

PROGETTO DI IMPIANTO IDROELETTRICO DI REGOLAZIONE SUL BACINO DI CAMPOLATTARO (BN)

MARZO 2011



COMMITTENTE



R.E.C. S.r.l.
Via Uberti 37-20129 Milano

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

Mandataria :



ETATEC S.R.L.
SOCIETA' DI INGEGNERIA

20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264

fax (02) 26681553 - E-Mail: ETATEC@ETATEC.IT

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2008

SINCERT

SICIV - SC 06-647/EA 34

PROGETTISTA: Prof. Ing. Alessandro Paoletti

Mandante :

CeAS

CENTRO DI ANALISI STRUTTURALE S.R.L.
AZIENDA CON SISTEMA QUALITA'

SERVIZI DI INGEGNERIA CIVILE
CIVIL ENGINEERING SERVICES

SISTEMA QUALITA'
UNI EN ISO 9001 : 2008
CERTIFICATO K031 RILASCIATO
DA



PROGETTISTA: Dott. Ing. Giovanni Canetta

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE DI CANTIERE

Revisione	Data	Descrizione	Redazione	Verifica	Approvazione	
A	31/03/2011	EMISSIONE PER VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE	G. Pittelli	G. Canetta	G. Canetta	
B	18/06/2012	EMISSIONE PER ITER AUTORIZZATIVO	F. Malingegno	G. Canetta	G. Canetta	
C	30/07/2012	EMISSIONE PER RECEPIMENTO INTEGRAZIONI VIA	F. Malingegno	G. Canetta	G. Canetta	
CODICE COMMESSA		TIPOLOGIA COMMESSA	TIPOLOGIA ELABORATO	FASE PROGETTAZIONE	PARTE DI IMPIANTO	PROGRESSIVO ELABORATO
10062		PG	R	D	A	062
				SCALA:	—	

INDICE

1.	PREMESSA.....	1
2.	GENERALITÀ	2
	2.1 AREE DI CANTIERE	2
	2.2 CANTIERE VIROLE	3
	2.3 GALLERIE D'ACCESSO	3
	2.4 TRATTAMENTO ACQUE	3
3.	CANTIERE DI MONTE ALTO	4
	3.1 BACINO ED OPERA DI PRESA (TAVV. DDC 130-133, 311 E 312)	4
	3.2 CAMERA PARATOIE E POZZO PIEZOMETRICO DI MONTE (TAVV. DDD 321-323) 5	5
	3.3 GALLERIA DI DERIVAZIONE (TAV. DDE 331)	7
4.	CANTIERE DI MONTE FORGIOSO	9
	4.1 GALLERIA D'ACCESSO A CAMERA VALVOLE, GALLERIA DI BY-PASS 9	9
	4.2 CAMERA VALVOLE (TAVV. DDG)	9
	4.3 GALLERIA DI DERIVAZIONE (TAVV. DDE 331 E DDH 361).....	10
	4.3.1 Scavo del pozzo della condotta forzata.....	10
	4.4 GALLERIA DI SCARICO DI FONDO (TAVV. DDF)	12
5.	CANTIERE CIARLI	13
	5.1 CAVERNA CENTRALE (TAVV. DDI)	13
	5.2 CAVERNA TRASFORMATORI (TAVV. DDI)	14
	5.3 POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE (TAVV. DDJ).....	15
	5.4 GALLERIA DI DERIVAZIONE.....	16
	5.4.1 Galleria a monte della centrale fino a base pozzo (tav. DDH 361)	16
	5.4.2 Galleria di restituzione a valle della centrale - primo tratto (tavv. DDK 391-394)... 16	16
6.	CANTIERE FINESTRA INTERMEDIA.....	17
	6.1 GALLERIA DI RESTITUZIONE - SECONDO E TERZO TRATTO (TAVV. DDK 391-394) 17	17
7.	CANTIERE CIRCUMLACUALE CAMPOLATTARO	19
	7.1 POZZO PARATOIE DI VALLE (TAVV. DDQ).....	19
	7.2 OPERA DI PRESA (TAVV. DDP).....	19

1. PREMESSA

La società REC S.r.l., in data Luglio 2010, ha affidato all'A.T.I. tra la Società ETATEC S.r.l.-mandataria e la Società CeAS S.r.l. – mandante - l'incarico per la Progettazione Definitiva delle opere relative all'impianto idroelettrico di accumulo per pompaggio e regolazione tra l'esistente invaso di Campolattaro (BN) ed il nuovo bacino di Monte Alto in Comune di Morcone (BN).

La Committenza è infatti titolare di una concessione di derivazione di acque pubbliche ad uso industriale dall'invaso di Campolattaro (BN) per una portata di 30 l/s da considerarsi come reintegro dell'evaporazione e delle perdite del sistema costituente l'impianto, così come definito dal provvedimento finale della C. di S. del 12/10/2010 da parte della Provincia di Benevento.

La presente relazione descrive nel dettaglio la cantierizzazione delle opere costituenti l'impianto in progetto così come riportato nella *Relazione tecnica particolareggiata (elab. 483-01E-ET-RDA-020)* e nella *Relazione descrittiva e di calcolo dei manufatti in sotterraneo (elab. 10062-PG-RDI-376)*.

2. GENERALITÀ

2.1 AREE DI CANTIERE

Le aree di cantiere più significative saranno essenzialmente quelle prospicienti le gallerie di accesso a:

- Centrale (Cantiere Ciarli);
- Camera valvole (Cantiere di Monte Forgioso);
- Finestra intermedia nella galleria di restituzione (Circumlacuale).

Il cantiere del pozzo paratoie sarà molto piccolo, data l'esiguità dei lavori e lo stesso può dirsi per il cantiere di Monte Alto, considerato che la rimodellazione del fondo bacino non necessita di strutture di cantiere fisse.

In linea di massima le aree di cantiere all'imbocco saranno pavimentate con stabilizzato calcareo autoctono ed attrezzate 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;
- Tramogge per deposito provvisorio materiale di scavo in arrivo tramite nastro trasportatore;
- Box spogliatoi con docce;
- Box infermeria;
- Box magazzino ed officina;
- Box uffici.

Il cantiere sarà dotato di servizi igienici ed acqua potabile da acquedotto comunale (anche per fornitura acqua ai fronti di scavo e getto).

Al termine dei lavori tali aree saranno riportate allo stato originario con la sola presenza del portale di imbocco, chiuso mediante cancello metallico che permetta la circolazione dell'aria.

2.2 CANTIERE VIROLE

Il cantiere in cui verranno realizzate le virole conterà di un'area di circa 138 x 72 m attrezzata con capannone per calandratura ,capannone per sabbiatura e saldatura e capannone per verniciatura. L'area interna tra i capannoni, dotata di carro-ponte per le movimentazioni, servirà per lo stoccaggio temporaneo delle virole e sarà pavimentata con micro stabilizzato, così come le superficie coperte dei capannoni.

2.3 GALLERIE D'ACCESSO

La sezione di galleria d'accesso alle aree di lavoro risulterà equipaggiata di:

- Tubi di ventilazione in calotta;
- Nastro trasportatore installato su un lato, all'intersezione tra calotta e piedritto;
- Tubi per acqua da 2";
- Tubi per aria compressa da 8";
- Cavo EE di alimentazione illuminazione ed attrezzatura (fresa, pompe, etc.);
- Tubazione in uscita da 10" per le acque reflue (essendo quasi tutte le galleria d'accesso in discenderia).

2.4 TRATTAMENTO ACQUE

In ogni fase di lavoro le acque provenienti da roccia verranno captate ed evacuate mediante 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 pompaggio.

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 trattate rientreranno nei parametri di cui all'allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., e quindi recapitate su corpo idrico superficiale.

3. CANTIERE DI MONTE ALTO

Le lavorazioni principali svolte saranno:

- Esecuzione dei diaframmi;
- Esecuzione del portale della galleria di derivazione e dello scarico di fondo;
- Scavo di galleria di derivazione e scarico di fondo fino ai rispettivi pozzi paratoie.

Tutto il materiale di scavo verrà accumulato provvisoriamente nel fondo bacino per essere poi trasportato, anche attraverso la galleria di scarico di fondo, il by-pass della camera valvole e la relativa galleria d'accesso, a destinazione mediante autocarri.

Il medesimo percorso verrà utilizzato per l'alimentazione dei getti dell'opera di presa e dell'inghisaggio del primo tratto della galleria di derivazione.

La rimodellazione morfologica del bacino (si vedano tavv. DDB 102 e 103) non necessiterà di strutture di cantiere.

3.1 BACINO ED OPERA DI PRESA (TAVV. DDC 130-133, 311 E 312)

L'attrezzatura di scavo dei diaframmi (idrofresa) avverrà attraverso la viabilità di accesso da Schiavoni fino al fondo bacino.

Si preparerà quindi il piano di lavoro e si eseguiranno i diaframmi come da tavv. DDC-130 e 131. Il funzionamento dell'idrofresa è descritto dettagliatamente nel capitolo 5.1.

Dopo questa fase si procederà allo scotico del fondo bacino accumulando temporaneamente tale materiale per poterlo poi inviare a destinazione verso altre aree di cantiere per le sistemazioni superficiali.

Messa a nudo la testa dei diaframmi si procederà all'esecuzione della loro trave di sommità, in modo che la struttura permetta lo scavo interno fino ad arrivare alla quota di attacco delle gallerie.

Si procederà quindi allo scavo dell'imbocco e della galleria di derivazione fino al pozzo paratoie, come descritto nel successivo cap. 3.3.

Completati gli imbocchi, durante i quali si sarà compattato il fondo bacino mediante successive rullature, si stenderà uno stabilizzato drenante con appositi dreni che recapiteranno in un cunicolo perimetrale del fondo bacino che, tramite tubo drenante installato nella base della galleria di scarico, recapiterà le acque drenate nello scarico di fondo a valle delle paratoie di intercettazione del medesimo .

Nel mentre al perimetro esterno del coronamento del bacino si eseguiranno:

- n.2 canali di gronda;
- n.2 sfioratori di superficie (uno dal canale verso il bacino ed uno dal bacino verso il canale);
- tubazione di recapito delle acque in Rio Secco esistente, eseguito in microtunnelling;
- contenuto argine di contenimento a Sud Est.

L'ultima operazione consisterà nel rivestimento del fondo bacino e le sponde fino al coronamento ed al canale di gronda con un pacchetto composto da (dal basso verso l'alto):

- geogriglia per distribuzione dei carichi (solamente per il fondo bacino);
- materassino in geotessile;
- geocomposito PVC (geomembrana in PVC accoppiata a geotessile antipunzonamento).

Il lavoro verrà eseguito posando appositi teli ubicati su rulli ,che verranno svolti e termosaldati manualmente.

Il pacchetto sarà ancorato ad appositi ancoraggi lineari e puntuali, a seconda del sottofondo.

Per la posa e l'ancoraggio della parete Est, subverticale, si utilizzeranno apposite piattaforme aeree attraverso le quali i montatori si porteranno in quota .

Il telo verrà innalzato con apposita autogru.

Al termine della posa si procederà al collaudo degli ancoraggi, delle saldature e della impermeabilizzazione con un primo invaso di prova con altezza 2 m, facilmente evacuabile.

3.2 CAMERA PARATOIE E POZZO PIEZOMETRICO DI MONTE (TAVV. DDD 321-323)

Lo scavo delle caverne superiori ed inferiori per l'alloggiamento delle paratoie di monte, della camera di accesso al pozzo piezometrico e delle relative galleria d'accesso verrà effettuato con Fresa Puntuale (Roadheader) che permetta uno scavo con controllo assoluto della geometria e degli eventuali extra-scavi e con fronte irrorato da ugelli per abbattimento polveri.

La macchina è attrezzata sul fronte di scavo con caricatore dello smarino che automaticamente carica il materiale scavato e lo riporta alle proprie spalle caricandolo su nastro trasportatore installato sul paramento della galleria; tramite questo il materiale sarà

evacuato all'esterno della galleria in apposite tramogge appositamente installate nell'area di cantiere antistante, che fungeranno da deposito provvisorio.

Dalle tramogge il materiale di scavo verrà caricato sugli autocarri per essere trasportato a destinazione.

Si procederà con lo scavo in massima sicurezza fino a che la cabina del macchinista fresatore non superi la zona precedentemente consolidata con eventuale rete elettrosaldata e bulloni in acciaio.

Dopo questa fase si procederà al rivestimento provvisorio con betoncino spruzzato con robot speciale che permetta di operare a distanza di sicurezza dalla zona da rivestire.

Dall'interno della caverne sopra descritte (camera paratoie superiore e caverna d'accesso a pozzo piezometrico) si scaveranno i due pozzi paratoie di monte ed il pozzo piezometrico di monte.

Questi scavi saranno effettuati con una tecnica, il Raise Borer, che permette la massima celerità e sicurezza tecnica ed ambientale:

1. esecuzione di fori pilota con diametro 300 mm circa dalla camera paratoie superiore alle gallerie sottostanti (galleria di derivazione e di scarico di fondo) precedentemente scavate. Il materiale di scavo del foro pilota verrà portato a bocca foro mediante aria compressa e quindi completamente asciutto verrà evacuato come il materiale di scavo ordinario.
2. Ultimato il foro pilota si trasporterà l'allargatore (reamer) del diametro di 6,12 m nelle gallerie inferiori e si procederà a allargare il foro pilota dal basso verso l'alto fino ad arrivare ad avere i pozzi finiti fino alla camera superiore. Il materiale d'allargo cadrà per gravità nelle gallerie e da qui mediante nastro trasportatore verrà evacuato all'esterno nell'area di cantiere di imbocco nelle apposite tramogge di cui già si è detto, da cui verrà allontanato con autocarri e portato alla propria destinazione come già descritto.

Ultimati i pozzi si installerà in testa agli stessi, nella camera superiore, una piattaforma mobile attrezzata con bullonatore, macchina per spritz-beton in modo da procedere al consolidamento delle pareti scavate dall'alto verso il basso ,per mettere in sicurezza i pozzi per fase di montaggio delle virole metalliche.

3.3 GALLERIA DI DERIVAZIONE (TAV. DDE 331)

Lo scavo della galleria di derivazione di monte della Centrale, nel tratto sub-orizzontale ed in pozzo, verrà effettuato in maniera del tutto analoga a quanto riportato nel capitolo precedente rispettivamente per lo scavo della galleria d'accesso alla camera paratoie e dei pozzi paratoie. Il tratto sub-orizzontale a valle del pozzo verrà scavato da valle, a partire dalla camera valvole (cantiere di Monte Forgioso).

Il pozzo (H 400 m circa, da scavare con Raise Borer, potrà essere scavato solo dopo che sia stata scavata la galleria da camera valvole a piede pozzo. Il materiale di scavo del pozzo verrà evacuato mediante nastro trasportatore al cantiere di Monte Forgioso.

La galleria dovrà ospitare una condotta metallica realizzata con virole di diametro 5.50m prodotte nel Cantiere Virole e trasportate in situ attraverso il canale di scarico collegato mediante bypass al cantiere di Monte Forgioso.

Le virole verranno saldate in situ, in galleria per tratte di 6m (lunghezza unitaria di una virola). Prima di procedere al getto di inghisaggio si procederà alla verifica delle saldature tramite radiografie e liquidi penetranti, al fine di individuare ed eventualmente sistemare imperfezioni o cricche di saldatura.

Si procederà quindi al completo riempimento (inghisaggio) dell'anello che si creerà tra condotta metallica e galleria scavata nella roccia. Tale getto verrà eseguito seguendo man mano l'avanzamento della posa e saldatura della condotta metallica per tratte di lunghezza compresa tra i 18m ed i 30m, (corrispondenti a circa 160-270 m³ per getto). La lunghezza di tali tratte dipenderà dal tempo di percorrenza del calcestruzzo dal carico al getto.

Il getto verrà eseguito con speciale pompa stazionaria con tubi di getto fino al fronte, per il tratto in pozzo e per il tratto sub-orizzontale fino all'opera di presa. Il tratto sub-orizzontale compreso tra base pozzo e camera valvole verrà invece eseguito da valle, dal cantiere di Monte Forgioso.

Ad inghisaggio completato si procederà alla verifica della omogeneità dello stesso mediante verifica "sonora" (martellamento) della lamiera dall'interno della condotta) per evidenziare eventuali vuoti tra lamiera e getto. Eventuali punti con vuoti verranno evidenziati con vernice e successivamente una squadra di specialisti in iniezioni a bassa pressione procederà a forare la lamiera con speciali "maschi" con diametro 10-15 mm nei punti incriminati.

In tali punti si immetterà una miscela di acqua e cemento con rapporto massimo 1/1 fino a rifiuto, con attenzione a predisporre un riduttore di pressione tarato a pressione preordinata.

Ad iniezione maturata si procederà a svitare l'otturatore di iniezione e si chiuderà il foro avvitando appositi tappi in acciaio delle stesse caratteristiche della condotta; infine si smeriglierà il tappo fino ad ottenere una superficie perfettamente liscia e quindi si ripasserà la verniciatura.

4. CANTIERE DI MONTE FORGIOSO

4.1 GALLERIA D'ACCESSO A CAMERA VALVOLE, GALLERIA DI BY-PASS

Le gallerie verranno realizzate con fresa puntuale, con le medesime metodologie descritte nel capitolo 3.2, con evacuazione del materiale di scavo mediante nastro trasportatore alle tramogge installate nel cantiere antistante l'imbocco della galleria, da dove verranno trasportate a destinazione finale mediante autocarri.

4.2 CAMERA VALVOLE (TAVV. DDG)

La caverna che ospiterà la camera valvole verrà scavata mediante Fresa Puntuale, come precedentemente descritto nel capitolo 3.2 e con evacuazione del materiale di scavo mediante nastro trasportatore fino alle tramogge installate nell'area di cantiere antistante l'imbocco della galleria d'accesso.

Stante l'altezza della caverna si procederà con scavo di salita con pendenza fino al 10-15% e sagoma di 6 x 6 m fino ad arrivare in calotta.

Tale cunicolo sarà nel centro calotta ed avrà come direzione il senso longitudinale della caverna. Il materiale di scavo verrà movimentato ed evacuato fino ai nastri trasportatori mediante piccolo escavatore e pala cingolata/tipo bobcat data l'esiguità degli spazi a disposizione.

Ultimato il cunicolo di calotta si procederà all'allargamento della stessa a partire dalla testata, sempre rispettando gli sfondi dettati dalla protezione della cabina dell'operatore, con successiva bullonatura e posa di rivestimento in betoncino spruzzato.

Ultimato lo scavo, il consolidamento ed il rivestimento in betoncino si procederà al rivestimento definitivo della calotta con getto di calcestruzzo armato, con vie di corsa per il carro ponte di servizio ai montaggi (in particolare della valvola a farfalla e delle virole metalliche) che poi resterà definitivamente per l'esercizio dell'impianto.

Il getto della calotta avverrà mediante pompa stazionaria alimentata in vicinanza del getto (circa 50 m) con autobetoniera con capacità di circa 10 m³.

Ultimato il getto della calotta si procederà allo scavo dei ribassi per tratte di altezza massima

pari a 6 m con consolidamento con bulloni e betoncino spruzzato, fino ad arrivare alla platea della caverna. Si procederà quindi al getto della platea con le medesime modalità sopra descritte.

Stanti i parametri geomeccanici dell'ammasso roccioso interessato, il getto delle pareti della caverna, già consolidate e rivestite di betoncino spruzzato, verrà realizzato con una seconda posa di betoncino spruzzato o con rivestimento in calcestruzzo armato.

4.3 GALLERIA DI DERIVAZIONE (TAVV. DDE 331 E DDH 361)

Dal cantiere di Monte Forgioso verrà realizzato il tratto di galleria sub-orizzontale a monte della camera valvole fino al pozzo verticale ed il tratto in pozzo verticale a valle della camera valvole verso la centrale. Quest'ultimo potrà avvenire solo successivamente allo scavo della galleria d'accesso dal cantiere Ciarli alla centrale e della galleria di by-pass della centrale medesima fino ad arrivare, in sub-orizzontale, alla base del pozzo medesimo.

Le metodologie di scavo delle gallerie sono le medesime descritte nel cap. 3.3.; nel dettaglio, il pozzo verticale della condotta verrà realizzato come descritto nel seguente paragrafo.

4.3.1 Scavo del pozzo della condotta forzata

Con lo scopo di evitare di mettere in alcun modo a rischio gli eventuali acquiferi che la perforazione potrebbe intercettare, la metodologia di scavo da adottare, articolata in quattro fasi, sarà la seguente (si vedano le figure seguenti):

- fase 1: esecuzione di sondaggio geognostico a carotaggio continuo diametro minimo 100mm, con iniezioni

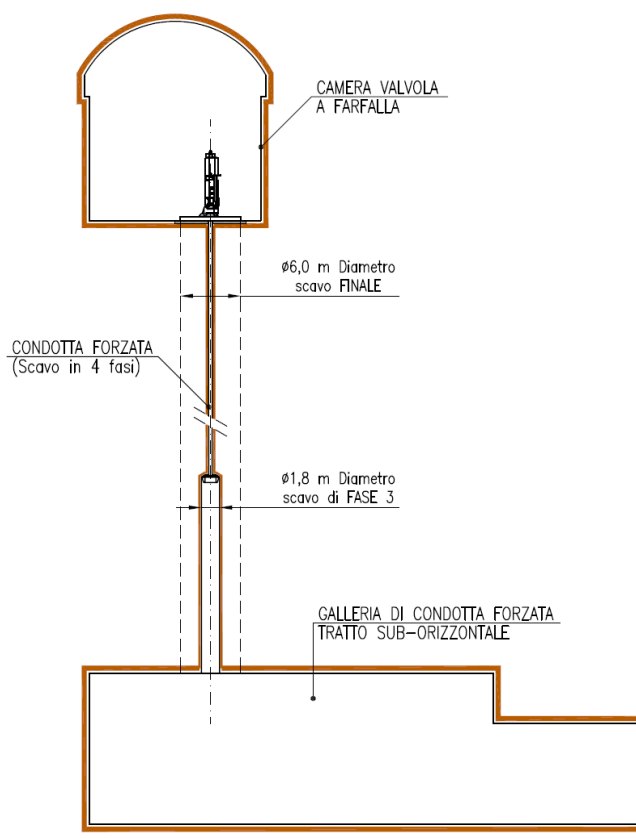


Figura 4-1 - Scavo del pozzo della condotta forzata - assieme

cementizie in pressione di consolidamento, atte a consolidare un volume di roccia all'intorno del foro stesso per un raggio di 0,50 m; avanzamento della perforazione alternando le iniezioni con le riperforazioni fino a fuoriuscire, a fine sondaggio, nella galleria di condotta forzata sub-orizzontale che da base pozzo immette alla centrale, già eseguita dal cantiere Ciarli;

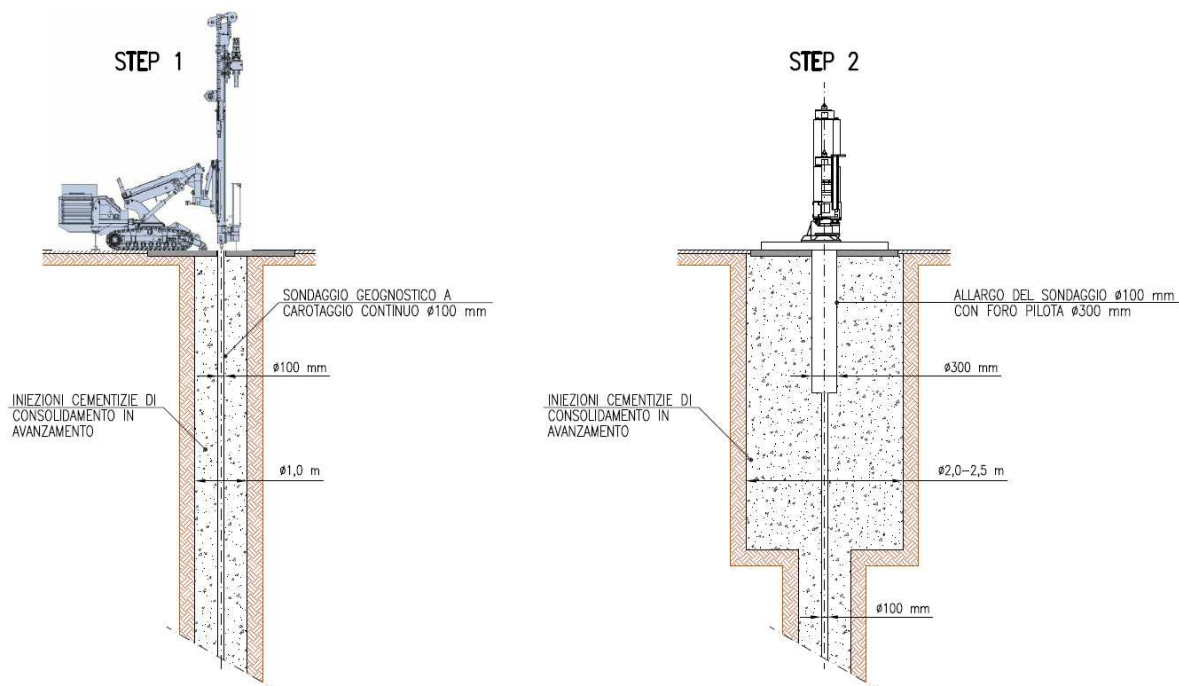


Figura 4-2 - Fasi 1 e 2 dello scavo del pozzo condotta forzata

- fase 2: esecuzione dell'allargamento del sondaggio da 100mm consolidato, realizzando per l'intera lunghezza un foro pilota di 300mm di diametro con tecnica Raise borer. Tale foro verrà consolidato per tratti e riperforato, per ottenere il consolidamento di un volume di roccia di diametro almeno 2 – 2,5m;
- fase 3: allargamento del foro pilota da 300mm consolidato eseguito, procedendo dal basso verso l'alto con tecnica Raise Borer, con Reamer di diametro 1,80m. Il materiale di scavo cadrà per gravità al piede del foro, nella galleria di condotta forzata sub-orizzontale, e da qui convogliato a nastro trasportatore che lo evacuerà, attraverso la caverna centrale e la galleria di accesso, al

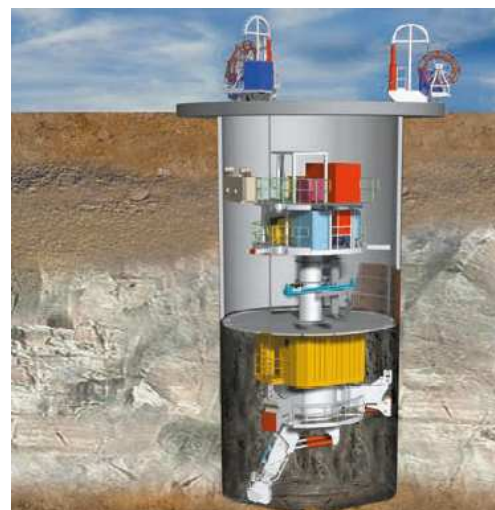


Figura 4-3 - Fase 4 - allargamento finale del pozzo

cantiere Ciarli;

- fase 4: allargamento del pozzo da 1,80m eseguito, con tecnica Raise borer, dall'alto verso il basso, a tratti, previo consolidamento in avanzamento, con iniezioni cementizie, anche con cementi microfini, fino al diametro di progetto di circa 6,00m.

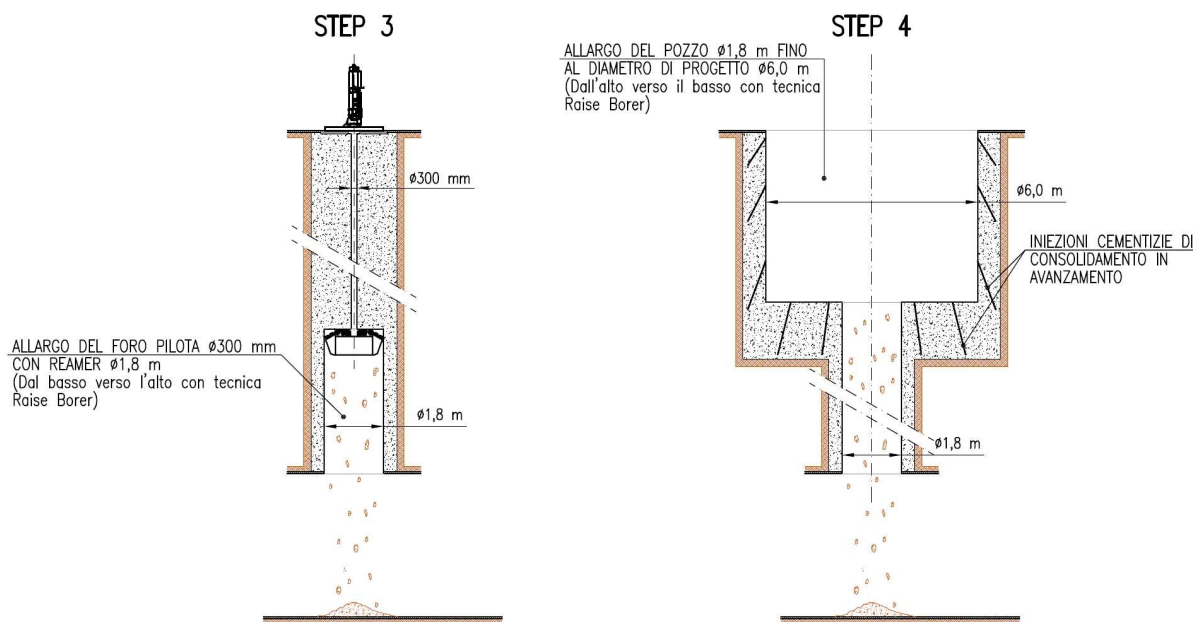


Figura 4-4 - Fasi 3 e 4 dello scavo del pozzo condotta forzata

4.4 GALLERIA DI SCARICO DI FONDO (TAVV. DDF)

La galleria di scarico di fondo verrà scavata a partire dalla galleria di bypass della camera valvole con due fronti di avanzamento: uno verso monte, verso il bacino di Monte Alto, uno verso valle, in discesa, verso lo sbocco nel Rio Secco.

Lo scavo verrà effettuato con fresa puntuale con le medesime modalità descritte nel cap. 3.2.

Sulla base dell'analisi geomeccanica si ritiene di poter eseguire un rivestimento definitivo in betoncino spruzzato fibrorinforzato. Tale galleria infatti non avrà un esercizio continuo ma verrà utilizzata solamente in casi eccezionali. Si procederà quindi al getto in calcestruzzo della platea e in calcestruzzo armato del tratto di intersezione tra lo scarico stesso e la galleria di bypass che si diparte dalla galleria d'accesso alla camera valvole, in modo da poter installare una porta stagna che permetta l'accesso e quindi la manutenzione del bacino attraverso lo scarico stesso.

5. CANTIERE CIARLI

5.1 CAVERNA CENTRALE (TAVV. DDI)

Per lo scavo della caverna della centrale e della caverna Trasformatori, data la prevista serie geologica, si prevede di utilizzare come già ampiamente descritto la fresa puntuale per le formazioni lapidee più consistenti (calcari e flysch calcareo-marnosi) ed un escavatore idraulico attrezzato con martellone idraulico o ripper (dente rovescio montato sul braccio) per le formazioni flyschoidi argillitiche.

All'arrivo della galleria d'accesso a quota sala macchine (292 m s.l.m.) si dipartirà un cunicolo sostenuto con chiodature radiali longitudinali rispetto all'asse caverna a quota calotta, da eseguire per campioni di max 8m. Il cunicolo verrà scavato per tutta la lunghezza della centrale e messo in sicurezza con chiodature radiali e spritz beton. Si procederà quindi agli scavi di allargamento e ribasso che verranno eseguiti per campioni con avanzamenti di ~8m prima verso un piedritto e successivamente verso l'altro.

Da questo piano si procederà agli ulteriori scavi di ribasso, con modalità analoghe alle precedenti, per altezze di circa 2 m con successivi consolidamenti mediante bulloni e spritz beton. I ribassi proseguiranno fino a giungere a quota 291 m s.m. circa.

Si procederà quindi alla posa della membrana impermeabilizzante in PVC e della relativa rete di drenaggio ed al rivestimento definitivo in calcestruzzo armato della calotta e dei piedritti.

Il materiale di scavo verrà convogliato ad appositi nastri trasportatori che evacueranno il materiale attraverso la galleria d'accesso alla centrale fino all'area di cantiere Ciarli, al suo imbocco

Sul piano sala macchine si imposteranno quindi i pozzi per l'alloggiamento delle pompe/turbine. Per l'esecuzione di questi pozzi, di diametro di ~24 m, si eseguiranno dei diaframmi armati dello spessore di 1,20 m e lunghezza ~30 m, mediante idrofresa compatta tipo Bauer CBC32.

L'idrofresa permette l'avanzamento anche in terreni rocciosi ed utilizza per l'asportazione del materiali di scavo un sistema a circolazione rovescia di fanghi bentonitici in circuito chiuso.

I fanghi bentonitici aspirati vengono ripuliti mediante vibrovagli, che separano il materiale detritico grossolano, e dissabbiatori (cicloni) per la separazione della parte fine, e riutilizzati.

L'idrofresa permette quindi di operare in spazi ristretti nel completo rispetto dell'ambiente.

A fine scavo il risultato è un "mucchio" di materiale di scavo ben asciutto separato in ghiaia e sabbia, mentre il fango rimanente nei vasconi a fine lavori viene asportato con autospurghi e

portato a scarica controllata.

Ultimati i diaframmi verrà eseguito il getto del solettone della sala macchine che incorpora la testa dei diaframmi e delle travi di appoggio del carro ponte, quindi si procederà con lo scavo all'interno dei medesimi con evacuazione del materiale tramite benna sollevata dal carro ponte nel frattempo installato. Il materiale di scavo verrà quindi accumulato in una tramoggia sotto la quale partirà un nastro trasportatore che porterà il materiale all'esterno, all'imbocco della galleria d'accesso.

Durante lo scavo dei pozzi verranno in parte già realizzati i getti di contrasto delle paratie alle quote dei futuri impalcati e si procederà al taglio con disco diamantato dei diaframmi in corrispondenza dell'ingresso delle diramazioni della condotta forzata di monte e dell'uscita dei diffusori nella parte di valle.

A scavo ultimato si inizieranno i getti di fondazione all'interno del pozzo e, procedendo verso l'alto, i getti delle solette.

Giunti alla quota prevista si procederà al montaggio delle macchine con getti di appoggio di 1° fase e successivi getti di bloccaggio di 2° fase.

Il materiale di scavo trasportato all'esterno al cantiere Ciarli verrà convogliato ad apposite tramogge divise per tipologia di materiale, a seconda delle sue caratteristiche geomeccaniche (calcarei o flysch). Tale divisione permetterà di inviare alle diverse destinazioni il materiale stesso mediante appositi autocarri (con cassoni stagni nel caso del flysch).

5.2 CAVERNA TRASFORMATORI (TAVV. DDI)

Avendo adottato la soluzione con sottostazione blindata (GIS) in caverna disposta sopra i trasformatori, la relativa caverna raggiunge un'altezza complessiva di circa 28 m.

Anche in questo caso si procederà all'esecuzione di un cunicolo longitudinale, a successivi allarghi e ribassi per campioni di max 8 m con contestuale esecuzione di chiodature radiali e bullonature fino a raggiungere il piano dei centri di calotta. L'accesso per il cunicolo in calotta avverrà dal medesimo bypass della galleria d'accesso che già aveva permesso l'arrivo al cunicolo di calotta della centrale.

Si procederà quindi con la posa di impermeabilizzazione e relativi drenaggi ed al getto della

calotta e delle travi di sostegno del carro ponte.

Montato il carro ponte si procederà agli scavi di ribasso a campioni come sopra, con successiva posa di impermeabilizzazione, drenaggi e getto, anch'essi a campione, fino a quota d'intradosso della soletta della sottostazione GIS (301,60 m). Si procederà quindi al getto di tale soletta.

La parte inferiore della caverna verrà scavata per campioni come sopra dal basso verso l'alto fino alla quota di intradosso della soletta del GIS precedentemente gettata.

Ultimati gli scavi si procederà a posa di impermeabilizzazione e drenaggi ed ai getti dal basso verso l'alto.

Per quanto riguarda l'evacuazione del materiale di scavo si veda quanto riportato nel capitolo precedente.

5.3 POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE (TAVV. DDJ)

La galleria di accesso alla sommità del pozzo verrà scavata, a seconda dei litotipi attraversati, o con fresa puntuale o con escavatore idraulico. Seguiranno le usuali fasi di consolidamento e rivestimento di prima fase.

Lo scavo del pozzo verrà eseguito con la metodologia del Raise Borer, precedentemente descritta, con foro pilota D 300mm ed allargamento dal basso a D2500-3000 mm.

Il successivo allargo al diametro finito di 30m verrà effettuato dall'alto verso il basso mediante fresa puntuale o escavatore idraulico con evacuazione del materiale verso il basso attraverso il pozzo D2500-3000 mm precedentemente eseguito con Raise Borer.

Il materiale che cadrà nella sottostante galleria di derivazione verrà convogliato ai nastri trasportatori installati nella galleria d'accesso alla Centrale e seguiranno lo stesso percorso descritto per il materiale dello scavo di Centrale.

Le pareti del pozzo, scavate con altezza degli allarghi dettata dalle caratteristiche geomeccaniche e dall'altezza utile delle macchine operatrici, verranno consolidate e rivestite con getto di prima fase in betoncino spruzzato fino ad arrivare al getto di calcestruzzo armato.

Il getto avverrà per altezze circolari complete utili di circa 3m partendo dal basso verso l'alto.

Il calcestruzzo verrà portato attraverso la galleria di accesso alla centrale fino alla pompa stazionaria che sarà installata alla base del pozzo.

5.4 GALLERIA DI DERIVAZIONE

5.4.1 Galleria a monte della centrale fino a base pozzo (tav. DDH 361)

In questo tratto la galleria dovrà ospitare una condotta metallica realizzata con virole di diametro 4.80m prodotte nel Cantiere Virole e trasportate in situ attraverso la camera valvole e calate nel pozzo mediante il carro ponte appositamente installato.

Le metodologie di scavo, posa ed inghisaggio dalla condotta sono le medesime già descritte nel capitolo 3.3.

5.4.2 Galleria di restituzione a valle della centrale - primo tratto (tavv. DDK 391-394)

La galleria idraulica di restituzione, a valle della centrale, verrà realizzata per tratti con tre fronti di scavo, il primo dei quali sarà eseguito verso valle a partire dalla centrale, in leggera contropendenza, fino ad incontrare il fronte che procede verso monte, partito dalla finestra intermedia.

Il fronte, a seconda delle caratteristiche meccaniche della roccia, procederà con interventi di pre-consolidamento in avanzamento con appositi “ombrelli di infilaggi metallici” e brandaggio del fronte con perforazioni equipaggiate con tubi di vetroresina valvolati ogni 0,50 m del diametro di circa 60 mm, consolidamento radiale e/o in alcuni tratti si è previsto di installare delle centine metalliche e betoncino spruzzato fibrorinforzato.

Il rivestimento definitivo verrà effettuato una volta ultimato lo scavo di tutti e 3 i tratti della galleria, con le modalità descritte nel seguente cap. 6.1.

6. CANTIERE FINESTRA INTERMEDIA

6.1 GALLERIA DI RESTITUZIONE - SECONDO E TERZO TRATTO (TAVV. DDK 391-394)

La galleria di restituzione verrà scavata e gettata a partire dalla finestra intermedia con due fronti:

- Uno (secondo tratto) verso monte, in discenderia, fino ad incontrare il fronte di avanzamento partito dalla centrale (primo tratto)
- Uno (terzo tratto) verso valle, in leggera contropendenza, che attraverserà il pozzo paratoie ed arrivare fino al diaframma trasversale dell'opera di presa (si vedano il seguente cap. 7)

Le modalità di scavo e getto della galleria sono le medesime descritte nel cap. 5.4.2.

Nel caso in cui la tempistica dei lavori porti all'ultimazione dello scavo di pozzo paratoie e tratto III della galleria prima dell'ultimazione del tratto II sarà possibile alimentare quest'ultimo fronte, per bullonature, pre-consolidamenti e rivestimento provvisorio attraverso il pozzo medesimo. La fornitura verrebbe in tal caso calata con autogrù e caricata su dumper a guida reversibile, stazionanti nella finestra intermedia.

L'evacuazione del materiale di scavo avverrà mediante nastro trasportatore che trasporterà il materiale all'imbocco della galleria d'accesso alla finestra e da qui, a margine della viabilità locale, fino al cantiere del pozzo paratoie (Cantiere Serbatoio Campolattaro, si veda il seguente cap. 7.1).

Una volta ultimato lo scavo della galleria da tutti e 3 i fronti si procederà al rivestimento definitivo in calcestruzzo con cassero Full Round telescopico di lunghezza 30 m, che verrà calato dal pozzo paratoie di valle (nel frattempo realizzato).

Il getto procederà con singolo fronte di avanzamento dalla centrale verso valle; il calcestruzzo verrà calato con autopompa stazionante su circumlacuale a sommità pozzo ed alimenterà i dumper betoniera, dotati di guida reversibile.

I dumper necessari per alimentare il getto saranno numerosi e troveranno stazionamento nella galleria intermedia non intralciando il senso di marcia di quelli che andranno al getto con

quelli che andranno al carico, il punto di scambio delle due viabilità sarà l'intersezione della finestra intermedia con la galleria di restituzione.

Eseguito il rivestimento definitivo si procederà alle iniezioni di intasamento degli eventuali vuoti tra calotta e getto (serraglie) e delle canalette di scarico dell'acqua (rigole) in tre fasi:

1. intasamento serraglie e rigole;
2. consolidamento radiale;
3. consolidamento radiale di ricomprensione.

Ultimato il getto definitivo della galleria di restituzione e riportato in superficie il cassero Full Round utilizzato, si procederà al getto della finestra intermedia d'accesso in calcestruzzo armato. L'alimentazione del getto avverrà tramite pompa autocarrata stazionante sulla circumlacuale.

Ultimato il getto si installerà nella finestra intermedia alla intersezione con la galleria di restituzione una porta stagna per garantire il futuro accesso per manutenzione della galleria di restituzione.

7. CANTIERE CIRCUMLACUALE CAMPOLATTARO

L'area di cantiere sulla strada circumlacuale si svilupperà nell'area circostante il pozzo e si svilupperà in lunghezza occupando una corsia della strada che in quel tratto sarà semaforizzata a senso unico alternato.

L'area sarà attrezzata come i cantieri di imbocco alle gallerie (si veda il cap. 2.1), con particolare riguardo alla movimentazione dei materiali di scavo e getto per cui si avrà necessità di aree di stazionamento della autogrù e della pompa autocarrata.

7.1 POZZO PARATOIE DI VALLE (TAVV. DDQ)

Gli scavi delle diaframature verranno effettuati con idrofresa, così come descritto per i pozzi di alloggio delle macchine elettromeccaniche in centrale e per l'opera di presa nel bacino di M. Alto

Lo scavo del pozzo entro i diaframmi, date le caratteristiche geomeccaniche delle argilliti con intercalazioni di calcari ed arenarie, avverrà con escavatore idraulico attrezzato con martellone o ripper. Il materiale scavato verrà convogliato ad una benna che verrà sollevata da una autogrù stazionante nell'area di cantiere del pozzo stesso e depositato in apposite tramogge da cui verrà caricato su autocarri che lo porteranno alla destinazione finale.

Il getto del pozzo avverrà dal basso verso l'alto per altezze di circa 3m, alimentato da pompa di calcestruzzo autocarrata posizionata nell'area di cantiere del pozzo stesso.

Una volta ultimato l'utilizzo del pozzo paratoie come pozzo di servizio per lo scavo ed il getto della galleria di restituzione si procederà ai getti di prima fase per le carpenterie delle paratoie e quindi al montaggio delle paratoie medesime.

7.2 OPERA DI PRESA (TAVV. DDP)

La realizzazione dell'opera di presa avverrà secondo le seguenti fasi di lavoro:

1. Abbassamento della quota del lago di Campolattaro fino a quota 344 m s.m.;
2. Esecuzione di pista d'accesso da strada circumlacuale fino a quota 360 m s.m. e realizzazione di diaframma in calcestruzzo armato trasversale alla galleria idraulica, tra pozzo paratoie ed opera di presa;
3. Realizzazione di piani di lavoro tra quota 360 e 344 m s.m. e realizzazione di diaframmi con idrofresa fino a quota 320 m s.m. paralleli alla galleria idraulica e trasversali sulla testata dell'opera di presa;

4. Scapitozzatura diaframmi ed innalzamento dei medesimi con muro in calcestruzzo armato fino a quota 353 m s.m.;
5. A questo punto, essendo tutta l'area di lavoro contornata da diaframmi fino a quota 353 m s.m., sarà possibile innalzare il livello del lago fino a quota 351 m s.m. e procedere con le lavorazioni.

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

Il materiale di scavo, che verrà depositato provvisoriamente man mano a tergo sull'impronta dell'opera, verrà evacuato mediante benna sollevata da autogrù e deposta nell'area di cantiere del pozzo paratoie sulla circumlacuale, nelle apposite tramogge e quindi trasportate a destinazione con autocarri.

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

Ultimato tutto lo scavo fino ad arrivare al diaframma di monte impostato alla quota 360 m s.l.m. ed ultimata l'impermeabilizzazione ed il getto del solettone di fondo si procederà con le strutture in elevazione, come per una galleria in artificiale, fino contro il diaframma, che verrà demolito nella sezione di galleria e permetterà il collegamento strutturale con la galleria proveniente dal pozzo paratoie.

I getti verranno eseguiti da pompa autocarrata stazionante sulla circumlacuale, alimentata da autobetoniera transitante sulla stessa.

Ultimati i getti si riporterà il lago a quota 344 m s.m. per consentire la demolizione del muro di soprizzo dei diaframmi e si ricostituirà il profilo naturale del pendio con misto trattato e terreno naturale precedentemente scavato ed opportunamente accumulato.

Ultimata questa lavorazione e chiuse le paratoie non si daranno più limitazione per l'esercizio del lago.

Milano, giugno 2012

I PROGETTISTI

ETATEC srl

Prof. Ing. Alessandro Paoletti
Dott. Ing. Stefano Croci
Dott. Ing. Filippo Malingegno
Dott. Ing. Omar Cella

CeAS srl

Dott. Ing. Giovanni Canetta
Dott. Ing. Bruno Finzi