

DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

MANDATARIA:

 **Lombardi**

Lombardi Ingegneria S.r.l.
Ing. Carlo SILVESTRI

MANDANTI:

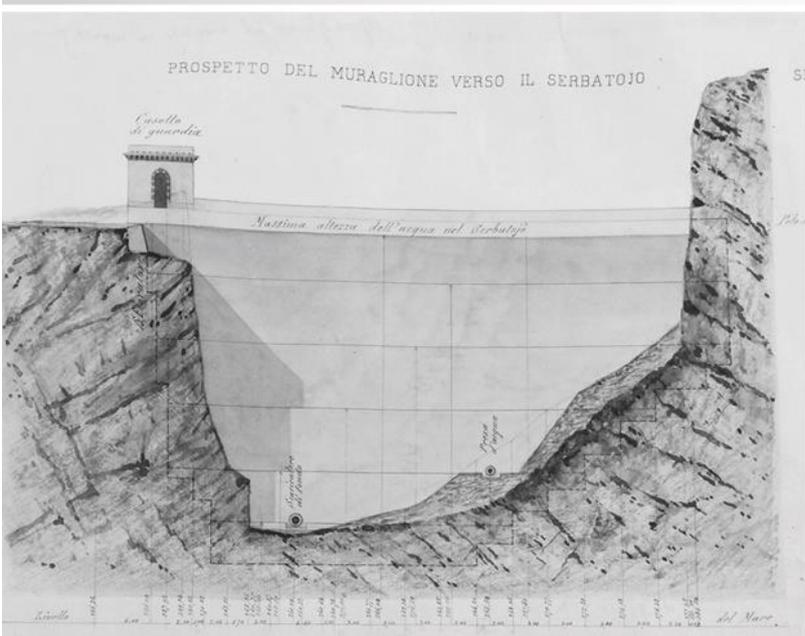
 **TECENTAL**

 **Metassociati**
architettura ingegneria urbanistica

 **Lombardi**

Lombardi SA Ingegneri Consulenti

Archeologo N. FADDA



AMBIENTE

Piano Preliminare di Utilizzo

2020_0275_002_AMB_R005_0



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

**DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE
DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE**

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

0	13.10.2022	Prima emissione in seguito alla richiesta di integrazione da parte del MiTE e dell'ARPAS (Procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA)	M. Lora	M. Lora	C. Silvestri
Versione	Data	Modifica	Redatto	Verificato	Approvato

MANDATARIA:

MANDANTI:

 **Lombardi**

Lombardi Ingegneria S.r.l.

 **ARPAS**

 **Metassociati**
architettura ingegneria urbanistica

 **Lombardi**

Lombardi SA Ingegneri Consulenti

**ARCHEOLOGO
N. FADDA**



Indice

1	PREMESSA	1
2	BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3
3	PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE	5
3.1	Ubicazione dei punti di indagine e prove eseguite	6
3.2	Parametri da analizzare	7
4	APPRESTAMENTI DI CANTIERE	9
5	GESTIONE DELLE MATERIE	12
5.1	Aree di cantiere	13
5.2	Argine di ritenuta	14
5.3	Opera di presa e dissipazione	14
5.4	Galleria	15
5.5	RIUTILIZZO e destinazione a recupero	15
6	IMPIANTI DI RIUTILIZZO E CAVE NEL TERRITORIO	17
7	CONCLUSIONI	19

MANDATARIA:

MANDANTI:



1 PREMESSA

Il presente Documento attiene alla descrizione sul ciclo di gestione delle terre e delle rocce di scavo generato dai lavori di esecuzione dell'opera di diversione della Diga di Bunnari Bassa.

L'opera riguarda la realizzazione di una galleria idraulica eseguita in roccia e dei manufatti di presa e di dissipazione a valle: la galleria è preposta all'evacuazione della piena millenaria proveniente dall'invaso di Bunnari Alto.

Inoltre, nell'obiettivo di porre in sicurezza la diga Bassa rispetto ad eventuali sollecitazioni di carico idraulico, il progetto prevede anche la realizzazione di un argine di ritenuta posto a fianco dell'opera di presa: il volume idraulico in arrivo da Bunnari Alta, pertanto, si accumula nell'invaso sotteso dall'argine, e sfiora nell'opera di presa a presidio della galleria idraulica.

È da evidenziare che nel presente incarico, il Progetto si focalizza solo sui lavori relativi al diversivo idraulico e opere connesse, e si rimanda ad altre sedi progettuali la messa in opera dell'invaso di Bunnari Alta, ad oggi inattivo. Pertanto, a conclusione della realizzazione del diversivo idraulico e dell'argine adiacente, si dovrà attendere il ripristino dell'invaso di Bunnari Alta per assumere che il diversivo possa essere attivato.

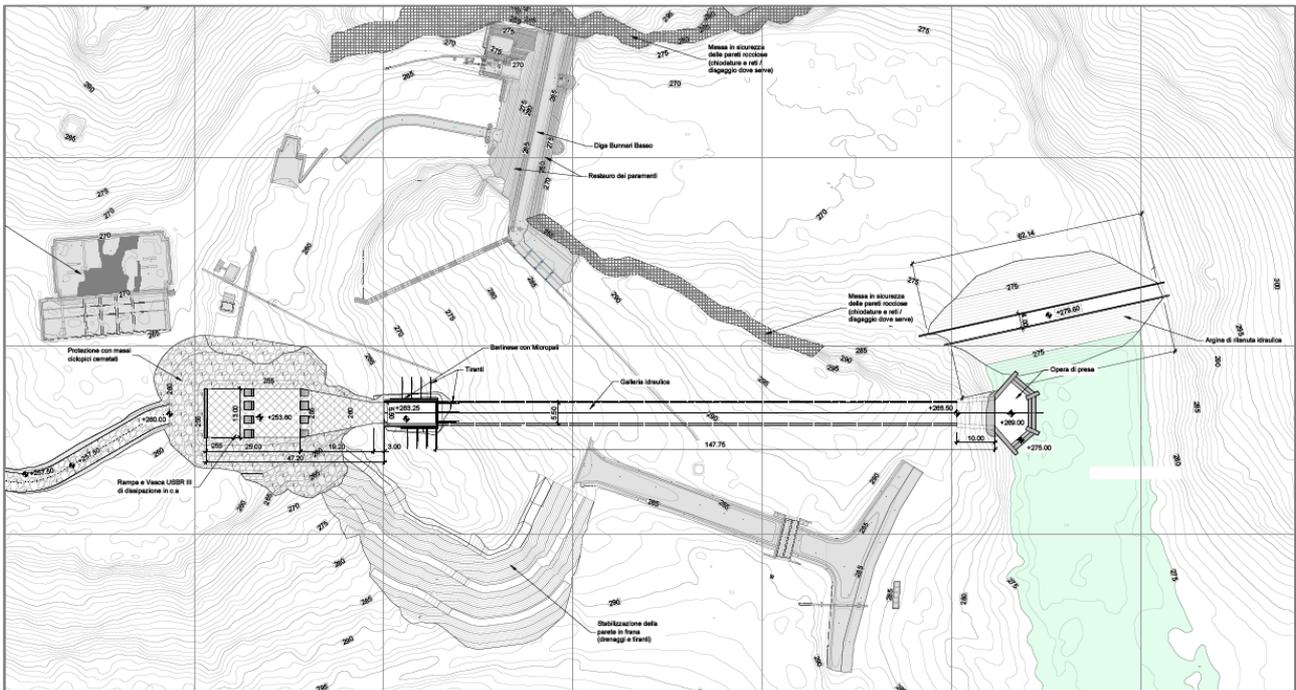


Figura 1 – Planimetria della nuova opera di diversione delle portate idrauliche

I principali volumi generati dagli scavi di cantiere derivano dalla realizzazione della galleria e dal manufatto di dissipazione di valle, e possono principalmente ricondursi a materiale di costituzione lapidea, a meno del materiale sciolto presente nei metri superficiali.

Da un punto di vista di inquadramento normativo, la presente relazione ha lo scopo di fornire alle autorità competenti tutte le informazioni necessarie relative alla gestione materie nell'ambito della procedura di

MANDATARIA:

MANDANTI:



verifica di assoggettabilità a VIA dell'opera in oggetto secondo le modalità definite nell'art. 19 D.lgs. 152/06. Qualora le autorità competenti stabiliscano che il progetto debba essere assoggettato al procedimento di VIA, si procederà di conseguenza ad aggiornare il presente elaborato secondo i contenuti previsti per il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo così come previsto dall'art. 9 del D.P.R. 120/17. In alternativa, nel caso di non assoggettamento al procedimento di VIA, inquadrandosi l'opera come cantiere di grandi dimensioni non sottoposto a VIA (art. 22 del D.P.R. 120/2017) l'Appaltatore procederà alla predisposizione della Dichiarazione di Utilizzo ai sensi dell'art. 21 del succitato decreto, da trasmettere agli enti competenti. Per quanto sopra, il presente documento ha titolo "Piano Preliminare di Utilizzo".

La presente relazione si articola come a seguire:

- Al CAPITOLO 0 si descrive brevemente l'intervento
- Al CAPITOLO 3 viene descritto il Piano di caratterizzazione ambientale, programmato per la caratterizzazione chimico-fisico dei materiali oggetto di scavo. Non avendo ad oggi a disposizione le risultanze di tali materiali, si suppone ragionevolmente che il materiale rientri in categoria A, ai sensi del DPR 120/2017
- Al CAPITOLO 4 sono descritti gli apprestamenti di cantiere
- Al CAPITOLO 5 si riporta il ciclo di gestione delle terre e rocce da scavo, nonché i relativi bilanci suddivisi per specifico corpo d'opera
- Al CAPITOLO 6 vengono elencati gli impianti presenti nel territorio, idonei per le attività di approvvigionamento e destinazione a riutilizzo
- Al CAPITOLO 7 si riportano le conclusioni.



2 BREVE DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come già descritto, l'intervento è teso a porre in sicurezza la diga di Bunnari Bassa: la programmazione degli interventi è infatti direzionata a riattivare l'invaso di Bunnari Alta, quest'ultima, tuttavia, non oggetto del presente lavoro. L'eventuale re-invaso di Bunnari Alta richiede che siano svolti tutti i lavori propedeutici alla messa in sicurezza della Diga Bassa, oggetto del presente lavoro.

La messa in sicurezza è assicurata da una galleria di diversione idraulica (Figura 2), di modo che l'eventuale portata proveniente dallo sfioro di Bunnari Alta sia evacuata a valle della Diga Bassa. È inoltre previsto un argine di ritenuta, a presidio della Diga Bassa, che sostiene il livello idraulico a monte della galleria, di modo da escludere la Diga Bassa da eventuali sollecitazioni di carico idraulico.

L'argine di ritenuta idraulica avrà un'altezza di ca. 8 m (Figura 5), con pendenza dei paramenti di valle e di monte pari a 1 (V) : 1,6 (H). Il corpo dell'argine sarà formato da un rilevato in materiale tout-venant proveniente dagli scavi della galleria, dal suo imbocco e della vasca di dissipazione; un nucleo centrale in materiale coesivo funge da barriera impermeabile. Il paramento di monte della diga viene protetto da una scogliera in massi. L'opera di captazione è costituita da un manufatto in c.a. con petto stramazzone sagomato secondo profilo Scimemi-Creager, che si sviluppa in 3 settori intervallati da n. 2 pile intermedie e contenuti da n. 2 muri laterali. Tale geometria genera una vasca di carico a tergo del petto sfiorante, di modo da convogliare il volume d'acqua in galleria mediante uno scivolo di raccordo (Figura 3).

La galleria idraulica, a forma di ferro di cavallo (Figura 4) e di diametro interno idraulico di 5.5 m, si sviluppa per circa 150 m interamente in roccia. Lo scavo viene realizzato con metodi tradizionali, ricorrendo ad esplosivi, martellone ed escavatore, in funzione della qualità della roccia in posto. La messa in sicurezza dello scavo all'avanzamento del fronte verrà eseguita con chiodatura radiale e getto contro-parete in spritz-beton della volta in caso di roccia in buone condizioni, ovvero con centine metalliche e getto ancora in spritz-beton in caso di roccia fratturata. La galleria viene dunque interamente rivestita in calcestruzzo a conclusione dello scavo.

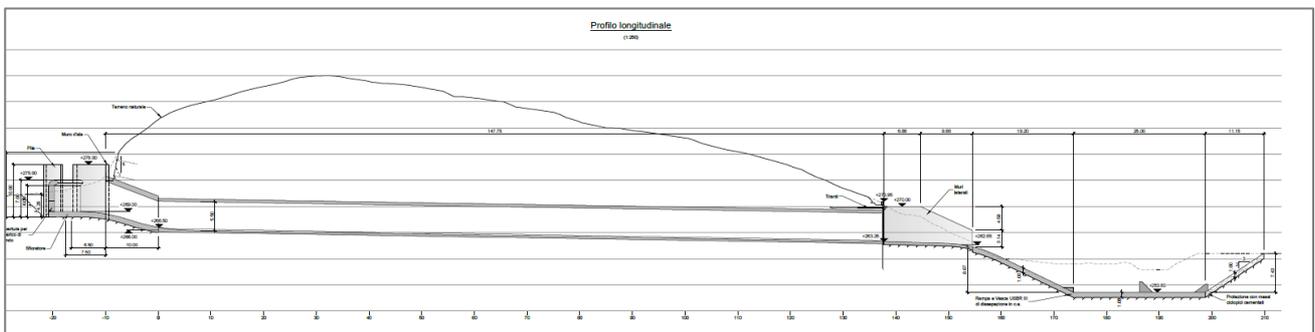


Figura 2 – Profilo longitudinale della galleria di diversione, con imbocco (qui visibile in sinistra) e uscita nel bacino di smorzamento (qui visibile in destra)

MANDATARIA:

MANDANTI:

3



L'imbocco della galleria nel lato di monte viene realizzato a seguito di interventi di messa in sicurezza della sponda rocciosa, ricorrendo a chiodature e posa di reti paramassi. L'uscita della galleria richiede invece la realizzazione di una berlinese tirantata, interessando qualche detrito di versante al piede del pendio. L'opera di dissipazione di valle è costituita da un bacino di smorzamento ubicato sul percorso idraulico del rio Bunnari, con fondo della vasca a circa 4 m più profonda rispetto alla quota esistente del Talweg. Il fondo della vasca sarà rivestito con una platea in c.a. e blocchi sporgenti. Le scarpate verranno interamente protette con scogliera in massi naturali.

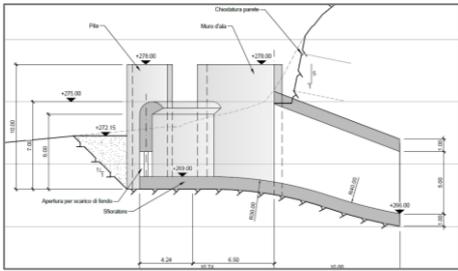


Figura 3 – Sezione dell'opera di captazione

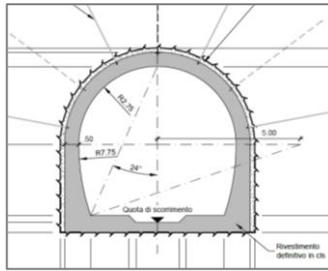


Figura 4 – Sezione trasversale della galleria

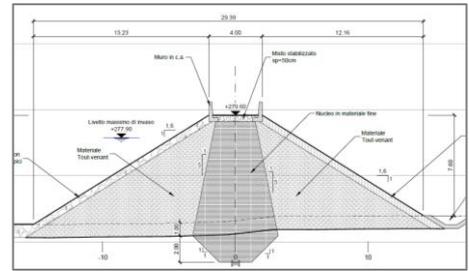


Figura 5 – Sezione trasversale dell'argine di ritenuta



3 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

Allo scopo di caratterizzare dal punto di vista chimico-fisico i terreni e le rocce oggetto di scavo, sono stati eseguiti n°10 campionamenti sul materiale oggetto di futuro scavo:

- N°5 campioni di terreno superficiale, a profondità 0-1 m da p.c.
- N°3 campioni di terreno a profondità 1-2 m da p.c.
- N°2 campioni di roccia a profondità 0-1 m dalla sponda esistente.

Il prelievo di materiale sciolto è stato eseguito generando un campione composito: sono state realizzate delle trincee esplorative con benna, ed il materiale è stato temporaneamente deposto su cumulo. Si è poi provveduto alla composizione del campione, deposto in una busta di plastica, poi sigillata, sulla quale è stata riportata la scritta relativa a:

- Cantiere e sito di indagine
- Data del prelievo
- Numero del campione
- Profondità del prelievo.

Per il prelievo dei campioni corrispondenti a differenti profondità, ma ubicati nel medesimo punto di prelievo, si è provveduto a realizzare n°2 cumuli distinti, il primo relativo alla profondità 0-1 m ed il secondo relativo alla profondità 1-2 m.

Il prelievo del campione di roccia è stato realizzato con la macchina perforatrice dei sondaggi esplorativi, senza però, ricorrere all'utilizzo di fluido al fine di evitare qualunque tipo di contaminazione.



Figura 6 – Campione PA1



Figura 7 – Foro di sondaggio per campione roccia PA2



Figura 8 – Campione raccolto PA3



Figura 9 – Trincea di prelievo del campione PA4

MANDATARIA:

5

 **Lombardi**
Lombardi Ingegneria S.r.l.

MANDANTI:

 **TEGENTRAL**

 **Metassociati**
architettura ingegneria urbanistica

 **Lombardi**
Lombardi SA Ingegneri Consulenti

ARCHEOLOGO
N. FADDA

3.1 UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE E PROVE ESEGUITE

Nei punti di indagine, ubicati nello stralcio planimetrico di cui sotto (Figura 10), sono stati prelevati i campioni di terreno, inviati poi al laboratorio chimico per l'esecuzione di analisi per la determinazione dei composti non volatili.

Il prelievo di campioni ha seguito il seguente criterio:

- È stato eseguito un prelievo di campione composito sul terreno a profondità 0-1 m dal p.c. in corrispondenza dei punti PA1 – PA3 – PA4 – PA5 – PA6 di Figura 10
- Sono stati eseguiti prelievi di campione composito sul terreno a profondità 1-2 m dal p.c. in corrispondenza dei punti PA1 – PA4 – PA5
- Sono stati eseguiti n°2 prelievi di materiale di roccia superficiale, in corrispondenza dell'imbocco e sbocco della galleria. I campioni sono stati nominati PA2 e PA7, e consistono nel prelievo del primo metro di roccia in corrispondenza dei rispettivi sondaggi S7 e S5.

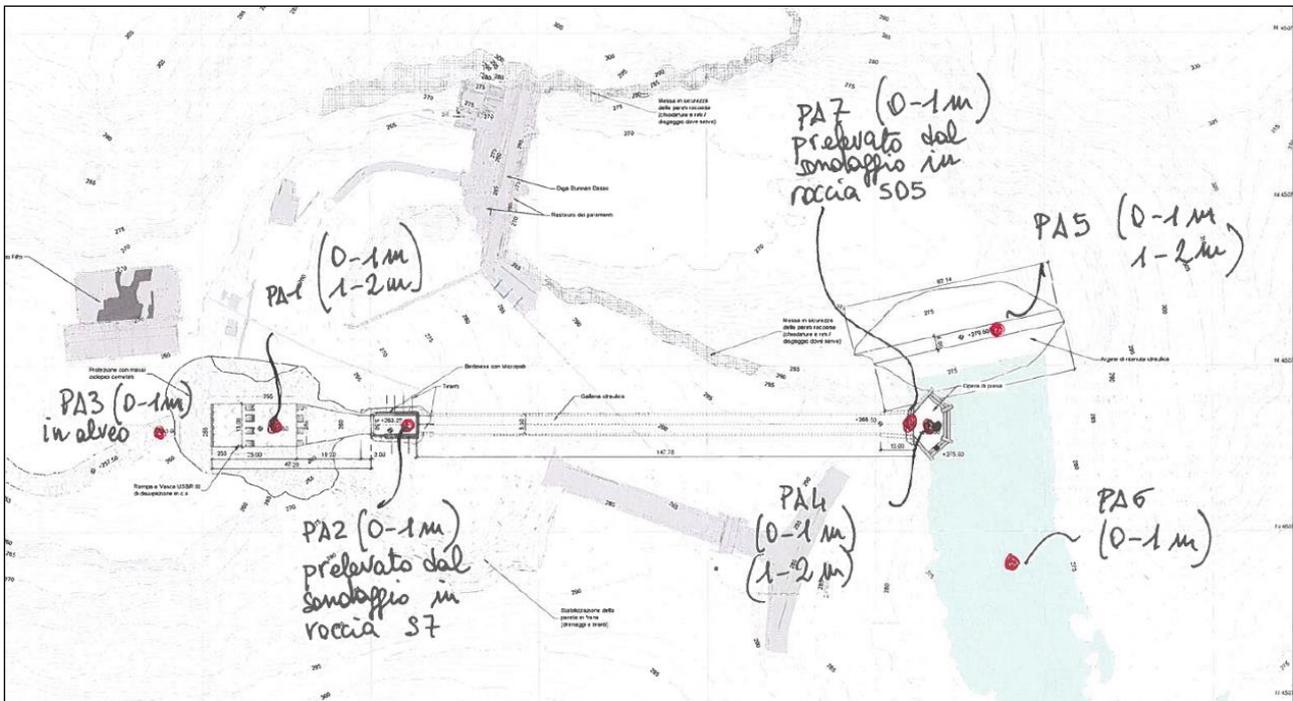


Figura 10 – Ubicazione dei punti di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi chimico-fisiche ai sensi del DPR 120/2017

Nella seguente Tabella 1 è riportato l'elenco delle prove previste in laboratorio per l'analisi chimico fisica dei campioni.

Tabella 1 – Elenco dei punti di prelievo e dei campioni prelevati in sito per le analisi chimico-fisiche

Ubicazione	Campione	Prove previste	Note
PA01	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico	Prelievi svolti in corrispondenza del dissipatore di valle del bypass
	1-2 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	

MANDATARIA:

MANDANTI:



PA02	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico su roccia da porfirizzare	Prelievo svolto in corrispondenza dello sbocco della galleria, di tipo roccioso, prelevato dal sondaggio pseudo-orizzontale eseguito su roccia
PA03	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	Prelievo svolto in corrispondenza dell'alveo di valle
PA04	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico	Prelievi svolti in corrispondenza dell'opera di presa del by-pass
	1-2 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	
PA05	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico	Prelievi svolti in corrispondenza del rilevato di ritenuta idraulica
	1-2 m di profondità	Test chimico-fisico	
PA06	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico Test di cessione	Prelievo svolto in corrispondenza dell'invaso intercluso tra la diga di Bunnari Alto e la diga di Bunnari Basso, a monte dell'opera di presa del by-pass
PA07	0-1 m di profondità	Test chimico-fisico su roccia da porfirizzare	Prelievo svolto in corrispondenza dell'imbocco della galleria, di tipo roccioso, prelevato dal sondaggio pseudo-orizzontale eseguito su roccia

Nel corso dei campionamenti in materiale sciolto è stata eseguita una omogeneizzazione manuale (con guanti) e asportazione dei materiali estranei che avrebbero potuto alterare i risultati finali (rami, foglie, ecc.). Il campione in materiale sciolto è stato privato della frazione maggiore a 2 cm, che è stata scartata.

Onde evitare fenomeni di "cross contamination", le attrezzature per il prelievo dei campioni sono state bonificate tra un campionamento ed il successivo.

3.2 PARAMETRI DA ANALIZZARE

Secondo la normativa vigente (Allegato IV DPR 120/2017), il rispetto dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno del materiale stesso sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Le destinazioni d'uso previste sono le seguenti:

- Colonna A: siti ad uso verde pubblico, privato o residenziale
- Colonna B: siti ad uso commerciale ed industriale.

I parametri analitici indagati su ciascun campione di terreno prelevato sono quelli riportati nella seguente Tabella 2.



Tabella 2 – Analiti utilizzati per la caratterizzazione chimica dei campioni e loro Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC)

Tabella 4.1 - Set analitico minimale

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto

Alla data di stesura del presente elaborato non risultano ancora disponibili gli esiti della caratterizzazione ambientale condotta sui campioni prelevati.



4 APPRESTAMENTI DI CANTIERE

Gli apprestamenti di cantiere sono funzionali a garantire:

- La presenza di adeguate aree per la logistica di cantiere e per le lavorazioni
- l'accesso a tutte le aree di lavoro
- la salvaguardia delle matrici ambientali in funzione delle lavorazioni eseguite.

Le aree di cantiere sono rappresentate in Figura 11, e possono riconoscersi come:

- (AREA 1) Area logistica di cantiere, posta in fregio al canale fugatore esistente di Bunnari Bassa. L'area è preposta ad ospitare i baraccamenti di cantiere, l'area di ricovero dei mezzi di lavoro, i dispositivi per il lavaggio delle scocche, nonché i container per i rifiuti speciali. La relativa estensione è pari a 2'700 m², che saranno ricoperti con 30 cm di tout-venant e 10 cm superiori di misto granulare stabilizzato (Figura 12, immagine in sinistra). Prima della posa del tout-venant è previsto lo scotico superficiale di circa 40 cm dell'area occupata: il relativo volume, di quantità pari a 1'080 m³, viene temporaneamente abbancato lungo il perimetro dell'area, costituendo un arginello di sezione trapezia, alto 2 m e di base pari a circa 5 m. A conclusione dei lavori, il materiale di pavimentazione in tout-venant e di misto stabilizzato viene rimosso, e viene ripristinato lo stato dei luoghi con la stesa del materiale di scotico precedentemente rimosso, ed allocato a perimetro dell'area
- (AREA 2) Area di lavorazione e deposito temporaneo del materiale di scavo e di demolizione, posta in corrispondenza dell'imbocco della galleria, nel bacino di invaso sotteso dalla diga Bassa. L'area ha estensione pari a 4'400 m², ed è preposta alla lavorazione ed al deposito temporaneo del materiale proveniente dagli scavi di galleria e dagli scavi del bacino di smorzamento a valle della galleria. La connessione carrabile tra il bacino di smorzamento e tale area è consentita dal percorso in galleria, reso carrabile a conclusione delle lavorazioni sul tunnel. In Figura 11, la linea verde tratteggiata indica tale percorso di cantiere, utile per il trasporto di tutto il materiale oggetto di scavo all'area di lavoro e di deposito temporaneo all'imbocco galleria. L'area è preposta ad ospitare le lavorazioni di normale pratica industriale sulla roccia di scavo, al fine di approvvigionare materiale per il rivestimento di scogliera e di riempimento; sarà dunque presente un manufatto mobile di frantumazione e vagliatura. L'area viene completamente impermeabilizzata a mezzo di una membrana in HDPE di spessore pari a 2 mm: la membrana viene posata al di sopra di 20 cm di tout-venant e 10 cm di magrone; viene dunque protetta superiormente da calcestruzzo posato in spessore di 10 cm, armato con rete elettrosaldata. L'acqua piovana ricadente sull'area viene intercettata e recapitata a pozzetto di sedimentazione e disoleazione prima dello scarico finale. Prima della realizzazione del pacchetto di pavimentazione, viene asportato uno spessore di 40 cm di terreno a contenuto vegetale, di volume pari a circa 1'760 m³, distribuito lungo il perimetro dell'area secondo una sezione trasversale di tipo trapezio, con base di circa 5 m ed altezza pari a 2 m. A



conclusione dei lavori viene completamente rimosso il pacchetto di pavimentazione, e viene ripristinato lo stato dei luoghi con la stesa del terreno vegetale precedentemente movimentato.

- (AREA 3) Area di cantiere per le lavorazioni sui fabbricati, occupata dai mezzi di lavori impegnati per gli interventi di parziale demolizione sulle superfetazioni di valle diga, in destra idraulica, e per gli interventi di messa in sicurezza del corpo diga. Eventuali volumi provenienti dalle demolizioni vengono depositate nell'immediato negli autocarri di conferimento specifico, senza prevedere in quest'area depositi temporanei. L'area ha estensione pari a circa 1'250 m², e viene rivestita con 30 cm di tout-venant e 10 cm di misto granulare stabilizzato. Come per i casi precedenti, prima della stesa del tout-venant, si provvede alla rimozione del terreno vegetale, per uno spessore di circa 40 m, e per la posa di tale volume (500 m³) nel perimetro d'intorno. A conclusione dei lavori, si provvede al ripristino dello stato dei luoghi, con la rimozione del tout-venant e del misto granulare, e la posa del materiale vegetale abbancato.

Le aree di deposito temporaneo sono concentrate in corrispondenza dell'AREA 2 di cui sopra, interamente impermeabilizzate e perimetrate con cordoli rialzati rispetto al piano carrabile, di modo da assicurare il trattenimento dei materiali e da presidiare le acque di drenaggio in caso di precipitazione. Inoltre, al fine di salvaguardare ulteriormente la qualità delle acque piovane, si predispongono la copertura superficiale dei cumuli con telo in HDPE in caso e accadimento meteorico. Tale cautela evita la dispersione per lisciviazione dei nitrati o dei residui di esplosivo, qualora si ricorra ad esplosivo per l'avanzamento nella realizzazione della galleria.

Le piste di cantiere funzionali a consentire l'accesso ai luoghi da parte dei mezzi di cantieri sono rappresentate in Figura 11: trattasi di piste prevalentemente bianche, già percorse attualmente da mezzi, che non necessitano, in prima battuta, di particolari interventi di consolidamento. L'estensione di tali piste è pari complessivamente a circa 2 km. È da porre in evidenza che l'accesso ai mezzi di maggior importanza è da preferire lungo la pista SUD tra quelle tracciate in Figura 11: la pista NORD, infatti, presenta alcuni passaggi con sezione trasversale ristretta, a causa delle condizioni talvolta precarie del versante aggettante. Tale preferenza non limita l'accessibilità ai luoghi di lavoro: dopo la realizzazione della galleria, infatti, il tratto di tunnel diventa percorribile anche agli autocarri, così da connettere direttamente la pista SUD con l'area a valle della diga.

L'allestimento di cantiere non prevede impianti di betonaggio in sito e non prevede impianto di distribuzione dei carburanti. Nel seguito un elenco degli impianti che saranno allestiti:

- Baraccamenti di cantiere in area logistica
- Lavaruote con ciclo idrico integrato, grazie all'installazione di un depuratore e decantatore
- Generatore elettrico, con funzionamento a motore, provvisto di cassa acustica esterna per assicurare bassa emissione sonora



- Impianto di ventilazione per le lavorazioni in galleria
- Sistemi di nebulizzazione per l'abbattimento delle polveri all'imbocco e sbocco della galleria, nonché in corrispondenza dei lavori sulle superfetazioni a valle diga in destra idraulica.

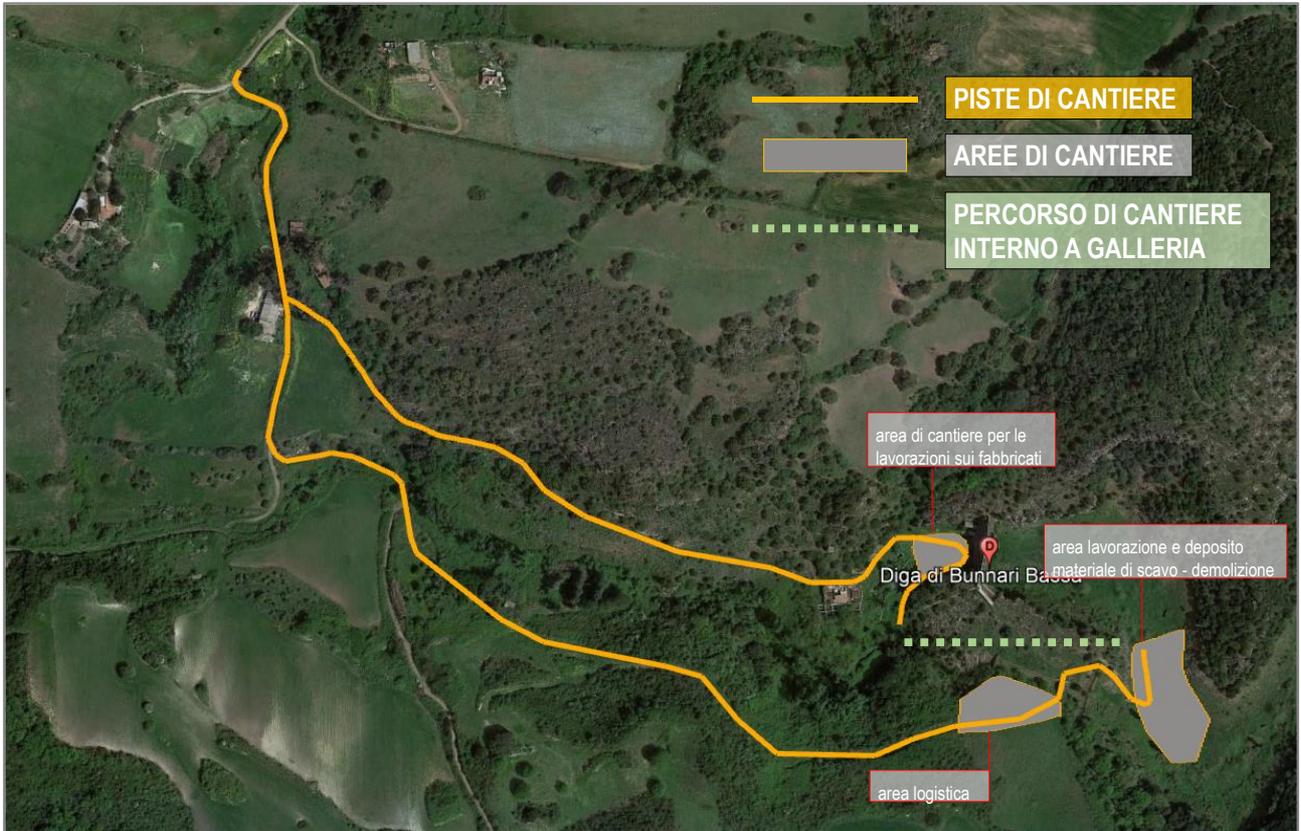


Figura 11 – Stralcio planimetrico con indicazione degli apprestamenti di cantiere

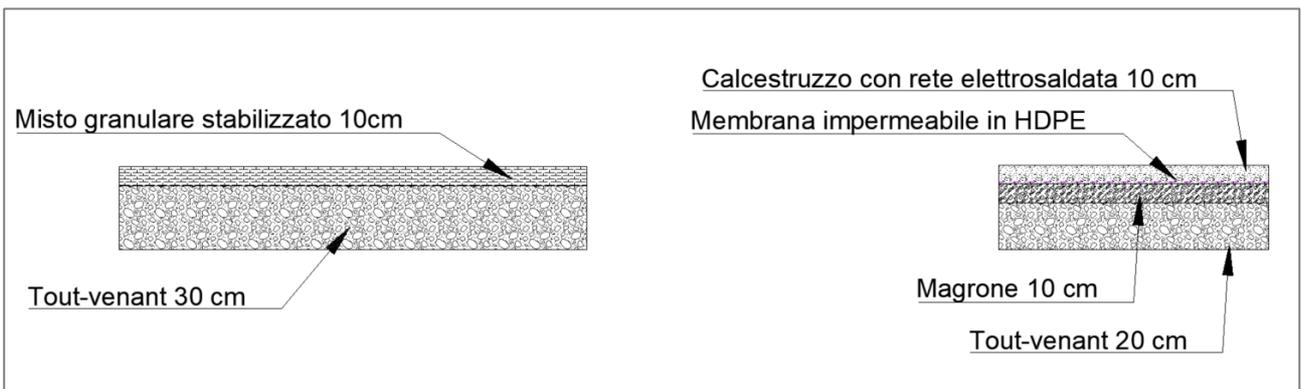


Figura 12 – Sezioni trasversali dei pacchetti planimetrico con indicazione degli apprestamenti di cantiere



5 GESTIONE DELLE MATERIE

L'attività di lavoro prevede, in prima fase, l'esecuzione della galleria, considerata come opera primaria e di maggior complessità in fase di cantiere.

In seconda fase si attivano i cantieri relativi all'esecuzione dell'opera di imbocco e dell'opera di dissipazione a valle. Viene lasciato in ultima fase il completamento dell'argine di ritenuta, la cui realizzazione può essere comunque avviata parallelamente alle altre attività, ma completata solo in ultima fase.

Tale schematizzazione delle attività deriva da criteri di convenienza legati alla logistica di cantiere, come l'accessibilità ai luoghi, molto più favorevole per le aree di monte invaso, (all'opera di imbocco del diversivo idraulico) e al ciclo di gestione delle terre e rocce.

A tal proposito, il cantiere è concepito per massimizzare i processi di recupero dei volumi di scavo ed il relativo riutilizzo in cantiere per le opere previste. Nel seguito le macrofasi ad indicazione del ciclo di riutilizzo in sito:

- Vengono allestite le aree di cantiere, previo scotico di almeno 40 cm del materiale superficiale, distribuito perimetralmente a tali aree, e deposto secondo una geometria trasversale trapezia. Tale materiale verrà poi recuperato per la restituzione dei luoghi
- Viene avviato lo scavo della galleria, a partire da monte, ovvero sull'invaso di monte della diga Bassa. Il materiale di esubero derivante dalla realizzazione del tunnel viene stoccato nell'AREA 2 di cui al capitolo precedente. Il materiale, di natura lapidea, viene selezionato e sagomato, eventualmente frantumato e vagliato, pertanto sottoposto ad una normale pratica industriale ai sensi del DPR 120/2017. Viene quindi riutilizzato per le realizzazioni in scogliera e per la costituzione della parte in rockfill dell'argine di ritenuta
- Vengono realizzate le opere di presa e di dissipazione a valle della galleria. Il materiale proveniente da tali scavi viene così gestito:
 - Movimentato e trasportato all'AREA 2 di deposito, già installata per il materiale di scavo della galleria. Il materiale, che dopo i metri di coltre coesivo si presenta ancora di natura lapidea, viene sottoposto ad operazione di normale pratica industriale, prima del riutilizzo per le scogliere o come rockfill per la costituzione dell'argine
 - Il materiale in eccesso viene destinato ad impianti di recupero
- Viene completata l'opera dell'argine di ritenuta: il materiale lapideo in rockfill viene approvvigionato dal riutilizzo del materiale di scavo, mentre il nucleo in argilla viene acquisito da cava
- Vengono svolte le demolizioni sulle superfetazioni a valle diga, in destra idraulica. Il materiale proveniente da demolizione viene direttamente caricato su autocarro ed inviato ad impianto di recupero, senza deposito temporaneo.



Nel seguito i rispettivi bilanci, sviluppati per ciascun corpo d'opera, inclusa le aree di cantiere.

È da evidenziare che il materiale in esubero, non essendo ancora note le risultanze sulle analisi chimico-fisiche, viene cautelativamente assunto che sia destinato ad impianto di recupero. Tale recupero può essere inquadrato nell'ambito normativo di un sottoprodotto: prudenzialmente, tuttavia, si assume per ora che venga inquadrato nell'ambito dei rifiuti inviati a recupero. Qualora saranno note le risultanze chimico-fisiche delle indagini ambientali programmate, si provvederà ad inquadrare con maggior dettaglio l'ambito di destinazione finale.

5.1 AREE DI CANTIERE

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano le Aree di cantiere, nel seguito citate:

- Su tutte le aree di cantiere si esegue lo scotico di 40 cm prima della realizzazione dei pacchetti di rivestimento. Lo scotico viene temporaneamente abbancato lungo il perimetro delle aree, e successivamente reimpiegato per il ripristino delle aree
- Il materiale necessario per la costituzione dei pacchetti di pavimentazione sulle aree di cantiere viene approvvigionato da cava, ed a conclusione del cantiere viene movimentato e destinato ad impianto di recupero. Tali quantità corrispondono:
 - Tout-venant e misto granulare – 2460 m3 – CER 17 05 04
 - Magrone e calcestruzzo – 880 m3 – CER 17 01 01.

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m ³]
CANTIERIZZAZIONE	AREA 1 Area logistica di cantiere (S=2,700 m2)	Scotico del terreno vegetale sp. 40 cm	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi	1,080.00
		Posa di 30 cm di tout-venant	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	810.00
		Posa di 10 cm di misto granulare stabilizzato	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	270.00
	AREA 2 Area di lavorazione e deposito temporaneo del materiale di scavo e di demolizione (S=4,400 m2)	Scotico del terreno vegetale sp. 40 cm	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi	1,760.00
		Posa di 20 cm di tout-venant	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	880.00
		Posa di 10 cm di magrone	Impianto di betonaggio esterno	Approvvigionamento	Impianto di recupero	440.00
		Posa di 10 cm di c.a.	Impianto di betonaggio esterno	Approvvigionamento	Impianto di recupero	440.00
	AREA 3 Area di cantiere per le lavorazioni sui fabbricati (S=1,250 m2)	Scotico del terreno vegetale sp. 40 cm	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi	500.00
		Posa di 30 cm di tout-venant	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	375.00
		Posa di 10 cm di misto granulare stabilizzato	Cava	Approvvigionamento	Impianto di recupero	125.00

Il materiale da scavo per il quale è previsto un "Riutilizzo in sito per ripristino dei luoghi" sarà reimpiegato in sito ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e dell'art. 24 del DPR 120/17.



La parte di materiale destinato alla predisposizione delle aree di cantiere, sarà inviata ad impianto di recupero rifiuti fuori Sito alla dismissione delle aree. Allo stato attuale della progettazione si prevede una sua gestione come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04.

5.2 ARGINE DI RITENUTA

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano l'argine di ritenuta, nel seguito citate:

- Sull'area di impronta dell'argine viene eseguito lo scotico dei primi 0.5 m, successivamente impiegati per il rivestimento finale del paramento di valle, inerbito
- Il materiale di costituzione dell'argine si divide in n°2 aliquote:
 - Il materiale granulare, detto rockfill. Tale materiale deriva dallo scavo della galleria e delle opere di presa e di dissipazione. Esso viene lavorato, selezionato, frantumato e vagliato in AREA 2, dove viene temporaneamente depositato prima del riutilizzo per l'argine
 - Il materiale coesivo, impiegato per il nucleo dell'argine. Tale materiale viene prelevato da cava di argilla
- Il materiale di scogliera per il rivestimento del paramento di monte dell'argine, derivato da lavorazione del materiale lapideo di scavo della galleria e del bacino di smorzamento.

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m³]
ARGINE DI RITENUTA	Area di impronta dell'argine (S=900 m2)	Scotico del terreno vegetale e di base	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo per copertura paramento di valle	450.00
	Nucleo interno in materiale coesivo (V=1,400 m3)	Deposito in sito del nucleo in argilla	Cava	Approvvigionamento	Nucleo dell'argine	1,400.00
	Rockfill di costituzione dell'argine (V=2200 m3)	Deposito del rockfill dell'argine	Dallo scavo della galleria	Posa in sito	Costituzione dell'argine	2,200.00
	Scogliera di protezione lato monte	Deposito in sito di pietrame da scogliera	Dallo scavo della galleria e del bacino di smorzamento	Posa in sito	Scogliera di protezione	620.00

5.3 OPERA DI PRESA E DISSIPAZIONE

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano l'opera di presa e dissipazione, nel seguito citate:

- Viene rimosso il materiale di scotico, relativo ai primi 0.5 m, provvisoriamente abbancati e successivamente riutilizzati per le sistemazioni e la restituzione finale dei luoghi
- Viene eseguito uno scavo, in materiale prevalentemente lapideo, in quantità pari a 3300 m3
- Viene posizionato materiale da scogliera, in quantità pari a 900 m3, proveniente dalle lavorazioni del materiale di scavo della galleria, o piuttosto dallo scavo dell'opera di presa e dissipazione
- La parte eccedente dallo scavo, non riutilizzata, sarà inviata ad impianto di recupero rifiuti fuori Sito. Allo stato attuale della progettazione si prevede una sua gestione come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04.

WB S	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m³]
------	-----------	-----------	-----------------------	---------------------	----------------------------	----------------

MANDATARIA:

MANDANTI:



			LAVORO			
OPERA DI PRESA E DISSIPAZIONE	Area di impronta (S=1810 m ²)	Scotico del terreno vegetale e di base	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per sistemazioni ambientali	905.00
	Volume di scavo	Scavo	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per tout-venant e scogliera. L'avanzo viene conferito ad impianto di recupero	3,300.00
	Scogliera di protezione e lato monte	Deposito in sito di pietrame da scogliera	Dallo scavo della galleria e dell'opera di presa e dissipazione	Posa in sito	Scogliera di protezione	900.00

5.4 GALLERIA

Nel seguito si riporta il conteggio relativo alle lavorazioni che riguardano la galleria, nel seguito citate:

- Trattasi principalmente di scavo di materiale lapideo, provvisoriamente depositato nell'AREA 2, e qui lavorato per la produzione di tout-venant e di scogliera
- Il materiale non riutilizzato viene inviato ad impianto di recupero. La parte eccedente dallo scavo, non riutilizzata, sarà inviata ad impianto di recupero rifiuti fuori Sito. Allo stato attuale della progettazione si prevede una sua gestione come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04.

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	ORIGINE DEL MATERIALE	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE FINE CANTIERE	QUANTITA' [m ³]
GALLERIA	Scavo di galleria (V=5800 m ³)	Scavo con martellone / esplosivo	Materiale in sito	Scavi	Riutilizzo in sito per tout-venant e scogliera. L'avanzo viene conferito ad impianto di recupero	5,800.00

5.5 RIUTILIZZO E DESTINAZIONE A RECUPERO

Il quantitativo complessivo di riutilizzo in sito previsto, ai sensi del DPR 120/2017, è così conteggiato:

- 1) La produzione complessiva di materiale lapideo proveniente da scavi di galleria e delle opere di imbocco/sbocco risulta pari a: volume $V=3300+5800=9100$ m³, corrispondente a peso $P1=9100*2.5$ ton/m³=22750 ton
- 2) Il materiale per tout-venant e scogliera di protezione risulta pari a: volume $V=2200+620+900=3720$ m³. Applicando 1.9 ton/m³ come peso dell'unità di volume per il tout-venant posto in opera e 2 ton/m³ come peso dell'unità di volume per la scogliera, si ha un peso complessivo pari a $P2=7220$ ton. Tale quantità deriva dal riutilizzo degli scavi, sopra quantificati
- 3) Il materiale in eccedenza che non viene riutilizzato in cantiere, è quantificato, secondo le precedenti valutazioni come $P3=P1-P2=15\ 530$ ton, da destinare ad impianto di recupero, con codice CER 17 05 04.



Anche il materiale risultante dal ripristino delle aree di cantiere, viene conferito ad impianto di recupero, e risulta pari a:

- 4) Tout-venant e misto stabilizzato, complessivamente pari a $V4=2460$ m³, corrispondente a $P4=4674$ ton. Il materiale è classificato con codice CER 17 05 04
- 5) Magrone e calcestruzzo, complessivamente pari a $V5=880$ m³, corrispondente a $P5=2024$ ton. Il materiale è classificato con codice CER 17 01 01.

Allo stato attuale della progettazione si prevede una gestione del materiale in esubero rispetto ai riutilizzi interni di cantiere come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., con codice CER 17 05 04. Nelle successive fasi progettuali si verificherà la diponibilità, presso i Siti individuati di cui al Capitolo seguente e in funzione degli esiti della caratterizzazione ambientale ad oggi ancora in corso, di verificare la disponibilità di siti sul territorio presso i quali conferire il materiale in regime di sottoprodotto ai sensi dell'art. 184 bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e di quanto disciplinato dal DPR 120/17.



6 IMPIANTI DI RIUTILIZZO E CAVE NEL TERRITORIO

Il materiale in esubero, in funzione della tessitura e della granulometria, sarà destinato ad impianti di recupero o di cava per il reimpiego del materiale su altri ambiti, che possono riutilizzare il materiale come:

- Sottofondo stradale
- Sottofondi di piazzali
- Massicciate
- Corpo dei rilevati ferroviari
- Riempimenti di infrastrutture in rete
- Opere di difesa dalle acque
- Opere in terra quali dune
- Colline artificiali
- Ritombamenti
- Sistemazioni stradali.

Sono stati individuati alcuni impianti di recupero presenti nel territorio, idonee anche al ricevimento di materiale in regime di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.lgs. 152/06 e s.m.i., e di distanza non superiore a 20 km in linea d'aria (si veda ubicazione in Figura 13):

- Ecologica R2, azienda per il recupero e smaltimento di rifiuti speciali, ubicata in SS127, 42, 07100 Sassari (SS). La Ecologica R2 è specializzata nel settore nel recupero e nello smaltimento di rifiuti inerti provenienti da demolizione e costruzione (classe 2A), attualmente classificati come rifiuti speciali. L'azienda si occupa di smaltimento di rifiuti solidi, recupero di materiali non ferrosi, raccolta scarti di legno, recupero di rifiuti da demolizione, smaltimento di terre di scavo
- Eco RDT, azienda per il recupero rifiuti inerti, ubicata in loc. Santa Maria De Aidos, 07030, Chiaramonti. L'azienda opera con specifici macchinari per la frantumazione e la vagliatura di materiali considerati dalla vigente normativa come "rifiuto", al fine di prevederne il reimpiego (in rapporto alle caratteristiche chimico/fisiche prestazionali), in molteplici opere, come la realizzazione di strade, sottofondi stradali, sottofondi di piazzali, massicciate, costruzione del corpo dei rilevati ferroviari, riempimenti di infrastrutture in rete, opere di difesa dalle acque, realizzazione di opere in terra quali dune, colline artificiali, ritombamenti, e sistemazioni stradali.

Sono inoltre state individuate alcune cave presenti nel territorio, sia per materiale inerte che argilloso, dichiarate nel Piano attività estrattive della Regione Sardegna, ad oggi pubblicato. Si veda la relativa ubicazione in Figura 13:

- Cava La Camusina – So.Ge.Cav. s.r.l. (cod. 1262_C), comune di Sassari: inerti per conglomerati in calcare



- Cava La Corte – Calcestruzzi S.p.A. (cod. 357_C), come di Sassari: inerti per conglomerati in calcare
- Cava Marzoccu e Cava Abba Meiga (comune di Sassari): inerti per conglomerati in calcare
- Cava di Sa Padru – Italcementi S.p.A.: granulati per leganti in calcare
- Cava Pian di Trobas – Sarda laterizi S.p.A. (cod. 8_I) e cava Scala Erre (comune di Sassari) – Argilla marnosa
- Sviluppo Industriale Miniere Sarde – Svi.Mi.Sa. S.p.A.: estrazione di chiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino (Ardara, SS)
- F.Ili Cherchi s.r.l.: estrazione di chiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino (Benetutti, SS)
- Ma.Be. s.r.l.s.: estrazione di ghiaia e sabbia; estrazione di argille e caolino (Mores, SS).

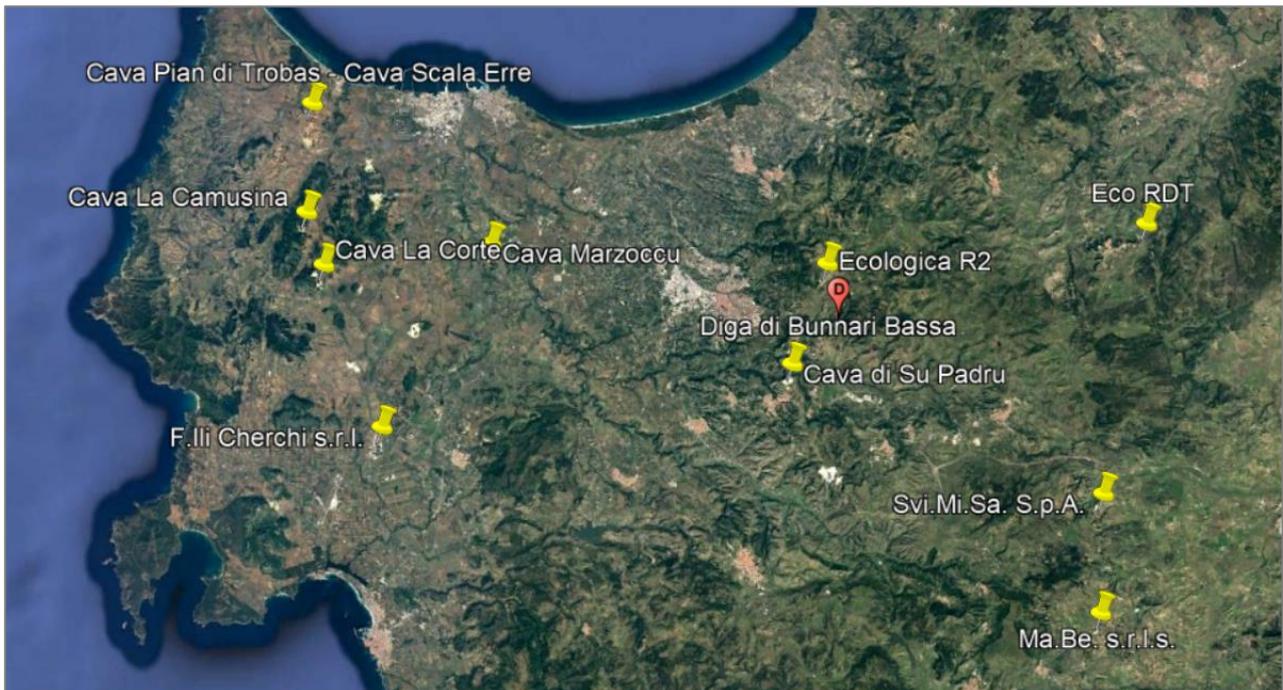


Figura 13 – Planimetria con ubicazione delle cave attive nella provincia di Sassari



7 CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato esposto il ciclo di gestione delle terre e rocce da scavo previsto per il cantiere del diversivo idraulico della diga di Bunnari Bassa. Come anticipato in premessa, qualora le autorità competenti stabiliscano che il progetto debba essere assoggettato al procedimento di VIA, si procederà ad aggiornare il presente elaborato secondo i contenuti previsti per il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo così come previsto dall'art. 9 del D.P.R. 120/17. In alternativa, nel caso di non assoggettamento al procedimento di VIA, inquadrandosi l'opera come cantiere di grandi dimensioni non sottoposto a VIA (art. 22 del D.P.R. 120/2017) l'Appaltatore procederà alla predisposizione della Dichiarazione di Utilizzo ai sensi dell'art. 21 del succitato decreto, da trasmettere agli enti competenti. Per quanto sopra, il presente documento ha titolo "Piano Preliminare di Utilizzo".

Il ciclo di gestione proposto prevede il massimo riutilizzo dei materiali in esubero, ai sensi del DPR 120/2017.

La produzione degli scavi è così sintetizzata:

- Scavo di terreno vegetale, $V=4695 \text{ m}^3$ completamente riutilizzato per il ripristino dei luoghi e le sistemazioni a conclusione del cantiere
- Scavo di materiale lapideo proveniente dalla galleria e dall'opera di presa e dissipazione $V=9100 \text{ m}^3$, in peso pari a $P=22750 \text{ t}$
- Riutilizzo di materiale lapideo per il tout-venant del corpo diga, $V=2200 \text{ m}^3$, in peso pari a $P=4180 \text{ ton}$
- Riutilizzo per materiale di scogliera, $V=1520 \text{ m}^3$, in peso pari a $P=3040 \text{ t}$.

Gli approvvigionamenti possono così sintetizzarsi:

- Approvvigionamento di tout-venant per le aree di cantiere: $V=2065 \text{ m}^3$, corrispondente a 190 cicli di carico-scarico
- Approvvigionamento di misto stabilizzato per le aree di cantiere: $V=395 \text{ m}^3$, corrispondente a 36 cicli di carico-scarico.

Il materiale di destinazione ad impianti di recupero risulta:

- $V= 880 \text{ m}^3$ di materiale di demolizione di magrone e calcestruzzo dalle aree di cantiere - CER 17 01 01, corrispondente a 80 cicli di carico-scarico
- $V=2 460 \text{ m}^3$ di materiale derivante da tout-venant e misto granulare dalle aree di cantiere - CER 17 05 04 corrispondente a 224 cicli di carico-scarico
- $P=15 530 \text{ t}$ di materiale eccedente proveniente dallo scavo di galleria e dell'imbocco/sbocco - CER 17 05 04, corrispondente a 780 cicli di carico-scarico.

Il materiale di approvvigionamento da cava risulta:

MANDATARIA:

MANDANTI:



COMUNE DI SASSARI

SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONE
DEL PATRIMONIO COMUNALE

**DISMISSIONE DELLA DIGA DI BUNNARI BASSO E PROGETTAZIONE DELLE OPERE
DI SISTEMAZIONE IDRAULICA CONNESSE**

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

2020_0275_002_AMB_R005_0 PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO

- $V=2\ 460\ m^3$ di inerte granulare per la costituzione delle aree di cantiere, corrispondente a 224 cicli di carico-scarico
- $V=1\ 400\ m^3$ di materiale argilloso per il nucleo dell'argine di ritenuta, corrispondente a 127 cicli di carico-scarico.