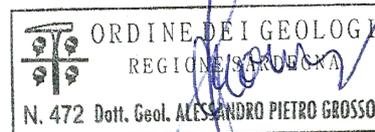


IL RICHIEDENTE:



S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12)
09028 Sestu (CA)
Centro Commerciale Mirella 2

IL GEOLOGO:



OGGETTO:

Concessione Mineraria Temporanea per Feldspati e Caolino

DENOMINATA

“Mulino Falzu ”

**Località “ Pianu S. Pietro ” in agro del Comune di Ardara
Provincia di Sassari**

ENTE AUTORIZZANTE:



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Assessorato dell’Ambiente
Servizio SVA

TIMBRI

TAV:

NOME ELABORATO:

**RELAZIONE SULLA GESTIONE
DELLE ROCCE E TERRE DA SCAVO**

SCALA:

DATA:

Luglio 2017

REV.:

COD. ELAB.:

PROGETTO:

RIPRISTINO AMBIENTALE

PROGETTISTI:

Dott. Geol. A. Grosso

Via G. Mameli, 76-09124 CAGLIARI

Tel.-Fax. 070/304035 E-mail: alessandro.grosso@hotmail.com

| | | | | |
|--|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.1 di 15 | Rev. 0 |

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. Premessa..... | 2 |
| 2. Normativa di riferimento..... | 2 |
| 3. Impiego delle terre e rocce da scavo | 4 |
| 4. Ubicazione Miniera – Lotto 2 (Sassari-Olbia)..... | 5 |
| 5. Descrizione del progetto di ripristino | 6 |
| 6. Caratteristiche dei Terreni della Miniera..... | 8 |
| 6.1 Inquadramento geologico | 8 |
| 6.2 Caratterizzazione geotecnica..... | 9 |
| 7. Caratteristiche delle terre e rocce da scavo..... | 11 |
| 7.1 Inquadramento geologico | 11 |
| 7.2 Caratterizzazione Geotecnica | 11 |
| 7.3 Caratterizzazione Chimiche..... | 13 |
| 8. Conclusioni..... | 15 |

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.2 di 15 | Rev. 0 |

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce il Piano di Utilizzo relativo ai lavori di "Adeguamento al tipo b (4 corsie) dell'itinerario Sassari-Olbia Lotto 2", di cui, la produzione di terre e rocce da scavo sarà necessaria alla realizzazione del ripristino ambientale della miniera "Molino Falzu".

La nuova disciplina "Schema di Decreto del Presidente della Repubblica recante la "Disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del Decreto-Legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", in attesa di approvazione, sostituirà quella prevista dall'art. 186 del D.Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambiente).

Accertate pertanto le caratteristiche dei materiali prodotti dalla realizzazione delle opere in progetto – materiali naturali privi di inquinamenti pregressi - se ne individua il successivo ed integrale riutilizzo in un cantiere diverso da quello in cui si è prodotto il materiale, ricadendo pertanto nel campo di applicazione dell'art. 185 del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii..

Il riutilizzo delle terre naturali escavate in un sito diverso da quello di utilizzo, sono infatti oggi disciplinate degli articoli 183, comma 1, lettera a), 184-bis e 184-ter D.Lgs 152/06, per cui il prodotto è classificato come sottoprodotto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In base al Codice dell'Ambiente, D.Lgs 152/2006, le terre e rocce da scavo possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati. Negli altri casi devono invece essere trattati come rifiuti o come Materia Prima Seconda.

La normativa del settore che regola la gestione delle terre e rocce da scavo è essenzialmente costituita da:

- D.lgs. 3 aprile 2006, n.152 – "Norme in materia ambientale"
- D.lgs. 16 gennaio 2008, n.4 – "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo"
- Il D.lgs. 4/2008, correttivo del D.lgs. 152/2006, ha introdotto modifiche sostanziali all'articolo 186, che regola le condizioni ed i requisiti nel rispetto dei quali le terre e rocce da scavo possono essere gestite in regime di esclusione dalla normativa applicabile ai rifiuti.

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.3 di 15 | Rev. 0 |

Nella legge di conversione del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, ovvero la Legge 28 gennaio 2009 n.2, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale, è stata introdotta una norma che modifica il D.lgs. 152/2006 in materia di terre e rocce da scavo.

L'articolo 20, comma 10-sexies, della legge approvata ieri dispone infatti:

Al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) all'articolo 185, comma 1, dopo la lettera c) è aggiunta la seguente:

“c-bis) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato”;

L'art. 185, che viene novellato dalla disposizione in parola, individua le fattispecie che non rientrano nel campo di applicazione delle norme sui rifiuti. Tra di esse, con la prossima entrata in vigore del provvedimento in parola, figurerà quindi anche “il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso dell'attività di costruzione, ove sia certo che il materiale sarà utilizzato a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui è stato scavato”.

La legge n.2/2009 anticipa il recepimento della nuova direttiva europea sui rifiuti, dalla quale è testualmente ripresa (vd art. 2, c2, lettera c), ed è finalizzata a semplificare la gestione di questi materiali.

Sarà poi D.lgs. 3 dicembre 2010, n. 205 – “Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive”- a disciplinare la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti inquinati, in attuazione delle direttive comunitarie, in particolare della direttiva 2008/98/CE, prevedendo misure volte a proteggere l'ambiente e la salute umana, prevenendo o riducendo gli impatti negativi della produzione e della gestione dei rifiuti, riducendo gli impatti complessivi dell'uso delle risorse e migliorandone l'efficacia.

In base al D.lgs. n.205 le terre e rocce da scavo, definite -oltre che come rifiuti- come sottoprodotti e caratterizzate fino a quel momento dall'art. 186 del D.lgs. 152, sono adesso definiti dall'art. 184-bis e caratterizzate dall'art. 184-ter anche come Materia Prima Seconda (MPS).

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.4 di 15 | Rev. 0 |

Le condizioni in base alle quali le terre e rocce sono qualificabili come sottoprodotto dovranno essere definite con un apposito decreto ministeriale. Anche per l'individuazione delle terre e rocce come Materia Prima Seconda, successivamente alla cessazione della qualifica di rifiuto, il decreto legislativo 205/2010 rinvia ad uno o più specifici provvedimenti ministeriali di futura emanazione; nel frattempo i riferimenti normativi utilizzabili sono quelli relativi ai DD.MM. 5 febbraio 1998, 12 giugno 2002 n. 161, 17 novembre 2005 n. 269, all'art. 9 bis lett. a) – b) della legge n. 210/08 e, limitatamente ai 6 mesi successivi all'entrata in vigore del decreto correttivo, alla Circolare Min. Ambiente 28 giugno 1999V/MIN.

3. IMPIEGO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

L'obiettivo di "ottimizzare" i movimenti di materie è stato perseguito sia individuando tecnologie che consentano di ridurre le quantità in gioco, sia ipotizzando una sequenza di realizzazione delle varie parti dell'opera al fine di verificare le effettive possibilità di "riciclo" nell'appalto dei materiali, provenienti dagli scavi e demolizioni.

Il riciclaggio dei materiali costituisce una importante misura di salvaguardia ambientale, in quanto consente di ridurre il conferimento a discarica dei materiali di risulta per la realizzazione del nuovo tracciato stradale, e nel contempo, si configura come una riduzione dell'acquisto di nuove materie prime per la cava, evitando inutili costi. Esistono inoltre ulteriori vantaggi che si possono avere da un'attenta gestione delle terre, che sono:

- la riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti nell'aria;
- la riduzione del numero dei passaggi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria;
- la riduzione delle possibilità di generare pericolose interferenze, derivanti dall'uso promiscuo della viabilità
- locale, da parte dei mezzi di cantiere e dei fruitori delle sedi viarie oggetto dei lavori;
- notevole risparmio in termini energetici, per la riduzione dei movimenti per il trasporto, ed una conseguente minore generazione di impatto in fase di costruzione.

Partendo da tali presupposti si è proceduto ad impiegare tecniche di riutilizzo mirate a impiegare un'alta percentuale dei materiali provenienti dagli scavi per la realizzazione dei rilevati previo opportuno trattamento se necessario.

| | | | | |
|--|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.5 di 15 | Rev. 0 |

4. UBICAZIONE MINIERA – LOTTO 2 (SASSARI-OLBIA)

La scelta della miniera è stata effettuata secondo i principi di minimizzazione della distanza dalle aree di lavoro, garanzia della qualità dei materiali, possibilità di riciclo del materiale di risulta. La miniera in oggetto è stata individuata tenendo conto, come condizione principale, della capacità di conferimento ai fini del ripristino ambientale.

Per la miniera di "Molino Falzu" sono state individuate e valutate le distanze per e dal lotto, tenendo conto dei percorsi e delle ordinanze emesse dal comune di Ardara attraversato dai mezzi, che limitano o addirittura interdicono la percorrenza. Di seguito si riporta la mappa con indicata l'area di miniera e i percorsi da compiere dal lotto 2 (**Fig. 4/A**).

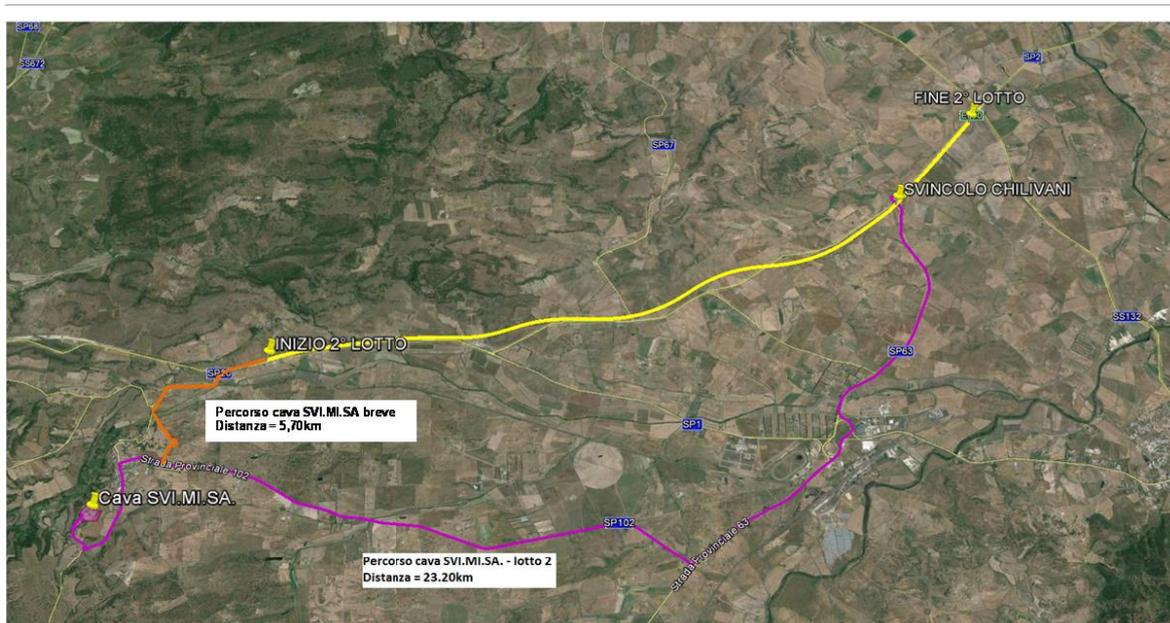


Fig. 4/A: Percorso dei mezzi da e per la Miniera SVI.MI.SA S.p.A. – Loc. Molino Falzu – Ardara.

La Miniera SVI.MI.SA. è ubicata sulla SP20 dopo l'abitato di Ardara in direzione Mores; il tragitto più breve per raggiungere il luogo dei lavori è pari a 5,70 km ma è percorribile solo in un senso di marcia, solo dopo aver effettuato lavori importanti di sistemazione, viste le ridotte dimensioni delle strade, i raggi di curvatura e la vicinanza degli edifici alla sede stradale; per questo è stato necessario valutare una serie di percorsi alternativi tra i quali il più corto, in ragione anche della morfologia dei luoghi (e delle ordinanze emesse in tempi diversi dal Comune), è quello che prevede il transito lungo la SP20 + SP102 + SP63 + SS597. Utilizzando questo tragitto i chilometri per il trasporto dei materiali, miniera / cantiere, sono pari a 23,20 km.

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.6 di 15 | |

| Cava/Discarica | Ubicazione | Punto cantiere più vicino | | Percorso su strade esistenti | Note | Km a netto ALEA 5 Km | mc movimentati | mc per Km |
|-----------------|------------|---------------------------|---------------|------------------------------|--|----------------------|----------------|------------|
| | | Descrizione | Distanza [km] | | | | | |
| Cava SVI.MI.SA. | Ardara | Svincolo Chilivani | 5,70 | SP20 + SP102 + SP63 + SS597 | Percorso alternativo a quello di progetto che evita il passaggio nel centro di Ardara. | 0,70 | 437 500,00 | 306 250,00 |

Tab. 4/A: Schema percorso dei mezzi da e per la Miniera SVI.MI.SA S.p.A. – Loc. Molino Falzu – Ardara.

5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI RIPRISTINO

L'analisi delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali, oltre a quelle socio-economiche, del territorio nel quale ricadono le aree interessate dai lavori estrattivi ha consentito di stabilire che la destinazione d'uso di queste al termine dei lavori è quella naturale esistente.

Per raggiungere tale obiettivo si deve tenere conto di quelle che sono le principali caratteristiche ambientali del sito, in particolare degli aspetti legati alla morfologia del settore, alle caratteristiche del substrato ed alla qualità della copertura vegetale sotto il profilo funzionale ed ecologico.

L'intero progetto di coltivazione, in particolare il suo assetto strutturale-morfologico, è stato studiato con la finalità di favorire il reinserimento naturale dell'area. Poiché il settore è caratterizzato da morfologie tabulari (formazioni calcaree in giacitura suborizzontale) incise da valli fluviali, il progetto è stato strutturato prevedendo una coltivazione in tre lotti che al termine dei lavori simuleranno una valle. I versanti saranno opportunamente modellati attraverso il riporto degli sterili e altri materiali, consentendo la stesura di terreno vegetale e l'inerbimento.

Pertanto il ripristino ambientale è strettamente correlato alle caratteristiche del "Progetto di Coltivazione" che prevede lo sfruttamento del giacimento per lotti funzionali di cui si riportano le principali caratteristiche dimensionali:

- Lotto 1: 26.189 mq di superficie;
- Lotto 2: 31.458 mq di superficie;
- Lotto 3: 48.727 mq di superficie;

Gli interventi di ripristino interesseranno una superficie complessiva di 106.374,00 mq. In particolare si prevede di asportare e risistemare 19.371 mc di terreno vegetale e di utilizzare, a colmata degli scavi, complessivamente 664.028 mc di sterile costituito dalla copertura calcarea e materiale affine di provenienza certa.

Le terre e rocce derivanti dalle operazione di scavo, per la realizzazione della Sassari-Olbia Lotto 2, come precedentemente detto, verranno interamente riutilizzate in cantiere per il ripristino ambientale e posizionate nella zona indicata con retino magenta **Fig.5/A** (si veda la tav.4 allegata).

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.7 di 15 | Rev. 0 |



Fig. 5/A: Planimetria Mineraria con indicazione della zona di posizionamento delle terre e rocce da scavo

Nello specifico, il materiale verrà utilizzato nella colmata degli scavi sotto il livello dei piazzali, ovvero nella zona depressa. Il secondo strato sarà invece formato da materiale sterile della miniera, avente caratteristiche più adeguate.

Allo stato attuale la miniera in oggetto ha una capacità di deposito per il ripristino ambientale di 100.000 mc di materiale, come autorizzata dalla R.A.S. con Nota n°136674 (vedi **Tab.5/A**), e può essere prelevato un quantitativo di 450.000 mc a titolo di fornitura, di calcare.

| CAVE DI PRESTITO E DISCARICHE LOTTO 2 | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------|------------|-----------|-----------|
| ITEM | DENOMINAZIONE CAVA | UTILIZZO | DISPONIBILITA' MC | STATO | LOCALITA' | FORNITURE | RIPR. AMB | DISCARICA |
| 1 | SVIMISA S.p.A. | Ripr. Ambientale | 100 000,00 | Autorizzata. Nota n° 136674 R.A.S. | Loc. Moluni Falzu - Ardara | - | 7 500,00 | - |
| | | Cava estrattiva | 450 000,00 | Autorizzata. Nota n° 010653 R.A.S. | | 430 000,00 | - | - |

Tabella 5/A: Dati Mineraria ripristino ambientale

Con l'apporto di ulteriori 150.000 mc si garantirà una migliore risagomatura della conformazione finale del ripristino.

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.8 di 15 | Rev. 0 |

6. CARATTERISTICHE DEI TERRENI DELLA MINIERA

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nel settore sono presenti affioramenti del 2° ciclo sedimentario del Cenozoico, del vulcanismo Ceno-Neozoico, entrambi associati alla fase distensiva che ha portato all'apertura del bacino balearico e del Tirreno, e della sedimentazione continentale Neozoica.

CENOZOICO

I depositi silicoclastici e carbonatici del 2° ciclo sedimentario miocenico segnano, a partire dal Burdigaliano superiore, il cambiamento del clima geodinamico che si manifesta con lo sviluppo di una serie di fosse tettoniche, ad andamento sub-meridiano e la conseguente ingressione del mare. La deposizione di sabbie e arenarie di fase regressiva contrassegna inoltre la variazione eustatica serravalliana. Nel bacino miocenico del Logudoro la sezione geologica e la colonna stratigrafica di M.te Santo di seguito riportate, essendo localizzate a S dell'area di concessione mineraria, permettono di avere una visione più particolareggiata dell'assetto geologico del settore cartografato.

I sedimenti continentali e transizionali alla base della successione trasgressiva del Burdigaliano superiore, che presentano nella Sardegna settentrionale gli spessori maggiori (fino ad un centinaio di metri), sono localizzati all'intersezione tra le fosse burdigaliane (orientate circa NNW-SSE) ed il bacino di trascorrenza del "1° ciclo" (diretto circa NE-SW) tra Ploaghe e Chilivani-Mores

In particolare gli affioramenti nell'area cartografata, dal più antico al più recente, sono:

- Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici con elementi del basamento paleozoico e di vulcaniti oligo-mioceniche, di ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio. "Formazione di Oppia Nuova". Burdigaliano medio-superiore.
- Sabbie poco cementate, silicee, con livelli conglomeratici discontinui intercalati a biocalcareni e calcari fossiliferi litorali. "Calcari di Mores". Burdigaliano superiore
- Biocalcareni e calcari fossiliferi litorali. "Calcari di Mores". Burdigaliano superiore
- Marne e calcareniti alternate a siltiti "Marne di Borutta". Langhiano.
- Sabbie silicee di colore chiaro poco cementate, di ambiente fluvio-marino con alla base siltiti scure e conglomerati continentali. ? Serravalliano.

CENO-NEOZOICO

La tettonica distensiva che ha caratterizzato l'area sarda a partire dal Burdigaliano superiore e controllato la sedimentazione del 2° e 3° ciclo sedimentario (quest'ultimo dovuto alla successiva

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.9 di 15 | Rev. 0 |

pulsazione trasgressiva tortoniano-messiniana caratterizzata da sedimentazione carbonatica di mare basso) continua anche nel Plio-Quaternario. A testimoniare questa fase sono principalmente gli espandimenti di basalti intrapacca localizzati, in discordanza, sui depositi sedimentari antecedenti. Si tratta di prodotti costituiti essenzialmente da lave basaltiche sub-alcaline, talvolta associate a differenziati più evoluti, dell'attività vulcanica più recente manifestatasi nel Logudoro-Meilogu, ossia quella compresa tra 0,9-0,14 Ma.

I caratteri giacaturali generali riflettono un'attività essenzialmente fessurale, legata a direttrici tettoniche con orientazione submeridiana o anche NE-SW, lungo le quali si allineano colate di modeste dimensioni associate a piccoli cono di scorie.

Distribuiti in tutto il settore occidentale ed in quello nord-orientale, frammentati dall'erosione lineare, sono ben cartografati colate e dicchi a composizione basaltica alcalina ascrivibili al Plio-Pleistocene.

Questi prodotti vulcanici plio-quaternari sono rappresentati da prodotti femici in prevalenza alcalini. I termini più rappresentati sono alcali e trachibasalti, hawaiti e basaniti.

NEOZOICO

Il generale ringiovanimento che ha caratterizzato l'Olocene è comunemente rappresentato da depositi ghiaioso-sabbiosi di fondovalle e delle piane alluvionali, dagli accumuli detritici spigolosi e più o meno grossolani situati al piede dei versanti più acclivi delle pareti subverticali dei "Tacchi" carbonatici mesozoici e delle "Giare" basaltiche plioceniche.

6.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Al fine di definire le caratteristiche meccaniche delle terre interessate dalla coltivazione, che costituiranno i futuri fronti di scavo e le discariche di sterile, si è proceduto alla classificazione degli sterili e dell'ammasso roccioso in posto.

Caratteristiche geotecniche della copertura carbonatica

Sulla base di rilievi, misure ed osservazioni eseguite in campagna direttamente sugli affioramenti presenti nelle fronti di scavo è stato possibile ottenere una classificazione dell'ammasso roccioso interessato dalle opere in progetto. Per la distinzione si è adoperata la "Classificazione di Bieniawski, 1976" che tiene conto di 5 parametri, relativi allo stato della roccia e dell'ammasso

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.10 di 15 | Rev. 0 |

roccioso, e di un indice di correzione il cui valore è funzione dell'orientamento delle discontinuità e del problema affrontato (gallerie, versanti e fondazioni).

$$RMR = (A1 + A2 + A3 + A4 + A5) - I_c$$

dove:

| | |
|----|--|
| A1 | <Co> (Resistenza a compressione monoassiale) |
| A2 | <RQD%> (Rock Quality Designation) |
| A3 | <s> (Spaziatura delle discontinuità) |
| A4 | Condizioni dei giunti |
| A5 | Condizioni idrauliche dei giunti |
| Ic | Indice di correzione |

La somma dei 5 indici parziali fornisce il Basic RMR (BRMR), il quale in condizioni di giunti asciutti (A5 = 10) corrisponde numericamente al parametro G.S.I. (Geological Strength Index).

$$GSI = BRMR_{76} \quad (\text{solo per } BRMR > 18)$$

Applicando al BRMR la correzione I_c si ottiene l'indice RMR, correlato alla qualità dell'ammasso roccioso e alle sue caratteristiche meccaniche secondo la seguente tabella:

| Parametri | Ammasso |
|-------------------------------|----------|
| Classe | III |
| BRMR | 79 |
| RMR | 64 |
| Coesione (kPa) | 100-200 |
| Angolo d'attrito (°) | 40-45 |
| Qualità dell'ammasso roccioso | Discreta |

Classificazione degli ammassi rocciosi secondo Bieniawski, 1976.

Ai fini dei calcoli, per la verifica di stabilità in fase progettuale, si è assunto un angolo di attrito interno ϕ (phi) di 45°.

Caratteristiche geotecniche delle sabbie

Il campione ricostruito, rappresentativo delle terre è stato sottoposto in laboratori a prova di taglio secondo le norme di riferimento ASTM D 3080-72.

Nelle tab. 3.2.1 e 3.2.2 e nel compendio grafico si riportano i risultati della prova, della quale si allega il certificato di analisi.

| Campione | Angolo d'Attrito | Coesione | Umidità del provino | Peso di volume naturale | Peso di volume secco |
|----------|------------------|----------|---------------------|-------------------------|----------------------|
| | (gradi) | kg/cmq | W % | g/cm ³ | g/cm ³ |
| A1 | 38,20 | 0,16 | 15,60 | 1,70 | 1,47 |

Tab. 3.2.1: Caratteristiche meccaniche delle sabbie

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.11 di 15 | Rev. 0 |

Caratteristiche geotecniche delle marne

Il comportamento meccanico delle marne si differenzia dalle sabbie feldspatiche per la totale assenza dell'angolo di attrito interno. Nel caso specifico per la verifica di stabilità si è utilizzata una coesione $C = 0.60 \text{ kg/cmq}$.

$$C = 0.60 \text{ kg/cmq}$$

7. CARATTERISTICHE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

7.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area interessata dal progetto viario si trova nella Sardegna centro-settentrionale ed è caratterizzata da una geologia abbastanza omogenea.

Le Unità tettonico-stratigrafiche affioranti nel tratto interessato sono:

- Coperture quaternarie
- Successione sedimentaria miocenica
- Successione vulcanica oligo-miocenica.

In particolare successione stratigrafica dei terreni presenti, come illustrato nelle carte geologiche, dall'alto verso il basso può essere così sintetizzata:

COPERTURE QUATERNARIE

Depositi antropici

Depositi di origine gravitativa

Depositi di origine fluviale

SUCCESSIONE SEDIMENTARIA MIOCENICA

Formazione di Oppia Nuova Miocene Inf. (Burdigaliano Sup.)

SUCCESSIONE VULCANICA OLIGO-MIOCENICA

Unità di Chilivani Oligocene-Miocene

7.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Di seguito vengono indicati i risultati della caratterizzazione ambientale eseguita al fine di verificare la compatibilità geologico-stratigrafica dei terreni scavati.

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.12 di 15 | Rev. 0 |

L'insieme delle indagini in sito ed in laboratorio, ha fornito un quadro esaustivo della situazione litostratigrafica dei terreni e delle litologie interessate dal tracciato e delle loro caratteristiche tecniche, nonché una ricostruzione dell'assetto idrogeologico generale.

I sondaggi e le prove in foro effettuati, unitamente ai rilievi di superficie eseguiti, ci permettono di suddividere i terreni incontrati lungo l'asse (vedi profilo geotecnico), o interessati dalle fondazioni delle opere d'arte, in differenti unità geotecniche.

In riferimento al profilo geologico, il tracciato stradale può essere suddiviso nelle seguenti macroaree litologiche:

SERIE LITOTIPI PRESENTI

- Successione vulcanica oligo-miocenica
- Successione sedimentaria miocenica
- Successione vulcanica plio-pleistocenica

Per quanto riguarda il terreno vegetale ed i livelli pedogenizzati, essi sono stati rilevati sistematicamente durante i sondaggi, con spessori variabili fra 0,2 e 1,0 m. Ai fini progettuali se ne è tenuto debitamente conto, prevedendo uno scotico e una bonifica di spessore opportuno per tutte le zone interessate dai lavori in oggetto.

In particolare, alle differenti unità riscontrate possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici:

Parametri geotecnici

| Termini litoidi | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Densità roccia | $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$ |
| Resistenza a compressione monoassiale | 25 - 140 MPa |
| Modulo di Deformabilità | $E = 0,5 - 15 \text{ GPa}$ |
| Velocità delle onde | $V_p = 2.000 - 3.000 \text{ m/sec}$ |

| Piroclastite alterata | |
|------------------------------|---|
| γ_n | 18 kN/m ³ |
| ϕ | 28° - 32° |
| c' | 0 - 10 kN/m ² |
| Modulo Edometrico E | 4,5 MPa (tra 100 e 200 kPa) - 7,3 MPa (tra 200 e 400 kPa) |
| Velocità delle onde | $V_p = 600 - 1.200 \text{ m/sec}$ |

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.13 di 15 | Rev. 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| Termini sabbiosi (a diverso grado di addensamento) | |
| γ_n | 19-21 kN/m ³ |
| φ' | 35° - 38° |
| c' | 0 kN/m ² |
| NSPT > 60 (generalmente con elevato grado di addensamento) | |
| Modulo edometrico E | 45 MPa |

| | |
|---|--|
| Termini Limoso argillosi con sabbia (da consistenti a molto consistenti) | |
| γ_n | 17-20 kN/m ³ |
| φ' | 28° - 38° |
| c' | 5-15 kN/m ² |
| NSPT > 60 (generalmente con elevato grado di addensamento) | |
| Modulo edometrico E | 5-8,5 MPa (tra 100 e 200 kPa) e 8-13 MPa (tra 200 e 400 kPa) |

7.3 CARATTERIZZAZIONE CHIMICHE

Si riporta di seguito la tabella contenente i risultati delle analisi chimiche confrontati con le CSC presenti in tabella 1 nell' Allegato 5 alla parte V del d.lgs. 152/2006.

Dall'esame della precedente tabella 7.3/A emerge che nel pozzetto PZ_05_A, che ha riguardato il campione di "parete e fondo scavo", si è rilevato un superamento della CSC (concentrazione della soglia di contaminazione) per il parametro "piombo", con un tenore di 204 mg/kg espressi come ss (sostanza solida), superiore alla CSC per la colonna A - "Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale" (pari a 100 mg/kg espressi come ss).

| | | | | |
|---|--|--|--|--------------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | | Fg.14 di 15 |

| | arsenico | cadmio | cobalto | cromo | cromo esavalente | mercurio | nicel | piombo | rame | zinco | idrocarburi pesanti C>12 |
|---------------|----------|--------|---------|-------|------------------|----------|-------|--------|------|-------|--------------------------|
| CSC colonna A | 20 | 2 | 20 | 150 | 2 | 1 | 120 | 100 | 120 | 150 | 50 |
| PZ_01_A | 2.3 | 0.3 | 4 | 3.7 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 7 | 1 | 11 | < 5 |
| PZ_01_B | 6.8 | 1.3 | 7 | 8.4 | < 0.2 | < 0.1 | 6 | 20 | 7 | 45 | < 5 |
| PZ_01_C | 0.7 | 0.1 | < 1 | 1.5 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 3 | < 1 | 8 | < 5 |
| PZ_02_A | 1.8 | 0.3 | 2 | 4.3 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 6 | 2 | 11 | < 5 |
| PZ_02_B | 10.7 | 1.6 | 14 | 16.1 | < 0.2 | < 0.1 | 8 | 22 | 9 | 63 | < 5 |
| PZ_03_A | 0.9 | < 0.1 | < 1 | 1.2 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 2 | < 1 | 4 | < 5 |
| PZ_03_B | 1.7 | 0.1 | < 1 | 0.9 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 2 | < 1 | 4 | < 5 |
| PZ_04_A | 6.2 | 1.3 | 5 | 14.9 | < 0.2 | < 0.1 | 7 | 21 | 3 | 53 | < 5 |
| PZ_04_B | 1.1 | 0.2 | 1 | 3.2 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 4 | 1 | 12 | < 5 |
| PZ_05_A | 7.5 | 1.8 | 12 | 12 | < 0.2 | < 0.1 | 6 | 204 | 12 | 62 | < 5 |
| PZ_05_B | 2.9 | 0.9 | 4 | 9.4 | < 0.2 | < 0.1 | 5 | 10 | 4 | 41 | < 5 |
| PZ_06_A | 2.7 | 0.6 | 3 | 2.1 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 13 | 6 | 18 | < 5 |
| PZ_07_A | 2.9 | 0.4 | 3 | 2.1 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 13 | 4 | 19 | < 5 |
| PZ_08_A | 4.4 | 0.9 | 4 | 2.5 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 18 | 7 | 23 | < 5 |
| PZ_09_A | 1.3 | 0.3 | 4 | 0.9 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 15 | 3 | 18 | < 5 |
| PZ_09_B | 0.6 | 0.4 | 2 | 1 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 17 | 4 | 15 | < 5 |
| PZ_10_A | 1.4 | 0.3 | 2 | 1.5 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 10 | 4 | 9 | < 5 |
| PZ_11_A | 2.7 | 1 | 4 | 1.4 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 18 | 11 | 30 | < 5 |
| PZ_11_B | 1.6 | 0.8 | 3 | 0.8 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 17 | 12 | 24 | < 5 |
| PZ_12_A | 3.4 | 0.3 | 2 | 2.1 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 11 | 3 | 11 | < 5 |
| PZ_13_A | < 0.2 | 0.1 | 2 | 1.9 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 7 | 1 | 8 | < 5 |
| PZ_13_B | 0.7 | 0.1 | < 1 | 1.6 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 5 | < 1 | 8 | < 5 |
| PZ_14_A | 0.3 | 0.1 | < 1 | 2.4 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 5 | 1 | 6 | < 5 |
| PZ_14_B | 1.2 | 0.2 | < 1 | 2.6 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 5 | 1 | 10 | < 5 |
| PZ_15_A | 1.1 | 0.2 | 2 | 8.6 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 9 | 1 | 13 | < 5 |
| PZ_15_B | 2.9 | 0.8 | 3 | 5.9 | < 0.2 | < 0.1 | 3 | 13 | < 1 | 29 | < 5 |
| PZ_16_A | 1.2 | 0.3 | 2 | 6.5 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 7 | 2 | 17 | < 5 |
| PZ_17_A | 0.7 | 0.1 | 2 | 4.9 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 6 | 2 | 11 | < 5 |
| PZ_18_A | 0.7 | 0.1 | 1 | 4.1 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 5 | < 1 | 9 | < 5 |
| PZ_18_B | 0.4 | < 0.1 | < 1 | 1.5 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 4 | < 1 | 9 | < 5 |
| PZ_19_A | 1.8 | 0.4 | 2 | 3.9 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 9 | < 1 | 17 | < 5 |
| PZ_19_B | 2.3 | 0.5 | 3 | 5.2 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 10 | 1 | 25 | < 5 |
| PZ_19_C | 0.5 | 0.4 | 2 | 2.6 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 5 | 1 | 20 | < 5 |
| PZ_20_A | 0.7 | 0.2 | 1 | 2 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 5 | 1 | 11 | < 5 |
| PZ_20_B | 0.8 | 0.1 | < 1 | 1.7 | < 0.2 | < 0.1 | < 1 | 5 | 1 | 6 | < 5 |
| PZ_21_A | 3.2 | 0.4 | 4 | 7.6 | < 0.2 | < 0.1 | 4 | 15 | 4 | 17 | < 5 |
| PZ_21_B | 3.1 | 0.2 | 3 | 3 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 12 | 5 | 15 | < 5 |
| PZ_22_A | 2.2 | 0.4 | 3 | 4.2 | < 0.2 | < 0.1 | 3 | 15 | 6 | 26 | < 5 |
| PZ_22_B | 1.4 | 0.2 | 2 | 2.7 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 9 | 3 | 16 | < 5 |
| PZ_23_A | 2.8 | 0.4 | 4 | 3.6 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 15 | 4 | 17 | < 5 |
| PZ_23_B | 1.3 | 0.3 | 2 | 2.4 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 9 | 3 | 12 | < 5 |
| PZ_24_A | 0.6 | 0.1 | < 1 | 2.2 | < 0.2 | < 0.1 | 1 | 5 | 1 | 8 | < 5 |
| PZ_24_B | 4.9 | 1.3 | 5 | 8.5 | < 0.2 | < 0.1 | 5 | 18 | 2 | 56 | < 5 |
| PZ_25_A | 2 | 0.4 | 3 | 3.3 | < 0.2 | < 0.1 | 2 | 9 | < 1 | 21 | < 5 |
| PZ_25_B | 3.2 | 1 | 4 | 7 | < 0.2 | < 0.1 | 3 | 15 | 3 | 40 | < 5 |

Tab. 7.3/A Analisi chimiche

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------|
| COMMITTENTE: SVI.MI.SA. S.p.A. S.P. n. 65 (Racc. S.S. 131, Km 12) Centro Commerciale Mirella 2 Sestu (CA) | Il Tecnico: Dott. Geol. A. P. Grosso | Comune di Ardara Provincia di Sassari | Relazione sulla gestione delle terre e rocce da scavo | |
| | Concessione Mineraria Temporanea per "Fedspati e Caolino" denominata "Molino Falzu" in località "Pianu S. Pietro" | | Data Documento Luglio 2017 | |
| | | | Fg.15 di 15 | Rev. 0 |

8. CONCLUSIONI

Le terre e rocce derivanti dalle operazioni di scavo del Lotto 2 Sassari-Olbia, come precedentemente detto, verranno riutilizzate in miniera per il ripristino dei luoghi. Questo, e il cambio di prelaborazione del minerale consentiranno la commercializzazione del calcare, sempre limitamente all'eccedenza,

Il terreno proveniente dal lotto 2, come dimostrato dalle analisi fisiche e chimiche risulta pienamente compatibile, non contaminato e di qualità ambientale idonea, conseguentemente potrà essere riutilizzato nella medesima per il miglioramento del ripristino ambientale, che consiste nel ricarico di terreno opportunamente costipato.

A titolo meramente cautelativo, il materiale proveniente da apporti esterni verrà utilizzato per la colmata delle parti più profonde, steso e costipato sino ad ottenere una coesione tale da non presentare in futuro cedimenti di sorta ed in un'area nota ben individuata. Chiaramente per la modellazione dei versanti verrà utilizzato lo sterile minerario.

Il riutilizzo dello stesso materiale naturale in un diverso sito di produzione, avverrà nel rispetto della tutela ambientale (non sarà utilizzato altro materia prima di qualità con conseguente annullamento di qualunque impatto ambientale, saranno evitati trasporti che darebbero luogo ad ulteriori emissioni) ed inoltre garantirà la completa compatibilità chimico-fisica con il materiale in posto (della stessa natura) tale da non determinare rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate e soprattutto da scongiurare ogni interazione negativa con la circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Cagliari, luglio 2017

Il Geologo

Alessandro Grosso

