



Studio di Geologia Tecnica e Ambientale
Dott. Geol. Pietro Pittau - Dott. Pian. Fabio Grasso

*Via Zardin, 14 - Via Marghine, 22-c
09016 Iglesias (SU)
Tel. 3388418324 - 3487812836
ppittau@yahoo.it - fanigrasso@yahoo.it*

Concessione mineraria Padulazzu

(Bentonite ed Argille Smettiche)

Località Padulazzu

Comune di Sassari

Provincia di Sassari

RICHIESTA DI RILASCIO DELLA CONCESSIONE MINERARIA

RELAZIONE PROGETTUALE

Aprile 2021

Committente

SSB srl

Via Martini Z.I. Cirras – Santa Giusta (Or)

SOMMARIO

1.	Premessa	5
1.1.	Collegamenti con le reti infrastrutturali	5
1.2.	Fasi progettuali	6
2.	Descrizione introduttiva del progetto	7
2.1.	Premessa	7
2.2.	Descrizione storica dell'attività	9
2.3.	Specifica della natura giuridica dei soggetti proponenti e gestori dell'iniziativa	10
2.3.1.	Dipendenti	13
2.3.2.	Mezzi meccanici	13
2.3.3.	Attività indotte legate all'iniziativa	13
3.	Indicazioni geolitologiche e tettoniche del sito	14
3.1.	Definizione di tipo e qualità del materiale estrattivo	14
3.2.	Caratteri geostrutturali	15
3.3.	Caratteri merceologici	15
3.4.	Distribuzione areale del materiale utile nella concessione e al contorno dell'area	15
3.4.1.	Campagna di ricerche CECA anni 90	15
3.4.2.	Campagna di ricerche SSB	18
3.4.3.	Carta geolitologica e sezioni	19
3.5.	Previsione sulle quantità di bentonite da estrarre complessivamente in un decennio e mediamente nell'arco di ogni anno.	20
3.6.	Indicazione delle eventuali fasce di rispetto attuate	21
4.	Descrizione del metodo di coltivazione	22
4.1.	Indicazione della localizzazione	25
4.2.	Superfici	25
4.2.1.	Superficie interessata dalla concessione	25
4.2.2.	Superficie area di escavazione e stoccaggio minerale	25
4.2.3.	Superficie a servizi	26
4.2.4.	Superficie destinata alla riabilitazione ambientale	26
4.3.	Volumi	26
4.3.1.	Volume netto	26
4.3.2.	Volume sterile	26
4.3.3.	Volume terra vegetale	27
4.3.4.	Volume totale da movimentare	27
4.4.	Capacità di estrazione e produzione	28
4.5.	Pianificazione dell'attività estrattiva nei vari anni	28
4.5.1.	Durata di esercizio della miniera	29
4.6.	Dati topografici	29
4.6.1.	Identificazione del sito	29
4.6.2.	Punti di riferimento, caposaldi	29
4.6.3.	Quota alla base e al culmine	30
4.6.4.	Inclinazione media del pendio prima e dopo l'escavazione	30
4.6.5.	Modalità di scarico acque	30
4.7.	Fase di preparazione cantiere	30
4.7.1.	Strade di accesso	30
4.7.2.	Viabilità interna	30
4.7.3.	Predisposizione piazzali per le lavorazioni	31
4.7.4.	Predisposizione logistica di cantiere	31
4.7.5.	Scotico ed accantonamento terreno vegetale	32
4.7.6.	Asporto sterile di copertura (cappellaccio)	33
4.7.7.	Allaccio alle reti tecnologiche	33
4.8.	Fase di escavazione	33
4.8.1.	Geometria dei gradoni	33
4.8.2.	Drenaggi ipodermici e superficiali	33
4.8.3.	Sistemi di raccolta e trattamento acque meteoriche	33
4.8.4.	Modalità di stoccaggio dei materiali estratti	34
4.9.	Fase di riabilitazione e fase di chiusura	34
4.9.1.	Opere del ripristino	35
4.9.2.	Indicazione della destinazione d'uso finale	36
4.9.3.	Tipo di rinverdimento	36
4.9.4.	Regimazione idraulica finale	36
4.10.	Descrizione delle attività gestionali della miniera	36
4.10.1.	Sistemi di trattamento e destinazione degli eventuali scarti di lavorazione	36
4.10.2.	Trattamento del materiale estratto	37
4.10.3.	Attrezzature utilizzate per la coltivazione	38

4.10.4.	Attrezzature per le lavorazioni complementari	39
4.10.5.	Mezzi di movimentazione interna alla miniera	39
4.11.	Analisi costi/benefici	39
4.12.	Descrizione del progetto dell'attività che sarà insediata a recupero ultimato della miniera	39
5.	Stabilità dello scavo	40
5.1.	Fattore di sicurezza e deficit di resistenza	47
5.2.	Coefficiente di intensità sismica positivo	48
5.3.	Coefficiente di intensità sismica negativo	49
5.4.	Fattore di metastabilità	50
5.5.	Conclusioni	50
6.	Bibliografia	52

ALLEGATI

1	Corografia IGM 25000
2	Corografia CTR 10000
3	Inquadramento territoriale
4	Inquadramento geologico
5	Inquadramento idrogeologico
6	Rete idrografica dell'area vasta
7	Carta dell'uso del suolo
8A	Inquadramento dell'area sul PPR
8B	Inquadramento dell'area sul PRAE
8C-C*	Carta del PUC
8D	Carta catastale
9	Descrizione dei sondaggi
10	Valutazione del giacimento
11A	Progetto fase 1 Coltivazione e riqualificazione
11B	Progetto fase 2 Coltivazione e riqualificazione
11C	Progetto fase 2 Step intermedi
12	Elaborazione fotografica
13	Carta dell'impatto visivo
14	Relazione di impatto acustico
15A	Conto economico
15B	Costi del ripristino
16	Inquadramento catastale
17	Analisi chimiche delle bentoniti

1. Premessa

La seguente relazione progettuale è a corredo della richiesta di valutazione di impatto ambientale della concessione mineraria denominata Padulazzu, relativamente al cantiere situato in località Padulazzu in agro del Comune di Sassari (SS) in acquisizione dalla Società Sarda di Bentonite Srl con sede in Via Martini in Zona Industriale località Cirras Santa Giusta (Oristano).

La stessa area, come descritto in precedenza, è già stata oggetto di concessione mineraria per un ventennio a cavallo tra metà degli anni 90 ed il 2017.

L'area rilasciata in concessione mineraria per la coltivazione di argille bentonitiche, pari a 186 ettari, si localizza a circa 20 chilometri ad ovest di Sassari, nella regione della Nurra.

Il decreto di concessione è stato rilasciato alla società CECA ITALIANA srl, per la durata di anni dieci dall'Assessorato Industria della RAS il 3 aprile del 1996, con decreto n° 135.

L'attività estrattiva approvata doveva interessare, alla fine dei dieci anni, un'area totale di 3,5 ettari alla quale erano da aggiungere aree non quantificabili con precisione e di occupazione temporanea per la ricerca di ulteriori risorse minerarie.

L'avvio reale dei lavori, risale al 1998; l'attività estrattiva si è inserita in un contesto socio-economico di tipo agro-pastorale, caratterizzato da una estesa mono proprietà dedita prevalentemente all'allevamento ovino e da un utilizzo dei terreni ad esso strettamente collegato.

Con decreto n° 280 del 22 giugno 2004, il titolo viene trasferito dalla Società CECA ITALIANA alla Società Sarda di Bentonite srl, che in data 11 dicembre 2006 presenta all'Assessorato Ambiente l'istanza per la procedura di impatto ambientale per il rinnovo della concessione, il cui giudizio positivo con prescrizioni viene espresso con Deliberazione della Giunta Regionale n° 4/11 del 20 gennaio 2009.

In data 19 ottobre 2009, con Determinazione n° 676 dell'Assessorato Industria Servizio Attività Estrattive viene rinnovata la concessione mineraria con scadenza 19 settembre 2014 che viene poi prorogata per il completamento dei lavori di coltivazione e di recupero ambientale.

In data 11.05.2017 viene redatto il verbale di sopralluogo con il quale l'Assessorato Industria Servizio Attività Estrattive e Recupero Ambientale attesta la regolarità e conclusione dei lavori di recupero ambientale per il successivo svincolo della polizza fideiussoria a garanzia degli stessi lavori che avviene con lettera prot. n° 26021 del 08 luglio 2019.

Risulta decisamente ridotta la superficie che l'attività mineraria ha sottratto all'utilizzo originario tenendo conto del fatto che, sia la proprietà direttamente interessata dagli scavi che le varie altre proprietà hanno nel frattempo proseguito nell'utilizzo degli altri terreni ricadenti in regime di concessione mineraria.

Le caratteristiche morfologiche e paesaggistiche dell'area ante intervento sono quelle degli attuali luoghi circostanti; l'instaurarsi di un'attività estrattiva su un'area abbastanza ridotta e quindi di semplice gestione non ha influenzato in maniera determinante queste caratteristiche.

1.1. Collegamenti con le reti infrastrutturali

La miniera di Padulazzu gode di favorevoli collegamenti verso le destinazioni finali, rappresentate dall'impianto di trattamento e di essiccazione solare di S'Aliderru e dall'imbarco di Porto Torres.

Per il materiale con destinazione S'Aliderru, il traffico proveniente dalla miniera si immette in direzione ovest direttamente sulla strada provinciale n° 65, supera l'incrocio con la strada provinciale 42 "dei Due Mari" e prosegue sempre sulla SP65 dove sul lato sud si incontra l'area mineraria di S'Aliderru.

Per il traffico con destinazione Porto Torres viene utilizzata ancora la strada provinciale n° 65 sino all'incrocio con la strada provinciale n° 42 “dei Due Mari” e lungo quest’ultima sino allo scalo Turritano.

Per l'approvvigionamento del materiale necessario per il ritombamento del sito, i mezzi con il materiale proveniente dalla cava Monte Nurra, percorreranno la strada provinciale 42 e la strada provinciale 65 la prima in direzione sud e la seconda in direzione est.



1.2. Fasi progettuali

Le tre differenti fasi del processo, sono le seguenti:

- ❖ preparazione del giacimento alla coltivazione;
- ❖ coltivazione del giacimento;
- ❖ riabilitazione del sito.

Occorre precisare che l'ambito spaziale delle tre fasi, è quello riportato negli allegati grafici progettuali, mentre, l'ambito temporale è indicato nella tempistica specificata nella relazione presente nelle pagine successive.

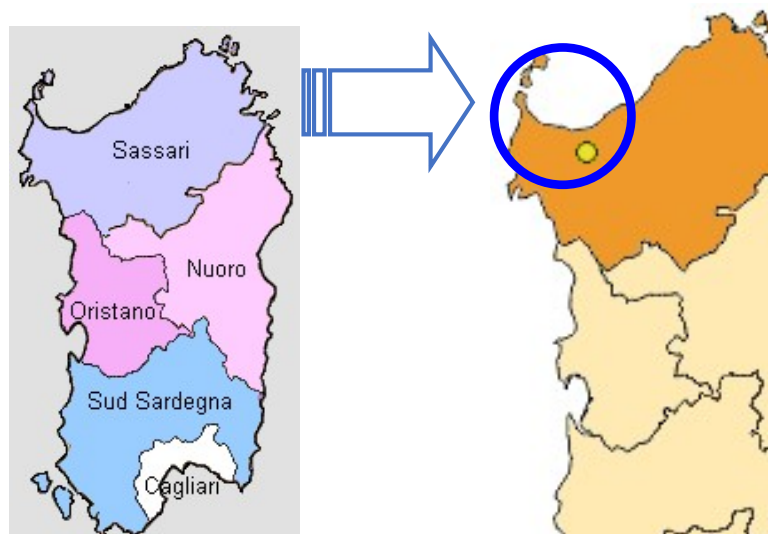
2. Descrizione introduttiva del progetto

2.1. Premessa

Il seguente studio di impatto ambientale è a corredo della richiesta di valutazione di impatto ambientale della concessione mineraria denominata Padulazzu, relativamente al cantiere situato in località Padulazzu in agro del Comune di Sassari (SS) in acquisizione dalla Società Sarda di Bentonite Srl con sede in Via Martini in Zona Industriale località Cirras Santa Giusta (Oristano).

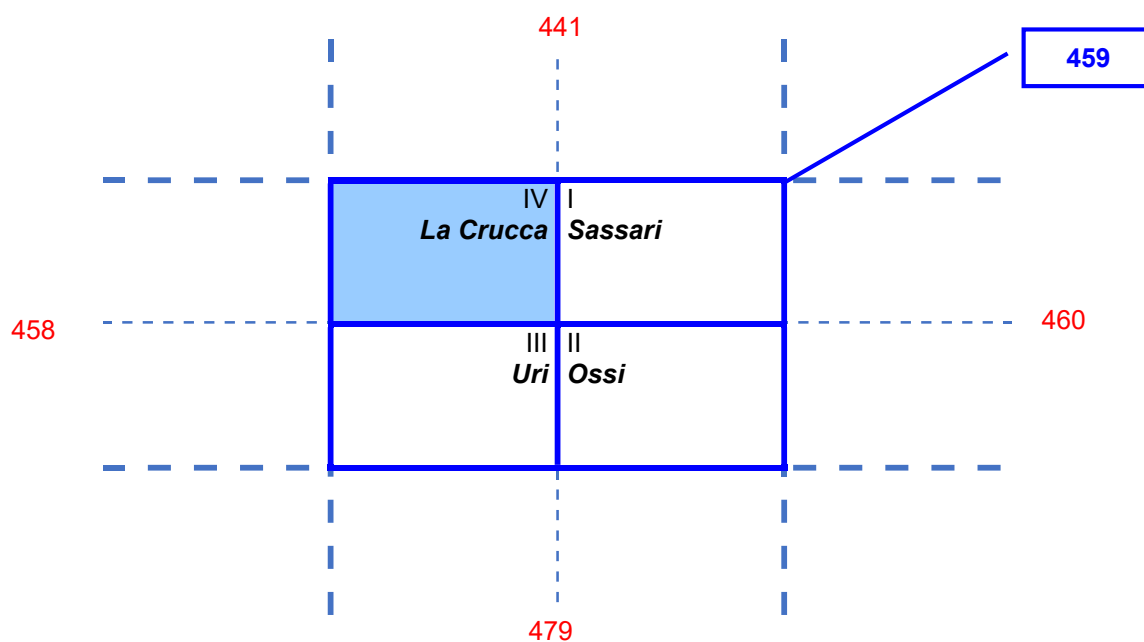
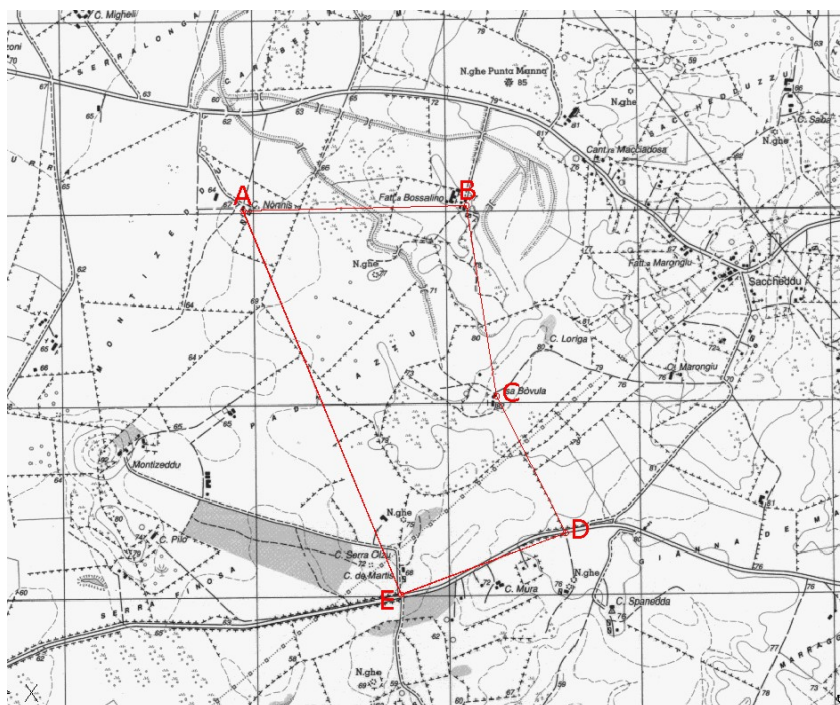
La stessa area, come descritto in precedenza, è già stata oggetto di concessione mineraria per un ventennio a cavallo tra metà degli anni 90 ed il 2017.

L'iniziativa proposta si inserisce in un'area della Sardegna nord occidentale nel territorio comunale di Sassari in provincia di Sassari, in località Padulazzu.



L'area è ubicata sulla carta IGM 1:25000 nel foglio n° 459, sezione IV, denominazione La Crucca e sulla Carta Tecnica Regionale 1:10000 nel foglio n° 459 sezione 050 denominazione Monte Nurra.

Cartografia	Identificativo	Denominazione
1:25000	459 sezione IV	La Crucca
1:10000	459 sezione 050	Monte Nurra



La zona del cantiere in oggetto, si raggiunge facilmente percorrendo la strada statale n° 291 che da Sassari conduce ad Alghero in direzione Alghero ed imboccando al km 11 la strada provinciale n° 65 che corre in

direzione circa est ovest, quindi, al km 3,800 si trova lo svincolo della strada di penetrazione che porta al sito della miniera.

2.2. Descrizione storica dell'attività

Le prime ricerche per minerali bentonitici furono sviluppate nell'area dalla Ceca Italiana srl a metà degli anni '80 circa (come per altre zone del Sassarese) con l'ottenimento del permesso di ricerca denominato "Mandras Ebbas".

Nel corso del 1993, veniva chiesta la trasformazione in concessione mineraria di una parte del permesso, concessione che – con la denominazione di Padulazzu – veniva rilasciata alla Ceca Italiana srl per una superficie di 186 ettari.

La data del decreto dell'Assessorato Industria era del 4 aprile del 1996 e la concessione veniva accordata per la durata di 10 anni.

La Società titolare ha portato avanti i lavori in maniera abbastanza costante, scontando tuttavia un ritardo nell'inizio dei lavori, che si sono potuti incominciare solamente a metà del 1998.

Nel corso del 2003 la Ceca France, società madre, raggiunge l'accordo di cessione della sua attività bentonitica in Sardegna alla Süd-Chemie Ag di Monaco di Baviera, cessione che si concretizza nel 2004 con il passaggio dell'intera attività alla SSB srl, controllata dalla Süd-Chemie.

Il passaggio viene sancito dal decreto di trasferimento dei titoli minerari dalla Ceca Italiana srl alla Società Sarda di Bentonite srl, emanato dal Servizio Attività Estrattive dell'Assessorato Industria in data 22 giugno 2004.

La SSB srl, dopo un periodo di fermata dei lavori operata dalla Ceca Italiana di circa 16 mesi antecedente al trasferimento, riprende l'attività nella concessione nell'autunno del 2004, lavori che sono proseguiti normalmente sino al 2017.

Nel corso del 2005 la nuova società titolare ha eseguito una nuova campagna di ricerca attraverso sondaggi carotati, i cui risultati hanno confermato il proseguimento della mineralizzazione utile, con volumi e caratteristiche abbastanza simili a quelle ipotizzate dall'originaria società.

Contemporaneamente sono state estratte circa 10.000 tonnellate di bentonite, destinate in buona parte all'impianto di Santa Giusta, mentre il resto è stato trasferito all'impianto stagionale di Fiumesanto per essere sottoposto a test di essiccazione solare.

La società SSB, in data 11 dicembre 2006 presenta all'Assessorato Ambiente l'istanza per la procedura di impatto ambientale per il rinnovo della concessione, il cui giudizio positivo con prescrizioni viene espresso con Deliberazione della Giunta Regionale n° 4/11 del 20 gennaio 2009.

In data 19 ottobre 2009, con Determinazione n° 676 dell'Assessorato Industria Servizio Attività Estrattive viene rinnovata la concessione mineraria con scadenza 19 settembre 2014 che viene poi prorogata per il completamento dei lavori di coltivazione.

In data 11.05.2017 viene redatto il verbale di sopralluogo con il quale l'Assessorato Industria Servizio Attività Estrattive e Recupero Ambientale attesta la regolarità e conclusione dei lavori di recupero ambientale per il successivo svincolo della polizza fideiussoria a garanzia degli stessi lavori che avviene con lettera prot. n° 26021 del 08 luglio 2019.

2.3. Specifica della natura giuridica dei soggetti proponenti e gestori dell'iniziativa

La Società Sarda di Bentonite S.r.l. (SSB S.r.l.) è una società a responsabilità limitata con sede a Santa Giusta in provincia di Oristano in Via Martini nella zona industriale Cirras.

La SSB, nasce nel 1989 a seguito della fusione della società MI.CHI.SA. (Gruppo Laviosa S.p.A. di Livorno) e della Società Mineraria Sud-Chemie AG di Monaco di Baviera; quest'ultima dal 1997 è divenuta totalmente detentrica dell'intero pacchetto azionario.

La Società opera nelle fasi di fornitura di minerali grezzi che estrae nelle diverse concessioni minerarie distribuite nell'isola, nella lavorazione e fornitura dei prodotti granulari, prodotti macinati sfusi e vagliati sfusi, secondo le norme del sistema ISO 9002 e si connota come una delle più importanti aziende produttrici di argille bentonitiche del Mediterraneo.

Nell'anno 2012 l'intero pacchetto Sud-Chemie è stato acquisito dal gruppo CLARIANT, con sede a Muttenz (Svizzera) e presente in tutto il mondo con circa 17.000 dipendenti e oltre 250 stabilimenti e siti produttivi.

All'interno dell'organizzazione CLARIANT, costituita da 7 Business Units (Additives, Catalysts, Functional Minerals, Industrial & Consumer Specialties, Masterbatches, Oil & Mining Services, Pigments), la SSB srl si colloca all'interno della BU Functional Minerals, contribuendo alla produzione e commercializzazione di bentoniti e terre da sbianca per un volume complessivo di oltre 2 milioni di tonnellate all'anno, per l'intero Gruppo, che trovano applicazione in molteplici importanti settori di utilizzo (fonderia, industria cartaria, industria farmaceutica, chiarificazione di vini e oli, ingegneria civile, disidratanti, ecc).

La SSB in Sardegna sviluppa la verticalizzazione della produzione attraverso due stabilimenti produttivi: uno nel Comune di Santa Giusta, nel quale avviene il carico delle navi per diverse destinazioni internazionali e l'altro in prossimità del sito estrattivo più importante della Società, a bocca della miniera di Case S'Aliderru, ubicata nella Nurra di Sassari, in posizione baricentrica rispetto alla direttrice che congiunge i centri di Porto Torres e di Alghero.

La Società committente conta attualmente 26 dipendenti diretti e un indotto che può raggiungere le 150 unità attraverso i lavori in appalto alle ditte terziste di movimento terra, trasporto e manutenzione.

Opera nell'ambito di un sistema integrato qualità-sicurezza-ambiente regolamentato dalle norme specifiche relative alla sicurezza cantieri con particolare riferimento a quelli minerari.

La certificazione ISO 9001 comprende tutte le attività di progettazione, sviluppo, produzione, commercializzazione e assistenza per tutti gli stabilimenti produttivi e relativi a tutti i marchi del Gruppo.

L'impegno della società e l'attenzione nei confronti degli aspetti ambientali connessi con le diverse attività, si realizza attraverso un sistema di gestione ambientale, della sicurezza e della qualità, infatti, la società adotta un sistema di gestione manageriale ed è certificata per:

- ❖ sistema di gestione ambientale secondo lo standard **ISO 14001-2015**,
- ❖ sistema di gestione della qualità secondo lo standard **ISO 9001-2015**,
- ❖ sistema di gestione della salute e della sicurezza sul lavoro secondo lo standard **OHSAS 2007**.

Le caratteristiche tecnologiche di tutti i materiali, sono garantite da controlli di laboratorio, interni ed esterni, che verificano la rispondenza dei parametri chimico-fisici con le norme internazionali.

La società ha al suo interno un reparto apposito che si occupa di certificazione 9001-14001-18001 (SQS Certificate Clariant); l'ultima certificazione ottenuta per i siti di Santa Giusta e Case S'Aliderru è stata rilasciata dalla SQS rispettivamente in data 01.10.2017 e 11.06.2018 ed ha validità sino al 30.09.2020.

A livello di Gruppo inoltre, la Società sta sviluppando il progetto **‘Mining Excellence’**, condotto con i principi del metodo Lean Six Sigma.

Il progetto mira a comparare, selezionare e implementare le migliori tecnologie e metodologie di lavoro applicate internazionalmente nelle 53 miniere del Gruppo, in modo tale da rendere ogni singola fase della produzione di argille bentonitiche più economica e meno impattante dal punto di vista ambientale.

L'impegno aziendale verso il recupero ambientale delle aree sfruttate si esplica regolarmente durante e dopo lo sfruttamento minerario, in questo contesto, un esempio recente di restituzione integrale all'attività agropastorale, ha interessato un'area di circa 8 ettari, denominata cantiere “Bussu Antonio”.

In tale settore, a seguito della ripresa delle attività agricole avvenuta negli anni 2017/2018, sono state realizzate 135 rotoballe di foraggio e sono state successivamente donate ad una comunità del circondario impegnata in un programma di recupero di persone affette da tossicodipendenza.

Le immagini seguenti, mostrano la sequenza delle operazioni di recupero ambientale operate nel sito di Busachi ed in quello di Padulazzu.

Riqualficazione ambientale miniera di Busachi



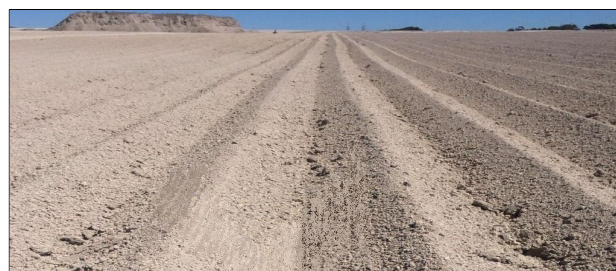
Riqualificazione ambientale Miniera di Padulazzu



Un ulteriore impegno che la Clariant ha intrapreso nel corso degli ultimi anni ed al quale la stessa casa madre pone forte attenzione, è riferito al concetto di ecosostenibilità ambientale.

Gli sforzi aziendali in tal senso si sono sviluppati mediante la predilezione delle attività di essiccazione del minerale utilizzando l'energia rinnovabile fornita dal sole e dal vento.

Sono stati infatti adibiti a tali operazioni estesi piazzali presso la miniera di Case S'Aliderru (SS) dove il minerale viene steso e lasciato essiccare naturalmente; ciò ha consentito di minimizzare gli impatti derivanti dalle emissioni di CO₂ in atmosfera riducendo sensibilmente il trasporto su camion e l'utilizzo di combustibili nel forno rotativo presente a Santa Giusta.



2.3.1. Dipendenti

Nello sviluppo dei lavori, la concessione vedrà l'utilizzo delle seguenti figure professionali:

Unità previste	Quantità previste
Direttore dei Lavori	1/2
Sorvegliante società madre	1
Addetti (compresi nel nolo a caldo) di cui 1 sorvegliante	5

Le unità frazionarie si intendono in compartecipazione con altre miniere della società.

2.3.2. Mezzi meccanici

Verranno utilizzati i seguenti mezzi:

- ❖ 1 escavatore Caterpillar Hitachi 350;

Peso operativo	35,2 t
Potenza motore	202 kW
Capacità della benna	1,4 m ³

- ❖ 1 escavatore Caterpillar Cat 323 con o senza martellone;

Peso operativo	25,5 t
Potenza motore	122 kW
Capacità della benna	Martellone o 1,2 m ³

- ❖ 1 pala meccanica cingolata Caterpillar Cat 963;

Peso operativo	19,6 t
Potenza motore	122 kW
Capacità della benna	2,45 m ³

- ❖ 2 camion 4 assi.

2.3.3. Attività indotte legate all'iniziativa

All'interno dell'area della miniera, le operazioni di estrazione, movimentazione e trasporto dei minerali, vengono svolte da imprese esterne che svolgono la loro prestazione lavorativa per conto della società madre.

Le imprese esterne si occupano di:

- ❖ estrazione del minerale;
- ❖ movimentazione del minerale;
- ❖ trasporto del minerale,
- ❖ movimentazione dello sterile,
- ❖ rimodellamento delle aree coltivate.

Ditta Esterna	Unità lavorative previste - 5 -
----------------------	--

3. Indicazioni geolitologiche e tettoniche del sito

Le manifestazioni tufaceo-bentonitiche di interesse industriale di quest'areale della Nurra, sono da ricollegare al più generale sistema vulcanico del Sassarese; si tratta, infatti, dell'alterazione argillosa dei livelli e/o accumuli di natura tufacea, solitamente collegati alle effusioni laviche compatte del ciclo vulcanico oligo-miocenico.

Questi tufi hanno generalmente colmato, talvolta in alternanza di deposizione con altri terreni di età miocenica, depressioni e concavità di varia origine, presenti nel substrato calcareo-dolomitico del mesozoico.

La lente bentonitica di Padulazzu, è pienamente riconducibile a questa tipologia di corpo minerario in quanto la depressione, riempita in questo caso unicamente da prodotti tufacei, presenta evidente natura tettonica per le faglie che la delimitano a sud e che leggermente la dislocano sul bordo settentrionale, non interessando la zona dei lavori previsti dal presente progetto.

3.1. Definizione di tipo e qualità del materiale estrattivo

Dal punto di vista mineralogico le bentoniti in generale risultano costituite da argilla montmorillonitica (smectite) in percentuale compresa tra il 60 e il 90%.

La maggiore o minore qualità del materiale risulta direttamente proporzionale alla montmorillonite presente.

Dal punto di vista chimico, oltre al calcio, possono essere presenti, in quantità variabili, anche il sodio, il magnesio, il manganese e il titanio.

Le impurità sono generalmente rappresentate da ossidi di ferro e dal carbonato di calcio, oltre che dalla presenza di piccoli residui micacei e quantità variabili di sabbia.

Tali impurità, se presenti oltre certi valori che sono strettamente legati alla tipologia di utilizzo, possono chiaramente comprometterne l'impiego.

Di seguito, si riportano i dati relativi all'analisi chimica effettuata sulla bentonite presente nel sito e riportate nell'allegato 17.

	<i>Bentonite</i>	<i>Bentonite</i>
<i>Parametro</i>	<i>U.M.</i>	<i>U.M.</i>
	<i>%</i>	<i>mg/kg</i>
Al ₂ O ₃	19.7	
CaO	1.6	
Fe ₂ O ₃	6	
K ₂ O	0.51	
MgO	4.6	
Na ₂ O	1.6	
SiO ₂	54	
TiO ₂	0.73	
Perdita alla calcinazione	10.5	
Arsenico		4
Cadmio		0
Cromo		19
Rame		18
Mercurio		0
Manganese		1240
Piombo		17
Zinco		83
Nichel		10
Cobalto		12

Le bentoniti sarde sono generalmente di tipo calcico per cui, ai fini di un utilizzo industriale, si ha la necessità di correggerle con l'aggiunta di sali sodici.

Hanno un potere rigonfiante in acqua pari a 2-3 volte il volume iniziale; l'additivazione con il carbonato di sodio aumenta tale caratteristica fino al valore di 10-11 migliorandone anche le loro capacità assorbenti, emulsionanti, glutinanti, coesive e impermeabilizzanti.

Un'altra caratteristica che può essere migliorata con l'additivazione è l'azione decolorante, ottenuta però con l'utilizzo di acidi minerali.

Il grado di refrattarietà misurato si aggira intorno a valori di 1200-1300 °C.

La bentonite di Padulazzu presenta una percentuale di montmorillonite superiore al 90%.

3.2. Caratteri geostrutturali

Dal punto di vista geominerario e strutturale valgono le considerazioni esposte al precedente punto riguardante le indicazioni geolitologiche e tettoniche del sito.

Le caratteristiche geotecniche delle argille bentonitiche sono:

❖ coesione	232 kPa = 23,65 t/m ²
❖ angolo di attrito	19,6°
❖ il valore relativo al peso specifico è pari a	1,7 t/m ³ .

3.3. Caratteri merceologici

Le bentoniti in oggetto, con le loro capacità di assorbimento, coesione, viscosità, ecc., trovano ottima applicazione in diversi settori dell'industria, con particolare riguardo a:

- ❖ preparazione di fanghi per le trivellazioni speciali,
- ❖ pellettizzazione dei minerali di ferro,
- ❖ ingegneria civile come impermeabilizzante dei terreni, consolidamenti, miscelazione per cementi speciali, ecc..

La buona percentuale naturale di montmorillonite consente l'utilizzo, unitamente ad elevate proprietà reologiche, nelle principali applicazioni di ingegneria civile, tra cui la stabilizzazione di sponde di canali, argini, dighe, sbarramenti, gallerie, nonché, nella costruzione di bacini per agricoltura e fondazioni.

Per quanto riguarda le perforazioni speciali (horizontal drilling), oltre a quelle di classica applicazione nel campo degli idrocarburi, tale utilizzo è favorito dall'elevata viscosità MARSH.

Altro ulteriore utilizzo è quello della preparazione di miscele per cementi speciali.

3.4. Distribuzione areale del materiale utile nella concessione e al contorno dell'area

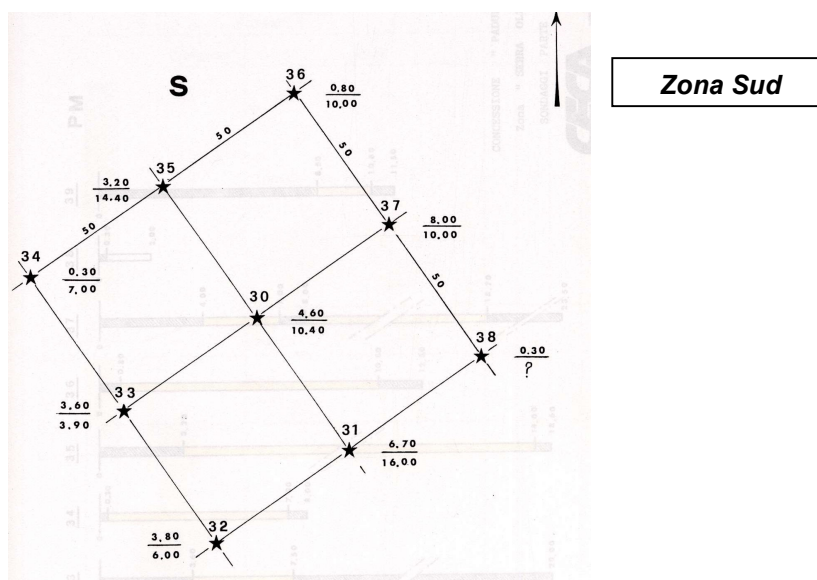
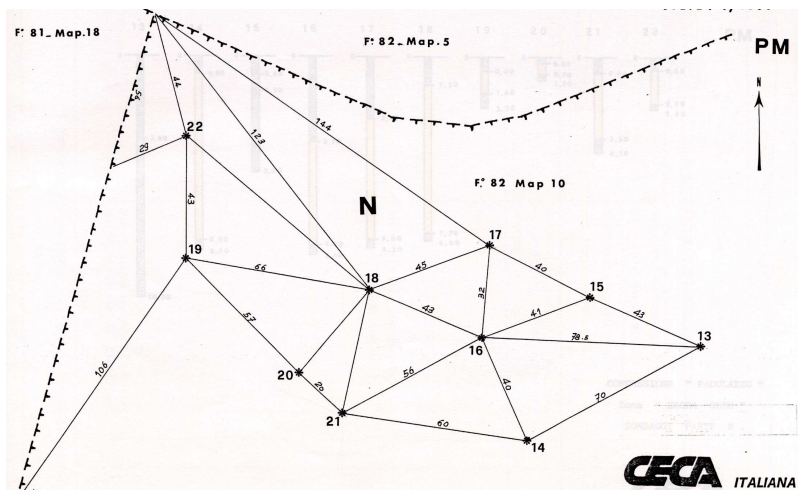
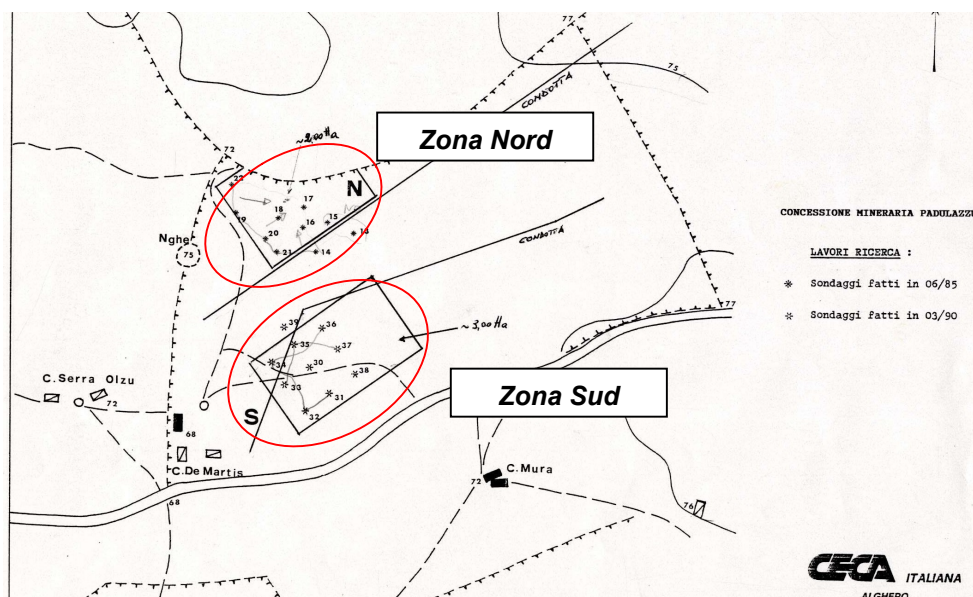
3.4.1. Campagna di ricerche CECA anni 90

L'area della concessione mineraria denominata Padulazzu, faceva parte di un precedente permesso di ricerca minerario denominato Mandras Ebbas.

I lavori di ricerca nell'area del permesso, furono effettuati sotto la vigenza della società titolare che era la CECA Italiana.

Sotto la sua direzione, furono effettuate delle campagne di ricerca tramite sondaggi che permisero di delimitare una zona dove le manifestazioni argillose hanno dato dei risultati interessanti.

L'area di maggiore interesse è in località Serra Olzu, che per comodità è stata divisa in due zone, la zona nord e la zona sud, quest'ultima è all'incirca sovrapponibile con l'area del cantiere oggetto della coltivazione già attuata ed a suo tempo sottoposta alla procedura di valutazione di impatto ambientale.



Tali sondaggi, sono stati poi ulteriormente supportati dai sondaggi con gli identificativi da PA1 a PA4. Pertanto i sondaggi (da PA1 a PA4), furono impostati per poter stimare con maggior precisione gli aspetti qualitativi e quantitativi del giacimento già coltivato.

I sondaggi della zona nord, furono effettuati con attrezzature della società titolare, mentre, quelli nella zona sud furono affidate ad una ditta terza specializzata in tali lavori.

La tabella seguente, riassume i lavori di ricerca realizzati precedentemente a tale lavoro.

	Zona Nord	Zona Sud	Totale
Sondaggi realizzati (n°)	10	10	20
Lunghezza totale perforata (metri)	58.40	145.90	204.30
Campioni prelevati (n°)	25	61	86
Campioni analizzati (n°)	22	36	58
Superficie interessata (m ²)	20000	25000	45000

Le analisi effettuate sui campioni prelevati a diverse quote e necessari per caratterizzare i diversi livelli argillosi, sono così ripartite, 26 sul campione medio dell'intero sondaggio e 58 sui campioni puntuali.

Nel complesso, dei 58 campioni analizzati, risulta una elevata qualità delle argille analizzate.

Per facilitare l'interpretazione dei risultati ottenuti in laboratorio, le differenti analisi sono state condensate in alcune tabelle che ci permettono di capire gli eventuali utilizzi nei diversi settori.

3.4.1.1. Argille per la produzione di fanghi per trivellazioni

Per la produzione di argille da impiegare nella produzione di fanghi per trivellazione, le norme OCMA, danno i seguenti valori:

- ❖ rendimento minimo: 90 bbls,
- ❖ filtrato massimo: 15 ml

Le analisi hanno permesso di evidenziare una comune possibilità di impiego in ingegneria civile (impermeabilizzazioni, consolidamenti, setti confinanti) per la bentonite delle due zone; le bentoniti della zona sud alimentano anche e soprattutto il mercato delle trivellazioni speciali (horizontal drilling) e le forniture per l'utilizzo in miscela a cementi particolari.

La zona sud inoltre, dato il maggior spessore, vantava una più elevata quantità di riserve coltivabili e su quella fu impostata l'area di progetto già coltivata, ma le tendenze del mercato, consigliano anche la coltivazione dell'area a nord.

Zona Nord							
Sondaggio (n°)	14	16	17	18	19/20	21	22
Media ponderata del rendimento OCMA	196.3	156.77	154.95	161.81	230.9	189.16	131.9
Spessore argilla (m)	7.20	4.50	5.30	6.50	1.50	2.90	1.50

Zona Sud									
Sondaggio (n°)	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Media ponderata del rendimento OCMA	144.75	113.88	136.05	140.17	206.3	108.12	144.83	102.00	192.80
Spessore argilla (m)	10.40	16.00	6.00	3.60	7.00	14.40	10.00	10.70	2.10

3.4.1.2. Argille per fonderia

La società in relazione alle richieste dei committenti ed al fine di offrire un prodotto consono alle caratteristiche di impiego, utilizza per questo tipo di argille, delle metodiche di analisi fondate su una serie di parametri, di cui i più importanti sono:

- ❖ Meth. Blu (mg/g) > 390 e
- ❖ Swelling Activ. (ml/2g) > 20.

3.4.1.3. Argille per trivellazioni

Anche in questo caso, la società in relazione alle richieste dei committenti ed al fine di offrire un prodotto consono alle caratteristiche di impiego, utilizza per questo tipo di argille, delle metodiche di analisi fondate su una serie di parametri, di cui i più importanti sono:

- ❖ Marsh viscosity (sec) > 42 e
- ❖ Filtrate 30 min (ml) < 20.

3.4.2. Campagna di ricerche SSB

3.4.2.1. Sondaggi 2005

In questa campagna di esplorazione, furono eseguiti 4 sondaggi con recupero di carota, le cui colonne stratigrafiche e le posizioni sono indicate nell'allegato 9.

I sondaggi denominati PA/1, PA/2, PA/3 e PA/4, hanno raggiunto le profondità di 12, 21, 20 e 20 metri.

3.4.2.2. Sondaggi 2012

La rielaborazione dei sondaggi effettuati dalla CECA Italia negli anni '90 unitamente ai dati rilevati durante la coltivazione del precedente progetto e alle campagne esplorative effettuate, ha portato l'attuale concessionario alla rivalutazione dell'area a nord inizialmente esclusa attraverso la campagna esplorativa effettuata con i sondaggi del 1985.

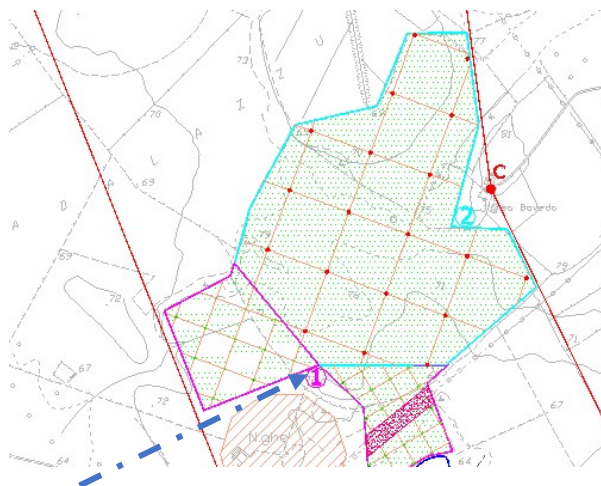
Con la deliberazione n. 27/12 del 1 giugno 2011, attraverso la procedura di verifica ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e della Delibera G.R. n. 24/23 del 23 aprile 2008, la Società Sarda di Bentonite (SSB) S.r.l. fu autorizzata alla ricerca mineraria all'interno della Concessione Mineraria denominata 'Padulazzu'.

Il progetto consisteva nell'attività di ricerca mineraria per argille bentonitiche e smectiche mediante l'esecuzione di n. 51 sondaggi a carotaggio aventi profondità media di 30 metri e diametro di 101 mm ai fini di una futura coltivazione.

L'area di ricerca, fu suddivisa in 2 campi di ricerca.

Nel campo di ricerca 1, considerato prioritario, avente un'estensione di 11,5 ettari, furono previsti n. 31 sondaggi con distanze tra i fori di 50 metri nella zona a sud est e 75 metri nella zona a nord ovest, mentre nel campo di ricerca 2, avente superficie di 35 ettari, furono previsti n. 20 sondaggi secondo una maglia di 150 metri allo scopo di ottenere indicazioni per le successive campagne di ricerca.

L'immagine seguente, mostra le aree dei due campi di ricerca, in ciano il campo di ricerca n° 2 e in magenta il campo di ricerca n° 1.



Allo stato attuale di quella campagna esplorativa, sono stati effettuati 16 sondaggi denominati da PAD 1 a PAD 16, tutti all'interno della parte a sud del campo di ricerca n° 1.

In relazione alla deliberazione n. 27/12 del 1 giugno 2011, la società ritiene opportuno proseguire la campagna di sondaggi nelle aree non ancora esplorate (il settore 1 a nord-ovest del nuraghe e il settore 2 a nord-est), pertanto come precisato nella stessa delibera si chiederà con istanza motivata una proroga per la realizzazione degli stessi.

Di seguito si riportano i dati delle analisi effettuate sulle argille per trivellazioni e per fonderia in alcuni sondaggi eseguiti nell'area della futura coltivazione.

Sondaggio	1	2	3	4	5	5	6	6
Spessore argilla (m)	0.90	2.80	2.80	6.10	0.60	13.70	7.50	4.40
Numero campione	4	13	18/19	25/26	30	36/37/38/39/40	44/45/46/47	48
Argille per trivellazioni								
Marsh viscosity (>42)	44.59				52.02	44.80/45.35		70.72
Filtrato 30 min (<20)	17				13.5	17/18.5		17
Argille per fonderia								
Meth blu (>390)	492	466	500/490	465/457	502	458/516	406/498	
Sweeling (>20)	40	29	36/40	28/31	40	30/40	20/30	

Sondaggio	7	7	8	8	9	10
Spessore argilla (m)	10.50	12.00	4.60	2.50		
Numero campione	53/54/56	54/56/57	60/61/62/63	62/63	69	73
Argille per trivellazioni						
Marsh viscosity (>42)		45.12/55.13		69.66/70.85		46.25
Filtrato 30 min (<20)		16.5/20		18.5/19		16
Argille per fonderia						
Meth blu (>390)	411/467		449/476		448	461
Sweeling (>20)	24/36		28/40		37	40

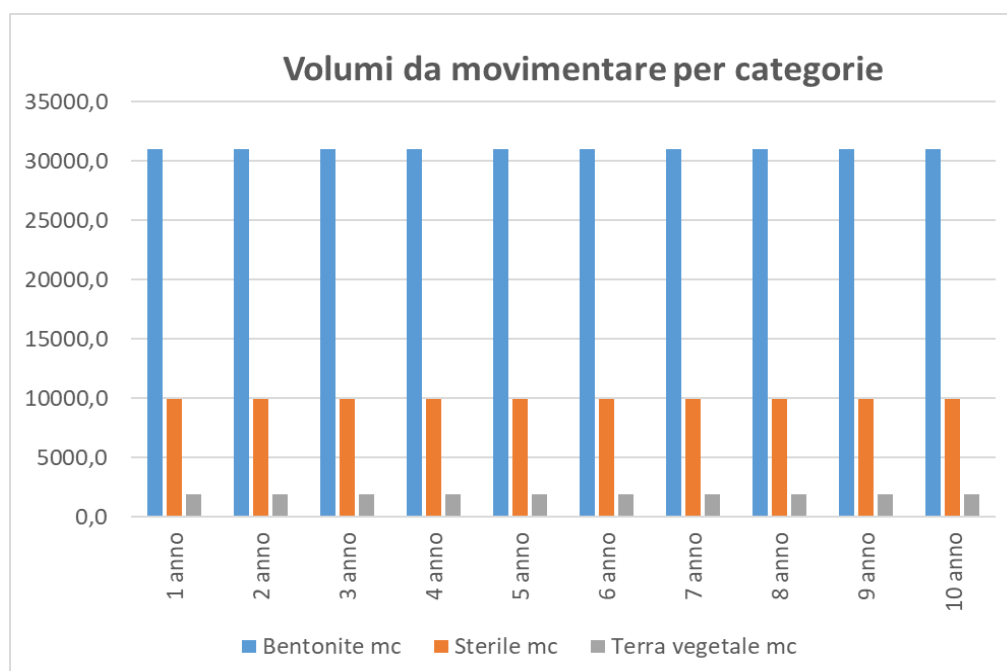
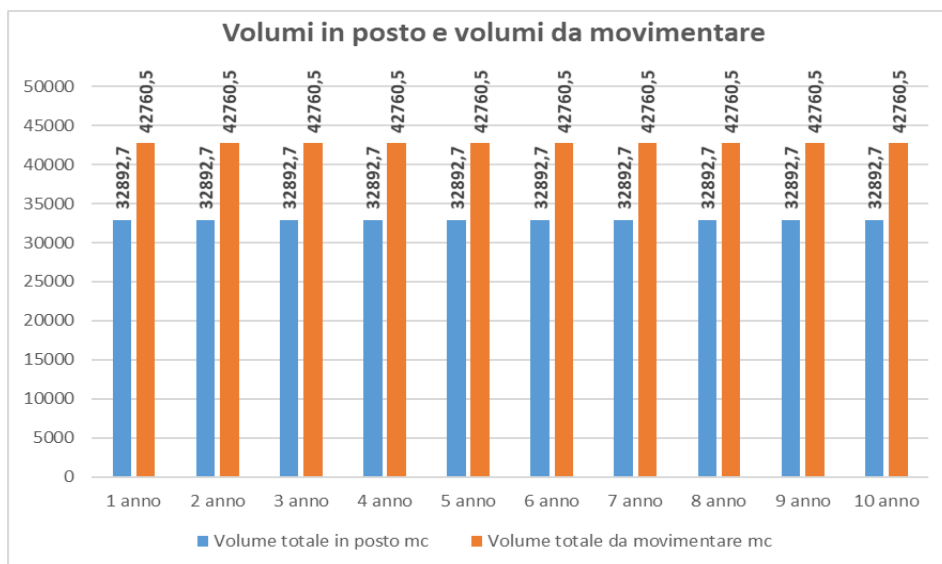
3.4.3. Carta geolitologica e sezioni

La carta geolitologica della zona di interesse della miniera, è allegata alla presente come allegato n° 4, tale carta è in scala 1:10000, nell'allegato n° 9, è riportata l'ubicazione planimetrica dei sondaggi effettuati nelle ricerche e il dettaglio delle colonne stratigrafiche dei fori di sonda con recupero di carota effettuati.

3.5. Previsione sulle quantità di bentonite da estrarre complessivamente in un decennio e mediamente nell'arco di ogni anno.

Le riserve disponibili consentono di programmare una produzione decennale, coincidente anche con il periodo richiesto a rinnovo della concessione.

Le produzioni annuali previste sono riportate nei grafici seguenti e sono indicate sia come volumi espressi in metri cubi che come tonnellate da asportare:



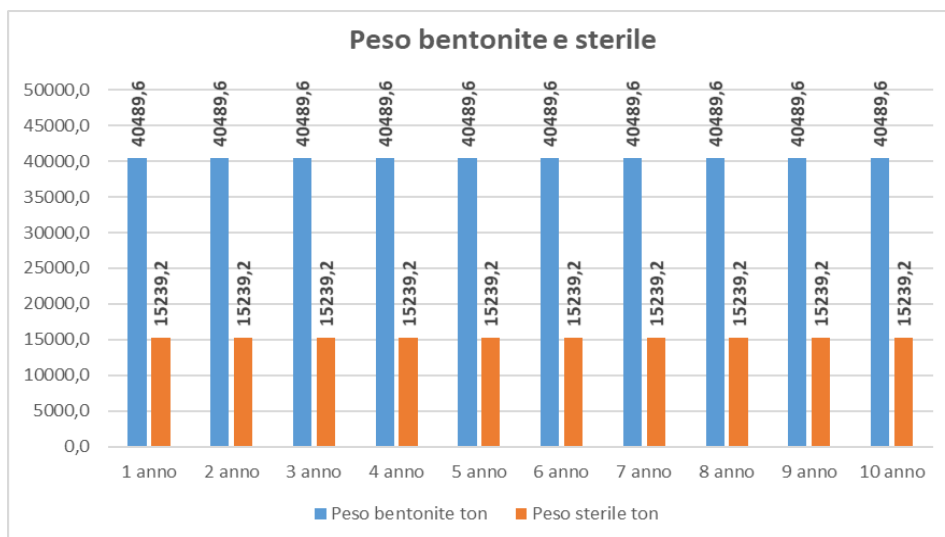
Di seguito si riportano i dati relativi alle volumetrie (metri cubi in situ) e alle quantità da asportare (tonnellate) suddivise nelle due categorie principali e cioè: bentonite e materiale sterile.

Anni di produzione	Volume totale in posto (mc)	Volume sterile in posto (mc)	Volume bentonite in posto (mc)	Volume terra vegetale in posto (mc)
1	32892	7619	23817	1456
2	32892	7619	23817	1456

3	32892	7619	23817	1456
4	32892	7619	23817	1456
5	32892	7619	23817	1456
6	32892	7619	23817	1456
7	32892	7619	23817	1456
8	32892	7619	23817	1456
9	32892	7619	23817	1456
10	32892	7619	23817	1456

Anni di produzione	Quantità sterile (ton)	Quantità bentonite (ton)
1	15239	40489
2	15239	40489
3	15239	40489
4	15239	40489
5	15239	40489
6	15239	40489
7	15239	40489
8	15239	40489
9	15239	40489
10	15239	40489

Il grafico seguente, riporta i dati precedenti sotto forma grafica.



3.6. Indicazione delle eventuali fasce di rispetto attuate

Non si creeranno fasce di rispetto in quanto i limiti dell'area di concessione sono a notevole distanza, i lavori rientreranno all'interno dell'area indicata negli allegati progettuali.

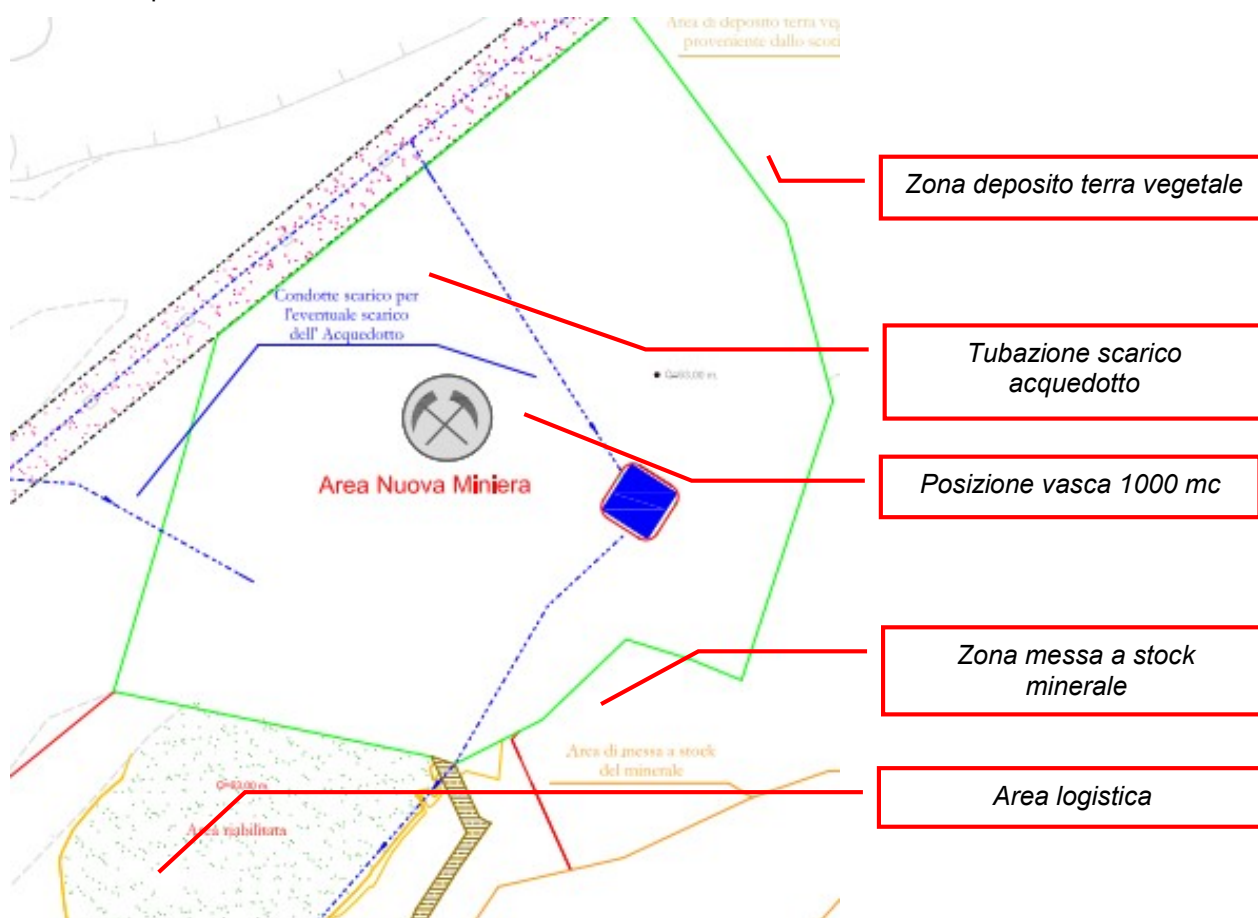
Per quanto concerne la condotta presente a nord, gli enti interessati si esprimeranno in relazione alla distanza di rispetto progettuale proposta, in fase di rilascio del relativo nulla osta.

4. Descrizione del metodo di coltivazione

La morfologia attuale del cantiere è quella illustrata nella figura successiva, con lo scavo localizzato tra le future due zone di accumulo del minerale a sud e della terra vegetale a nord-est.

Le future modalità di intervento saranno le seguenti:

1. creazione delle piste di accesso alla zona logistica e alla zona di manovra dei mezzi, predisposizione della zona della logistica del cantiere a sud della zona già coltivata e ripristinata, comprendente box ad uso ufficio e ad uso sanitario;
2. delimitazione delle aree di servizio comprendenti l'area di deposito a stock del minerale, l'area di messa a stock della terra vegetale ed identificazione sul suolo delle tubazioni di scarico dell'acquedotto;

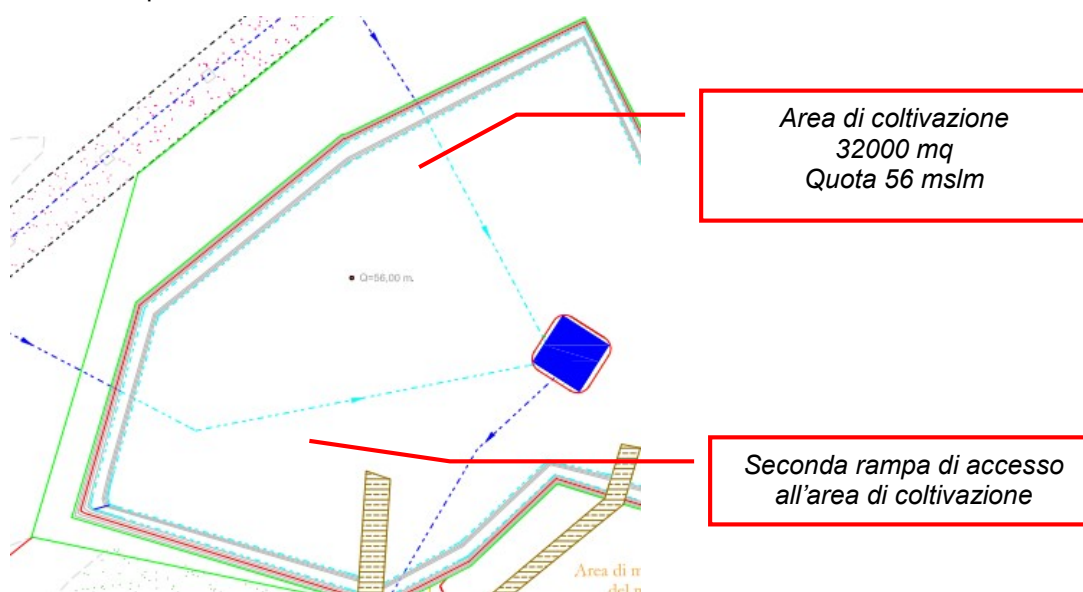


3. asportazione del terreno vegetale di copertura (scotico) sull'area che sarà interessata dalla coltivazione che si sviluppa a nord est rispetto alla zona del vecchio scavo ormai ripristinato. Tale materiale sarà depositato nella zona a nord est, indicata nelle tavole progettuali, tale modalità operativa si seguirà man mano che servirà per portare a giorno le aree da coltivare, fino ad interessare l'intera area di coltivazione;
4. realizzazione della vasca di accumulo (capacità 1000 mc) per la raccolta delle acque meteoriche e per l'eventuale scarico della condotta, tale vasca permetterà anche la sedimentazione e la chiarificazione delle acque prima della loro immissione nel reticolo idrico superficiale;
5. creazione del canale di scarico delle acque di eduazione verso il sottopasso della SP;

6. coltivazione su una superficie di 24000 metri quadrati con approfondimento dello scavo fino a quota 56 metri slm, all'avanzare della coltivazione, si accorceranno le tubazioni di scarico dell'acquedotto e si collegheranno alle canalette di regimazione fino alla vasca, che progressivamente si sposterà come quota al procedere della coltivazione. Con l'avanzare della coltivazione, si renderà necessario il taglio delle prolunghe interrate di scarico dell'acqua della tubazione dell'ENAS, sulle stesse saranno montate delle prolunghe flessibili che in caso di necessità convoglieranno le acque nel punto di raccolta posto nel fondo dello scavo. Si rende noto precisare che tali scarichi sono attivabili solo in casi di manutenzione sulla condotta principale per sezionarla e permettere lo scarico delle acque presenti. Con modalità proposte e concordate con l'ente, si garantirà in qualsiasi momento la raccolta di tali acque di scarico all'interno della vasca di accumulo posta nel fondo scavo, dimensionata opportunamente in relazione ai volumi di acqua calcolati sulla sezione di condotta principale interessata, senza nessun pregiudizio alla sicurezza del cantiere. Le condotte saranno ripristinate nel momento in cui sarà ritombato lo scavo sotto le indicazioni e la supervisione dell'ente.



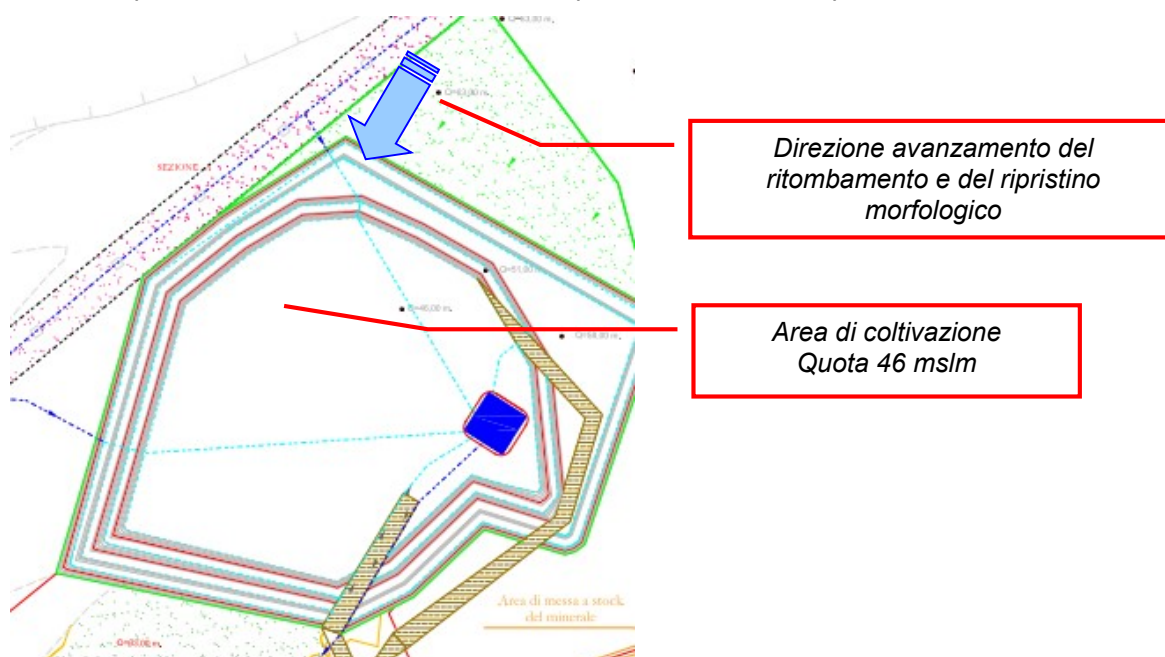
7. coltivazione su una superficie di 32000 metri quadrati con quota dello scavo sempre a quota 56 metri slm, all'avanzare della coltivazione, si accorceranno le tubazioni di scarico dell'acquedotto, Si creerà la seconda rampa di accesso allo scavo;



8. coltivazione su una superficie di 48000 metri quadrati con quota dello scavo che si approfondisce fino a quota 51 metri s.l.m., all'avanzare della coltivazione, si accorceranno le tubazioni di scarico dell'acquedotto e si porterà la vasca alla quota di 51 metri;

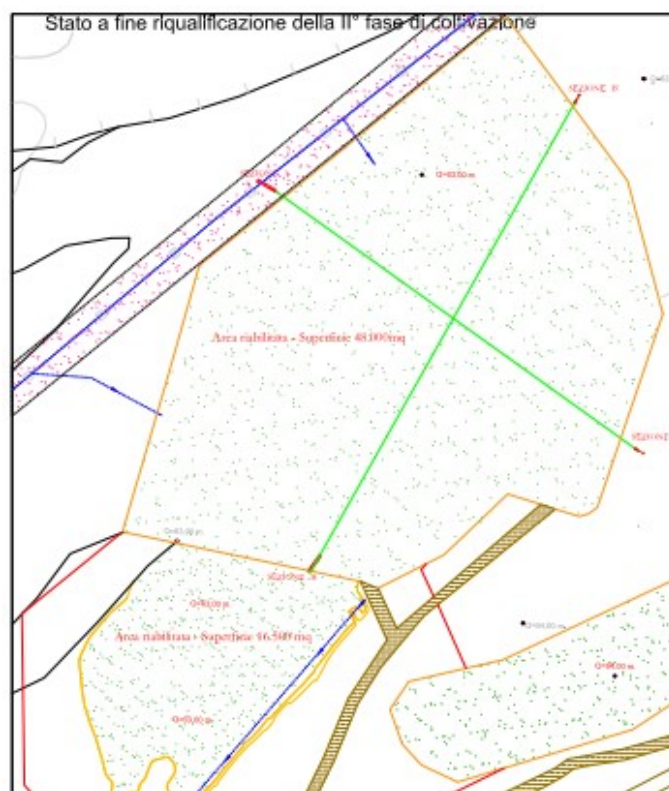


9. coltivazione su una superficie di 48000 metri quadrati con quota dello scavo che si approfondisce fino a quota 46 metri s.l.m., all'avanzare della coltivazione, si porterà la vasca alla quota di 46 metri. Contemporaneamente, si inizierà la riqualificazione con il riempimento dello scavo su una superficie di 8500 metri quadrati nella zona a nord est, con la quota finale che viene portata a 63 mslm.



10. Al termine della coltivazione della parte bassa con quota di arrivo della stessa a 46 metri s.l.m., si proseguirà con il ritombamento dello scavo. Tale operazione, permetterà di riqualificare l'area morfologicamente e su questa si posizionerà la terra vegetale per riabilitare l'area ad uso agricolo, saranno riposizionate le siepi come in origine. Nella fase finale, non saranno più presenti i cumuli della terra vegetale e l'area di stock del materiale bentonitico, sarà inoltre smantellata tutta l'area della

logistica di cantiere, come visibile nell'immagine seguente. Saranno ripristinate le condotte di scarico dell'acquedotto.



4.1. Indicazione della localizzazione

Il giacimento di bentonite interessato dal presente progetto è situato a ovest del centro abitato di Sassari, ad una distanza di circa 25 chilometri, lungo la provinciale n° 65 per il lago Baratz.

Gli altri centri abitati più vicini risultano essere le borgate di Tottubella a sud e la Corte a nord ovest, poste comunque a svariati chilometri di distanza.

Alcune strutture rurali sono prossime all'area di cantiere, quella più vicina è posta a circa 250 metri in direzione ovest.

4.2. Superfici

4.2.1. Superficie interessata dalla concessione

La superficie interessata dalla concessione mineraria è compresa entro i vertici A-B-C-D-E: viene indicata nella planimetria degli allegati 1 e 2 ed ha un'area di circa 186 ettari, posta tra le due strade provinciali n° 65 a sud e la n° 18 a nord.

4.2.2. Superficie area di escavazione e stoccaggio minerale

L'area che sarà interessata dai lavori di coltivazione e dai successivi lavori di modellamento morfologico per il raccordo dei gradoni con la morfologia esistente è pari a 48.000 metri quadrati.

L'area di stoccaggio del minerale, avrà una superficie di circa 1500 metri quadrati, l'area di stoccaggio della terra vegetale avrà una superficie di circa 600 metri quadrati, l'area di manovra dei mezzi una superficie di circa 700 metri quadrati e l'area logistica occuperà un'area di circa 200 metri quadrati, come indicato nelle tavole allegate.

4.2.3. Superficie a servizi

L'area destinata ai servizi, è pari a circa 200 metri quadrati e comprende dei sistemi modulari per ufficio, mensa, spogliatoio e servizi igienici.

4.2.4. Superficie destinata alla riabilitazione ambientale

La superficie che sarà destinata alla riabilitazione ambientale è pari alla superficie destinata ad escavazione e cioè 48.000 metri quadrati; questa sarà restituita alla legittima proprietà dopo aver effettuato le opere di ricostituzione della superficie del terreno e del terreno vegetale di coltivo per un'area pari a 48.000 metri quadrati.

4.3. Volumi

La stima dei volumi è stata effettuata prendendo in considerazione la conformazione attuale del sito e i dati provenienti dai sondaggi effettuati nell'area, nonché, i dati provenienti dalla limitrofa area già coltivata.

Il calcolo dei volumi, è stato effettuato con il metodo delle triangolazioni, calcolando le superfici e mediando le potenze della bentonite e dello sterile al fine di ottenere i volumi delle due distinte formazioni, roccia sterile e bentonite.

Lo stesso lavoro è stato effettuato anche per il calcolo del volume della terra vegetale.

4.3.1. Volume netto

Per volume netto si intende il volume del materiale bentonitico suscettibile di essere utilizzato per produzioni industriali.

La valutazione delle riserve e delle risorse minerarie in Italia è caratterizzata da tre addendi fondamentali:

- ❖ il cubaggio del minerale in vista o certo,
- ❖ il cubaggio del minerale probabile ed infine,
- ❖ il cubaggio del minerale possibile.

Per il giacimento in esame, utilizzando il metodo indicato in precedenza, si ottiene un volume di materiale bentonitico certo in posto di circa 170.125 metri cubi.

Le riserve probabili ammontano a 51.037 metri cubi e quelle possibili a 17.012 metri cubi.

Pertanto, il totale ammonta a 238.174 metri cubi.

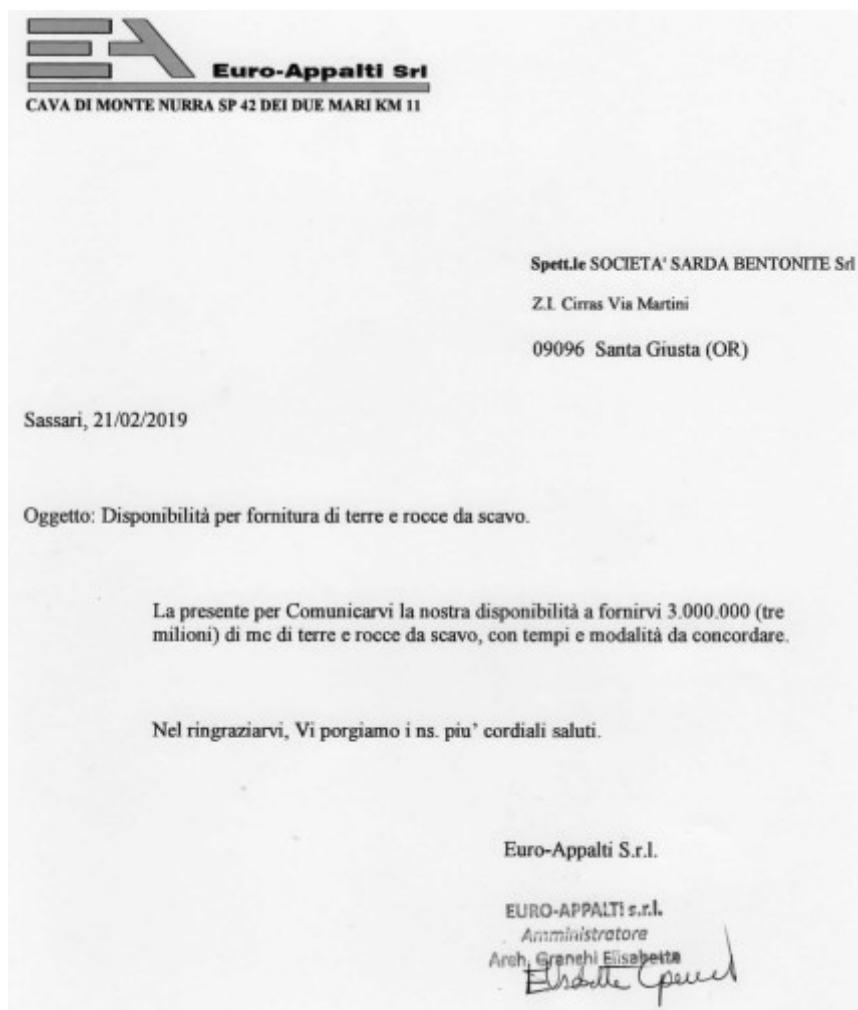
4.3.2. Volume sterile

Per volume dello sterile si intende quello della copertura fino al raggiungimento del giacimento e quello degli intercalari compresi entro il giacimento tra i livelli bentonitici.

Per il giacimento in esame, utilizzando il metodo indicato in precedenza, si ottiene un volume di materiale sterile di copertura pari a 64.916 metri cubi ed un volume di sterile intercalato pari a 11.280 metri cubi per un totale di materiale sterile di 76.196 metri cubi.

Il materiale sterile, sarà utilizzato per la ricolmata dello scavo sino alla quota campagna originaria in progressione di ricostruzione verso sud-est.

La SSB si riserva comunque di valutare l'utilizzo di sterili di provenienza esterna ai propri scavi (sbancamenti, opere civili), per poter accelerare i lavori di recupero ambientale, a tal proposito esiste la disponibilità per la fornitura di 3.000.000 di mc di terre e rocce da scavo della ditta Euro Appalti srl che gestisce la cava di Monte Nurra, come mostra l'immagine seguente:



4.3.3. Volume terra vegetale

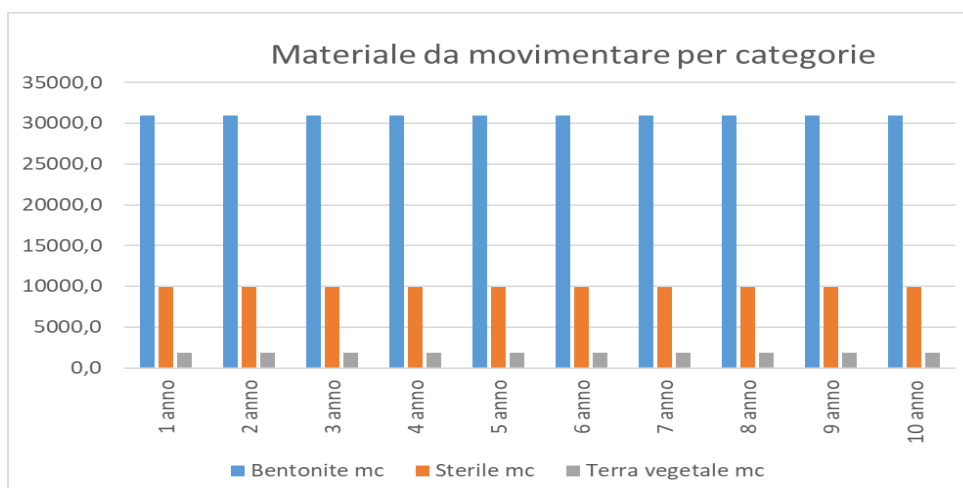
Il volume della terra vegetale il cui calcolo è stato effettuato utilizzando i logs dei sondaggi e rilevando gli spessori è pari a 14.557 metri cubi.

4.3.4. Volume totale da movimentare

Il volume totale da movimentare è comprensivo del materiale bentonitico, di tutto il materiale sterile e della terra vegetale.

La quantità totale di materiale in posto da asportare è pari a metri cubi 328.927 circa che data la durata della miniera prevista in 10 anni e considerando un fattore di rigonfiamento da volume in banco a volume sciolto, ci dà un totale di materiale da movimentare pari a 427.605 metri cubi.

Il grafico di seguito riportato, mostra l'andamento dei volumi da movimentare in un periodo dell'attività estrattiva valutato in 10 anni.



4.4. Capacità di estrazione e produzione

La capacità estrattiva della miniera è programmata in circa 40.490 tonnellate di bentonite per ciascun anno di produzione, utili a soddisfare la prevista domanda di mercato, così suddivisi circa 36.440 tonnellate di bentonite trattata in impianto e circa 4.050 tonnellate di bentonite grezza. L'impostazione del cantiere sarà comunque in grado di soddisfare eventuali aumenti nella richiesta di questo materiale.

4.5. Pianificazione dell'attività estrattiva nei vari anni

Di seguito si riporta a partire dal primo anno il programma dei lavori previsti fino alla definitiva riabilitazione dell'area.

La successione dei lavori prevede in sequenza:

- ❖ l'asportazione del terreno vegetale e dello sterile di copertura che insiste sulla nuova area da coltivare;
- ❖ la coltivazione del giacimento;
- ❖ la ricostruzione delle aree coltivate attraverso: il ricolmamento dello scavo, il riposizionamento dello strato di terreno di coltivo sulla superficie ricostituita morfologicamente.
- ❖ la restituzione del fondo ripristinato ai legittimi proprietari.

Nel *primo anno* di lavoro la miniera inizierà l'attività con la organizzazione dell'area servizi per una superficie di 200 metri quadri, dell'area di manovra dei mezzi per una superficie di circa 700 metri quadri, dell'area di messa a stock della bentonite e dell'area di deposito della terra vegetale, dei lavori di costruzione del canale per l'eduzione delle acque e della vasca di sedimentazione e dei lavori di preparazione necessari alla produzione di circa 40.500 tonnellate di bentonite, comprendenti la rampa di accesso al giacimento e le piste di cantiere. La quantità di produzione porterà a far progredire lo scavo in direzione nord-ovest.

Interventi		1°anno
Creazione dell'area servizi di cantiere e dell'area di manovra dei mezzi		
Creazione dell'area di stock della bentonite e dell'area di deposito della terra vegetale		
Attività di preparazione (costruzione vasca e canale, creazione degli accessi all'area di coltivazione comprendenti rampa e pista di cantiere, intercettazione sfiati acquedotto)		
Coltivazione	ton	40.500

Dal *secondo* al *nono* anno gli interventi si susseguono in modo regolare e costante alternando preparazione, coltivazione e ricolmamento dello scavo con un avanzamento costante dei gradoni in coltivazione.

Interventi		2°anno	3°anno	4°anno	5°anno	6°anno	7°anno	8°anno	9°anno
Coltivazione	ton	40.500	40.500	40.500	40.500	40.500	40.500	40.500	40.500
Ricolmamento scavo							si	si	si

Nel *decimo* e ultimo anno di attività oltre a prevedere gli interventi standard di preparazione, coltivazione e riabilitazione, sarà eseguita la *bonifica di tutta l'area del cantiere per la restituzione del fondo ai proprietari*.

Interventi		10° anno
Coltivazione	ton	40.500
Ricolmamento scavo		si
Bonifica di riqualificazione del fondo	mq	48.000

4.5.1. Durata di esercizio della miniera

La vita della miniera è prevista per una durata di 10 anni, pertanto con inizio dei lavori nel 2021 la fine degli stessi è prevista per il 2031.

N.	ATTIVITA'	1° Anno	2° Anno	3° Anno	4° Anno	5° Anno	6° Anno	7° Anno	8° Anno	9° Anno	10° Anno
1	Sistemazione aree servizi										
2	Attività di preparazione										
3	Coltivazione e ripristino con materiali dello scavo										
4	Ricolmamento scavo con materiali esterni										
5	Bonifica del fondo										

4.6. Dati topografici

4.6.1. Identificazione del sito

Di seguito, si riportano le coordinate chilometriche e la longitudine e latitudine di un punto baricentrico dell'area della miniera.

Coordinate chilometriche	<i>EST</i> 1449022	<i>NORD</i> 4507240
Coordinate geografiche	<i>Longitudine</i> 8°23'45"	<i>Latitudine</i> 40°42'50'

4.6.2. Punti di riferimento, caposaldi

La delimitazione dell'area della concessione mineraria, si appoggia sul lato AB, che ha direzione circa est ovest, e si sviluppa in direzione sud all'interno dei punti A-B-C-D-E, ed è indicata nella planimetria in scala 1:10.000 allegata al presente studio.

Le coordinate dei caposaldi, sono riportati nella tabella seguente:

Coordinate				
Punti	Est	Nord		Quota m.s.l.m.
A	1447895	4508856	Case Nonnis	67
B	1449058	4508890	Fattoria Bossalino	77
C	1449190	4507861	Case sa Bovula	82
D	1449540	4507163	SP n 65	75
E	1448695	4506820	Incrocio tra SP 65 e sentiero per ovile vecchio	75

4.6.3. Quota alla base e al culmine

La quota minore a cui verrà spinta la coltivazione è pari a 46 metri, limitatamente ad una zona a sud ovest dello scavo. Il gradone in posizione più elevata avrà una quota di 58 metri.

4.6.4. Inclinazione media del pendio prima e dopo l'escavazione

In considerazione del fatto che l'area interessata si presenta pianeggiante la parte ricolmata e restituita ai proprietari come terreno agricolo avrà la stessa morfologia pre-scavo.

4.6.5. Modalità di scarico acque

Durante la coltivazione, è prevista la regimazione delle acque attraverso la creazione di canalette di scolo che permetteranno, sfruttando le pendenze dei piazzali, il defluire delle acque nella vasca di accumulo per un volume di 1000 metri cubi, in cui avverrà la decantazione e chiarificazione, per poter in caso di necessità essere edotte dall'interno dello scavo e convogliate verso il compluvio.

La vasca con dimensioni pari a 20 x 20 x 2.5 metri, come detto in precedenza seguirà il piazzale interno della miniera nel suo approfondimento e pertanto verrà costruita alla quota del piazzale.

All'uscita dalla vasca, le acque edotte, saranno convogliate nel sottopasso di attraversamento della provinciale n° 65 al km 4+150, da dove proseguiranno verso sud lungo il deflusso naturale assicurato da una gora naturale.

Una parte di queste acque saranno utilizzate per l'approvvigionamento dei servizi e per l'innaffiamento delle piste di cantiere.

4.7. Fase di preparazione cantiere

4.7.1. Strade di accesso

La viabilità principale è rappresentata dalla presenza della strada provinciale n°65.

La viabilità secondaria è, invece, assicurata da strade di penetrazione agraria e non, tra le quali va annoverata la strada che conduce all'area della miniera. Questa struttura è stata creata appositamente per affrancare l'ex cantiere minerario dalla servitù della struttura agricola presente nella proprietà.

4.7.2. Viabilità interna

La viabilità interna è rappresentata da strade sterrate adibite a piste di cantiere, che si dipartono dalla strada di accesso al cantiere nella zona a sud-ovest, raggiungono la zona logistica e da questa raggiungono la zona dello scavo, come visibile nell'allegato 11b.

La loro durata e funzionalità è chiaramente limitata alle fasi operative di coltivazione e di riabilitazione.

4.7.3. Predisposizione piazzali per le lavorazioni

Nei piazzali non si svolgono operazioni di pre-trattamento del materiale, come ad esempio additivazioni o miscele con altre sostanze in grado di modificare le caratteristiche chimico-fisiche del prodotto.

Pertanto, i piazzali vengono creati nelle posizioni previste dal progetto con lo scopo di non ostacolare:

- ❖ il progredire delle coltivazioni,
- ❖ un agevole e sicuro movimento dei mezzi di cantiere,
- ❖ le operazioni di carico del materiale sui mezzi.

I piazzali non occupano una posizione fissa ma si spostano con il progredire della coltivazione, infatti, rimangono come superficie di separazione tra i gradoni necessari per la coltivazione del giacimento e la zona di riabilitazione retrostante, con il riempimento dell'area coltivata.

4.7.4. Predisposizione logistica di cantiere

All'interno dell'area della miniera, sono presenti le seguenti strutture modulari:

- ❖ locale mensa e uffici;
- ❖ locale spogliatoio e servizi.

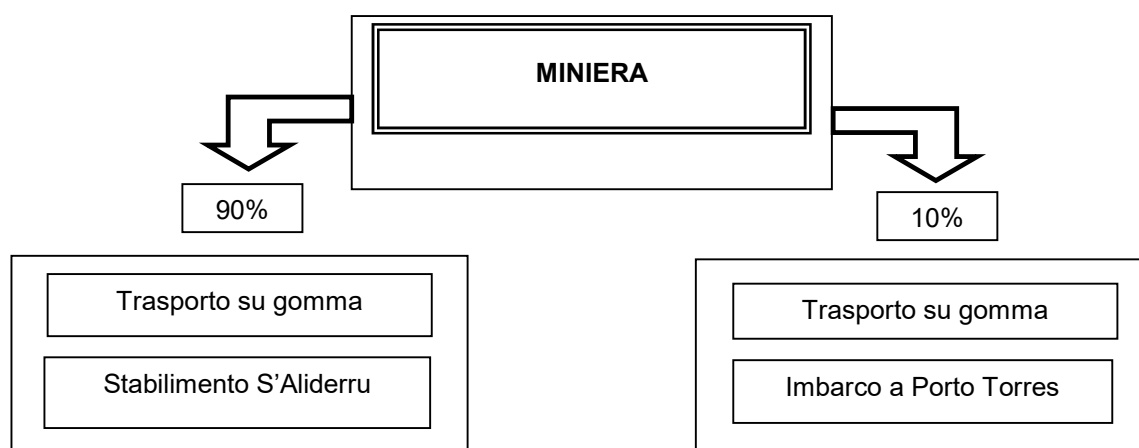
Il materiale abbattuto, sia lo sterile di copertura che la bentonite utile, subisce la seguente movimentazione:

- ❖ la terra vegetale viene asportata e deposta a stock,
- ❖ lo sterile viene scavato con soli mezzi meccanici, caricato direttamente su camion per il trasporto verso l'area di riabilitazione, e non viene stoccato in nessun punto della miniera,
- ❖ la bentonite segue due diverse destinazioni:
 - ❑ la prima prevede l'invio verso l'imbarco da Porto Torres
 - ❑ la seconda prevede l'invio verso l'impianto di S'Aliderru.

Occorre precisare che tale separazione, avviene direttamente in miniera durante la fase di selezione del materiale abbattuto.

Il progetto non prevede la creazione di stock permanenti del materiale utile abbattuto; stock di natura decisamente temporanea potrebbero rendersi necessari in fasi particolari della coltivazione, per esempio durante periodi piovosi.

I diagrammi di flusso previsti per la coltivazione del giacimento e relativi alla produzione, alla movimentazione e al trasporto del materiale sono di seguito riportati. Tali percentuali dovrebbero mantenersi circa costanti, anche nell'eventualità di un aumento dell'estratto annuale.



4.7.5. Scotico ed accantonamento terreno vegetale

Prima dell'inizio dei lavori di scotico della terra vegetale, saranno rimossi tutti gli esemplari vegetali autoctoni di qualsiasi specie arbustiva e arborea, presenti nelle aree interessate dalla futura coltivazione e meritevoli di conservazione per dimensioni e portamento.

Le piante, saranno asportate con idoneo pane di terra al fine di preservarne la loro capacità di attecchimento nel futuro areale di destinazione dapprima momentaneo e poi definitivo.

La quantità di terreno di scotico disponibile nelle aree di futura coltivazione, è stata calcolata tenendo conto degli spessori così come riportati nelle stratigrafie dei sondaggi.

In tal modo, effettuando i calcoli per la cubatura, si è ottenuto un volume di terra vegetale pari a 14.557 metri cubi che saranno riutilizzati, in modo contestuale alle fasi di coltivazione, nella riabilitazione della zona già coltivata.

Il materiale costituito dalla terra vegetale, dovrà seguire un processo destinato alla conservazione delle sue caratteristiche.

La rimozione dello strato vegetale, o terra di coltura, deve essere realizzato separatamente da tutti gli altri movimenti di terra al fine della sua conservazione e riutilizzo per i lavori di ricostruzione del paesaggio.

La successione di asportazione della parte superficiale e preliminare alla fase di coltivazione, verrà effettuata in due distinte fasi:

- ❖ selezione dell'orizzonte superficiale ricco di humus (primi 40 cm)
- ❖ selezione del successivo orizzonte pietroso e/o argilloso (oltre 40 cm di profondità).

I materiali così selezionati, saranno stoccati separatamente in modo da evitare mescolamenti del suolo agrario con i materiali sterili estratti o di risulta.

La loro conservazione è fondamentale perché necessaria per la fase di ricreazione del suolo agrario al termine delle operazioni di coltivazione e riqualificazione del sito minerario.

Nelle operazioni di asportazione, per evitare la compattazione del suolo, i veicoli cingolati utilizzati non devono esercitare una pressione superiore a 0,40 kg/cm² e la larghezza dei cingoli non può essere inferiore a 500 millimetri.

Durante la rimozione, la terra di coltura non può essere mescolata con materiali estranei, in particolare se dannosi per le piante.

La terra di coltura, verrà ordinatamente accatastata nelle aree individuate nelle planimetrie allegate alla presente in aree in cui sarà esplicitamente vietato il transito dei veicoli.

I cumuli di terra di coltura non devono essere troppo grandi, per evitare di danneggiare la struttura e la fertilità, tenendo una altezza massima di 2 metri.

La loro posizione sarà inoltre accuratamente scelta prestando particolare attenzione alla direzione del vento dominante che in questo caso è principalmente proveniente da ovest in modo da ridurre la potenziale dispersione eolica della frazione fine del terreno nelle aree circostanti.

Se il periodo di stoccaggio del terreno vegetale asportato prima della coltivazione è superiore a un anno, sui cumuli saranno realizzate idonee semine protettive con miscugli di specie erbacee ad elevato potere aggrappante, allo scopo di limitare la riduzione della fertilità, il dilavamento e la dispersione di polveri.

4.7.6. Asporto sterile di copertura (cappellaccio)

L'asportazione dello sterile di copertura precede leggermente la fase di coltivazione vera e propria, costituendo la cosiddetta "preparazione" del minerale utile. Si asporta lo spessore di materiale di copertura che insiste sull'area da coltivare, così come avviene per la terra vegetale, al fine di permettere l'accesso al minerale bentonitico.

L'asportazione del materiale di copertura avviene con l'utilizzo di un escavatore e di martellone idraulico in caso di porzioni di materiali più consistenti, senza nessun impiego di esplosivo.

Si prevede la movimentazione di 84.387 metri cubi di sterile di copertura corrispondenti a 64.916 metri cubi di materiale in posto.

4.7.7. Allaccio alle reti tecnologiche

Per quanto concerne l'energia elettrica, questa viene prodotta con l'utilizzo di un gruppo elettrogeno e serve per il funzionamento di tutti i servizi di cantiere.

Per l'acqua, sarà utilizzata quella proveniente dalla regimazione delle acque dell'area di coltivazione con, in caso di necessità, integrazione tramite la fornitura con autobotti.

L'acqua potabile viene fornita agli addetti in bottiglie o brick.

Le acque bianche e nere dei servizi igienici, vengono conferite come rifiuto attraverso autospurgo la cui manutenzione avverrà periodicamente.

4.8. Fase di escavazione

4.8.1. Geometria dei gradoni

La coltivazione procederà tenendo il gradone sempre conforme alla geometria che è stata determinata con l'analisi di stabilità, che garantisce anche la condotta principale e le condotte di sfiato.

Occorre precisare che nel corso della coltivazione, questa procederà incontrando diverse litologie come si può vedere dall'allegato 9 in cui sono riportate le descrizioni stratigrafiche dei fori sonda.

I gradoni avranno le seguenti caratteristiche:

Altezza massima (metri)	Larghezza minima (metri)	Angolo di scarpa (°)
5,0	4,0	Non maggiore a 58°

4.8.2. Drenaggi ipodermici e superficiali

Si creerà una contropendenza all'intersezione tra il piede del gradone verso la parete e la parete stessa, il cui compito è quello di far defluire le acque verso le zone laterali dell'area di coltivazione ed evitarne lo scorrimento sul piano del gradone in modo da renderlo fruibile per i mezzi.

4.8.3. Sistemi di raccolta e trattamento acque meteoriche

Le acque che per necessità devono essere edotte per permettere di effettuare le lavorazioni, verranno convogliate nel canale e da queste saranno inviate nel compluvio nel sottopasso della SP 65.

Le acque subiscono una decantazione ed una chiarificazione all'interno della vasca da 1000 metri cubi creata nel piazzale alla base dello scavo della coltivazione.

La natura del materiale decantato nella vasca di raccolta, sarà esclusivamente di tipo bentonitico e di tipo terrigeno-argilloso, quest'ultimo proveniente dal materiale sterile di copertura della mineralizzazione.

In relazione all'articolo 186 del D. Lgs. 3 apr 2006 n° 152 "Norme in materia ambientale", i materiali non subiscono nessuna modificazione nel ciclo produttivo, ma rimangono tal quali.

La SSB srl, aveva provveduto, alla caratterizzazione dei due materiali sottoponendo ad analisi, presso un laboratorio specialistico i campioni provenienti dagli scavi già eseguiti nell'area confinante dove si è svolta la precedente coltivazione per determinarne l'eventuale presenza e i contenuti di metalli pesanti nel materiale sterile e nella bentonite.

I risultati sono evidenziati nella tabella seguente e nelle certificazioni allegate per la sola bentonite (allegato 17), da cui si possono confrontare i valori con quelli delle tabelle 1 della Parte IV Titolo V Allegato 5 al D. Lgs.152/06 che riporta la concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare.

	<i>Bentonite</i>	<i>Sterile di copertura</i>	<i>Limiti tabella 1 All. 5 D. Lgs. 152-06 Siti ad uso Commerciale e Industriale</i>
<i>Parametro</i>	<i>U.M.</i>	<i>U.M.</i>	<i>U.M.</i>
	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>	<i>mg/kg</i>
Arsenico	4	<0,1	50
Cadmio	0	4,2	15
Cromo	19	43,2	800
Rame	18	35,3	600
Mercurio	0	<0,01	5
Manganese	1240	35	//
Piombo	17	1,7	1000
Zinco	83	168,0	1500
Fluoruri in F	1,8	0,35	2000
Cloruri in Cl	1,4	46,3	//

Come si vede dai dati riportati, tutti i valori delle sostanze indicatrici, sono abbondantemente al di sotto dei valori previsti dal decreto ministeriale.

4.8.4. Modalità di stoccaggio dei materiali estratti

I materiali estratti potranno essere stoccati solo temporaneamente nei punti di movimentazione prima di essere inviati agli impianti di trattamento.

Nel caso di stock temporanei al di fuori dell'area di scavo e che saranno posizionati come indicato nelle tavole progettuali, si userà l'accorgimento di limitarli in altezza in modo da ridurre l'impatto visivo per non superare visivamente la barriera arborea che fiancheggia la strada, diminuendone così l'impatto visivo al transito sulla stessa provinciale.

Tale accorgimento riprende la prescrizione dell'Ufficio Tutela del Paesaggio di Sassari, nel suo parere del 7 marzo 2006 e valido per il cantiere già conclusosi e ripristinato.

In ogni caso poiché la valutazione dell'impatto visivo come indicata nell'allegato 13, ha individuato altri punti sensibili, si creeranno delle barriere in prossimità di tali punti.

4.9. Fase di riabilitazione e fase di chiusura

Gli obiettivi della riabilitazione vegetazionale del sito rimangono:

- ❖ mascherare gli effetti dell'escavazione annullando l'impatto visivo della miniera dai punti sensibili;
- ❖ reintrodurre elementi vegetali con riattivazione dei flussi biologici ed energetici in un ecosistema altrimenti degradato;
- ❖ limitare al minimo l'erosione superficiale indotta dal moto laminare delle acque meteoriche.

Durante le varie fasi del recupero ambientale, si opererà al fine di:

- a. riqualificare l'area in maniera coerente con i caratteri morfologici delle aree circostanti, si raccorderà in maniera graduale con le aree confinanti il profilo del terreno dell'area di coltivazione;
- b. massimizzare il riutilizzo dei materiali sterili e di scarto accumulati durante l'attività estrattiva per le azioni di riempimento dei vuoti, di rimodellamento e di recupero ambientale della miniera;
- c. rimodellare morfologicamente il sito in modo tale da ristabilire le condizioni di deflusso naturale delle acque meteoriche e il corretto drenaggio verso i collettori naturali, evitando la formazione di aree acquitrinose;
- d. rimuovere al termine dell'attività estrattiva la vasca di sedimentazione e ripristinare lo stato originario dei luoghi;
- e. disporre il terreno vegetale per uno spessore non inferiore a 30 centimetri al di sopra del materiale sterile e qualora i volumi di suolo preliminarmente abbancati dovessero risultare insufficienti, si provvederà all'ulteriore apporto di terreno di qualità chimico-fisica idonea per il recupero a fini agronomici e naturalistici;
- f. nella fase di recupero agronomico e naturalistico, si effettuerà la scelta delle specie vegetali e la loro disposizione in maniera coerente con le associazioni vegetali potenziali del sito, tenendo conto delle attuali caratteristiche di uso del suolo dell'area e di quelle adiacenti. Al fine di garantire la produttività agricola del terreno si metteranno in atto le più appropriate tecniche agronomiche;
- g. sulle aree da destinare alla ricostituzione di siepi, si impianteranno specie vegetali coerenti con il contesto vegetazionale e con le condizioni ecologiche del sito, si eviteranno impianti monospecifici e si garantirà la massima biodiversità;
- h. le cure colturali, le irrigazioni di soccorso e i risarcimenti delle fallanze, saranno effettuate per almeno 2 anni dall'impianto. Su tutte le aree interessate dal recupero ambientale, si escluderà il pascolo per un periodo di almeno 2 anni dal termine del recupero.

4.9.1. Opere del ripristino

Le opere del ripristino prevedono in sequenza le seguenti fasi:

- leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattore della potenza di 60-80 Hp per spandimento terra, al fine di rendere il substrato regolare per la successiva fase di stesa della terra vegetale;
- sistemazione del terreno con medi movimenti di terra (3000 mc/Ha) in grado di garantire uno spessore di terra vegetale pari a 30 centimetri, da effettuare con mezzi meccanici, necessari per creare lo strato di terreno vegetale;
- aratura, alla profondità di 30-40 cm, per amminutamento del terreno e per l'interramento dei fertilizzanti utilizzati nella concimazione di fondo;
- frangizollatura con erpice a dischi od a denti rigidi;

- semina e concimazione eseguita con trattrice di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime, la scelta del seme sarà indirizzata verso specie e/o cultivar di origine locale o, quanto meno, di ambienti simili sotto l'aspetto pedologico e climatico);
- costipamento post-semina, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattrice gommata.

A questa fase di creazione del ripristino, seguirà la fase di manutenzione vera e propria dello stesso, al fine di consentire il corretto accrescimento delle essenze messe a dimora, che si effettuerà attraverso:

- cure colturali, per almeno due anni dall'impianto del materiale vegetale vivo, e comunque sino al completo affrancamento delle colture, si dovrà provvedere alle irrigazioni periodiche e di soccorso. Tali operazioni comprendono il rinettamento delle infestanti con l'uso di decespugliatore meccanico del tipo ad asse verticale od orizzontale e il risarcimento delle fallanze attraverso la semina e la concimazione eseguita con trattrice di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime, nelle zone in cui c'è stata una mancanza di attecchimento delle colture.

4.9.2. Indicazione della destinazione d'uso finale

La superficie costituente il futuro cantiere ritornerà alla sua originaria destinazione per un'area di 48.000 metri quadrati.

4.9.3. Tipo di rinverdimento

La riabilitazione dell'area prevede la ricreazione dello strato colturale e la ripiantumazione delle siepi nella stessa posizione e con lo stesso andamento di quelle originariamente presenti nell'area interessata ed eventualmente interessate dai lavori del cantiere.

La ricostruzione delle siepi, avverrà con la messa a dimora delle specie identiche a quelle presenti attualmente nel sito fondamentalmente rappresentate da lentischio, mirto e cisto.

4.9.4. Regimazione idraulica finale

La regimazione idraulica finale non prevede opere in quanto con il ritombamento dello scavo, riporterà la morfologia del territorio alle condizioni ante intervento,

4.10. Descrizione delle attività gestionali della miniera

4.10.1. Sistemi di trattamento e destinazione degli eventuali scarti di lavorazione

Come detto in precedenza, dalla estrazione della bentonite che risulta fisicamente separata dal materiale sterile, è prevista la produzione di scarti di lavorazione, rappresentati dallo sterile prodotto per la messa a giorno del giacimento.

Non sono previsti sistemi di trattamento degli scarti di lavorazione e questi saranno sistemati per il riempimento del vuoto di coltivazione in modo da ripristinare l'andamento topografico del piano di campagna, così come indicato nelle tavole relative alle sezioni.

4.10.2. Trattamento del materiale estratto

Come detto in precedenza circa il 90% del materiale bentonitico estratto, viene inviato tramite camion all'impianto presso la miniera di S'Aliderru di proprietà della stessa società.

Le materie prime bentonitiche arrivate all'impianto, vengono scaricate nei piazzali di ricevimento "stock", in zone distinte a seconda della qualità di provenienza.

Dai piazzali i materiali sono prelevati a cura del personale, miscelati omogeneamente e scaricati con pale meccaniche nella tramoggia d'alimentazione in testa all'impianto di trattamento. In uscita dalla tramoggia il prodotto viene sottoposto ad una prima frantumazione primaria e successivamente in uno scansa pietre, al termine di questa fase il grezzo viene introdotto in una impastatrice per essere amalgamato ed estruso, durante tale lavorazione viene attivato mediante addizione di carbonato di sodio la cui quantità ottimale è stata tarata secondo precise ricerche di laboratorio.



Carico tramogge e estrusione

Dall'impastatrice Bedeschi, tramite un nastro trasportatore, il materiale viene scaricato in prossimità dell'impianto e quindi movimentato con mezzi meccanici che lo distribuiscono nei piazzali adibiti all'essiccazione solare.

Il prodotto attivato con il sistema sopra citato, viene steso tramite pale meccaniche sui piazzali; e sottoposto a cicli giornalieri di aratura e fresatura con mezzi meccanici di tipo agricolo allo scopo di favorirne l'essiccazione e facilitarne la perdita del contenuto d'acqua.

Dopo una prima lavorazione di aratura con i dischi, si passa alla fase di riduzione granulometrica.



Carico per stoccaggio e successiva distribuzione ed aratura



Trattamento con mezzi agricoli finalizzato alla riduzione granulometrica

Il grado di umidità della bentonite è un requisito essenziale del prodotto e varia in relazione al cliente in base a quanto definito dai capitolati, pertanto, questa fase riveste notevole importanza dal punto di vista qualitativo del prodotto finito.

Il prodotto così essiccato e granulato viene raccolto e convogliato in big stock mediante l'utilizzo delle pale meccaniche; in questa fase l'operatore pone forte attenzione avendo cura di recuperare l'effettivo prodotto idoneo evitando di grattare il fondo del piazzale.



Stoccaggio finale del minerale essiccato

I cumuli del prodotto finito, sono quindi pronti per essere caricati e spediti verso le destinazioni nazionali ed internazionali.

4.10.3. Attrezzature utilizzate per la coltivazione

Verranno utilizzati i seguenti mezzi:

- ❖ 1 escavatore Caterpillar Hitachi 350;

Peso operativo	35,2 t
Potenza motore	202 kW
Capacità della benna	1,4 m ³

- ❖ 1 escavatore Caterpillar Cat 323 con o senza martellone;

Peso operativo	25,5 t
Potenza motore	122 kW
Capacità della benna	Martellone o 1,2 m ³

- ❖ 1 pala meccanica cingolata Caterpillar Cat 963;

Peso operativo	19,6 t
Potenza motore	122 kW
Capacità della benna	2,45 m ³

- ❖ 2 camion 4 assi.

4.10.4. Attrezzature per le lavorazioni complementari

Per il carico del materiale abbattuto sui mezzi di trasporto, verrà utilizzato l'escavatore Cat 350 mentre la pala meccanica Cat 963 provvederà alla manutenzione delle piste e dei piazzali.

4.10.5. Mezzi di movimentazione interna alla miniera

Per la movimentazione dei materiali nell'area interna alla miniera, vengono utilizzati:

- ❖ 2 camion a quattro assi.

4.11. Analisi costi/benefici

L'analisi costi benefici, è stata effettuata considerando le seguenti voci, suddivise in due gruppi principali:

- ❖ le entrate date dalla vendita dei materiali prodotti dalla miniera,
- ❖ le uscite in cui rientrano gli ammortamenti, il godimento di beni di terzi, i servizi, le materie prime, sussidiarie e le merci, i salari e gli stipendi, gli oneri sociali, il trattamento di fine rapporto, gli altri costi del personale (vestiario, mensa, materiali di sicurezza, ecc.), gli oneri diversi di gestione, il costo per la riabilitazione del sito e gli imprevisti, questi ultimi calcolati come percentuale della somma delle voci precedenti.

La tabella riepilogativa del conto economico, è riportata nell'allegato 15 A.

4.12. Descrizione del progetto dell'attività che sarà insediata a recupero ultimato della miniera

Al termine delle attività di recupero del sito, l'area sarà restituita ai proprietari dei terreni.

5. Stabilità dello scavo

Le modificazioni del sito sono legate ovviamente al rimodellamento durante la coltivazione che, prevede la costituzione dei gradoni a quote 58, 56, 51 e 46.

La stabilità dei fronti di scavo, estesa alla zona della presenza della condotta e degli sfiati, è stata verificata attraverso un software applicativo previa acquisizione dei dati caratteristici delle litologie con rilievi in situ.

Nel nostro caso, vista la conformazione del sito e della zona già coltivata, si è riscontrata la presenza di zone a differente comportamento geotecnico dei terreni.

Pertanto, in questa fase progettuale, si sono assunti i valori di caratterizzazione geotecnica delle litologie presenti.

Occorre tenere presente che come indicato dal decreto legislativo 624/96, con il progredire della coltivazione, occorrerà effettuare la verifica di stabilità dei fronti di scavo con cadenza annuale o nel caso in cui si verificano delle modificazioni nelle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Tale fatto, permette di riverificare costantemente se i calcoli effettuati in questa sede, mantengono la loro validità nel corso della coltivazione.

Per tali verifiche ci si è serviti del software SSAP facendo riferimento alle norme tecniche per le costruzioni (NTC) che fanno riferimento al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 e s.m.i...

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto da queste norme.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale.

Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata e rappresenta la frontiera tra il dominio di stabilità e quello di instabilità.

Le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (**SLU**): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (**SLE**): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- robustezza nei confronti di azioni eccezionali: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, esplosioni, urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo (SLU) ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

Il superamento di uno stato limite di esercizio (SLE) può avere carattere reversibile o irreversibile

Le NTC prevedono, per la definizione del grado di sicurezza delle costruzioni un approccio di tipo semiprobabilistico, o di primo livello, adottando i coefficienti parziali di sicurezza (CP) ed il concetto di stato limite che è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

La misura del grado di sicurezza si ottiene con il "metodo semiprobabilistico dei coefficienti parziali" di sicurezza tramite l'equazione:

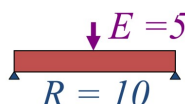
$$Ed \leq Rd \quad \text{oppure} \quad Rd - Ed \geq 0$$

con

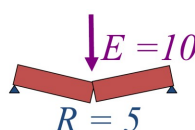
- Rd = valore di progetto della resistenza del terreno (di pertinenza del geotecnico)
- Ed = valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni nelle varie combinazioni di carico (di pertinenza dello strutturista)

Le immagini che seguono, descrivono graficamente il concetto espresso nelle norme:

- SICUREZZA della STRUTTURA $R > E$



- COLLASSO della STRUTTURA $R < E$



Nelle verifiche (**SLU**) nei confronti degli stati limite ultimi geotecnici (**GEO**) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

APPROCCIO 1 (DA1)



Combinazione 1 *Combinazione 2*

(A1+M1+R1)

(A2+M2+R2)

(STR)

(GEO)

APPROCCIO 2 (DA2)



Combinazione 1 o Unica

(A1+M1+R3)

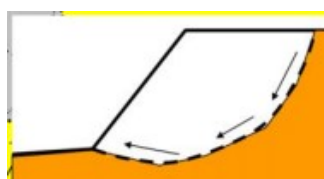
(STR + GEO)

Il grado di stabilità di un pendio, in condizioni statiche o dinamiche (per azioni sismiche), nei confronti di movimenti gravitativi, viene valutato attraverso la determinazione del cosiddetto "fattore o coefficiente di sicurezza" indicato con il simbolo F_s .

I metodi di calcolo di F_s impiegati, si basano sulle tecniche di verifica dette *Limit Equilibrium Method* (LEM) (Duncan 1996; Krahn 2003).

Nei metodi LEM il calcolo di F_s viene effettuato su una specifica superficie di scivolamento definita entro un pendio.

Dato che le porzioni potenzialmente instabili sono definibili in un spazio 3D, il calcolo viene sviluppato sopra una striscia rappresentativa di larghezza unitaria, quindi bidimensionale (2D) della superficie di potenziale scivolamento.



Nell'applicazione del metodo dell'equilibrio limite, tale superficie, separa la parte di pendio stabile da quella potenzialmente instabile.

Per ogni superficie di potenziale scivolamento, si può quindi derivare lo sforzo di taglio totale mobilitato τ_m (domanda) e la resistenza al taglio disponibile τ_f (capacità) e quindi è possibile definire F_s come:

$$F_s = \frac{\tau_m}{\tau_f}$$

Se $F_s > 1.0$ siamo in condizioni di stabilità, mentre, per $F_s < 1.0$ siamo in condizioni instabili dovute a un generalizzato deficit di resistenza.

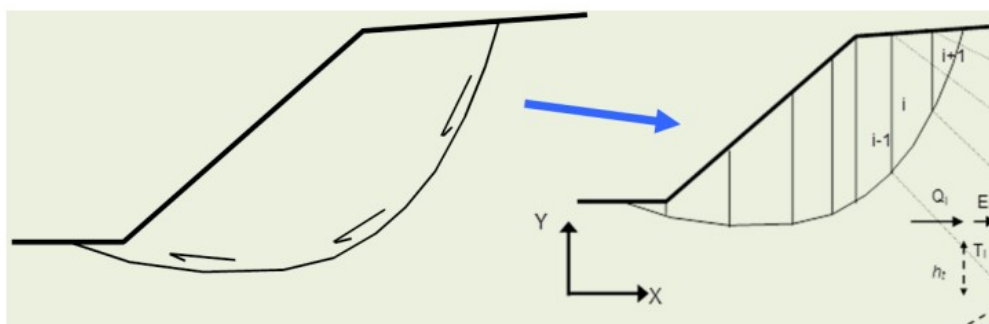
F_s deve essere valutato entro un preciso riferimento spaziale.

E' perciò, necessario considerare una potenziale superficie di scorrimento nella massa del pendio e valutare tutte le forze (e momenti) agenti (ovvero che inducono lo scivolamento) e resistenti (che si oppongono allo scivolamento) su detta superficie.

In pratica, essendo infinite le superfici di scivolamento possibili, F_s viene valutato per ognuna delle superfici di un campione rappresentativo, generate con un certo criterio entro il volume del pendio assunto.

In tal modo il "fattore di sicurezza" del pendio sarà quello che compete alla superficie di scorrimento con F_s più basso e tale superficie è detta anche "superficie critica".

Una superficie di scivolamento assunta divide in due parti distinte il pendio.



Superiormente abbiamo una massa potenzialmente instabile, supposta rigida e inferiormente una massa rigida stabile, l'equazione

$$F_s = \frac{\tau_m}{\tau_f}$$

permette di determinare la stabilità del pendio nei confronti della superficie considerata precedentemente.

Le forze agenti sono le componenti tangenziali del peso proprio della massa e degli eventuali sovraccarichi superficiali agenti sulla superficie di scivolamento, mentre, le forze resistenti sono le resistenze al taglio mobilitate nei vari punti di detta superficie che dipendono dagli sforzi normali applicati e dalla resistenza al taglio locale del suolo.

Sistemi di forze interne e esterne (es. opere di rinforzo) influiscono nella stabilità globale del pendio e devono essere considerate opportunamente.

Per procedere con il calcolo di F_s , la massa potenzialmente instabile viene suddivisa in "fette" detti concio delimitate da superfici verticali, su ogni concio, vengono valutate singolarmente le forze agenti e resistenti.

L'insieme delle forze agenti sul concio singolo è presentato nella figura precedente, queste forze sono

- W = Peso del concio,
- S = Forza di taglio mobilitata sulla base del concio,
- N = Forza peso normale alla base del concio,

- U = Forza esercitata dal carico idraulico agente sulla base,
- T = Forza verticale interconcio,
- E = Forza orizzontale interconcio.

Nell'ipotesi che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio della rottura, secondo quanto esposto in precedenza, che correla tra loro le reazioni normali e tangenziali alla base, le incognite per la determinazione dell'equilibrio di ogni concio, risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione e la reazione normale alla base.

Per la determinazione di tutte le incognite, le equazioni di equilibrio risultano insufficienti per cui la risoluzione del problema va perseguita introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci.

Tali ulteriori ipotesi differenziano sostanzialmente i diversi metodi di calcolo e nel caso specifico, la soluzione numerica della stabilità viene risolta secondo diversi criteri.

In particolare, sono stati utilizzati il metodo di Morgenstern & Price e di Janbu rigoroso.

Le diverse procedure di calcolo nell'ambito dei metodi LEM, si diversificano per il tipo di assunzioni fatte per eliminare alcune incognite nel sistema di equazioni che servono per il calcolo di F_s .

Il sistema di equazioni non lineari, è piuttosto complesso e deve essere risolto in modo iterativo, assumendo un valore di tentativo iniziale e ripetendo i calcoli fino alla convergenza (differenza dei due valori inferiore a 0.001).

È importante sottolineare che assumere superfici di forma esclusivamente circolare in presenza di discontinuità stratigrafiche e/o strutturali, implica un forte rischio di sovrastima del valore del fattore di sicurezza F_s e di non localizzare affatto la zona di maggiore debolezza in assoluto.

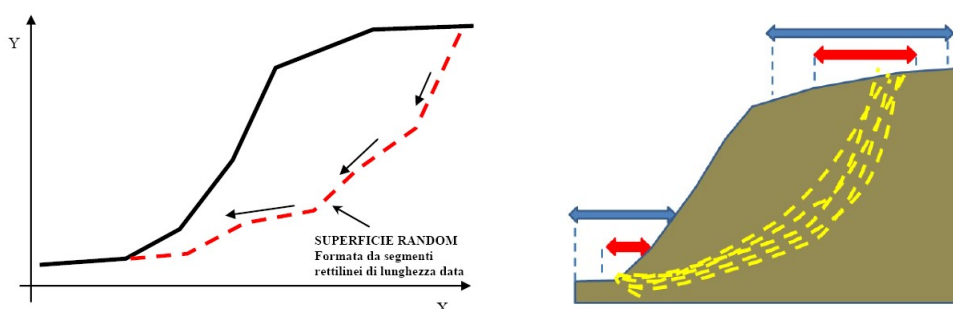
Questo può portare a vanificare completamente l'obiettivo prefissato di valutare correttamente il grado di stabilità del pendio.

Pertanto nel caso in esame, si sono effettuate le verifiche con l'utilizzo di superfici di forma composita, una ricerca accurata permette anche di trovare superfici con minor fattore di sicurezza anche di forma circolare o subcircolare, se ovviamente presenti.

Il programma utilizzato, permette queste possibilità cioè elimina le assunzioni preliminari sulla forma delle superfici di scivolamento.

I modelli di generazione delle superfici, si rifanno parzialmente al modello classico di Siegel et al. (1981) che è praticamente un modello di tipo Montecarlo, cioè basato sulla generazione di una distribuzione di numeri casuali da utilizzarsi per produrre una serie di superfici random condizionate a passare entro certi livelli e/o ad intersecare la superficie topografica entro intervalli scelti dall'operatore.

Ogni superficie random è costituita da segmenti rettilinei.



Con riguardo alle verifiche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) per ognuno di essi deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq R$$

Per le verifiche di stabilità a noi interessa l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), con R2 = 1.1 ma in quanto trattasi di fronti di scavo pari a 1.2.

I coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni sono mostrati nella figura seguente:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SL

		Coefficiente	EQ
		γ_F	
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevoli		1,1
Carichi permanenti non strutturali $G_{2(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevoli		1,5
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,9
	Sfavorevoli		1,5

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali è di una parte di un

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno sono invece mostrati nella figura seguente:

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}

coefficiente	R2
γ_R	1,1

Per fronti di scavo 1.2

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni, per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Alla luce di quanto esposto, con l'introduzione dei coefficienti parziali, il quadro riassuntivo dei parametri geotecnici, rappresentativi della litologia presente nel fronte di scavo, si modifica come di seguito:

Unità geotecnica	Parametri principali		
	γ	φ	c
	kN/m ³	°	kPa
Fronte di scavo	16.0	19.57	232
Coefficienti	1.0	1.25	1.25
Valori per analisi	16.0	15.6	185.6

Le verifiche, sono state effettuate utilizzando il modello di calcolo SSAP in condizioni statiche, tale modello, è caratterizzato dalla presenza di 7 metodi di calcolo rigorosi che operano nell'ambito della metodologia della verifica della stabilità dei pendii mediante il metodo dell'equilibrio limite: *Janbu rigoroso (1973)*, *Spencer (1973)*, *Sarma I (1973)*, *Morgenstern & Price (1965)*, *Chen & Morgenstern (1983)*, *Sarma II (1979)* e *Borselli (2016)*.

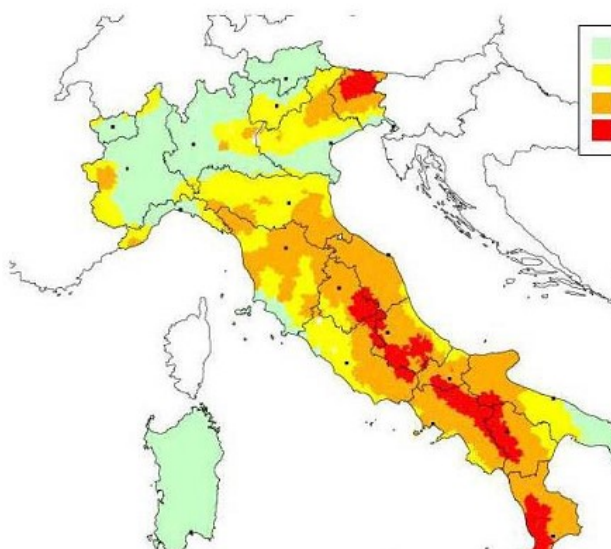
Perché le condizioni di sicurezza vengano verificate, una volta applicato il coefficiente $\gamma^*R = 1.2$, deve essere verificata la disuguaglianza $Ed \leq Rd$, ovvero che il rapporto tra il valore della resistenza Rd e quello della risultante delle azioni Ed sia ≥ 1 .

Nel caso in esame, l'analisi è stata condotta in condizioni sismiche.

La classificazione sismica del territorio nazionale, è articolata in 4 zone a diverso grado di sismicità, espresso dal parametro a_g cioè dall'accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

I valori convenzionali di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale, sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

Zona	Valore di a_g
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g



Tutti i comuni della Sardegna rientrano nella Zona Sismica 4.

Da precedenti esperienze ed ai sensi del NTC 2008 e smi, i terreni sono riconducibili in categoria D ossia a terreni coesivi da poco a mediamente addensati.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
Suolo A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di tagli m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore 5 m
Suolo B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da valori di miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT ₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e c terreni a grana fine)
Suolo C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (15 < Nspt < 50, 70 < cu < 250 kPa)
Suolo D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure c mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/sec (1

Nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLU dinamico ossia SLV) le componenti orizzontale F_h e verticale F_v dell'azione sismica, si ricavano dalle relazioni:

$$F_h = k_h V \quad k_h = \beta_s \frac{a_{\max}}{g}$$

$$F_v = k_v V \quad \text{dove: } k_v = +0.5 k_h$$

L'accelerazione massima attesa in sito (in condizioni di campo libero), può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S a_g = S_s S_T$$

$$\text{per cui} \quad K_h = a_g/g * B_s * S_s * S_T$$

dove:

S_s = Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g}$

S_T = Coefficiente di amplificazione topografica (la tabella seguente esprime i valori massimi), nel nostro caso cautelativamente si è presa la categoria T2 anche se l'altezza del pendio è inferiore ai 30 metri.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento
T1	-
T2	In corrispondenza della sommità del pendio
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo

T2

Pendii o rilievi isolati



Mentre β_s dipende dalla categoria di sottosuolo e dall'accelerazione al suolo.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C
	β_s	
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0
$0,1 < a_g(g) < 0,2$	0,27	0

Pertanto, fatte queste premesse, al fronte in esame, abbiamo associato le seguenti caratteristiche:

- *Categoria sottosuolo* D
- *Accelerazione al suolo* $a_g = 0.05 [m/s^2]$
- *Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo* $S_S = 1.90$
- *Coefficiente di amplificazione topografica* $S_T = 1.20$
- *Coefficiente riduzione* $\beta_s = 0.20$
- *Coefficiente di intensità sismica orizzontale* $K_H = (a_g / g) * \beta_s * S_T * S_S = 0.002324$
- *Coefficiente di intensità sismica verticale* $K_V = \pm 0.05 * K_H = \pm 0.001162$
- **Coefficiente di sicurezza richiesto** **1.20**

La verifica, ha visto il posizionamento del carico che simula quello dell'escavatore sul gradone.

Le verifiche in condizioni dinamiche sono state effettuate con coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale, utilizzando il metodo di Morgenstern & Price e di Janbu rigoroso analizzando 10000 superfici.

Il calcolo ha messo in evidenza un surplus di resistenza, tale procedura ha lo scopo di identificare se nel pendio in esame vi sia un deficit di resistenza rispetto a una condizione di sicura stabilità per il pendio stesso.

Tale calcolo considera il bilancio tra la forza totale resistente e la forza totale agente e viene espresso in kN per metro di larghezza rispetto al fronte della scarpata.

5.1. Fattore di sicurezza e deficit di resistenza

A conclusione dell'analisi di stabilità, occorre valutare se il coefficiente di sicurezza calcolato sia adeguato o accettabile rispetto agli scopi del progetto allo studio.

Nel caso in esame, il software utilizzato, **fornisce per tutte le superfici analizzate, le 10 superfici che hanno fornito i 10 minori coefficienti di sicurezza che identificano la fascia critica del pendio**, a cui competono i minori coefficienti di sicurezza ed in cui sono presenti i maggiori rischi di fenomeni di rottura.

Questa fascia critica è definita anche da un intervallo di valori del fattore di sicurezza.

Nel caso in esame si è stabilito di analizzare **10000 superfici random** generate dal programma.

Il software permette inoltre di monitorare **l'efficienza nella generazione delle superfici e la stabilità numerica delle superfici generate**.

L'efficienza nella generazione delle superfici, indica la percentuale di superfici generate con successo in quanto cinematicamente ammissibili.

La stabilità numerica delle superfici generate, è un indice della bontà delle verifiche effettuate ed è conveniente effettuare verifiche con un indice superiore al 50%.

La scelta del fattore di sicurezza, si basa essenzialmente sul grado di affidabilità delle informazioni raccolte attraverso le indagini e i rilievi effettuati e sulla valutazione delle possibili conseguenze a persone e/o a cose che sarebbero interessate dai fenomeni di rottura.

Secondo le asserzioni fatte da Duncan (1996), quando si hanno sia le incertezze sia i danni temuti piccoli, è possibile adottare valori di F dell'ordine di 1,3 o minori, mentre, quando le incertezze e i pericoli aumentano, occorre considerare valori maggiori.

Si ritiene comunque che la mancanza di una adeguata conoscenza geotecnica dei terreni e gravi danni attesi per persone e cose, non possono essere bypassati con l'adozione di un elevato coefficiente di sicurezza.

Di seguito si riportano le raccomandazioni elaborate dal Geotechnical Control Office di Hong Kong con riferimento ad un evento di pioggia con tempo di ritorno di 10 anni.

In ogni caso nell'ipotesi di gravi danni attesi per le persone, è previsto che il coefficiente di sicurezza del pendio non sia inferiore a 1,1.

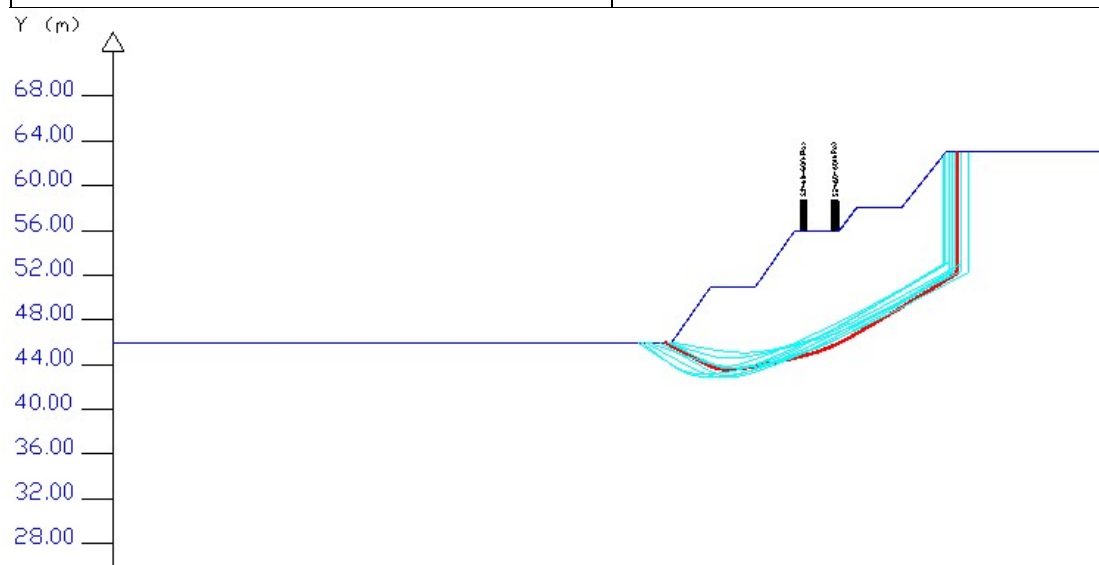
Rischio per le cose	Rischio per le persone		
	<u>Trascurabile</u>	<u>Basso</u>	<u>Alto</u>
<u>Trascurabile</u>	> 1	1.2	1.4
<u>Basso</u>	1.2	1.2	1.4
<u>Alto</u>	1.4	1.4	1.4

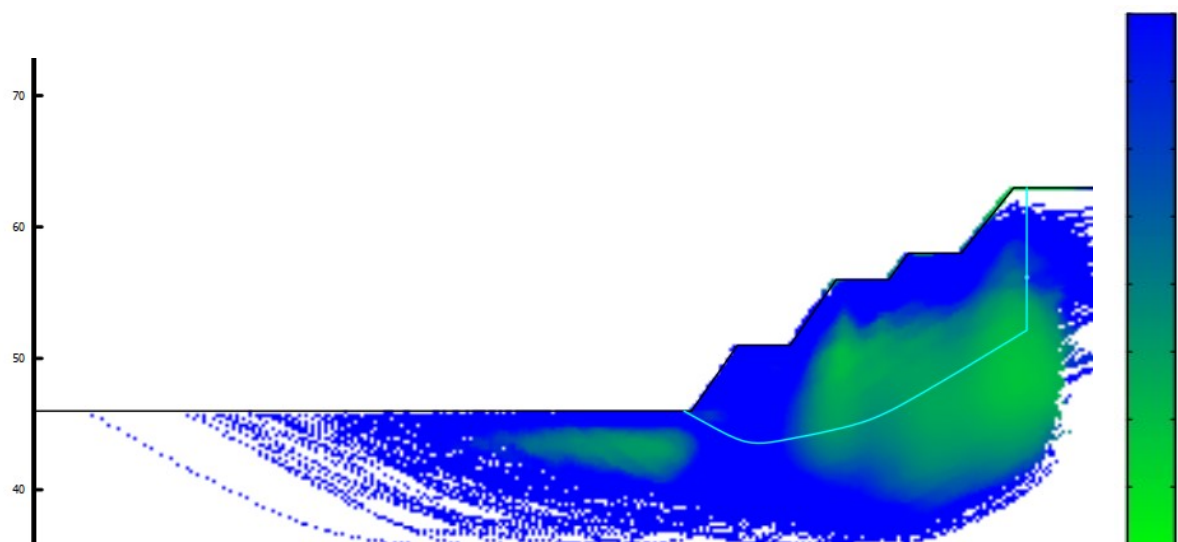
La rassegna delle indicazioni riportate nella letteratura e riguardanti i pendii naturali, gli scavi e i rilevati, indicano che i valori di F che vengono consigliati di volta in volta, variano tra 1.2 e 1.5.

Nel caso in esame, combinando i valori consigliati dalle norme (NTC 2018) e dalla letteratura, analizzata la conoscenza del sito dal punto di vista geometrico, geotecnico e dei danni conseguenti per persone e cose si è ritenuto opportuno considerare un fattore di sicurezza pari a 1,2 e le verifiche effettuate, i cui risultati sono esposti nei due paragrafi successivi, hanno verificato tale condizione.

5.2. Coefficiente di intensità sismica positivo

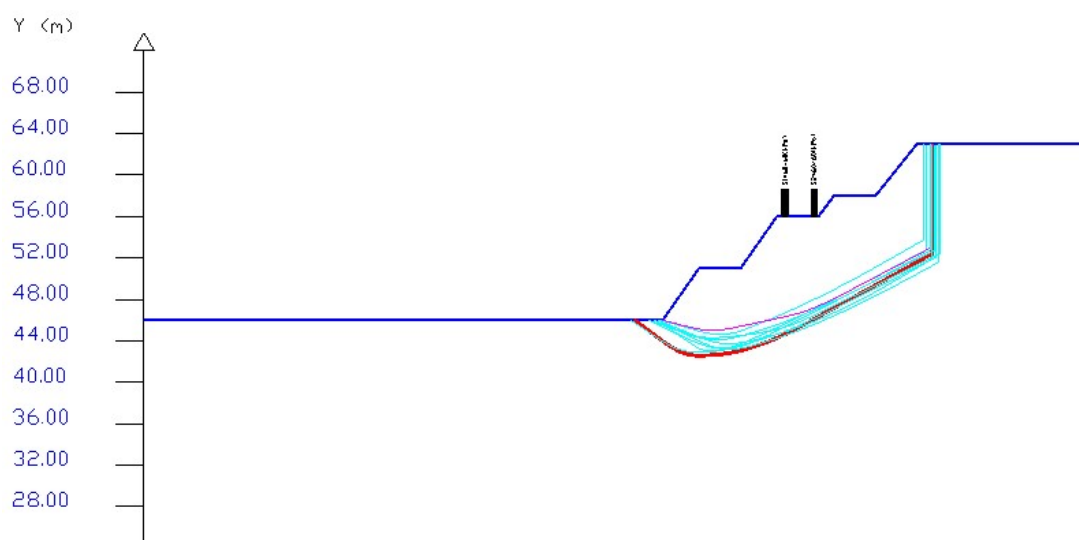
<i>Fattore di sicurezza</i>	6.0985-6.2776
<i>Efficienza nella generazione delle superfici</i>	11.782
<i>Stabilità numerica delle superfici generate</i>	94.54
<i>Surplus di resistenza valore minimo kN/m</i>	5240
<i>Carico su gradone</i>	Si

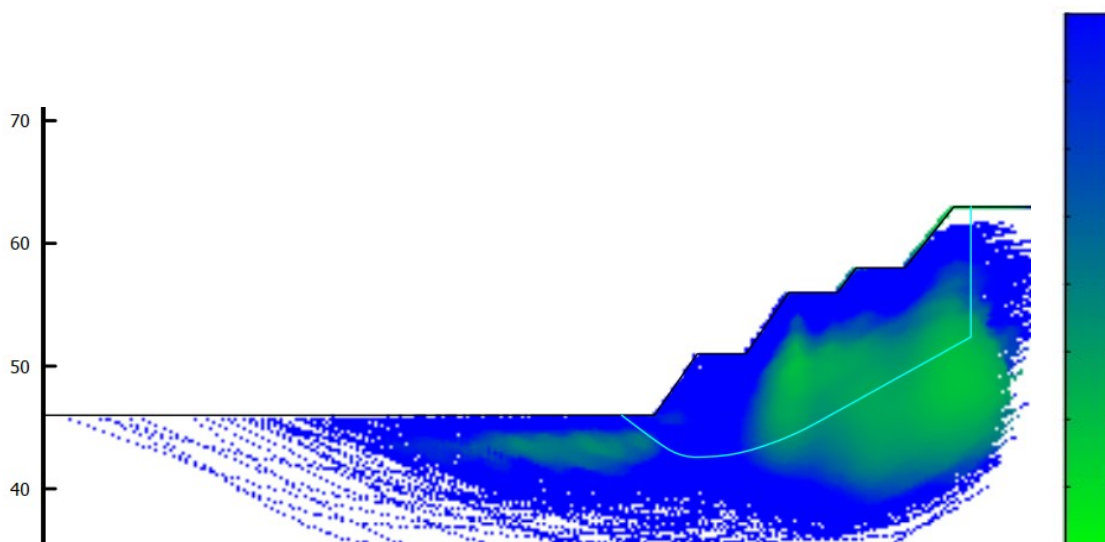




5.3. Coefficiente di intensità sismica negativo

<i>Fattore di sicurezza</i>	6.1315-6.2654
<i>Efficienza nella generazione delle superfici</i>	15.113
<i>Stabilità numerica delle superfici generate</i>	93.54
<i>Surplus di resistenza valore minimo kN/m</i>	5097,6
<i>Carico su gradone</i>	Si





5.4. Fattore di metastabilità

Il rapporto $K = (FM - Ft) / (FM - Fm)$, indica se il pendio presenta o no condizioni di metastabilità, il cui valore di soglia è pari ad 1, cioè:

per valori >1 , il pendio non oltrepassa mai il valore di soglia,

per valori <1 esiste almeno un caso in cui la soglia viene oltrepassata, mentre

per valori <0 , la soglia viene superata in tutte le condizioni testate.

Nella formula per il calcolo di K , i termini hanno il seguente significato:

FM valore massimo del fattore di sicurezza ottenuto con le diverse verifiche effettuate;

Fm valore minimo del fattore di sicurezza ottenuto con le diverse verifiche effettuate;

Ft valore di soglia al di sotto del quale si ha condizione di instabilità.

Nei casi analizzati il fattore di metastabilità è $>$ di 1.

5.5. Conclusioni

Secondo i disposti del D.Lgs. 624/96 articolo 10 comma 1 punto m (Sicurezza nelle attività estrattive), la verifica di stabilità dei fronti di scavo andrà ripetuta con cadenza annuale.

In ogni caso, dovranno essere sottoposte a verifica di stabilità, tutte quelle situazioni che si discostano da quelle oggetto della presente verifica.

Durante la fase di coltivazione, assumerà fondamentale importanza il rispetto delle indicazioni geometriche dei fronti di scavo riportate nei precedenti paragrafi e negli allegati progettuali.

Saranno, inoltre, effettuate delle sessioni informative durante le quali si porteranno a conoscenza gli addetti delle problematiche inerenti la corretta conformazione dei fronti di scavo.

Saranno emanate norme interne con l'indicazione della geometria dei fronti di scavo.

Occorrerà attraverso i rilievi topografici periodici, monitorare gli angoli delle scarpate dei gradoni e dell'intero scavo, allo stesso tempo le prove di laboratorio sui materiali presenti nei fronti di scavo permetteranno di verificare la congruenza dei dati utilizzati nella verifica di stabilità rispetto alle variate condizioni dei fronti di scavo.

Iglesias, aprile 2021

I Tecnici	
<p><i>Dott. Geol. – Per. Min.</i></p> <p><i>Pietro Pittau</i></p>	<p><i>Dott. Pian. – Per. Min.</i></p> <p><i>Fabio Grasso</i></p>
Timbro e firma	Timbro e firma

6. Bibliografia

Autore	Titolo	Note
Carmignani L.	Carta Geologica della Sardegna fogli Sud e Nord (scala 1:200000)	1996
Silvio Delsante,	Note di informazione sintetica sulla v.i.a.	Centro VIA Italia – AAA
Manuale a cura di Alessandro G. Colombo e Sergio Malcevschi	Manuale aaa degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale Vol 1	Centro VIA Italia – AAA
A cura di Alessandro G. Colombo e Sergio Malcevschi	Manuale aaa degli indicatori per la valutazione di impatto ambientale Vol 2	Centro VIA Italia – AAA
FORMEZ	Progetto Valutazione di Impatto Ambientale, appunti per il corso di formazione per analisti dell'impatto ambientale	Napoli 1993
S.Lanzavecchia	Guida pratica alla valutazione di impatto ambientale	Formez
M. di Fidio	Capitolato speciale di appalto per opere di costruzione del paesaggio con il computer	1995, Pirola
M. di Fidio	Architettura del paesaggio	1990, Pirola
Gisotti G., Bruschi S.	Valutare l'ambiente	1990 Roma: NIS
La Camera. F.	VIA. Guida all'applicazione della normativa	1998 Ed. Pirola, Sole 24 ore.
Malcevschi. S	Qualità ed impatto ambientale. Teoria e strumenti della valutazione di impatto.	1991 ETASLIBRI, Milano.
Mendia L., D'Antonio G., Carbone P	Principi e metodologie per la valutazione di impatto ambientale	Ingegneria Sanitaria n°3, 1985.
MRST	Valutazione dell'impatto ambientale	1982 Istituto poligrafico dello Stato
L.Buccino, A.Russi	Programma di valutazione impatto ambientale. Calcolo degli impatti elementari con modelli matriciali	1990, Dario Flaccovio Editore
Regione Liguria	Norme tecniche per la procedura di Valutazione di impatto ambientale	1995
Alberto Colorni e Sergio Malcevschi	Manuale per la Valutazione di Impatto Ambientale	1994 Regione Lombardia
Schmidt di Friedberg P. (a cura di)	Gli indicatori ambientali. Valori, metri e strumenti nello studio dell'impatto ambientale. Atti del Convegno FAST-SITE. Milano	1986 Franco Angeli
Westman W.E	Ecology, Impact assessment and Environmental Planning	1985 Edited by John Wiley & Son Inc
	Repertorio della fauna protetta	
	Repertorio della flora protetta	
I.Sharland	Manuale di acustica applicata. L'attenuazione del rumore	1994,Ed. Woods Italiana
Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria	RTI CTN_ACE 4/2001
	Guidance on EIA EIS Review	June 2001 Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities
Pala, Pecorini, Porcu, Serra	Schema geologico strutturale della Sardegna	
A.Cherchi & L.Montadert	Il sistema di rifting oligo-miocenico del Mediterraneo occidentale e sue conseguenze paleogeografiche sul terziario sardo	Mem.Soc.Geol.It.,Vol. 24, 1982
M.Boccaletti - L. Tortorici	Appunti di geologia strutturale	1987, Patron Editore
Dip. Intrateneo Territorio - Politecnico e Università di Torino	Indice del grado di naturalità del territorio	2002

G.Chiesura	Considerazioni sulla stabilità di pendii in terra e rocciosi, con particolare riferimento all'importanza della determinazione del coefficiente di sicurezza	Geologia Tecnica
M.Civita	I problemi connessi con il corretto sfruttamento e la protezione delle risorse idriche sotterranee in Italia	Suolosottosuolo Torino 1989
E.Cernetti	Attività estrattive a cielo aperto e gestione del territorio	Suolosottosuolo Torino 1989
G.B.Castiglioni	Geomorfologia	Utet
Autori vari	Cave e ambiente in Italia	Conv.naz. di Italia Nostra 1976
K.W. Butzer	Accelerated soil erosion: a problem of man-land relationship. In perspectives on environments	Association of Amer. Geogr. 1974
G.Castany	Idrogeologia. Principi e metodi	1982, Dario Flaccovio Editore
M.Panizza	Elementi di geomorfologia	1973, Pitagora editrice Bologna
ISPESL	Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro	2003
ISPESL	Rischi professionali, guida alla valutazione	1994, Fogli di informazione Ispesl
ISPESL	Valutazione delle condizioni di lavoro nelle piccole e medie imprese, metodologia pratica	1994, Fogli di informazione Ispesl
Dossier ambiente	La valutazione dei rischi	1995, Ass. Amb. e Lav.
G.Chiesa	Idraulica delle acque di falda	1994, Dario Flaccovio Editore
L.Hamill-F.G.Bell	Acque sotterranee	1992, Dario Flaccovio Editore
G.di Rosa	Rischio idrogeologico e difesa del territorio	1999, Dario Flaccovio Editore
Casadio, Elmi	Il manuale del geologo	1995, Pitagora editrice
P.Colombo	Elementi di geotecnica	1973, Zanichelli
R.Lancelotta	Meccanica dei terreni	1980, LEU
R.Lancelotta	Geotecnica	1992, Zanichelli
F.Ippolito, P.Nicotera, P.Lucini, M.Civita, R.de Riso	Geologia tecnica per ingegneri e geologi	1977, ISEDI
R.Brotzu	Alberi, arbusti ed erbe della Sardegna	2000, Il maestrale
C.Airò Farulla	Analisi di stabilità dei pendii	2000, Hevelius edizioni
A.Aru, P.Baldaccini, A.Vacca	Carta dei suoli della Sardegna	1991, Reg. Aut. della Sardegna-Univ. Degli Studi di Ca. Dip. Sc. della Terra
Autori vari	L'ambiente naturale in Sardegna	1986, Carlo Delfino editore
Camarda-Valsecchi	Alberi e arbusti spontanei della Sardegna	1982, Gallizzi SS
T.Casu, G.Lai, G.L. Pinna	Guida alla flora e alla fauna della Sardegna	1989, Ed.Arch.Fotografico Sardo SS
M.Chiappini	Guida alla flora pratica della Sardegna	1988, Carlo Delfino editore
D.Ruiu	Gli animali della Sardegna Vol. I e II	Ediz. Il maestrale
F. Puddu – M.Viarengo	Animali di Sardegna. I mammiferi.	1990, Carlo Delfino editore
I. Camarda, S.Falchi, G. Nudda	L'ambiente naturale in Sardegna	1998, Carlo Delfino editore
A.F. Fadda	L'evoluzione del paesaggio in Sardegna	1990, Coedisar