



**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**

PROGETTO INTEGRATO DI  
*Coltivazione mineraria e riabilitazione ambientale*  
*Valutazione di Impatto Ambientale*

*Aprile 2021*

*Committente*

**SSB srl**

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

## SOMMARIO

1.	Normativa di riferimento	6
1.1.	Principale normativa europea	6
1.2.	Principale normativa nazionale	6
1.3.	Normativa regionale	6
2.	Organizzazione dello studio di impatto ambientale	7
3.	Premessa	8
3.1.	Momento zero	8
3.2.	Descrizione delle alternative	9
3.2.1.	Alternativa zero	9
3.2.2.	Alternativa di localizzazione	10
3.2.3.	Alternative di processo o strutturali	10
3.3.	Ambito territoriale interessato	10
3.4.	Collegamenti con le reti infrastrutturali	10
3.5.	Limiti operativi spaziali e temporali	11
3.6.	Criteri di scelta della miglior tecnologia disponibile	11
3.7.	Analisi costi-benefici delle varie opzioni	12
3.8.	Indicazione delle possibili alternative di sito	13
4.	Descrizione introduttiva del progetto	14
4.1.	Premessa	14
4.2.	Inquadramento geografico	14
4.3.	Descrizione storica dell'attività	16
4.4.	Specifica della natura giuridica dei soggetti proponenti e gestori dell'iniziativa	17
4.4.1.	Dipendenti	20
4.4.2.	Mezzi meccanici	20
4.4.3.	Attività indotte legate all'iniziativa	20
5.	Atti pianificatori sul territorio	21
5.1.	Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.)	21
5.2.	Piano Regionale Attività Estrattive (P.R.A.E.)	21
5.3.	Parco Geominerario della Sardegna	21
5.4.	Legge 21.11.2000 n° 353	22
5.5.	Legge Regionale 31 del 1989	22
5.5.1.	Parchi naturali	22
5.5.2.	Monumenti naturali	23
5.5.3.	Riserve naturali, aree protette e aree di interesse	23
5.6.	Siti di interesse comunitario (SIC) e zone speciali di conservazione (ZSC)	23
5.7.	Zone di protezione speciali (ZPS)	24
5.8.	Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	24
5.9.	Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna	26
5.9.1.	Finalità e contenuti del PAI	26
5.9.2.	Sub bacino del Coghinias-Mannu-Temo	28
5.9.3.	Perimetrazione delle aree di pericolosità e di rischio	29
5.9.4.	Analisi delle perimetrazioni della zona	31
5.10.	Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)	32
5.11.	Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA)	32
6.	Quadro di riferimento progettuale	34
6.1.	Indicazioni geolitologiche e tettoniche del sito	34
6.1.1.	Definizione di tipo e qualità del materiale estrattivo	34
6.1.2.	Caratteri geostrutturali	35
6.1.3.	Caratteri merceologici	35
6.1.4.	Distribuzione areale del materiale utile nella concessione e al contorno dell'area	35
6.1.5.	Sezioni geolitologiche	40
6.2.	Previsione sulle quantità di bentonite da estrarre complessivamente in un decennio e mediamente nell'arco di ogni anno.	40
6.3.	Indicazione delle eventuali fasce di rispetto attuate	42
6.4.	Descrizione del metodo di coltivazione	42
6.5.	Descrizione dei principali parametri progettuali relativi al sito minerario	46
6.5.1.	Indicazione della localizzazione	46
6.5.2.	Superficie interessata dalla concessione	46
6.5.3.	Volumi	47
6.5.4.	Capacità di estrazione e produzione	49
6.6.	Pianificazione dell'attività estrattiva nei vari anni	49
6.6.1.	Durata di esercizio della miniera	50
6.7.	Dati topografici	50
6.7.1.	Identificazione del sito	50

6.7.2.	Punti di riferimento, caposaldi	50
6.7.3.	Quota alla base	51
6.7.4.	Quota al culmine	51
6.7.5.	Inclinazione media del pendio prima e dopo l'escavazione	51
6.7.6.	Modalità di scarico acque	51
6.8.	Fase di preparazione cantiere	51
6.8.1.	Strade di accesso	51
6.8.2.	Viabilità interna	51
6.8.3.	Predisposizione piazzali per le lavorazioni	52
6.8.4.	Predisposizione logistica di cantiere	52
6.8.5.	Scotico ed accantonamento terreno vegetale	53
6.8.6.	Asporto sterile di copertura (cappellaccio)	53
6.8.7.	Allaccio alle reti tecnologiche	54
6.9.	Fase di escavazione	54
6.9.1.	Geometria dei gradoni	54
6.9.2.	Drenaggi ipodermici e superficiali	54
6.9.3.	Sistemi di raccolta e trattamento acque meteoriche	54
6.9.4.	Modalità di stoccaggio dei materiali estratti	55
6.10.	Fase di riabilitazione e fase di chiusura	55
6.10.1.	Opere del ripristino	56
6.10.2.	Indicazione della destinazione d'uso finale	57
6.10.3.	Tipo di rinverdimento	57
6.10.4.	Regimazione idraulica finale	57
6.11.	Descrizione delle attività gestionali della miniera	57
6.11.1.	Sistemi di trattamento e destinazione degli eventuali scarti di lavorazione	57
6.11.2.	Trattamento del materiale estratto	57
6.11.3.	Attrezzature utilizzate per la coltivazione	59
6.11.4.	Attrezzature per le lavorazioni complementari	59
6.11.5.	Mezzi di movimentazione interna alla miniera	59
6.12.	Analisi costi/benefici	59
6.13.	Descrizione del progetto dell'attività che sarà insediata a recupero ultimato della miniera	60
7.	Inquadramento ambientale	60
7.1.	Premessa	60
7.2.	Analisi dei flussi	60
7.2.1.	Analisi dei flussi dell'attività di preparazione del giacimento alla coltivazione	61
7.2.2.	Analisi dei flussi dell'attività di coltivazione, ritombamento e trasporto del materiale	62
7.2.3.	Analisi dei flussi dell'attività di riabilitazione ambientale	63
7.3.	Individuazione quantitativa degli aspetti ambientali connessi con l'attività	64
7.3.1.	Definizione e identificazione delle componenti ambientali	64
7.3.2.	Lista dei fattori di impatto ambientale	65
7.3.3.	Definizione ponderale dei singoli fattori di impatto su ciascuna componente ambientale	65
8.	Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione	69
8.1.	Definizione dell'ambito di potenziale influenza dell'opera	69
8.2.	Analisi delle componenti ambientali	69
8.2.1.	Atmosfera	69
8.2.2.	Rumore	76
8.2.3.	Flora e fauna	80
8.2.4.	Suolo	89
8.2.5.	Acque superficiali e sotterranee	91
8.2.6.	Sottosuolo	94
8.2.7.	Paesaggio	96
8.2.8.	Assetto socio economico	103
8.2.9.	Salute pubblica	111
9.	Stima finale degli impatti non eliminabili e loro mitigazioni e compensazioni	115
9.1.	Destinazione d'uso	115
9.1.1.	Sottrazione di aree	115
9.1.2.	Conflitti d'uso	115
9.1.3.	Coerenza con la pianificazione	115
9.2.	Effetti geomorfologici e pedologici	116
9.2.1.	Consumo di suolo	116
9.2.2.	Stabilità dello scavo	117
9.2.3.	Modificazioni geomorfologiche e pedologiche	128
9.3.	Diffusione di emissioni gassose e di polveri	128
9.3.1.	Sollevamento di polveri per la movimentazione con i mezzi meccanici e con i camion	128
9.3.2.	Analisi sulla diffusione delle polveri in atmosfera	130
9.3.3.	Emissioni dei gas di scarico dai mezzi	135
9.4.	Occupazione di maestranze locali	137

9.5.	Emissioni sonore	137
9.6.	Effetti sulla fauna	138
9.6.1.	Allontanamento fauna	138
9.6.2.	Perdita e frammentazione dell'habitat	139
9.6.3.	Aumento della mortalità animale	140
9.7.	Effetti sulla vegetazione	140
9.7.1.	Premessa	140
9.8.	Interferenza con il sistema idrico superficiale	141
9.8.1.	Deflusso delle acque superficiali	141
9.8.2.	Scarichi al suolo ed effluenti liquidi	141
9.9.	Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	142
9.9.1.	Premessa	142
9.10.	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	142
9.10.1.	Premessa	142
9.11.	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	143
9.11.1.	Premessa	143
9.12.	Impatto visivo	145
9.12.1.	Premessa	145
9.13.	Aumento del traffico veicolare	145
9.13.1.	Premessa	145
9.14.	Quantificazione dei valori di magnitudo	147
9.14.1.	Analisi della sensibilità territoriale	148
9.14.2.	Calcolo degli impatti elementari	153
9.14.3.	Conclusioni	156
10.	Piano di monitoraggio	157
10.1.	Obiettivi	157
10.2.	Organizzazione dell'azienda	157
10.2.1.	Componenti ambientali	157
11.	Bibliografia	160



**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. Normativa di riferimento**

---

### **1.1. Principale normativa europea**

#### **Direttiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 dicembre 2011**

concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (codificazione).

#### **Direttiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 Aprile 2014**

modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.

### **1.2. Principale normativa nazionale**

#### **D. Lgs. 152 del 2006**

Norme in materia ambientale.

#### **DM del 30 marzo 2015**

Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome.

#### **D. Lgs. n. 104 del 2017**

Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114.

### **1.3. Normativa regionale**

#### **DGR 45/24 del 27.11.2017**

recante "Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale. D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 104. Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della Legge 9 luglio 2015, n. 114."

#### **DGR 53/14 del 28.11.2017**

recante "Individuazione dell'autorità competente nell'ambito del procedimento autorizzatorio unico e proroga del termine di validità del regime transitorio di cui alla deliberazione n. 45/24 del 27.9.2017 D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 104". La DGR 53/14 proroga l'efficacia temporale della DGR 45/24 del 2017, modificando l'allegato C alla medesima.

#### **DGR 19/33 del 17.04.2018**

recante "Atto di indirizzo interpretativo ed applicativo in materia di estensione dell'efficacia temporale dei provvedimenti di VIA e Verifica".

#### **Circolare 9 maggio 2018**

DGR 19/33 del 17.04.2018 - Indicazioni sull'iter per la presentazione delle istanze di estensione dell'efficacia temporale dei provvedimenti di Verifica e di VIA.

#### **Comunicazione del 19 ottobre 2018**

Nuove disposizioni per i versamenti previsti dalla DGR 45/24 e 53/14 del 2017 - Procedimenti in materia di VIA.

#### **L.R.11 gennaio 2019 n.1**

Capo III Disposizioni in materia di VIA e VINCA, art. 9: Procedure di valutazione di progetti ricadenti all'interno dei siti della rete Natura 2000.

## 2. Organizzazione dello studio di impatto ambientale

---

Con riferimento ai disposti del

- ❖ D. Lgs. 152 del 2006 che detta Norme in materia ambientale,
- ❖ DGR 45/24 del 27.11.2017 recante “Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale. D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 104. Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell’impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della Legge 9 luglio 2015, n. 114.”,
- ❖ DGR 53/14 del 28.11.2017 recante “Individuazione dell’autorità competente nell’ambito del procedimento autorizzatorio unico e proroga del termine di validità del regime transitorio di cui alla deliberazione n. 45/24 del 27.9.2017 D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 104”. La DGR 53/14 proroga l’efficacia temporale della DGR 45/24 del 2017, modificando l’allegato C alla medesima.

si redige il presente lavoro ai fini della procedura di valutazione di impatto ambientale.

**Il documento viene redatto in conformità alle disposizioni di cui all'allegato A4 alla DGR 45/24 del 27.11.2017 ed all'articolo 22 del D.Lgs. n. 152/2006.**

L'articolazione è la seguente e rispecchia quella prevista dall'allegato A4 della D.G.R. 45/24.

- ❖ descrizione del progetto e delle principali alternative ragionevoli allo stesso,
- ❖ descrizione degli aspetti dello stato attuale dell'ambiente,
- ❖ descrizione dei fattori potenzialmente soggetti a impatti ambientali dal progetto proposto,
- ❖ descrizione dei probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto,
- ❖ descrizione delle misure previste per evitare, prevenire, ridurre o, se possibile, compensare gli impatti ambientali,
- ❖ descrizione degli elementi e dei beni culturali e paesaggistici eventualmente presenti,
- ❖ descrizione dei previsti impatti ambientali significativi e negativi del progetto, derivanti dalla vulnerabilità del progetto ai rischi di gravi incidenti e/o calamità che sono pertinenti per il progetto,
- ❖ riassunto non tecnico delle informazioni trasmesse sulla base dei punti precedenti,
- ❖ elenco di riferimenti che specifichi le fonti utilizzate per le descrizioni e le valutazioni incluse nello Studio di Impatto Ambientale,
- ❖ sommario delle eventuali difficoltà, quali lacune tecniche o mancanza di conoscenze, incontrate dal proponente nella raccolta dei dati richiesti e nella previsione.

### 3. Premessa

---

#### 3.1. Momento zero

Il “momento zero”, inteso come condizione temporale di partenza dei sistemi ambientali, economico e sociale sulla quale si innestano i successivi eventi di trasformazione e gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera, è inserito all'interno del capitolo 8 che contiene la *“Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione”*.

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.

I riflessi di carattere ambientale legati al proseguimento dell'attività mineraria, passano necessariamente per:

1. sottrazione graduale, nell'arco di 10 anni di vita previsti per il prolungamento del progetto, di circa 4,8 ettari di suolo all'attuale utilizzo di pascolo;
2. variazione progressiva della morfologia pianeggiante del sito, legata allo sviluppo degli sbancamenti con metodo di coltivazione a fossa, all'accumulo temporaneo del materiale utile e della terra vegetale da riutilizzare, alla ricostruzione progressiva del piano di campagna originario;

3. saltuario impatto visivo dell'opera per un tratto di circa 600 metri della SP n° 65, in entrambe le direzioni di marcia.
4. possibile aumento della polverosità locale, legata alla periodica movimentazione dei materiali soprattutto nel periodo secco e in concomitanza di venti dai quadranti occidentali;
5. parziale disturbo della fauna locale, che comunque già convive con l'attuale antropizzazione del sito.

Verso i fattori di disturbo elencati vengono proposti nel SIA validi interventi di mitigazione atti a limitarne gli effetti per cui l'areale interessato dal progetto risulta in grado di assorbire le conseguenze dell'intervento, favorendo contestualmente importanti ricadute economiche sia sul contesto locale che in "area vasta" a carattere regionale.

### **3.2. Descrizione delle alternative**

#### **3.2.1. Alternativa zero**

Introducendo il concetto di "**opzione zero**", riguardante l'analisi dei fattori legati alla "non realizzazione del progetto" ne deriva sostanzialmente:

- ❖ mantenimento del medesimo utilizzo agropastorale, in quanto dall'attuale pianificazione urbanistica comunale, nella carta della zonizzazione del PUC ricade in zona agricola E5c e marginalmente in area H29, mentre nella cartografia del PUC delle aree estrattive, ricade in zona libera da vincoli, paesaggisticamente e urbanisticamente compatibile con nuove attività estrattive di miniera, adiacente all'ex area mineraria;
- ❖ mancanza di un reddito per la proprietà, in quanto non si creerebbe il flusso dato dal canone annuo di affitto del terreno;
- ❖ mancato utilizzo di una risorsa naturale, il cui sfruttamento risulta oramai da anni integrato nel tessuto socio-economico locale e dell'area vasta del Sassarese;
- ❖ mancata possibilità di avvio di una nuova attività estrattiva della SSB, con rinuncia ad ulteriori quote di mercato nel settore della bentonite per perforazioni speciali, dell'ingegneria civile e della fonderia, sia nel mercato nazionale che europeo;
- ❖ mancata possibilità di un incremento occupazionale diretto e indiretto.

La realizzazione del progetto gode d'altra parte dei seguenti fattori:

- ❖ mantenimento degli attuali standard produttivi della SSB, come continuità estrattiva e trattamento/commercializzazione di un prodotto miscelato nell'impianto di S'Aliderru, l'unico dei due stabilimenti societari cui è destinata la bentonite di Padulazzu e di spedizioni di materiale grezzo tal quale dall'imbarco di Porto Torres;
- ❖ garanzie di natura tecnico-economica, amministrativa ed ambientale, infatti, l'Azienda è dotata di certificazione ISO 14001; la stessa ditta ha un reparto apposito che si occupa di certificazione 9001-14001-45001 (SQS Certificate Clariant); recentemente rinnovate a partire dal 1 ottobre 2020 con validità fino al 30 settembre 2023;
- ❖ 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;

- ❖ supporto della casa madre, il 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;
- ❖ ricadute economiche a livello locale e a livello di "area vasta".

### **3.2.2. Alternativa di localizzazione**

Tale possibilità nel caso di un giacimento minerario non può essere presa in considerazione in quanto a differenza di altre intraprese industriali, il bene da estrarre non può essere delocalizzato.

Nel caso in oggetto, non riconducibile ai casi di insediamento di strutture industriali o di qualsiasi altra tipologia insediativa, *esiste un bene minerario naturale rappresentato dal giacimento bentonitico, che è ubicato in una ben precisa posizione e su tale localizzazione non si può operare chiaramente una scelta alternativa.*

*Per di più, le caratteristiche mineralogiche di questo materiale non ne consentono la sostituzione con materiale proveniente da un'altra miniera.*

*Il suo utilizzo, e di conseguenza la operatività della miniera, rappresenta quindi per la Clariant un passo obbligato verso il mantenimento di quella quota di mercato.*

### **3.2.3. Alternative di processo o strutturali**

Tra le possibili alternative, si è considerata quella del non riempimento dello scavo di coltivazione, che dal punto di vista economico avrebbe permesso un risparmio sulle spese di acquisizione dei materiali e sui costi operativi.

Tale alternativa è stata scartata per effetto del notevole impatto che avrebbe arrecato sul territorio.

### **3.3. Ambito territoriale interessato**

Gli ambiti potenziali di influenza dell'opera, sono stati perimetrati come di seguito indicato:

1. per quanto concerne le emissioni gassose e di polveri e la conseguente variazione della qualità dell'aria, si è considerata l'area che si estende fino ad un ambito di indagine di 1,5 km;
2. per quanto riguarda i fattori, rumore e vibrazioni, l'area considerata si estende fino ad una distanza di 2 km dal perimetro della miniera cioè, comprende l'area stimata di maggior impatto;
3. per quanto attiene al paesaggio, l'ambito che si è considerato è quello interessato dai coni di visuale e dal contesto morfologico al contorno.

### **3.4. 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.



### 3.5. Limiti operativi spaziali e temporali

Nel presente paragrafo, si indicano i limiti temporali e spaziali relativi alle tre differenti fasi del processo:

- ❖ 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.

### 3.6. Criteri di scelta della miglior tecnologia disponibile

Il corpo minerario bentonitico, ha una morfologia che può essere ricondotta ad una ellisse poco schiacciata con l'asse maggiore orientato in direzione circa sud ovest-nord est; l'analisi dei sondaggi, non mostra l'esistenza di disturbi tettonici, rendendo ottimale la metodologia di coltivazione e la conseguente configurazione dello scavo.

Il corpo minerario ha una giacitura suborizzontale ed è ricoperto da una colata vulcanica di natura ignimbratica generalmente alterata, di spessore abbastanza costante e che rappresenta, assieme al terreno agrario di copertura, l'attuale piano di campagna.

Di conseguenza la sua coltivazione è guidata dalla morfologia della superficie e da quella del tetto della formazione calcarea di base rispetto alla quale si è mantenuto un franco minimo di 2 metri.

Su una giacitura generale di questo tipo è stata impostata una coltivazione a cielo aperto del genere "a fossa", che rappresenta il metodo più adatto per lo sfruttamento redditivo della risorsa mineraria conosciuta. Tale metodo di coltivazione è dal punto di vista degli impatti, il meno invasivo dopo la coltivazione in sottosuolo, perché permette di:

- ❖ mitigare l'impatto visivo poiché lo scavo risulta al di sotto del piano di campagna,
- ❖ ritombare l'area con gli sterili durante la stessa fase di coltivazione,
- ❖ non avere cumuli di materiali sterili inerti dislocati nel piano di campagna per lungo tempo: la contestuale ricolmata dello scavo evita la formazione di stock per lunghi periodi, e le stesse operazioni di carico del materiale utile avvengono quasi in contemporanea alla fase di sbancamento. Unica eccezione è rappresentata dal cumulo di terra vegetale da riutilizzare nella ricostruzione e il cui volume

- sarà variabile in rapporto all'attività di ricolmata e a quella di scotico di nuove porzioni. La naturale rivegetazione spontanea di queste terre contribuisce nel tempo a diminuirne la visibilità. L'insieme di questi fattori contribuisce ad una gestione ottimale anche degli impatti visivi, sia prossimi che lontani,
- ❖ ridurre parzialmente, durante la fase di estrazione vera e propria, l'emissione dei rumori e delle polveri nell'ambiente circostante per il fatto che i mezzi operano all'interno della "fossa".

### **3.7. Analisi costi-benefici delle varie opzioni**

L'analisi "costi-benefici" che ne consegue risulta essere fondamentalmente positiva, per le seguenti ragioni:

*la produzione durante la passata vigenza della concessione mineraria "Padulazzu" ammonta a 15.000 tonnellate annue, la sua destinazione principale è il mercato nazionale/europeo delle perforazioni speciali, dell'ingegneria civile (impermeabilizzazioni, etc) e della fonderia.*

*Questo materiale può, inoltre, entrare in miscela con altre bentoniti sarde per la fornitura di altri mercati.*

*Si tratta di volumi modesti (rispetto ai quantitativi prodotti dalla SSB in altre miniere) che occupano però settori di nicchia ad elevato valore aggiunto, come quello appunto delle perforazioni speciali, dove la Clariant si è da anni assicurata una posizione di rilievo.*

*La possibilità di ripartire nello sfruttamento del giacimento bentonitico di Padulazzu, consentirà alla Clariant di mantenere – e possibilmente incrementare nel medio termine – le quote di presenza in tali mercati.*

La produzione media annua di argille bentonitiche si attesta nell'ordine di circa 250.000 tonnellate, estratte prevalentemente nella Concessione Mineraria di Case S'Aliderru, con la successiva lavorazione delle medesime nell'adiacente impianto di recente costruzione con associati i piazzali adibiti all'essiccazione solare.

*Il fatturato della Clariant ha seguito negli ultimi anni un trend positivo con incrementi medi annui intorno al 5-8%; la ripresa dello sfruttamento delle bentoniti di Padulazzu, produrrebbe un importante incremento nelle quote di mercato soprattutto nel segmento delle perforazioni speciali per la ricerca di idrocarburi e dell'ingegneria civile.*

*Risulta del tutto evidente quindi l'importanza che riveste per la SSB l'utilizzo di tale risorsa.*

*La continuità sul mercato passa naturalmente e prioritariamente per la continuità operativa di uno dei due stabilimenti societari, quello di S'Aliderru, cui il materiale estratto viene trasferito per il trattamento richiesto.*

Tra le ulteriori ricadute economiche indirette del progetto è sicuramente da sottolineare l'indotto legato alla fase di trasporto del materiale verso questo stabilimento, ricadente su alcune imprese di trasporto della Sardegna settentrionale.

L'indotto socio-economico diretto *sulla comunità del Sassarese* riguarda innanzitutto la possibilità di nuova occupazione sia del personale dipendente diretto sia di quella dei terzisti locali a cui è affidata la movimentazione dei materiali in miniera.

*La ditta di appalto che effettuerà i lavori presso la miniera, impiegherà 5 unità lavorative nel cantiere di Padulazzu.*

*L'occupazione diretta è rappresentata da 1 sorvegliante, dal direttore dei lavori, dal geologo e dal responsabile ambiente e sicurezza in compartecipazione con altre miniere del gruppo.*

Altro indotto è rappresentato dagli affitti minerari che la società riconosce alla proprietà terriera occupata dal cantiere, come indicato nel conto economico allegato alla presente.

Quale indotto indiretto sono da segnalare chiaramente le manutenzioni, il consumo dei carburanti e altri consumi generici, nonché le consulenze per la gestione amministrativa dell'azienda.



### **3.8. Indicazione delle possibili alternative di sito**

Nel caso in oggetto, non riconducibile ai casi di insediamento di strutture industriali o di qualsiasi altra tipologia insediativa, *esiste un bene minerario naturale rappresentato dal giacimento bentonitico, che è ubicato in una ben precisa posizione e su tale localizzazione non si può operare chiaramente una scelta alternativa.*

*Per di più, le caratteristiche mineralogiche di questo materiale non ne consentono la sostituzione con materiale proveniente da un'altra miniera.*

*Il suo utilizzo, e di conseguenza la operatività della miniera, rappresenta quindi per la Clariant un passo obbligato verso il mantenimento di quella quota di mercato.*

## 4. Descrizione introduttiva del progetto

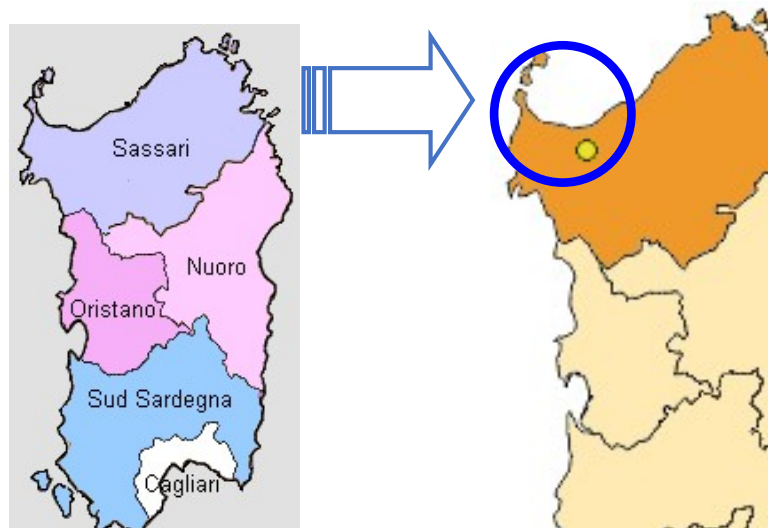
### 4.1. Premessa

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.

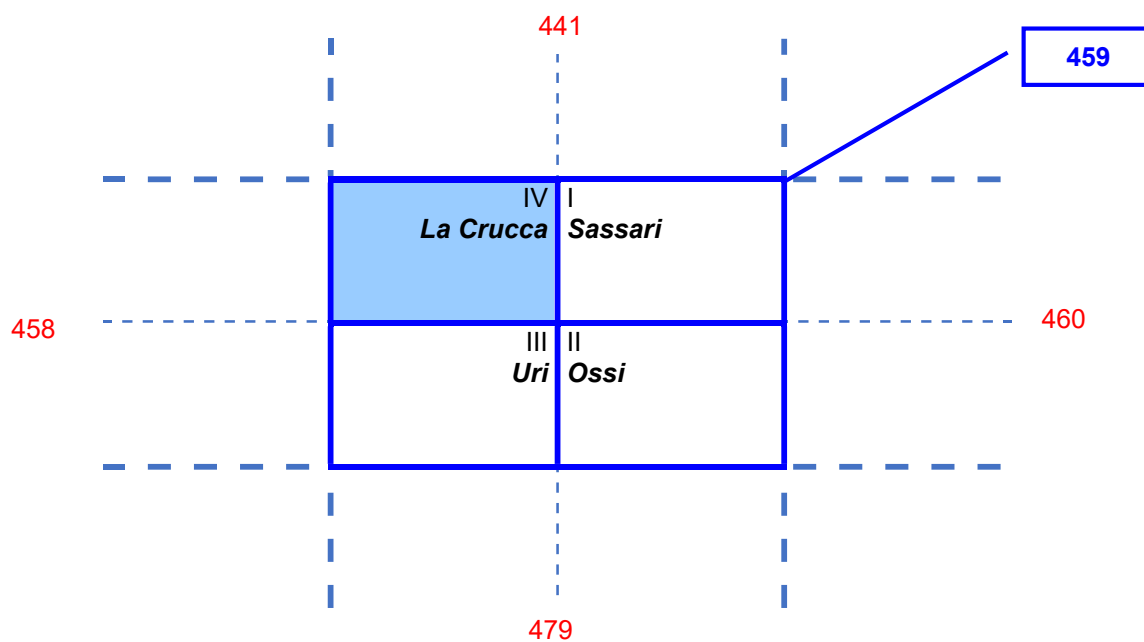
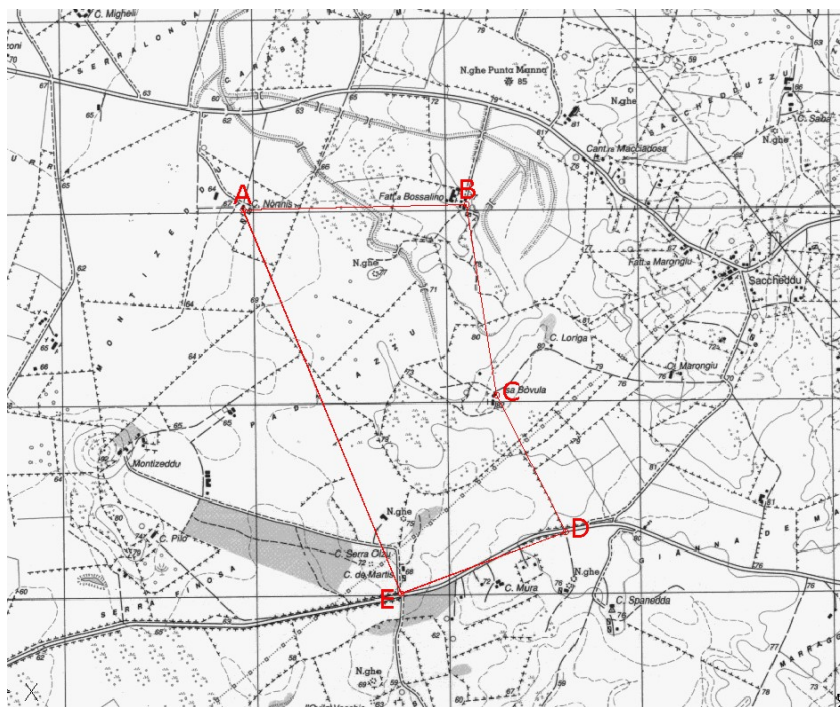
### 4.2. Inquadramento geografico

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.

#### **4.3. 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.

#### 4.4. 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.

#### **Riqualificazione 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 CO<sub>2</sub> in atmosfera riducendo sensibilmente il trasporto su camion e l'utilizzo di combustibili nel forno rotativo presente a Santa Giusta.



**4.4.1. 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.

**4.4.2. 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 <sup>3</sup>

- ❖ 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 <sup>3</sup>

- ❖ 1 pala meccanica cingolata Caterpillar Cat 963;

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

- ❖ 2 camion 4 assi.

**4.4.3. 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.

<b>Ditta Esterna</b>	<b>Unità lavorative previste - 5 -</b>
----------------------	--



## **5. Atti pianificatori sul territorio**

---

Il presente capitolo, così come strutturato di seguito, vuole fornire gli elementi conoscitivi sulle relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale e contiene l'individuazione di eventuali vincoli presenti sull'area interessata (vincoli paesistici, naturalistici storico-artistici, archeologici, idrogeologici, demaniali, di servitù pubbliche o di altre limitazioni all'uso della proprietà).

Tali elementi costituiscono parametri di riferimento per la costruzione del giudizio di compatibilità ambientale.

Di seguito quindi, vengono esaminati i principali elementi conoscitivi e gli atti di programmazione e pianificazione considerati.

### **5.1. Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.)**

L'area secondo lo strumento della pianificazione territoriale comunale, nella carta della zonizzazione del PUC ricade in zona agricola E5c e marginalmente in area H29.

Nella cartografia del PUC delle aree estrattive ricade in zona libera da vincoli, paesaggisticamente e urbanisticamente compatibile con nuove attività estrattive di miniera, adiacente all'ex area mineraria.

### **5.2. Piano Regionale Attività Estrattive (P.R.A.E.)**

Il piano regionale per le attività estrattive, riguarda le cave e le miniere e si è preso come strumento pianificatorio di settore.

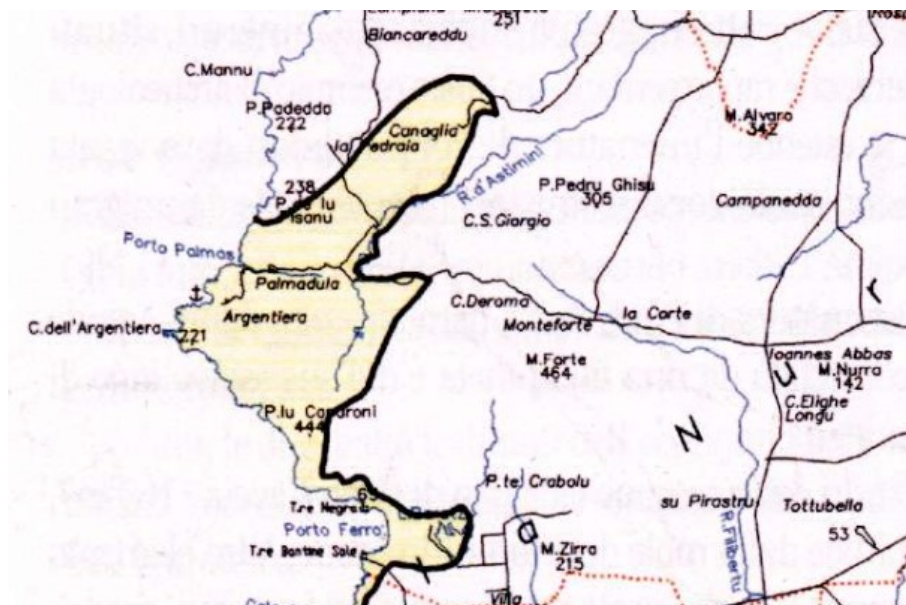
L'iniziativa si trova cartograficamente nella zona in cui l'apertura di nuove attività è consentita previa acquisizione da parte dei soggetti interessati delle relative autorizzazioni

### **5.3. Parco Geominerario della Sardegna**

Il sistema del Parco Geominerario della Sardegna, consta di 8 aree che rappresentano la sintesi dal punto di vista storico, tecnico e scientifico dell'attività mineraria della Sardegna.

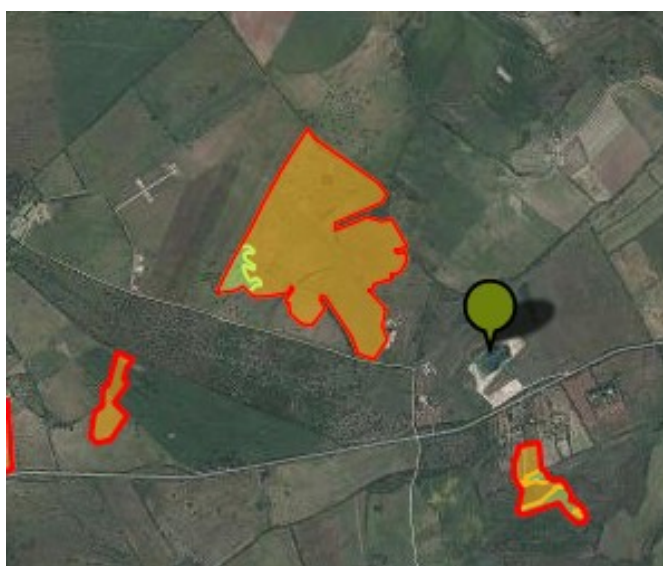
La delimitazione delle diverse aree, è stata definita attraverso la sovrapposizione delle diverse valenze emergenti nel territorio considerato.

La zona in esame, non ricade all'interno dell'area del Parco Geominerario, infatti, risulta al di fuori dell'area n° 5 denominata Argentiera Nurra, che è quella più vicina all'area di interesse.



#### 5.4. Legge 21.11.2000 n° 353

Per quanto concerne la legge quadro sugli incendi boschivi, i terreni in esame non risultano interessati dal divieto e dalle prescrizioni derivanti da questo strumento normativo, come mostra l'immagine seguente (<http://www.sardegnaegeoportale.it>).

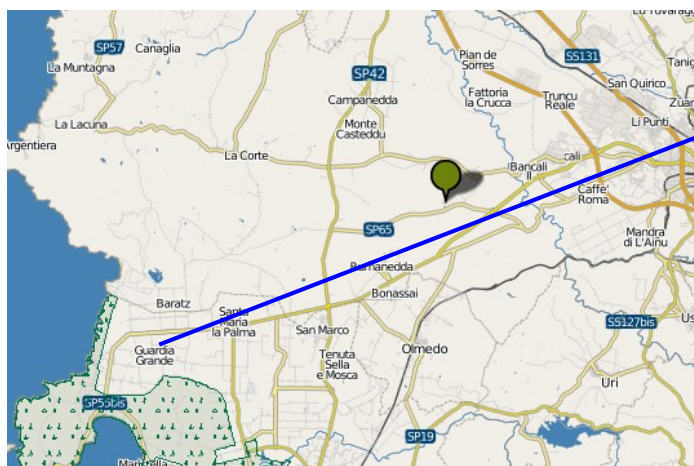


#### 5.5. Legge Regionale 31 del 1989

Secondo i dettati della legge regionale n°31 del 1989 che detta "Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale", si sono considerati:

##### 5.5.1. Parchi naturali

L'area non risulta all'interno di nessuna area di delimitazione di parco regionale, quello più vicino all'area è il Parco Regionale di Porto Conte in territorio del comune di Alghero, indicato nella immagine seguente (<http://www.sardegnaegeoportale.it>).



Parco Regionale Porto Conte

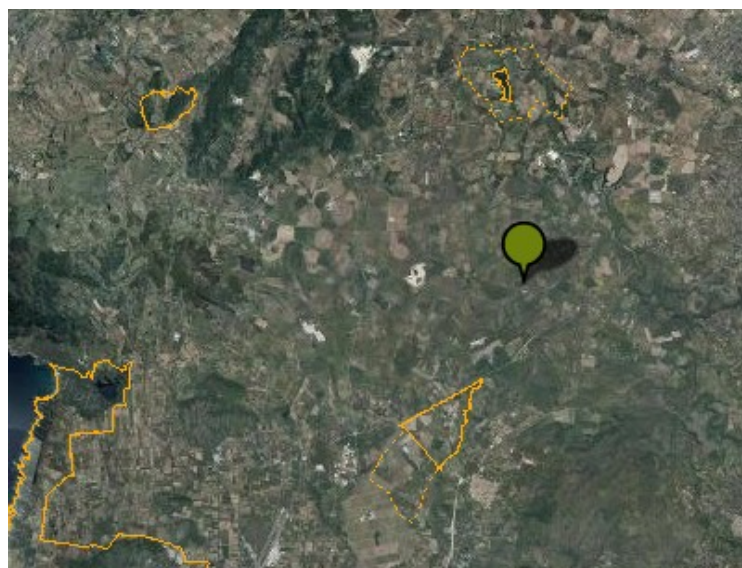
### 5.5.2. Monumenti naturali

Non sono presenti, entro il perimetro comunale di Sassari.

### 5.5.3. Riserve naturali, aree protette e aree di interesse

Entro il perimetro comunale di Sassari non sono presenti:

- ❖ aree protette e aree di interesse,
- sono invece, in aree prossime al sito, presenti:
- ❖ oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura istituite e proposte, come indica l'immagine seguente (<http://www.sardegnaeoportale.it>).



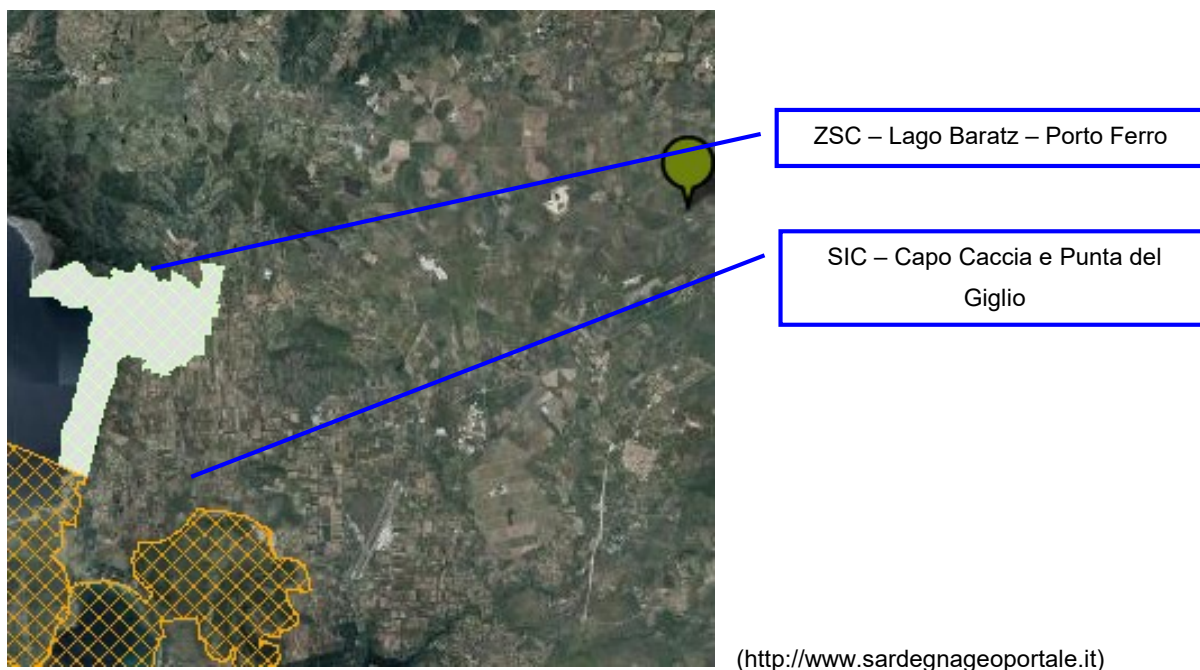
### 5.6. Siti di interesse comunitario (SIC) e zone speciali di conservazione (ZSC)

L'area non è inserita all'interno di aree delimitate come aree di interesse comunitario e come zone speciali di conservazione.

Nella zona a ovest rispetto al sito, ma a notevole distanza, esistono due siti di seguito indicati:

ZSC - Codice ITB011155 denominazione Lago Baratz – Porto Ferro,

SIC - Codice ITB010042 denominazione Capo Caccia e Punta del Giglio.

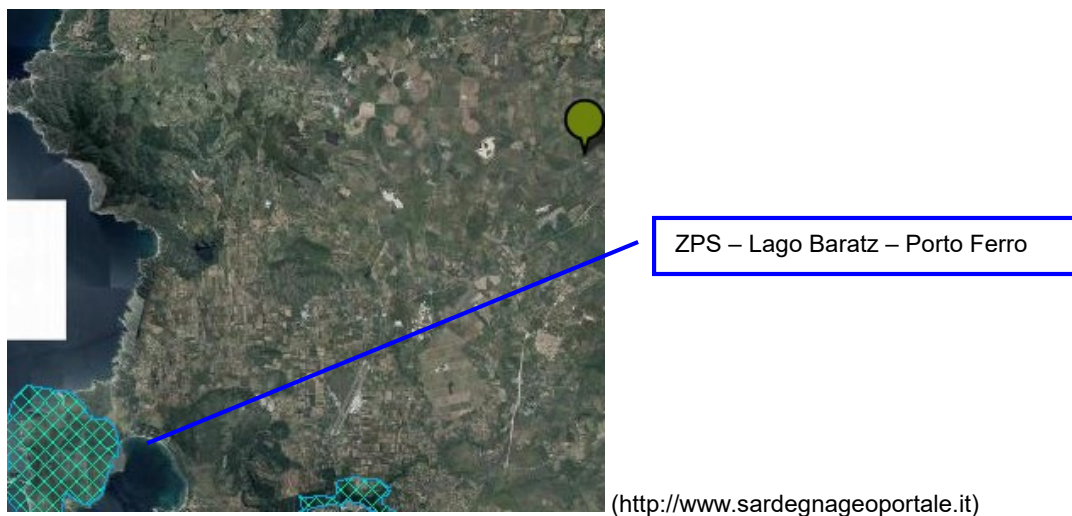


### 5.7. Zone di protezione speciali (ZPS)

L'area non è inserita all'interno di aree delimitate come zone di protezione speciali.

Nella zona a ovest rispetto al sito, ma a notevole distanza, esiste un sito di seguito indicato:

ZSC - Codice ITB013044 denominazione Capo Caccia



### 5.8. Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

L'area di miniera è censita cartograficamente come area per seminativi in aree irrigue, prati artificiali, aree prevalentemente occupate da colture agrarie delle componenti di paesaggio con valenza ambientale.

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), ottempera fondamentalmente ai disposti legislativi di seguito indicati:

- ❖ decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice Urbani);
  - ❖ decreti legislativi 24 marzo 2006 numeri 156 e 157 recanti disposizioni correttive ed integrative al Codice Urbani;
  - ❖ decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 dicembre 2005,
- ed è stato emanato con le seguenti finalità:



- ❖ preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- ❖ proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- ❖ assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

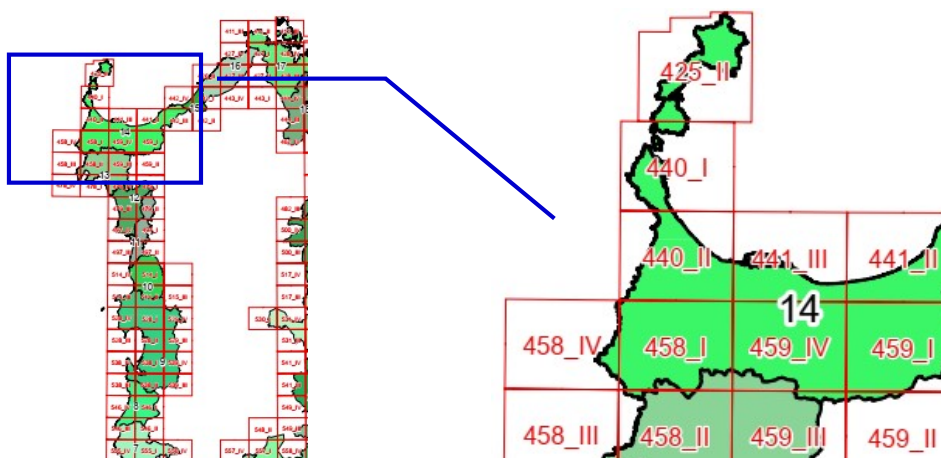
Il territorio comunale in oggetto, ricade all'interno del territorio d'ambito costiero come definito dal Piano Paesaggistico Regionale e precisamente nell'ambito n°13 denominato Alghero e nel n°14 denominato Golfo dell'Asinara anche se come detto in precedenza l'area interessata dal progetto ricade solamente nell'ambito n°14.

Il territorio comunale in oggetto, ricade negli ambiti territoriali previsti dal PPR e precisamente:

	Ambito di paesaggio	Denominazione ambito	Superficie ambito (kmq)
<i>Sassari</i>	13	Alghero	390,66
<i>Sassari</i>	14	Golfo dell'Asinara	806,99

Quindi, come si può evincere dalla tabella precedente, il territorio comunale di Sassari che secondo il PPR viene classificato come comune costiero, ricade in parte nell'ambito 13 ed in parte nell'ambito 14 secondo le seguenti superfici e percentuali:

Superficie comunale interessata dagli ambiti di paesaggio				
	Classificazione comune	Superficie territorio comunale kmq	Superficie comune in ambito kmq	Percentuale territorio coinvolto nell'ambito %
<i>Territorio comunale di Sassari in ambito 13</i>	Costiero	547,38	94,69	17,30
<i>Territorio comunale di Sassari in ambito 14</i>	Costiero	547,38	452,62	82,70



Il territorio ricompreso nell'ambito 14, è caratterizzato da diverse forme di organizzazione dell'insediamento:

1. Il sistema degli insediamenti urbani di Sassari, Porto Torres, Sorsò, Sennori, Castelsardo, in particolare:

- l'insediamento strutturato di Sassari che si orienta verso i confini dei comuni di Osilo e Sorso. Lo sviluppo di quest'area, si colloca attorno alla rete delle infrastrutture che si diparte dal centro della città e si caratterizza per la presenza di aree produttive, di servizi e di nuclei insediativi, attraverso i quali si rafforza il sistema di relazioni con i comuni contigui. La città compatta presenta alcuni caratteri insediativi dominati prevalentemente dalle valli del Rio Mascari, del Rio Mannu di Porto Torres e del Rio Ottava.
  - Il polo portuale ed industriale petrolchimico ed energetico di Porto Torres con la sua specificità urbana che si raccordano attraverso la viabilità costiera.
  - Gli insediamenti strutturati di Sorso e Sennori con la loro caratteristica di contiguità insediativa.
  - L'insediamento storico di Castelsardo, che domina sui restanti caratteri insediativi.
  - La direttrice insediativa Sassari Porto-Torres lungo la Carlo Felice (SS131) in cui si localizzano i nuclei di Li Punti, San Giovanni e Ottava.
2. L'insediamento diffuso rappresenta un fenomeno insediativo importante che caratterizza sotto diverse forme il territorio in oggetto e tra queste annoveriamo:
- gli insediamenti diffusi nella fascia periurbana intorno a Sassari, che si dispone secondo due livelli intersecati dalle vie di comunicazione ed interessati dalle residenze primarie e secondarie che sono:
    - la diffusione di centri e nuclei in prossimità della città e tra questi il più importante è quello di Li Punti e tutti sono caratterizzati da una buona estensione urbana e si situano in una regione contraddistinta da insediamenti a carattere industriale e artigianale e da residenza primarie,
    - gli insediamenti disseminati che non sono strutturati in centri e nuclei. Si tratta di insediamenti disposti attorno alla città o ai centri che gravitano intorno alla stessa. Queste residenze, sono legate alla parcellizzazione del territorio per ragioni legate alla proprietà terriera e sono legate alla connessione esistente con l'attività agricola.
3. il sistema dei nuclei turistici costieri nella zona compresa fra il territorio di Porto Torres, Sassari, Sorso, Castelsardo con un modello di urbanizzazione che configura l'area come una città turistica a sviluppo lineare, con una successione di nuclei, centri e seconde case.
4. le aree degli insediamenti storici e minerari il cui sviluppo è strettamente connesso alla rete infrastrutturale che con le sue maglie connette i diversi insediamenti formati prioritariamente da singole unità abitative e/o produttive. Fondamentalmente gli insediamenti si focalizzano sulle strade che uniscono i singoli centri come quelli tra Palmadula e Pozzo San Nicola o tra Palmadula e Canaglia.
5. il sistema degli insediamenti industriali, comprendente l'insediamento industriale della centrale termoelettrica di Fiume Santo e il polo industriale petrolchimico di Porto Torres.

## **5.9. Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna**

### **5.9.1. Finalità e contenuti del PAI**

Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (in seguito denominato PAI) è redatto, adottato e approvato ai sensi:

- a. della legge 18.5.1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", ed in particolare dei suoi articoli 3, 17, 18, 20, 21 e 22;

- b. dell'articolo 1, commi 1, 4, 5 e 5-bis, del decreto legge 11.6.1998, n. 180, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", convertito con modificazioni dalla legge 3.8.1998, n. 267;
- c. dell'articolo 1-bis, commi 1-4, del decreto legge 12.10.2000, n. 279, "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", convertito con modificazioni dalla legge 11.12.2000, n. 365;
- d. del D.P.C.M. 29 settembre 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180";
- e. della legge della Regione Sardegna 22.12.1989, n. 45, "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale", e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della legge regionale 15.2.1996, n° 9.

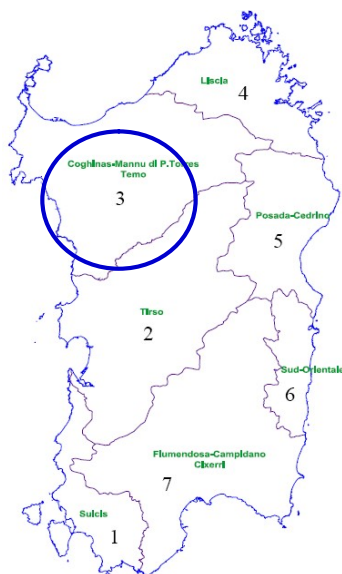
Pertanto il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) individua le aree a rischio per fenomeni di piena e di frana, secondo quanto previsto dalla Legge 267/98 ed è il risultato delle seguenti fasi:

- ❖ predisposizione della "Proposta di Piano" nel giugno del 2001,
- ❖ pubblicazione presso gli Enti Locali coordinata dal Genio Civile delle diverse Province;
- ❖ conferenze programmatiche (ai sensi art. 1bis L. 365/2000) per la raccolta delle osservazioni al piano;
- ❖ analisi e controdeduzioni delle osservazioni e loro integrazione nella stesura definitiva del Piano;
- ❖ redazione del Piano.

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale suddivide il Bacino Unico Regionale in sette sub bacini, già individuati nell'ambito del Piano per il Razionale Utilizzo delle Risorse Idriche della Sardegna (Piano Acque) redatto nel 1987.

L'intero territorio della Sardegna è suddiviso in sette sub-bacini, ognuno dei quali caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale, la tabella di seguito riportata riporta i dati delle superfici dei singoli sub bacini.

<b>N°</b>	<b>Sub bacino</b>	<b>Superficie (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
1	Sulcis	1.646	6,8
2	Tirso	5.327	22,2
<b>3</b>	<b>Coghinas-Mannu-Temo</b>	<b>5.402</b>	<b>22,5</b>
4	Liscia	2.253	9,4
5	Posada – Cedrino	2.423	10,1
6	Sud-Orientale	1.035	4,3
7	Flumendosa-Campidano-Cixerri	5.960	24,8
<b>Totale</b>		<b>24.046</b>	<b>100</b>



### 5.9.2. Sub bacino del Coghinas-Mannu-Temo

Il Sub bacino si estende per 5402 Km<sup>2</sup>, pari al 23% del territorio regionale; in esso sono presenti nove opere di regolazione in esercizio e cinque opere di derivazione.

I corsi d'acqua principali sono i seguenti:

- ❖ Rio Mannu di Porto Torres, sul quale confluiscono, nella parte più montana, il Rio Bidighinzu con il Rio Funtana Ide
- ❖ il Rio Minore che si congiunge al Mannu in sponda sinistra
- ❖ Rio Carrabusu affluente dalla sinistra idrografica
- ❖ Rio Mascari, affluente del Mannu di Portotorres in sponda destra
- ❖ Fiume Temo, regolato dall'invaso di Monteleone Roccadoria, riceve i contributi del Rio Santa Lughia, Rio Badu 'e Ludu, Rio Mulino, Rio Melas, affluenti di sinistra che si sviluppano nella parte montana del bacino
- ❖ il Rio Sa Entale, che si innesta nel Temo in destra idrografica, e il Rio Ponte Enas, in sinistra, costituiscono gli affluenti principali per estensione del rispettivo bacino
- ❖ Fiume Coghinas, il cui bacino occupa una superficie di 2.453 Km<sup>2</sup> ed è regolato da due invasi, riceve contributi dai seguenti affluenti: Rio Mannu d'Ozieri, Rio Tilchiddesu, Rio Butule, Rio Su Rizzolu, Rio Puddina, Rio Gazzini, Rio Giobaduras.

E' da annoverare, inoltre, una serie di rii minori che si sviluppa nella Nurra e nell'Anglona, e, segnatamente:

- ❖ Rio Barca,
- ❖ Fiume Santo,
- ❖ Rio Frigiano,
- ❖ Mannu di Sorso.

Il Sub bacino Coghinas-Mannu-Temo, può essere suddiviso in tre grandi sotto insiemi:

1. il settore orientale e Sud-Orientale è prevalentemente paleozoico
2. il settore centrale è prevalentemente terziario



3. il settore nord-occidentale è costituito dallo zoccolo cristallino dell'horst della Gallura paleozoico e dalle formazioni carbonatiche mesozoiche che culminano con i rilievi del Doglia e del sistema di Punta Cristallo e di Capo Caccia.

### 5.9.3. Perimetrazione delle aree di pericolosità e di rischio

Il PAI ha previsto la suddivisione delle aree di pericolosità idraulica secondo la seguente classificazione:

- ❖ molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1)

e disciplina le aree di pericolosità da frana con suddivisione secondo la seguente classificazione:

- ❖ molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1).

Inoltre, con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica come indicato in precedenza.

Le aree a rischio idraulico sono classificate come segue:

- ❖ molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1).

Le aree a rischio da frana sono classificate nel modo seguente:

- ❖ molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1).

#### 5.9.3.1. Rischio idraulico

Secondo la notazione usuale, il Rischio Idraulico (Ri), è definito come il prodotto di tre fattori secondo l'espressione:

$$Ri = Hi \cdot E \cdot V$$

Ri = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli riportati nella tabella seguente, dove sono evidenziati gli estremi superiori delle classi.

Classe	Intensità	Valore	Descrizione degli effetti
Ri1	Moderato	$\leq 0,002$	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
Ri2	Medio	$\leq 0,005$	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
Ri3	Elevato	$\leq 0,01$	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
Ri4	Molto elevato	$\leq 0.02$	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Hi = pericolosità (natural Hazard) ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di piena; in accordo al DPCM 29/09/98 è ripartita in 4 livelli, pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno (T) di 50, 100, 200 e 500 anni.

E = elementi a rischio; ai sensi del citato DPCM sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi. Ai fini del presente lavoro si classificano secondo la tabella seguente, nella quale ad ogni classe è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1.

Classi	Elementi	Peso
E1	Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4; Zona boschiva; Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso); Zone falesie costiere con possibilità di frequentazione	0.25
E2	Zona agricola generica; Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni; Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...).	0.50

E3	Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture viarie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali); Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti; Beni naturali protetti e non, beni archeologici; Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette; Specchi d'acqua con aree d'acquacoltura intensiva ed estensiva; Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili).	0.75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi; Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale; Aree di intensa frequentazione turistica (zone residenziali estive, alberghiere; zone campeggi e villaggi turistici, spiagge e siti balneari, centri visita etc.); Beni architettonici, storici e artistici; Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali); Porti vari, aeroporti, stazioni.	1.00

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, secondo quanto si evince dal DPCM, è stata assunta pari all'unità; per quanto concerne agli elementi di alto tipo occorrerebbe provvedere ad effettuare analisi di dettaglio sui singoli cespiti ma esse esulano dai limiti delle attività previste dal dispositivo di legge e, pertanto, anche a tali elementi è stato attribuito un valore di vulnerabilità ancora unitario. Ciò non toglie la possibilità, in fasi successive di approfondimento dei piani, di poter provvedere ad una opportuna ricalibratura del parametro sulla base di studi specifici di settore.

### 5.9.3.2. Rischio geomorfologico

Analogamente alla definizione del rischio idraulico, il rischio geomorfologico (Rg), è definito come prodotto fra la pericolosità Hg dei fenomeni di dissesto, la presenza sul territorio di elementi a rischio E la loro vulnerabilità V.

$$Rg = Hg \cdot E \cdot V$$

Anche per il rischio di frana totale Rg si è operata una quantificazione secondo 4 livelli riportati nella tabella seguente, dove sono evidenziati gli estremi superiore delle classi.

Classe	Intensità	Valore	Descrizione degli effetti
Rg1	Moderato	≤ 0,25	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
Rg2	Medio	≤ 0,50	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
Rg3	Elevato	≤ 0,75	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
Rg4	Molto elevato	≤ 1.00	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Hg = la pericolosità geologica, al contrario della definizione di pericolosità idraulica, è di non agevole definizione in quanto risulta spesso non quantificabile la frequenza di accadimento di un evento franoso. Per tale motivo si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi come mostrato nella seguente tabella.

Classe	Intensità	Valore	Descrizione
Hg0	Nulla	0	aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze < 20%
Hg1	Moderata	0,25	aree con pericolosità assente o moderata e con pendenze comprese tra il 20% e il 35% con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze > 35%

Hg2	Media	0,50	aree con pericolosità media con fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate, con copertura boschiva rada o assente e con pendenze comprese tra 35 e 50%, falesie lungo le coste
Hg3	Elevata	0,75	aree con pericolosità elevata con pendenze >50% ma con copertura boschiva rada o assente; frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. Fonti di scavo instabili lungo le strade; aree nelle quali sono inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inert, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (i siti minerari dismessi inseriti nella Carta della pericolosità di frana); aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza
Hg4	Molto elevata	1	aree con pericolosità molto elevate con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto AVI o dagli Enti Locali interpellati o rilevate direttamente dal Gruppo di lavoro

E = elementi a rischio, sono definiti comunemente alla parte idraulica.

V = la vulnerabilità, è definita similmente alla parte idraulica e valgono le medesime considerazioni precedentemente espresse.

#### 5.9.4. Analisi delle perimetrazioni della zona

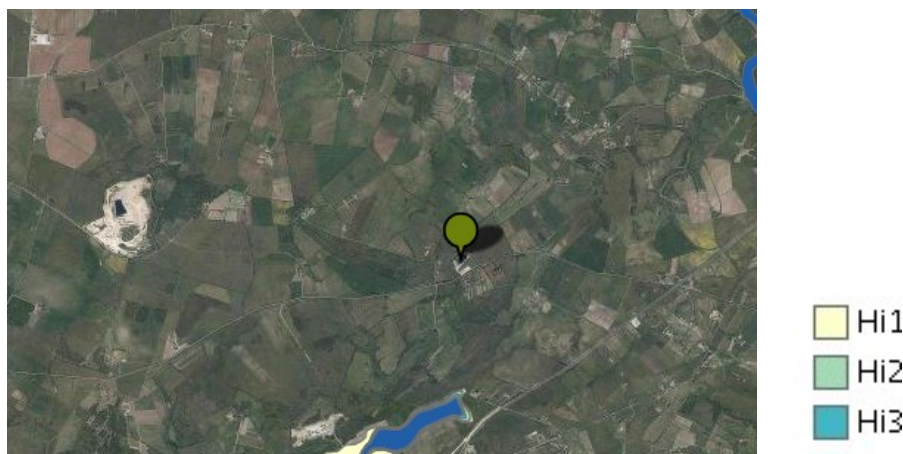
##### 5.9.4.1. Aree di pericolosità geomorfologica

I territori limitrofi all'area, presentano aree con pericolo geomorfologico perimetrate dal PAI, come si può vedere dall'immagine sottostante (<http://www.sardegnageoportale.it>).



##### 5.9.4.2. Aree di pericolosità idraulica

I territori limitrofi all'area, presentano aree con pericolo idraulico perimetrate dal PAI, come si può vedere dall'immagine sottostante (<http://www.sardegnageoportale.it>).



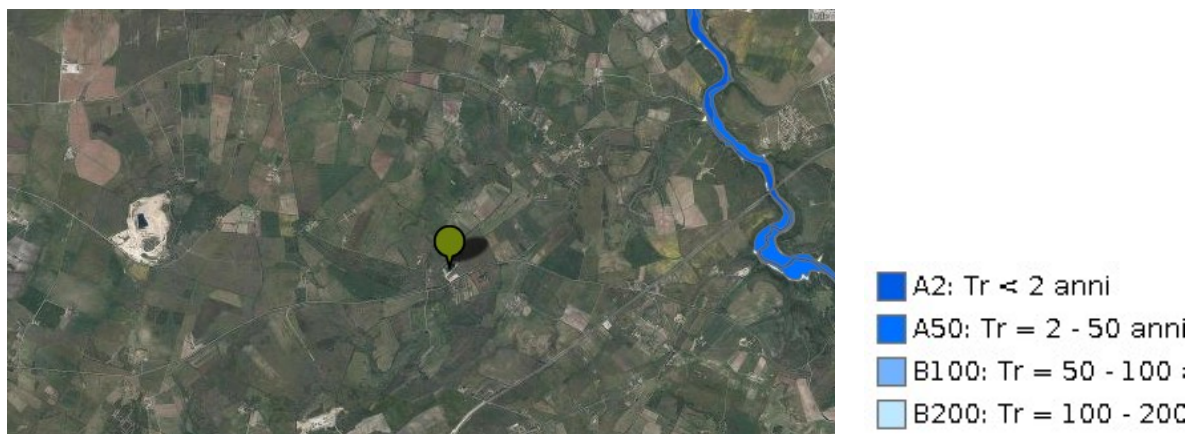
### 5.10. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'articolo 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della legge 18 maggio 1989, n° 183.

Il PSFF ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il PSFF, costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

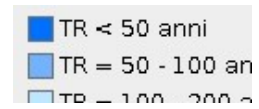
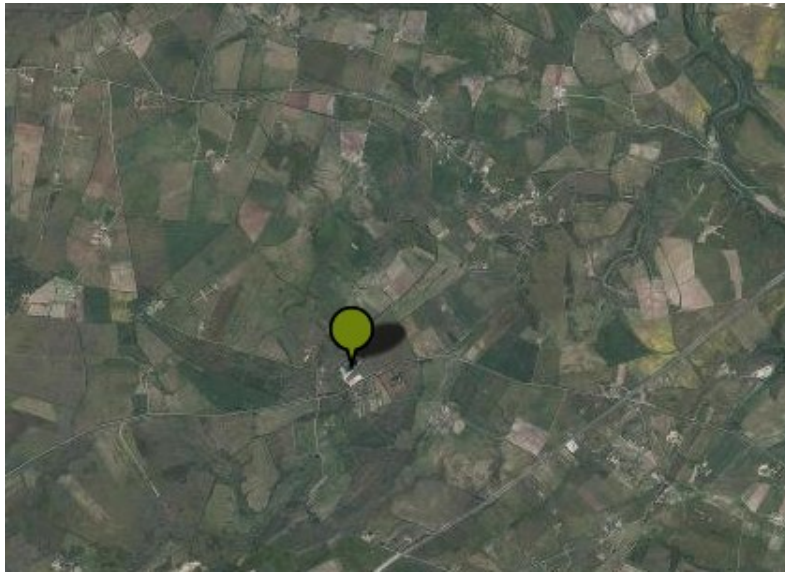
L'immagine che segue, indica che la zona di nostro interesse, è priva di preclusioni date da questo strumento di pianificazione, che interessa invece le aree limitrofe a est del sito, come si può vedere dall'immagine sottostante (<http://www.sardegna.geoportale.it>).



### 5.11. Piano Gestione Rischio alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di alluvioni, previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010 è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni.

L'immagine che segue, indica che la zona di nostro interesse, è priva di preclusioni date da questo strumento di pianificazione, che interessa invece le aree limitrofe a est del sito, come si può vedere dall'immagine sottostante (<http://www.sardegna.geoportale.it>).



## 6. Quadro di riferimento progettuale

Il quadro di riferimento progettuale, si pone l'obiettivo di descrivere il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta interessati.

### 6.1. 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.

#### 6.1.1. 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.7	
CaO	1.6	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6	
K <sub>2</sub> O	0.51	
MgO	4.6	
Na <sub>2</sub> O	1.6	
SiO <sub>2</sub>	54	
TiO <sub>2</sub>	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%.

#### **6.1.2. 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<sup>2</sup>
- ❖ angolo di attrito 19,6°
- ❖ il valore relativo al peso specifico è pari a 1,7 t/m<sup>3</sup>.

#### **6.1.3. 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.

#### **6.1.4. Distribuzione areale del materiale utile nella concessione e al contorno dell'area**

##### **6.1.4.1. Campagna di ricerche CECA anni 90**

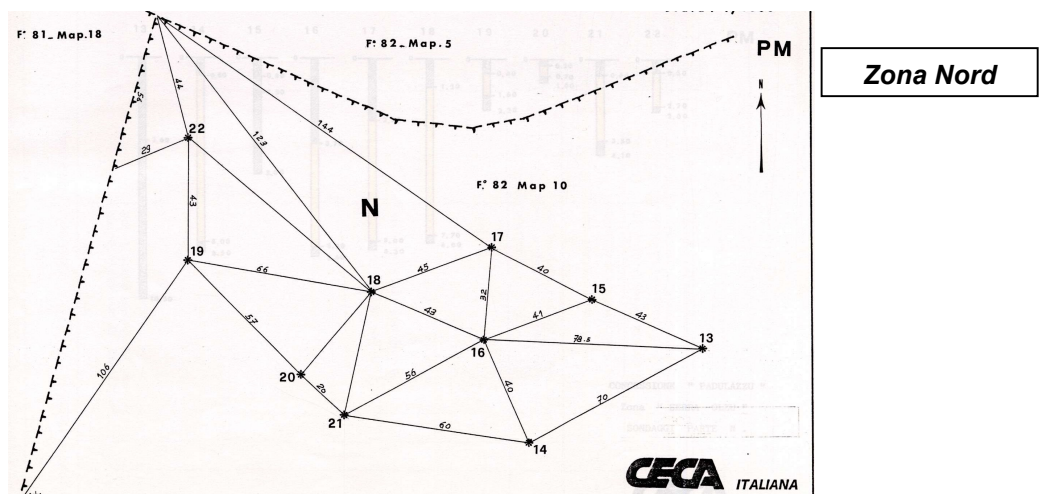
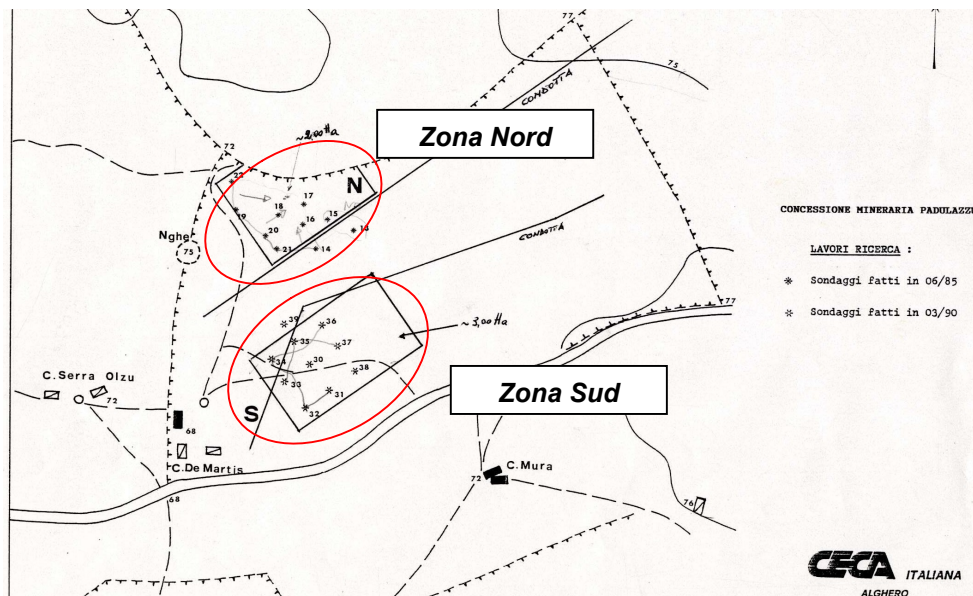
L'area della concessione mineraria denominata Padulazzu, faceva parte di un precedente permesso di ricerca minerario denominato Mandras Ebbas.

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

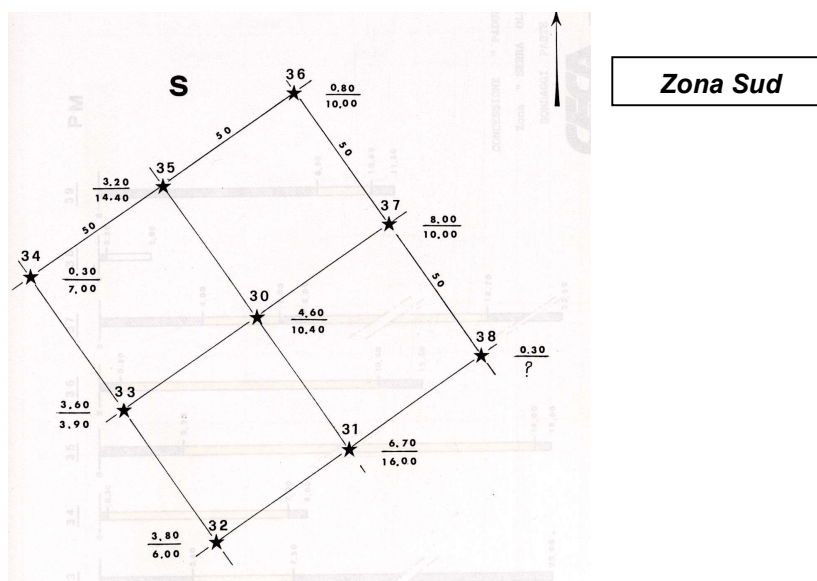


Sotto la sua direzione, furono effettuate delle campagne di ricerca tramite sondaggi che permisero di delimitare una zona dove le manifestazioni argillose hanno dato dei risultati interessanti.

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.

	<b>Zona Nord</b>	<b>Zona Sud</b>	<b>Totale</b>
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 <sup>2</sup> )	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.

#### 6.1.4.1.1. 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.

<b>Zona Nord</b>							
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

<b>Zona Sud</b>									
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

#### 6.1.4.1.2. 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.

#### 6.1.4.1.3. 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.

#### 6.1.4.2. Campagna di ricerche SSB

##### 6.1.4.2.1. 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.

##### 6.1.4.2.2. 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.

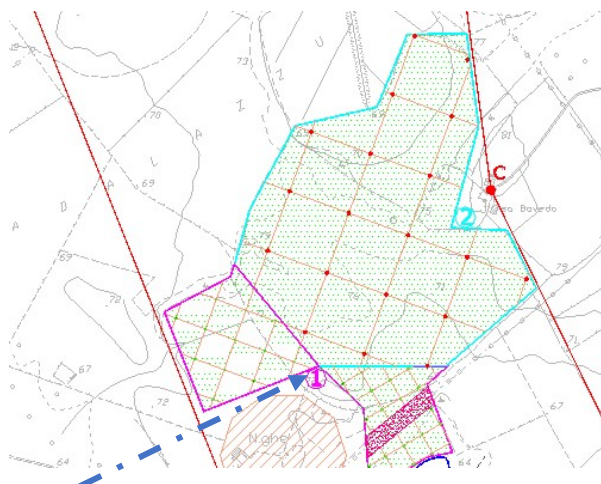
Con la deliberazione n. 27/12 del 1 giugno 2011, attraverso la procedura di verifica ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e della Delibera G.R. n. 24/23 del 23 aprile 2008, la Società Sarda di Bentonite (SSB) S.r.l., fu autorizzata alla ricerca mineraria all'interno della Concessione Mineraria denominata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

<b>Sondaggio</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
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
<b>Argille per trivellazioni</b>								
Marsh viscosity (>42)	44.59				52.02	44.80/45.35		70.72
Filtrato 30 min (<20)	17				13.5	17/18.5		17
<b>Argille per fonderia</b>								
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	

<b>Sondaggio</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
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
<b>Argille per trivellazioni</b>						
Marsh viscosity (>42)		45.12/55.13		69.66/70.85		46.25
Filtrato 30 min (<20)		16.5/20		18.5/19		16
<b>Argille per fonderia</b>						
Meth blu (>390)	411/467		449/476		448	461
Sweeling (>20)	24/36		28/40		37	40

#### 6.1.4.3. Carta geolitologica

La carta geolitologica della zona di interesse della miniera, è allegata alla presente come allegato n° 4, tale carta è in scala 1:10000.

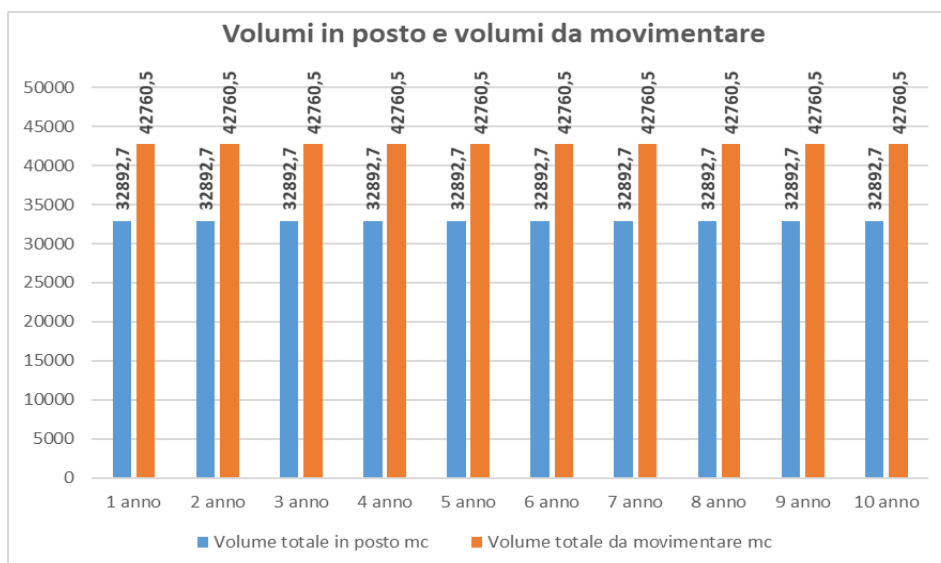
#### 6.1.5. Sezioni geolitologiche

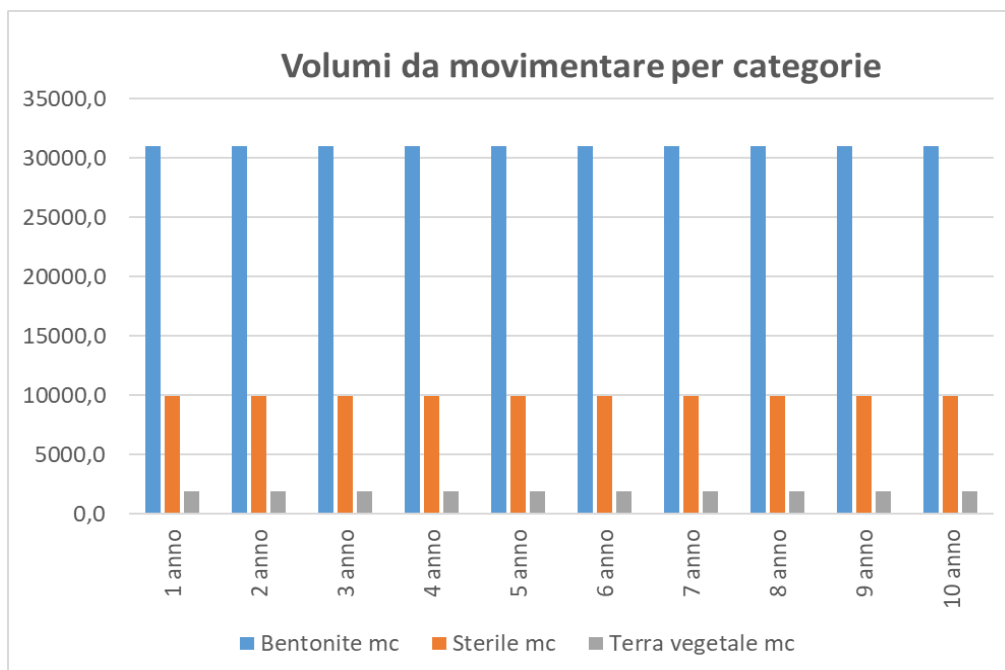
Nell'allegato n° 9, è riportata l'ubicazione planimetrica dei sondaggi effettuati nelle ricerche e il dettaglio delle colonne stratigrafiche dei fori di sonda con recupero di carota effettuati.

#### 6.2. 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:



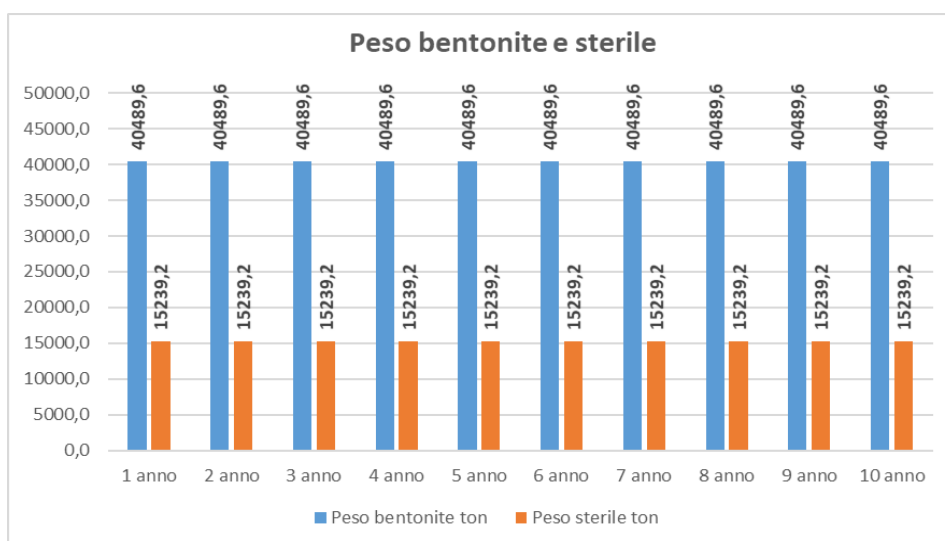


Di seguito si riportano i dati relativi alle volumetrie (metri cubi in situ) e alle quantità da asportare (tonnellate) suddivise nelle due categorie principali e cioè: bentonite e materiale sterile.

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.



### 6.3. 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.

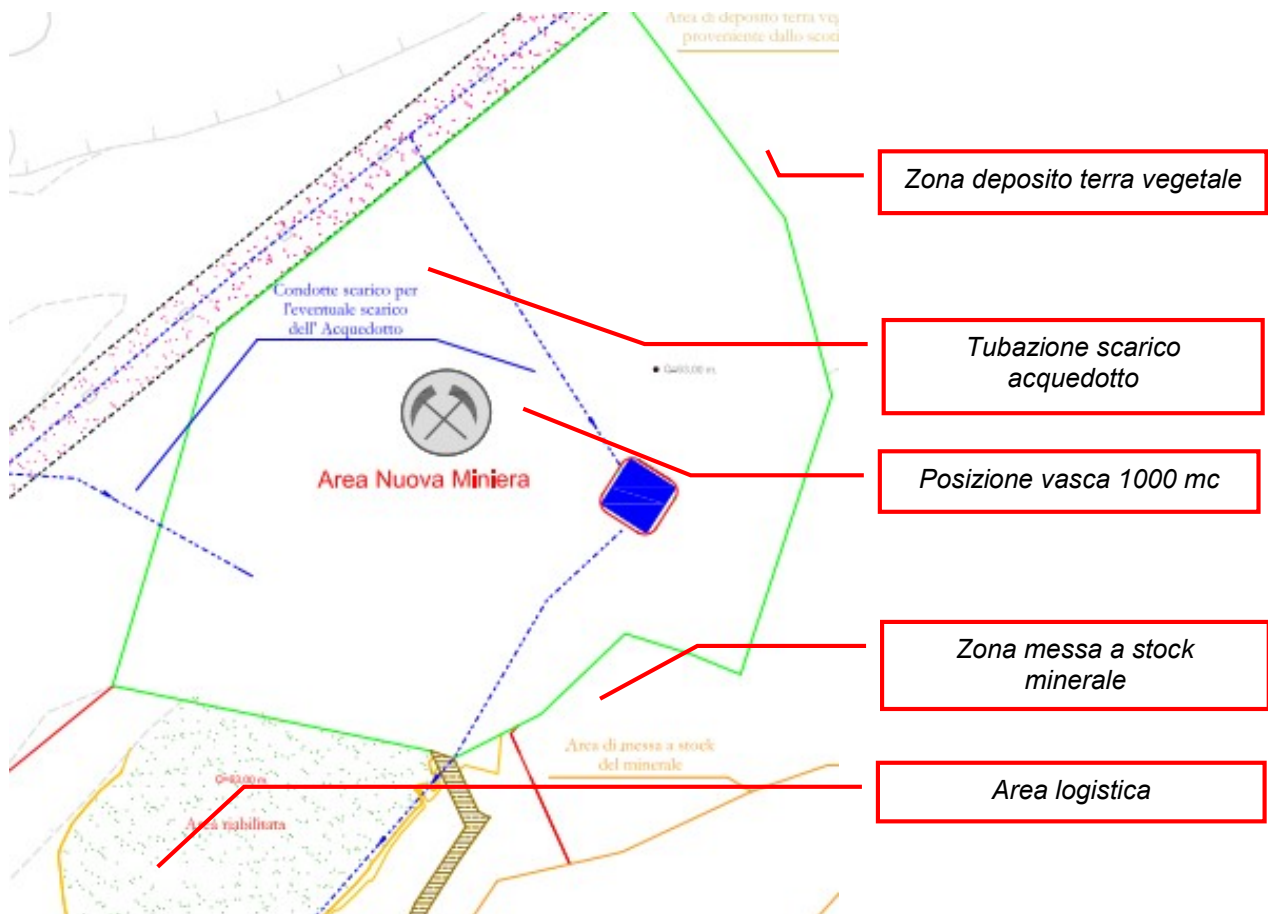
Per quanto concerne la condotta presente a nord, gli enti interessati si esprimeranno in relazione alla distanza di rispetto progettuale proposta, in fase di rilascio del relativo nulla osta.

### 6.4. 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;

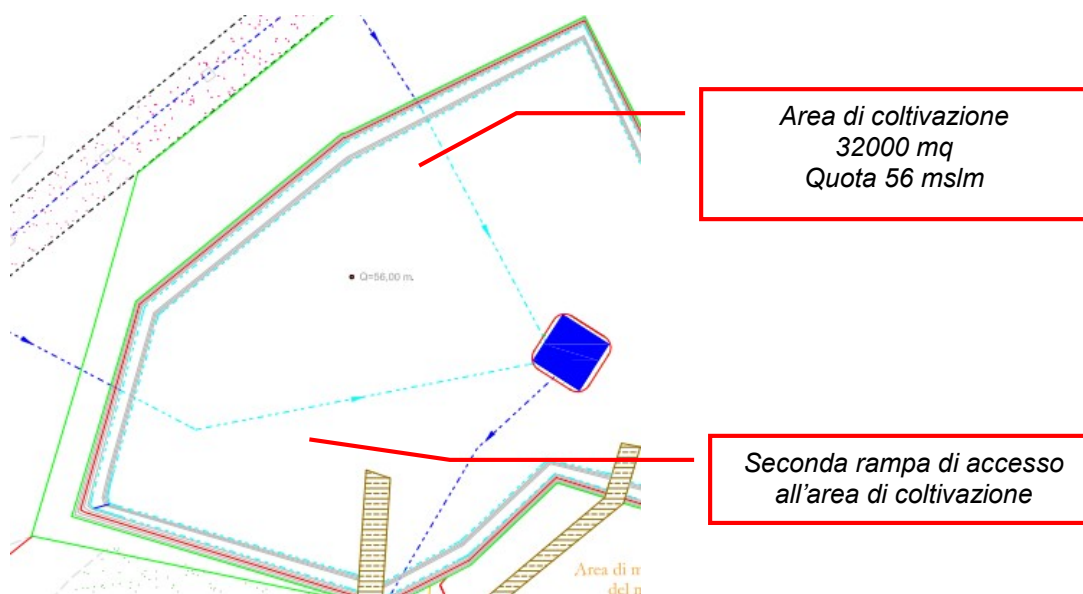


3. asportazione del terreno vegetale di copertura (scotico) sull'area che sarà interessata dalla coltivazione che si sviluppa a nord est rispetto alla zona del vecchio scavo ormai ripristinato. Tale materiale sarà depositato nella zona a nord est, indicata nelle tavole progettuali, tale modalità operativa 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 prolunghie interraste di scarico dell'acqua della tubazione dell'ENAS, sulle stesse saranno montate delle prolunghie flessibili che in caso di necessità convogliano 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;

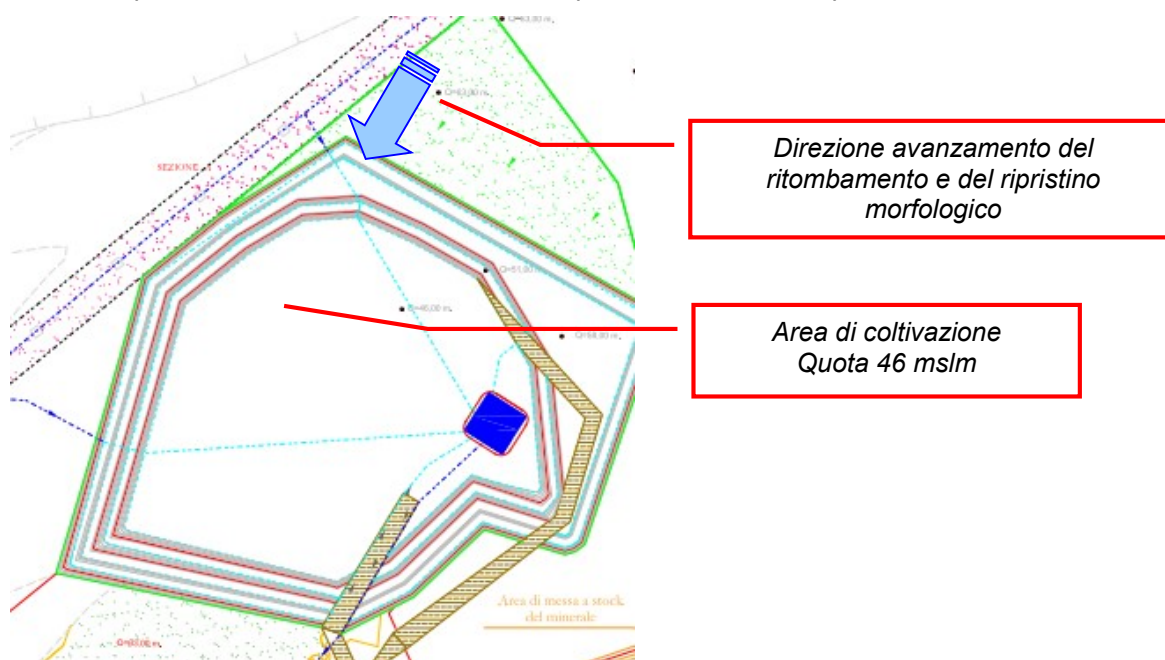


8. coltivazione su una superficie di 48000 metri quadrati con quota dello scavo che si approfondisce fino a quota 51 metri slm, all'avanzare della coltivazione, si accorceranno le tubazioni di scarico dell'acquedotto e si porterà la vasca alla quota di 51 metri;

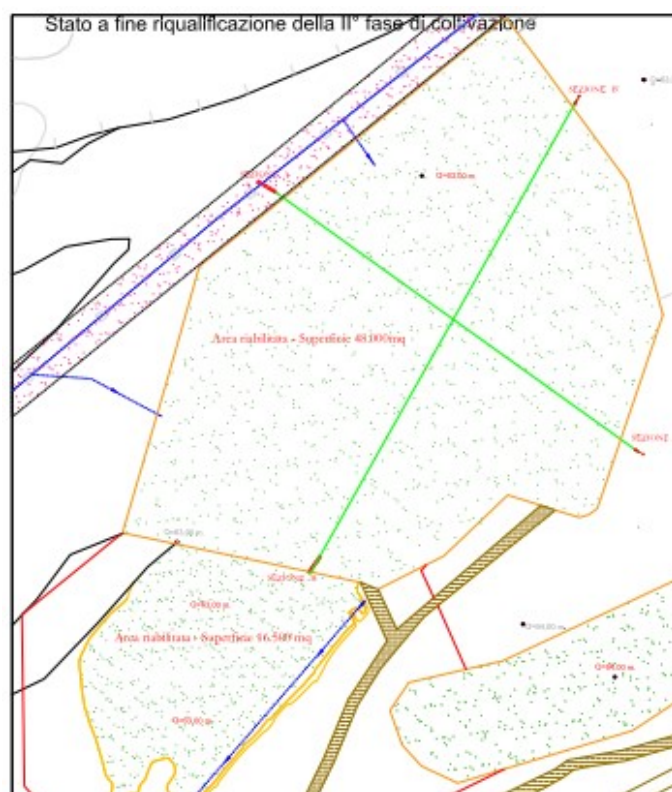




9. coltivazione su una superficie di 48000 metri quadrati con quota dello scavo che si approfondisce fino a quota 46 metri slm, all'avanzare della coltivazione, si porterà la vasca alla quota di 46 metri. Contemporaneamente, si inizierà la riqualificazione con il riempimento dello scavo su una superficie 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.



## 6.5. Descrizione dei principali parametri progettuali relativi al sito minerario

### 6.5.1. 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 Tuttubella 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.

### 6.5.2. 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.

#### 6.5.2.1. 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.

#### 6.5.2.2. 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.

### **6.5.2.3. 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.

### **6.5.3. 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.

#### **6.5.3.1. 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.

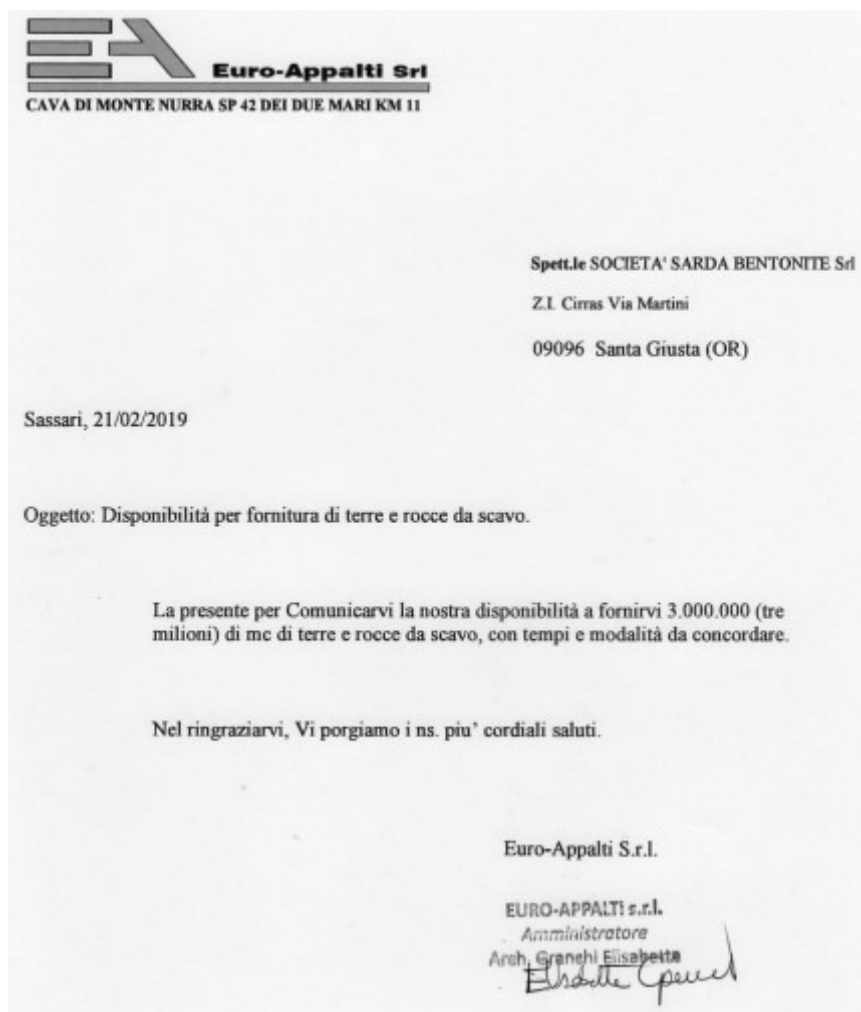
#### **6.5.3.2. Volume sterile**

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:



#### **6.5.3.3. Volume terra vegetale**

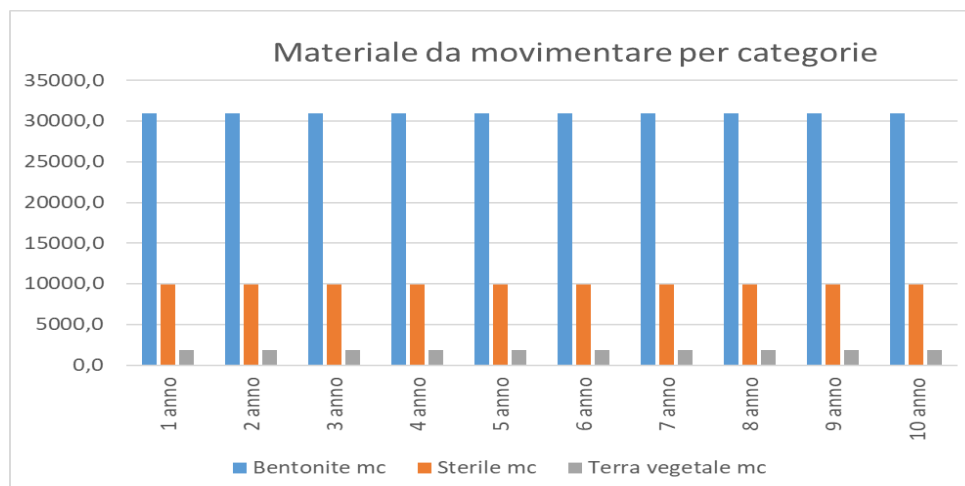
Il volume della terra vegetale il cui calcolo è stato effettuato utilizzando i logs dei sondaggi e rilevando gli spessori è pari a 14.557 metri cubi.

#### **6.5.3.4. 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.



#### 6.5.4. 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.

#### 6.6. 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'eduazione 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

#### 6.6.1. 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										

#### 6.7. Dati topografici

##### 6.7.1. 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'

##### 6.7.2. 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

#### 6.7.3. Quota alla base

La quota minore a cui verrà spinta la coltivazione è pari a 46 metri, limitatamente ad una zona a sud ovest dello scavo.

#### 6.7.4. Quota al culmine

Il gradone in posizione più elevata avrà una quota di 58 metri.

#### 6.7.5. 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.

#### 6.7.6. 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.

### 6.8. Fase di preparazione cantiere

#### 6.8.1. 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.

#### 6.8.2. 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.

### 6.8.3. 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.

### 6.8.4. Predisposizione logistica di cantiere

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

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

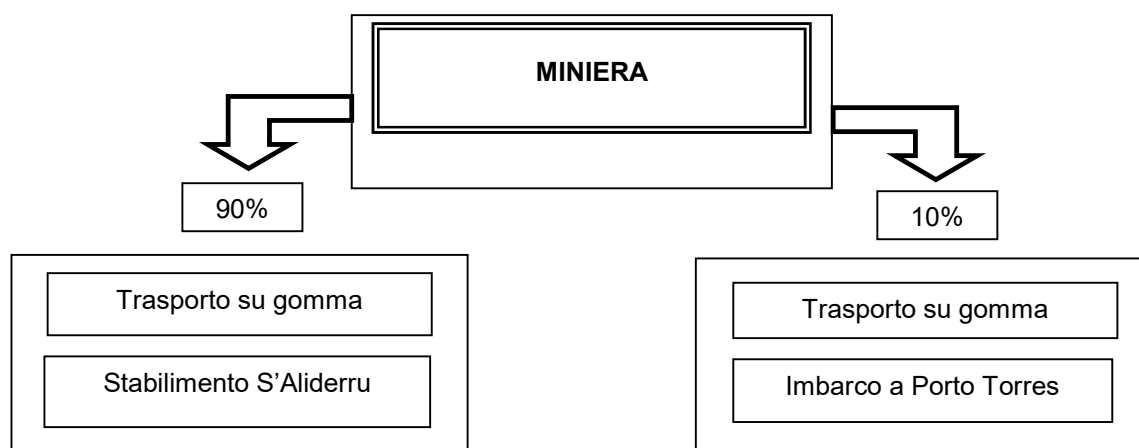
Il materiale abbattuto, sia lo sterile di copertura che la bentonite utile, subisce la seguente movimentazione:

- ❖ 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.



#### **6.8.5. 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/cm<sup>2</sup> 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.

#### **6.8.6. 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.

#### **6.8.7. 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.

#### **6.9. Fase di escavazione**

##### **6.9.1. 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°

##### **6.9.2. 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.

##### **6.9.3. 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.

#### **6.9.4. 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.

#### **6.10. 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.

#### **6.10.1. 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 trattore 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 trattore 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 trattore di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime, nelle zone in cui c'è stata una mancanza di attecchimento delle colture.

#### **6.10.2. 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.

#### **6.10.3. 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.

#### **6.10.4. 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,

### **6.11. Descrizione delle attività gestionali della miniera**

#### **6.11.1. 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.

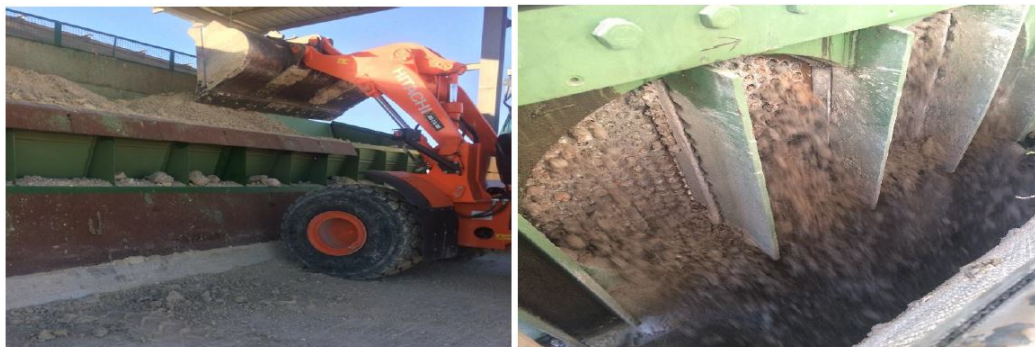
Non sono previsti sistemi di trattamento degli scarti di lavorazione e questi saranno sistemati per il riempimento del vuoto di coltivazione in modo da ripristinare l'andamento topografico del piano di campagna, così come indicato nelle tavole relative alle sezioni.

#### **6.11.2. 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.

#### **6.11.3. 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 <sup>3</sup>

- ❖ 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 <sup>3</sup>

- ❖ 1 pala meccanica cingolata Caterpillar Cat 963;

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

- ❖ 2 camion 4 assi.

#### **6.11.4. 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.

#### **6.11.5. Mezzi di movimentazione interna alla miniera**

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

- ❖ 2 camion a quattro assi.

#### **6.12. 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.

#### **6.13. 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.

### **7. Inquadramento ambientale**

---

L'inquadramento ambientale, definisce l'ambito territoriale (che va inteso come sito ed area vasta) ed i sistemi ambientali interessati direttamente e indirettamente dal progetto, illustra gli usi plurimi previsti dalle risorse, fornisce documentazione dei livelli di qualità preesistenti all'intervento per ciascuna componente ambientale interessata, stima gli impatti dell'opera, definisce le modalità di gestione e monitoraggio ed i sistemi di intervento in caso di emergenza.

#### **7.1. Premessa**

L'elenco degli impatti potenzialmente coinvolti, è stato creato partendo dall'analisi delle singole componenti ambientali coinvolte nelle singole fasi dell'attività considerando i flussi in entrata e in uscita e valutando di conseguenza le modificazioni indotte sull'ambiente in base ai flussi di apporto e di prelievo.

Nel proseguo della relazione, si riporta l'analisi dei flussi per ogni singola attività.

In particolare si sono presi in considerazione per ciascun impatto i prerequisiti che possono limitare gli stessi, che sono:

- ❖ l'adozione di tecnologie avanzate (Best Technology Available) che rispetto alle tecnologie adottate in passato sono meno inquinanti, più sicure e affidabili. In tal modo ci si pone l'obiettivo di ridurre le emissioni inquinanti e i consumi delle risorse;
- ❖ il rispetto degli standard normativi;
- ❖ la presenza e la disposizione di ricettori sensibili e la capacità dell'ambiente di disperdere e metabolizzare i cambiamenti. In questo caso è evidente come la distanza dei ricettori sensibili e la capacità che ha l'ambiente di disperdere e di metabolizzare i cambiamenti, siano di fondamentale importanza per stabilire la magnitudo dell'impatto.

#### **7.2. Analisi dei flussi**

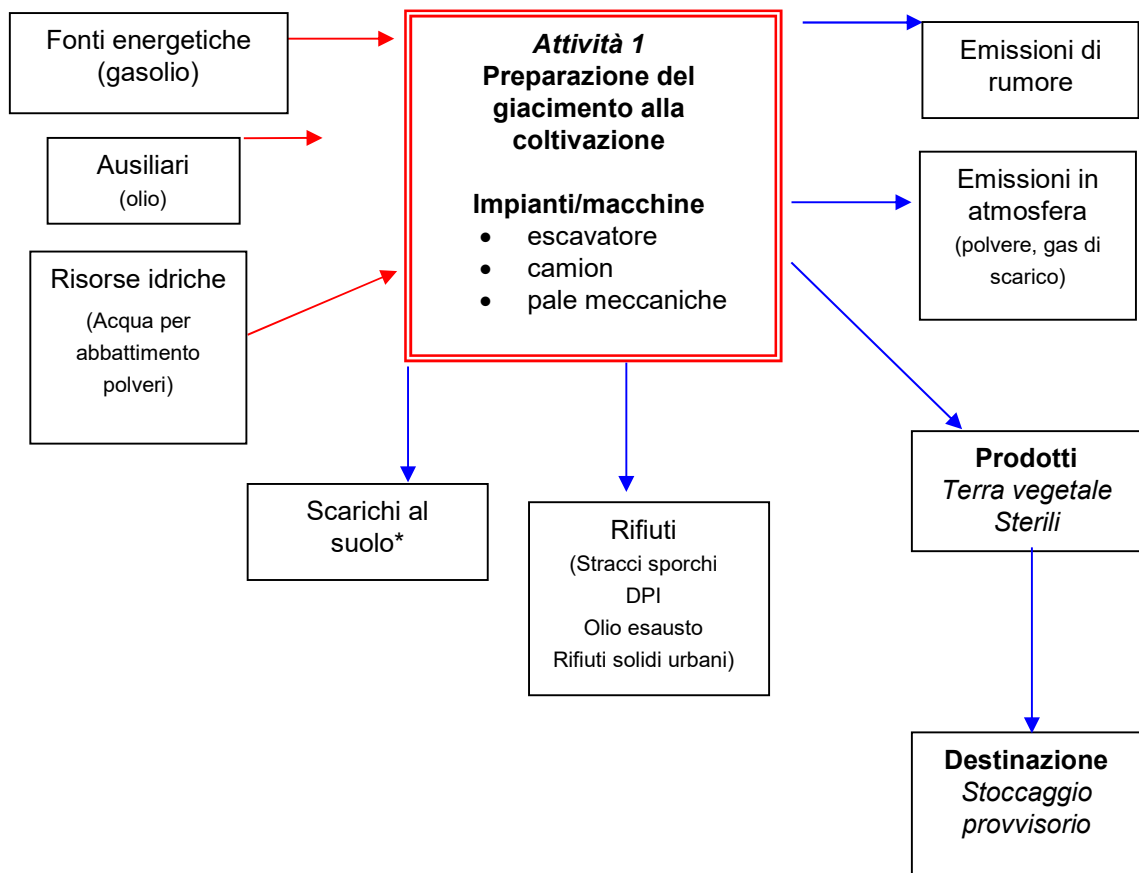
Al fine di facilitare l'analisi dei fattori ambientali si è effettuata l'analisi propedeutica delle singole attività.

Per analizzare l'attività e le sue implicazioni sull'ambiente circostante, si sono considerate le tre macro attività che caratterizzeranno la gestione del sito e che sono:

- ❖ preparazione del giacimento alla coltivazione (attività 1);
- ❖ coltivazione del giacimento comprendente scavo e trasporto del materiale (attività 2);
- ❖ riabilitazione ambientale del sito (attività 3).

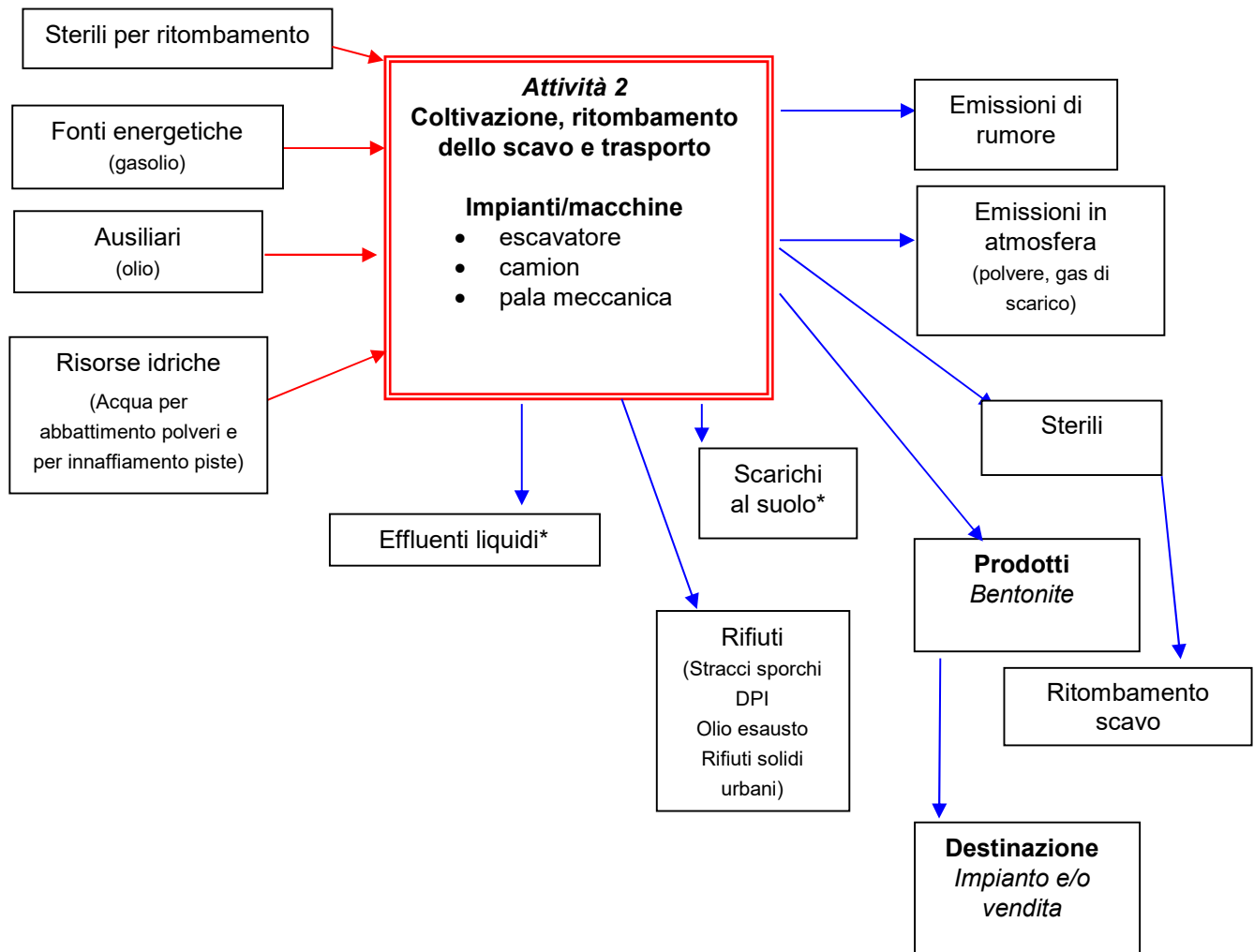
Si sono considerati tutti i flussi in entrata e in uscita per i fattori ambientali impattanti.

### 7.2.1. Analisi dei flussi dell'attività di preparazione del giacimento alla coltivazione



N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da \* si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

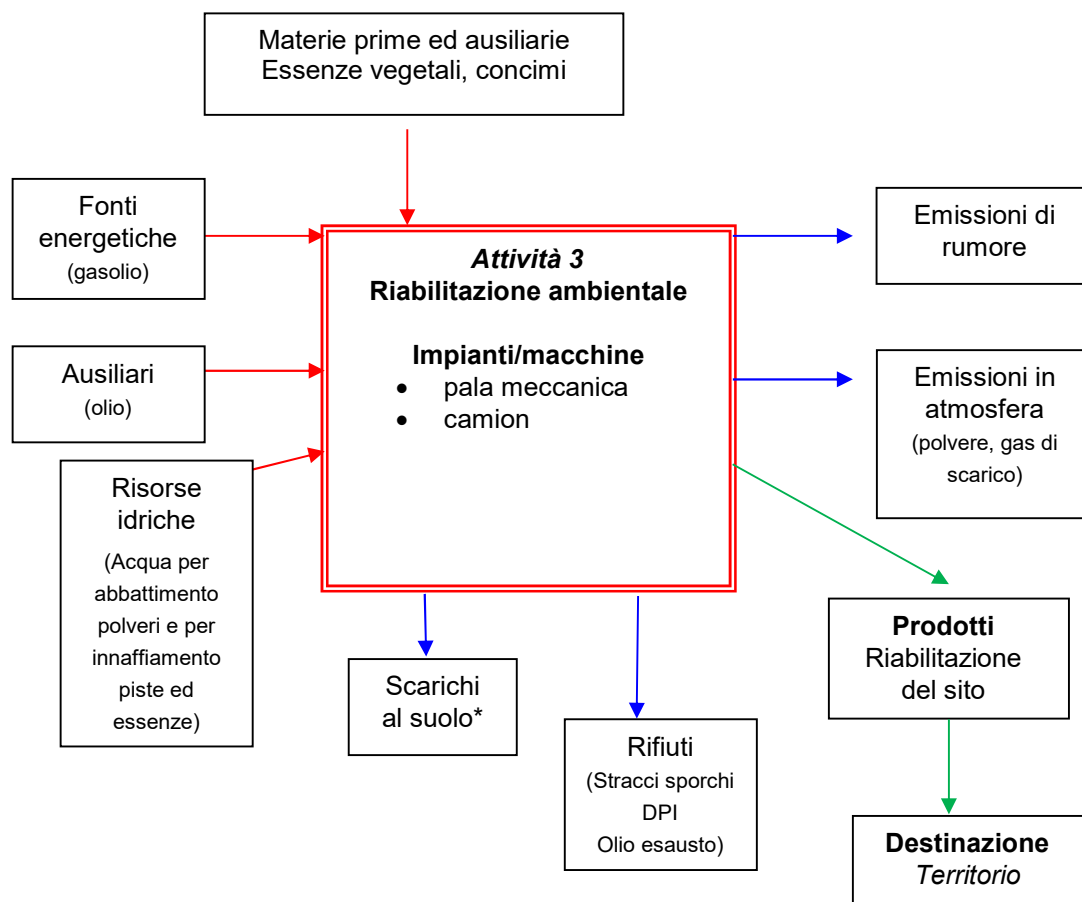
## 7.2.2. Analisi dei flussi dell'attività di coltivazione, ritombamento e trasporto del materiale



N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da \* si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza



### 7.2.3. Analisi dei flussi dell'attività di riabilitazione ambientale



N.B.: Gli aspetti ambientale accompagnati da \* si intendono presenti esclusivamente in condizioni anomale o in situazioni di emergenza

### 7.3. Individuazione quantitativa degli aspetti ambientali connessi con l'attività

A questo punto, diventa ineludibile affrontare la valutazione analitica dei diversi impatti, con la metodologia ritenuta adatta al caso in esame e secondo le fasi descritte nei paragrafi che seguono e così riassunte:

1. definizione e identificazione delle componenti ambientali interessate dal progetto di coltivazione e riabilitazione;
2. determinazione delle caratteristiche più rappresentative del sito, dell'ambiente e delle lavorazioni da effettuare (lista dei fattori);
3. individuazione delle relazioni tra i fattori e le componenti ambientali e definizione ponderale dei singoli fattori su ciascuna componente ambientale;
4. raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione secondo la scala precedentemente fissata;
5. stima qualitativa e quantitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale e calcolo degli impatti elementari.

#### 7.3.1. Definizione e identificazione delle componenti ambientali

Il primo problema da affrontare nella fase di analisi è quello di individuare gli impatti significativi delle azioni di progetto (le cause) e i settori dell'ambiente su cui ricadono i loro effetti.

Per entrambi questi aspetti, l'esame di casi precedenti, nonché la conoscenza di *liste* precostituite possono fornire un notevole aiuto, anche se, ogni nuovo caso richiede un aggiustamento ad hoc delle informazioni disponibili.

I settori dell'ambiente (per esempio aria e acqua, ma anche gli elementi socio-economici), possono essere suddivisi in sottosettori e questi in specifiche ulteriori, e così via fino al livello di dettaglio desiderato.

Uno strumento che consente di affrontare in modo organico e coerente la specificità dei singoli casi è costituito dalle liste di controllo (check-list), da utilizzare nelle fasi iniziali dell'analisi in modo da facilitare la selezione degli elementi realmente significativi.

Anche nelle fasi successive dello studio è utile disporre di liste che consentano di trattare in modo sintetico e sistematico le diverse categorie d'impatto.

Le liste possono anche assumere la forma di questionari, in questo caso si tratta di una lista di domande, che l'estensore dello studio percorre per verificare i possibili punti di attenzione.

Nel caso in esame, si è utilizzato il questionario di controllo contenuto nel manuale di Clark et al. (Lista di controllo degli effetti, The Assessment of Major Industrial Application: A Manual Research Report n. 13, 1980).

Tenendo conto del tipo d'intervento da effettuare sul territorio, ossia la coltivazione e la successiva riabilitazione ambientale del sito, si è effettuata una selezione delle componenti ambientali interessate dall'intervento.

La lista delle componenti ambientali che si ritiene opportuno prendere in considerazione è la seguente:

- ❖ *atmosfera;*
- ❖ *acque superficiali e sotterranee;*
- ❖ *fauna e flora;*
- ❖ *suolo;*
- ❖ *sottosuolo;*
- ❖ *rumore;*
- ❖ *paesaggio;*

- ❖ *assetto socio economico del territorio;*
- ❖ *salute pubblica.*

### **7.3.2. Lista dei fattori di impatto ambientale**

Per l'area oggetto della miniera, si sono individuati attraverso le liste di controllo, una serie di fattori che caratterizzano il sito, l'ambiente in cui esso è inserito e la tecnica con cui saranno effettuate tutte le lavorazioni.

I fattori di impatto sulle componenti ambientali, sono di seguito elencati:

- ❖ diffusione di emissioni gassose e di polveri,
- ❖ effetti sulla fauna,
- ❖ effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti,
- ❖ destinazione d'uso,
- ❖ emissioni sonore,
- ❖ emissione di vibrazioni,
- ❖ effetti geomorfologici e pedologici,
- ❖ interferenza con il sistema idrico superficiale,
- ❖ interferenza con il sistema idrico sotterraneo,
- ❖ aumento del traffico veicolare,
- ❖ effetti sulla vegetazione,
- ❖ effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti,
- ❖ impatto visivo,
- ❖ occupazione delle maestranze locali.

### **7.3.3. Definizione ponderale dei singoli fattori di impatto su ciascuna componente ambientale**

Ciascun FATTORE D'IMPATTO AMBIENTALE (in un intorno predefinito come indicato in precedenza) altera le preesistenti condizioni di equilibrio delle varie COMPONENTI AMBIENTALI in misura che può essere molto marcata, nulla o può variare fra questi due estremi con gradi intermedi.

Pertanto, l'influenza di un fattore su una componente ambientale può essere nulla (in assenza di correlazione) o massima (nel caso di stretta correlazione) e tra i due casi estremi, si possono avere tutta una serie di livelli intermedi (livelli di correlazione) che esprimono valori di influenza di diverso peso.

Nel nostro caso si è stabilito di operare con i livelli di correlazione e con i valori di influenza qui sotto elencati:

***A = 2B (livello di correlazione massimo)***

***B = 2C (livello di correlazione medio)***

***C = 1 (livello di correlazione minimo)***

Pertanto tra la specifica COMPONENTE AMBIENTALE ed il singolo FATTORE D'IMPATTO è possibile un livello di correlazione nullo "Nul", minimo "Min", medio "Med" e massimo "Mas".

Il livello di correlazione massimo è stato ipotizzato doppio del valore medio e quello medio doppio di quello minimo.

La somma dei valori d'influenza ponderale di tutti i FATTORI D'IMPATTO su ciascuna COMPONENTE AMBIENTALE è stata normalizzata imponendone la somma pari a 10.

Questo ci permetterà di confrontare le diverse componenti tra loro.

A questo punto si è costruita la matrice con la quale si individua e si pondera l'influenza diretta di ogni fattore su ciascuna componente.



<div> <div>Fattori di impatto ambientale</div> <div>Componenti ambientali</div> </div>	Diffusione di emissioni gassose e di polveri	Effetti sulla fauna	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	Destinazione d'uso	Emissioni sonore	Effetti geomorfologici e pedologici	Interferenza con il sistema idrico superficiale	Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	Aumento del traffico veicolare	Effetti sulla vegetazione	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	Impatto visivo	Occupazione delle maestranze locali
Atmosfera	Mas												
Acque superficiali e sotterranee							Mas	Min					
Flora e fauna	Min	Mas		Min	Min				Min	Mas			
Suolo	Min					Mas	Med						
Sottosuolo								Min					
Rumore					Mas				Med				
Paesaggio	Min			Mas		Med	Min					Mas	
Salute pubblica	Med		Mas		Med				Med		Med		
Assetto socio economico	Min					Med						Min	Mas

NB.: La casella vuota indica correlazione nulla

## **8. Raccolta dei dati peculiari del sito e loro quantificazione**

---

### **8.1. Definizione dell'ambito di potenziale influenza dell'opera**

Gli ambiti potenziali di influenza dell'opera, sono stati perimetrati come di seguito indicato:

1. per quanto concerne le emissioni gassose e le emissioni di polveri e la conseguente variazione della qualità dell'aria, si è considerata l'area che si estende fino ad un ambito di indagine di 1,5 km;
2. per quanto riguarda i fattori, rumore e vibrazioni, l'area considerata si estende fino ad una distanza di 2 km dal perimetro della miniera cioè, comprende l'area stimata di maggior impatto;
3. per quanto attiene al paesaggio, l'ambito che si è considerato è quello interessato dai coni di visuale e dal contesto morfologico al contorno.

### **8.2. Analisi delle componenti ambientali**

#### **8.2.1. Atmosfera**

##### **8.2.1.1. Climatologia - Caratterizzazione generale**

Il clima della Sardegna è il tipico clima mediterraneo, di tipo temperato-caldo, a periodismo quotidiano e stagionale, con una stagione estiva caldo-arida ed una stagione più o meno fredda, con variazioni locali anche considerevoli.

L'inverno è mite nella zona costiera ed in quelle interne di modesta altitudine, mentre è freddo e maggiormente piovoso in montagna.

L'estate è invece calda con la temperatura media del mese più caldo quasi sempre superiore ai 23 °C e arida, con precipitazioni estive sempre inferiori alla media calcolata.

Le escursioni termiche considerando territori diversi, sono influenzate più dalla variazione altitudinale che da quella latitudinale o dallo spostarsi verso le aree interne.

Tale relativa omogeneità, è dovuta all'influenza regolatrice e mitigatrice del mare che è diretta e uniformemente distribuita su tutto il territorio, grazie anche alla particolare forma e dimensione dell'isola.

Le precipitazioni sono un fenomeno molto variabile nel tempo e nello spazio, fondamentalmente, si ha un regime pluviometrico doppiato, uno di tipo autunno-invernale e l'altro di tipo primaverile-estivo con il dato costante della siccità.

La piovosità è concentrata prevalentemente nella stagione fredda.

##### **8.2.1.2. Climatologia - Caratterizzazione dell'area**

Le caratteristiche climatiche della zona sono state determinate considerando dati termometrici, pluviometrici e anemometrici.

Vista la vicinanza delle stazioni meteorologiche di Stintino e Porto Torres, si sono presi in considerazione i dati di queste due stazioni e precisamente:

i valori termometrici sono stati rilevati dalla stazione meteorologica di Stintino, la più vicina dotata di sistemi di rilevamento (Porto Torres non dispone di sistemi di rilevamento termometrici).

Il periodo di osservazione considerato è relativo ad un periodo di nove anni (non è stato possibile considerare un periodo di tempo maggiore, in quanto i dati degli anni successivi al 1984 non sono ritenuti sufficientemente affidabili).

##### **8.2.1.2.1. Temperatura, precipitazioni e clima**



Con i dati in possesso è stata quindi elaborata la tabella seguente, dalla quale risulta che la temperatura media giornaliera è di 16,1 °C, con valori massimi di 23,8 °C nel mese di agosto e valori minimi di 10,1 °C nel mese di gennaio.

STAZIONE DI STINTINO (9 m. s.l.m.) Temperature °C			
	Media massime	Media giornaliera	Media minime
Gennaio	13.3	10.1	7.0
Febbraio	15.5	10.3	7.1
Marzo	15.2	11.6	8.0
Aprile	17.3	13.3	9.4
Maggio	20.7	16.3	12.0
Giugno	25.6	20.6	15.7
Luglio	28.9	23.7	18.5
Agosto	28.5	23.8	19.1
Settembre	25.8	21.1	16.4
Ottobre	21.7	17.7	13.5
Novembre	17.5	13.8	10.2
Dicembre	14.5	11.1	7.7
Anno	20.2	16.1	12.0

La media delle temperature massime raggiunge il suo apice nel mese di luglio con ben 28,9 °C; mentre la media delle temperature minime ha il proprio minimo nel mese di gennaio con 7,0 °C.

Per quanto concerne i dati pluviometrici, vista la posizione geografica dell'area esaminata, si sono presi in considerazione i dati rilevati dalle stazioni pluviometriche sia di Stintino sia di Porto Torres.

Con questi altri dati, riferiti a un periodo di 33 anni di osservazioni comprese tra il 1958 ed il 1980, è stata realizzata la tabella seguente nella quale sono state riportate

- ❖ le precipitazioni medie,
- ❖ la media dei giorni piovosi rilevati mensilmente ed annualmente.

	Stintino (9 m. s.l.m.)		Porto Torres (2 m. s.l.m.)	
	precipitazioni (mm)	giorni piovosi	precipitazioni (mm)	giorni piovosi
Gennaio	49.9	6.0	51.1	7.4
Febbraio	46.6	5.6	50.0	6.8
Marzo	45.3	5.4	52.4	7.2
Aprile	33.4	4.2	35.9	5.6
Maggio	20.3	2.6	28.5	3.5
Giugno	7.4	1.1	11.5	1.7
Luglio	7.3	0.4	4.2	0.5
Agosto	9.4	1.1	12.2	1.4
Settembre	34.4	2.9	38.3	3.7
Ottobre	72.3	5.7	75.3	6.9
Novembre	87.4	7.0	91.3	8.7
Dicembre	71.3	6.8	68.4	8.6
Anno	485.0	48.7	519.0	62.0

Il regime pluviometrico è di tipo **AIPE** (Autunno-Inverno-Primavera-Estate).

È interessante notare che, nonostante la relativa vicinanza tra le due località (18 Km circa in linea d'aria), a fronte di una media annua di precipitazioni non troppo differente (485 mm Stintino - 519 mm Porto Torres), la media del numero di giorni piovosi mostra una sostanziale differenza tra le due stazioni.

Infatti, mentre i 62 giorni piovosi annui di Porto Torres riflettono l'andamento medio delle altre stazioni della Nurra, i 48,7 giorni rilevati nella stazione di Stintino, costituiscono un caso decisamente anomalo nel contesto climatico della Nurra nord-occidentale.

Con i dati termo-pluviometrici della stazione di Stintino e della stazione di Alghero Aeroporto, sono stati elaborati i diagrammi classificativi di Walter-Lieth dove, graficamente, sono rappresentate insieme l'andamento annuale delle precipitazioni e delle temperature.

Walter e Lieth hanno perfezionato le rappresentazioni grafiche dei regimi termici e pluviometrici di Bagnouls e Gaussen.

Questi diagrammi danno un quadro sintetico dei caratteri termo-pluviometrici relativi alle diverse stazioni di registrazione.

I diagrammi (vedi figure seguenti) riportano sull'ascissa i mesi dell'anno e sull'ordinata le precipitazioni e le temperature relative.

I valori delle temperature sono riportati a scala doppia rispetto a quelli di precipitazioni ( $1^{\circ}\text{C} = 2 \text{ mm}$ ).

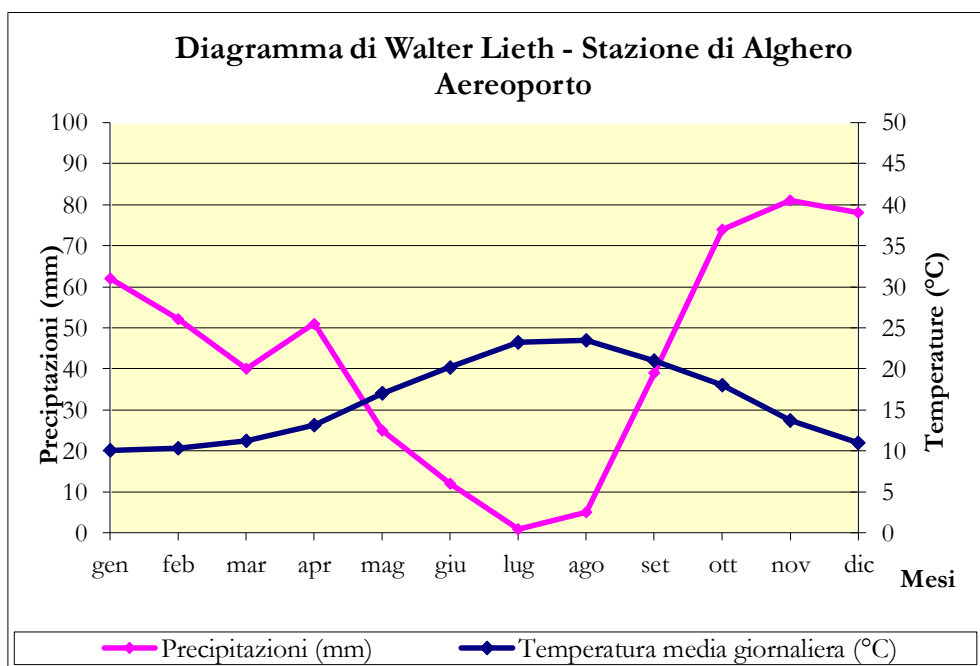
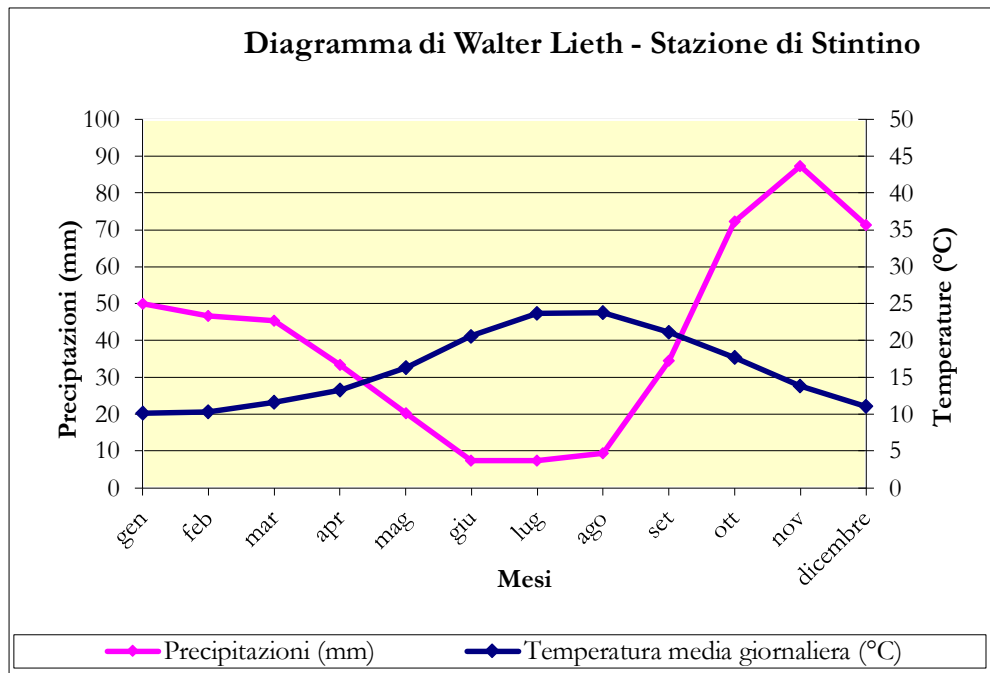
Così elaborati, i diagrammi consentono il confronto grafico fra il regime termico e quello pluviometrico annuale.

Secondo Gaussen, quando la curva delle precipitazioni scende sotto quella della temperatura ( $P < 2T$ ) il periodo interessato deve considerarsi secco.

Per entrambe le stazioni, il diagramma evidenzia tre aree differenti:

- ❖ le due laterali che rappresentano l'entità del periodo umido (la linea delle precipitazioni si trova al di sopra di quella delle temperature) e
- ❖ la centrale che indica l'entità del periodo arido (la linea delle precipitazioni scende al di sotto di quella delle temperature).

Dallo studio del diagramma possiamo, quindi, individuare il tipo di clima dell'area esaminata considerando alcuni dei sistemi di classificazione tra i più utilizzati.



L'indice di De Martonne rappresenta un perfezionamento del pluviometro di Lang, secondo la formula elaborata dallo stesso autore, si ha:

$$A = \frac{P}{T + 10}$$

**A** = indice di aridità

**P** = sommatoria delle precipitazioni medie annue (in mm)

**T** = media temperature annue (in °C)

Per la stazione di Stintino abbiamo:

$$A = \frac{485 \text{ mm}}{16,1^\circ + 10} = 18,6$$

Per la stazione di Alghero aeroporto, invece, abbiamo:

$$A = \frac{520 \text{ mm}}{16^\circ + 10} = 20,0$$

Valori dell'indice	Tipo	Valori dell'indice	Tipo
0 - 5	Arido estremo (deserto)	20 - 30	Subumido
5 - 15	Arido (steppe circumdesertiche)	30 - 60	Umido
15 - 20	Semiarido (di tipo mediterraneo)	> 60	Perumido

Tali valori secondo la classificazione di De Martonne, evidenziata nella tabella precedente, fanno ricadere tale area in una zona con clima di tipo semiarido, mentre, secondo la classificazione di Emberger, dovrebbe rientrare nel bioclima semiarido e secondo quella di Thornthwaite il clima sarebbe di tipo oceanico insulare. La zona esaminata, secondo Arrigoni (1968), appartiene all'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee, che rappresenta una variante del climax termoxerofilo tipico delle zone litoranee soprattutto della Sardegna centromeridionale, dei versanti orientali dell'isola, di parte della Nurra e delle isole sarde minori.

Il clima è quindi caratterizzato da:

- ❖ estati calde con forte deficit idrico, ma con massimi termici attenuati da l'influenza termoregolatrice del mare;
- ❖ un modesto surplus idrico nell'arco dei mesi compresi tra ottobre e gennaio, e
- ❖ periodo freddo quasi inesistente, con conseguente riduzione delle specie vegetali a riposo invernale.

#### 8.2.1.2.2. Venti

I venti influenzano sia la morfologia del litorale che la vita e la distribuzione delle specie vegetali.

I dati anemometrici, sono quelli provenienti dalle osservazioni eseguite dalla stazione dell'Aeronautica Militare dell'Isola dell'Asinara, durante il periodo 1940-1965 per un totale di 26 anni.

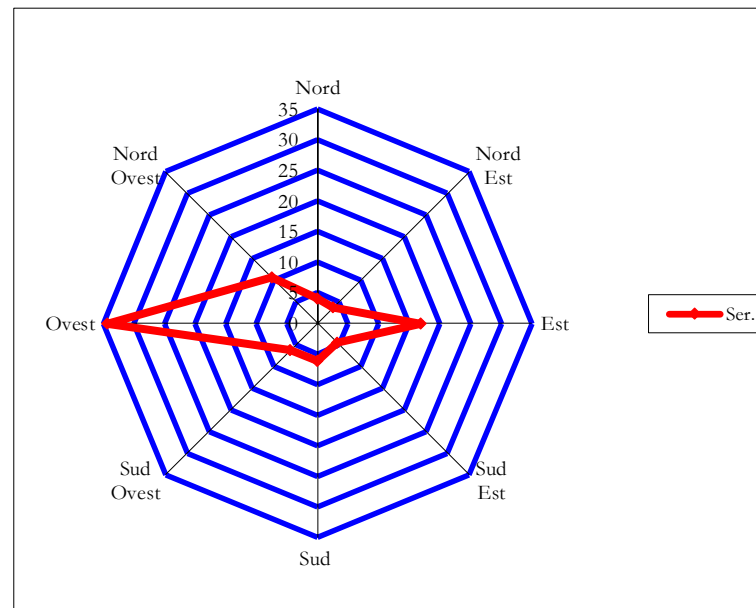
Sono stati rilevati i dati della velocità e della direzione del vento al suolo e su tali dati sono state calcolate le frequenze percentuali, per tutto il periodo in questione, raggruppandole per determinati intervalli di direzione di provenienza del vento (per angoli di 45° attorno alle otto direzioni principali dell'orizzonte) e per determinati intervalli di velocità (0-5; 5-15; 15-25; 25-35 m./sec.).

Per ciascuna direzione sono stati quindi riportati i numeri rappresentanti le frequenze percentuali, calcolate per ogni intervallo di velocità.

Dall'esame della carta si evidenzia la prevalenza dei venti del I° e del IV° quadrante.

La stazione dell'Asinara mostra chiaramente l'influenza delle Bocche di Bonifacio, in questo punto, la corrente predominante di nord-ovest del Mediterraneo nord-occidentale, viene decisamente incanalata, favorendo in tal modo il netto predominio dei venti occidentali ai quali seguono per ordine di frequenza, in venti provenienti da est.

È comunque opportuno segnalare che, nella zona in esame, la direzione e la velocità dei venti al suolo, non corrispondono esattamente a quelli rilevati per l'Asinara, in quanto essi subiscono l'influenza geografica della penisola di Stintino e dell'Isola dell'Asinara stessa, ma in ogni caso risultano significative per tale fattore ambientale.



#### 8.2.1.2.3. Conclusioni

In base ai parametri analizzati e ai dati a disposizione, si è visto che il regime delle precipitazioni è formato da un periodo piovoso abbastanza esteso e da uno abbastanza limitato prevalentemente secco, i venti sono generalmente forti e di direzione principalmente ovest e contribuiscono ad aumentare l'evapotraspirazione delle zone esposte.

La distribuzione degli afflussi meteorici, durante l'anno, segue l'andamento tipico del clima mediterraneo e nella stagione piovosa si presenta irregolare e variabile.

#### 8.2.1.3. Quadro normativo di riferimento

La prima legge quadro, in tema di inquinamento atmosferico, è stata la 615 del 1966, che pur con numerose lacune, ha suddiviso il territorio nazionale in due zone di controllo denominate A e B, e quindi ha introdotto una discriminazione tra comuni soggetti alle norme della legge e comuni esclusi da dette norme.

La legge 615 introduce per la prima volta il concetto di inquinamento atmosferico.

Le norme introdotte riguardano gli impianti termici, i combustibili, le industrie e i veicoli a motore.

I regolamenti di attuazione della legge 615, sono stati il DPR 1391 del 1970 e i DPR 322 e 323 del 1971.

#### 8.2.1.4. DPR 15/04/1971 n. 322

Questo decreto reca il regolamento di attuazione della Legge 615, limitatamente al settore delle industrie.

Il DPR 322 ha introdotto la definizione di impianto industriale e di impianto di abbattimento, la definizione degli organi di vigilanza e la fissazione dei limiti di concentrazione per diversi inquinanti (tabella allegata al DPR).

#### **8.2.1.5. DPCM 28/03/1983**

Nel decreto in oggetto, si definisce un piano organico della prevenzione e del controllo dell'inquinamento atmosferico, inoltre, viene eliminato il criterio della territorialità per quanto riguarda i controlli (zone A e B della Legge 615), viene prevista la realizzazione dei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria; viene introdotta una valutazione statistica per la verifica del rispetto degli standard, vengono introdotti ufficialmente metodi di analisi automatizzati e vengono introdotti nuovi limiti per le concentrazioni dei principali inquinanti (Tabelle A e B).

#### **8.2.1.6. DPR 24/05/1988, n. 203**

Questo DPR, aggiorna tutta la normativa precedente in quanto recepisce alcune direttive CEE, concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali.

L'inquinamento atmosferico, è definito come "ogni modificazione alla normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente; alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati". Vengono inoltre aggiornati i limiti del DPCM 28/03/83 ed introdotti i valori guida di qualità dell'aria.

#### **8.2.1.7. Decreti Ministeriali del 20/05/91**

Nel 1991 al fine di attuare ed integrare il DPCM 28/03/83, vengono emanati due importanti decreti ministeriali, entrambi datati 20 maggio che riguardano:

- ❖ criteri per l'elaborazione dei piani regionali per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria che fornisce le indicazioni per la formulazione dei piani regionali di rilevamento e risanamento, intesi come strumento di programmazione, coordinamento e controllo delle attività antropiche con emissioni in atmosfera, ai fini della tutela della salute e dell'ambiente;
- ❖ criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria che detta precisi criteri per la realizzazione di sistemi di rilevamento dei dati di qualità dell'aria, sia in ambito urbano che industriale, al fine di garantire omogeneità e riproducibilità dei risultati su tutto il territorio nazionale.

#### **8.2.1.8. DPR del 25 luglio 1991**

Il DPR in oggetto, riguarda tutte quelle attività a ridotto inquinamento atmosferico e ad inquinamento atmosferico poco significativo.

Sono attività ad inquinamento atmosferico poco significativo, quelle di cui all'allegato 1 al decreto, mentre sono attività a ridotto inquinamento atmosferico tutte le attività i cui impianti producono flussi di massa degli inquinanti, calcolati a monte di eventuali impianti di abbattimento finali, che risultino inferiori a quelli indicati dai provvedimenti del DPR n° 203 del 1988, sono altresì, considerate attività a ridotto inquinamento atmosferico anche quelle che utilizzano, nel ciclo di produzione, materie prime ed ausiliarie che non superano le quantità o i requisiti indicati nell'allegato 2 al decreto in oggetto.

#### **8.2.1.9. D. Lgs. 21/5/2004 n. 171**

Il decreto citato, è in attuazione della direttiva 2001/81/Ce ed è relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici.

In particolare, il decreto, individua gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti organici volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione stabiliti nell'allegato 1.

#### **8.2.1.10. D. Lgs. 30/5/2018 n. 81**

Il decreto in oggetto, si occupa del recepimento della Direttiva (UE) 2016/2284 (Direttiva Nec) del parlamento europeo e del consiglio del 14 dicembre 2016 concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE.

Il decreto, è finalizzato al miglioramento della qualità dell'aria, alla salvaguardia della salute umana e dell'ambiente e ad assicurare una partecipazione più efficace dei cittadini ai processi decisionali.

In particolare il decreto, persegue i seguenti obiettivi:

- ❖ ridurre il complesso delle emissioni nazionali annue di origine antropica di una serie di sostanze per rispettare specifici livelli entro il 2020 e il 2030;
- ❖ attivare il monitoraggio delle emissioni di una serie di sostanze per cui non sono previsti obblighi di riduzione delle emissioni;
- ❖ ottenere, attraverso un sistema di monitoraggio, dati relativi agli impatti dell'inquinamento atmosferico sugli ecosistemi.

#### **8.2.2. Rumore**

##### **8.2.2.1. Normativa di riferimento**

Le normative in vigore ed applicabili alle emissioni sonore in ambiente esterno, sono le seguenti:

- ❖ Legge 26 ottobre 1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico. Con la Legge 26 ottobre 1995, n. 447, il legislatore nazionale ha definito i principi fondamentali per la tutela dell'ambiente esterno e di quello abitativo dall'inquinamento acustico. Scopo della legge n. 447/1995 è quello di tutelare l'ambiente esterno e l'ambiente abitativo, inteso come ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità, da sorgenti sonore fisse (art. 2, comma 1, lettera c) o sorgenti sonore mobili (art. 2, comma 1, lettera d), categoria residuale rappresentata da tutte le sorgenti non fisse. Per ciascuna sorgente di rumore, la legge individua il valore limite di emissione (art. 2, comma 1, lettera e) inteso come valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa e di immissione (art. 2, comma 1, lettera f) come valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
- ❖ DPCM 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore, che fissa i valori limite di emissione e di immissione (assoluti e differenziali), i valori di attenzione e i valori di qualità delle sorgenti sonore riferiti alle 6 classi di destinazione d'uso del territorio previste dalle tabelle allegate al decreto e adottate dai Comuni.
- ❖ Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico. L'atto normativo regola l'utilizzo della strumentazione per la misura del rumore e le norme tecniche che fissano procedure e modalità per effettuarla.
- ❖ D. Lgs. 19 maggio 2005 n°194 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. Il presente decreto, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche, per



l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose, per assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed ai relativi effetti.

- ❖ D. Lgs. 17 febbraio 2017 n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. Modifica e integra il D. Lgs. 194/2005 relativo alla gestione del rumore ambientale, e la legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge 447/1995), disciplina la figura professionale di tecnico competente in acustica e introduce l'obbligo di mappature acustiche e di valutazione di impatto acustico.

### 8.2.2.2. Definizioni

Il *D.P.C.M. del 1 marzo 1991*, definisce rumore "qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente".

Il rumore è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi.

Le conseguenze dell'esposizione al rumore possono variare da un individuo all'altro, tuttavia in una relazione dell'OMS del 1996 sul rumore, l'ambiente e la salute, si dà particolare risalto ad effetti quali i disturbi del sonno, i danni uditivi o fisiologici (prevalentemente di tipo cardiovascolare) e le difficoltà di comunicazione.

#### 8.2.2.2.1. Livello $L_p$ della pressione acustica

Il rumore è generato dal livello della pressione acustica di un fenomeno: il livello  $L_p$  della pressione acustica  $P$  si misura per confronto con la pressione convenzionale  $P_0$ , assunta pari a 20 micropascal, che corrisponde alla soglia di udibilità, secondo la relazione logaritmica:

$$L_p = 10 \cdot \log \left[ \frac{P}{P_0} \right] \quad \text{dB(A)}$$

Poiché l'orecchio umano non è ugualmente sensibile a tutte le frequenze, ma recepisce in modo minore le basse frequenze e quelle più elevate, i vari misuratori di livello sonoro includono la così detta curva di ponderazione A, che pesa le singole componenti spettrali in modo simile a quanto fatto dall'orecchio umano.

Il valore istantaneo della pressione acustica ( $P_{(t)}$ ) viene ponderato secondo la curva A (norma International Electrotechnical Commission n.651 del 1979) ed è espresso in decibel dB(A).

Le normali sorgenti sonore presentano le seguenti intensità:

Foglie smosse dal vento	20	dB(A)
Conversazione a bassa voce	40	dB(A)
Conversazione normale	60	dB(A)
Macchine calcolatrici	70	dB(A)
Automobile a 80 km/h	80	dB(A)
Interno motore aereo	100	dB(A)
Martello pneumatico	120	dB(A)
Aviogetto al decollo	140	dB(A)

#### 8.2.2.2.2. Livello equivalente continuo $L_{eq}$

Il livello equivalente continuo  $L_{eq}$ , indicato dalla normativa internazionale quale indice globale di valutazione degli effetti del rumore, rappresenta il valore medio del rumore in un certo intervallo di tempo.

Il  $L_{eq}$ , ponderato seconda la curva A, è così definito:

$$L_{eq}(A) = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0} dt \right] \quad \text{dB(A)}$$

dove:

$P_0$  = livello di pressione di riferimento =  $20 \times 10^{-6}$  Pascal, corrisponde alla soglia di udibilità;

$P(t)$  = variazione della pressione sonora  $P$ , in funzione del tempo  $t$ ;

$T$  = tempo di misura;

$\int$  = integrale;

Il livello equivalente continuo  $L_{eq}$  corrisponde al livello continuo e costante che nell'intervallo di riferimento  $T$  possiede lo stesso livello energetico medio del rumore originario fluttuante.

#### **8.2.2.2.3. Le componenti tonali del rumore**

La frequenza caratterizza la tonalità del rumore (da grave a molto acuta).

L'intervallo di udibilità dell'orecchio umano è compreso tra circa 20 e 20.000 Hz e viene suddiviso in 9 ottave (l'ottava è l'intervallo entro il quale si raddoppia la frequenza di un suono) o 27 terzi di ottava.

Una misura importante, relativa al rumore, è la sua distribuzione in frequenza: si passa dai rumori "a larga banda", cioè con energia distribuita piuttosto uniformemente su tutto lo spettro, alle componenti tonali, caratterizzate da emissioni sonore concentrate in una particolare banda di un terzo d'ottava.

Normalmente si tende a riconoscere a queste ultime un particolare effetto disturbante.

L'allegato B al *D.M. del 16.3.98*, al punto 10, prescrive che si riconosce una componente tonale quando il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti di almeno 5 dB; si applica il fattore correttivo  $KT$  (+3 dB di penalizzazione) soltanto se la componente tonale tocca una isofonica eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti.

#### **8.2.2.2.4. Le componenti impulsive del rumore**

La presenza di ripetitività di rumori con durata inferiore al secondo, costituisce il criterio identificativo della componente impulsiva.

L'evento sonoro si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno che pure, a parità di  $L_{eq}$ , implica un particolare effetto disturbante.

Anche in questo caso, qualora sia accertata la presenza di una componente impulsiva, viene introdotto un fattore di correzione  $KI$  pari a + 3 dB.

#### **8.2.2.3. La zonizzazione acustica del territorio**

Il Piano di Zonizzazione Acustica è uno strumento di pianificazione del territorio, che ne disciplina l'uso e vincola le modalità di sviluppo delle attività su di esso svolte, al fine di armonizzare le esigenze di protezione dal rumore e gli aspetti riguardanti la pianificazione territoriale e il governo della mobilità.

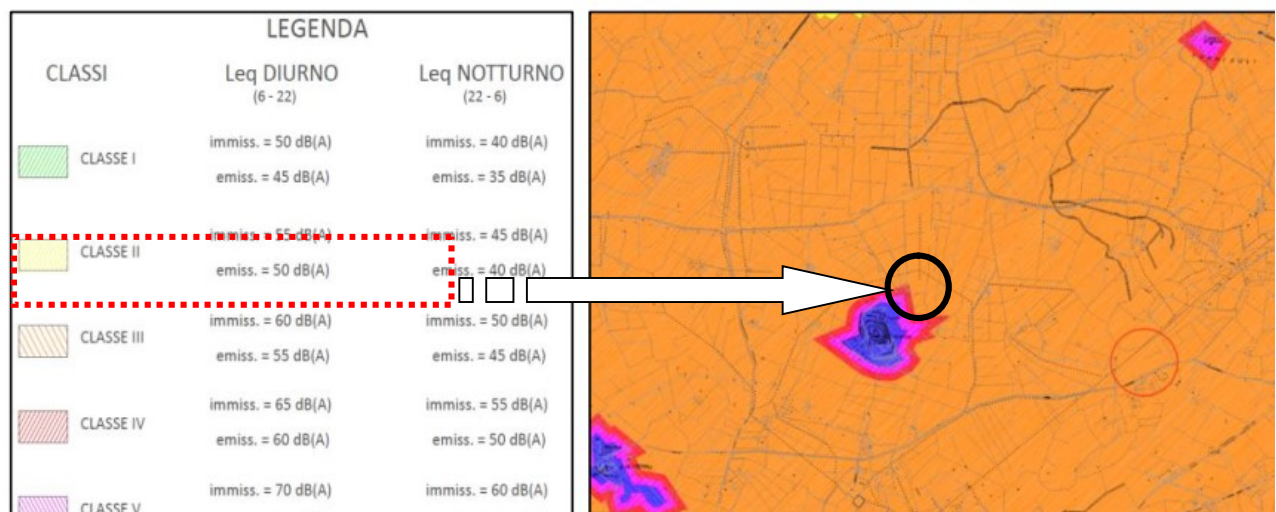
Il piano di zonizzazione acustica è dunque parte integrante della pianificazione territoriale dell'Amministrazione Comunale.

Con la delibera della Giunta comunale n. 303 del 07 novembre 2012, il Comune di Sassari approvò gli elaborati relativi alla mappatura acustica strategica.

Il decreto 194/2005 prevede che la mappatura acustica strategica devono essere rielaborate almeno ogni cinque anni dalla prima elaborazione e pertanto si è proceduto con l'aggiornamento degli elaborati progettuali redatti nell'anno 2012.

Con la delibera della Giunta comunale n. 171 del 27 luglio 2017, è stato approvato l'aggiornamento degli elaborati relativi alla mappatura acustica strategica.

Come si evince dal Piano di Zonizzazione Acustica redatto dal Comune di Sassari, il valore limite di immissione del livello di pressione sonora equivalente nel periodo diurno è di 60 dB(A) mentre il valore limite di emissione è di 55 dB(A).



I sistemi insediativi potenzialmente interessati dagli impatti prodotti dalle sorgenti di rumore ricadono in Classe III e sono evidenziati nella figura sottostante.



La campagna acustica predisposta ed allegata alla presente come allegato 14, evidenzia un sostanziale rispetto dei livelli legislativi imposti dal Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Sassari.

Le previsioni di impatto non evidenziano la possibilità che si verifichino particolari situazioni critiche in fase di coltivazione della miniera tali da richiedere interventi sulle attrezzature ed impianti, di tipo gestionale e di tipo puntuale, quali la predisposizione di barriere antirumore mobili.

L'esame tramite simulazioni modellistiche ha evidenziato una diffusa conformità ai limiti legislativi su tutto l'ambito di studio.

In sintesi, l'analisi svolta permette di sostenere la compatibilità dell'opera in progetto con l'ambito destinato al suo inserimento.

### **8.2.3. Flora e fauna**

#### **8.2.3.1. Flora**

##### **8.2.3.1.1. Classificazione fitoclimatica di De Martonne**

Come detto nel paragrafo relativo alla climatologia, l'indice di De Martonne è dato dalla formula:

$$A = \frac{P}{T + 10}$$

dove

A = indice di aridità

P = sommatoria delle precipitazioni medie annue (in mm)

T = media temperature annue (in °C)

Per la stazione di Stintino il valore è pari a 18,6, mentre, per la stazione di Alghero aeroporto, questo è pari a 20.

Secondo De Martonne a valori del rapporto maggiori di 20, fa riscontro una dominanza di vegetazione forestale.

L'indice consente di precisare i vari gradi di umidità e quindi anche di esprimere con valori numerici le condizioni ambientali estreme per certi tipi di piante o per certe colture.

È quindi di grande utilità non solo dal punto di vista climatologico, ma anche dal punto di vista vegetazionale.

Come detto nel paragrafo relativo alla climatologia l'area rientra secondo la classificazione di De Martonne all'interno del clima semiarido di tipo Mediterraneo.

Dal punto di vista biologico, si può dire che non esiste o è quanto meno ridotto il periodo in cui la temperatura media rimane al di sotto dei 10 °C (soglia minima per la vegetazione) per cui risulta importante non tanto la stagione fredda ma quella calda che porta ad una dormienza forzata tutte quelle specie che non riescono in altro modo a superare la siccità estiva.

##### **8.2.3.1.2. Classificazione fitoclimatica di Pavari**

Questa classificazione trova ampio impiego nello studio dei caratteri forestali ed è stata applicata da numerosi studiosi per la caratterizzazione delle formazioni boschive italiane.

Pavari distingue cinque zone climatiche: Lauretum, Castanetum, Fagetum, Picetum ed Alpinetum.

La divisione in zone e sottozone è basata essenzialmente su tre valori medi di temperatura: media annua, media del mese più freddo e media dei minimi annuali.

Le zone del Lauretum e del Castanetum sono contraddistinte anche in base all'andamento pluviometrico.

Il quadro di questa classificazione applicata all'area in esame è riportato nella seguente tabella.

Stazione	Quota (m)	Temperature medie (°C)					Precipitazioni (mm)	Escursione termica annua (°C)	Zona e sottozona
		annua	mese più freddo	mese più caldo	minimi	massimi	annua	estiva	
Alghero Aeroporto	23	16	10	23,6			570,4	53,8	13,6 Lauretum caldo con siccità estiva

#### 8.2.3.1.3. Classificazione fitogeografica di Pignatti

Pignatti propone, per un inquadramento climatico della vegetazione italiana, una zonizzazione su base altimetrica cui fa corrispondere fasce di vegetazione ben definite.

La zona bioclimatica mediterranea comprende tutta l'Italia peninsulare ed insulare.

L'area studiata, appartiene alla zona mediterranea secondo la classificazione riportata nella seguente tabella.

Zona di vegetazione	Fascia	Zona fitoclimatica (secondo Pavari)	Ambiti di altitudine (m s.l.m.)
Boreale		Picetum	> 1700 (1800)
Subatlantica	superiore inferiore	Fagetum freddo Fagetum caldo	1400 (1500) - 1700 (1800) 800 (1000) - 1400 (1500)
Medioeuropea	collinare planiziare	Castanetum freddo Castanetum caldo	200 (400) - 800 (1000) 0-200 (400)
Mediterranea (extrazonale)		Lauretum	Livello mare

#### 8.2.3.1.4. Caratterizzazione dell'area

La flora di un territorio, ossia la determinazione delle specie vegetali, non è altro che l'espressione di quanto è accaduto in quell'area durante le diverse ere geologiche.

Una regione, o anche un piccolo territorio, ha una sua peculiare caratteristica che le è conferita dalla varietà del mantello vegetale.

I diversi aspetti che si osservano in un paesaggio vegetale sono facilmente individuabili, fisionomicamente, in foreste, boschi, macchia, gariga e prati dati dall'insieme di piante che hanno la stessa esigenze ecologiche.

Quindi le specie che mostrano le stesse preferenze per il tipo di clima e suolo si riuniscono in vita comune formando delle *comunità vegetali* che costituiscono la *vegetazione* di una regione o territorio.

La flora del territorio inquadrato geograficamente nel settore nord-ovest dell'isola è tipicamente mediterranea, intendendo con questo termine quel tipo di flora che vive nella fascia geografica caratterizzata da un clima caldo arido con massimo di precipitazioni in inverno.

Sono presenti comunque numerosi ambienti vegetazionali distinti.

Partendo dall'abitato di Alghero troviamo un'ampia fascia a uliveti, di cui alcuni secolari.

A nord-ovest il litorale sabbioso che raggiunge Fertilia è caratterizzato da un rimboschimento a pino domestico, ma è presente anche un'interessante flora spontanea.

Dove le dune sono più stabili, è presente una fascia con il ginepro coccolone, quest'ultimo presente solo in questo tratto di costa.

Nella retrostante laguna di Calic dominano le piante acquatiche e di ambiente salmastro.

Man mano che la salinità diminuisce, dal mare verso l'interno, le distese di giunco e le rosse praterie di salicornia lasciano il posto ai canneti e alle tamerici.

Ad ovest, il substrato calcareo ed il clima mediterraneo condizionano la copertura vegetale.

Sulle falesie, vicinissimo al livello del mare, riesce ad insediarsi soltanto il finocchio marino e l'elicriso.

Nelle aree prospicienti la costa prevale la tipica garica con bianchi affioramenti rocciosi tra il suolo rossastro. La vegetazione è bassa e spesso pulvinata con la ginestra corsica, varie specie di Limonium e, all'interno dell'oasi faunistica "Arca di Noè", le interessanti stazioni di Centaurea orrida e astragalo.

Più in alto si incontrano gli elementi tipici della macchia mediterranea con il lentisco, il ginepro fenicio, la fillirea, il rosmarino, l'euforbia ed i cisti.

Ma l'elemento più tipico di quest'area è senza dubbio la palma nana, riscontrabile addirittura in forma arborea.

Nei versanti nord del monte Timidone e di Monte Doglia sono presenti lembi di lecceta, accompagnata dal corbezzolo, dall'erica e dall'olivastro.

Dove invece gli incendi hanno lasciato il segno dominano il cisto marino, l'asfodelo e l'urginea.

Nelle zone alte e più in piano si incontra invece la roverella e la sughera, che anticipa la vegetazione dell'entroterra.

L'analisi della vegetazione dell'area considerata è stata eseguita secondo il metodo fitosociologico proposto dal botanico svizzero Braun-Blanquet.

Lo studio della vegetazione, prende avvio con il riconoscimento sul campo delle comunità vegetali.

Una volta individuate le comunità vegetali, viene effettuato il rilievo che risulta ad estensione variabile e deve corrispondere alla superficie minima necessaria per avere un campionamento floristico esauriente e rappresentativo del popolamento elementare della vegetazione in oggetto.

La stima della copertura, viene valutata in percentuale della superficie di terreno su cui ciascuna specie proietta la propria fitomassa (la cosiddetta copertura della specie) ed espressa attraverso indici secondo la seguente scala:

- ❖ 5 = copertura da 81 a 100%
- ❖ 4 = copertura da 61 a 81 %
- ❖ 3 = copertura da 41 a 60%
- ❖ 2 = copertura da 21 a 40%
- ❖ 1 = copertura da 1 a 20%
- ❖ r = copertura < 1%

Lo studio fisiologico della vegetazione compresa nell'aria interessata all'ampliamento della concessione si basa su un rilievo ritenuto sufficiente a caratterizzare il territorio in oggetto che manifesta una notevole uniformità della copertura vegetale.

Dal punto di vista fisionomico strutturale sono stati individuati i seguenti aspetti:

1. macchia termofila,
2. aree coltivate (terreni agricoli).

#### **8.2.3.1.4.1. La macchia termofila (1)**

Con il termine macchia s'intende generalmente una formazione vegetale sempreverde, i principali elementi costruttivi della macchia presente nell'area sono: lentisco (*pistacia lentiscus*), fillirea (*phillyrea latifolia* e *p. angustifolia*), oleastro (*olea europea*), cisti (*cistus*).

Questa formazione, tende normalmente a coprire interamente il suolo, riduce moltissimo la componente erbacea; determinando in aree dedite al pascolo, il verificarsi in modo frequente incendi, per favorire sia il passaggio degli animali al pascolo, sia per avere una maggiore produzione erbacea e sia per avere nuovi polloni teneri, dalla pronta ripresa vegetativa delle specie legnose.

L'area d'interesse, essendo a vocazione agricola, tende a rimanere non coinvolta negli eventi incendiari, e a mantenere la macchia termofila solo in aree circoscritte come siepi di delimitazione o zone che per particolare struttura morfologica del terreno non permette la lavorazione agricola.

#### **8.2.3.1.4.2. Aree coltivate (4)**

Queste aree sono utilizzate a colture foraggere e seminate.

Possiamo concludere che il territorio in oggetto non presenta delle unicità vegetazionali, di conseguenza la coltivazione della miniera non comporta al mondo della flora del territorio, nessun tipo di sconvolgimento.

Inoltre, una corretta ricostruzione del paesaggio in fase di ripristino permetterà a queste specie di insediarsi nuovamente in quelli spazi che gli sono stati temporaneamente sottratti.

#### **8.2.3.2. Fauna**

Per quanto riguarda la fauna terrestre, vivono e si riproducono oltre cento specie.

Tra i rettili, il comune biacco, il gongilo, la lucertola tiliguerda e la rara testuggine marginata.

Tra i mammiferi sono presenti il gatto selvatico, la martora, la volpe, la lepre sarda, il riccio, il mustiolo, il cinghiale e, nelle zone boschive, il ghio.

Molto ben rappresentata è l'avifauna e da questo punto di vista le coste di Alghero sono un sito di importanza internazionale.

Le falesie ospitano, oltre il comune gabbiano reale, il ben più raro gabbiano corso, la berta maggiore e minore, il falco pellegrino, il marangone del ciuffo e il piccolo uccello delle tempeste.

Più all'interno è possibile osservare la poiana, la pernice sarda, il gheppio, la magnanina sarda e la gallina prataiola.

Nelle zone umide è presente l'airone cenerino, il porciglione, la gallinella d'acqua, il cavaliere d'Italia, la folaga, la garzetta.

Alle volte sostano nella laguna del Calic piccoli gruppi di fenicotteri rosa in migrazione.

Da ricordare la presenza dell'oasi faunistica Arca di Noè che, in questi anni, ha introdotto al suo interno i cavallini della Giara di Gesturi, il daino, l'asinello bianco e il raro grifone.

La fauna presente nel territorio tra i comuni di Sassari e Alghero comprendente anche l'area del Parco regionale di Porto Conte è caratterizzata da numerose specie di importanza nazionale e internazionale.

Alcune di specie, come il Daino, sono state reintrodotte di recente dall'uomo dopo la loro estinzione..

Di seguito si riportano sotto forma di elenco le principali specie caratteristiche della zona in esame.

#### **8.2.3.2.1. Elenco delle principali specie**

##### **8.2.3.2.1.1. Lista degli anfibi**

Ordine *Anura*

Famiglia *Discoglossidae*

*Discoglossus sardo*



- ✓ Origine: mediterranea tirrenica
- ✓ Biotopi frequentati: sistemi fluviali
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Bufo*

Rospo smeraldino

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, ambienti boschivi, insediamenti urbani, praterie montane
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Hyla*

Raganella sarda (endemismo tirrenico)

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea. Ambienti boschivi, sistemi fluviali, praterie montane
- ✓ Protezione: totale

**8.2.3.2.1.2. Lista dei rettili**

Ordine *Squamata*

Famiglia *Lacertidae*

Algiroide nano

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: ambiente boschivo, macchia mediterranea, ambienti rocciosi
- ✓ Protezione: totale

Lucertola tirrenica (endemismo sardo-corso)

- ✓ Origine: mediterranea tirrenica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, macchia mediterranea, prateria montana, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Colubridae*

Biscia viperina

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: sistemi fluviali
- ✓ Protezione: totale

Biscia dal collare (endemismo sardo)

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, bosco, sistemi fluviali, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Testudinidae*

Testuggine comune

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: località di pianura con copertura vegetale vario ben soleggiate
- ✓ Protezione: totale

**8.2.3.2.1.3. Lista degli uccelli**

Ordine *Accipitriformes*

Famiglia *Accipitridae*

Poiana

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi. Macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione: totale

Ordine *Galliformes*

Famiglia *Phasianidae*

Pernice sarda

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana, ambienti rocciosi
- ✓ Protezione: parziale

Ordine *Columbiformes*

Famiglia *Columbidae*

Colombaccio

- ✓ Origine: europeo turkestanico
- ✓ Biotopi frequentati: ambiente boschivo
- ✓ Protezione: parziale

Ordine *Strigiformes*

Famiglia *Tytonidae*

Barbagianni

- ✓ Origine: cosmopolita
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Strigidae*

Assiolo

- ✓ Origine: vecchio mondo
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Civetta

- ✓ Origine: turkestanica mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Ordine *Passeriformes*

Famiglia *Alaudidae*

Tottavilla

- ✓ Origine: europea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Allodola

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Mtacillidae*

Calandro

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Troglodyidae*

Scricciolo (se nidifica in Sardegna è un endemismo sardo corso)

- ✓ Origine: oloartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, sistemi fluviali
- ✓ Protezione: parziale

Ordine *Turdidae*

Famiglia *Turdinae*

Pettirosso

- ✓ Origine: europea
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Passero solitario

- ✓ Origine: paleo-xeromontana
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Tordela

- ✓ Origine: europea turkestanica
- ✓ Biotopi frequentati: prateria montana, ambienti boschivi
- ✓ Protezione: parziale

Magnanina sarda

- ✓ Origine: mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Paridae*

Cinciallegre

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Laniidae*

Averla piccola

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, ambienti boschivi
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Corvidae*

Ghiandaia

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: parziale

Corvo imperiale

- ✓ Origine: oloartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Passeridae*

Passera sarda

- ✓ Origine: turkestanica mediterranea
- ✓ Biotopi frequentati: insediamenti urbani
- ✓ Protezione: parziale

Passera lagia

- ✓ Origine: paleoiberica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, ambienti boschivi, insediamenti urbani
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Fringillidae*

Sottofamiglia *Carduelinae*

Venturone

- ✓ Origine: paleomontana
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione: totale

Cardellino

- ✓ Origine: europeo turkestanica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, bosco, insediamento urbano
- ✓ Protezione: totale

**8.2.3.2.1.4. Lista dei mammiferi**

Ordine *Rodentia*

Famiglia *Muscardinidae*

Topo quercino

- ✓ Origine: mediterraneo
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, ambiente boschivo
- ✓ Protezione: totale

Famiglia *Muridae*

Topo selvatico

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea, prateria montana
- ✓ Protezione:

Ratto nero

- ✓ Origine: cosmopolita
- ✓ Biotopi frequentati: tutti
- ✓ Protezione:

Topolino domestico

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: tutti
- ✓ Protezione:

Ordine *Carnivora*

Famiglia *Canidae*

Volpe

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Mustelidae*

Martora

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: ambienti boschivi, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Donnola

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: macchia mediterranea, bosco, prateria montana
- ✓ Protezione: parziale

Famiglia *Felidae*

Gatto selvatico

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: totale

Ordine *Artiodactyla*

Famiglia *Suidae*

Cinghiale

- ✓ Origine: paleartica
- ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
- ✓ Protezione: parziale
- ✓ Origine: paleartica

- ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, bosco, macchia mediterranea
- Famiglia *Bovidi*
  - Muflone
    - ✓ Origine: paleartica
    - ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
    - ✓ Protezione: totale
    - ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, bosco, macchia mediterranea
- Famiglia *Cervidi*
  - Daino
    - ✓ Origine: paleartica
    - ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
    - ✓ Protezione: totale
    - ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, bosco, macchia mediterranea
    - ✓ (estinto negli anni 60, reintrodotti in aree protette nel parco regionale di Porto Conte)
- Ordine *Lagomorfi*
  - Famiglia *Leporidi*
    - Lepre comune
      - ✓ Origine: paleartica
      - ✓ Biotopi frequentati: bosco, macchia mediterranea
      - ✓ Protezione: parziale
      - ✓ Biotopi frequentati: ambienti rocciosi, bosco, macchia mediterranea

#### 8.2.3.2.2. Fauna più rappresentativa

Da un'analisi della fauna presente in questo territorio, in riferimento all'area di intervento, emerge un campione molto rappresentativo soltanto per alcuni mammiferi e uccelli.

Di seguito si elencano le caratteristiche della fauna più rappresentativa dell'area in esame:

##### VOLPE

*Classe:* MAMMIFERI *Ordine:* CARNIVORI *Famiglia:* CANIDI *Genere:* *Vulpes* *Specie:* *Vulpes vulpes*

Di origine paleartica, la presenza della volpe in Sardegna sembra risalire al Pleistocene superiore, quando, durante l'ultima fase interglaciale, si è instaurato il cosiddetto "ponte" sardo-corso-toscano che ha consentito l'immigrazione di alcune specie animali. Sottospecie endemica della Sardegna e della Corsica, la volpe è una specie estremamente plastica e di grande valenza ecologica. Pressoché ubiquitaria, la si riscontra nella macchia mediterranea, nei pascoli e nelle zone aperte di campagna. Il suo spettro alimentare è particolarmente ampio comprendendo invertebrati, uova, piccoli roditori e uccelli, conigli e anche rifiuti urbani e carogne. La sua consistenza sul territorio è in stretta relazione alle disponibilità alimentari. La riproduzione avviene in marzo – aprile, dopo circa due mesi di gestazione, e i piccoli da tre - otto per parto, diventano indipendenti già dall'autunno. La maturità sessuale viene raggiunta intorno ai 10 mesi di età. E' una specie abbastanza longeva e può arrivare intorno ai 12 – 15 anni di età.

##### LEPRE SARDA

*Classe:* MAMMIFERI *Ordine:* LAGOMORFI *Famiglia:* LEPORIDI *Genere:* *Lepus* *Specie:* *Lepus capensis*

Di origine mediterranea, la lepre è stata introdotta in Sardegna dall'uomo neolitico tra il 4° e il 3° millennio. Considerata da alcuni autori come specie endemica della Sardegna, la lepre sarda è un animale molto elusivo, con abitudine crepuscolari e notturne. Il suo habitat preferenziale è la macchia mediterranea non molto fitta e con radure. La si riscontra anche nei pascoli e nelle zone aperte di campagna, nonché in prossimità di ambienti salmastri e lagune. Il suo spettro alimentare è abbastanza ampio e può essere considerato un erbivoro generalista e "frugale", si nutre di germogli, radici, tuberi, cortecce, frutti, etc. Predilige comunque vegetali freschi e succosi. Il periodo degli accoppiamenti va da ottobre – novembre a febbraio - marzo. I piccoli nascono soprattutto in maggio – giugno e secondariamente per tutta l'estate fino all'inizio dell'autunno (luglio – ottobre). La gestazione si presume duri 42-44 giorni. Si possono avere generalmente 1-2 parti all'anno, fino ad un massimo di 3-4, a seconda dell'andamento climatico e delle

disponibilità alimentari. I piccoli, da 2 a 4 per parto, nascono nel covo e si rendono indipendenti a circa un mese di età. La maturità sessuale viene raggiunta intorno agli 8–10 mesi di età. È una specie abbastanza longeva e può arrivare intorno ai 10–12 anni di età.

#### CONIGLIO SELVATICO

*Classe:* MAMMIFERI *Ordine:* LAGOMORFI *Famiglia:* LAGOMORFI *Genere:* LEPORIDI *Specie:* *Oryctolagus*  
Di origine mediterranea occidentale (iberica), il coniglio selvatico è stato introdotto in epoche storiche a scopi alimentari e venatori. Vive negli ambienti aperti ed erbosi, associati alla macchia mediterranea non molto fitta, con radure, e agli incolti. Lo si ritrova frequentemente nei sistemi costieri dunali e sabbiosi, nelle garighe e negli ambienti antropizzati. Il suo spettro alimentare è molto ampio e la sua dieta risente della competizione con gli ovini e i bovini domestici, adattandosi in conseguenza alle specie meno appetibili e nutrienti. Il periodo riproduttivo ricopre praticamente tutto l'arco dell'anno, andando generalmente da fine febbraio a tutto novembre. La durata della gestazione varia da 28 a 31 giorni. E' molto prolifico, partorisce da 2 a 5 in una camera speciale della tana, scavata appositamente per il parto. I piccoli si rendono indipendenti a circa un mese di età. La maturità sessuale viene raggiunta intorno agli 8 – 10 mesi di età. La durata media della vita è di circa 8 –10 anni.

#### RICCIO EUROPEO OCCIDENTALE

*Classe:* MAMMIFERI *Ordine:* INSETTIVORO *Famiglia:* ERINACEIDI

È un piccolo insettivoro caratterizzato dalla presenza di grossi aculei su tutto il dorso. Si nutre preferenzialmente di insetti ma, se costretto, diventa praticamente onnivoro. Ha la capacità di arrotondarsi a palla tendendo gli aculei, suo unico mezzo di difesa. Gli ambienti che preferisce sono i margini delle siepi e cespugli nei quali rifugiarsi e gli spazi aperti per l'alimentazione. D'inverno cade in letargo.

#### GATTO SELVATICO

*Classe:* MAMMIFERI *Ordine:* CARNIVORI *Famiglia:* FELIDI

Il gatto selvatico in Sardegna ha una lunghezza media testa-tronco di 59 cm, la coda è lunga mediamente 29 cm. Il mantello presenta un colore di fondo e dei disegni: uno permanente costituito da strie ed anelli ed uno evanescente; nel colore di fondo si distinguono due fasi: una fulvo grigia ed una fulvo bruna. La maschera facciale mostra disegni contrastanti; i padiglioni auricolari sono molto ravvicinati. E' un animale schivo, frequenta zone dove la possibilità di caccia delle prede preferite, conigli, topi, e piccoli uccelli è alta. Il periodo estrae va da dicembre- gennaio a febbraio-maggio. La durata della gestazione in genere è di 66 giorni nel gatto selvatico europeo, mentre non si conosce quella del gatto selvatico sardo, in quanto, date le abitudini, è molto difficile osservarlo in natura.

#### PERNICE SARDA

*Classe:* UCCELLI *Ordine:* GALLIFORMI *Famiglia:* FASIANIDI *Genere:* *Alactoris*

La pernice sarda è una specie di origine mediterranea, diffusa in Sardegna, Nord Africa e Gibilterra. Nell'Isola è distribuita, con consistenze differenti, pressoché su tutto il territorio e risulta assente solo nell'Isola della Maddalena. Predilige gli habitat diversificati, ove le *zone rifugio*, essenziali per la riproduzione e costituite da macchia bassa o gariga, siano alternate *zone di alimentazione*, in particolare ad incolto a e/o coltivi. E' una specie monogama. La formazione delle coppie avviene verso la fine dell'inverno ma, a seconda delle condizioni climatiche dell'annata e della zona, può essere anticipata. Ciascuna coppia e, successivamente, ciascun gruppo familiare ha un proprio territorio la cui ampiezza è relativa alle disponibilità alimentari. La femmina costruisce un nido abbastanza *rozzo*, tra gli arbusti a livello del terreno,

e depone da 10 a 17 uova, più raramente 20. In aprile si hanno le prime schiuse; se la covata è andata persa (ad esempio per predazione), la femmina può deporre una seconda volta. I piccoli stanno con i genitori formando le cosiddette *brigate*, o gruppi familiari, fino all'autunno. Nelle prime fasi della vita la pernice ha una dieta alimentare carnivora, costituita essenzialmente da piccoli invertebrati (vermi, lumache, insetti) quindi diviene granivora. Particolarmente appetiti sono l'*inula viscosa*, i *cardi selvatici* e alcune *piantine crassulente*, ricche di acqua. Raggiunge la maturità sessuale al primo anno di età e si riproduce quindi già dalla primavera successiva alla nascita. Si ritiene che in natura possa vivere intorno ai 5-6 anni di età.

#### **8.2.4. Suolo**

Dal punto di vista pedoclimatico, il regime idrico dei suoli è xerico e xerico secco, localmente udico; il regime termico è termico, localmente mesico.

Fondamentalmente nella zona si possono individuare diverse unità di paesaggio di seguito elencate:

- ❖ paesaggi su calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico e dai relativi depositi di versante (prima unità di paesaggio);
- ❖ paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e intermedie (fonoliti) del cenozoico e loro depositi di versante, colluvi (seconda unità di paesaggio);
- ❖ paesaggi su marne, arenarie e calcari marnosi del miocene e relativi depositi colluviali (terza unità di paesaggio);
- ❖ paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene (quarta unità di paesaggio).

##### **8.2.4.1. Prima unità di paesaggio**

Come già detto, la prima unità di paesaggio è quella rappresentata dalla presenza di rocce calcaree, dolomitiche e dai termini intermedi.

Si tratta di aree con forme accidentate da aspre a subpianeggianti, prevalentemente prive di copertura arbustiva o arborea.

I suoli sono rappresentati da roccia affiorante e da suoli con profili A-R e A-Bt-R e A-Bw-R, sono dei suoli con tessitura da franco-sabbioso-argillosa ad argillosa, da poco profondi a profondi, da mediamente a poco permeabili, con struttura poliedrica angolare, grumosa, poliedrica subangolare, reazione neutra, assenza di carbonati, presenza da media ad elevata di sostanza organica, saturi.

La classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) li classifica come Rock outcrop, Lithic e Typic Xerothents, Lithic e Typic Rhodoxeralfs, Lithic e Typic Xerochrepts, mentre, la classificazione FAO (1988) li indica come Rock outcrop, Eutric e Lithic Leptosols, Chromic Luvisols e Eutric e Chromic Cambisols.

##### **8.2.4.2. Seconda unità di paesaggio**

La seconda unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti, ecc.) e di chimismo intermedio (fonoliti) del cenozoico, dai relativi depositi di versante e dai colluvi.

Si individuano due substrati differenti:

- ❖ il primo rappresentato da forme aspre e subpianeggianti, su rioliti, riodaciti e ignimbriti, prevalentemente prive di copertura arbustiva ed arborea,
- ❖ il secondo con aree con forme da aspre a subpianeggianti su rioliti, riodaciti, ignimbriti e relativi depositi di versante a tratti con copertura arbustiva e arborea e a tratti con presenza di colture arboree.

I suoli sui due substrati sono rispettivamente caratterizzati da:

- ❖ suoli a profilo A-C e A-R e subordinatamente A-Bw-C e roccia affiorante, sono dei suoli poco profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica subangolare, reazione neutra, assenza di carbonati, presenza media di sostanza organica, saturi;

mentre, nel secondo caso troviamo:

- ❖ suoli a profilo A-C e A-Bw-C e subordinatamente roccia affiorante, sono dei suoli da profondi a poco profondi, da franco sabbiosi ad argilloso sabbiosi, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica subangolare, reazione neutra, assenza di carbonati, presenza da media ad elevata di sostanza organica, saturi.

La classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) li classifica rispettivamente come Rock outcrop, Lithic Xerothents i primi e Typic, Vertic e Lithic Xerochrepts e Typic e Lithic Xerothents i secondi, mentre, la classificazione FAO (1988) li indica come Rock outcrop, Eutric e Lithic Leptosols, i primi e Eutric e Lithic Leptosols e Eutric e Vertic Cambisols i secondi.

#### **8.2.4.3. Terza unità di paesaggio**

La terza unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e dai relativi depositi colluviali

Si tratta di aree pianeggianti, a tratti depresse, con prevalente utilizzazione agricola.

I suoli sono rappresentati da suoli con profili A-C, sono dei suoli argillosi, profondi, poco permeabili, con struttura poliedrica angolare e prismatica, reazione subalcalina, carbonati da scarsi a medi, presenza media di sostanza organica, saturi.

La classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) li classifica come Eutric e Calcic Vertisols.

#### **8.2.4.4. Quarta unità di paesaggio**

La quarta unità di paesaggio, è quella rappresentata dalla presenza di alluvioni e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.

Il substrato è unico ed è rappresentato da aree da subpianeggianti a pianeggianti con prevalente utilizzazione agricola.

I suoli sui due substrati sono rispettivamente caratterizzati da:

- ❖ suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, sono dei suoli profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi ad argillosi in profondità, da permeabili a mediamente permeabili, con struttura poliedrica angolare e subangolare, reazione da subacida ad acida, assenza di carbonati, presenza scarsa di sostanza organica, da saturi a desaturati;

mentre nel secondo caso troviamo:

- ❖ suoli a profilo A-Bt-Ck, A-Btk-Ckm, A-Bt-Bkm-Ckm, subordinatamente A-C, sono dei suoli profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da argilloso sabbiosi ad argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, con struttura poliedrica angolare e subangolare, reazione da neutra a subalcalina, presenza media di carbonati, presenza da scarsa a media di sostanza organica, saturi.

La classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) li classifica rispettivamente come Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs i primi e Calcic e Petrocalcic i secondi, mentre, la classificazione FAO (1988) li indica come Haplic Nitosols, i primi e Petric Calcisols, Haplic Nitosols e Calcic Luvisols i secondi.

## **8.2.5. Acque superficiali e sotterranee**

### **8.2.5.1. Acque superficiali**

#### **8.2.5.1.1. Idrografia della Nurra**

La caratteristica idrografica della Nurra, è complicata dalle caratteristiche paleogeografiche dell'area, infatti, si assiste alla presenza di una serie di paleoisole disposte in direzione nord sud che formano delle zone con idrografia quasi autonoma.

L'ipotesi più plausibile è quella della esistenza di un paleoreticolo idrografico risalente all'eocene, durante il quale si sarebbero impostati i corsi del Riu Filibertu e del Fiume Santo.

La tettonica a faglie e le differenti condizioni di permeabilità dei litotipi che si incontrano in quest'area, condizionano fortemente la circolazione delle acque.

Il reticolo idrografico si compone fondamentalmente di una serie di piccoli corsi d'acqua a carattere torrentizio, a carattere stagionale, anche i corsi d'acqua maggiori rispecchiano le caratteristiche di quelli minori.

I principali corsi d'acqua sono:

- ❖ il Fiume Santo che si dirige verso il golfo dell'Asinara. Nella parte alta del suo corso prende anche il nome di Rio Astimini. Ha origine a Serra de li Sambinzia e drena un'area di circa 80 kmq; si sviluppa per circa 23 km da sud ovest a nord est, con una pendenza dello 0,9%.
- ❖ il Rio Filibertu, che nella parte finale prende il nome di Rio della Barca, sfocia nella rada di Alghero, drena una superficie di circa 400 kmq, nasce in località S'Abbadiga a quota 98 metri, complessivamente ha uno sviluppo in direzione nord ovest-sud est, una pendenza media di circa 0,4% per una lunghezza di circa 25 chilometri;
- ❖ il Rio Mannu di Porto Torres, che è il fiume più importante della Sardegna settentrionale, si sviluppa in direzione sud est-nord ovest per una lunghezza di circa 65 chilometri fino a sfociare nel golfo dell'Asinara. Scorre con un profilo dell'alveo principale debolmente pendente, soprattutto nella zona del sassarese e viene considerato il diretto discendente del canale marino che nel miocene si estendeva da Cagliari al Golfo dell'Asinara. Si parlerà di questo fiume in maniera più dettagliata nel prossimo paragrafo.

#### **8.2.5.1.2. U.I.O. del Rio Mannu**

Il territorio regionale è stato suddiviso in Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.) ognuna costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi.

Attualmente si è proceduto alla suddivisione dell'intero territorio regionale, a partire dai bacini drenanti sui corpi idrici significativi del 1° ordine accorpandovi i bacini minori territorialmente omogenei per caratteristiche geomorfologiche o idrografiche o idrologiche.

Tale individuazione ha portato alla designazione di 16 U.I.O. individuate per il territorio regionale la cui denominazione è quella del bacino principale.

Nel nostro caso, si ricade all'interno della U.I.O. denominata del Rio Mannu di Porto Torres che ha una superficie di 1238,69 km quadrati.

L'immagine che segue mostra la suddivisione descritta per i bacini del nord Sardegna.





Il bacino principale del Rio Mannu di Porto Torres, prende il nome dal fiume principale e si estende nell'entroterra per circa 670 kmq la lunghezza dell'asta fluviale è di 65,53 km.



È caratterizzato da un'intensa idrografia dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate.

Il Riu Mannu e i suoi emissari, hanno un andamento lineare, ortogonale alla linea di costa, esso ha origine nella zona comunale di Cheremule e Bessude.

L'area nel quale si sviluppa il corso d'acqua è caratterizzata da una serie di colline di media altezza, da falsipiani e tavolati modellati nei sedimenti calcarei di età miocenica.

I principali affluenti del Rio Mannu sono:

- ❖ in destra, il Rio Bidighinzu, il Rio Mascari e il Rio di Ottava;
- ❖ in sinistra il Rio Minore e il Rio Ertas.

Quest'ultimo rio è posto a nord rispetto all'area dei lavori ad una distanza di circa 1 km.

Complessivamente nella U.I.O. del Mannu di Porto Torres si contano:

- ❖ 12 corsi d'acqua del primo ordine a cui corrispondono altrettanti bacini,
- ❖ 16 corsi d'acqua del secondo ordine, questi ultimi sono corsi d'acqua aventi estensione limitata, ad eccezione del Riu Mascari, affluente del Riu Mannu di Porto Torres.

Il reticolo idrografico superficiale delle direttrici principali, mostra una direzione dei deflussi circa sud-nord, chiaramente influenzata dalla presenza della linea di costa a nord dell'area.

La direzione delle linee di deflusso è circa ortogonale rispetto alla linea di costa, ed avendo quest'ultima un andamento arcuato con la concavità verso sud, le linee di deflusso ruotano da ovest verso est da una direzione circa nord ovest-sud est ad una direzione circa sud est-nord ovest.

I deflussi principali dell'area a nord sono rappresentati da:

- ❖ rio Ertas con direzione di scorrimento delle acque da sud verso nord e sviluppo in direzione circa nord sud, con andamento meandriforme poco accentuato nella sua parte iniziale.

mentre, quelli dell'area a sud sono rappresentati da:

- ❖ Ena de San Baingiu Arca che nasce in località Tanca Arcone con sviluppo in direzione circa est ovest e direzione del deflusso verso ovest, che in località Panzone riceve da sud est il rio Trainu Ipirida che con direzione circa sud est-nord ovest e deflusso delle acque verso nord per dare origine dalla loro unione al riu Mattone che scorre con direzione circa est ovest per subire una repentina inversione di direzione in località Frusciu Mannu da dove si dispone in direzione nord sud.

Questi deflussi che abbiamo indicato come principali, costituiscono la rete di drenaggio primaria, mentre, i deflussi secondari sono molto rari e limitati a piccoli deflussi delle acque meteoriche.

Tale fatto, è essenzialmente dovuto al fattore morfologico che per la conformazione del territorio che vede la presenza di zone pianeggianti e subpianeggianti, non ha necessità di sviluppare grossi deflussi e zone di drenaggio delle acque.

Le sorgenti presenti, sono tutte ubicate al di fuori dell'area di interesse, precisamente:

- ❖ a sud ovest, in località S. Baingiu Anca,
- ❖ a sud ovest, a est dell'azienda agricola Bonassai a nord di Olmedo, dove è presente Funtana Su Suertzu,
- ❖ a sud ovest, a est dell'azienda agricola Bonassai a nord di Olmedo, dove è presente Funtana De su Mazzone,
- ❖ a sud ovest, a est dell'azienda agricola Bonassai a nord di Olmedo, dove è presente Funtana Calarighe.

#### **8.2.5.2. Acque sotterranee**

Sulla base del quadro conoscitivo attuale, sono stati individuati, per tutta la Sardegna, 37 complessi acquiferi principali, costituiti da una o più unità idrogeologiche con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee.

Il territorio della U.I.O. del Rio Mannu di Porto Torres, comprende i seguenti acquiferi:

1. Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Nurra;
2. Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese;
3. Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche della Sardegna Nord Occidentale;
4. Acquifero delle Vulcaniti Plio-Pleistoceniche del Logudoro;
5. Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Nurra;
6. Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Marina di Sorso.

L'area interessata dai lavori minerari, rientra all'interno del complesso acquifero dei carbonati mesozoici della Nurra e dell'acquifero delle vulcaniti oligo-mioceniche della Sardegna nord occidentale.

Dal punto di vista idrogeologico, le formazioni rocciose presenti nella zona, sono caratterizzate dalle seguenti caratteristiche:

- ❖ le formazioni carbonatiche, caratterizzate da una potenziale circolazione idrica in frattura e per carsismo, con permeabilità da media ad alta con  $k$  variabile da  $10^{-4}$  a valori maggiori di  $10$  cm/s, con tendenza crescente nel tempo;
- ❖ le formazioni costituite dalle ignimbriti compatte che appartengono all'acquifero delle vulcaniti, sono caratterizzate da permeabilità per fratturazione, sono mediamente permeabili con  $k$  compreso tra  $10$  e  $10^{-4}$  cm/s, con tendenza di questa a decrescere nel tempo;
- ❖ le formazioni costituite dalle vulcaniti poco compatte che appartengono sempre all'acquifero delle vulcaniti, sono caratterizzate da permeabilità per fratturazione, sono scarsamente permeabili con  $k$  compreso tra  $10^{-4}$  e  $10^{-7}$  cm/s;

Pertanto, l'infiltrazione delle acque è dovuta fondamentalmente ad una circolazione idrica per frattura (permeabilità secondaria) e per carsismo.

Il carsismo della Nurra è uno dei più interessanti dell'isola, ed è accentuato soprattutto lungo la costa, dove si sono formate delle grotte di notevole importanza, tra le quali annoveriamo la Grotta di Nettuno.

Sulle superfici calcaree, si è sviluppato un paesaggio carsico frammentato dalle dislocazioni, vi si trovano conche e campi carreggiati, ampie depressioni dolinari, pozzi profondi e inghiottitoi.

Non si segnalano forme carsiche prossime all'area interessata dai lavori.

## **8.2.6. Sottosuolo**

### **8.2.6.1. Geologia**

#### **8.2.6.1.1. Geologia dell'area**

In questo paragrafo, si descrive brevemente la geologia della zona e la sua storia strutturale, limitatamente ai depositi presenti nell'area della miniera e nelle aree limitrofe.

La storia geologica della Nurra, evidenzia un lungo lasso di tempo in cui tale zona è stata interessata dalle vicende geologiche, abbracciando il periodo che va dal Paleozoico fino al Quaternario.

In questa regione, infatti, sono rappresentati quasi tutti i periodi geologici, con formazioni sia marine sia continentali, interessate da stili tettonici differenti che hanno dato luogo ad una varietà di strutture morfologiche di grande interesse.

Nel Paleozoico la Nurra vive una storia geologica simile a quella del resto dell'isola, la presenza del complesso scistoso cristallino che da Punta Falcone si estende verso sud fino a Capo dell'Argentiera e nella zona interna fino a Monte Forte, testimonia la presenza di questo periodo.

Il Mesozoico della Nurra, è invece differente da quello delle altre zone dell'isola, per la presenza di ambienti e fenomeni particolari caratteristici di quest'area.

Le formazioni del Mesozoico caratterizzano gran parte della Nurra centro settentrionale e danno luogo a rilievi calcarei più o meno isolati.

I rilievi calcarei, che si estendono da quote variabili tra i  $20$  e i  $60$  metri, che mostrano una forma tabulare, derivano dalla successiva erosione marina e continentale risalente al Terziario.

Pur se i sedimenti del Triassico sono molto potenti raggiungendo a Punta Lu Capparoni i  $100$  metri di spessore, è più rappresentativo il Giurassico sia per potenza dei sedimenti che per estensione areale degli affioramenti.

Il Giurassico medio per esempio è rappresentato da banchi calcarei con una potenza di  $300$  metri.

Le dolomie, che sono rappresentative di circa il  $50\%$  delle formazioni, caratterizzano il Giurassico superiore con potenze degli strati complessivi di  $150-300$  metri.

Il Cretaceo è invece poco rappresentato e meno presente.

#### **8.2.6.1.2. Successione stratigrafica dell'area**

A partire dal basso, la successione litostratigrafia della Nurra, può essere schematicamente così riassunta:

- ❖ alla base il basamento cristallino metamorfico ercinico (Ordoviciano ? - Carbonifero inf. ?)
- ❖ successione trasgressiva permo-triassica in facies germanica continentale, costituita da conglomerati grossolani e arenarie rosse e varicolori (Buntsandstein), dolomie basali, calcari nodulari e gessi (Muschelkalk), dolomie, marne e gessi (Keuper)
- ❖ complesso dolomitico calcareo di piattaforma carbonatica, costituito da dolomie massive, calcari dolomitici, calcari oolitici e calcari micritici (Giurassico)
- ❖ formazione marnosa di ambiente laguno-lacustre (facies Purbeckiana) costituita da marne di colore verdastro, calcari marnosi, calcari micritici, calcari ad ostree (Berriasiano-Vaianginiano inf. / Cretaceo inferiore)
- ❖ formazione carbonatica di ambiente di scogliera (facies urgoniana) costituita principalmente da calcari bioclastici massivi, talvolta dolomitici (Vaianginiano-Aptiano inf. / Cretaceo inferiore)
- ❖ formazione bauxitica, che corrisponde alla lacuna di sedimentazione mesocretacica, formatasi per l'evoluzione pedogenetica di tipo ferralitico di depositi aitaritici (Albiano ? Turoniano)
- ❖ complesso carbonatico al tetto delle bauxiti, costituito da calcari di tipo bioclastico, biocalcareni, marne, calcareniti a glauconite, marne arenacee, calcari biosparitici (Cretaceo superiore)
- ❖ vulcaniti del ciclo terziario calco-alcalinio, ignimbriti, tufi, cineriti, piroclastici, vitrofiri e termini della loro alterazione (bentoniti) (Oligo-Miocene)
- ❖ complesso carbonatico costituito da calcari, calcari marnosi, calcareniti, marne, marne arenacee, depositi sabbiosi fluvio-deltizi (Miocene)
- ❖ depositi quaternari di vario tipo con la presenza della panchina wurmiana sabbioso ciottolosa, terrazzi alluvionali, alluvioni di fondo valle, detrito di falda e suolo vegetale.

Particolare attenzione occorre porre alle fenomenologie carsiche nella Nurra che rivestono una notevole importanza, facilitate nella loro evoluzione dalla presenza delle imponenti coltri carbonatiche della piattaforma mesozoica.

Tali fenomeni, assunsero una notevole intensità nel Cretaceo medio, per la concomitanza del clima caldo umido che favoriva la dissoluzione dei litotipi prevalentemente calcarei e dolomitici del Cretaceo inferiore e del Giurese, durante il periodo di peneplanazione della regione in oggetto.

Le condizioni climatiche particolari del periodo descritto e paragonabili a quelle attuali delle regioni tropicali e sub-tropicali, favorirono il carsismo che si manifestò con le forme morfologiche caratteristiche che variavano dal tipico inghiottitoio a prevalente sviluppo verticale ad ampie doline con forma ellittica a estesi campi carreggiati.

Le direttrici tettoniche di tipo distensivo, fungevano da linee di innesco e da successive lineazioni per la evoluzione di questi fenomeni.

#### **8.2.6.1.3. Tettonica**

La situazione geologica, si rispecchia anche nella situazione strutturale della regione, come conseguenza di una complessa successione di eventi tettonici le cui principali tappe si possono così riassumere:

- ❖ orogenesi ercinica a carattere plicativo;
- ❖ “decrochement” tardo ercinico con formazione di zone a shear;

- ❖ “fase austriaca” a carattere prevalentemente compressivo;
- ❖ “fase pirenaica” a carattere compressivo;
- ❖ rifting oligo-miocenico a carattere distensivo.

Di seguito, si ripercorrono i principali eventi tettonici che hanno portato deformazioni sulle litologie presenti nelle aree limitrofe a quelle interessate dall'intervento in oggetto.

#### **8.2.6.1.3.1. La tettonica ercinica**

Le uniche impronte deformative, sicuramente erciniche registrate nel complesso granitoide, riguardano le plutoniti precoci sin-tettoniche.

La tettonica ercinica del basamento sardo, può essere ricondotta a due importanti eventi geodinamici:

- ❖ il primo di essi è facilmente inquadrabile in una collisione continentale in corrispondenza della zona assiale e di cui si conosce il prolungamento nel massiccio centrale francese,
- ❖ il secondo evento geodinamico, responsabile delle fasi tardive erciniche, ha carattere estensionale e si manifesta con zone di taglio a basso angolo che nelle zone a falde riattivano i contatti di accavallamento.

#### **8.2.6.1.3.2. La tettonica tardo ercinica**

La fase tettonica successiva a quella ercinica, è una tettonica di tipo trascorrente che si esplica con zone di taglio, nelle quali sono individuabili ampi settori transtensivi con zone di crosta assottigliata.

Le evidenze di tale tettonica, sono chiare nella zona di taglio del Grighini, che taglia il complesso intrusivo tardo ercinico.

#### **8.2.6.1.3.3. La tettonica mesozoica ed eo-cenozoica**

Questi eventi tettonici del mesozoico, in Sardegna, sono confinati nelle piattaforme carbonatiche di questo periodo.

Gli eventi tettonici, non hanno influenzato il batolite sardo, anche se non si può escludere che le faglie trascorrenti legate alla compressione nord est possono aver ripreso le precedenti strutture tardo paleozoiche del batolite.

#### **8.2.6.1.3.4. La tettonica di rifting oligo-miocenica**

Durante l'oligo-miocene, la Sardegna è stata interessata da movimenti tettonici di notevole entità che riflettono la complessa geodinamica mediterranea di questo intervallo di tempo.

La struttura più importante generata dalla tettonica oligo-miocenica è il rift sardo, legato ad una fase di tipo distensivo, messa in relazione con l'apertura del bacino ligure-provenzale, con conseguente rotazione del blocco sardo-corso.

#### **8.2.6.1.3.5. La tettonica del Miocene superiore e del Plio-quadernario**

Alla tettonica trascorrente, inquadrabile in un intervallo di tempo che dall'oligocene superiore arriverebbe sino al langhiano inferiore, fa seguito un regime distensivo individuabile, con ogni probabilità, nel rilascio del campo di stress indotto dalla precedente collisione.

### **8.2.7. Paesaggio**

Per paesaggio, si intende una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni (fonte: Convenzione Europea del Paesaggio, Firenze 20 ottobre 2000).

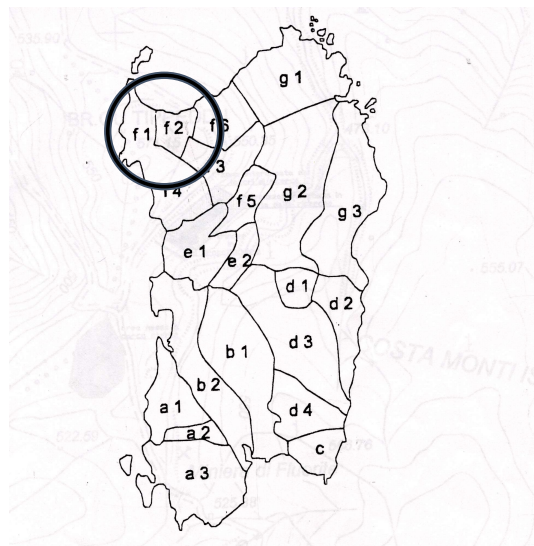
### 8.2.7.1. Geomorfologia

#### 8.2.7.1.1. Inquadramento generale

Secondo la suddivisione operata dal Pelletier, la Sardegna risulta suddivisa in sette grandi unità morfologiche, così denominate:

- ❖ Regioni del sud-ovest (a);
- ❖ Campidano (b);
- ❖ Massiccio dei Sette Fratelli (c);
- ❖ La dorsale del Gennargentu ed il bacino del Flumendosa (d);
- ❖ La regione vulcanica di Campeda e della media valle del Tirso (e);
- ❖ I rilievi del nord-ovest (f);
- ❖ Il gruppo degli altipiani e delle creste a nord del Gennargentu (g).

L'area in esame ricade entro l'area F2, nella sub regione dei rilievi del nord-ovest denominata Sassarese.



La Nurra occupa l'estremo lembo nord-occidentale dell'isola, racchiusa tra il Sassarese ed il mare, ma con la bassa Nurra arriva fino ai rilievi trachitici del Monteleone.

È limitata dai rilievi vulcanici del Monteleone a sud, dove termina sulla Scala Piccada, a sud est da quella di Scala Cavalli, andando verso nord, dai piccoli tavolati trachitici di Olmedo e dal corso del Rio Mannu di Portotorres, mentre, per la restante parte è delimitata dal mare.

È l'area forse più originale della Sardegna, isolata dal resto dell'isola, da una larga depressione composta da superfici piane e suborizzontali, caratterizzata da aree differenti tra loro, rilievi aspri, colli calcarei arrotondati tipici delle aree soggette ad esondazione, ed un insieme di groppe di dissezione, tagliate nelle rocce metamorfiche.

La conformazione dei rilievi è assai caratteristica per una disposizione parallela alla linea di costa in due e talora in tre file.

Nell'area centrale i rilievi sono modellati sui depositi carbonatici del Giurassico e del Cretaceo, variamente fratturati per l'azione tettonica dell'orogenesi ercinica.

La morfologia preponderante è di tipo pianeggiante, ma sono presenti dei rilievi modellati dall'erosione (Monte Timidone, Monte Doglia, Monte Santa Giusta, ecc.) o da eventi tettonici come faglie che producono dei pilastri tettonici (Monte Nurra, Monte Zirra, Monte Uccari, ecc.).

Ad ovest, invece, il paesaggio risulta modellato sugli scisti con latitudini modeste, mentre, quelli modellati sulle quarziti paleozoiche hanno quote maggiori e presentano versanti più accidentati.

A sud, nella parte di territorio che va dalle zone interne alla costa, si estende una modesta dorsale costiera costituita da vulcaniti oligo-mioceniche, dove il paesaggio risente di una profonda erosione selettiva, per la differente azione sviluppata dagli agenti della dinamica esogena sui tufi e sulle trachiti.

L'area di nostro interesse si estende nella zona pianeggiante dove sono sviluppate delle superfici piane di erosione spesso ricoperte da uno strato superficiale costituito da materiale di alterazione.

Queste superfici, mostrano un aspetto regolare, in alcuni casi interrotte da canali e piccoli dirupi che non influenzano il rilievo.

In questo contesto geomorfologico, si trovano dei rilievi residuali isolati probabili rappresentanti di vecchie isole durante l'immersione dell'area, come ad esempio il Monte Nurra.

La morfologia è costituita da un piano continuo e regolare che si estende dalla zona sud alla zona nord, dal nuraghe Multadas fino alla vallata del Rio Mannu di Porto Torres.

Tra le particolarità morfologiche, nell'area ad ovest del Mannu, nell'area della Cantoniera Macciadosa ritroviamo un paleoalveo con direzione nord sud e a sud est del monte Alvaro, in località guardia de su Eligiù, una scarpata verticale scavata da un affluente del Mannu.

Una vasta area caratterizzata da un accumulo di materiali dovuta a fenomeni di alterazione in sito è quella presente dai versanti del monte Uccari fino allo stagno di Genano nella parte nord, mentre, più a ovest si estende la zona delle piane alluvionali.

Ad ovest queste piane terminano sulle forme scoscese dei calcari del cretaceo e del giurassico e delle trachiti.

A sud ovest del colle di Siareddu, si ha una vasta area di depositi alluvionali di fondo valle che arrivano fino ad Alghero, tra i quali spiccano degli alti morfologici residuali.

A nord queste superfici pianeggianti, lasciano il posto senza brusche variazioni ad altre zone pianeggianti che arrivano fino alla costa formando un'unica pianura con quote tra i 20 e i 40 metri di altitudine.

Su questa pianura, si ergono alcuni rilievi come il monte Elva (113 metri di quota) e del nuraghe Margoni (63 metri di quota), entrambi costituiti dai calcari del giurassico.

A sud dell'area di nostro interesse, si estende l'area dell'Algherese, che si può considerare come l'appendice meridionale della Nurra della quale mantiene inalterati i tratti morfologici.

In quest'area, le zone formate da diverse piane, con quote sugli 80 metri di altitudine, degradano con piccole incisioni e con la presenza di piccoli colli, fino alla zona dello stagno di Calich, tali aree, nella zona di Olmedo hanno come limite orientale l'omonimo altopiano trachitico e sono costituite dalle alluvioni recenti.

Questa zona pianeggiante, delimitata dallo stagno di Calich e Porto Conte, è caratterizzata dalla presenza dei rilievi calcarei terziari tra i quali annoveriamo: Monte Doglia (436 metri), Monte Vaccargiu (242 metri), Monte Murone (302 metri) e Monte Palmavera (258 metri) e nella zona più settentrionale dai Monte Siseri (119 metri) e Monte Zirra (215 metri).

Tra la zona di pianura e la zona dei rilievi occidentali, si trovano alcune aree pianeggianti inclinate ad ovest a est, con altitudini differenti, che nella parte occidentale tra il Monte Zirra e il Monte Doglia, fino a Porto Ferro con una quota di circa 40 metri, raggiungono i depositi del Permo Trias.

I piani hanno uno sviluppo continuo con pendenza leggera e regolare da ovest a est, passando in maniera uniforme a quelli che terminano sulla baia di Alghero.

Il passaggio verso le zone trachitiche, avviene a sud est dello stagno di Calich attraverso una serie di alti morfologici di seguito indicati:

- ❖ Monte Calvia con quota di 111 metri;
- ❖ Monte Carru con quota di 95 metri;
- ❖ Monte San Giuliano con quota di 117 metri;

tutti costituiti da litologie tufaceo-trachitiche residui risparmiati dall'erosione operata sulle vulcaniti.

#### 8.2.7.1.2. Descrizione dell'area limitrofa

L'area è caratterizzata da una diminuzione delle quote da nord verso sud.

Le quote maggiori, sono quelle rappresentate da piccoli alti morfologici che si ergono in un contesto pianeggiante o sub-pianeggiante.

Le quote della zona nord, sono generalmente intorno agli 80 metri, mentre, nella zona sud si attestano sui 60 metri.

Le quote maggiori, sono:

- ❖ nella parte a ovest dove è situato il Monte Nurra con una quota di 142 metri e più a est Montizeddu con quota di 92 metri;
- ❖ nella parte a est dove si trova il Monte Minudo con una quota di 103 metri;
- ❖ nella parte a nord, si trovano degli alti morfologici, generalmente occupati dalla presenza di nuraghi, come per esempio, in località Tanca Manna con quota 63 metri, il Nuraghe Macciadosa con quota di 81 metri e il Nuraghe Punta Manna con quota di 85 metri.

#### 8.2.7.2. Inquadramento paesaggistico

La zona è caratterizzata dalla presenza di un paesaggio nel quale non solo la vegetazione, ma anche la fauna, non sono state radicalmente modificate per le esigenze delle attività produttive quali quelle agricole, orticole o arboree.

Il territorio circostante l'area della miniera, si presenta con vegetazione naturale, essenzialmente costituita da raggruppamenti molto limitati realmente e quantitativamente di specie arboree e arbustive, queste ultime generalmente sottoforma di siepi.

Tutti questi elementi, hanno origine naturale e sono costituiti da specie autoctone, ad eccezione di specie arboree quali eucaliptus, che vengono utilizzati per la costituzione di filari frangivento o di bonifiche produttive per la produzione di legna da ardere.

Al fine di poter effettuare una valutazione del valore paesaggistico dell'area in analisi, si è utilizzato l'indice di impatto paesaggistico (VP), come descritto nell'allegato 13, dato dalla somma di tre indici: indice di naturalità N, indice di qualità dell'ambiente Q e indice della vincolistica V.

Per l'indice VP, si sono calcolati 3 valori, quello attuale, quello durante la fase di operatività del cantiere e quello post intervento con la riqualificazione del sito.

La tabella sottostante riassume i valori dell'indice nelle tre fasi considerate:

Fase	Indice di naturalità N	Indice di qualità dell'ambiente Q	Indice vincolistico V	Indice di impatto paesaggistico VP
<b>Stato attuale</b>	3	3	0	<b>6</b>
<b>Operatività del cantiere</b>	1	1	0	<b>2</b>
<b>Post intervento con riqualificazione del sito</b>	3	3	0	<b>6</b>



#### **8.2.7.2.1. Principali emergenze archeologiche e naturalistiche dell'area**

##### **❖ Torralba, area di Santu Antine**

Il complesso è al centro della piana di Cabu Abbas, nel Meilogu, regione della Sardegna nord-occidentale. Il nuraghe, uno dei gioielli dell'architettura protosarda, è costituito da un mastio e da un bastione trilobato. Attorno si estende un abitato di capanne circolari nuragiche e di edifici rettangolari di età romana. Le fasi cronologiche del complesso si collocano dal Bronzo medio al Ferro (costruzione del mastio, erezione del bastione trilobato, impianto e successiva fase edilizia del villaggio) fino all'uso in età storica. Il nuraghe fu scavato per la prima volta nel 1935 da Antonio Taramelli. Successivi scavi e restauri furono condotti da Guglielmo Maetzke (1964), da Susanna Bafico e Guido Rossi (1985) e dall'Università degli Studi di Sassari (2000).

##### **❖ Villanova Monteleone, area dell'Appiu**

Il parco è immerso in uno stupendo paesaggio incontaminato della costa NO dell'isola, con boschi di sughere e lecci ed una distesa di montagne che si affacciano a precipizio sul mare. L'area archeologica comprende un nuraghe complesso, il nuraghe Appiu, situato ai piedi del monte Cuccu, rivolto verso il mare. I dati strutturali e stratigrafici, nonché lo studio dei materiali rinvenuti consentono, allo stato attuale delle ricerche, di datare il complesso tra il 900 e l'800 a.C, inizi dell'età del Ferro. Le prime campagne di scavo, del 2001-03, hanno messo in luce quindici capanne del villaggio annesso al nuraghe Appiu.

##### **❖ Villanova Monteleone, area di Puttu Codinu**

Le sepolture sono collocate su due affioramenti rocciosi, in un'area di colline e valli in prossimità del fiume Temo e del rio Curos, nella Sardegna nord-occidentale. La necropoli è costituita da nove ipogei. Lo scavo ha restituito materiali ceramici attestanti una lunga frequentazione del sito, dal Neolitico recente all'Eneolitico fino al Bronzo antico (culture di Ozieri, del Vaso Campaniforme, di Bonnanaro). Nota fin dal 1903, la necropoli è stata scavata nel 1987-88 da Giovanni Maria Demartis.

##### **❖ Burgos, area del castello di Goceano**

Il castello di Burgos si trova in cima a un picco granitico ai piedi del versante SO del Monte Rasu, a 647 m slm, visibile anche da grande distanza, in un punto di importanza fondamentale per il controllo del territorio. Il castello del Goceano, scenograficamente isolato, emana la suggestione delle fortificazioni legate agli eventi storici e alla vita quotidiana del Medioevo.

##### **❖ Porto Torres, area di Turrus Libisonis**

L'area archeologica più importante della città, presso la quale è stato edificato l'Antiquarium Turritano, si trova nella zona nord ovest della città. Turrus Libisonis era situata sul luogo dell'attuale Porto Torres, presso la foce del rio Mannu, al centro del golfo dell'Asinara, nella Sardegna settentrionale. Turrus Libisonis si sviluppò in un tratto della costa favorevole dal punto di vista geografico e ambientale, con approdi e la possibilità dell'impianto di un porto fluviale sul rio Mannu. I dati per una ricostruzione della forma urbanistica non sono molti, ma sufficienti per ipotizzare un primo insediamento presso il rio Mannu, dislocato su entrambe le rive, secondo il modello del porto-canale abbastanza diffuso in età repubblicana e all'inizio del periodo imperiale. Le prime indagini furono condotte nel 1614 dall'arcivescovo Gavino Manca di Cedrelles e interessarono l'interno della basilica di San Gavino. Nel 1819 il frate Antonio Cano scavò nella zona delle "terme centrali". La maggior parte dei successivi rinvenimenti archeologici si deve alle attività di sbancamento in occasione di lavori di pubblica utilità. Massimo Pallottino e Guglielmo Maetzke portarono alla luce, tra gli anni 40' e 60', impianti termali, edifici pubblici, quartieri abitativi e produttivi. Dagli anni 70' ad

oggi sono state indagate zone abitative e produttive poste al di sotto del centro cittadino e, soprattutto, aree cimiteriali. Attualmente si stanno conducendo scavi lungo il corso del rio Mannu, presso il Colle del Faro, relativi ad un edificio che è con tutta probabilità una villa.

❖ Porto Torres, domus de janas Su Crucifissu Mannu

La necropoli è costituita da 20 tombe scavate nel calcare, tutte formate da più camere comunicanti. Numerose tombe si presentano intatte, mentre in altre la volta di alcune camere è crollata. La prima fase della necropoli è attribuibile alla cultura di Ozieri, successivamente alla quale le tombe sono state riutilizzate da alcune delle culture che si sono susseguite nella zona. Il sito si trova in totale stato di abbandono.

❖ Sassari, altare preistorico Monte d'Accodi

Questo monumento, scoperto nel 1952, è una struttura troncopiramidale di 36x29 metri alla base, costruita con grandi blocchi sbozzati lungo il perimetro esterno, e riempita con terra e pietre. Si accede alla sua sommità per mezzo di una rampa lunga 41,80 metri e alta 9 metri. La sua forma non ha uguali in tutto il Mediterraneo e in Europa, e ricorda molto gli altari a terrazza mesopotamici detti ziqqurat. La storia di quest'area inizia circa nel 4200 a.C. quando esisteva un villaggio di capanne circolari. Al 3500 a.C. risale l'area sacra dei menhir.

❖ Alghero, il parco naturale regionale di Porto Conte-Capo Caccia e grotte

Procedendo verso ovest, superate le famose spiagge delle Bombarde e del Lazzaretto, i litorali diventano sempre più alti fino ad assumere l'aspetto di costa a falesia. Si incontra dapprima il promontorio di Punta Giglio, che delimita ad est la baia di Porto Conte, l'antico Portus Ninpharum dei romani, il porto naturale più vasto del Mediterraneo. Nella parte più interna della baia si trova la lunga spiaggia di Mugoni, quindi la costa riprende a salire fino a culminare con le impressionanti pareti strapiombanti di Punta Semaforo a Capo Caccia (204 m.) e Punta Cristallo (326 m.). Nei calcari giurassici e cretacei che costituiscono tale costa il carsismo ha formato numerose grotte, vere e proprie meraviglie naturali, con sale tappezzate da fantastiche concrezioni, le più famose delle quali, nonché le uniche aperte al pubblico, sono quelle di Nettuno che attraggono ogni anno migliaia di visitatori. Non distante si trova la celebre Grotta Verde dalla quale deriva il nome una cultura neolitica, la Grotta dei Pizzi e Ricami, la Grotta di Nereo, la Grotta Gea e numerose altre, tutte di grande bellezza, ma riservate ai soli speleologi. Il territorio su descritto, per le sue specificità paesaggistiche, come pure per le sue biodiversità, costituisce uno fra i biotopi più interessanti del Mediterraneo; vi vegeta, infatti, una flora rigogliosa che annovera numerosi endemismi fra i quali è opportuno segnalare la rarissima Centaurea Horrida, il Limonium, la Barba Jovis e l'Erodium mentre le palme nane (*Chamaerops Humilis*) crescono ovunque. Le essenze arboree predominanti sono costituite soprattutto da ginepri e abbondano numerose specie di arbusti tipici della macchia mediterranea. Nel territorio di Porto Conte - Capo Caccia si trova una riserva forestale, che si estende per qualche migliaio di ettari, denominata Foresta Demaniale Le Prigionette, in cui è possibile ammirare in piena libertà numerosi esemplari tipici della fauna sarda: cavallini della Giara di Gesturi, asinelli albini dell'Asinara, daini, lepri, conigli, cinghiali, mufloni, mentre sulle alte rupi di Punta Cristallo nidifica l'ultima colonia di avvoltoi grifoni d'Italia. Sulle alte falesie l'avifauna di passo sosta durante la migrazione primaverile e autunnale fra il continente europeo e quello africano. Negli anfratti nidificano specie rare, quali il Gabbiano Corso, la Berta Maggiore e la Berta Minore, il Falco Pellegrino, numerosissimi Gabbiani Reali, Colombacci e Marangoni dal Ciuffo. Al fine di tutelare questo grande patrimonio naturale la Regione Sardegna ha istituito recentemente il Parco Naturale di Porto Conte-Capo Caccia. È prevista inoltre l'estensione dell'area del Parco al mare

antistante, anch'esso ricchissimo di specie biologiche endemiche e rare. Sui fondali vegetano vaste praterie di *Poseidonia Oceanica* - una pianta marina superiore, importantissima per l'equilibrio biologico del mare- e colonie del pregiato Corallo Rosso la cui pesca, praticata fin dall' antichità, ha valso alla costa algherese la denominazione di "Riviera del corallo". Procedendo da Punta Cristallo in direzione nord, lasciata alle spalle la splendida insenatura di Porticciolo dominata da una torre spagnola, si giunge alla spiaggia di Porto Ferro.

❖ Alghero, Villa romana di Porto Conte

La villa romana è del periodo imperiale, probabilmente costruita nel I-II secolo d.C., periodo in cui raggiunse il massimo splendore, ma fu abitata fino ad età altomedievale. I resti della villa, parzialmente sommersi, suggeriscono che si trattasse di una villa d'ozio sul mare, dove il padrone si recava in villeggiatura, anche se come tutte le ville doveva essere collegata ad un latifondo e ospitare strutture produttive di un certo rilievo. La costruzione è composta da due blocchi separati e distinti, in uno dei quali si conservano resti di strutture termali e alcuni ambienti dipinti ad affresco.

❖ Alghero, Necropoli di Anghelu Ruju

La necropoli di Anghelu Ruju è un complesso di domus de janas tra i più significativi della Sardegna. Il toponimo deriva semplicemente dal nome del proprietario del fondo. Scoperta casualmente all'inizio del '900 durante i lavori di bonifica, l'area ipogeica è assai più vasta di quella che emerge. Comprende 38 tombe ma molte altre si trovano probabilmente ancora sotto il livello del terreno.

❖ Alghero, Rovine Romane

Lungo la litoranea che percorre tutta la fascia costiera di levante del lungo promontorio terminante al Capo Caccia, sulla parte sinistra sono visibili i resti di una villa romana (I-II sec.), che si articolava in due corpi, uno dei quali ospitava un piccolo impianto termale.

❖ Alghero, Grotta di Nettuno

Queste grotte, tra le più famose della Sardegna, sono molto estese e al loro interno si trovano enormi stalattiti e stalagmiti, che formano imponenti colonne, ed anche alcuni laghetti.

❖ Nuraghe Palmavera

Il complesso nuragico di Palmavera, adagiato sulle falde del colle omonimo a 64 m s.l.m., è il risultato di successive fasi edificatorie riferibili ai secoli XIV e XIII a.C.. La torre centrale in calcare è la più antica. In una successiva fase, venne costruita una seconda torre in arenaria e un bastione ellittico di rifasciatura, lasciando un piccolo cortile interno ed ampliando l'area di difesa con un terrazzo continuo. In un'ulteriore fase l'edificio è stato sottoposto a restauro e potenziato con pietra calcarea.

❖ Alghero, Ponte romano di Fertilia

Il ponte fu costruito in epoca romana per superare lo stagno di Calich e collegare Turris Lybissonis a Portus Nympharum, l'attuale Porto Conte, località che costituiva un passaggio obbligato nella strada da Porto Torres a Bosa. Conserva ancora tredici arcate, ma originariamente era composto da ventiquattro; nonostante le origini romane, il ponte oggi visibile è frutto di una ricostruzione quasi completa effettuata in epoca post-medievale.

❖ Alghero, Domus de janas Santu Pedru

La "tomba dei vasi tetrapodi", è stata trovata intatta, sigillata con lastre di pietra da popolazioni appartenenti alla cosiddetta "cultura di Bonannaro". All'interno di questa sola tomba si sono trovati 447 reperti, appartenenti a tutte le culture preistoriche sarde. La sua costruzione originaria è databile alla cosiddetta "cultura di Ozieri" (3500 a.C. circa).

❖ Alghero, Complesso nuragico di Sant'Imbenia

Il complesso nuragico di S.Imbenia è costituito da un nuraghe complesso e da un villaggio di capanne. L'importanza del complesso risiede principalmente nel villaggio, lo scavo del quale ha permesso di trarre importanti informazioni sia sulla storia del sito che, ad un livello più ampio, sui rapporti tra i nuragici e genti di provenienza orientale agli inizi dell'Età del Ferro. Il villaggio, costruito più recentemente rispetto al nuraghe, fu abitato nell'arco temporale compreso tra il XV e il V sec.a.C. circa.

❖ Lago di Baratz

Questo è l'unico lago naturale presente in Sardegna, formatosi con depositi di sabbia marina che isolano la foce di un piccolo corso d'acqua proveniente da nord, e la sua profondità non supera i 2 metri.

### **8.2.7.3. Carta dell'uso del suolo**

L'uso del suolo, descrive la variazione quantitativa dei vari tipi di aree individuate come omogenee al loro interno (agricole, urbane, industriali, corpi idrici, infrastrutture, ricreative, naturalistiche, ecc.), alla scala di indagine e con la metodologia utilizzata.

È l'unico indicatore che visualizza l'entità e l'estensione delle principali attività antropiche presenti sul territorio, ed è in grado di individuare i cambiamenti nell'uso del suolo in agricoltura.

La carta dell'uso del suolo è allegata alla presente come allegato 7.

### **8.2.8. Assetto socio economico**

#### **8.2.8.1. Viabilità stradale**

Le direttrici principali presenti in Sardegna, sono rappresentate dalle reti di connessione dei centri urbani di livello superiore, pertanto la zona in oggetto non è interessata da tali strutture.

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.

Gli strumenti di pianificazione per lo sviluppo socioeconomico della struttura territoriale sarda in generale, e dei trasporti regionali in particolare, individuano la S.S. 291 come un'infrastruttura viaria fondamentale della rete di trasporto.

Il Piano Regionale dei Trasporti, opera una classificazione della rete stradale sarda in tre diverse categorie di strade: rete fondamentale, rete regionale di primo livello, rete regionale di secondo livello.

In tale documento, ed anche nel Piano dei Trasporti della Provincia di Sassari, la S.S. 291 è considerata come appartenente alla rete regionale di primo livello.

La strada statale 291 "Sassari-Alghero-Aeroporto di Fertilia", ha una sezione stradale del tipo a carreggiate separate con spartitraffico centrale di circa 1,10 metri, ognuna delle quali è costituita da due corsie di marcia di larghezza di metri 3,50 ed una banchina di larghezza pari a metri 1,75.

Le pendenze massime del profilo longitudinale sono pari al 6% circa.

L'Accordo di programma quadro viabilità, stipulato tra il Ministero dell'economia e delle finanze, il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, la Regione autonoma della Sardegna e l'Anas S.p.A., che ha per oggetto la realizzazione di un programma di interventi, al fine di conseguire l'integrazione ed ottimizzazione dell'intera rete viaria sia nazionale che regionale, nel suo articolo 5 (Interventi a valere sulla legge 443/01-Legge Obiettivo) comma 1 lettera b, indica il completamento-adeguamento della strada SS 291 Sassari-Olmedo-Alghero-Aeroporto di Alghero, tale scelta è stata ribadita nelle successive fasi.

La strada provinciale n° 65, è invece una strada appartenente alla rete regionale di secondo livello.

#### **8.2.8.2. Viabilità ferroviaria**

La rete di livello nazionale, gestita da Fs Trenitalia, è costituita da circa 437 km di linea (2,6% del totale nazionale) a scartamento ordinario, semplice binario e non elettrificata.

La densità ferroviaria, indice d'accessibilità del territorio, rapporto tra estesa delle linee e superficie regionale, è di 18 m/km<sup>2</sup>, contro un valore medio nazionale di 55; il grado di diffusione ferroviario della Sardegna è quindi 1/3 di quello nazionale.

Lo schema della rete comprende una dorsale longitudinale di circa 307 km che unisce Cagliari con Golfo Aranci dalla quale si diramano, nel centro nord, all'altezza di Chilivani, verso nord-ovest una tratta di 66 km per Porto Torres e, all'altezza di Decimomannu verso ovest una tratta di 38 km per Iglesias dalla quale si diparte, all'altezza di Villamassargia, una subdiramazione di 22 km che giunge a Carbonia.

L'area è servita dalla rete di livello nazionale, la linea fondamentale Cagliari-Chilivani-Porto Torres, passa in un'area ubicata a est rispetto alla zona in esame a poca distanza dai centri abitati di Muros, Tissi, Usini e Ossi.

L'area non è attraversata dalle direttrici del trasporto locale appartenenti alle Ferrovie della Sardegna, a sud dell'area considerata è presente la traversa settentrionale che attraversa da ovest a est il territorio ed è costituita dalle linee Sassari-Alghero, Sassari-Sorso e Sassari-Tempio-Palau, mentre, ancora più a sud è presente la cosiddetta traversa centrale che unisce Bosa a Macomer e quindi a Nuoro.

#### **8.2.8.3. Rete aeroportuale**

La rete aeroportuale sarda è costituita dagli scali di Cagliari-Elmas, Alghero-Fertilia, Olbia-Costa Smeralda che rappresentano tre dei ventitré scali del Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti così come definito dal PGT.

L'aeroporto di Cagliari sorge nel territorio del comune di Elmas, lo scalo olbiese rappresenta il secondo scalo sardo in ordine di importanza e per volumi di traffico movimentato, l'aeroporto di Alghero-Fertilia dista 12 chilometri dal centro della città di Alghero e circa 25 chilometri da Sassari.

Gli aeroporti secondari sono rappresentati da quello di Tortolì e da quello di Oristano, che costituiscono una parte trascurabile del movimento totale.

Nessuno di questi scali insiste sull'area del bacino considerato, l'area è collegata attraverso diverse strade provinciali e statali allo scalo di Olbia Costa Smeralda e di Alghero Fertilia.

#### **8.2.8.4. Rete portuale**

Il sistema dei collegamenti marittimi tra Sardegna e Continente può essere sinteticamente rappresentato in due direttrici fondamentali:

1. la prima direttrice è quella che coinvolge il sistema portuale dell'area cagliaritano e sassarese, mentre
2. la seconda è identificabile nel complesso sistema portuale dell'alta Gallura.

In dettaglio tale schema può così essere sintetizzato:

- Polo di Cagliari, costituito dal porto commerciale, dallo scalo industriale (noto come Porto Canale), e dai terminal industriali di Assemmini e di Porto Foxi;
- Polo di Arbatax, costituito dal porto commerciale e da quello industriale di Arbatax-Tortolì;
- Polo di Olbia, costituito dal complesso del porto commerciale e industriale di Olbia e dal porto commerciale e il terminale ferroviario di Golfo Aranci;

- Polo Nord Orientale, costituito dai porti di Palau, La Maddalena, Santa Teresa di Gallura
- Polo di Porto Torres, costituito dal porto commerciale e da quello industriale;
- Polo del Sulcis-Iglesiente, costituito dallo scalo di Portovesme, da quello di Calasetta e da quello di Carloforte, a cui si aggiunge lo scalo di Sant'Antioco dedicato alla movimentazione delle merci e al diportismo.

Ai poli interessati dal movimento passeggeri, si aggiunge, nel sistema infrastrutturale regionale, lo scalo di Oristano-Santa Giusta, attualmente utilizzato unicamente per la movimentazione delle merci.

A tale assetto oltre ai grandi poli infrastrutturali dedicati ai passeggeri e/o alle merci si aggiungono circa un centinaio di porti turistici.

L'ordinamento marittimo nazionale, per gli scali sardi indica la classificazione seguente:

- alla II categoria e I classe (di rilevanza economica internazionale), appartengono i sistemi portuali di Cagliari, Olbia-Golfo Aranci e Porto Torres;
- il porto di Arbatax risulta ancora classificato, secondo la vecchia classificazione, come porto rifugio;
- alla II categoria e II classe, (di rilevanza economica nazionale) il porto di Oristano e lo scalo di Sant'Antioco;
- alla II categoria III classe (di rilevanza economica regionale e interregionale) gli scali di Palau, La Maddalena, Carloforte, Portovesme, Santa Teresa di Gallura;
- alla II categoria IV classe (secondo la vecchia classificazione) lo scalo di Calasetta.

Nell'area considerata non si trova nessun polo portuale, in prossimità del territorio considerato, attraverso la viabilità stradale, si può raggiungere il porto commerciale e industriale di Porto Torres.

#### 8.2.8.5. Inquadramento antropico

##### 8.2.8.5.1. Analisi dell'area

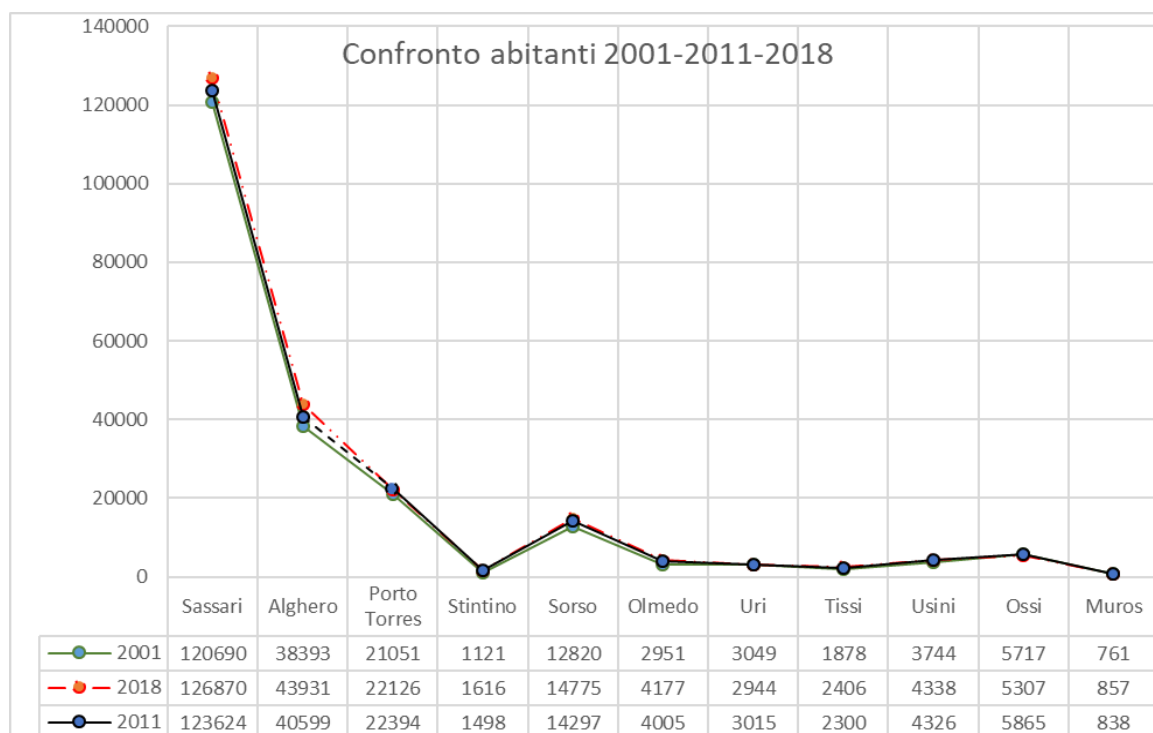
Per avere un inquadramento dell'area in cui insiste l'attività in oggetto, si sono presi in considerazione i dati relativi ai comuni di Sassari, Alghero, Porto Torres, Stintino, Sorso, Olmedo, Uri, Tissi, Usini, Ossi e Muros.

##### 8.2.8.5.2. Popolazione

La popolazione risiede principalmente nei paesi limitrofi, mentre, le campagne sono a bassa densità abitativa.

La popolazione residente nei centri sopraccitati, secondo i dati degli anni 2001, 2011 e 2018, è riportata nella tabella che segue:

Comune	Abitanti 2001	Abitanti 2011	Abitanti 2018
<b>Sassari</b>	120690	123624	126870
<b>Alghero</b>	38393	40599	43931
<b>Porto Torres</b>	21051	22394	22126
<b>Stintino</b>	1121	1498	1616
<b>Sorso</b>	12820	14297	14775
<b>Olmedo</b>	2851	4005	4177
<b>Uri</b>	3049	3015	2944
<b>Tissi</b>	1878	2300	2406
<b>Usini</b>	3744	4326	4338
<b>Ossi</b>	5717	5865	5707
<b>Muros</b>	761	838	857



La Legge regionale 4 febbraio 2016 n. 2e la successiva Delibera della Giunta regionale n. 23/5 del 20 aprile 2016 hanno, infatti, modificato l'assetto degli enti territoriali regionali istituendo la provincia del Sud Sardegna e la Città metropolitana di Cagliari, modificando i confini delle province di Sassari, Nuoro e Oristano e abolendo le province di Carbonia-Iglesias, del Medio Campidano, dell'Ogliastra e di Olbia-Tempio costituite con la Legge regionale 12 luglio 2001 n. 9.

La superficie territoriale della provincia di Sassari (anno 2011) è pari a 7.692,09 kmq, la popolazione residente (anno 2018) è pari a 492.642 abitanti.

Alla provincia di Sassari sono stati aggregati i comuni della cessata provincia di Olbia-Tempio ed attualmente comprende complessivamente 92 comuni, così suddivisi 6 comuni di montagna, 9 di pianura e 77 di collina.

I comuni della provincia per classe di ampiezza demografica (anno 2018), sono così suddivisi, 32 fino a 1000 abitanti, 31 da 1001 a 3000 abitanti, 20 da 3001 a 10000 abitanti e 9 oltre i 10000 abitanti.

Il movimento naturale della popolazione residente della provincia di Sassari per gli anni 2015, 2016 e 2017 è stato il seguente:

- ❖ nel 2015 sono nate 3454 persone, sono morte 4624 persone per un saldo negativo di 1170 persone,
- ❖ nel 2016 sono nate 3319 persone, sono morte 4854 persone per un saldo negativo di 1535 persone,
- ❖ nel 2017 sono nate 3258 persone, sono morte 4808 persone per un saldo negativo di 1550 persone.

Il movimento migratorio della popolazione residente della provincia di Sassari per gli anni 2015, 2016 e 2017 è stato il seguente:

- ❖ nel 2015 si sono iscritti da altri comuni 7485 persone, iscritti dall'estero 1701, iscritti per altri motivi 451 persone,
- ❖ nel 2016 si sono iscritti da altri comuni 7854 persone, iscritti dall'estero 1869, iscritti per altri motivi 527 persone,
- ❖ nel 2017 si sono iscritti da altri comuni 7395 persone, iscritti dall'estero 2007, iscritti per altri motivi 511 persone.

La popolazione residente nella provincia di Sassari, è così suddivisa:

❖ nel 2015 residenti 494.471, nel 2016 residenti 493.788 e nel 2017 residenti 492.642.

Gli indicatori di dinamica demografica riferiti a 1000 abitanti, sono i seguenti:

Provincia Sassari								
Anni	Tasso di natalità	Tasso di mortalità	Tasso migratorio interno	Tasso migratorio estero	Tasso migratorio altri motivi	Tasso migratorio totale	Tasso di crescita naturale	Tasso di crescita totale
<b>2015</b>	6.98	9.35	0.02	1.71	0.24	1.97	-2.37	-0.40
<b>2016</b>	6.72	9.82	-0.23	1.85	0.11	1.72	-3.10	-1.38
<b>2017</b>	6.61	9.75	-0.80	2.01	-0.38	0.82	-3.14	-2.32

#### 8.2.8.5.3. Occupazione e imprese

I dati esposti di seguito, sono tratti dalla 8ª edizione (2019) del “Rapporto delle imprese del nord Sardegna” principali caratteristiche strutturali del sistema imprenditoriale del nord Sardegna a cura del servizio promozione economica e statistica della Camera di Commercio I.A.A. di Sassari.

Fino al 2016 la suddivisione amministrativa del nord Sardegna comprendeva 2 province distinte come segue:

- ❖ la provincia di Sassari con 66 comuni tutti di competenza della camera di commercio di Sassari,
- ❖ la provincia di Olbia-Tempio con 26 comuni, 24 comuni di competenza della CCIAA di Sassari  
2 comuni appartenenti al territorio della CCIAA di Nuoro.

Pertanto la nuova organizzazione territoriale della CCIAA di Sassari è la seguente:




Il numero delle imprese relativamente alla CCIAA di Sassari e all'anno 2018, sono riassunte nella tabella seguente:

Provincia di Sassari								
Anno	Registrate	Attive	Iscrizioni	Cessazioni	Saldo	Tasso di crescita	Tasso di crescita Sardegna	Tasso di crescita Italia
<b>2018</b>	55.820	45.763	3.040	2.461	579	1,03%	0,76%	0,52%

Di seguito, invece, si riporta la movimentazione delle imprese, suddivise per settore di attività economica, sempre relativamente alla CCIAA di Sassari e all'anno 2018:

Provincia di Sassari
----------------------



	Registrate	Attive	Nuove iscrizioni	Cessazioni	Saldo Entrate Cessate
<b>Agricoltura e pesca</b>	9.437	9.266	395	400	-5
<b>Estrazione di minerali</b>	156	89	-1	10	-11
<b>Attività manifatturiere</b>	3.963	3.277	132	204	-72
<b>Energia-Gas-Acqua</b>	169	133	5	7	-2
<b>Costruzioni</b>	8.689	7.373	440	473	-33
<b>Commercio</b>	13.152	11.468	617	956	-339
<b>Trasporti</b>	1.660	1.408	72	78	-6
<b>Alloggi-Ristorazione</b>	5.752	4.572	429	358	71
<b>Servizi</b>	9.283	8.160	677	557	120
<b>Imprese non classificate</b>	3.559	17	275	200	75
<b>TOTALE</b>	55.820	45.763	3.041	3.243	-202

La tabella seguente, indica il movimento degli addetti negli anni dal 2015 al 2018, per quanto riguarda il nord Sardegna, comprendendo in questa regione geografica il territorio delle CCIAA di Sassari e Olbia Tempio fino al 2016 poi accorpate all'interno della CCIAA di Sassari.

Nord Sardegna			
Anno	Numero addetti	Variazione su anno precedente	Peso su totale Sardegna
<b>2015</b>	128.063	-0,1%	32,2%
<b>2016</b>	129.400	1,0%	32,3%
<b>2017</b>	131.524	1,6%	32,2%
<b>2018</b>	131.975	0,3%	32,4%

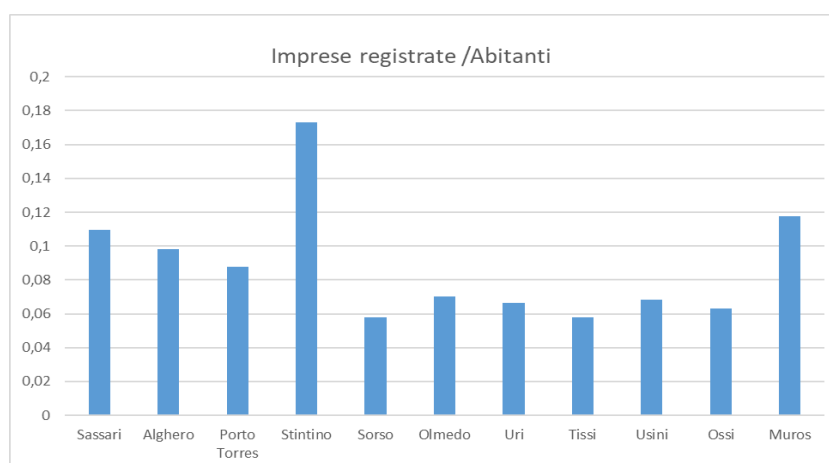
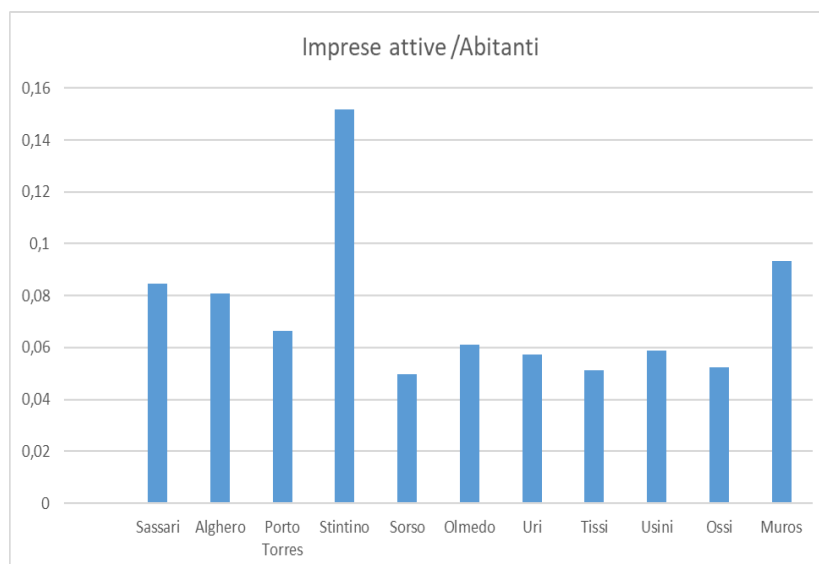
Per quanto riguarda il tasso di crescita delle imprese nell'anno 2018, nei comuni presi in considerazione precedentemente per i dati demografici, la situazione è indicata nella tabella seguente, nella stessa vengono indicate anche le movimentazioni delle imprese.

Comune	Tasso di crescita	Registrate	Attive	Iscrizioni	Cessazioni	Saldo
<b>Sassari</b>	0,84%	13.911	10.724	736	618	118
<b>Alghero</b>	1,28%	4.314	3.550	256	201	55
<b>Porto Torres</b>	1,03%	1.939	1.473	119	99	20
<b>Stintino</b>	0,36%	280	245	11	10	1
<b>Sorso</b>	-0,23%	857	732	52	54	-2
<b>Olmedo</b>	0,00%	293	255	15	15	0
<b>Uri</b>	1,02%	196	169	17	15	2
<b>Tissi</b>	0,72%	139	123	9	8	1

<b>Usini</b>	3,45%	296	255	22	12	10
<b>Ossi</b>	3,16%	361	300	28	17	11
<b>Muros</b>	-2,80%	101	80	0	3	-3

Il grafico, che mostra il valore del numero di imprese attive rispetto al numero di abitanti, da noi utilizzato come indicatore, ci mostra che i dati relativi ai comuni limitrofi all'area di interesse, sono tutti al di sotto dei valori del capoluogo di provincia ad eccezione dei comuni di Stintino e Muros.

Lo stesso andamento viene mostrato dal grafico relativo al rapporto tra imprese registrate e abitanti.



Tale considerazione, ci permette di comprendere come sia importante dal punto di vista dell'occupazione l'attività in oggetto.

L'aggregazione territoriale di Sassari presenta una struttura produttiva articolata, in cui convivono imprese industriali attive in diversi comparti, legate al terziario e al settore industriale.

Le maggiori specializzazioni produttive, sono presenti sia nel settore dei servizi (trasporti, magazzinaggio e comunicazioni, attività immobiliari, noleggio e informatica), che nel settore delle attività manifatturiere e delle costruzioni.

Esistono, ovviamente, come in tutta la zona attività di tipo agricolo e dell'allevamento.

#### 8.2.8.6. Situazione estrattiva

L'attività estrattiva in Sardegna si può far nascere circa 8.000 anni fa, periodo in cui si misero in essere le prime coltivazioni per ossidiana del Monte Arci.

Tale attività industriale, ha conosciuto i suoi momenti più intensi durante il periodo romano imperiale, nell'alto Medio Evo, con le coltivazioni pisane e - nell'epoca moderna - a partire dalla prima metà del 1800, con la nascita delle grandi società minerarie.

Storicamente le coltivazioni minerarie sarde hanno avuto per oggetto: i minerali di piombo e zinco, i minerali argentiferi, i minerali di ferro, i minerali di rame, il carbone, il sale e le acque minerali e termominerali.

La coltivazione dei minerali industriali, ha avuto uno sviluppo a partire dagli anni '50 ed ha riguardato in particolare la fluorite, la barite, i feldspati, i caolini e le bentoniti.

Nell'ambito delle attività di seconda categoria, oltre ai materiali per impiego civile (inerti per calcestruzzi, materiali per rilevati, argille per laterizi e simili), in Sardegna sono rilevanti le estrazioni di lapidei di pregio, quali graniti e marmi.

Di seguito si riportano i principali valori relativi all'attività mineraria in Sardegna (Fonte: Nuova disciplina regionale sull'attività estrattiva, premessa per uno sviluppo compatibile - Ing. M. Boaretto).

<b>Titolo minerari in Sardegna</b>	
Concessioni vigenti	74
Concessioni scadute, in rinnovo o in istruttoria	50
Concessioni archiviate o in fase di chiusura	186
<i>Totale</i>	<i>310</i>

<b>Concessioni con miniere in produzione</b>	
Bentonite e caolino, argille e bentonite	21
Acque minerali destinate all'imbottigliamento	15
Feldspato, feldspato e caolino, feldspato e argille	12
Acque termominerali utilizzate in stabilimenti termali	7
Minerali metalliferi (Pb, Zn, Ba)	4
Talco	2
Fluoro	2
Ferro	2
Bauxite	1
Oro e minerali associati	1
Sale marino	1
Carbone	1
<i>Totale</i>	<i>69</i>

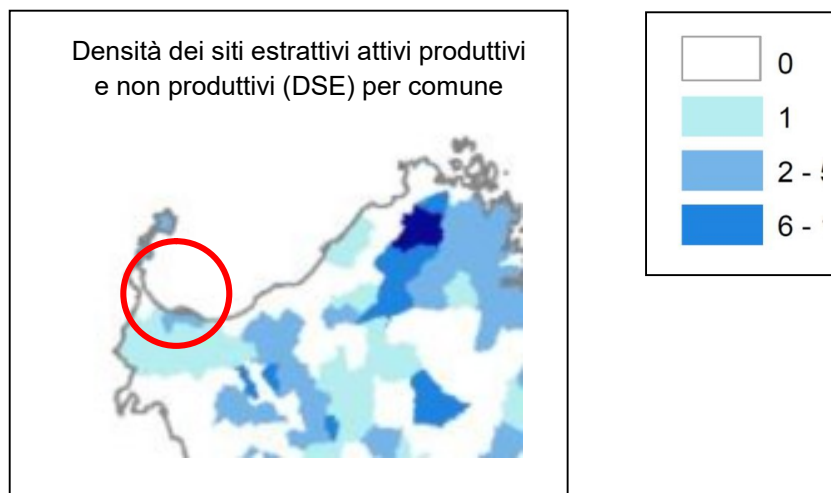
Al fine di avere una conoscenza della situazione degli impatti nella zona, si è preso in considerazione l'indicatore delle attività antropiche di estrazione di minerali di seconda categoria ad elevato impatto ambientale-paesaggistico, strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale.

Ai sensi dell'art. 2 del R.D. n. 1443 del 29.07.1927, appartengono alla prima categoria le coltivazioni di:

- minerali utilizzabili per l'estrazione di metalli, metalloidi e loro composti, anche se detti minerali siano impiegati direttamente;
- grafite, combustibili solidi, liquidi e gassosi, rocce asfaltiche e bituminose;

- c) fosfati, sali alcalini e magnesiaci, allumite, miche, feldspati, caolino e bentonite, terre da sbianca, argille per porcellana e terraglia forte, terre con grado di refrattarietà superiore a 1630 gradi centigradi;
  - d) pietre preziose, granati, corindone, bauxite, leucite, magnesite, fluorina, minerali di bario e di stronzio, talco, asbesto, marna da cemento, pietre litografiche;
  - e) sostanze radioattive, acque minerali e termali, vapori e gas,
- mentre, appartengono alla seconda categoria le coltivazioni
- a) delle torbe;
  - b) dei materiali per costruzioni edilizie, stradali ed idrauliche;
  - c) delle terre coloranti, delle farine fossili, del quarzo e delle sabbie silicee, delle pietre molari, delle pietre coti;
  - d) degli altri materiali industrialmente utilizzabili ai termini dell'art. 1 e non compresi nella prima categoria.

I dati utilizzati per l'elaborazione dell'indicatore relativo alla densità dei siti estrattivi attivi produttivi e non produttivi (DSE) per comune (Fonte ISTAT 2017), mostrano un carico relativo alle attività estrattive nell'area del nord ovest della Sardegna che si situa al di sotto del valore di 2-5 siti estrattivi per 100 kmq.



### 8.2.9. Salute pubblica

La Legge Regionale 6 maggio 1991, n. 16 ha come peculiarità quella dell'Istituzione dell'Osservatorio epidemiologico regionale.

#### 8.2.9.1. Il piano regionale dei servizi sociali e sanitari

L'epidemiologia è funzione trasversale a tutte le figure professionali e a tutti i servizi del SSR in quanto strumento metodologico di rilevazione e analisi dei bisogni sanitari e di valutazione del sistema dell'offerta.

La complessità della metodologia e delle tecniche epidemiologiche richiedono la presenza di professionisti specificamente dedicati, capaci di facilitare il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- ❖ raccogliere, elaborare e diffondere conoscenze sui bisogni di salute della popolazione e sui fattori di rischio per la salute;
- ❖ contribuire all'identificazione, anche attraverso ricerche ad hoc, delle priorità di intervento, con particolare attenzione agli obiettivi di equità dei cittadini nella salute e alla tutela delle fragilità sociali;
- ❖ contribuire alla identificazione, sperimentazione e messa a regime di nuovi flussi informativi mirati a valutare l'equità di accesso, l'appropriatezza d'uso, l'efficacia e l'efficienza dei servizi sanitari;
- ❖ supportare le funzioni di governo e gestione del SSR a livello regionale e locale;
- ❖ promuovere la cultura epidemiologica tra tutti gli operatori sanitari.

La Rete Epidemiologica della Sardegna si articola nell'Osservatorio Epidemiologico Regionale (OER), istituito come area di progetto, all'interno dell'Agenzia Regionale Sanitaria, con funzioni di coordinamento generale della rete, e i Centri Epidemiologici Aziendali (CEA).

I CEA rappresentano la struttura portante della rete epidemiologica, come snodo per la funzione epidemiologica sia del centro regionale (OER) sia di tutte le unità operative e servizi delle aziende e zone territoriali.

Il Piano Sanitario Regionale triennale 2018-2020 emanato nel novembre del 2017, promuove un'attenta valutazione del legame fra salute e ambiente.

La Regione Sardegna ha provveduto da qualche anno a porre in essere delle procedure che hanno dato vita ad una funzione complessa e diversificata che opportunamente è stata denominata "Salute e Ambiente". La Struttura Salute e Ambiente all'interno dell'ATS nasce dalla volontà di attivare iniziative specifiche di prevenzione e di tutela della salute della popolazione in relazione ai fattori di rischio ambientali; tali iniziative non possono prescindere dall'approfondimento delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia di interazione ambiente e salute. La struttura pertanto assume, nel Dipartimento, un ruolo centrale per le azioni strategiche e programmatiche da mettere in campo per individuare gli impatti ambientali responsabili di effetti sanitari e per la valutazione della correlazione tra le esposizioni ambientali e gli effetti sulla popolazione. Nel rispetto di quanto disposto nel DPCM 12/01/2017 (LEA), le attività affidate alla Struttura saranno erogate in forma integrata tra la ATS e l'Agenzia Regionale per l'Ambiente della Sardegna, nella convinzione che la collaborazione tra il settore sanitario e quello ambientale sia fondamentale per proteggere la salute dell'uomo dai rischi derivanti da un ambiente insalubre. La Struttura è chiamata a garantire le seguenti attività:

- ❖ valutazione igienico-sanitaria degli strumenti di regolazione e pianificazione urbanistica,
- ❖ tutela della salute dai fattori di rischio presenti in ambiente di vita, non confinato,
- ❖ tutela della popolazione dal rischio "amianto",
- ❖ tutela della collettività dal rischio radon,
- ❖ tutela della salute dai rischi per la popolazione derivanti dall'utilizzo di sostanze chimiche, miscele ed articoli (REACH-CLP).

Nello specifico, la regione Sardegna è caratterizzata da una situazione sanitaria e ambientale piuttosto diversificata.

Sotto il profilo sanitario, si registrano aree con tassi di longevità del tutto eccezionali (verosimilmente sintomo di una buona qualità della vita e di un ambiente sufficientemente protetto) e territori con elevata incidenza di importanti patologie (rispetto alle quali devono essere attentamente valutati gli specifici fattori di rischio); sotto il profilo ambientale coesistono aree naturali per lo più incontaminate (nelle quali il suolo,

l'aria, l'acqua e gli alimenti sono di fatto preservati dalla maggior parte degli inquinanti) e zone a elevato rischio di contaminazione (per la presenza di inquinanti chimici, di sorgenti di campi elettromagnetici, di discariche abusive, di inquinanti atmosferici, di amianto, ecc.).

In particolare in Sardegna si registrano numerose aree a forte pressione ambientale, per la presenza di insediamenti industriali chimici, petrolchimici e metallurgici (Portoscuso-Portovesme, Macchiareddu, Porto Torres, Sarroch e Ottana), di siti minerari dismessi (Guspinese, Sulcis Iglesiente), di territori interessati da esercitazioni ed attività militari (Teulada, La Maddalena, Quirra).

Più specificamente, la presenza di aree già dichiarate “ad elevato rischio di crisi ambientale”, e rispetto alle quali è in corso uno specifico “Piano di risanamento”, richiede un rafforzamento della capacità di intervento della Regione, attraverso un'azione congiunta degli Assessorati più direttamente interessati, in termini di identificazione e valutazione dei rischi per la salute, sorveglianza e bonifica dei siti contaminati, informazione e comunicazione a tutti i portatori di interessi.

Nelle singole aziende USL sono istituiti Gruppi di lavoro sulle aree a rischio finalizzati alla realizzazione di analisi e valutazioni tecniche del rischio oncogeno, anche in collaborazione con l'Arpas.

I Gruppi contribuiscono alla predisposizione di una mappa del territorio nella quale siano identificate le fonti di emissioni ambientali che costituiscono un potenziale fattore di rischio oncogeno per la popolazione e le aree suscettibili di monitoraggio.

I Gruppi contribuiscono altresì alla valutazione di impatto ambientale, in tema di effetti sulla salute della popolazione e in particolare al potenziale rischio oncogeno, nel quadro delle attività di studio e analisi delle azioni rivolte a limitare e prevenire le cause morbigene di matrice ambientale, più ampiamente trattate nello specifico capitolo.

### 8.2.9.2. Conclusioni

In attesa di dare piena attuazione ai propositi elencati nel piano regionale, che potranno sicuramente fornire dati per le valutazioni, si sono effettuate ricerche bibliografiche e ricerche presso gli enti preposti, sono emersi studi epidemiologici riguardanti patologie legate alle attività industriali presenti nella zona ed effettuati sull'area denominata Aree industriali di Porto Torres, la cui scheda di caratterizzazione viene proposta nel seguito.

Tale studio denominato SENTIERI è lo studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento e riguarda il profilo di salute delle popolazioni che risiedono in 45 siti di interesse nazionale o regionale per le bonifiche, basata su metodi e fonti informative accreditati, e che include la mortalità, l'ospedalizzazione, l'incidenza oncologica e la prevalenza delle malformazioni congenite.

Aree industriali di Porto Torres	
Regione	Sardegna
Legge istitutiva	Legge 179/02
Norma perimetrazione	Decreto 07 febbraio 2003, Decreto 03 agosto 2005
Superficie	Terra 1844 ettari Mare 2762 ettari
Tipologia impianti	chimico, petrolchimico, centrale elettrica, area portuale, discarica
Denominazione impianti	Polo Petrolchimico: stabilimento Syndial (ex Enichem), Sasol Italy, Evc, Turris Espansi, Turris Pack, Coseplast, Isoex, Sareuroplast, Officina meccanica Ormes Enichem-discarica industriale di “Minciaredda” Enichem-discarica industriale di “Cava Gessi” Laterizi Torres della Sarda Laterizi Distoms Srl Deposito costiero Eni Deposito costiero Esso Italiana

	Deposito costiero Liquigas Ex Ferriere Sarde Endesa Wanda (impianto itticultura dismesso)
Comparto e contaminanti	
Suolo	metalli pesanti, BTEXS, idrocarburi leggeri e pesanti, IPA, composti alifatici clorurati cancerogeni
Acque di falda	metalli, BTEXS, solventi clorurati, IPA, idrocarburi, clorobenzeni
Sedimenti	mercurio, arsenico, idrocarburi C>12
Pescato	metalli (piombo, cromo, cadmio, nichel, rame, arsenico, zinco, mercurio)

Le singole interazioni, saranno sviluppate ed analizzate nel capitolo dedicato all'analisi degli impatti.

## **9. Stima finale degli impatti non eliminabili e loro mitigazioni e compensazioni**

---

### **9.1. Destinazione d'uso**

#### **9.1.1. Sottrazione di aree**

Quest'impatto, è generalmente dovuto alla conflittualità che può insorgere tra l'attività che si crea e le altre funzioni d'uso già presenti sul territorio, al consumo dello spazio e alla congruenza tra la destinazione d'uso prevista dagli strumenti di pianificazione e la nuova intrapresa.

Nel caso in esame, non sono presumibili tali conflittualità, al proprietario del terreno su cui insiste l'iniziativa, vengono riconosciuti gli oneri relativi all'occupazione e al mancato guadagno dovuto alla impossibilità di coltivare il sito.

Tale accordo è sancito da un regolare contratto tra le parti.

L'area destinata al cantiere in oggetto, è compreso entro l'area di delimitazione della concessione mineraria ed è visibile negli allegati progettuali.

La superficie dell'area della concessione è pari a circa 186 ettari, mentre l'area interessata dai lavori di coltivazione è pari a circa 4.8 ettari.

La SSB verserà al proprietario del terreno quanto dovuto per l'occupazione e per il mancato guadagno, inoltre, verserà nelle casse della regione Autonoma della Sardegna il canone annuale per la concessione mineraria.

##### **9.1.1.1. Opere di controllo**

Delimitazione dell'area del cantiere come indicato nella planimetria allegata alla presente.

#### **9.1.2. Conflitti d'uso**

Relativamente alla conflittualità che può insorgere tra l'attività che si crea e le altre funzioni d'uso già presenti sul territorio, occorre specificare che la zona è già stata soggetta ad estrazione mineraria all'interno dell'area della concessione mineraria e si è pertanto consolidata in essa la capacità di convivenza con attività di questo tipo.

Tale convivenza, ha portato allo sviluppo di una grossa attenzione verso tutti gli aspetti che permettono di minimizzare gli impatti e che potrebbero potenzialmente creare dei fattori di conflittualità.

Nei pressi del cantiere, ad una distanza di circa 250 metri in direzione ovest, è edificata la casa dei proprietari dei terreni la quale non è abitata come residenza stabile, sono, inoltre, presenti a sud est rispetto all'area del cantiere, due agglomerati di piccole case, ad una distanza superiore ai 330 metri e con l'interposizione della strada provinciale.

#### **9.1.3. Coerenza con la pianificazione**

L'area, secondo la pianificazione a livello comunale, ricade in zona agricola nella categoria E5c e in modo marginale in zona H29.

Per quanto concerne il Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE), ricade in area libera da vincoli in cui è permessa l'apertura di nuove attività estrattive previa acquisizione delle necessarie autorizzazioni.

Nella cartografia del PUC di Sassari "Carta delle Risorse Estrattive", ricade in zona libera da vincoli, paesaggisticamente e urbanisticamente compatibile con nuove attività estrattive di miniera.



## 9.2. Effetti geomorfologici e pedologici

### 9.2.1. Consumo di suolo

Il consumo di suolo, inteso come parte superficiale, sarà limitato, poiché, durante la fase di preparazione del giacimento alla coltivazione, tutto quello presente sarà asportato e depositato in un'apposita area di stoccaggio pronto per il riutilizzo durante la fase della riabilitazione.

Occorre precisare che la zona che sarà soggetta a coltivazione mineraria, è ricoperta da una coltre di terra vegetale, ed attualmente non è utilizzata a fini produttivi.

Il consumo di suolo dovuto all'insediamento di edifici è temporaneo ed è limitato alla vita del cantiere.

Tali edifici, sono di ausilio alle attività della miniera (mensa, spogliatoi, ufficio di cantiere).

Le sistemazioni delle aree di raccordo tra le zone di coltivazione e la viabilità del cantiere, saranno effettuate in modo da creare degli spazi di manovra ben congegnati ed agevoli e in modo che consentano percorsi razionali di entrata ed uscita dei mezzi, come prescrivono le norme e il codice della strada.

Le aree che saranno interessate dalla coltivazione mineraria, non saranno come detto in precedenza sottratte a nessun altro tipo di utilizzo.

Al fine di poter avere un dato quantitativo sul parametro relativo alla predisposizione della zona alla desertificazione, si è utilizzato l'indice di perdita del suolo, si tratta di un indice dipendente dal tipo di vegetazione, dal tipo di suolo, dalla pendenza e dalla forza erosiva delle precipitazioni.

Tale indice, è la risultante della combinazione delle seguenti componenti:

- ❖ componente di erosività, è legata all'evento piovoso, rappresenta la capacità di erosione delle gocce di pioggia nel momento del loro impatto al suolo ed è legata alla energia cinetica della pioggia stessa e al tipo di substrato presente;
- ❖ componente pedologica in funzione del tipo di suolo, tale parametro, si basa sulla classificazione dei tipi pedologici presenti nell'isola, ed individuati nella Carta dei Suoli della Sardegna di Aru et al. (1992), che adotta quale sistema di classificazione dei suoli la USDA Soil Taxonomy – 1988;
- ❖ copertura del suolo in funzione del tipo di vegetazione presente, in questo caso vengono dati i valori in relazione al tipo e alla qualità della copertura vegetale presente;
- ❖ pendenza, vengono dati differenti valori alle differenti classi di pendenza presenti nel sito in esame.

La valutazione finale dell'indice della perdita del suolo, è ottenuto attraverso il prodotto delle sue singole componenti.

L'algoritmo di applicazione tiene conto dei pesi attribuiti e della loro parametrizzazione, al fine di evitare che un indice o componente possa subissare il valore di un altro.

La quantificazione dell'indice di perdita del suolo (Ips), si è calcolato nella situazione pre e post intervento, ottenendo i seguenti valori:

*Ips pre-intervento = 12 Classificazione del rischio moderato*

*Ips post-intervento = 16 Classificazione del rischio moderato al limite con la classe di rischio medio alto*

Occorre precisare che la classe di rischio medio alto, ha un range compreso tra 17 e 72 e che al valore più elevato corrisponde un rischio maggiore.

#### 9.2.1.1. Opere di mitigazione

Asportazione del suolo che insiste sulle aree da coltivare e sua messa in deposito temporaneo, per il successivo riutilizzo.

#### 9.2.1.2. Opere di controllo

Controllo periodico (annuale) dello stato di conservazione del suolo asportato, sua copertura con terra e rimescolamento almeno una volta all'anno.

Per evitare la compattazione del suolo, i mezzi cingolati utilizzati non devono esercitare una pressione superiore a 0,40 kg/cm<sup>2</sup> e la larghezza dei cingoli non può essere inferiore a 500 millimetri.

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

#### 9.2.1.3. Opere di compensazione

Riqualificazione ambientale del sito attraverso le opere di riabilitazione e del rinverdimento.

#### 9.2.2. 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:

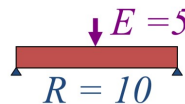
$$E_d \leq R_d \quad \text{oppure} \quad R_d - E_d \geq 0$$

con

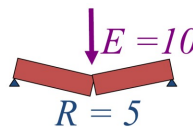
- $R_d$  = valore di progetto della resistenza del terreno (di pertinenza del geotecnico)
- $E_d$  = valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni nelle varie combinazioni di carico (di pertinenza dello strutturista)

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)

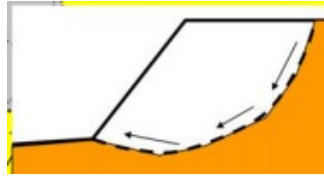
(STR + GEO)

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  $\tau_m$  (domanda) e la resistenza al taglio disponibile  $\tau_f$  (capacità) e quindi è possibile definire  $F_s$  come:

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

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.

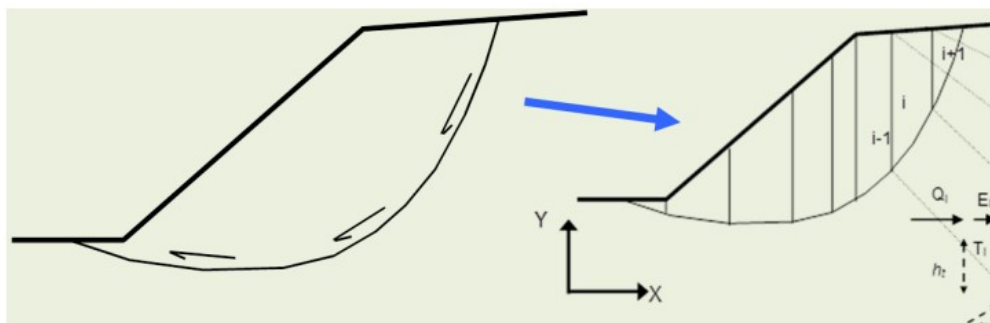
$F_s$  deve essere valutato entro un preciso riferimento spaziale.

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

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

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 concio.

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.

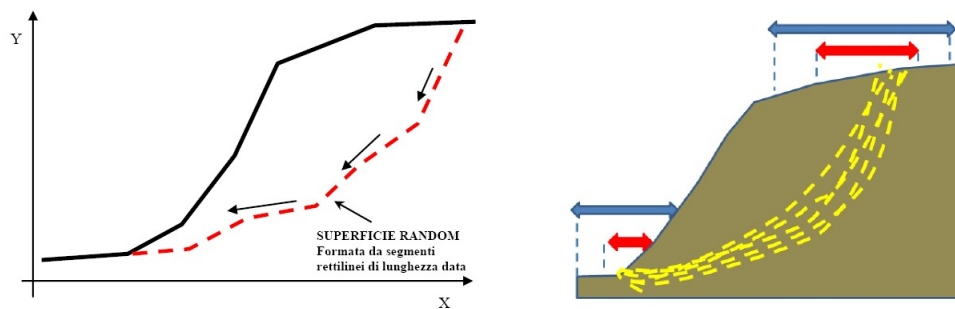
Questo può portare a vanificare completamente l'obiettivo prefissato di valutare correttamente il grado di stabilità del pendio.

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:

$$Ed \leq R_d$$

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 $\gamma_F$	EQ
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,5
	Sfavorevoli		1,1
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,5
	Sfavorevoli		1,5
Azioni variabili $Q$	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0
	Sfavorevoli		1,5

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali è di una certa di...

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 $\gamma_M$
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$

coefficiente	R2
$\gamma_R$	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		
	$\gamma$	$\phi$	c
	kN/m <sup>3</sup>	°	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)*.

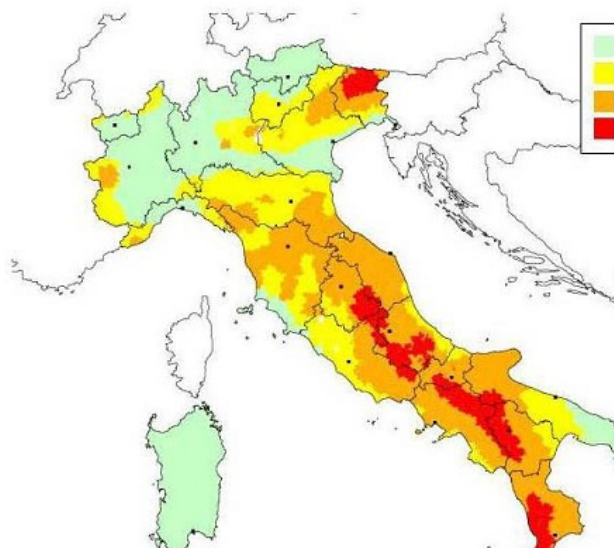
Perché le condizioni di sicurezza vengano verificate, una volta applicato il coefficiente  $\gamma^*R = 1.2$ , deve essere verificata la disuguaglianza  $Ed \leq Rd$ , ovvero che il rapporto tra il valore della resistenza  $Rd$  e quello della risultante delle azioni  $Ed$  sia  $\geq 1$ .

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 da valori 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	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{\max}}{g}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{\max}}{g}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{\max}}{g}$

$S_T$  = 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  $\beta_s$  dipende dalla categoria di sottosuolo e dall'accelerazione al suolo.



	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C
	$\beta_s$	
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	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.

#### 9.2.2.1. 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.

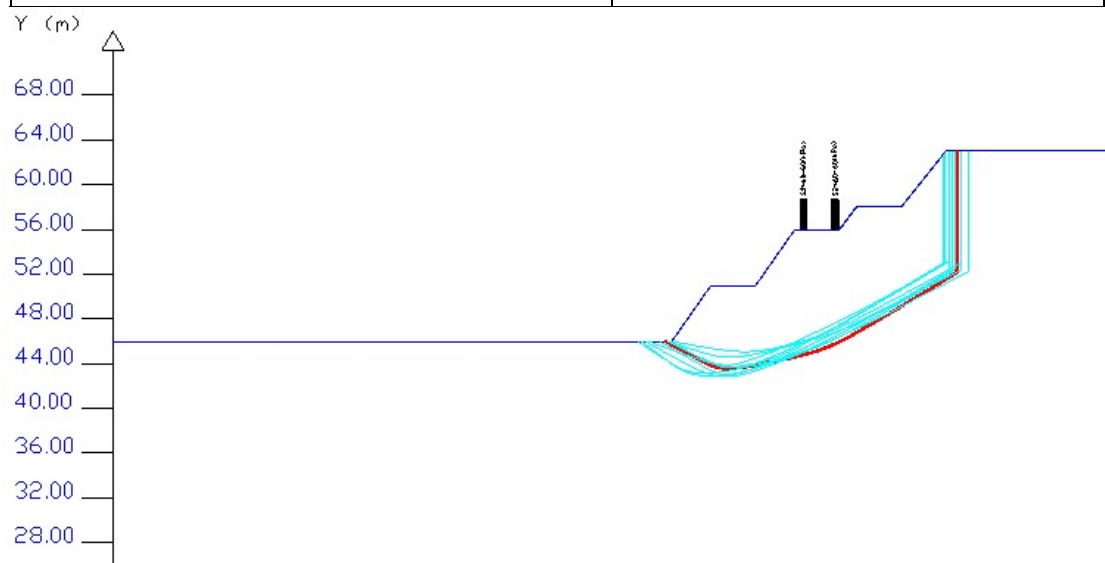
Rischio per le cose	Rischio per le persone		
	<u>Trascurabile</u>	<u>Basso</u>	<u>Alto</u>
<u>Trascurabile</u>	> 1	1.2	1.4
<u>Basso</u>	1.2	1.2	1.4
<u>Alto</u>	1.4	1.4	1.4

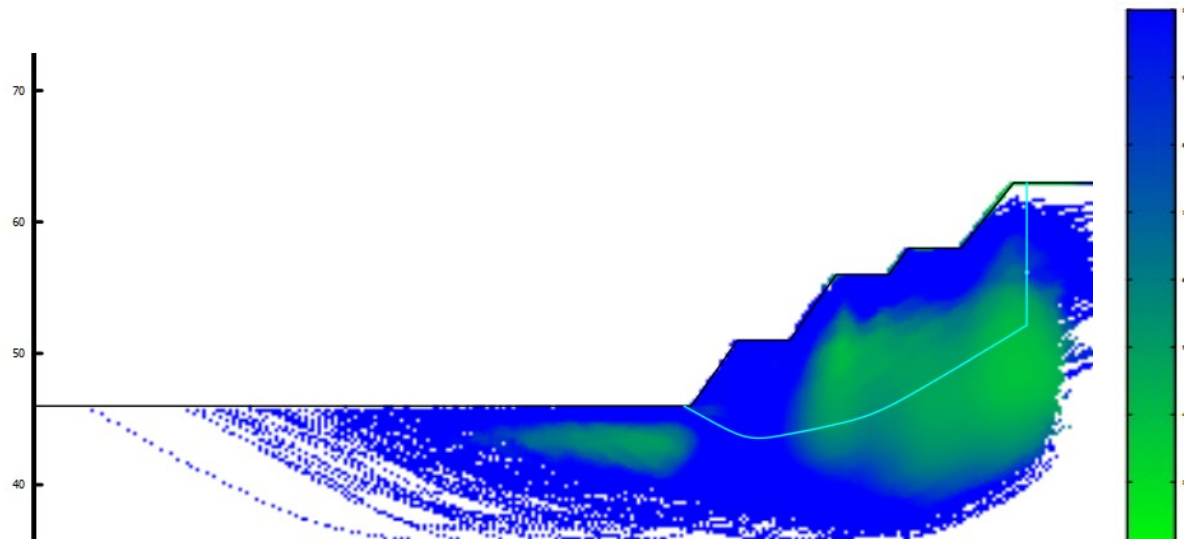
La rassegna delle indicazioni riportate nella letteratura e riguardanti i pendii naturali, gli scavi e i rilevati, indicano che i valori di  $F$  che vengono consigliati di volta in volta, variano tra 1.2 e 1.5.

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.

#### 9.2.2.1.1. Coefficiente di intensità sismica positivo

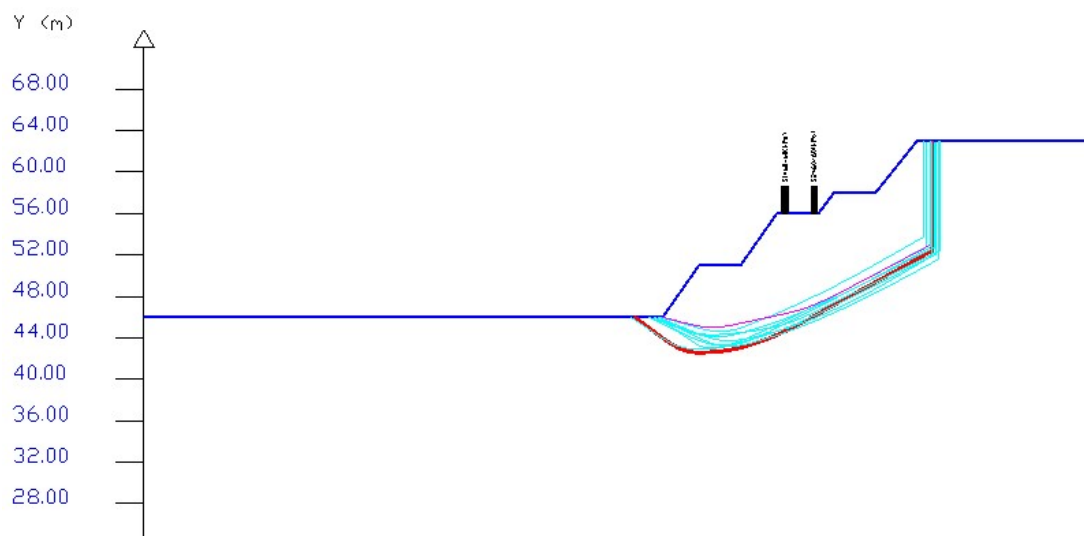
<i>Fattore di sicurezza</i>	6.0985-6.2776
<i>Efficienza nella generazione delle superfici</i>	11.782
<i>Stabilità numerica delle superfici generate</i>	94.54
<i>Surplus di resistenza valore minimo kN/m</i>	5240
<i>Carico su gradone</i>	Si

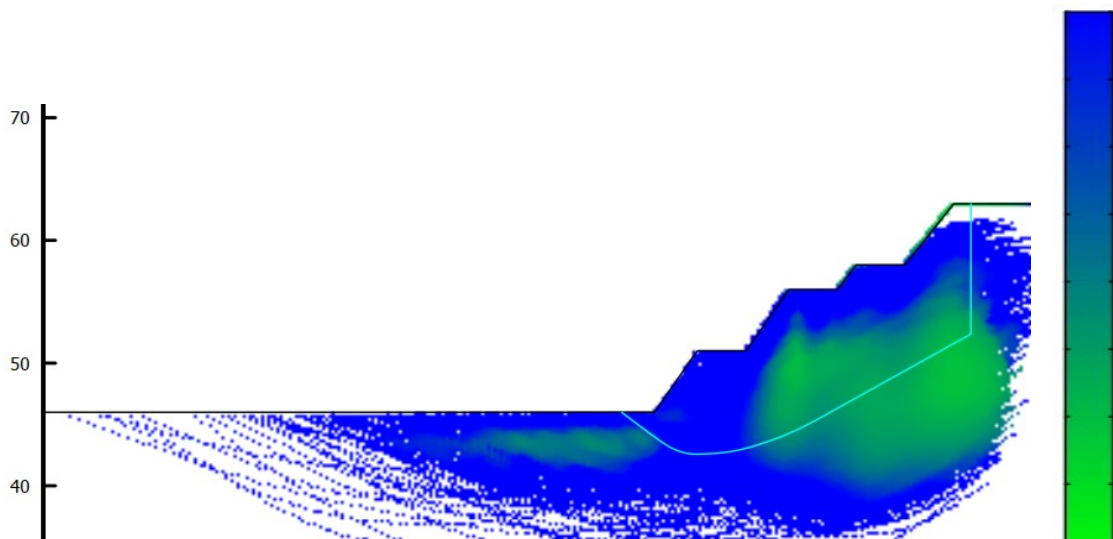




**9.2.2.1.2. Coefficiente di intensità sismica negativo**

<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





#### 9.2.2.2. 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.

#### 9.2.2.3. Opere di mitigazione

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.

#### 9.2.2.4. Opere di controllo

Rilievo topografico al fine di monitorare gli angoli delle scarpate dei gradoni e dell'intero scavo.

Prove di laboratorio sui materiali presenti nei fronti di scavo per verificare la congruenza dei dati utilizzati nella verifica di stabilità rispetto alle variate condizioni dei fronti di scavo.

### **9.2.3. Modificazioni geomorfologiche e pedologiche**

Gli effetti geomorfologici sono in relazione con la variazione delle quote e delle forme della zona di intervento, tenendo ben presente che la modellizzazione a fine scavo ha voluto lasciare inalterata la conformazione originale della zona interessata dai lavori.

Dal punto di vista morfologico su tutta la superficie interessata dallo scavo, si avrà una situazione di questo tipo: una zona depressa in cui si sviluppa lo scavo con al contorno una zona subpianeggiante costituita dall'attuale morfologia delle aree limitrofe.

Il rimodellamento finale non porta ad una variazione dell'assetto attuale, infatti il ritombamento del sito porterà ad una situazione di ripristino dell'assetto morfologico del sito, in tal modo, la variazione di pendenza pre e post intervento è irrilevante.

Nell'area la variazione maggiore si avrà in fase di coltivazione per la presenza della zona gradonata con coltivazione a fossa.

#### **9.2.3.1. Opere di riabilitazione**

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.

Per quanto riguarda l'aspetto microclimatico, le maggiori alterazioni sono presenti in fase di coltivazione, poiché esisteranno delle aree prive di vegetazione, in ogni caso le basse superfici interessate consentono di non avere grosse modificazioni.

La ricolmata dello scavo contemporanea alla fase di coltivazione, consentirà di abbassare il livello di tale impatto.

La successiva stesura del terreno vegetale, favorirà il reimpianto della vegetazione naturale e il ritorno alla situazione originaria.

Si regimeranno le acque superficiali al fine di evitare il dilavamento dei fronti di scavo con la conseguente variazione dei parametri geotecnici caratterizzanti tali tipi di terre.

#### **9.2.3.2. Opere di controllo**

Verifica costante dei fronti di scavo, con particolare riguardo per quelli che non sono coinvolti nella coltivazione per periodi superiori ai tre mesi ed evacuazione delle acque meteoriche.

### **9.3. Diffusione di emissioni gassose e di polveri**

Le possibili fonti di emissione nell'atmosfera sono dovute a:

- ❖ sollevamento di polveri prodotte durante la movimentazione con i mezzi meccanici e durante il trasporto con i camion;
- ❖ sollevamento di polveri dai cumuli;
- ❖ emissioni dei gas di scarico dai mezzi.

#### **9.3.1. Sollevamento di polveri per la movimentazione con i mezzi meccanici e con i camion**

Le macchine operatrici in uso saranno: escavatore, pala cingolata e camion a 4 assi, questi ultimi utilizzati per il trasporto dei materiali fino alla destinazione.

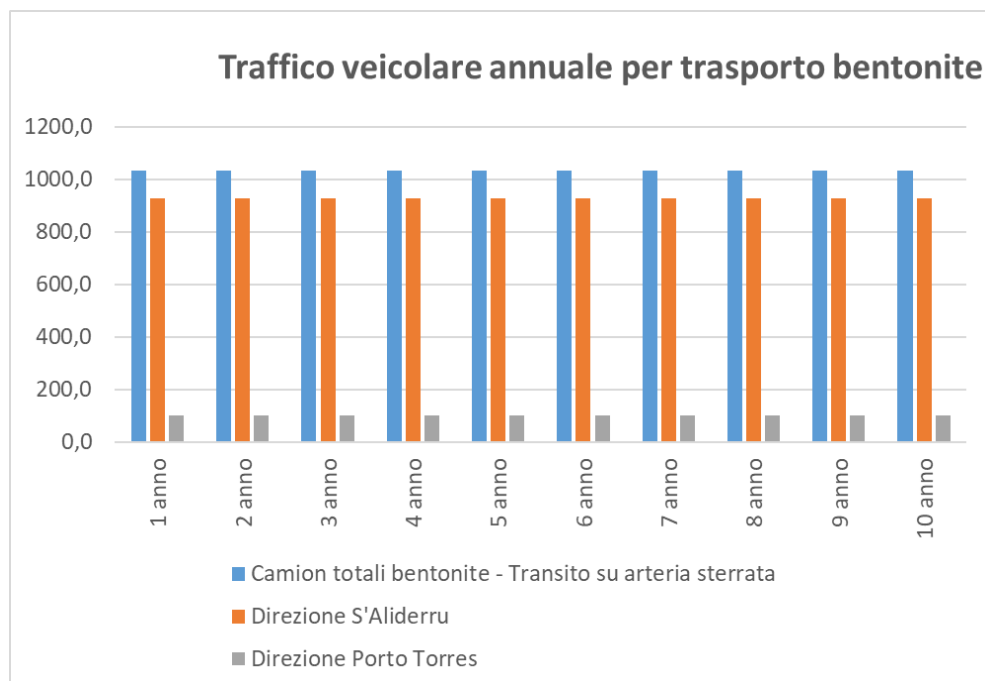
L'escavatore è utilizzato per le opere di preparazione alla coltivazione e per il caricamento dei camion, mentre, la pala opera nelle attività di manutenzione delle piste e dei piazzali.

Occorre inoltre considerare, la circolazione dei mezzi pesanti di trasporto del prodotto finito, sull'arteria sterrata che collega l'area della miniera fino all'innesto sulla strada provinciale.

Tenuto conto delle brevi distanze da coprire e della natura del manto stradale, tale tratto di strada rappresenta un problema limitato per quanto riguarda l'emissione di polveri in atmosfera.

Per quanto concerne il numero di camion che percorrono l'arteria priva di manto stradale, il numero di camion annuali è riportato nella tabella seguente e tiene conto del fatto che sull'arteria transitano esclusivamente i camion che trasportano la bentonite, mentre, quelli che trasportano lo sterile operano solo entro l'area dei lavori:

	Volume bentonite da asportare	Bentonite da movimentare	Camion totali bentonite - Transito su arteria sterrata	Direzione S'Aliderru 90%	Direzione Porto Torres 10%
Anni di produzione	mc anno	mc anno	n°	n°	n°
1	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
2	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
3	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
4	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
5	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
6	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
7	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
8	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
9	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
10	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103



Tali dati corrispondono ad un valore di 4,69 camion al giorno di cui 4,22 camion verso la miniera di S'Aliderru e 0,47 camion verso Porto Torres.

Dal settimo anno a questo traffico si somma quello relativo ai camion provenienti dalla cava La Nurra che trasportano una parte del materiale necessario per il ritombamento.

Il volume totale dello scavo è pari a 314.370 mc al netto della terra vegetale messa in stock che dovrà reinserire nello stesso alla fine, da questo devo sottrarre 76.196 mc di sterile proveniente dal giacimento (sterile intercalare e di copertura), pertanto dovrò importare a partire dal settimo anno, 238.174 mc dall'esterno.

A tale volumetria, mi corrisponde un numero di camion annuali dal settimo al decimo anno dell'attività pari a 1985, che corrispondono a 9,02 camion giornalieri, che transiteranno nell'arteria tra la miniera di Padulazzu e la cava La Nurra.

	Movimentazione bentonite Da Padulazzu a S'Aliderru	Movimentazione sterile da esterno Da cava La Nurra a Padulazzu	Movimentazione totale
Anni di produzione	Camion/gg	Camion/gg	Camino/gg
1	4.69	0	4.69
2	4.69	0	4.69
3	4.69	0	4.69
4	4.69	0	4.69
5	4.69	0	4.69
6	4.69	0	4.69
7	4.69	9.02	13.71
8	4.69	9.02	13.71
9	4.69	9.02	13.71
10	4.69	9.02	13.71

#### 9.3.1.1. Opere di mitigazione

Per quanto concerne la circolazione delle macchine di escavazione, carico e trasporto, è consigliabile procedere all'innaffiamento dei piazzali e di tutte le aree potenziali produttrici di polveri, con particolare riguardo alle giornate con presenza di vento e alle stagioni secche, ponendo la massima attenzione alle porzioni di strada in pendenza data la notevole reattività della bentonite con l'acqua, fatto che potrebbe causare problemi di sicurezza nella circolazione dei mezzi e delle persone.

In casi estremi, in relazione all'intensità del vento, sui tratti di strada sterrata, si potrà utilizzare l'aspersione degli stessi con sostanze incrostanti per il contenimento della polvere, prodotti che ormai vengono utilizzati in diverse aree industriali in cui si pone il problema della dispersione delle polveri in atmosfera.

Per il contenimento delle polveri sulle strade, in cui avverrà il transito dei mezzi pesanti, valutata la effettiva necessità, si provvederà all'aspersione tramite acqua o tramite sostanze particolari che agiscono captando l'umidità dell'aria e mantenendo di conseguenza umido lo strato superficiale del terreno della strada sterrata, anche durante i periodi secchi.

Come è noto, anche nel periodo estivo, durante la notte l'umidità relativa dell'aria aumenta, permettendo alla sostanza utilizzata di accumulare umidità da utilizzare durante la giornata.

Nel caso di diminuzione di efficacia del prodotto, a causa di periodi prolungati di clima secco, basterà bagnare con acqua la superficie trattata per riavviare l'azione del prodotto.

#### 9.3.1.2. Opere di compensazione

Manutenzione costante della strada che conduce all'area della miniera in modo da diminuire la potenzialità di sollevamento delle polveri.

#### 9.3.2. Analisi sulla diffusione delle polveri in atmosfera

Per lo sviluppo del modello previsionale, si è fatto riferimento a:

- ❖ *Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria, edite dalla Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente,*
- ❖ *Norma Uni UNI 10964 che "Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria" ed alla*

- ❖ *Norma Uni 10796 che detta criteri sulla “Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici”.*

È stata effettuata la scelta su uno scenario che prevede il seguente campo di applicabilità:

- ❖ scala locale e mesoscala;
- ❖ periodo, sito e sorgente qualunque;
- ❖ inquinanti non reattivi.

Lo scenario considera situazioni molto comuni e con una grande varietà di casistiche:

dalla valutazione delle ricadute al suolo di inquinanti emessi da alti camini a distanza di decine di chilometri, alla valutazione della qualità dell'aria nelle vicinanze di un'autostrada o di una discarica; dallo studio di episodi critici della durata di pochi minuti fino alla definizione delle concentrazioni medie annue; i domini di calcolo su cui effettuare le valutazioni possono essere pianeggianti o di grande complessità topografica e le caratteristiche meteo - diffusive semplici o complesse.

La disponibilità attuale di modelli per queste casistiche è elevata e poco differenziata rispetto alle scale spaziali o temporali o ai tipi di sito e di sorgente: nella scelta dei modelli da utilizzare occorre principalmente tenere presente il grado di accuratezza che si vuole o si può raggiungere.

Nella scelta del modello, si sono valutati i seguenti aspetti:

- ❖ le risorse disponibili intese in termini di dati a disposizione (in particolare misure meteorologiche e caratteristiche del territorio),
- ❖ la potenza di calcolo,
- ❖ il tempo disponibile per lo studio,
- ❖ il target da raggiungere.

Il modello utilizzato permette di stimare l'esposizione delle persone o di ecosistemi agli inquinanti emessi in atmosfera dalle varie sorgenti ed è utilizzabile ed indispensabile negli studi di valutazione di impatto ambientale.

#### **9.3.2.1. Principali riferimenti legislativi**

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155

Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250

Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Decreto Ministeriale 29 novembre 2012

Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155.

#### **9.3.2.2. Calcolo delle portate**

I modelli utilizzati per la valutazione delle modificazioni indotte dal sollevamento delle polveri, sono quelli proposti nella “Guida pratica alla valutazione di impatto ambientale” del centro di formazione del FORMEZ.

Analizzato il problema delle emissioni delle polveri in una attività come quella considerata, il modello matematico, è stato creato prendendo in considerazione le emissioni dei mezzi meccanici durante la fase di trasporto, la fase di carico e la fase di movimentazione dei materiali dai cumuli, nonché, dalla presenza delle aree prive di copertura e con il materiale a giorno e dalla presenza dei cumuli dei materiali.



### 9.3.2.3. Mezzi meccanici

Le formule utilizzate, sono quelle per il calcolo della dispersione di polveri da sorgenti come possono essere i mezzi in fase di carico e di trasporto, a livello del suolo e sono di seguito riportate:

$$q = q_0 \exp - \left( \frac{2}{\pi^{1/2}} \right) * (U_L / (U * P_z)) * (x^{(1-n)} / (1-n))$$

dove:

- ❖  $q$  portata delle polveri ancora in sospensione alla distanza  $x$  dalla sorgente
- ❖  $q_0$  portata delle polveri emesse dalla sorgente
- ❖  $U$  velocità del vento
- ❖  $U_L$  velocità di sedimentazione delle particelle =  $(0,005 * d^2/100)$  con  $d$  che rappresenta la dimensione dinamica delle particelle (per polveri sollevate dal vento si assume il valore di 100 micron)
- ❖  $P_z$  coefficiente di turbolenza atmosferico verticale legato a  $s_z$ 

$$\sigma_z^2 = 0.5 * P_z^2 * x^{(2-n)}$$
- ❖  $x$  distanza dalla sorgente sottovento
- ❖  $n$  coefficiente di turbolenza atmosferica variabile tra 0,2 e 0,5 (vedi tabella seguente)

<b>Valori del coefficiente <math>n</math> per diverse condizioni di stabilità atmosferica</b>		
	<b>Gradiente</b>	<b><math>n</math></b>
Instabilità	Superadiabatico	0,20
Neutro	Adiabatico	0,25
Stabile	Subadiabatico	0,33
Molto stabile	Inversione termica	0,50

I coefficienti di dispersione laterale e verticale, sono funzione delle categorie di stabilità atmosferica e delle distanze  $x$  sottovento.

Pasquill ha proposto le seguenti categorie di stabilità, ognuna distinta da una lettera dell'alfabeto.

<b>Categorie di stabilità di Pasquill (generali)</b>	
<i>Instabilità forte</i>	<i>A</i>
<i>Instabilità moderata</i>	<i>B</i>
<i>Instabilità debole</i>	<i>C</i>
<i>Neutralità o adiabaticità</i>	<i>D</i>
<i>Stabilità debole</i>	<i>E</i>
<i>Stabilità moderata</i>	<i>F</i>
<i>Stabilità forte</i>	<i>G</i>

Più in dettaglio abbiamo:

<b>Vento al suolo m/s</b>	<b>Insolazione</b>			<b>Stato del cielo</b>		
	<b>Forte</b>	<b>Moderata</b>	<b>Debole</b>	<b>Coperto da un velo di nubi o &gt;4/8 di nubi basse</b>	<b>Copertura &gt; 3/8</b>	<b>Sereno</b>
Calma	-	-	-	-	-	G
<2	A	A-B	B	-	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F	-
3-5	B	B-C	C	D	E	-
5-6	C	C-D	D	D	D	-
>6	C	D	D	D	D	-

Tenendo conto della distanza sottovento e delle categorie di stabilità, è possibile calcolare i valori di  $\sigma_z$  e  $\sigma_y$ , con l'ausilio di grafici o tabelle.

La frequenza percentuale media delle categorie di stabilità atmosferica di Pasquil, sono tabellate per le diverse aree del territorio e da questi valori si ha una indicazione attendibile della categoria di stabilità atmosferica dello stesso.

#### 9.3.2.4. Aree prive di vegetazione e cumuli

In questo caso, si sono utilizzate le seguenti formule:

$$q = q_0 * (2/\beta^2) * (1 - (F+1) \exp(-F))$$

con:

$$\beta = (2 * U_L) / (U * P_z)$$

$$F = \beta * x^{1/2}$$

- ❖  $q$  portata delle polveri ancora in sospensione alla distanza  $x$  dalla sorgente
- ❖  $q_0$  portata delle polveri emesse dalla sorgente
- ❖  $U$  velocità del vento
- ❖  $U_L$  velocità di sedimentazione delle particelle =  $(0,005 * d^2/100)$  con  $d$  che rappresenta la dimensione dinamica delle particelle (per polveri sollevate dal vento si assume il valore di 100 micron)
- ❖  $P_z$  coefficiente di turbolenza atmosferico verticale legato a  $z$

$$\sigma_z^2 = 0.5 * P_z^2 * x^{(2-n)}$$

- ❖  $x$  distanza dalla sorgente sottovento

Al fine di ottenere i valori di emissione da attività minerarie attive, si sono utilizzati i dati provenienti dalla letteratura ormai comprovati a livello nazionale e internazionale, che indica che per lavori soggetti a scavi e depositi di materiale in cumuli, la forza della sorgente può essere stimata tra 50 e 100  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{sec}$  (in funzione della freschezza dei lavori e dell'umidità del materiale).

Il valore sopra indicato è valido in caso di secco totale, pertanto nel nostro caso è estremamente cautelativo.

#### 9.3.2.5. Calcolo delle concentrazioni

Per il calcolo delle concentrazioni, si sono sommati i valori delle portate cumulando pertanto quelle dovute ai mezzi con quelle dovute all'area di coltivazione priva di copertura e alla presenza dei cumuli e tali valori sono stati calcolati per la distanza di 500, 1000 e 1500 metri dal sito in esame.

Si è utilizzata la formula seguente che consente di avere le concentrazioni al suolo sottovento per una sorgente al livello del suolo che è data da:

$$C = q / U_L * (1 - \exp(-F))$$

dove:

- ❖  $q$  frazione di polveri ancora in sospensione alla distanza  $x$  dalla sorgente che nel nostro caso è dato dalla sommatoria dei casi precedenti (apporto dato dai mezzi meccanici, dalle aree prive di vegetazione e dai cumuli)
- ❖  $C$  concentrazione delle polveri in sospensione sottovento

Per calcolare la concentrazione di inquinanti provenienti da una sorgente per periodi di tempo superiori a 10 minuti, si utilizzano i seguenti coefficienti di riduzione che vanno moltiplicati per "C" per ottenere le concentrazioni ridotte all'intervallo di tempo considerato:

$$30 \text{ minuti} \quad 0.80$$

1 ora	0.61
3 ore	0.51
24 ore	0.36

In questo modo, si sono ottenuti i valori di emissione nelle 24 ore, per le diverse distanze e per le differenti velocità del vento.

In tale calcolo, ci si è messi nelle condizioni peggiori dal punto di vista della trasportabilità delle polveri in sospensione.

Ricaduta polveri distanza 500 metri nelle 24 ore				
microgrammi/mc				
in funzione della velocità del vento				
m/sec	0-5	5-15	15-25	>25
microg/mc	1,74	9,32	37,26	58,04
Ricaduta polveri distanza 1000 metri nelle 24 ore				
microgrammi/mc				
in funzione della velocità del vento				
m/sec	0-5	5-15	15-25	>25
microg/mc	1,7	8,29	33,17	51,82
Ricaduta polveri distanza 1500 metri nelle 24 ore				
microgrammi/mc				
in funzione della velocità del vento				
m/sec	0-5	5-15	15-25	>25
microg/mc	0,44	7,02	28,1	43,91

Al fine di valutare la media annuale delle polveri ricadute a causa dell'attività in oggetto in una particolare area, si è fatto riferimento alle diverse direzioni dei venti di cui si conoscono le frequenze e le velocità degli stessi, ottenendo in tal modo il dato relativo alla dispersione delle polveri in relazione alla direzione del vento.

I dati ottenuti sono riportati sotto forma tabellare:

Concentrazioni in microg/mc alle varie distanze			
	500 metri	1000 metri	1500 metri
W	1,69	0,29	0,07
NW	0,27	0,08	0,02
N	0,41	0,10	0,03
NE	0,47	0,11	0,03
E	3,16	0,58	0,15
SE	0,97	0,18	0,05
S	0,24	0,07	0,02
SW	0,35	0,06	0,02

Occorre precisare che nel caso in esame il materiale è stato considerato allo stato secco, fatto che comporta ovviamente un incremento del dato previsionale rispetto a quello che si avrà nella realtà, in cui il materiale bentonitico estratto risulta naturalmente umido, con un contenuto in acqua che si aggira mediamente intorno al 30%.

Occorre precisare tra l'altro che essendo prevista una produzione a campagne con una durata finita nel tempo, saranno decisamente limitati i periodi di sosta in loco del minerale.

L'eventuale asciugatura della parte più superficiale del cumulo, verrà comunque eliminata ricorrendo all'inumidimento artificiale.

Tale accorgimento verrà utilizzato anche nei confronti del materiale sterile, delle piste e dei piazzali di cantiere.

Da sottolineare come la zona di progetto risulti abbastanza depressa a causa del tipo di coltivazione a fossa che verrà messa in atto, oltretutto i venti di maestrale, tagliano la zona di coltivazione nel senso del suo asse minore, diminuendo la superficie specifica "spazzolata" dal vento.

I dati ottenuti non presentano valori tali da creare problemi per l'ambiente circostante il sito minerario.

Come si può vedere dalla tabella precedente, i valori maggiori si hanno nei settori sottovento rispetto ai venti da ovest, tale fatto è dovuto alla conformazione topografica del sito e alla predominanza di tali venti.

#### **9.3.2.6. Opere di mitigazione**

Per quanto concerne l'emissione di polveri dai cumuli, è consigliabile procedere all'innaffiamento di tutte le aree potenziali produttrici di polveri, con particolare riguardo alle giornate con presenza di vento e alle stagioni secche, ponendo particolare cura anche all'ubicazione dei cumuli rispetto alla direzione del vento dominante.

In casi estremi, visti i risultati dei calcoli precedenti, in relazione all'intensità del vento, si potrà utilizzare l'aspersione dei cumuli con sostanze incrostanti per la protezione dei materiali polverosi dall'erosione del vento, prodotti che ormai vengono utilizzati in diverse aree industriali in cui si pone il problema della dispersione delle polveri in atmosfera.

Per la protezione dei cumuli, i prodotti sono agenti polimerici liquidi che permettono di ottenere una pellicola filmante che coprendo in modo omogeneo il materiale, protegge dall'erosione del vento e dalla pioggia il cumulo formato all'aperto.

Questi prodotti, sono in grado di svolgere l'azione antierosiva anche in caso di venti a notevole velocità.

Il grado di protezione è determinato dalla concentrazione della soluzione, dalla quantità di soluzione per metro quadrato di materiale trattato e dal numero di applicazioni.

La scheda di sicurezza del prodotto, la indica come dispersione acquosa di diversi polimeri e non contiene sostanze pericolose classificate secondo il regolamento CLP (Classification, Labelling and Packaging), ufficialmente regolamento (CE) n. 1272/2008.

#### **9.3.3. Emissioni dei gas di scarico dai mezzi**

Le macchine operatrici in uso, saranno escavatore, pala cingolata e camion, questi ultimi utilizzati per il trasporto del prodotto finito fino a destinazione e per la movimentazione degli sterili entro l'area del cantiere.

Nel caso specifico dei mezzi, le emissioni derivano in gran parte dal consumo di carburante e dipendono dal motore che trasforma l'energia chimica in energia meccanica.

Le emissioni dei veicoli, si possono esprimere come la somma di tre contributi differenti:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

$E_{hot}$  sono le emissioni a caldo (*hot emission*), ovvero, le emissioni dai veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio;

**E<sub>cold</sub>** (*cold over emission*) è il termine che tiene conto dell'effetto delle emissioni a freddo, ovvero, delle emissioni durante il riscaldamento del veicolo (convenzionalmente, sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C).

Alla somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo viene abitualmente dato il nome di emissioni allo scarico (*exhaust emission*).

**E<sub>evap</sub>** sono le emissioni evaporative costituite dai soli **COVNM** (composti organici volatili non metanici).

Le emissioni a caldo, sono stimate per tutte le tipologie di veicoli, le emissioni a freddo per i veicoli leggeri, quelle evaporative sono rilevanti per i soli veicoli a benzina.

I dati sottostanti, sono i valori di emissione medi in g/kg di carburante consumato relativi a mezzi commerciali pesanti e off-road di tipologia identica a quelli che saranno utilizzati per portare a termine il progetto in esame.

Si riportano esclusivamente i dati relativi al ciclo urbano, poiché, è quello che meglio approssima il ciclo di lavoro che si effettuerà nell'area della miniera.

I dati sono tratti dalla pubblicazione dell'ANPA "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale".

<i>Tipo di emissione</i>	<i>g/kg di carburante</i>
NO <sub>x</sub> (ossidi di azoto)	19,1484
COVNM (composti volatili diversi dal metano)	3,7925
CO (monossido di carbonio)	5,8497
PM (particolato fine)	0,9038
CO <sub>2</sub> (anidride carbonica)	3137,5918

Il materiale particellare, comunque si origini, a seconda delle dimensioni, può depositarsi a vari livelli nell'apparato respiratorio.

Le particelle con diametro inferiore a 10 micron (PM 10) e quelle con diametro inferiore a 2,5 micron (PM 2,5), sono le più pericolose poiché riescono a raggiungere i bronchioli alveolari e gli alveoli polmonari, depositandosi al loro interno.

In questo modo, viene vanificata l'importante ed efficace difesa naturale costituita dalle cellule mucipare e dalle cellule ciliate tappezzanti l'albero respiratorio (trachea, bronchi e bronchioli) e che col loro incessante movimento "escalatore ciliare" riportano le sostanze estranee, inglobate nel muco, fino a livello della faringe per poi essere eliminate o ingerite.

Negli alveoli, queste particelle, possono essere disciolte nelle secrezioni alveolari o, se insolubili, essere catturate (fagocitate) da cellule macrofagiche, trasportate negli interstizi alveolari e di qui, eventualmente, ai linfonodi regionali.

A questo punto il particolato, se inerte, può semplicemente depositarsi oppure dare origine a reazioni tissutali infiammatorie di tipo granulomatoso o fibrotico (silicosi, asbestosi).

Per poter avere un dato numerico sui valori di emissione dei nostri mezzi nella zona di operatività, si sono ricercati i valori medi di emissione presenti nella provincia di Sassari e rispetto a tale valore si è calcolata la percentuale di emissione dei mezzi operanti nel cantiere.

Si sono ottenute le seguenti percentuali:

<i>TIPO DI EMISSIONE</i>	<i>% VALORE MEZZI/VALORE DELLA PROVINCIA DI SASSARI</i>
--------------------------	---

NO <sub>x</sub> (ossidi di azoto)	0,023281
COVNM (composti volatili diversi dal metano)	0,006833
CO (monossido di carbonio)	0,001726
PM (particolato fine)	0,016187
CO <sub>2</sub> (anidride carbonica)	0,005954

Tali valori percentuale, danno un'indicazione sull'entità dell'impatto che non è significativo e non è in grado di creare alterazioni stabili della qualità ambientale, inoltre, vista l'ubicazione dell'area, i materiali inquinanti subiscono una veloce diluizione nell'atmosfera con un conseguente abbattimento della loro presenza nel sito.

L'attività, non prevede l'emissione di odori molesti e non è neanche ipotizzabile l'effetto sinergico tra diversi inquinanti.

#### **9.3.3.1. Opere di mitigazione**

In ogni caso al fine di minimizzare l'emissione di inquinanti in atmosfera, si provvederà a tenere i mezzi meccanici sempre in perfetta efficienza e si emaneranno procedure gestionali che obblighino i conducenti allo spegnimento dei mezzi durante il non utilizzo.

Si procederà, inoltre, durante la fase di avviamento dell'attività, alla misurazione dei valori di emissione dei mezzi, attraverso rilevamenti in situ dei seguenti parametri: PM, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>.

In relazione ai valori rilevati, si metteranno in essere gli interventi relativi all'abbattimento delle emissioni, elencati di seguito in ordine di esecuzione:

- ❖ costante manutenzione del mezzo al fine di abbattere i consumi di carburanti e lubrificanti;
- ❖ messa in opera di eventuali filtri per l'abbattimento dei valori di emissione;
- ❖ rinnovo del parco mezzi conformi alle normative europee e alla legislazione nazionale in materia di basse emissioni.

#### **9.3.3.2. Opere di controllo**

Controllo periodico come prescritto dalle normative di legge della qualità dei gas di scarico.

Revisione periodica dei mezzi come prescritto dalla normativa in materia.

### **9.4. Occupazione di maestranze locali**

L'attività estrattiva si inserisce nel contesto socio-economico della zona come una realtà che fornisce occupazione per il personale direttamente impiegato ed occasioni di commesse per l'indotto (servizi e forniture).

Occorre, infatti, precisare che trovano occupazione diretta n° 1 direttore lavori in compartecipazione con la miniera di S'Aliderru e n° 1 sorvegliante.

A tale impiego diretto, occorre sommare l'indotto che si esplica in tutte le lavorazioni riguardanti l'abbattimento del materiale, la movimentazione interna all'area della miniera, il trasporto alle varie destinazioni (S'Aliderru e Porto Torres) e il lavoro svolto dalle imprese di servizi.

Si può pertanto ritenere che nel contesto socio economico della zona, che come visto in precedenza risulta abbastanza statico, l'iniziativa porta un notevole contributo all'economia.

### **9.5. Emissioni sonore**

Le possibili fonti di emissione sonora, come evidenziato nell'allegato 14 che riporta la relazione di impatto acustico, sono rappresentate da:

- ❖ mezzi meccanici che operano nella miniera,

❖ mezzi che trasportano i materiali, in entrata e in uscita dalla miniera.

I risultati delle misurazioni e dei calcoli, sono riportati nella relazione citata.

In particolare, le previsioni di impatto non evidenziano la possibilità che si verifichino particolari situazioni critiche in fase di coltivazione della miniera tali da richiedere interventi sulle attrezzature ed impianti, di tipo gestionale e di tipo puntuale, quali la predisposizione di barriere antirumore mobili.

L'esame tramite simulazioni modellistiche, ha evidenziato una diffusa conformità ai limiti legislativi su tutto l'ambito di studio.

In sintesi, l'analisi svolta permette di sostenere la compatibilità dell'opera in progetto con l'ambito destinato al suo inserimento.

#### **9.5.1.1. Opere di mitigazione**

In ogni caso, al fine di minimizzare l'emissione sonora, si provvederà ad emanare delle procedure gestionali in modo da tenere i mezzi meccanici sempre in perfetta efficienza ed in modo da evitare di tenerli accessi nei momenti di non utilizzo.

#### **9.5.1.2. Opere di controllo**

Indagini fonometriche periodiche come stabilito dalle normative in materia, al fine di controllare i livelli di emissione e la loro rispondenza ai livelli previsionali, anche in relazione a possibili aggiornamenti del Piano di zonizzazione Acustica del territorio.

### **9.6. Effetti sulla fauna**

#### **9.6.1. Allontanamento fauna**

La causa principale dell'allontanamento della fauna da una zona interessata da lavori, è fondamentalmente dovuta alla emissione di rumori e alla presenza di mezzi e persone che creano disturbo alle normali condizioni di vita della fauna.

Gli effetti dell'impatto acustico sulla fauna, non sono ancora ben conosciuti, mancando studi e ricerche specifiche così che non è possibile formulare ipotesi rigorose.

L'esperienza basata sui dati comportamentali, induce a ritenere che ad una prima fase di allontanamento, segue una fase di assuefazione durante la quale l'area abbandonata è gradualmente riconquistata.

Tale riconquista delle zone abbandonate, nel caso in esame, viene ulteriormente favorita dalla ricostituzione ecologica e ambientale del sito.

L'ampiezza e la durata dell'allontanamento non sono equivalenti per tutte le componenti faunistiche, alcune di esse, in particolare i rappresentanti dell'ornitofauna e dei carnivori, presentano una maggiore sensibilità ed un recupero più cauto, dell'ordine dei mesi.

Altre si adattano più facilmente riprendendo a frequentare le zone prossime alla miniera entro alcune settimane.

L'ampiezza dell'area inizialmente abbandonata varia, a seconda della fase lavorativa e della specie animale, e può arrivare fino ad un massimo di 2 chilometri.

L'area della miniera, non presenta una fauna significativa.

È, inoltre, dimostrato scientificamente che gli animali ritornano sui luoghi di origine, senza risentire dei cambiamenti verificatisi sugli stessi siti a causa dell'attività umana, dopo un primo periodo di disturbo causato dalla presenza di nuovi fattori estranei al loro habitat.

La riabilitazione ambientale del sito ricreerà le condizioni di habitat adatte al reinsediamento della fauna.

Il bestiame allevato continuerà ad agire indisturbato nelle zone circostanti, la selvaggina pur con maggiore diffidenza sarà condizionata dalla maggiore presenza antropica, senz'altro durante le ore lavorative sarà certo un loro allontanamento dalla zona di lavoro, ma potrà essere mitigato dalla cessazione dei rumori alla fine dei lavori.

Alcune specie soprattutto quelle volatili, poiché dominano dall'alto, sapranno meglio evitare l'area durante le ore di estrazione.

Poiché nell'area circostante, non esistono altri siti che possano causare effetti sull'attività degli animali in ore differenti rispetto all'attività in esame, questi possono tranquillamente spostarsi per alcuni periodi o fasi o circostanze senza che possano risentire di nessuna influenza ambientale.

Fenomeno che comunque in qualsiasi caso sarà mitigato durante le ore notturne.

Una volta completata l'attività estrattiva e avvenuta la completa riabilitazione del sito, non vi saranno neanche in forma residuale eventuali effetti sulla fauna (effetti che invece restano in maniera permanente per esempio nella realizzazione di certe strade).

#### **9.6.1.1. Opere di mitigazione**

Riabilitazione ambientale contestuale alla fase di coltivazione.

#### **9.6.1.2. Opere di controllo**

Controllo della superficie riabilitata e rinverdita rispetto a quella in progetto.

#### **9.6.1.3. Opere di compensazione**

Riassetto del sito al procedere della coltivazione con la creazione di situazioni ambientali idonee per il ripopolamento faunistico.

Al termine della riabilitazione ambientale del sito, si saranno messe in essere le situazioni ambientali ottimali per il ricrearsi delle condizioni di vita della fauna pre intervento.

### **9.6.2. Perdita e frammentazione dell'habitat**

Tutte le attività, sia di tipo civile sia di tipo industriale, sottraendo delle aree al territorio, che in precedenza erano degli habitat per la fauna, possono in molti casi, creare dei sensibili danni per la stessa.

Quest'ultimo caso, si ha qualora si operi la completa eliminazione dell'habitat delle specie faunistiche.

Nel caso in esame, non si crea una turbativa tale da portare alla distruzione di un habitat, ma si genera esclusivamente una divisione molto limitata di una possibile zona di passaggio delle specie durante il loro spostamento all'interno dell'habitat.

Pertanto, si crea un'alterazione dell'area di vita di un numero limitato di capi che non vedono compromessa la loro possibilità di sopravvivenza, vista l'enorme disponibilità areale del loro habitat in questa zona.

Quando si crea un'eccessiva frammentazione dell'habitat, gli animali soffrono perché diminuisce la loro capacità di cacciare le prede e di trovare luoghi sicuri in cui creare una dimora.

L'intervento, non crea le condizioni per l'eliminazione diretta degli habitat delle specie significative presenti nella zona, quali per esempio, quelle inserite nell'allegato II della Direttiva Habitat.

Si ritiene opportuno precisare che non sarà certamente creata una frammentazione dell'habitat, ma, esclusivamente una temporanea barriera allo spostamento di routine che sarà eliminata completamente nel momento in cui la riabilitazione ambientale del sito ricreerà le condizioni per l'insediamento della fauna preesistente o della nuova.



#### **9.6.2.1. Opere di mitigazione**

Creazione di corridoi di spostamento della fauna rappresentati dalle zone riabilite che creano la comunicazione tra le diverse zone interrotte dai lavori di coltivazione.

Creazione delle siepi nelle posizioni pre-intervento, che sono state modificate per i lavori di coltivazione.

Creazione di eventuali vie di accesso alle zone riabilite.

#### **9.6.2.2. Opere di compensazione**

Riabilitazione dell'intero sito minerario.

#### **9.6.3. Aumento della mortalità animale**

Nelle aree ad alta densità faunistica, si può verificare un gran numero di collisioni tra i veicoli e gli animali portando ad un aumento della mortalità delle specie coinvolte.

Si ritiene che nel caso in esame tale evenienza sia notevolmente ridotta, anche in virtù del fatto che le lavorazioni si svolgeranno durante le ore diurne.

Si può a ragion veduta, indicare come zona di maggiore probabilità di collisione quella rappresentata dalla strada che dalla miniera conduce alla strada provinciale n°65.

##### **9.6.3.1. Opere di mitigazione**

Rispetto del codice della strada al fine di limitare la velocità dei mezzi durante gli spostamenti.

Creazione di percorsi di accesso della fauna verso la zona riabilitata.

##### **9.6.3.2. Opere di compensazione**

Installazione della segnaletica stradale lungo l'arteria che conduce alla miniera.

#### **9.7. Effetti sulla vegetazione**

##### **9.7.1. Premessa**

Tale parametro è già stato preso in considerazione nella sezione riguardante l'atmosfera, nella quale, sono stati analizzati gli incrementi delle polveri emesse dall'attività.

Gli effetti principali prodotti dall'attività estrattiva sulla flora, si possono ricondurre a:

- ❖ variazioni sullo sviluppo della flora, con possibili fenomeni di clorosi e necrosi,
- ❖ distruzione totale o parziale della vegetazione naturale.

Il primo effetto, interessa le essenze vegetali presenti nelle aree limitrofe a quella dell'escavazione che sono potenzialmente esposte alle polveri provenienti dall'area della miniera.

Le polveri depositandosi sulle foglie, creano una patina che ostruisce totalmente o parzialmente le aperture degli stomi rallentando la fotosintesi clorofilliana per ridotto scambio gassoso e per ridotto apporto della radiazione solare riflessa dalla patina creata sulle foglie.

Gli effetti che si producono sono la "clorosi", cioè un'alterazione del colore delle foglie per disturbi inerenti alla clorofilla che creano una diminuzione di energia per la pianta e la "necrosi", che è una degenerazione irreversibile che crea danni a livello cellulare e che si evidenzia con un progressivo cambio di colorazione delle foglie che diventano bianco-avorio e bruno-nerastre e porta alla progressiva caduta delle foglie.

Gli effetti diventano cronici se l'esposizione si protrae per lungo tempo e con sintomatologia che si presenta e progredisce lentamente.

Tali effetti sono ovviamente riferiti ad attività con grosse emissioni di polveri in atmosfera per attività di estrazione, movimentazione e trasporto con una notevole durata nel tempo.

Per quanto concerne questo fattore di impatto, si rimanda anche alla sezione relativa all'atmosfera.

#### **9.7.1.1. Opere di mitigazione**

Il progetto prevede l'intervento su piccole aree vegetate con presenza di siepi che saranno ricreate nella stessa posizione durante le fasi di ripristino.

Saranno effettuate riunioni informative con tutti gli addetti al fine di indicare la delimitazione delle aree da preservare e tutelare.

Per quanto concerne l'emissione di polveri a causa della circolazione dei mezzi, si innaffieranno i piazzali e tutte le aree potenziali produttrici di polveri, con particolare riguardo alle giornate con presenza di vento e alle stagioni secche, al fine di evitare la dispersione delle stesse e il conseguente danneggiamento della flora.

#### **9.7.1.2. Opere di controllo**

Affissione di idonea cartografia e cartellonistica indicativa delle aree da rispettare.

### **9.8. Interferenza con il sistema idrico superficiale**

#### **9.8.1. Deflusso delle acque superficiali**

Il deflusso delle acque superficiali, non verrà modificato al termine della coltivazione poiché si ricreerà la stessa morfologia pre-intervento.

Occorre precisare che la coltivazione della bentonite, per problematiche legate alla coltivabilità e alla sicurezza, avviene prioritariamente nel periodo estivo, pertanto prima di ogni campagna di coltivazione, si renderà necessario affrancare l'area di coltivazione dalle eventuali acque meteoriche presenti nella zona dello scavo.

Preventivamente alla fase di coltivazione, le acque meteoriche che si troveranno nel fondo dello scavo, adeguatamente decantate nella apposita vasca per la loro chiarificazione, saranno edotte attraverso delle motopompe.

Tale operazione, prevede la installazione di pompe in numero pari ad almeno due in modo da avere sempre la possibilità di una pompa funzionante.

Le pompe saranno collegate con adeguate tubazioni e convoglieranno le acque nel canale presente nel lato sud ovest dello scavo e quindi nel compluvio esistente e che convoglia le acque al di sotto del sottopasso della strada provinciale.

#### **9.8.1.1. Opere di mitigazione**

Regimazione delle acque che insistono nell'area di coltivazione.

Chiarificazione delle acque nel fondo scavo prima di procedere con l'eduzione.

#### **9.8.2. Scarichi al suolo ed effluenti liquidi**

L'interazione con questi due fattori ambientali, si può verificare in caso di situazioni di emergenza che si possono ricondurre alla rottura di parti dei mezzi meccanici che contengono liquidi inquinanti (gasolio, olio motore, olio idraulico), in ogni caso, sono eventi con una bassissima probabilità di accadimento e che nell'ipotesi di verifica dell'evento, producono una limitata quantità di inquinante.

Praticamente i due fattori che determinano il potere inquinante e cioè:

- ❖ la dose di introduzione nel mezzo ricettore e
  - ❖ la frequenza degli apporti,
- sarebbero, nel caso di incidente, bassissimi.

Dal punto di vista della capacità di migrazione dell'inquinante, si ha una presenza di strati impermeabili, dove la velocità di migrazione del soluto è praticamente inferiore a  $10^{-7}$  cm/s.

#### **9.8.2.1. Opere di mitigazione**

Occorrerà evitare nel modo più assoluto, la sosta dei mezzi potenziali emettitori in zone in cui si rileva una presenza di strati a maggiore permeabilità, per esempio sottofondi calcarei in cui la capacità di migrazione del soluto è maggiore.

Nell'ipotesi di accadimento dell'evento, bisognerà bonificare immediatamente il suolo attraverso l'estrazione di quello contaminato e il suo conferimento in apposita discarica, infatti, i tempi di migrazione dell'inquinante nel suolo, sono notevolmente limitati dalle caratteristiche di permeabilità dello stesso.

### **9.9. Interferenza con il sistema idrico sotterraneo**

#### **9.9.1. Premessa**

Le attività estrattive, non si limitano a modificare il bilancio idrico del suolo, ma creano una turbativa più o meno pesante a tutti i corpi d'acqua superficiali o sotterranei, in un ambito che in genere supera quello direttamente interessato dalla coltivazione.

Vista la lontananza dei punti di ricarica e delle zone di discarica dell'acquifero, si può a ragion veduta ritenere che l'attività non comprometterà il deflusso naturale delle acque verso lo stesso.

Lo schema di infiltrazione delle acque nel sottosuolo, non viene modificato dalle opere di coltivazione, in quanto al di sotto dei livelli bentonitici, esistono dei livelli calcarei, che permettono di mantenere invariato il comportamento di infiltrazione verticale al di sotto del livello coltivato.

La posizione della falda nella zona mineraria, è posta ad una quota sicuramente inferiore a 40 metri s.l.m. come testimoniato dalla presenza di pozzi per acqua nelle vicinanze del sito e come evidenziato nella coltivazione già avvenuta nel sito limitrofo.

Pertanto si avrà un franco superiore a 8 metri rispetto alla quota finale della coltivazione, tale da preservare il livello delle acque sotterranee da qualsiasi influenza da parte dell'attività, data la presenza di livelli argillosi tra la base della coltivazione e la superficie della falda.

Al fine di preservare eventuali interazioni tra le acque meteoriche che per la forma dello scavo, potranno insediarsi all'interno dello stesso e la capacità di infiltrazione delle stesse in profondità, al fine di non alterare il percorso delle stesse, si manterrà un diaframma di bentonite nel fondo dello scavo.

In questo modo la riabilitazione del sito, riproporrà condizioni simili presenti precedentemente alla coltivazione del sito e cioè la bentonite alla base (con spessore ovviamente ridotto) e litologie incoerenti al di sopra che nel complesso ricreano una situazione simile alle litologie che vengono asportate.

#### **9.9.1.1. Opere di controllo**

Controllo della quota finale di arrivo della coltivazione.

### **9.10. Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti**

#### **9.10.1. Premessa**

A fronte della bassissima presenza di insediamenti abitativi nell'area considerata di incidenza dell'attività, si ritiene che l'impatto sugli abitanti residenti sia pressoché nullo.

Il transito degli automezzi sulle strade non asfaltate di accesso ed interne all'area della miniera, può determinare nell'ambiente circostante il sollevamento di polveri.

Come già detto in precedenza, l'impatto principale potrebbe essere quello del sollevamento delle polveri nei pressi della strada provinciale a causa del transito dei mezzi sulla strada di accesso alla zona mineraria.

#### 9.10.1.1. Opere di mitigazione

La sicurezza delle persone, è tutelata dal fatto che l'area mineraria sarà completamente recintata con rete metallica di altezza pari a 1,80 metri, onde evitare possibili interazioni delle persone non addette con gli scavi.

Saranno, inoltre, affissi cartelli monitori su tutta la recinzione onde richiamare l'attenzione delle persone sulla presenza degli scavi.

Irrorazione con acqua tramite autobotte delle strade sterrate che conducono alla miniera.

Emanazione di ordini di servizio specifici per quanto concerne il sollevamento delle polveri che regolamentino le modalità del trasporto nelle aree interne ed esterne alla zona mineraria: obbligo dell'uso dei teloni sopra il carico, limiti di velocità, rispetto del codice della strada.

#### 9.10.1.2. Opere di controllo

Controllo periodico (mensile) dello stato manutentivo della rete di protezione e dello stato e presenza dei cartelli monitori.

### 9.11. Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti

#### 9.11.1. Premessa

Come per tutte le attività soggette alle normative in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (D.Lgs. 81/08 e 624/96 e successive modificazioni e integrazioni), si è valutato tale effetto con la redazione del documento per la sicurezza contenente la valutazione dei rischi dell'attività.

I rischi per la salute possono essere i seguenti:

Rischio	Misure di prevenzione e protezione
Aree di transito e spazi di lavoro	Procedure di sicurezza Delimitazione delle aree di passaggio pedonale Delimitazione ciglio di scavo con materiale in posto Cartellonistica di divieto e di obbligo Effettuare la valutazione sulla stabilità degli scavi con frequenza annuale
Attrezzi manuali	Utilizzo dei DPI Procedure di sicurezza
Esposizione al rumore e alle vibrazioni	Monitoraggio delle fonti di emissione Utilizzo dei DPI Formazione e informazione del personale
Rischi di incendio	Dotare i mezzi di estintore Formare e informare i lavoratori
Esposizione ad agenti chimici (polveri)	Innaffiamento delle strade e dei piazzali Informazione e formazione Utilizzo dei DPI
Macchine	Procedure di sicurezza Manutenzioni programmate Cartellonistica di divieto e di obbligo
Microclima	Idonei sistemi di circolazione dell'aria sui mezzi Idonei DPI
Formazione e informazione	Reiterare la formazione e l'informazione dei lavoratori nei casi prescritti dalla normativa
Norme e procedure di lavoro	Emanare procedure per tutti i casi in cui si rende evidente tale necessità

	Affiggere adeguata cartellonistica di sicurezza Dotare l'area di idonee strutture per il personale
Sorveglianza sanitaria	Attenersi strettamente alle normative vigenti

Il rischio è stato calcolato con la formula  $R = P \times D$  che permette di ricavare automaticamente il valore dello stesso, utilizzando i due fattori P (probabilità che accada l'evento) e D (danno provocato dal verificarsi dell'evento).

Per il valore di P, viene presa come riferimento la scala delle Probabilità, che fa riferimento principalmente all'esistenza di una correlazione più o meno diretta tra la carenza riscontrata ed il danno ipotizzato, oltre che ad altri parametri, ed è di seguito riportata:

<i>Altamente probabile</i>	Valore	<b>4</b>
<i>Probabile</i>	Valore	<b>3</b>
<i>Poco probabile</i>	Valore	<b>2</b>
<i>Improbabile</i>	Valore	<b>1</b>

La scala di gravità, chiama invece in causa la competenza di tipo sanitario e, fa riferimento principalmente alla reversibilità o meno del danno, ed è di seguito riportata:

<i>Gravissimo</i>	Valore	<b>4</b>
<i>Grave</i>	Valore	<b>3</b>
<i>Medio</i>	Valore	<b>2</b>
<i>Lieve</i>	Valore	<b>1</b>

La magnitudo del rischio permette di programmare gli interventi e la loro priorità al fine di poter mitigare il rischio stesso e può essere così individuata:

<b>R &gt; 8</b>	<i>Azioni correttive indilazionabili</i>
<b><math>4 \leq R \leq 8</math></b>	<i>Azioni correttive necessarie da programmare con urgenza</i>
<b><math>2 \leq R \leq 3</math></b>	<i>Azioni correttive e/o migliorative da programmare nel breve-medio termine</i>
<b>R = 1</b>	<i>Azioni migliorative da valutare in fase di programmazione</i>

#### 9.11.1.1. Opere di mitigazione

La SSB S.r.l., ha sempre ritenuto fondamentale all'interno delle sue miniere, il rispetto delle norme sulla sicurezza, forte di tale principio nella gestione aziendale, ha sempre previsto come atto fondamentale la formazione e l'informazione dei lavoratori.

In tal modo l'azienda, vuole costantemente implementare la cultura della prevenzione dei rischi, in modo da accrescere il coinvolgimento di tutti i lavoratori.

Altresì, si vuole mirare ad un miglioramento della sinergia e del coordinamento di tutte le figure coinvolte nel sistema aziendale per la sicurezza.

Inoltre, la direzione dei lavori, emanerà periodicamente degli ordini di servizio specifici e delle procedure di sicurezza al fine di migliorare le condizioni di lavoro ed eliminare o ridurre al minimo i rischi per la salute e la sicurezza degli addetti.

#### 9.11.1.2. Opere di controllo

Visite sanitarie periodiche sui dipendenti.

Indagini fonometriche sui livelli di emissione sonora.

Aggiornamento periodico del documento di sicurezza e salute comprendente la valutazione di rischi.

Coordinamento con le imprese di appalto.

## **9.12. Impatto visivo**

### **9.12.1. Premessa**

L'impatto maggiore è ovviamente costituito, come per tutte le attività estrattive, dalla mancanza di continuità cromatica creata dall'area di coltivazione con il resto del territorio, che in questo caso per il tipo di coltivazione che si metterà in atto, si tratta, infatti, di una coltivazione a fossa si può considerare nullo ad eccezione degli osservatori che stazionano sugli alti morfologici limitrofi all'area mineraria.

In ogni caso, quest'impatto è relativo alla durata dell'attività, poiché la riabilitazione del sito con il suo progredire renderà nullo tale fattore.

Nel nostro caso particolare, l'ambito spaziale di effetto visuale della miniera, è determinato dalla topografia, dalla distanza e dalla dimensione della struttura, per il metodo di coltivazione utilizzato la miniera non risulta visibile da nessun punto sensibile.

L'impatto visivo è dovuto ai cumuli del materiale in stock, questi saranno ubicati in parte sui piazzali della miniera che risultando in posizione leggermente depressa e saranno dunque poco visibili e in parte nell'area esterna come indicato negli allegati; in quest'ultimo caso si limiterà la loro altezza ad un valore inferiore a 4 metri al fine di occultarli il più possibile alla vista.

Per il calcolo dell'impatto paesaggistico, si sono considerati i 4 punti bersaglio situati nelle arterie stradali limitrofe.

Il calcolo dell'impatto paesaggistico dato dal prodotto tra il valore paesaggistico dell'area e il valore dell'impatto visivo, è inserito all'interno dell'allegato 13, dove si evince che i punti bersaglio 3 e 4, sono quelli che mostrano un impatto paesaggistico maggiore di 30, pertanto si è prevista una quinta arborea schermante con la quale il valore dell'impatto paesaggistico si è ridotto al di sotto del valore 30.

L'impatto visivo è in ogni caso limitato alla durata dell'attività estrattiva e tende a diminuire con il progredire della stessa poiché vengono man mano ripristinate le aree coltivate.

Al termine dell'attività, è prevista la riabilitazione ambientale dell'intera area, con il ritombamento totale dell'intera superficie.

#### **9.12.1.1. Opere di mitigazione**

Il progredire del piano di riabilitazione ambientale, è contestuale alle opere di sfruttamento del giacimento, tale fatto consente un corretto inserimento dell'iniziativa ai fini dell'impatto sul territorio.

L'impatto visivo è in ogni caso limitato alla durata dell'attività estrattiva ed al tipo di coltivazione proposto.

## **9.13. Aumento del traffico veicolare**

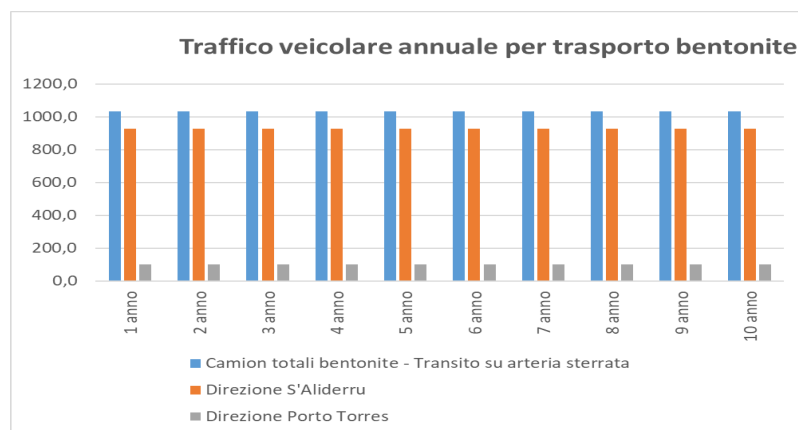
### **9.13.1. Premessa**

L'aumento del traffico veicolare, rappresentato esclusivamente da camion, si ripercuote completamente sulla strada sterrata che conduce dal sito minerario fino allo svincolo della strada provinciale n° 65 e da questo punto in poi verso due direttrici principali:

- ❖ direzione miniera di S'Aliderru (trasporto del materiale verso l'impianto di essiccazione solare);
- ❖ direzione Porto Torres (trasporto del materiale verso il porto d'imbarco).

Considerando le produzioni annuali, si è elaborato un grafico che permette di avere una visione dello sviluppo del traffico indotto dall'attività estrattiva verso le due direttrici principali indicate in precedenza.

	Volume bentonite da asportare	Bentonite da movimentare	Camion totali bentonite - Transito su arteria sterrata	Direzione S'Aliderru 90%	Direzione Porto Torres 10%
Anni di produzione	mc anno	mc anno	n° anno	n° anno	n° anno
1	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
2	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
3	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
4	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
5	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
6	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
7	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
8	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
9	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103
10	23.817,4	30.962,6	1.032	929	103



Tali dati corrispondono ad un valore di 4,69 camion al giorno di cui 4,22 camion verso la miniera di S'Aliderru e 0,47 camion verso Porto Torres.

Dal settimo anno a questo traffico si somma quello relativo ai camion provenienti dalla cava La Nurra che trasportano una parte del materiale necessario per il ritombamento.

Il volume totale dello scavo è pari a 314.370 mc al netto della terra vegetale messa in stock che dovrà reinserire nello stesso alla fine, da questo devo sottrarre 76.196 mc di sterile proveniente dal giacimento (sterile intercalare e di copertura), pertanto dovrò importare a partire dal settimo anno, 238.174 mc dall'esterno.

A tale volumetria, mi corrisponde un numero di camion annuali dal settimo al decimo anno dell'attività pari a 1985, che corrispondono a 9,02 camion giornalieri, che transiteranno nell'arteria tra la miniera di Padulazzu e la cava La Nurra.

	Movimentazione bentonite Da Padulazzu a S'Aliderru	Movimentazione sterile da esterno Da cava La Nurra a Padulazzu	Movimentazione totale
Anni di produzione	Camion/gg	Camion/gg	Camino/gg
1	4.69	0	4.69
2	4.69	0	4.69
3	4.69	0	4.69
4	4.69	0	4.69
5	4.69	0	4.69
6	4.69	0	4.69
7	4.69	9.02	13.71
8	4.69	9.02	13.71

9	4.69	9.02	13.71
10	4.69	9.02	13.71

#### 9.13.1.1. Opere di mitigazione

Rispetto del codice della strada (formazione e informazione costante dei lavoratori).

Emissione di ordini di servizio.

Rispetto delle manutenzioni programmate dei mezzi.

Revisioni periodiche dei mezzi.

#### 9.14. Quantificazione dei valori di magnitudo

Al fine di poter stimare la magnitudo di ciascun fattore di impatto ambientale, occorre specificare quella che è la definizione di impatto.

Si ipotizzi che il tipo di impatto che ci interessa analizzare sia conseguente ad un fattore che rientra nella categoria della "emissione di residui" e che la componente indagata sia una componente biotica.

La situazione può essere così configurata: in una data ubicazione vi è una determinata sorgente di emissione di un determinato residuo relativo ad una determinata azione; in un'altra ubicazione vi è un ricettore biotico sensibile a quel determinato tipo di emissione e che costituisce il bersaglio dell'impatto: quali sono le variabili che occorre prendere in considerazione per determinare il livello dell'impatto sulla componente biotica?

La risposta può essere data ricorrendo alla seguente formula generale:

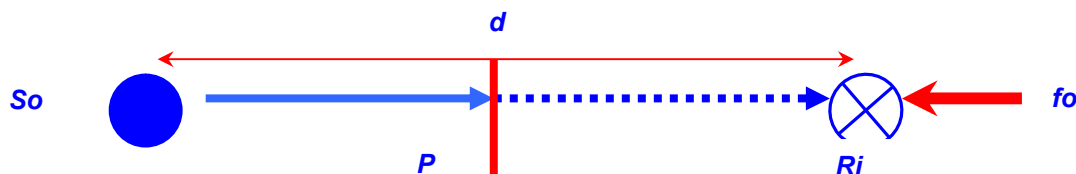
$$I = \Delta S = f(e, t, d, v, s, f_o)$$

dove:

$I$	=	<i>impatto ambientale</i>
$\Delta S$	=	<i>variazione di stato della componente ambientale</i>
$e$	=	<i>intensità del fattore di impatto alla sorgente</i>
$t$	=	<i>durata del fattore di impatto</i>
$d$	=	<i>distanza tra sorgente e ricettore</i>
$v$	=	<i>vulnerabilità del ricettore conseguente alla permeabilità dell'ambiente attraversato dal fattore di impatto</i>
$s$	=	<i>sensibilità del ricettore</i>
$f_o$	=	<i>livello di fondo del fattore di impatto</i>

Pertanto, l'impatto è un cambiamento di stato di una determinata componente ambientale sensibile ad un determinato fattore e dipende dall'intensità del fattore alla sorgente, dalla durata del fattore stesso, dalla distanza tra sorgente e ricettore, dalla vulnerabilità del ricettore a seguito della permeabilità dell'ambiente attraversato dal fattore e dal livello di fondo del fattore di impatto, cioè dal livello che quel fattore d'impatto raggiunge a causa di altre azioni presenti nel contesto ambientale del ricettore.

Schematizzando abbiamo:



Dove: So indica la sorgente del fattore di impatto, Ri il ricettore, d la distanza tra i due e P la permeabilità che l'ambiente interposto tra So e Ri presenta nei confronti del fattore di impatto, mentre, fo, indica il livello di fondo del fattore di impatto che interessa il ricettore e che è prodotto da altre sorgenti.



Se ad esempio, il fattore di cui ci occupiamo è il rumore prodotto dal traffico veicolare di una strada ed  $R_i$  è un'abitazione, allora  $f_0$  è il rumore di fondo in cui l'abitazione è immersa e che dipende dal complesso delle preesistenti sorgenti di rumore.

Nella tabella che segue, sono indicati i valori delle magnitudo assunte per i singoli fattori, tenendo presenti le caratteristiche del sito, dell'ambiente e delle lavorazioni che saranno effettuate.

Sono state inoltre indicate le durate dei diversi impatti, tenendo conto della seguente suddivisione temporale:

**EM** = Eventi eccezionali, emergenze, malfunzionamenti

**BT** = Breve termine, fino alla fine della coltivazione

**MT** = Medio termine, fino alla fine della riabilitazione morfologica del sito (ritombamento completo dell'area)

**LT** = Lungo termine, fino alla risistemazione del sito e al suo completo rinverdimento (area ritombata rivegetata)

Le informazioni raccolte nei paragrafi precedenti, hanno consentito di delineare i principali aspetti ambientali pertinenti con le diverse attività.

Su queste basi, occorre valutare gli effetti ambientali su ciascuna componente ambientale.

A tale scopo, è necessario caratterizzare e descrivere in modo quantitativo, per quanto possibile, i fattori di impatto ambientale individuati.

Gli schemi di valutazione, che hanno condotto al calcolo dei "livelli" di ogni fattore di impatto ambientale, hanno una struttura diversa per ognuno dei tre parametri da valutare (rilevanza, efficienza, sensibilità territoriale), come pure gli algoritmi di calcolo da applicare per valutare numericamente le risposte ottenute alle domande delle check-list di valutazione dei parametri.

Pertanto, ciascun valore di magnitudo, è stato valutato dando dei valori ai differenti parametri ricavati tramite check-list di controllo specifiche per ciascun fattore ambientale e riportate nei prossimi paragrafi.

#### **9.14.1. Analisi della sensibilità territoriale**

Concluse le fasi di inquadramento dell'attività produttiva e di valutazione dei fattori di impatto ambientale, si ritiene necessario approfondire il rapporto tra il sito ed il territorio circostante, caratterizzando ed analizzando l'azione che tali fattori di impatto svolgono sulle singole componenti ambientali.

Zone diverse del territorio e situazioni ambientali locali differenti, sottoposte all'impatto delle attività del sito produttivo avranno conseguenze diverse in funzione delle caratteristiche di "sensibilità" e di "vulnerabilità", della zona interessata in modo diretto dall'impatto ambientale in questione.

Lo studio della "sensibilità" e della "vulnerabilità" del territorio, consentirà di meglio identificare la "priorità" delle azioni da svolgere per mitigare gli effetti ambientali diretti ed indiretti sulle componenti ambientali.

A solo titolo di esempio, si possono indicare alcune delle relazioni che intercorrono tra fattori di impatto e componenti ambientali:

- ❖ l'emissione di rumore, dovuta direttamente alle attività produttive che si svolgono nel sito o indirettamente al traffico veicolare, può creare una azione di disturbo nei confronti della fauna selvatica eventualmente presente nella zona;
- ❖ il traffico veicolare, può esercitare un'azione diretta di danneggiamento nei confronti della fauna presente.

Il metodo utilizzato per la valutazione della sensibilità territoriale, è di tipo qualitativo e tramite la valutazione dei diversi aspetti di vulnerabilità e sensibilità del territorio circostante il sito, ha condotto all'individuazione degli elementi di priorità da tenere presenti nella gestione dei fattori, indotti dalla presenza o dall'attività del sito produttivo.

<div>Fattori di impatto ambientale</div> <div>Valori</div>	Diffusione di emissioni gassose e di polveri	Effetti sulla fauna	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	Destinazione d'uso	Emissioni sonore	Effetti geomorfologici e pedologici	Interferenza con il sistema idrico superficiale	Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	Aumento del traffico veicolare	Effetti sulla vegetazione	Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	Impatto visivo	Occupazione delle maestranze locali
Magnitudo minima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Magnitudo massima	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Magnitudo assegnata	2	2	5	4	2	1	2	2	2	1	2	2	4
Durata impatti	MT	MT	MT	LT	MT	MT	LT	BT	MT	BT	EM	BT	LT

**Legenda:**

- EM** = Eventi eccezionali, emergenze, malfunzionamenti
- BT** = Breve termine, fino alla fine della coltivazione
- MT** = Medio termine, fino alla fine della riabilitazione morfologica del sito (ritombamento completo dell'area)
- LT** = Lungo termine, fino alla risistemazione del sito e al suo completo rinverdimento (area ritombata rivegetata)

## Lista delle magnitudo dei fattori di impatto

Diffusione di emissioni gassose e di polveri	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Emissione libera in atmosfera</li> <li>✓ Abbattimento di polveri ed aeriformi</li> <li>✓ Abbattimento e recupero</li> </ul>	7-10 2-7 1-2
Effetti sulla fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presenza di specie molto rare</li> <li>✓ Presenza di specie rare</li> <li>✓ Presenza di specie comuni</li> </ul>	6-10 3-5 1-2
Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli addetti	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti &gt;8</li> <li>✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti 4-8</li> <li>✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti 2-3</li> <li>✓ Valore ponderato del rischio per gli addetti &lt;1</li> </ul>	8-10 5-7 3-6 1-2
Destinazione d'uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parchi, aree protette</li> <li>✓ Area urbana</li> <li>✓ Area agricola – prato pascolo – bosco</li> <li>✓ Area industriale - servizi</li> </ul>	9-10 6-8 3-5 1-2
Emissioni sonore	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Picco di sovrappressione al ricevitore &lt;141 dB</li> <li>✓ Picco di sovrappressione al ricevitore &lt;131 dB</li> <li>✓ Picco di sovrappressione al ricevitore &lt; 121 dB</li> </ul>	8-10 4-7 1-3
Emissione di vibrazioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Valore della velocità al ricevitore &gt; 40 mm/sec</li> <li>✓ Valore della velocità al ricevitore 15-40 mm/sec</li> <li>✓ Valore della velocità al ricevitore 8-15 mm/sec</li> <li>✓ Valore della velocità al ricevitore &lt; 8 mm/sec</li> </ul>	8-10 4-7 2-3 1
Effetti geomorfologici e pedologici	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fattore di metastabilità &lt; 0</li> <li>✓ Fattore di metastabilità 0-1</li> <li>✓ Fattore di metastabilità &gt; 1</li> </ul>	8-10 3-7 1-2
Interferenza con il sistema idrico superficiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interferenza con laghi e fiumi</li> <li>✓ Interferenza con corpi idrici secondari</li> <li>✓ Nessuna interferenza con corpi idrici</li> </ul>	8-10 3-7 1-2
Interferenza con il sistema idrico sotterraneo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Falda superficiale e terreni permeabili</li> <li>✓ Falda profonda e terreni permeabili</li> <li>✓ Falda profonda e terreni impermeabili</li> </ul>	6-10 2-5 1
Aumento del traffico veicolare	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento sulla rete principale &gt; 200%</li> <li>✓ Aumento sulla rete principale 100-200%</li> <li>✓ Aumento sulla rete principale &lt; 100%</li> </ul>	6-10 3-5 1-2
Effetti sulla vegetazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interventi su aree boscate</li> </ul>	6-10

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Interventi su macchia mediterranea alta</i></li> <li>✓ <i>Interventi su macchia mediterranea bassa e degradata</i></li> </ul>	4-5 1-3
Effetti sulla sicurezza e sulla salute degli abitanti	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Industria a rischio di incidente rilevante (Direttiva Seveso 2)</i></li> <li>✓ <i>Emissioni incontrollate e presenza di sostanze tossiche</i></li> <li>✓ <i>Tutte le emissioni al di sotto dei limiti di legge</i></li> </ul>	7-10 3-6 1-2
Impatto visivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Visibile dai centri abitati</i></li> <li>✓ <i>Visibile dalla rete viaria principale</i></li> <li>✓ <i>Non visibile</i></li> </ul>	6-10 3-5 1-2
Occupazione delle maestranze locali	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Offerta occupazionale dell'attività - alta</i></li> <li>✓ <i>Offerta occupazionale dell'attività - media</i></li> <li>✓ <i>Offerta occupazionale dell'attività - bassa</i></li> </ul>	7-10 3-6 1-2

#### 9.14.2. Calcolo degli impatti elementari

Gli impatti elementari, intesi come sommatoria dei prodotti tra l'influenza ponderale di un fattore e la sua relativa magnitudo, sono stati calcolati attraverso un software per la valutazione degli impatti elementari mediante un modello matriciale che calcola gli impatti per ogni singola componente e li confronta con l'impatto elementare (I.E.) minimo e massimo relativo.

La somma dei contributi all'impatto dei singoli fattori fornisce, per ogni componente ambientale, la valutazione dell'impatto elementare, indicati nella tabella seguente:

<div><div><i>Impatti elementari</i></div><div><i>Componenti ambientali</i></div></div>	Impatto elementare minimo	Impatto elementare dell'opera in progetto	Impatto elementare massimo
Atmosfera	10.00	20.00	100.00
Acque superficiali e sotterranee	10.00	22.00	100.00
Flora e fauna	10.00	18.33	100.00
Suolo	10.00	14.29	100.00
Sottosuolo	10.00	20.00	100.00
Rumore	10.00	20.00	100.00
Paesaggio	10.00	25.00	100.00
Salute pubblica	10.00	30.00	100.00
Assetto socio economico	10.00	27.50	100.00

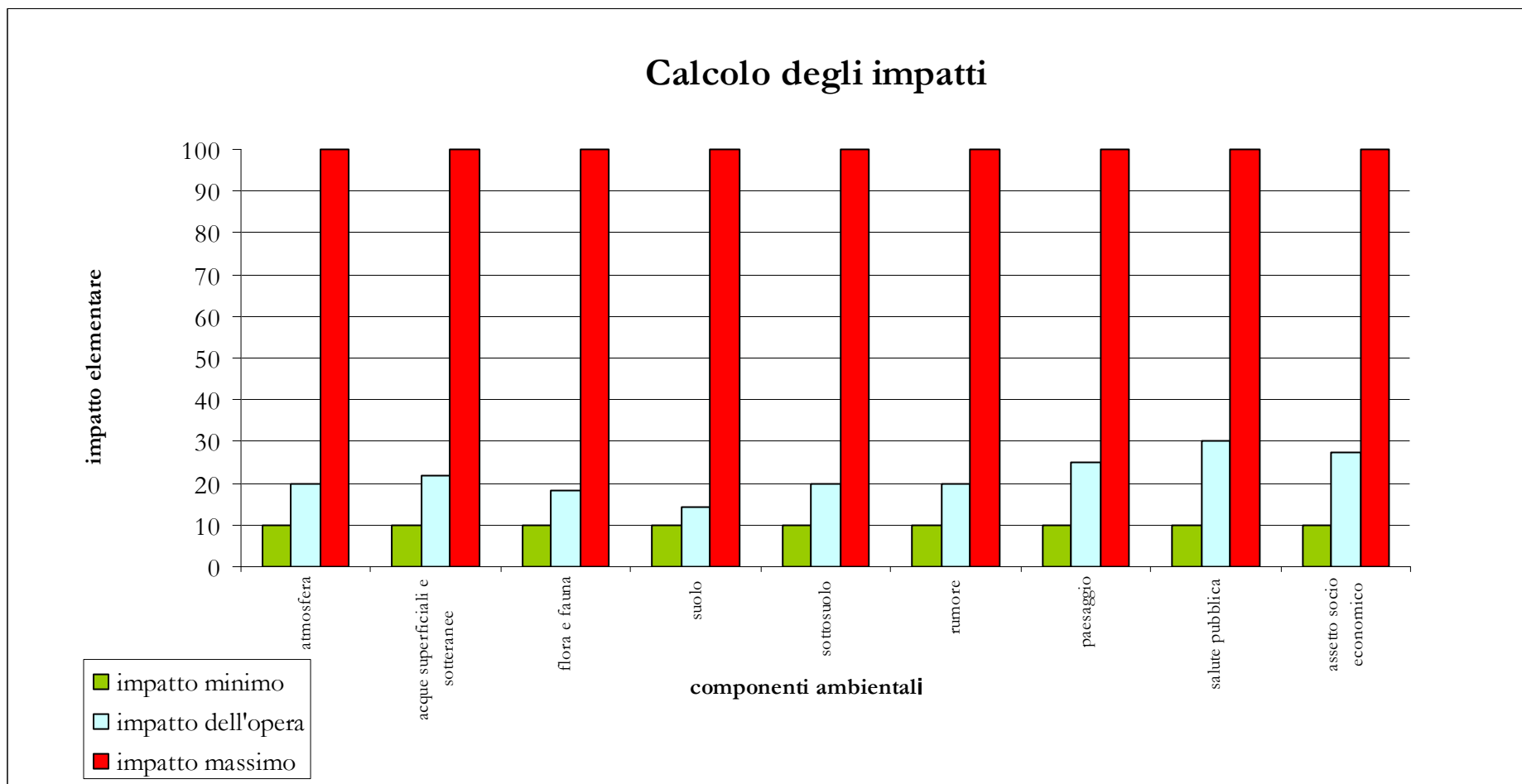
L'impatto più elevato, pari a 30.00, compete alla componente ambientale denominata salute pubblica per l'elevato numero di fattori ambientali correlati con tale componente ambientale piuttosto che ai singoli valori di magnitudo, segue la componente ambientale denominata assetto socio economico con un valore pari a 27.50, in quanto viene computata l'interferenza positiva sull'attività dovuta alla occupazione delle maestranze locali.

Segue nel valore degli impatti il paesaggio, con un valore di 25 pari a 2,5 volte il minimo impatto.

I valori di impatto elementari calcolati per le altre componenti ambientali, sono compresi tra 22,00 (acque superficiali e sotterranee) e 14,29 (suolo).

Di seguito, si riporta sotto forma grafica, l'andamento degli impatti elementari dell'opera in progetto rispetto agli impatti elementari minimi e massimi.







#### **9.14.3. Conclusioni**

L'esame degli impatti elementari così calcolati, consente di attribuire un valore contenuto all'impatto complessivo dell'opera.

I criteri progettuali e di intervento in relazione all'ubicazione del sito sono stati accuratamente scelti in modo da minimizzare l'interazione con le componenti e i fattori ambientali.

Non si sono rilevati impatti la cui azione è preclusiva per l'attività che si vuole intraprendere.

## 10. Piano di monitoraggio

---

### 10.1. Obiettivi

Di seguito, si richiamano i principali obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale:

- ❖ verificare la conformità alle valutazioni previsionali di impatto ambientale individuate nello SIA delle successive fasi di preparazione, coltivazione e riqualificazione ambientale del sito;
- ❖ correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- ❖ garantire, durante la fase di coltivazione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- ❖ verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- ❖ effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

### 10.2. Organizzazione dell'azienda

La società è in possesso della certificazione ambientale ISO 14001 per i siti minerari, per tale motivo al suo interno è già dotata di procedure atte alla definizione e alla pianificazione delle azioni necessarie ad individuare gli aspetti ambientali diretti e indiretti, significativi a livello di impatto e di pericolo nonché che possono portare a incidenti e infortuni.

Sulla base dei risultati ottenuti con l'analisi ambientale iniziale, ogni aspetto ambientale diretto e indiretto, che è stato classificato come significativo, sarà controllato attraverso monitoraggi e misurazioni.

Sulla base dei dati e degli aspetti ambientali evidenziati dall'analisi ambientale ed in base ai risultati del monitoraggio periodico, la direzione definirà gli obiettivi di miglioramento anche attraverso traguardi intermedi, stabilirà i tempi per il loro raggiungimento ed assegnerà le risorse necessarie in termini di uomini e mezzi.

Tali documenti sviluppati ed elaborati, diventano lo strumento per verificare lo stato di avanzamento nei riesami successivi.

All'interno del suo organico, la società individuerà la risorsa umana che dovrà:

- ❖ verificare con controlli periodici il corretto svolgimento dei monitoraggi,
- ❖ coordinare le attività di monitoraggio rendendole congrue al piano di monitoraggio,
- ❖ coordinare gli eventuali specialisti su differenti aspetti ambientali,
- ❖ predisporre aggiustamenti e integrazioni ai monitoraggi previsti anche in relazione ad eventuali criticità ambientali che si dovessero presentare,
- ❖ verifica che la documentazione tecnica del monitoraggio predisposta dagli specialisti, sia conforme,
- ❖ redige i documenti di sintesi da destinare alla direzione e all'autorità competente.

#### 10.2.1. Componenti ambientali

Di seguito si indicano le componenti ambientali per le quali si rende necessario operare un monitoraggio, con la tempistica, secondo le seguenti fasi:

1. **Ante operam:** da eseguire prima dell'inizio delle attività, ossia prima dell'insediamento del cantiere e dell'inizio dei lavori. In questo modo si ha una fotografia dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dai lavori di estrazione mineraria.

2. **In corso d'opera:** riguarda il periodo di esercizio, dall'apertura del cantiere fino al loro completo smantellamento ed al ripristino del sito. I controlli stabiliti nel PMA saranno effettuati per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata.
3. **Post operam:** comprende le fasi successive al ripristino finale a seguito del completo smantellamento e ripristino delle aree. La durata del monitoraggio è variabile in funzione della componente ambientale specifica oggetto di monitoraggio.

Componente ambientale/aspetti critici	Descrizione	Ante operam	In corso d'opera	Post operam
		Frequenza S=semestrale A=annuale B=biennale Q=quadriennale o prima se subentrano modifiche PS=prima dello scarico		
Atmosfera	emissione di polveri aerodisperse da sorgenti diffuse		A	A 1 volta
	verifica dei gas di scarico delle macchine operatrici e dei mezzi di trasporto operanti nell'ambito del cantiere	Si	B	
Acque	analisi chimica delle acque del fondo scavo da edurre		PS	
Rumore	caratterizzare lo stato acustico del territorio prima della realizzazione degli scavi ed acquisire dati per i confronti con la fase d'opera	Si		
	caratterizzare la rumorosità dovuta alle attività del cantiere, compreso il traffico indotto	Q		
	valutare la congruità con i limiti previsti dalla zonizzazione acustica del territorio comunale			
	verificare l'efficacia delle mitigazioni previste			
Vegetazione	rilievo posizione siepi presenti nell'area di coltivazione	Si		
	controllo fallanze specie arboree e arbustive siepi			A 2 volte dopo la fine
	planimetria finale con controllo della superficie riabilitata e rinverdita e documentazione fotografica sul rinverdimento del sito			A 1 volta
Effetti geomorfologici e pedologici	controllo dello stato di conservazione del suolo asportato, sua copertura con terra e rimescolamento almeno una volta all'anno		A	
	verifica di stabilità dei fronti di scavo	Si	A	
Fauna	Planimetria finale di controllo della superficie riabilitata e rinverdita rispetto a quella in progetto			A 1 volta
Avanzamento lavori	progressione delle fasi di utilizzazione del giacimento minerario, con l'indicazione dei quantitativi di tutti i materiali estratti e da estrarre e delle lavorazioni effettuate		A	
	progressione delle fasi di recupero ambientale, gli interventi realizzati e da realizzare, con l'indicazione dei tipi di intervento, della loro entità, dei risultati attesi e dell'efficacia e qualità di quelli già ottenuti		A	
	prosecuzione dei lavori attraverso fotografie panoramiche e di dettaglio		S	

**Iglesias, aprile 2021**

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

## 11. 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