



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dell'Industria

Servizio delle Attività Estrattive

**PERMESSO DI RICERCA
PER
ACQUE TERMALI
DENOMINATA
"COQQUADDUS"
COMUNE DI SANT'ANTIOCO
PROVINCIA DI CARBONIA IGLESIAS**

TIMBRI

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE S.I.A.

QUADRI

REVISIONE

DATA

OTTOBRE 2011

I TECNICI

IL RICHIEDENTE

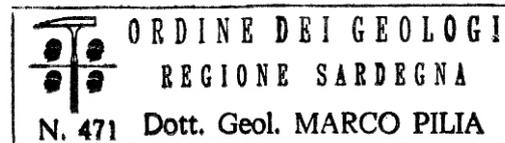
RE.NO. Srl
Tecnologie per l'Industria e l'Ambiente

Tel. 0781/510548 - 512019 Fax 0781/510094

E-mail renosl@tiscali.it

Cap. Soc. 100.000,00 € - trib. Civ. Pen. Cagliari 5314/1999

C.C.I.A.A. Cagliari 202689 - P.IVA 02472590922



Dott. Geol. A. Grosso & Dott. Geol. M. Pilia

Via Catalani, 7 - 09128 CAGLIARI

Tel. 070/4818137 - Fax. 070/4525793 E-mail: studio.grospilia@hotmail.com

INDICE

INTRODUZIONE	8
COMMITTENTE	8
PREFAZIONE	8
1. Descrizione del momento "zero"	8
1.1. Inquadramento cartografico	8
1.2. Inquadramento amministrativo	9
1.3. Inquadramento geografico e localizzazione del sito	9
1.4. Infrastrutture	10
1.5. Paesaggio	10
1.6. Inquadramento geologico	10
1.7. Inquadramento geomorfologico del settore	12
1.8. Inquadramento climatico	12
1.9. Qualità dell'aria al momento zero	13
1.10. Uso del suolo	14
1.10.1. Uso del suolo nell'area vasta	14
1.10.2. Uso del suolo nell'area di permesso minerario	15
1.11. Idrografia	15
1.12. Stato di salute delle acque	17
1.13. Patrimonio storico e culturale	17
1.14. Assetto Urbanistico - insediativo del Comune di Sant'Antioco	17
1.15. Tessuto sociale ed economico	17
1.16. Individuazione dell'alternativa o "opzione zero"	20
1.17. Motivazioni alla base della proposta progettuale e confronto con il momento zero e l'opzione zero	20
1.18. Motivazioni Strategiche dell'Intervento	21
1.19. Indicazione dell'ambito territoriale interessato e dei sistemi ambientali suscettibili di impatti diretti e indiretti	22
1.20. Analisi delle reti infrastrutturali	23
1.21. Indicazione dei Limiti Operativi, Spaziali e Temporalis delle Fasi di Coltivazione Mineraria e di Ripristino Ambientale	23
1.22. Criteri di Scelta della Miglior Tecnologia Disponibile, in Relazione ai Vantaggi per la Mitigazione degli Impatti, la Minimizzazione dell'impiego di Risorse e la Produzione di Residui di Processo Solidi, Liquidi e Gassosi	23
1.23. Analisi Costi-Benefici Relativa alle Varie Opzioni	24

1.24	Indicazione delle Possibili Alternative di Localizzazione Dell'attività Estrattiva e delle Modalità di Intervento. Analisi Ambientale, Progettuale e Socio Economica delle Alternative Considerate	24
2.	Quadro Programmatico	24
	Introduzione	24
2.1.	Pianificazione di settore	26
2.1.1	Piano Regionale per le Attività Estrattive (PRAE)	26
2.2.	Pianificazione territoriale	28
2.2.1.	Il Piano Paesaggistico Regionale	29
2.2.2.	Il Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P)	36
2.2.3.	Il Piano Urbanistico Comunale	36
2.3.	Pianificazione regionale per il risanamento e la qualità dell'ambiente	39
2.3.1.	Piano Tutela delle Acque	39
2.3.2.	Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche	41
2.3.3.	Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente	42
2.3.4	Il Piano Forestale Ambientale Regionale	42
2.4.	Pianificazione di bacino	43
2.4.1.	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico	43
2.5.	Pianificazione delle aree di salvaguardia	46
2.6.	Pianificazione socio-economica	47
2.6.1.	Programma Operativo Regionale (POR) Obiettivo Competitività regionale e occupazione Fondo Sociale Europeo (FSE) 2007-2013	47
2.6.2.	Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013	48
2.7	Rapporto di coerenza del progetto rispetto agli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori	49
2.8.	Indicazione dei tempi di attuazione dell'intervento e delle infrastrutturazioni complementari e di servizio.	49
3.	Quadro Progettuale	50
	Introduzione	50
3.1.	La natura dei beni e/o dei servizi offerti	50
3.1.1.	I minerali da coltivare	50
3.1.2.	Studi preliminari	50
3.1.3.	Classificazione delle acque termali	54
3.1.3.1.	Gli utilizzi pratici	55
3.1.3.2.	La localizzazione dei giacimenti di "Acqua Termale" e loro classificazione sul territorio regionale	56

3.1.3.3. "Classificazione delle Acque Termali di Coquaddus	59
3.1.2. Il grado di copertura della domanda	62
3.1.2.1. Il mercato di riferimento	62
3.1.2.2. Il termalismo in Sardegna.	64
3.1.2.3. La domanda.	65
3.1.2.4. Il bacino di utenza	66
3.1.3. Piano di ricerca e descrizione delle attività necessarie alla sua attuazione	68
3.1.3.1. Caratteristiche dimensionali del progetto di coltivazione	68
3.1.4. Indagini non invasive	69
3.1.4.1 Indagini Geofisiche "Goelettrica"	69
3.1.5. Indagini invasive	69
3.1.5.1 Perforazioni	69
3.1.6. Attività di ricerca	70
3.1.6.1. Cantieramento	71
3.1.6.2. Perforazione e allestimento pozzi	71
3.1.6.3. Allestimento opere di presa	72
3.1.6.4. Ripristino ambientale	73
3.1.6.5. Prove di emungimento	73
3.1.6.6 Caratteristiche fisiche e tecniche del progetto. aree occupate in fase di allestimento cantiere e di esercizio	74
3.1.6.7. Durata temporale delle attività di ricerca	74
3.1.6.8. Organizzazione del lavoro e personale impiegato	74
3.1.7. Criteri che hanno guidato le scelte in relazione alle previsioni delle trasformazioni territoriali di breve e di lungo periodo, conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizio e delle eventuali attività indotte	75
3.1.8. Analisi economica	75
3.1.8.1. Analisi dei centri di costo	75
3.1.9. Norme tecniche che regolano la realizzazione del progetto.	76
3.1.9.1. La normativa nazionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere	77
3.1.9.2. La normativa regionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere	77
3.1.9.3. Le normative sui rifiuti	78
3.1.9.4. Le normative sull'inquinamento acustico	78
3.1.9.5. Le normative sulla tutela delle acque e dei suoli	78
3.1.9.6. Le normative sulla tutela dell'aria	79
3.1.9.7. Le normative sulla tutela della salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro	79

3.1.9.8. <i>La normativa antisismica</i>	80
3.1.10. <i>L'insieme dei condizionamenti e dei vincoli di cui si è dovuto tener conto nella redazione del progetto</i>	80
3.1.10.1. <i>Vincoli paesaggistici, naturalistici, architettonici, storico - culturali, demaniali, idrogeologici, servitù ed altre limitazioni all'attività in progetto</i>	80
3.1.10.2. <i>Principali alternative prese in esame e motivazione tecnica della scelta progettuale adottata</i>	80
3.1.11 <i>Quantità e caratteristiche degli scarichi idrici, dei rifiuti, delle emissioni in atmosfera, con riferimento alle diverse fasi di attuazione del progetto e di esercizio dell'opera</i>	81
3.1.12 <i>Eventuali misure di carattere gestionale da adottare per contenere gli impatti</i>	81
3.1.12.1. <i>Innaffiamento anti-polvere</i>	81
3.1.12.2. <i>Interventi anti-rumore</i>	81
3.1.12.3. <i>Viabilità e traffico</i>	81
3.1.13. <i>Interventi di ottimizzazione dell'inserimento nel territorio e nell'ambiente</i>	81
3.1.14. <i>Interventi tesi a riequilibrare eventuali scompensi introdotti sull'ambiente</i>	81
3.1.15. <i>Considerazioni</i>	81
<i>Quadro Ambientale</i>	83
<i>Introduzione</i>	83
4. Componenti e fattori ambientali	83
4.1. <i>Atmosfera</i>	83
4.1.1. <i>Inquadramento climatico</i>	84
4.1.2. <i>Temperature e precipitazioni</i>	84
4.1.3. <i>Nuvolosità</i>	86
4.1.4. <i>Ventosità</i>	86
4.1.5. <i>Umidità relativa</i>	87
4.1.6. <i>Pressione atmosferica</i>	88
4.1.7. <i>Radiazione Solare</i>	88
4.1.8. <i>Stabilità Atmosferica</i>	88
4.1.9. <i>Indice Di Aridità</i>	89
4.1.10. <i>Tipo di Clima</i>	89
4.1.11. <i>Qualità dell'aria</i>	90
4.2. <i>Ambiente idrico</i>	93
4.2.1. <i>Acque superficiali</i>	93
4.2.2. <i>Manifestazioni sorgentizie</i>	96

4.2.3. Acque sotterranee	96
4.2.3.1. Idrogeologia	96
4.2.3.2. Idrogeologia dell'area vasta	97
4.2.3.3. Caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque superficiali	98
4.3. Suolo e sottosuolo	103
4.3.1. Geologia dell'area del Sulcis	103
4.3.1.1 Tettonica Del Sulcis	105
4.3.2. Geologia e Stratigrafia dell'isola di Sant'antioco	106
4.3.2.1. MESOZOICO	106
4.3.2.2. CENOZOICO	106
4.3.2.3. QUATERNARIO	117
4.3.2.4. Tettonica dell'isola di Sant'Antioco	119
4.3.2.5. Geologia e stratigrafia dell'area vasta	120
4.3.3. Geologia e stratigrafia del sito	121
4.3.4. Tettonica dell'area vasta	121
4.3.5. Sismicità	121
4.3.6. Geomorfologia	125
4.3.6.1 Geomorfologia dell'area vasta	125
4.3.6.2. Geomorfologia del Sito	126
4.3.7. Pedologia	126
4.3.7.1. Pedologia del Sulcis	126
4.3.7.2. Pedologia dell'area vasta	127
4.3.7.3. Caratteristiche del suolo su cui insiste il permesso di ricerca	130
4.4. L'ambiente vegetale.	132
4.5. L'ambiente faunistico.	132
4.6. Analisi della vegetazione	132
4.7. Metodologia e definizioni	133
4.7.1 Metodologia	133
4.7.2 Definizioni	133
4.9. Ecosistema	142
4.9.1 Introduzione alla carta degli ecosistemi	143
4.9.2 Unità ecosistemiche	145
4.10. Salute pubblica	148
4.11. Rumore e vibrazioni	148

<i>4.11.1. L'ambiente acustico dell'area vasta</i>	157
<i>4.12. Vibrazioni</i>	158
<i>4.13. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti</i>	160
<i>4.14. Paesaggio</i>	162
<i>4.15. Aree, componenti, fattori ambientali, loro relazioni ed eventuali criticità</i>	163
<i>4.16. Stima qualitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale</i>	163
<i>4.16.1. Atmosfera</i>	164
<i>4.16.2. Ambiente idrico</i>	165
<i>4.16.3. Sottosuolo e suolo</i>	165
<i>4.16.4. Vegetazione e fauna ed ecosistemi</i>	166
<i>4.16.5. Salute pubblica</i>	167
<i>4.16.6. Rumore e vibrazioni</i>	167
<i>4.16.7. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti</i>	168
<i>4.16.8. Paesaggio</i>	168
<i>4.17. Stima quantitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale</i>	169
<i>4.18. Valutazione degli impatti su ciascuna componente ed elaborazione delle matrici di correlazione</i>	172
<i>4.19. Azioni di monitoraggio</i>	181
<i>4.20. Sistemi d'intervento in caso di emergenze particolari</i>	181
<i>4.21. Conclusioni</i>	182

*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - INDICE*

Hanno collaborato alla redazione del seguente studio di impatto ambientale, per le loro competenze nelle parti specifiche, le seguenti figure professionali:

DOTT. GEOL. ELISA ZEDDA STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE (S.I.A.)

FIRMA

DOTT. ING. CLAUDIA ZANDA PARTE GENERALE

FIRMA

DOTT. FRANCESCO LECIS VEGETAZIONE, FAUNA E ECOSISTEMI

FIRMA

INTRODUZIONE

Oggetto di questo lavoro interdisciplinare è il progetto di "ricerca mineraria per acque minerali termali" presentato all'Assessorato dell'Industria della R.A.S. dalla RENO Srl al fine di ottenere il suddetto permesso denominato "Coquaddus" da realizzarsi nell'omonima località in agro del Comune di Sant'Antioco (CI).

COMMITTENTE

RENO S.r.l. con sede nella Zona Industriale di Portovesme - 09010 – Portoscuso (CI).

PREFAZIONE

Il presente S.I.A. (Studio di Impatto Ambientale) è redatto ai sensi della in sostituzione del D.G.R. n.5/11 del 15 febbraio 2005 al fine di rendere le procedure di valutazione d'impatto ambientale conformi ai dettami della parte II del D.Lgs. n. 152/2006.

Il progetto ai sensi del D.G.R. n. 24/ 23 del 23 aprile 2008 allegato B1 punto lettera b, punto 2 si configura come "**attività di ricerca sulla terraferma delle sostanze minerali di miniera di cui all'art. 2, comma 2, del regio decreto 29 luglio 1927, n. 1443, ivi comprese le risorse geotermiche, incluse le relative attività minerarie;**" e pertanto ricadente tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura "**Verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale (VIA)**", tuttavia da sottoporre a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale di cui all'art. 3 comma 1 della su citata delibera.

Tra le possibili alternative progettuali (compresa l'alternativa "zero"), si è voluto individuare quella che produce i minori impatti sull'ambiente, ovvero quello a maggior compatibilità ambientale. Successivamente, è stato studiato il progetto migliore e sono stati analizzati nel dettaglio i singoli impatti sulle componenti ambientali.

1. Descrizione del momento "zero"

Il "momento zero" rappresenta la situazione del sito interessato dal progetto, prima dell'attuazione di qualsiasi intervento operativo.

Riferendoci all'oggetto di questo capitolo si fornirà un'utile descrizione sintetica delle principali caratteristiche del sito e dell'area vasta dal punto di vista geografico, ambientale, sociale ed economico.

1.1. Inquadramento cartografico

Il settore in studio in cui è ubicato il presente lavoro è situata nella parte sud orientale dell'isola tra le località di "Maladroxia" e "Coquaddus", nel territorio comunale di Sant' Antioco, Provincia di Carbonia-Iglesias, ad circa 7,50 Km, in linea d'aria, dall'abitato di Sant' Antioco.

Dal punto di vista cartografico il permesso di ricerca ricade:

- nella Carta dell'I.G.M. in scala 1:25.000, nel Foglio 572 sez. IV "Capo Sperone";
- nel C.T.R. numerico della Regione Sardegna in scala 1:10.000, nella Sezione 572 020 "Capo Sperone".
- Nel "N.C.T." del Comune censuario di Sant'Antioco è contraddistinto rispettivamente nei Fogli:
 1. 39, mappali 2, 3, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 52, 56, 59, 167, 168, 309, 641, 645;
 2. 36 mappali 52, 150, 154, 207, 614, 723, 742, 749, 751, 789, 793, 922, 928, 935, 936, 937, 944, 952, 955, 1023, 1048, 1061, 1170, 1142, 1146.

Il permesso minerario, di forma sub triangolare, è contrassegnata nella cartografia con una linea continua di colore rosso che raccorda i seguenti vertici:

Vertice **A**: bivio con il sentiero non asfaltato, vedi carta punto quotato 28, che costeggia il Monte S'Arraigraxiu (Quota 28 m s.l.m.m);

Vertice **B**: area servizi comunale spiaggia di Coquaddus (Quota 7 m s.l.m.m);

Vertice **C**: bivio tra la strada che porta alla spiaggia di Coquaddus e la strada che congiunge all'abitato di Maladroxia (Quota 17 m s.l.m.m).

Il lato AB è rappresentato dalla linea di costa.

L'area individuata per la ricerca ha una superficie di circa 300 Ha.



Fig. 1.1/A: inquadramento cartografico

1.2. Inquadramento amministrativo

L'area oggetto d'interesse è compresa entro i limiti amministrativi del Comune di Sant'Antioco, nella propaggine sud-occidentale della Provincia di Carbonia – Iglesias, regione del Sulcis, ed è inclusa nell'omonima Comunità Montana n. 6. Il territorio comunale confina, a N con il Comune di Calasetta e sui restanti lati con il Mar Tirreno.

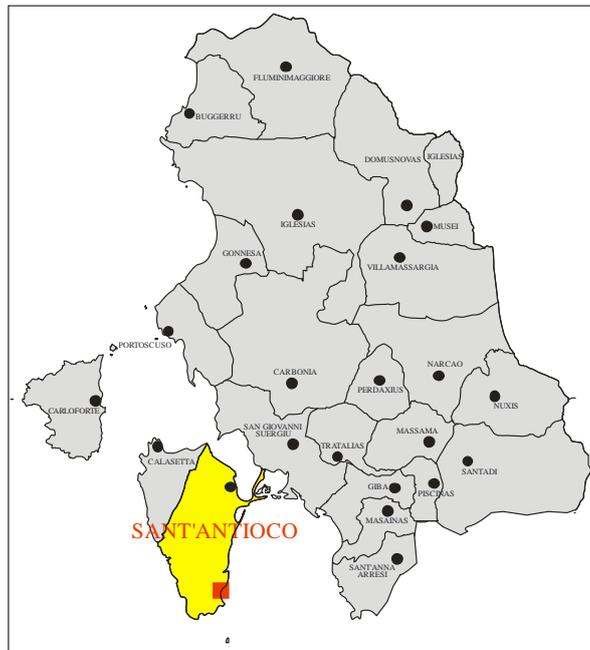


Fig. 1.2/A: inquadramento amministrativo dell'isola di sant'antioco

1.3. Inquadramento geografico e localizzazione del sito

Il permesso di ricerca, che si estende su 300 ettari è posto a circa 14 km a sud dell'abitato di

Sant'Antioco. È facilmente raggiungibile percorrendo la SP Sant'Antioco – Capo Sperone. L'isola di Sant'Antioco su cui si trova la cittadina omonima, è la maggiore delle isole sarde e con i suoi 109 km² è la quarta d'Italia per estensione dopo Sicilia, Sardegna e l'Isola d'Elba, ed è abitata da ca. 12.000 abitanti. Dista da Cagliari 84 km ca. ed è collegata all'Isola madre con un istmo artificiale. Il territorio dell'isola è diviso fra il comune di Sant'Antioco, il più popoloso e che sorge sulle rovine dell'antica città fenicio-punica di Sulci, e quello di Calasetta, secondo centro abitato più importante dell'isola. Sono inoltre presenti il piccolo borgo turistico di Maladroxia, che fa capo a Sant'Antioco e quello di Cussorgia in zona Stann'e Cirdu, in territorio di Calasetta. L'isola è circondata da due isolotti disabitati, detti, il più lontano, Il Toro, e il più vicino alla costa, La Vacca, affiancato quest'ultimo da uno scoglio denominato Il Vitello.

Il settore di interesse costituisce un tratto costiero che si estende dalla frazione di Maladroxia fino a sud della spiaggia di Maladroxia e per circa tre chilometri nell'entroterra.

Questo settore si caratterizza per il rilievo ondulato con colline che raggiungono quote che non superano i 200 m e per la presenza di un tratto costiero con coste alte calcaree e andesitiche la cui monotonia è interrotta dalla presenza di due spiagge (Maladroxia e Coquaddus).

1.4. Infrastrutture

La località "Coquaddus" resta in posizione marginale rispetto alle infrastrutture presenti nel territorio provinciale. L'unica infrastruttura esistente è rappresentata dalla strada provinciale che collega Capo Sperone con l'abitato di Sant'Antioco. Da questa il territorio è ampiamente fruibile per la presenza di una fitta rete di arterie stradali d'interesse locale (comunali e di penetrazione agraria).

1.5. Paesaggio

La costa orientale, che si affaccia sulla prospiciente Sardegna si caratterizza da una costa bassa e sabbiosa che nel punto di istmo che la collega alla Sardegna stessa, viene progressivamente ad assumere un aspetto lagunare. Il golfo meridionale, a Sud dell'istmo, racchiude grandissime spiagge sabbiose, delimitate da tomboli e dune. L'interno dell'isola è collinoso con altitudini limitate, è priva di corsi d'acqua di rilievo. Al largo, verso sud, esistono alcuni isolotti rocciosi disabitati e di difficile accesso, il più grande dei quali è l'Isola del Toro. La formazione vegetale principale è la tipica macchia mediterranea bassa e costituita da cisto (*Cistus*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*) e ginepro (*Juniperus*). Tra le forme di vita vegetale è presente sull'isola anche la palma nana (*Chamaerops humilis*), unica specie spontanea europea, ed il dattero di Creta (*Phoenix theophrasti*). L'isola è punteggiata nelle zone riparate da piccoli orti e vigne a conduzione familiare, soprattutto nella parte più protetta (orientale); i fruttiferi più estesamente coltivati sono la vite (*Vitis vinifera*) con diverse varietà, il fico ed il fico d'india.

1.6. Inquadramento geologico

La geologia dell'Isola di Sant'Antioco si caratterizza per gli affioramenti di rocce e sedimenti appartenenti a:

- Mesozoico;
- Cenozoico;
- Neozoico.

Le rocce mesozoiche

L'Isola di Sant'Antioco si è formata oltre centocinquanta milioni di anni fa. A tale epoca risalgono le rocce più antiche presenti sull'isola. Si tratta di calcari e dolomie, talvolta marnose, di colore dal grigio al bianco-giallastro, affioranti in un ristretto settore sud-orientale dell'isola, e risalenti al periodo Giurassico (Mesozoico medio). Al di sopra di queste rocce, le più antiche, si trovano calcari

più chiari, bianchi e grigiastri, con intercalazione di livelli più marnosi (cioè, ricchi di argilla). Questi calcari, di età Cretacea (Mesozoico superiore), presentano una documentazione fossile che ne dimostra la formazione nei fondali di un mare caldo e superficiale: ostracodi, organismi di scogliera come alghe, coralli e rudiste e minuscole strutture sferoidali (ooliti) che dimostrano e confermano la presenza, oltre 70 milioni di anni fa, di acque basse e agitate laddove oggi affiorano questi calcari. Le rocce carbonatiche risalenti al Giurassico e al Cretaceo costituiscono il basamento dell'isola, e formano rilievi poco accentuati, con presenza di strutture carsiche come doline e inghiottitoi spesso contenenti sedimenti quaternari o recenti. Queste rocce sono visibili lungo la costa presso le località di Portixeddu, Maladroxia e Coquaddus, e all'interno, nei rilievi di Punta de Sa Scruidda (74 m.), Monte S'Arraigraxiu (134 m.) e, più a sud, nel Monte S'Orxiu (74 m.). In passato queste rocce sono state estratte per scopi industriali, per esempio presso la così detta "Cava di magnesio", dove sino tra i primi anni 60 e la metà degli anni 90 tali calcari venivano estratti per la produzione di ossido di calcio. Oggi l'attività estrattiva è limitata alla produzione di inerti. Proprio in questa cava sono ancora visibili strutture carsiche fossili, inghiottitoi e altre strutture ancora riconoscibili e contenenti materiali tufacei e alluvionali risalenti al Quaternario.

Le rocce vulcaniche terziarie

Le rocce affioranti più diffuse nell'Isola di Sant'Antioco sono tuttavia le rocce vulcaniche del periodo Oligo-Miocenico (Terziario inferiore e medio). Esse formano il tetto del basamento carbonatico mesozoico e sono presenti un po' dovunque sull'isola, ad esclusione delle aree ricoperte dai sedimenti quaternari e dai suoli recenti. Si tratta di rocce magmatiche che possono essere raggruppate principalmente in due famiglie: le rocce effusive e quelle piroclastiche. Le prime si sono formate dall'effusione di lave che si sono raffreddate rapidamente in superficie o immediatamente al di sotto della crosta: andesiti e rioliti, andesiti basaltiche e veri e propri basalti. Le piroclastiti si sono formate invece in seguito ad eruzioni esplosive e sono costituite da igrimbriti quarzotrachitiche e piroclastiti riolitiche, spesso con livelli vitrofirici basali. Sono presenti anche i resti di manifestazioni filoniane e dicchi che hanno attraversato formazioni rocciose preesistenti. Queste rocce vulcaniche sono state datate con metodi radiometrici e presentano età comprese tra i venti e tredici milioni di anni circa. Le rocce vulcaniche più antiche sono le andesiti presenti nella parte centrale e meridionale dell'Isola, risalenti a oltre 18 milioni di anni fa e che formano rilievi cupoliformi (S'Arcu sa Canna, 164 m.; Su Cuccuru de Su Pixinas, 182 m.). Le rocce più recenti affiorano presso l'isola del Toro, a poche miglia dalla costa meridionale dell'Isola, formata interamente da trachiti massive di età inferiore a 13 milioni di anni. Le rocce vulcaniche più diffuse nell'isola sono le ignimbriti quarzotrachitiche affioranti nell'area centro-orientale dell'isola e nell'area occidentale. Esse formano bancate quasi orizzontali e sono visibili a sud dell'abitato di Sant'Antioco, e sulla costa sud-occidentale presso Sa Corona de su Crabi, il porto di Triga, Cala Sapone, il porto della Signora e cala Lunga. Molto diffuse sono anche le ignimbriti riolitiche affioranti nell'area nord-occidentale e le rioliti dell'area nord-orientale. Le ignimbriti riolitiche presentano un livello vitrofirico (cioè vetroso e scuro) nella parte basale che si ritrova nelle formazioni vulcaniche analoghe della costa meridionale della vicina isola di San Pietro.

Nell'area centro-occidentale dell'isola, non lontano dalla costa, affiorano delle ignimbriti comenditiche di circa 18 milioni di anni, con interessanti fenocristalli feldspati (sanidino e adularia) nella varietà chiamata "pietra di Luna" per il loro bel colore iridescente.

Brecce e basalti sono pure diffusi nella parte meridionale dell'isola. I basalti formano piccoli espandimenti presso Sa Guardia de su Turcu (100 m.) a sud e poi a nord sino a Serra Nuaxis, nell'area sud-occidentale. Molto interessanti infine le brecce poligeniche, alternate a livelli andesitici, con clasti costituiti da rocce vulcaniche basaltiche e riolitiche di dimensione anche decimetrica, affioranti sulla costa presso Torre Cannai e verso Acqua sa Canna, Turri. Le rocce vulcaniche, andesiti, rioliti, basalti e ignimbriti di vario chimismo affioranti a Sant'Antioco

testimoniano un lungo periodo (milioni di anni) di vulcanismo attivo con alternanza di effusioni laviche ed eruzioni esplosive con produzione di rocce piroclastiche. Tale attività potrebbe essere cessata soltanto una dozzina di milioni di anni fa, dopo aver ricoperto il basamento mesozoico dell'isola. Mentre durante la deposizione dei sedimenti che sarebbero poi diventati i calcari e le dolomie mesozoiche l'isola, insieme al resto della Sardegna, faceva ancora parte del continente europeo (una prosecuzione delle catene montuose delle attuali regioni catalane e provenzali), durante il vulcanismo oligo-miocenico l'intero blocco formato dalla Sardegna e dalla Corsica, e la nostra isola insieme ad esso, si spostava lentamente verso l'attuale posizione al centro del Mediterraneo occidentale, con una rotazione in senso antiorario durata svariati milioni di anni, e della quale l'attività vulcanica costituiva la naturale conseguenza.

I sedimenti quaternari e recenti

Al di sopra delle rocce vulcaniche terziarie troviamo i sedimenti del Quaternario. I più interessanti sono costituiti da veri e propri crostoni calcarei, scarsamente cementati, con ciottoli formati da rocce vulcaniche, e le sabbie cementate (arenarie) presenti nel sud dell'Isola (Cala Sapone) al di sopra delle ignimbriti, o lungo la strada pochi chilometri ad ovest dell'abitato di Sant'Antioco. Sono presenti inoltre detriti di falda con matrice spesso argillosa, e depositi limosi e sabbiosi di origine palustre, vecchi di migliaia di anni. Chiudono la successione stratigrafica dell'isola le alluvioni recenti e attuali che formano i suoli di Sant'Antioco.

1.7. Inquadramento geomorfologico del settore

L'assetto morfologico della zona in esame è determinato principalmente dallo stato di insularità. Il reticolo idrografico si caratterizza per la presenza di un corso d'acqua piuttosto modesto, il Riu de Maladroxia, che si imposta su lineazioni tettoniche. Il corso d'acqua, insieme alle sue ramificazioni, nasce a Nord dell'area di Maladroxia, ha andamento NW-SE, per terminare nei pressi del Porto di Maladroxia. Nell'area è presente una sorgente denominata "Sorgente Maladroxia".

Morfologia dei versanti

L'intera area cartografata è caratterizzata da una morfologia collinare, rilievi dolci che si instaurano su calcari cretacei. A partire dal sud del sito di interesse si rilevano quote che vanno tra i 190 metri (nei pressi del Nuraghe di Monte Arbus) fino a 174 m (nei pressi di Montarveddu). Procedendo verso Nord, si individuano rilievi che non superano i 130 m di quota. Alla base dei rilievi si impostano delle piccole vallecole su dei depositi eluvio colluviali o depositi di versante.

Morfologia costiera

L'area in esame ricade nella costa orientale dell'Isola di Sant'Antioco. L'intero tratto risulta caratterizzato da coste alte, che si estendono per tutta la lunghezza dell'area vasta. Le coste alte vengono interrotte da due spiagge, quella di Maladroxia, nei pressi dell'omonimo porto e a sud dell'area cartografata, dalla spiaggia di Coquaddus.

Morfologie antropiche

Sono assai limitate, se si escludono gli interventi per la realizzazione della rete viaria e dei lavori di arginatura del Rio Maladroxia, il territorio ha conservato le sue caratteristiche morfologiche naturali

1.8. Inquadramento climatico

Le coste sud-occidentali, pur non discostandosi dal punto di vista climatico dalle caratteristiche tipiche di tutta l'isola, presentano un quadro specifico ben distinto da quello dei territori che lo circondano. Ciò è dovuto alla geomorfologia della zona che induce importanti modificazioni alla circolazione atmosferica dei bassi strati: la presenza delle due isole minori di S. Pietro e S. Antioco e la vicinanza alla linea costiera dei rilievi montuosi del Sulcis e dell'Iglesiente conferiscono una componente più spiccatamente settentrionale alle linee di flusso che sul Mediterraneo risultano essere prevalentemente occidentali. Nello specifico, i valori medi di temperatura e precipitazione

del settore costiero nord-orientale dell'isola di S. Antioco consentono di asserire che il clima sia di tipo subtropicale. Infatti, le temperature medie mensili sempre superiori a 10 °C (min. 11,5 °C), la temperatura media annua superiore a 17,0 °C (Tm = 17,5 °C), quattro mesi con temperature superiori ai 20 °C (Giugno = 21,6 °C, Luglio = 24,3 °C, Agosto = 22,8 °C e Settembre = 23,1°C) e precipitazioni medie annue comprese in un range di valori variabile tra i 500 e 700 mm (Pm/annua = 602, 5 mm) sono i valori limite che individuano questo tipo di clima.

1.9. Qualità dell'aria al momento zero

L'area comprende diverse realtà emissive, di tipo industriale, minerario e urbano. Le principali attività più inquinanti sono localizzate nell'area industriale di Portoscuso, la quale ospita una serie di insediamenti industriali di diversa natura la cui produzione varia dall'energia elettrica, all'intera filiera dell'alluminio, ai metalli non ferrosi (piombo e zinco), ecc..

La rete presente nell'area è costituita da nove cabine (non tutte attive contemporaneamente), di cui quattro costituiscono una sotto-rete intorno all'area industriale di Portoscuso; due delle stazioni sono dislocate attorno all'area industriale (CENPS2 e CENPS4), vicino alle fonti emissive, la CENPS7 è posizionata nel centro urbano di Portoscuso e la CENPS6 nella frazione di Paringianu. Le altre cinque stazioni di misura sono dislocate nei centri urbani di Sant'Antioco (CENST1 e CENST2), a Iglesias (CENIG1), a Gonnesa - Nuraxi Figus (CENNF1), e a Carbonia (CENCB2).

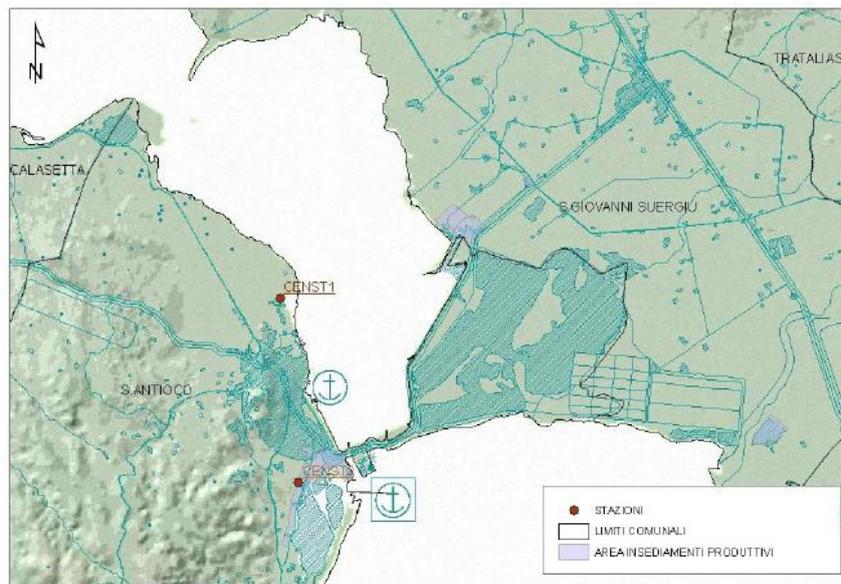


Fig. 1.9/A: ubicazione delle stazioni di misura nell'isola di Sant'Antioco

Come si evince dalla Fig. 1.9/A, le centraline sono ubicate a nord dell'area di interesse e quindi più prossime alle sorgenti delle emissive sopra citate.

Sulla base dei dati disponibili per l'anno 2010 nelle stazioni di misura di Sant'Antioco non si sono registrati superamenti dei limiti di legge.

Sulla base dei rapporti periodici sulla qualità dell'aria dall'Arpa Sardegna, soggetto competente a gestire la rete di monitoraggio è stato possibile definire la qualità dell'aria. In particolare ci si è basati sui dati disponibili per il mese di Agosto del 2011.

Nella Provincia di Carbonia-Iglesias - zona di Portoscuso, in relazione all'anidride solforosa (SO₂), si registrano i massimi orari di 109 microgrammi per metrocubo nella postazione CENPS6 (Portoscuso – Paringianu). La normativa prevede che la media oraria di 350 microgrammi per metrocubo non debba essere superata per più di 24 volte per anno civile. Le massime medie giornaliere di SO₂ sono state, invece, di 61 microgrammi per metrocubo, a fronte di un limite di

legge fissato a 125 microgrammi per metrocubo da non superare più di 3 volte in un anno civile. Il biossido di azoto (NO₂) ha mostrato i massimi orari nella stazione CENPS7 (Portoscuso – Via I° Maggio), col valore di 76 microgrammi per metrocubo, a fronte di un limite normativo di 200 microgrammi per metrocubo, da non superare più di 18 volte nell'anno civile. In relazione alle polveri sottili (PM10), si è registrato complessivamente un superamento della media giornaliera, con un valore massimo di 51 microgrammi per metrocubo nella stazione CENPS6. La normativa indica che la media giornaliera di 50 microgrammi per metrocubo non deve essere superata per più di 35 volte in anno civile. La media mensile del benzene (C₆H₆) è stata di 1,0 microgrammi per metrocubo nella postazione CENPS7 (la normativa indica che la media annuale non deve essere superiore a 5 microgrammi per metrocubo).

Come si evince dal rapporto mensile anche per le stazioni di Sant'antioco non si riscontrano superamenti dei limiti di legge

1.10. Uso del suolo

1.10.1. Uso del suolo nell'area vasta

Per quanto riguarda l'uso del suolo dell'area vasta, dall'analisi delle superficiali, ha evidenziato la predominanza di quelle caratterizzate dalla presenza di gariga, ben 298,85ha pari al 27,51 %, seguita seminativo non irriguo e dalla macchia mediterranea rispettivamente con il 26,77 % e 25,14%. Gli unici insediamenti sono rappresentati dalla frazione di Maladroxia. In Tab. 1.11/A si riportano le superfici e le percentuali dell'uso del suolo.

Uso del suolo	Superficie		Percentuale
	m	ha	%
Arboricoltura con essenze forestali	9877,21	0,99	0,09
Pascolo naturale	3491,59	0,35	0,03
Area di ricolonizzazione naturale	28688,06	2,87	0,26
Area a ricolonizzazione naturale	24226,73	2,42	0,22
Aree agroforestali	294892,87	29,49	2,71
Aree estrattive	113221,43	11,32	1,04
Boschi misti di conifere e latifoglie	31504,00	3,15	0,29
Boschi di conifere	153638,78	15,36	1,41
Bosco di latifoglie	611985,03	61,20	5,63
Colture temporanee associate all'olivo	21974,13	2,20	0,20
Fabbricati rurali	52512,43	5,25	0,48
Gariga	2988474,06	298,85	27,51
Oliveto	58971,70	5,90	0,54
Falesie	70469,36	7,05	0,65
Prati artificiali	321003,36	32,10	2,96
Reti stradali e spazi accessori	10814,23	1,08	0,10
Seminativi in aree non irrigue	2908112,75	290,81	26,77
Sistemi colturali e particellari	79913,81	7,99	0,74
Spiagge	56653,08	5,67	0,52
Tessuto residenziale rado	51683,58	5,17	0,48
Tessuto residenziale rado e nuclearizzato	146116,75	14,61	1,35
Vigneti	93031,05	9,30	0,86
Macchia mediterranea	2731046,89	273,10	25,14
Totale	10862302,88	1086,2	100

1.10.2. Uso del suolo nell'area di permesso minerario

La distribuzione dell'uso del suolo all'interno del permesso ripercorre i risultati evidenziati per l'area vasta. Dominano le superfici a gariga 28,12% seguita da macchia mediterranea e seminativi non irrigui.

Uso del suolo	Superficie		Percentuale
	m	ha	%
Boschi di conifere	9397,10	0,94	0,34
Bosco di latifoglie	417266,36	41,73	14,89
Colture temporanee associate all'olivo	21974,13	2,20	0,78
Fabbricati rurali	52512,43	5,25	1,87
Gariga	788170,67	78,82	28,12
Falesie	70469,36	7,05	2,51
Prati artificiali	45734,72	4,57	1,63
Reti stradali e spazi accessori	10814,23	1,08	0,39
Seminativi in aree non irrigue	391326,82	39,13	13,96
Spiagge	48736,4	4,87	1,74
Tessuto residenziale rado	51683,58	5,17	1,84
Tessuto residenziale rado e nuclearizzato	146116,75	14,61	5,21
Vigneti	93031,05	9,30	3,32
Macchia mediterranea	655309,73	273,10	23,38
Totale	2802543,33	280,25	100

1.11. Idrografia

Il settore di studio appartiene all'U.I.O. del Rio Palmas nella quale ricadono 34 corsi d'acqua del 1° ordine e 70 corsi d'acqua del 2° ordine tutti di modesta entità, ad eccezione del Rio Mannu di Narcao. In Tab. 1.11/A si riportano i nomi dei bacini idrografici dei corsi di 1° ordine e le corrispondenti superfici drenate.

U.I.O. del Palmas: Elenco Bacini Idrografici dei Corsi del 1° Ordine					
N	Nome Bacino Idrografico	Area Bacino (Kmq)	N	Nome Bacino Idrografico	Area Bacino (Kmq)
1	Riu Palmas	482,75	18	Riu de Su Portu	4,40
2	Isola di Sant'Antioco	110,91	19	Riu de s'Arena	3,58
3	Isola di San Pietro - Carloforte	51,02	20	Badde de s'Ipedau	2,14
4	Spartivento	0,61	21	Furriadroxu de Nadali	3,27
5	Riu Antoni Areddu	1,22	22	Canale di Foxi	2,37
6	Malfitano	1,77	23	Riu di Foxi	29,44
7	Riu de Tuaredda	5,68	24	Badde de Gutturu Saidu	23,45
8	Riu de Malfatano	7,19	25	Riu is Patettus	54,37
9	Ega Piscinni	3,94	26	Riu Sassu	47,33
10	Canale Piscinni	5,38	27	Riu San Milano	48,43
11	Canale Trega Drusu	4,77	28	Riu Macquarba	30,13
12	Forrexu de sa Canna	2,05	29	Rio Flumentepido	141,68
13	Riu de Leonaxiu	83,60	30	Riu sa Masa	77,12
14	Badde de Porto Pirastu	3,96	31	Canale di San Giovanni	4,73
15	Lapanu	1,61	32	Canale di Matoppa	8,15
16	Riu di Porto Scudo	10,14	33	Canale de sa Baracca Abrusci	5,29
17	Canale Luisu Serra	10,36	34	Riu Gutturu Cardaxiu	26,76
Superficie Totale drenata					1299,60

Tab. 1.11/A: bacini idrografici di I° ordine appartenenti all' U.I.O. del rio Palmas

L'Isola di S. Antioco è contrassegnata dalla presenza di piccoli corsi d'acqua a carattere torrentizio, con direzione prevalente SE-NW e NW-SE, che dopo un breve percorso convogliano in mare, tra il Golfo di Palmas e Capo Frasca, le acque provenienti dalle pendici montuose. In particolare nella costa orientale, tra la parte meridionale dell'abitato di S. Antioco e il Porto di Maladroxia, in corrispondenza della costa i rii scorrono con direzione prevalente W- E. Nell'U.I.O. per l'isola sono stati individuati 8 corpi idrici di portata e sviluppo modesto, che si dipartono dal centro verso tutte le direzioni e in modo particolare verso Nord ed Est.

In Tab. 1.11/B si riportano, oltre al bacino di appartenenza, i nomi e la lunghezza dell'asta dei corpi idrici principali.

Prog.	Nome Bacino 1° ord. di appartenenza	Nome Corpo Idrico	Nome alla foce Corpo Idrico	Lunghezza Asta (km)
1	Isola di Sant'Antioco	Riu de S'acqua su Cardu	Riu S'Arriaxu	1,38
2	Isola di Sant'Antioco	s'Arriu de Achilonis	Riu S'Arriaxu	2,21
3	Isola di Sant'Antioco	s'Ega de Is Gruttas	Riu de Tonnara	1,47
4	Isola di Sant'Antioco	s'Ega Langonis	Riu de Tonnara	1,06
5	Isola di Sant'Antioco	s'Ega sa Funtanedda	Rio Cala Lunga	1,91
6	Isola di Sant'Antioco	Riu S'acqua Sa Murta	Riu Tupei	1,99
7	Isola di Sant'Antioco	Riu Cucco Ollastus	Canale dell'Ergiu	1,93
8	Isola di Sant'Antioco	Canale di Sisineddu	Rio Capriolu	2,85

Tab. 1.11/B: Corsi d'acqua presenti nell'isola di sant'Antioco

Il Riu S'Acqua Sa Murta, che scorre nell'omonima località nelle vulcaniti cenozoiche, chiaramente impostato su lineazioni tettoniche, percorre la maggior parte del suo corso e sfocia a Porto Rosarieddu col nome di Riu Tupei; ha origine come Riu s'Ega sa Foraxia dalla confluenza di tanti rigagnoli che scorrono nelle vulcaniti terziarie affioranti nella parte centrale dell'Isola. Nella parte settentrionale, oltre al Riu Tupei, trovano sbocco anche il piccolo Riu su Fossu, che nella parte iniziale ha origine col nome di Riu Acqua Su Estiu dalle pendici di Merareddu e Mogoresu, e il Rio Capriolu che nasce dall'incontro con il Canale di Sisineddu che ha origine a Su Cuccu de su Sensu.

Nella costa occidentale, compresi tra il Riu s'Ega de Porto Sciusciau e il Canale dell'Ergiu, sfociano, seguendo le linee di frattura con direzione prevalente SW-NE, una serie di piccoli corsi d'acqua. Il Canale dell'Ergiu con foce in Località Nido dei Passeri ha origine dal rilievo di Cuc.ru de is Ollastus che da il nome anche alla parte alta del suo corso. Degni di nota sono inoltre il s'Ega Lagonis e il s'Ega de Is Gruttas che convogliano le acque nel Rio de Tonnara con sbocco a Cala Saboni. Analogamente il s'Ega sa Funtanedda e s'Ega Sciredda convogliano le proprie acque, provenienti dai rilievi vulcanici cenozoici, nel Riu di Cala Lunga, il torrente più importante della costa occidentale, con foce nell'omonima cala.

In corrispondenza del Porto di S'acqua de sa Canna, nella costa settentrionale trova sbocco il fiume omonimo, che riceve le sue acque dal versante sud-orientale del rilievo andesitico di Cuc.ru d'Elias e da quello occidentale di M.te Arbus. Nella costa orientale raggiungono il mare, attraverso il Riu De Maladroxia ed il Riu S'Arriaxiu, le acque provenienti dai Rilievi terziari del settore sud orientale e nord orientale dell'isola.

Il Rio Triga, che ha origine dalle pendici dei rilievi andesitici cenozoici del settore centro-meridionale dopo un percorso con prevalente direzione NNW-SSE, scorre nell'ultimo tratto secondo la direttrice W-E assumendo il nome della località dove sfocia: Maladroxia. Più a Nord un susseguirsi di piccoli corsi d'acqua con direzione di scorrimento prevalente W-E riversano in mare

le proprie acque; tra questi degno d'essere menzionato, poiché con il Riu S'Arriaxiu racchiude l'area di "Sa Barra", il Rio S'Ega s'Arena che ha origine da M.te la Noce, rilievo posto a SW dell'abitato di S. Antioco.

Il Riu S'Arriaxiu, chiaramente impostato come il Riu De Maladroxia su lineazioni tettoniche, dopo aver percorso il suo tratto iniziale con il nome di Riu de s'Acqua su Cardu e ricevuto, ad Ovest dell'abitato di S. Antioco, in destra idrografica le acque del Rio de Granella, scorre, con prevalente direzione SW-NE, sino alla foce posta in corrispondenza di Casa Pistis,

1.12. Stato di salute delle acque

I carichi potenziali di origine civile imputabili al comune di Sant'Antioco ammontano a 5,02 t/anno di BOD5, 9,19 t/anno di COD, 1.01 t/anno di N e 0,18 t/anno di P. Per tutti i parametri analizzati non si evidenziano particolari criticità.

1.13. Patrimonio storico e culturale

L'isola è frequentata dall'uomo fin dall'antichità. I fenici la chiamavano "Enosim" o "Inosim", mentre per i greci era "Hieracon Nesos" e per i romani "Accipitrum Insula" (Isola degli sparvieri, o dei falchi). Il nome deriva dalla presenza di un piccolo falco migratore, il falco della regina, che è presente e nidifica in una numerosa colonia, accuratamente protetta dalle inaccessibili e scoscese falesie costiere.

Le frequentazioni dei fenici, dei romani e dei sardi hanno lasciato sull'isola le vestigia di quelle culture, specialmente tombe, analoghe a quelle della contigua isola di Sant'Antioco e della costa sarda. A partire dal 1738 vi giunse una popolazione di lingua ed origini liguri provenienti da Tabarca, piccola isola tunisina dove, nel 1542, erano sbarcate circa trecento famiglie provenienti da Pegli e dintorni su invito dei Lomellini, nobile famiglia genovese che era riuscita ad ottenere in concessione dall'imperatore Carlo V in quel piccolo territorio allo scopo di praticarvi la pesca del corallo ed il commercio in generale. I discendenti dei coloni provenienti da Tabarca costituiscono fondamentalmente la popolazione attuale, parlante in grande prevalenza la lingua di radice ligure detta tabarchina. La lingua e le origini sono condivise con la popolazione di Calasetta, soggetta nel 1770 ad analoga colonizzazione di popolazione di eguale origine, nella parte contigua dell'isola di Sant'Antioco.

Si segnalano principalmente il Museo Archeologico Ferruccio Barreca, la Basilica di Sant'Antioco, il forte sabauda "Forte Su Pisu", il Museo etnografico, gli ipogei punici adattati ad abitazioni ("S'arruga e is gruttas"), il Tophet, la Necropoli, gli insediamenti nuragici.

1.14. Assetto Urbanistico - insediativo del Comune di Sant'Antioco

Il tessuto urbanistico del territorio non presenta particolari caratteristiche. Esiste un nucleo centrale rappresentato dall'abitato di Sant'Antioco e da una serie di frazioni che si sono sviluppate lungo la costa. I nuclei agricoli sono praticamente inesistenti mentre sono presenti case agricole a servizio delle attività agricole.

1.15. Tessuto sociale ed economico

Demografia.

L'Area Pit del Sulcis Iglesiente raccoglie poco più di un quinto degli abitanti della provincia. Vanta una popolazione di circa 153.000 residenti, prevalentemente concentrata in un grappolo di Comuni. Si tratta dei centri in cui storicamente si sono localizzate le attività produttive, da quelle minerarie alle più recenti, imperniate sulla metallurgia. I due agglomerati principali, Carbonia e Iglesias, possiedono insieme ben il 40% della popolazione complessiva. Carbonia è la cittadina più grande, l'unica a raggiungere i 30.000 abitanti. Iglesias, di poco più piccola, supera comunque i 29.000. Altro agglomerato di dimensioni superiori alla media è Sant'Antioco, che quasi raggiunge i 12.000

residenti. Attorno a questi tre poli catalizzatori si raccolgono altri 5 Comuni con una popolazione consistente – compresa tra le 5 e le 6.000 persone – parte anch'essi del cluster produttivo. Tra questi vi sono Gonnese, San Giovanni Suergiu e Domusnovas, antichi centri minerari. Portoscuso, con il polo di Portovesme, rappresenta soprattutto un'epoca successiva, legata più alla metallurgia e alla trasformazione dei minerali che alla loro estrazione. Vi è infine Carloforte, da sempre contraddistinta da una sua specificità, culturale e produttiva. L'isola di San Pietro ha infatti rappresentato dapprima la principale realtà nello sfruttamento delle risorse ittiche ed è oggi la zona più capace di attrarre flussi turistici di una certa consistenza.

Vi sono anche altri due grappoli di Comuni con una apprezzabile concentrazione di risorse umane. Il primo è costituito dai Centri di Decimoputzu, Villaspeciosa e Uta, i più vicini all'area metropolitana di Cagliari, collocati al crocevia di importanti vie di collegamento. Il secondo è quello che raggruppa Santadi, Teulada e Sant'Anna Arresi, caratterizzato dalla presenza di qualificate realtà della trasformazione agroalimentare e da notevoli potenzialità di sviluppo, sinora poco sfruttate, nel settore turistico. Stretto tra questi tre poli demografici, al centro dell'Area Pit, si trova un gruppo di sette Comuni minori scarsamente popolati. Nuxis, Piscinas, Perdaxius, Tratalias, Villaperuccio, Giba e Masainas hanno tra gli 800 e i 2.000 abitanti e raccolgono insieme meno del 6% della popolazione complessiva.

La densità demografica superiore alla media regionale rappresenta uno degli elementi che testimoniano la specificità e la peculiarità di quest'area nel contesto regionale e la centralità rivestita, sino al recente passato, nell'economia dell'Isola. La maggiore concentrazione si raggiunge nei Poli di Carbonia (208 abitanti per chilometro quadrato), Iglesias (140), Portoscuso (138) e Sant'Antioco (134). Per converso vi sono realtà con un bassissimo grado di antropizzazione. Tra queste spicca Teulada, che possiede un territorio molto vasto, peraltro sottratto in buona misura alla disponibilità della popolazione in quanto destinato a usi militari. Il limite posto da tali servitù all'utilizzo produttivo del notevole patrimonio ambientale del comune è forse all'origine del notevole deflusso di risorse umane che lo ha investito nell'ultimo decennio. Teulada ha infatti perso circa un sesto della sua popolazione e presenta il più elevato indice di spopolamento all'interno dell'Area Pit.

È però il Sulcis Iglesiente nel suo complesso a subire, nell'ultimo decennio, un assai intenso decremento della popolazione, a ritmi doppi rispetto alla media regionale e pari a quattro volte quella provinciale. Il fenomeno colpisce con particolare forza alcuni dei centri più importanti tra cui Carbonia e Carloforte. La popolazione aumenta solo nel comune costiero di Sant'Anna Arresi e in quelli più vicini al Capoluogo regionale, Uta e Villaspeciosa. Più contenuto appare il decremento a Iglesias, che mostra di subire meno gli effetti della crisi dei settori tradizionali.

La tendenza negativa si accentua nella seconda metà del decennio, segnalando un aggravamento del fenomeno, che continua ad avere una incidenza percentualmente superiore rispetto ai contesti di riferimento. Tra il 1996 ed il 2000 l'Area Pit perde quasi 5.000 abitanti. Nel decennio tra il 1981 ed il 1991 ne aveva guadagnati più di 4.000. In cinque anni si brucia quindi la crescita demografica di un decennio. A determinare tale risultato è l'impennata del deflusso migratorio. Negli anni '80 avevano lasciato il Sulcis Iglesiente 1.880 persone, nel corso di dieci anni. Tra il 1996 ed il 2002, in soli quattro anni, a emigrare sono più di 4.000 individui. Il 60% dell'emigrazione e l'82% del calo della popolazione della provincia sono imputabili a quest'area.

A risentire di più del fenomeno non sono solo i piccoli centri. Sono anzi alcuni di quelli maggiori a soffrirne maggiormente. Il comune di Carbonia perde, ad esempio, 1.250 abitanti in quattro anni. Per avere un elemento di comparazione, si consideri che nel decennio precedente la sua popolazione era aumentata di ben 700 unità. Il decremento è di 700 persone ad Iglesias, di 349 a Sant'Antioco, di 392 a Teulada.

Il Sulcis Iglesiente perde 30 abitanti ogni 1.000 residenti, più del quadruplo di quanto accade a livello regionale. Un secondo elemento negativo è rappresentato dalla presenza di un saldo naturale

della popolazione negativo. Nascono meno persone di quelle che muoiono. La differenza è di circa 165 unità all'anno per l'area nel suo complesso. Ciò rappresenta una conseguenza del più accentuato invecchiamento della popolazione nell'area in esame, in conseguenza della particolare intensità raggiunta dal deflusso di giovani in cerca di opportunità di lavoro.

L'indice di vecchiaia, che indica il peso delle classi più anziane su quelle giovani, supera nell'area il valore 100, contro una media provinciale e regionale molto inferiore (89). L'indice di dipendenza, che misura l'incidenza dei giovani e degli anziani – la popolazione improduttiva – su quella in età da lavoro, è molto elevato e quasi doppio rispetto alla media provinciale. Il Sulcis Iglesiente sembra dunque perdere progressivamente la connotazione di realtà produttiva, che lo ha storicamente caratterizzato, e acquisire via via la fisionomia di una terra di ex-lavoratori e pensionati, che basa la sua economia sempre più sui trasferimenti da pensioni e sempre meno sui redditi da lavoro. Ciò si traduce in una bassa crescita del numero delle famiglie e del patrimonio abitativo. Anche in questo tale realtà segna pesantemente il passo rispetto alla provincia di Cagliari nel suo complesso e alla stessa media regionale. Anche qui, come nel resto dell'Isola, costituiscono un'eccezione le realtà costiere suscettibili di sviluppo turistico, in cui aumentano più intensamente famiglie e abitazioni. Lo scostamento dall'andamento generale è qui meno marcato che nel resto dell'isola, poiché nella maggior parte dei Comuni costieri scarso è lo sfruttamento delle risorse ambientali, come testimonia la scarsa offerta ricettiva e il basso numero di presenze. La contenuta crescita del patrimonio abitativo a Gonnessa e la sua diminuzione a Buggerru, nonostante si tratti di realtà dotate di un patrimonio ambientale di particolare pregio, ne costituisce un'ulteriore conferma.

Occupazione ed economia

Nel corso del decennio l'imponibile per contribuente cresce nell'area in misura sostanzialmente identica a quanto accaduto a livello provinciale e regionale (+23%). Il numero dei possessori di reddito aumenta però molto meno e così l'imponibile complessivo. La crescita del reddito totale nell'Area rappresenta appena l'85% di quella media regionale. Il risultato è che il contributo dato dal Sulcis Iglesiente alla generazione di ricchezza nell'isola si riduce fortemente, come anche la sua capacità relativa di offrire opportunità di lavoro e di reddito. È in aumento, in misura notevole, l'attrattività del Cagliaritano, molto più dinamico. Non a caso verso il Capoluogo sono dirette la gran parte delle risorse umane che fuoriescono dall'area. Gli unici comuni in cui il reddito pro-capite raggiunge livelli paragonabili alla media provinciale sono quelli maggiori, in cui tradizionalmente si concentrano la produzione e i servizi. Troviamo nella prima posizione Portoscuso (13.675 euro), seguito da Carbonia (13.502), Iglesias (13.258), Carloforte (12.469). Per converso vi sono redditi medi molto più bassi nei piccoli centri. Decimoputzu (8.109), Masainas (8.370) e Villaperuccio (8.832) sono le realtà relativamente più povere. Qui la ricchezza per abitante raggiunge appena il 70% della media regionale. La mappa rivela come l'Area Pit possa essere sotto questo profilo scomposta in due zone: l'Iglesiente e l'Alto Sulcis, cioè la zona in cui tradizionalmente si è concentrata l'attività industriale, nella quale la ricchezza pro-capite è più alta; il Basso Sulcis, e più in generale tutta la parte che si trova a Sud del Cixerri, in cui il panorama è molto meno roseo, con un reddito pro-capite sensibilmente più basso. Emerge in tutta la sua dimensione il contributo dato da Portoscuso, in testa a tutte le graduatorie per ricchezza prodotta. Ciò sottolinea la rilevanza del ruolo che ancora svolge la grande industria nell'area. Proprio a Portoscuso e nella vicina Portovesme si concentrano infatti alcune delle aziende più rappresentative e di maggiori dimensioni dell'industria regionale. Ciò dovrebbe spingere a considerare con la massima attenzione e cautela i segnali di crisi che vengono da alcuni importanti operatori, per la rilevanza delle conseguenze che potrebbero derivarne, non solo per l'economia dell'area. Un secondo elemento saliente è rappresentato dalla forte concentrazione dell'imponibile nei due Comuni maggiori di Carbonia e Iglesias, che insieme arrivano al 45% del totale. Anche tali realtà vanno quindi guardate con attenzione, poiché rappresentano la "cassaforte" dell'area, in cui risiede

buona parte della ricchezza. Nell'ultimo decennio la città di Carbonia presenta una migliore dinamica produttiva – anche se insufficiente a soddisfare l'offerta di lavoro, vista la contrazione demografica subita – mentre Iglesias rivela preoccupanti segnali di crisi. Alla luce di tale evoluzione e dei segnali di allarme provenienti anche dall'attività produttiva localizzata a Portoscuso – cui Carbonia è particolarmente legata – appare chiaro che l'Area nel suo complesso corre gravi rischi di depauperamento della struttura demografica e produttiva, che pongono seri interrogativi sul futuro dell'economia di tutto il Sulcis Iglesiente. Ai fini delle scelte localizzative della popolazione cruciale è la qualità della vita. Su di essa incidono in misura determinante, anche se non esclusiva, il reddito e la sua distribuzione. Vi sono peraltro anche altri indicatori finanziari che consentono di misurare il benessere relativo di un'area rispetto alle altre. Tra questi presentano una particolare utilità quelli relativi ai consumi. Si è già rilevato che il Sulcis Iglesiente ha un reddito pro-capite inferiore alla media regionale. Si è anche osservato come ciò dipenda in parte dalla minore presenza di contribuenti ogni 100 abitanti. Vi è anche un altro fattore che produce tale risultato: la relativa scarsità nell'area in esame di redditi lordi annui superiori ai 20.658 euro, che corrispondono a 40 milioni di lire. Solo il 6,5% dei contribuenti percepiscono importi superiori a tale soglia, contro il 7,8% della media regionale e quasi il 10% di quella provinciale. L'Area si colloca peggio rispetto alla provincia nel suo complesso anche per quanto riguarda la classe compresa tra i 10.330 ed i 20.658 euro (20-40 milioni di lire). Ciò è legato ovviamente alla forte incidenza dei redditi agricoli, tradizionalmente più bassi, particolarmente diffusi soprattutto in molti Comuni della valle del Cixerri e nel Basso Sulcis. Le cittadine di maggiore dimensione hanno invece una misura superiore alla media regionale. La collocazione del reddito medio dell'Area al di sotto dello standard Sardegna è confermata dall'esame di alcuni indicatori di spesa e di benessere. Rispetto alla media regionale, il Sulcis Iglesiente detiene poco meno del 70% degli abbonamenti telefonici uso affari per abitante e quote inferiori di autovetture, normali e di lusso. Gli indicatori di consumo sono però sostanzialmente in linea con la media regionale e provinciale, e risultano notevolmente migliori di quelli rilevati nella maggior parte delle zone non metropolitane della Sardegna. Ciò dipende in primo luogo dal fatto che l'Area continua, nonostante i ripetuti processi di ridimensionamento e conversione, ad avere un apparato produttivo di grande valenza, tuttora capace di generare flussi di reddito e ricadute sull'economia in misura non paragonabile a quanto accade nella maggior parte delle zone periferiche dell'Isola. Il risultato è però legato anche alla notevole intensità raggiunta dai trasferimenti pubblici. Si è già sottolineata l'importanza di quelli legati alle pensioni corrisposte a coloro che si sono ritirati dal lavoro, che assume qui una notevole incidenza anche per la presenza di importi pro-capite superiori alla media. Un'altra voce da considerare è quella dei trasferimenti erariali, che sono anche in questo caso relativamente più alti, in termini pro-capite, rispetto agli aggregati di riferimento, non solo nei Comuni minori, ma anche in quelli più importanti, con l'eccezione di Portoscuso. L'area presenta invece incassi molto bassi dall'imposta comunale sugli immobili, in termini pro-capite appena il 60% della media isolana. Si distinguono, in positivo, i comuni di Portoscuso e di quelli di Calasetta e Carloforte.

1.16. Individuazione dell'alternativa o "opzione zero"

L'alternativa o opzione "zero" rappresenta la situazione verso la quale evolverebbe l'area in oggetto nel caso non si realizzasse il progetto. È una situazione che va sempre presa in esame al fine di valutare l'eventualità che la miglior soluzione possibile, dal punto di vista ambientale, sociale ed economico, sia quella che lascia immutate le condizioni dell'area.

Nel caso particolare del permesso di ricerca, attualmente le uniche prospettive sono rappresentate dallo scarso sfruttamento agricolo ed in particolare delle aree a seminativo non irriguo.

1.17. Motivazioni alla base della proposta progettuale e confronto con il momento zero e l'opzione zero

Dalle considerazioni fatte dai tecnici valutatori sul progetto di ricerca è improbabile che la soluzione migliore sia quella rappresentata dall'alternativa zero.

Tale eventualità se da una parte consentirebbe di non insistere sul territorio di contro, impedirebbe la possibilità di sfruttare un potenziale giacimento di notevole valore economico e di fornire nuove occasioni di occupazione, senza per questo rinunciare al progressivo totale recupero delle peculiarità naturalistiche originarie.

Considerata l'esigua entità delle superfici interessate e la reversibilità dei fattori impattanti, la esecuzione del progetto di ricerca risulta ecologicamente sostenibile dall'ambiente circostante e sicuramente vantaggiosa sotto il profilo socio-economico.

1.18. Motivazioni Strategiche dell'Intervento

Il permesso di ricerca e quindi i relativi lavori di indagine hanno come finalità la caratterizzazione di un giacimento di acque minerali termali. L'esistenza del permesso non implica lo sfruttamento del giacimento che può essere attuato esclusivamente dopo il rilascio della concessione mineraria ai sensi del R.D. 1443/27.

Qualora la ricerca mineraria avesse un esito positivo, e quindi venissero confermate la presenza e le potenzialità del giacimento si potrà procedere con la richiesta di una concessione per lo sfruttamento.

Solo le informazioni acquisite durante la ricerca consentiranno di redigere un adeguato programma di sfruttamento.

In ambito minerario la fase di ricerca costituisce per le società un centro di costo da sostenere preliminarmente ad ogni decisione tecnico-operativa ed ai relativi investimenti.

È evidente che se le indagini fornissero esiti negativi non si procederebbe con l'iter autorizzativo.

In termini prettamente economici in Tab. 1.18/A si riportano i costi da sostenere per le attività di ricerca.

n°	Descrizione	Per singolo pozzo pilota				N° 3 pozzi
		U.M	Prezzo unitario €	Quantità	Importo totale €	Importo totale €
1	Posizionamento recinzione delimitazione area cantiere di perforazione con rete h. 2 mt. Color arancio. Prezzo comprensivo della fornitura di pali metallici e rete.	ml	30,00	40,00	1.200,00	3.600,00
2	Realizzazione area di lavoro con mezzi meccanici, trasporto attrezzature compreso il piazzamento. Alla fine dei lavori smontaggio cantiere e ripristino area.	a corpo	3.000,00	1,00	3.000,00	9.000,00
3	Perforazione a distruzione di nucleo fino a diametro 400 mm, compreso di rivestimento provvisorio.	ml	60,00	150,00	9.000,00	27.000,00
4	Fornitura e posa in opera di tubazione definitiva in PVC atossico del diametro di 250 mm.	ml	20,00	130,00	2.600,00	7.800,00
5	Fornitura e posa in opera di filtro microfessurato del diametro di 250 mm.	ml	35,00	20,00	700,00	2.100,00
6	Dreno costituito da ghiaietto calibrato siliceo arrotondato di granulometria f = 1,5 - 2,5 mm	mc	120,00	2,31	277,20	831,60
7	Fornitura e posa in opera di sabbia da frantumazione.	ml	45,00	8,47	381,15	1.143,45
8	Tampone impermeabile in ARGILLA bentonitica o Compactonit da posizionare nell'intercapedine fra tubazione definitiva e superficie dello scavo, per l'isolamento del pozzo e per la separazione degli acquiferi. Fornitura, manodopera specializzata, nolo del regolatore di flusso, della perforatrice ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte	mc	850,00	1,50	1.275,00	3.825,00

Tab. 1.18/A: quadro economico dei lavori di ricerca

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - PREMessa

n°	Descrizione	Per singolo pozzo pilota				N° 3 pozzi
		U.M	Prezzo unitario €	Quantità	Importo totale €	Importo totale €
9	Cementazione con boiaccia cementizia per caduta dall'alto.	mc	250,00	0,77	192,50	577,50
10	Spurgo con motocompressore d'aria secondo il sistema "air lift" a doppia colonna con iniettore a fondoforo fino all'ottenimento di acqua chiara (contenuto in sabbia < 5 ppm). Costo comprensivo degli oneri degli operai.	h	50,00	10,00	500,00	1.500,00
12	Allestimento impianto di sollevamento con saracinesca per le prove di portata. Costo comprensivo di elettropompa di idonea portata, colonna di mandata, quadro elettrico di controllo marcia a secco e quanto altro necessario per le prove di portata a regola d'arte. Installazione e rimozione dopo la conclusione della prova.	a corpo	1.500,00	1,00	1.500,00	4.500,00
13	Smaltimento detriti solidi impalpabili comprensivo di trasporto tramite furgoncino (carico c.ca 6mc.) alla discarica e documentazione a norma di legge da consegnare alla Stazione Appaltante o alla D.LL.	mc	50,00	19,00	950,00	2.850,00
14	Fornitura e posa in opera di chiusino in fero zincato.	a corpo	250,00	1,00	250,00	750,00
15	Esecuzione di prova di portata a gradini e relazione idrogeologica	a corpo	2.000,00	1,00	2.000,00	6.000,00
16	Esecuzione di stendimento geoelettrico	a corpo	2.000,00	1,00	2.000,00	6.000,00
Totale					23.825,85	77.477,55

Tab. 1.18/A: quadro economico dei lavori di ricerca (segue)

1.19. Indicazione dell'ambito territoriale interessato e dei sistemi ambientali suscettibili di impatti diretti e indiretti

L'area di permesso minerario ricade interamente nel comune di Sant'Antioco a cavallo del rilievo collinare calcareo che si erge a sud della frazione di Maladroxia.

L'ambito territoriale di appartenenza e quello Carbonia e Isole Sulcitane.

I possibili impatti conseguenti all'attività di ricerca coinvolgeranno il suolo, la vegetazione, l'aria, le emissioni foniche.

Come si evince dallo studio dei venti si desume che, nel settore di Sant'Antioco, si verifichi un prevalere dei venti da NW e da N.

Pertanto, la diffusione delle polveri dovute all'attività di perforazione dovrebbe interessare in prevalenza le aree situate ad SE e S del cantiere.

Le attività dei mezzi d'opera produrranno un impatto acustico persistente ma concentrato esclusivamente nei 60 giorni di attività. Gli effetti dell'impatto acustico sulla fauna non sono ancora ben conosciuti mancando studi e ricerche specifiche, così che non è possibile formulate ipotesi rigorose. L'analisi di dati riportati in letteratura induce a ritenere che, ad una prima fase di allontanamento, segue una di assuefazione durante la quale le aree abbandonate sono gradualmente recuperate. 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 all'area di cava entro alcune settimane. L'ampiezza dell'area inizialmente abbandonata varia, a seconda della fase di attività lavorativa e della specie

animale, e può arrivare ad un intorno di 2 km. Per quanto riguarda gli effetti sulle persone, al contrario, esistono studi e normative di riferimento la cui adozione, tuttavia, generalmente non garantisce la "soddisfazione" delle esigenze degli abitanti all'intorno.

Gli impatti sul suolo sono imputabili alla realizzazione delle piste e delle piazzole di perforazione in quanto la loro realizzazione richiede l'asportazione dei livelli pedogenetici. Ne consegue che l'asportazione del suolo produca effetti sulla vegetazione. Complessivamente tali impatti interesseranno una superficie molto limitata (1500 m²). Al termine dei lavori tali superfici saranno restituite al loro uso iniziale attraverso interventi di ripristino.

Le infrastrutture (strada provinciale) non subiranno un incremento del traffico in quanto la movimentazione di mezzi prevista è confrontabile, se non minore a quella necessaria a cantieri edili tradizionali.

1.20. Analisi delle reti infrastrutturali

L'analisi delle infrastrutture ha evidenziato la presenza di un'unica arteria stradale costituita dalla SP Sant'Antioco-Capo Sperone dalla quale si diparte una fitta rete di strade minori comunali e di penetrazione agraria.

1.21. Indicazione dei Limiti Operativi, Spaziali e Temporalmente delle Fasi di Coltivazione Mineraria e di Ripristino Ambientale

Il progetto si articola in quattro fasi operative rappresentate da:

- Indagini geognostiche non invasive (geoelettrica);
- Approntamento cantiere, piste e piazzole, e relativa perforazione di tre pozzi pilota
- Ripristino ambientale delle aree interessate (piste e piazzole)
- Prove di emungimento.

Il permesso di ricerca si estende su una superficie di 300 ettari in località Coquaddus in agro del Comune di Sant'Antioco (CI)

I limiti operativi dell'area di ricerca con ubicazione dei pozzi pilota, piazzole e piste sono ben contrassegnati dalla Tav. 9.

La durata temporale di tali lavori è stimata in 60 giorni lavorativi.

1.22. Criteri di Scelta della Miglior Tecnologia Disponibile, in Relazione ai Vantaggi per la Mitigazione degli Impatti, la Minimizzazione dell'impiego di Risorse e la Produzione di Residui di Processo Solidi, Liquidi e Gassosi

Per la redazione del progetto del permesso minerario e per il presente Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) i professionisti incaricati si sono avvalsi della loro pluriennale esperienza in materia e del supporto tecnico-scientifico di specialisti nelle tematiche affrontate.

Il lavoro interdisciplinare intercorso ci ha permesso di raggiungere i seguenti obiettivi:

- a) indagini mirate alle caratteristiche del giacimento oggetto di studio.
- b) ubicazione dei pozzi pilota in corrispondenza delle aree di minor preggio ambientale
- c) sicurezza del cantiere: assenza di fronti di scavo elevati, stabilizzazione dei materiali in accumulo e delle scarpate, annaffiamento dei cumuli di materiali estratti, dei piazzali e delle piste interne, osservanza delle norme e delle prescrizioni vigenti in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro (L. 626/1994);
- d) contenimento delle emissioni: attrezzature e macchine utilizzate "messe a norma", conformemente a leggi e normative vigenti in materia di scarichi gassosi e rumore (L. 447/1995);
- e) mitigazione degli impatti: specificità e modalità di esecuzione del progetto escludono che si possano verificare inquinamenti di tipo chimico. I possibili impatti conseguenti all'attività di ricerca sono riferibili al suolo, all'aria, alle emissioni foniche. Le mitigazioni previste sono a

lavori di ripristino delle piste e delle piazzole di perforazione oltre che l'impiego di tecnologie e/o accorgimenti che consento l'abbattimento delle polveri e un contenimento della rumorosità.

- f) assenza di materiali residui: gli unici rifiuti prodotti saranno quelli derivanti dalle attività di perforazione dei pozzi e consistono in sabbie e ghiaie asportate durante l'avanzamento del martello a fondo foro.

1.23. Analisi Costi-Benefici Relativa alle Varie Opzioni

Preliminarmente alla ricerca, e quindi alla fase conoscitiva e di caratterizzazione del giacimento risulta difficoltoso valutare i costi e benefici di tale attività. Tale analisi sarà parte integrante dello studio di impatto ambientale per la richiesta di concessione qualora gli esiti di questa fase di ricerca fossero positivi.

1.24 Indicazione delle Possibili Alternative di Localizzazione Dell'attività Estrattiva e delle Modalità di Intervento. Analisi Ambientale, Progettuale e Socio Economica delle Alternative Considerate

Il permesso di ricerca si limita all'esecuzione di tre pozzi pilota con finalità di investigare la presenza e la qualità di un giacimento di acque minerali termali. Le indagini sono state ubicate in corrispondenza di linee di faglia, lungo le quali si ha la risalita delle acque calde. Per tali singolarità non si ha la possibilità di localizzare l'indagine in punti diversi da quelli previsti. L'unica alternativa è quella di non eseguire la ricerca. Si ritiene tuttavia di evidenziare che l'ubicazione dei pozzi ha preliminarmente tenuto conto di tutte le valenze ambientali presenti e le relative criticità.

I - Alternativa 0

Il progetto non sarà realizzato. In questo caso la probabile evoluzione dell'area sarebbe quella attuale ossia agricoltura e turismo estivo lungo la costa.

2. Quadro Programmatico

Introduzione

Il Quadro Programmatico, secondo l'Allegato A2 alla Delibera della Giunta Regionale. del 23 aprile 2008, n. 24/23, fornisce 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. E' comunque escluso che il giudizio di compatibilità ambientale abbia ad oggetto i contenuti dei suddetti atti di pianificazione e programmazione, nonché la conformità dell'opera ai medesimi.

Il quadro di riferimento programmatico in particolare comprende:

- a) la descrizione del progetto in relazione agli stati di attuazione degli strumenti pianificatori, di settore e territoriali, nei quali è inquadrabile il progetto stesso; per le opere pubbliche sono precisate le eventuali priorità ivi predeterminate;
- b) la descrizione dei rapporti di coerenza del progetto con gli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori, evidenziando, con riguardo all'area interessata:
 - le eventuali modificazioni intervenute con riguardo alle ipotesi di sviluppo assunte a base delle pianificazioni;
 - l'indicazione degli interventi connessi, complementari o a servizio rispetto a quello proposto, con le eventuali previsioni temporali di realizzazione;
- c) l'indicazione dei tempi di attuazione dell'intervento e delle eventuali infrastrutture a servizio e complementari.

Il quadro di riferimento descrive inoltre:

a) l'attualità del progetto e la motivazione delle eventuali modifiche apportate dopo la sua originaria concezione;

b) le eventuali disarmonie di previsioni contenute in distinti strumenti programmatori.

Deve essere verificato, ai fini della procedibilità, che le opere siano previste dai vigenti strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, o non siano in contrasto con disposizioni di legge o altre normative.

In particolare, nella presente sezione dello studio, vengono sintetizzati i contenuti e gli obiettivi degli strumenti di pianificazione di interesse con particolare riferimento a quelli che, per la tipologia, l'ubicazione e le caratteristiche dell'impianto proposto, risultano poter avere maggior pertinenza con il progetto.

In sintesi gli atti e gli strumenti presi in considerazione nella presente analisi, ritenuti di rilievo per il progetto, sono riconducibili al seguente schema:

a) Pianificazione di settore:

- Piano Regionale per le Attività Estrattive

b) Pianificazione territoriale:

- Piano Paesaggistico Regionale.

- Piano Urbanistico Provinciale.

- Piano Urbanistico Comunale.

c) Pianificazione regionale e risanamento della qualità ambientale

- Piano Tutela delle Acque.

- Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche.

- Piano di prevenzione e risanamento della qualità dell'aria.

- Piano Forestale Ambientale Regionale.

d) Pianificazione di bacino

- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI).

d) Pianificazione delle aree di salvaguardia

- Rete Natura 2000 e aree vincolate ai sensi del D.Lgs. 42/04.

e) Pianificazione socio economica

- Programma Operativo Regionale (POR).

- Programma di Sviluppo Rurale (PSR).

2.1. Pianificazione di settore

2.1.1 Piano Regionale per le Attività Estrattive (PRAE)

La pianificazione delle attività estrattive è stata introdotta nella normativa regionale dalla legge regionale n. 30 del 7 giugno 1989, che le attribuisce le finalità di strumento di programmazione del settore e di preciso riferimento operativo. La legge richiede al piano regionale delle attività estrattive di indicare gli obiettivi e le strategie del settore, i mezzi per il loro conseguimento, nonché l'individuazione delle aree da destinare ad attività estrattiva, in armonia ed in coordinazione con la tutela dell'ambiente e nel rispetto della pianificazione paesistica regionale.

La formulazione stessa della legge pone in evidenza le complessità tipiche della pianificazione in materia di attività estrattive. Il settore sfrutta risorse non rinnovabili la cui estrazione produce inevitabili impatti ambientali; si tratta, però, di prodotti indispensabili per la costruzione di edifici e infrastrutture e per l'approvvigionamento delle materie prime necessarie al sistema produttivo che soddisfa i nostri quotidiani bisogni.

Il P.R.A.E. recepisce pertanto il quadro di prescrizioni e indirizzi e di definizione e individuazione dei relativi ambiti territoriali, posto dal P.P.R. e/o dalla normativa regionale, statale e comunitaria in tema di tutela ambientale e paesaggistica. Obiettivo specifico del P.R.A.E. è, in coerenza con il piano paesaggistico regionale, il corretto uso delle risorse estrattive, in un quadro di salvaguardia dell'ambiente e del territorio, al fine di soddisfare il fabbisogno regionale di materiali di cava per uso civile e industriale, e valorizzare le risorse minerarie (prima categoria) e i lapidei di pregio (materiali seconda categoria uso ornamentale) in una prospettiva di adeguate ricadute socioeconomiche nella regione sarda. In altre parole, obiettivo del P.R.A.E. è il conseguimento nel breve medio periodo di un migliore livello di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'attività estrattiva.

Il P.R.A.E., pertanto, definisce prescrizioni e indirizzi rivolti agli operatori del settore e agli enti competenti nelle funzioni di programmazione, governo e controllo delle attività estrattive di prima e seconda categoria, finalizzati a conseguire obiettivi specifici di sviluppo sostenibile del settore estrattivo. Sono oggetto del P.R.A.E. le attività di ricerca e di coltivazione di sostanze minerali e delle energie del sottosuolo, industrialmente utilizzabili, sotto qualsiasi forma o condizione fisica, distinte nelle due categorie: prima categoria, miniere, e seconda categoria, cave, a norma del R.D. 29 luglio 1927, n. 1443 e ulteriormente classificate, relativamente alla seconda categoria, a norma dell'art. 2 della L.R. 30/89 in: a) rocce ornamentali; b) materiali per usi industriali; c) materiali per costruzioni ed opere civili.

La normativa di attuazione del piano contiene:

- Prescrizioni e indirizzi per il rilascio di autorizzazioni di nuove cave, rinnovo delle autorizzazioni per completamento e ampliamento, autorizzazioni di cave in regime di prosecuzione, riattivazione e reinserimento di cave dismesse;
- Prescrizioni e indirizzi per il rilascio di concessioni minerarie;
- Prescrizioni per le procedure amministrative di istruttoria delle autorizzazioni/concessioni attraverso la conferenza di servizi e l'istituzione dello sportello unico;
- Prescrizioni e indirizzi per la vigilanza in ordine al rispetto del progetto e delle prescrizioni dell'autorizzazione e per la vigilanza sulle norme di polizia mineraria e delle cave, nonché sulla sicurezza e salute dei lavoratori;
- Prescrizioni e indirizzi per la redazione dei piani attuativi delle aree ad alta intensità di attività estrattive necessari per l'adeguamento dei Piani urbanistici comunali al P.R.A.E.;
- Prescrizioni e indirizzi per la redazione dei progetti di attività estrattive;
- Linee guida relative a indirizzi per la coltivazione e il recupero delle cave e delle miniere, per le destinazioni finali dei siti estrattivi, per la redazione dei progetti di cave ricadenti nelle aree ad alta densità di attività estrattiva, per la valutazione degli aspetti del paesaggio e la redazione dei progetti di recupero ambientale, per la valutazione di progetti in sede delle conferenze dei servizi;

- Prescrizioni e indirizzi per la semplificazione dei procedimenti amministrativi "Sportello Unico".

Il P.R.A.E. individua gli ambiti territoriali estrattivi in cui è consentita l'attività estrattiva; in via preliminare tali ambiti coincidono con i giacimenti attualmente sfruttati: concessioni minerarie; aree di autorizzazione delle cave autorizzate, aree estrattive delle cave in istruttoria rilevate all'anno 2006.

Il P.R.A.E. prescrive che i comuni adeguino il piano urbanistico comunale, con delimitazione delle sottozone D estrattive nelle aree individuate dal P.R.A.E., e predispongano la relativa normativa per la conduzione dell'attività estrattiva e previsione di destinazione d'uso finale dell'area.

La N.T.A. del P.R.A.E. contiene prescrizioni e indirizzi per l'adeguamento dei P.U.C. al P.R.A.E. e per l'accertamento di nuovi giacimenti a seguito della ricerca mineraria:

- le perimetrazioni delle zone D estrattive, in presenza di giacimento sfruttabile, dovranno considerare aree che assicurino una coltivazione agli attuali ritmi produttivi di almeno 20 anni;
- le zone D comprenderanno generalmente: Area estrattiva; Area impianti e di stoccaggio; Area per le strutture di servizio; Area di Rispetto;

- nel caso di più cave attive e o dismesse contigue, la zona D è perimetrata mediante inviluppo delle cave con vincolo di rapporto tra area effettivamente interessata dall'attività estrattiva e area di inviluppo > del 75%; per tali zone dovrà essere predisposto obbligatoriamente il piano attuativo di zona per la migliore coltivazione del giacimento, e razionale recupero dell'area. Tale piano dovrà essere predisposto da consorzio degli operatori interessati o, nei casi di insolvenza, dall'Ente pubblico a spese degli operatori;

- nelle more dell'adeguamento dei piani urbanistici comunali al P.R.A.E., l'attività estrattiva è consentita esclusivamente all'interno delle concessioni minerarie e delle cave in esercizio individuate dal PRAE.

In tema di ricerca mineraria il P.R.A.E. individua nella ricerca geologica di base e nella ricerca mineraria operativa (in regime di autorizzazione di indagine o di permesso di ricerca), gli strumenti necessari per la conoscenza delle risorse minerarie presenti nel territorio regionale e per la valutazione di sostenibilità ambientale sociale ed economica della loro eventuale valorizzazione. In quanto attività potenzialmente impattante, la ricerca mineraria in regime di autorizzazione di indagine o permesso di ricerca è sempre soggetta alle procedure di verifica o V.I.A. Finalità della ricerca mineraria in regime di permesso di ricerca è l'accertamento del giacimento minerario mediante indagini adeguate alla valutazione di fattibilità tecnico economica, tale valutazione deve tenere conto dei costi del recupero ambientale, dei costi degli interventi di mitigazione degli impatti, degli oneri finanziari connessi alle garanzie fideiussorie.

I contenuti dello studio di fattibilità conclusivo degli esiti della ricerca mineraria e allegato all'istanza di concessione mineraria sono precisati nella N.T.A. del P.R.A.E. L'esito positivo della ricerca mineraria è condizione necessaria ma non sufficiente per l'ottenimento della concessione mineraria. La concessione mineraria può essere concessa a condizione di V.I.A. favorevole, a seguito di una valutazione positiva di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'iniziativa. L'eventuale esito positivo della ricerca mineraria in regime di permesso di ricerca quindi non dà luogo ad alcuna aspettativa o diritto da parte del ricercatore in merito all'ottenimento della concessione mineraria per lo sfruttamento del giacimento.

Nuove concessioni minerarie possono essere rilasciate previo:

- positivo esito dell'istanza di concessione, fondata sulla valutazione di fattibilità tecnico economica dello sfruttamento del giacimento minerario, basata sui risultati della ricerca mineraria eseguita in regime di permesso di ricerca;

- positivo esito della procedura di V.I.A.

Le istanze di ricerca o concessione possono essere respinte qualora nel corso del procedimento emerga che l'intervento pregiudichi interessi pubblici ritenuti prevalenti. Relativamente a nuovi

interventi di carattere estrattivo o infrastrutturale da realizzare all'interno delle concessioni minerarie vigenti e non già autorizzati con il provvedimento di concessione, o significative varianti di quelli autorizzati, occorre effettuare procedura di verifica/V.I.A.

Tali interventi se ricadenti all'interno della concessione sono comunque da ritenersi ammissibili a procedura anche se ricadenti in aree con vincoli ostativi per l'attività estrattiva.

Successivamente il P.R.A.E. descrive i criteri per la buona pratica delle coltivazioni minerarie sotto il profilo della sicurezza delle maestranze, dei non addetti ai lavori, di opere e manufatti e dell'ambiente dalla nascita alla morte della miniera sancita dalla fase di ripristino ambientale.

In questo contesto, come si potrà evincere dalla lettura del capitolo inerente il quadro progettuale, l'attività prospettata è in accordo con quanto stabilito dal P.R.A.E.

- Relazioni con il progetto

La zona di studio ricade secondo il P.R.A.E nell'area riportata in Fig. 2.1.1/A

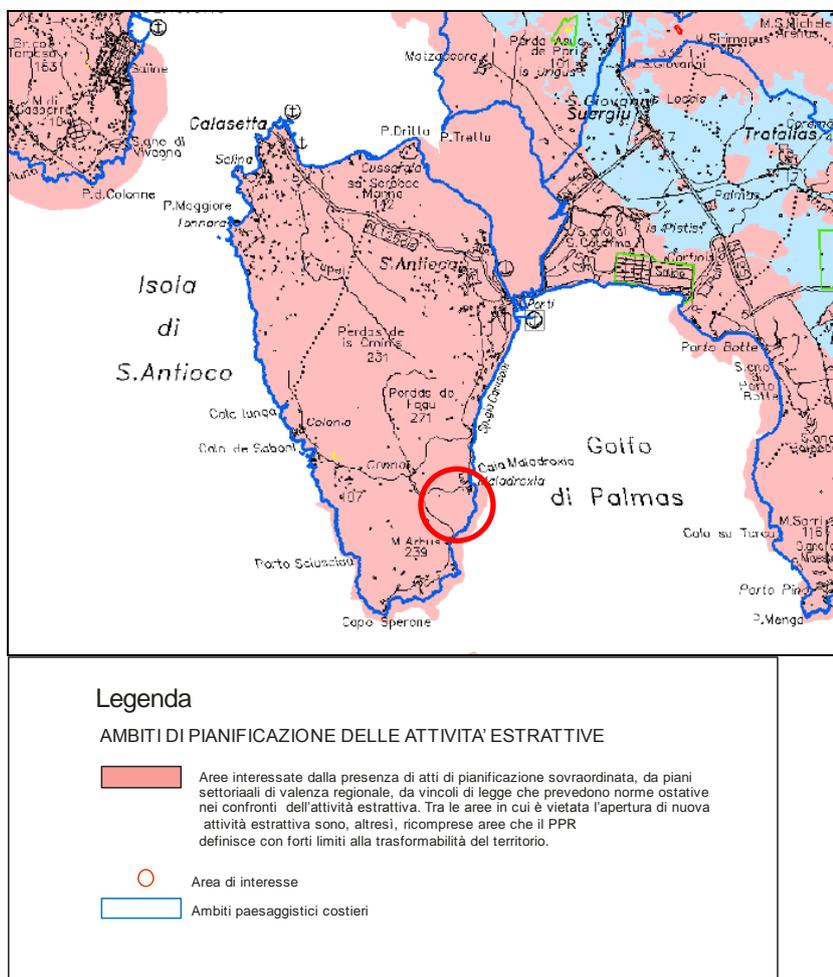


Fig. 2.1.1/A: attività estrattive, stralcio inquadramento territoriale, Piano Regionale Attività Estrattive, Regione Autonoma della Sardegna

2.2. Pianificazione territoriale

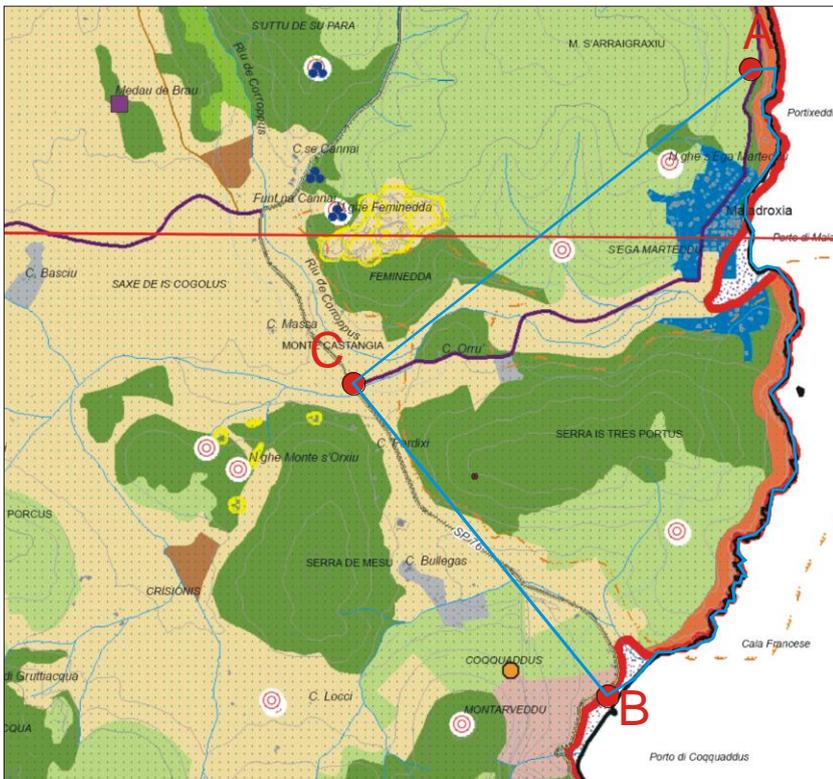
Le attività d'uso e tutela del territorio regionale sono disciplinate dalla Legge urbanistica n. 45 del 1989 ("Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale") e s.m.i., la quale individua soggetti e strumenti della pianificazione territoriale. *La Regione, le Province, i Comuni singoli o associati (), esercitano, negli ambiti delle rispettive competenze definiti dalla presente legge, le funzioni relative alla pianificazione urbanistica concernenti la disciplina dell'uso del territorio e di salvaguardia ambientale (art.4. c.1).*

Segue l'analisi degli strumenti territoriali di riferimento per l'ambito di studio.

2.2.1. Il Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico della Regione Sardegna (P.P.R.), L.R. 25 novembre 2005, n. 8, è stato approvato con D.G.R. 36/7 del 5 settembre del 2006. Tale Piano è rivolto a tutti i soggetti che operano nella pianificazione e gestione del territorio sardo, in particolare alla Regione, alle Province, ai Comuni e loro forme associative, agli enti pubblici statali e regionali, comprese le università e i centri di ricerca, e ai privati. Con il P.P.R. la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, attraverso le interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, li considera fondamentali per lo sviluppo, li tutela e ne promuove la valorizzazione.

- Relazioni con il progetto



*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO*

ASSETTO AMBIENTALE

BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI EX ART. 143 D.LV. N 42/04

-  Territorio costiero
-  Sistemi di baie e promontori, falesie e isole minori
-  Campi dunari e sistemi di spiaggia
-  Grotte, caverne
-  Fiumi, torrenti e relative sponde per una fascia di 150 m

COMPONENTI DI PAESAGGIO CON VALENZA AMBIENTALE

AREE NATURALI E SUBNATURALI

-  Macchia, dune e aree umide

AREE SEMINATURALI

-  Praterie e spiagge

AREE AD UTILIZZAZIONE AGRO-FORESTALE

-  Culture arboree specializzate
-  Impianti boschivi artificiali
-  Culture erbacee specializzate

AREE DI RECUPERO AMBIENTALE

AREE MINERARIE DISMESSE (1 E 2 CATEGORIA)

-  Scavi

ASSETTO STORICO CULTURALE

BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI EX ART. 143 D.LV. N 42/04

**AREE, EDIFICI E MANUFATTI DI SPECIFICO INTERESSE
STORICO - CULTURALE**

-  Insediamento
-  Nuraghe

ASSETTO INSEDIATIVO

EDIFICATO IN ZONA AGRICOLA

-  INSEDIAMENTO STORICO SPARSO (MEDAU, FURRIADROXIU, STAZZO)

-  EDIFICATO SPARSO E ANNUCLEATO, INSEDIAMENTI SPECIALIZZATI

INSEDIAMENTI TURISTICI

-  INSEDIAMENTO TURISTICI

AREE DI INTERESSE NATURALISTICO ISTITUZIONALMENTE TUTELATE

-  SITI DI INTERESSE COMUNITARIO

Fig. 2.2.1/A: Inquadramento PPR, scala 1:50000; Regione Autonoma della Sardegna.

Secondo le "Norme Tecniche d'Attuazione" del P.P.R. sezione I (allegato alla delibera G.R. n. 36/7 del 5.09.2006), titolo I –Assetto ambientale-, il contesto nel quale è inserito il lotto è ascrivibile a:

➤ Art. 19 - Fascia costiera.

1. La fascia costiera, così come perimetrata nella cartografia del P.P.R. di cui all'art 5, rientra nella categoria dei beni paesaggistici d'insieme ed è considerata risorsa strategica fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio sardo, che necessita

di pianificazione e gestione integrata.

2. I territori della fascia costiera di cui al comma precedente, sono caratterizzati da un contesto territoriale i cui elementi costitutivi sono inscindibilmente interrelati e la preminenza dei valori ambientali è esposta a fattori di rischio che possono compromettere l'equilibrio dei rapporti tra habitat naturale e presenza antropica.

➤ L'Art. 20 detta le prescrizioni per le "Fascia costiera":

1. Nella fascia costiera di cui all'art. 19 si osserva la seguente disciplina:

a) Nelle aree inedificate è precluso qualunque intervento di trasformazione, ad eccezione di quelli previsti dall'art. 12 e dal successivo comma 2;

b) Non è comunque ammessa la realizzazione di:

1) nuove strade extraurbane di dimensioni superiori alle due corsie, fatte salve quelle di preminente interesse statale e regionale, per le quali sia in corso la procedura di valutazione di impatto ambientale presso il Ministero dell'Ambiente, autorizzate dalla Giunta Regionale;

2) nuovi interventi edificatori a carattere industriale e grande distribuzione commerciale;

3) nuovi campeggi e strutture ricettive connesse a campi da golf, aree attrezzate di camper.

2. Fermo quanto previsto dal comma precedente, possono essere realizzati i seguenti interventi:

1) nell'ambito urbano, previa approvazione dei P.U.C.:

a) trasformazioni finalizzate alla realizzazione di residenze, servizi e ricettività solo se contigue ai centri abitati e subordinate alla preventiva verifica della compatibilità del carico sostenibile del litorale e del fabbisogno di ulteriori posti letto;

2) nelle aree già interessate da insediamenti turistici o produttivi, previa intesa ai sensi dell'art.11, 1° comma lett. c):

a) riqualificazione urbanistica e architettonica degli insediamenti turistici o produttivi esistenti;

b) riuso e trasformazione a scopo turistico-ricettivo di edifici esistenti;

c) completamento degli insediamenti esistenti;

3) in tutta la fascia costiera:

a) interventi di conservazione, gestione e valorizzazione dei beni paesaggistici;

b) infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al P.P.R.

3. Gli interventi di cui al precedente comma 2 si attuano:

a) attraverso la predisposizione dei nuovi PUC in adeguamento alle disposizioni del P.P.R., secondo la disciplina vigente;

b) tramite intesa nelle more della predisposizione del PUC, e comunque non oltre i dodici mesi, o successivamente alla sua approvazione qualora non sia stato previsto in sede di adeguamento. L'intesa si attua ai sensi dell'art. 11, comma 1, lett. c), in considerazione della valenza strategica della fascia costiera. Le intese valutano le esigenze di gestione integrata delle risorse, assicurando un equilibrio sostenibile tra la pressione dei fattori insediativi e produttivi e la conservazione dell'habitat naturale, seguendo le indicazioni della Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2002 relativa all'attuazione della "Gestione integrata delle zone costiere" (GIZC) in Europa (2002/413/CE) e del "Mediterranean Action Plan" (MAP), elaborato nell'ambito della Convenzione di Barcellona. A tal fine, in sede di intesa, la Regione si può avvalere di specifiche conoscenze e competenze attraverso un apposito comitato per la qualità paesaggistica e architettonica.

4. Fino all'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali si applicano le disposizioni di cui

all'art. 15.

➤ Art. 22 Aree naturali e subnaturali. Definizione

1. Le aree naturali e subnaturali dipendono per il loro mantenimento esclusivamente dall'energia solare e sono ecologicamente in omeostasi, autosufficienti grazie alla capacità di rigenerazione costante della flora nativa.
2. Esse includono falesie e scogliere, scogli e isole minori, complessi dunali con formazioni erbacee e ginepreti, aree rocciose e di cresta, grotte e caverne, emergenze geologiche di pregio, zone umide temporanee, sistemi fluviali e relative formazioni riparali, ginepreti delle montagne calcaree, leccete e formazioni forestali in struttura climatica o sub-climatica, macchia foresta, garighe endemiche su substrati di diversa natura, vegetazione alopsamofila costiera, aree con formazioni steppiche ad ampelodesma.

➤ Art. 23 Aree naturali e subnaturali. Prescrizioni

1. Nelle aree naturali e subnaturali sono vietati:

- a) qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica;
- b) nei complessi dunali con formazioni erbacee e nei ginepreti le installazioni temporanee e l'accesso motorizzato, nonché i flussi veicolari e pedonali incompatibili con la conservazione delle risorse naturali;
- c) nelle zone umide temporanee tutti gli interventi che, direttamente o indirettamente, possono comportare rischi di interrimento e di inquinamento;
- d) negli habitat prioritari ai sensi della Direttiva "Habitat" e nelle formazioni climatiche, gli interventi forestali, se non a scopo conservativo.

2. La Regione prevede eventuali misure di limitazione temporanea o esclusione dell'accesso nelle aree di cui al precedente comma in presenza di acclerate criticità, rischi o minacce ambientali, che ne possano compromettere le caratteristiche.

➤ Art.24 Aree naturali e subnaturali.Indirizzi

1. La pianificazione settoriale e locale si conforma ai seguenti indirizzi.

a) Regolamentare:

- le attività escursionistiche e alpinistiche nelle falesie, scogliere, isole disabitate e negli ambienti rocciosi ospitanti siti di nidificazione di rapaci, di uccelli marini coloniali e di altre specie protette di interesse conservazionistico e nei siti di importanza bio-geografica per la flora e la fauna endemica;
- le attività turistiche e i periodi di accesso agli scogli e alle piccole isole, compresa la fascia marittima circostante ed altri siti ospitanti specie protette di interesse conservazionistico in relazione ai loro cicli riproduttivi;
- l'accesso nelle grotte e negli ambienti cavernicoli;
- nelle aree di cresta e nei depositi di versante, la sentieristica e la circolazione veicolare tenendo conto della salvaguardia e dell'integrità degli habitat maggiormente fragili;
- nelle zone umide temporanee mediterranee e nei laghi naturali, gli interventi di gestione in modo da evitare o ridurre i rischi di interrimento ed inquinamento;
- nei ginepreti delle montagne calcaree e nelle aree costiere dunali, gli interventi in modo da vietare tagli e utilizzazioni che compromettano il regolare sviluppo della vegetazione;
- con riferimento ai sistemi fluviali e alle relative formazioni riparali con elevato livello di valore paesaggistico, l'attività ordinaria di gestione e manutenzione idraulica in modo da assicurare la massima libertà evolutiva dei corsi d'acqua;

- controllare l'interazione con le dinamiche marine in particolare per quanto concerne le dinamiche sedimentologiche connesse ai trasporti solidi ed i rischi di intrusione del cuneo salino;
- evitare o ridurre i rischi di inquinamento e i rischi alluvionali;
- mantenere o migliorare la riconoscibilità, la continuità e la compatibile fruibilità paesaggistica;
- mantenere od accrescere la funzionalità delle fasce spondali ai fini della connettività della rete ecologica regionale;
- disciplinare le attività di torrentismo, della caccia e della pesca sportiva.

b) Orientare:

- gli interventi nelle leccete climaciche e sub-climaciche delle montagne calcaree, nelle foreste di tasso e agrifoglio, negli ontaneti montani, in modo da conservare e valorizzare le risorse naturali e la fruizione naturalistica ecocompatibile, adottando tutte le misure necessarie per il mantenimento del delicato equilibrio che le sostiene;
- gli interventi nelle aree di macchia-foresta e garighe climatiche delle creste e delle aree costiere, gli interventi, in modo da mantenere la struttura originaria della vegetazione, favorendo l'evoluzione naturale degli elementi nativi.

c) Prevedere:

- nei programmi e progetti di tutela e valorizzazione specifiche misure di conservazione delle formazioni steppiche ad ampelodesma, costituite dalle praterie dalle alte erbe che coprono suoli particolarmente aridi stabilizzandone la struttura.

➤ Art. 25 Aree seminaturali. Definizione

1. Le aree seminaturali sono caratterizzate da utilizzazione agro-silvopastorale estensiva, con un minimo di apporto di energia suppletiva per garantire e mantenere il loro funzionamento.
2. Esse includono in particolare le seguenti categorie che necessitano, per la loro conservazione, di interventi gestionali: boschi naturali (comprensivi di leccete, quercete, sugherete e boschi misti), ginepreti, pascoli erborati, macchie, garighe, praterie di pianura e montane secondarie, fiumi e torrenti e formazioni riparie parzialmente modificate, zone umide costiere parzialmente modificate, dune e litorali soggetti a fruizione turistica, grotte soggette a fruizione turistica, laghi e invasi di origine artificiale e tutti gli habitat dell'All.to I della Direttiva 92/43/CEE e succ. mod.

➤ Art. 26 Aree seminaturali. Prescrizioni

1. Nelle aree seminaturali sono vietati gli interventi edilizi o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica, fatti salvi gli interventi di modificazione atti al miglioramento della struttura e del funzionamento degli ecosistemi interessati, dello status di conservazione delle risorse naturali biotiche e abiotiche, delle condizioni in atto ed alla mitigazione dei fattori di rischio e di degrado.
2. In particolare nelle aree boschive sono vietati:
 - a) gli interventi di modificazione del suolo, salvo quelli eventualmente necessari per guidare l'evoluzione di popolamenti di nuova formazione, ad esclusione di quelli necessari per migliorare l'habitat della fauna selvatica protetta e particolarmente protetta, ai sensi della L.R. n. 23/1998;
 - b) ogni nuova edificazione, ad eccezione di interventi di recupero e riqualificazione senza aumento di superficie coperta e cambiamenti volumetrici sul patrimonio edilizio esistente, funzionali agli interventi programmati ai fini sopra esposti;
 - c) gli interventi infrastrutturali (viabilità, elettrodotti, infrastrutture idrauliche, ecc.), che com-

portino alterazioni permanenti alla copertura forestale, rischi di incendio o di inquinamento, con le sole eccezioni degli interventi strettamente necessari per la gestione forestale e la difesa del suolo;

d) rimboschimenti con specie esotiche.

3. Le fasce parafuoco per la prevenzione degli incendi dovranno essere realizzate preferibilmente attraverso tecniche di basso impatto e con il minimo uso di mezzi meccanici.
4. Nelle zone umide costiere e nelle aree con significativa presenza di habitat e di specie di interesse conservazionistico europeo, sono vietati:
 - a) gli interventi infrastrutturali energetici, in una fascia contigua di 1000 metri, che comportino un rilevante impatto negativo nella percezione del paesaggio ed elevati rischi di collisione e di elettrocuzione per l'avifauna protetta dalla normativa comunitaria e regionale (L.R. n. 23/1998);
 - b) impianti eolici;
 - c) l'apertura di nuove strade al di sopra dei 900 metri;
5. Nei sistemi fluviali e delle fasce latitanti comprensive delle formazioni riparie sono vietati:
 - a) interventi che comportino la cementificazione degli alvei e delle sponde e l'eliminazione della vegetazione riparia;
 - b) opere di rimboschimento con specie esotiche;
 - c) prelievi di sabbia in mancanza di specifici progetti che ne dimostrino la compatibilità e la possibilità di rigenerazione.
6. Nei complessi dunali e nei litorali sabbiosi soggetti a fruizione turistica sono vietati:
 - a) il transito di mezzi motorizzati sui litorali e sui complessi dunali;
 - b) asportazioni di materiali inerti;
 - c) coltivazioni agrarie e rimboschimenti produttivi, ad eccezione dei vigneti storici;
7. Nei siti di riproduzione recente della tartaruga marina comune (*Caretta caretta*) è vietata la concessione di aree per la fruizione turistica.
8. Nelle aree precedentemente forestate con specie esotiche dovranno essere previsti interventi di riqualificazione e di recupero con specie autoctone

➤ Art. 27. Aree seminaturali. Indirizzi

1. La pianificazione settoriale e locale si conforma ai seguenti indirizzi

a) Orientare:

- il governo delle zone umide costiere al concetto della gestione integrata, ed in particolare al mantenimento delle attività della pesca stagnale tradizionale, della produzione del sale (saline) e alla conservazione della biodiversità;
- la gestione e la disciplina delle dune e dei litorali sabbiosi soggetti a fruizione turistica al mantenimento o al miglioramento del loro attuale assetto ecologico e paesaggistico, regolamentando l'accessibilità e la fruizione compatibile con la conservazione delle risorse naturali;
- la gestione delle aree pascolive in funzione della capacità di carico di bestiame che va comunque orientata a favorire il mantenimento di tali attività;
- la gestione e la disciplina dei sistemi fluviali, delle formazioni riparie e delle fasce latitanti al loro mantenimento e al miglioramento a favore della stabilizzazione della vegetazione naturale degli alvei;
- la gestione e la disciplina delle grotte soggette a fruizione turistica con programmi di accesso che dovranno tener conto della presenza di specie endemiche della fauna cavernicola.

➤ Art. 28 comma 1, "Aree ad utilizzazione agroforestale. Definizione.

1. Sono aree con utilizzazioni agro-silvo pastorali intensive, con apporto di fertilizzanti, pesticidi, acqua e comuni pratiche agrarie che le rendono dipendenti da energia suppletiva per il loro mantenimento e per ottenere le produzioni quantitative desiderate.
2. In particolare tali aree comprendono rimboschimenti artificiali a scopi produttivi, oliveti, vigneti, mandorleti, agrumeti e frutteti in genere, coltivazioni miste in aree periurbane, coltivazioni orticole, colture erbacee incluse le risaie, prati sfalciabili irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semi-intensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna.
3. Rientrano tra le aree ad utilizzazione agro-forestale le seguenti categorie:
 - a. colture arboree specializzate;
 - b. impianti boschivi artificiali;
 - c. colture erbacee specializzate;

➤ L'art. 29. Aree utilizzazione agroforestale. Prescrizioni

1. La pianificazione settoriale e locale si conforma alle seguenti prescrizioni:

- a) vietare trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole originarie di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, con le cautele e le limitazioni conseguenti;
- b) promuovere il recupero delle biodiversità locali e delle produzioni agricole tradizionali, nonché il mantenimento degli agrosistemi autoctoni e dell'identità scenica delle trame di appoderamento e dei percorsi interpoderali;
- c) preservare e tutelare gli impianti di colture arboree specializzate, sottraendoli possibilmente alle trasformazioni.

➤ L'art. 30. Aree utilizzazione agroforestale. Indirizzi

1. La pianificazione settoriale e locale si conforma ai seguenti indirizzi:

armonizzazione e recupero, volti a:

- migliorare le produzioni e i servizi ambientali dell'attività agricola;
- riqualificare i paesaggi agrari;
- ridurre le emissioni dannose e la dipendenza energetica;
- mitigare o rimuovere i fattori di criticità e di degrado.

2. Il rispetto degli indirizzi di cui al comma 1 va verificato in sede di formazione dei piani settoriali o locali, con adeguata valutazione delle alternative concretamente praticabili e particolare riguardo per le capacità di carico degli ecosistemi e delle risorse interessate.

➤ Art. 33 - Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate. Definizione

1. Le aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate sono costituite da ambiti territoriali soggetti a forme di protezione istituzionali, rilevanti ai fini paesaggistici e ambientali e comprendono le aree protette istituite ai sensi della L. 394/91 e della L.R. n. 31/89, le aree della rete "Natura 2000" (Direttiva 92/43/CE e Direttiva 79/409/CE), le oasi permanenti di protezione faunistica e cattura ai sensi della L.R. n. 23/98, le aree gestite dall'Ente Foreste.

2. Le aree istituzionalmente tutelate si distinguono in:

- a) Aree tutelate di rilevanza comunitaria e internazionale (siti Ramsar).
- b) Aree protette nazionali.

- c) Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali.
 - d) Altre aree tutelate.
- Art. 34 - Aree tutelate di rilevanza comunitaria. Indirizzi
1. Il P.P.R. favorisce l'integrazione, nell'ambito dei piani di gestione delle aree della rete "Natura 2000" e dei siti Ramsar, di criteri di valorizzazione paesaggistica ed ambientale.
 2. Il P.P.R. incentiva inoltre il processo di inserimento in rete delle singole aree attraverso la previsione dei corridoi ecologici.

Le interferenze del progetto con l'ambiente sono molto limitate, circoscritte, reversibili e temporanee e possono essere schematicamente riassunte come segue:

nessuna alterazione delle componenti vegetazionale e faunistica;

nessuna alterazione della destinazione d'uso del suolo;

nessuna alterazione del traffico lungo la rete viaria afferente

nessuna alterazione del profilo di equilibrio geomorfologico dei corsi d'acqua

nessuna alterazione dei processi di ripascimento idrico delle falde in generale

nessuna dispersione di prodotti contaminanti nel suolo e sottosuolo

nessuna alterazione dell'equilibrio idrogeologico nelle piane costiere tra acque dolci e acque saline soprattutto in relazione al bilancio tra processi di ripascimento idrico degli acquiferi e prelievi idrici in falda

2.2.2. Il Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P)

La provincia di Carbonia-Iglesias istituita nel 2001 e attiva dal 2005 non si è ancora dotata ad oggi di un Piano Urbanistico Provinciale.

2.2.3. Il Piano Urbanistico Comunale

Il vigente Piano Urbanistico Comunale di Sant'Antioco è stato approvato con Deliberazioni del Consiglio Comunale n.10 del 28/06/2000 ed in seguito ha subito diverse varianti.

In tema di P.U.C. è opportuno considerare che la decisione del Consiglio di Stato del 5 ottobre 1991, n. 775 afferma che «il decentramento della potestà urbanistica a comuni e regioni non può portare alla conseguenza che la volontà degli enti territoriali minori possa prevalere sulla volontà dello Stato quando si tratta di disporre degli interessi istituzionali di quest'ultimo; in questa ipotesi le scelte urbanistiche richiedono la previa intesa tra Stato e Regione». Successivamente, con sentenza del 5 novembre 1991 n. 905, il Consiglio di Stato ha ribadito che «l'autorità urbanistica locale non può disporre unilateralmente la destinazione urbanistica dei beni statali». Precedentemente lo stesso giudice (Cons. di Stato, 26 ottobre 1985, n. 473) aveva sottolineato come fosse «illegittima l'adozione di uno strumento urbanistico che incida su beni che per destinazione, come appunto quelli demaniali e quelli appartenenti al patrimonio indisponibile, sono diretti al soddisfacimento di bisogni primari dello Stato, senza che siano state interpellate le amministrazioni statali interessate ai fini del soddisfacimento dell'esigenza della razionale e coordinata sistemazione delle opere e degli impianti di interesse dello Stato posta dall' art. 10 della legge 17 agosto 1942, n. 1150». Dunque, la via percorribile è quella della intesa obbligatoria tra Autorità mineraria e Comuni nella formazione di atti inerenti alla pianificazione del territorio. La pianificazione può infatti ignorare l'esistenza della coltivazione mineraria o di cava e prevedere destinazione diversa dall'attività estrattiva per la zona in cui la miniera o la cava ricadono.

Secondo le *norme di attuazione del PUC del Comune Sant'Antioco* (Allegato "B" C.C. n° 10/2000) l'area di studio è compresa:

- Art.12 **zona omogenea F** - *aree per insediamenti turistici stagionali*. Definisce il parco delle aree destinate complessivamente agli insediamenti residenziali stagionali, da realizzarsi a seguito della predisposizione di piani attuativi.

All'interno di tali scenari, in relazione all'origine ed alla vocazione, trovano sede diversi tipi funzionali di zone F, e per la nostra zona in esame ricadiamo:

- Zone **FR, di ristrutturazione**, per la presenza di edificazione non regolata da piani attuativi;
- Zone **FE, di espansione**, su parti del territorio sostanzialmente privi di precedenti insediamenti ed urbanizzazioni;

In relazione alle specifiche destinazioni, ed alle compatibilità enunciate dal Piano Territoriale Paesistico, le zone FR, FE sono ulteriormente classificate come segue:

- **FR residenziali ed alberghiere**
FR1;FR3A
- **FE residenziali**
FE2a; FE2b
- **FE verdi di servizio**
FES2a; FES2b
- **FE alberghiere**
FEA2b

a) attuazione

- concessione edilizia per i lotti già definiti ed urbanizzati per effetto di piani attuativi già in vigore
- piani particolareggiati
- piani di recupero
- piani di lottizzazione convenzionata
- accordo di programma.

b) destinazione

In tali zone sono ammesse tutte le destinazioni proprie delle zone residenziali, ivi comprese le attività commerciali di modeste dimensioni, e piccoli laboratori artigiani di interesse locale, con esclusione delle attività artigianali moleste per natura o per dimensione. Sono vietate tutte le altre attività non compatibili con l'insediamento residenziale.

- Art.14 **zona omogenea H** – *per aree di rispetto o destinate a particolare tutela*. Definisce l'insieme delle aree individuate in virtù di proprie immodificabili caratteristiche di ordine naturalistico, paesaggistico, archeologico, o in vista della loro capacità di tutelare aree contigue dotate di altra destinazione d'uso, ovvero disposte a formare fasce di rispetto di strade, ferrovie, corsi e specchi d'acqua. Sono, in particolare, classificate come **zone H1** tutte le isole minori appartenenti al territorio comunale, l'insieme delle aree classificate come zona di massima tutela dal P.T.P., con esclusione di quelle per le quali siano state identificate altre destinazioni sulla base di precedenti atti di pianificazione, o sulla scorta degli studi tematici integranti il presente Piano. Sono peraltro classificate come H1 vaste aree che, pur non identificate come zone di massima tutela dal P.T.P., hanno caratteri tali da richiedere particolari limitazioni nell'uso. Tale classificazione deve essere intesa come

propositiva rispetto ad una possibile alterazione dell'estensione dei vincoli espressi dallo stesso P.T.P.

a) attuazione

- autorizzazione o concessione edilizia

Le singole concessioni per nuove edificazioni saranno riservate esclusivamente agli interventi rivolti alla realizzazione di opere pubbliche, per diretta iniziativa pubblica su aree pubbliche; in tutti gli altri casi sono consentiti esclusivamente gli interventi di cui ai punti a, b, c, d di cui all'art. 4 delle presenti Norme di Attuazione. Nel caso di interventi di cui al citato punto d, essi dovranno realizzarsi esclusivamente nei limiti stabiliti dagli usi compatibili appresso indicati.

- Art. 11 **zona omogenea E - aree Agricole**. Le aree agricole costituiscono una parte essenziale del territorio comunale, avendo tradizionalmente rappresentato la sede di importanti attività produttive esercitate dalla comunità di Sant'Antioco. Attualmente la sovrapposizione di vincoli diversi e l'evoluzione delle urbanizzazioni ha limitato la disponibilità di aree coltivabili e da destinare ad edifici, attrezzature ed impianti connessi al settore agro pastorale, incidendo peraltro soprattutto su quelle marginali. Le zone E si distinguono in funzione della loro qualità agronomica, identificata dalla attribuzione alle sottozone E2, E3, E4, E5, secondo quanto stabilito dall'art. 8, primo comma, del D.P.G.R. 228/94, Direttive per le Zone Agricole. Tali sottozone trovano ulteriore articolazione interna, in relazione alle disposizioni del P.T.P. 14 Delle Isole di San Pietro – Sant'Antioco, in funzione della parziale appartenenza ad ambiti di conservazione integrale (1), ambiti di trasformazione (2), o ambiti di restauro e recupero ambientale (3).

a) attuazione

Concessione diretta, nei termini stabiliti dal D.A. EE.L. Finanze e Urbanistica 20.12.1983 n° 2266/U, con particolare riferimento alle procedure di autorizzazione - da parte del Consiglio Comunale - degli impianti speciali e di quelli legati a particolari esigenze aziendali.

b) destinazione

Sono ammesse, per le diverse sub zone, le destinazioni stabilite dal decreto citato al punto a, nell'osservanza delle indicazioni fornite dalla C.A. EE.LL. Finanze e Urbanistica 10.5.1984 n° 1/1984. Sono in particolare richiamate tutte le disposizioni previste dal D.P.G.R. 228/94, Direttiva per le Zone Agricole emanata ai sensi dell'art. 8 della L.R. 22.12.1989 n.45 e successive modificazioni. Sono pertanto previste le attività connesse all'esercizio dell'agricoltura, della pastorizia, della zootecnia, dell'itticoltura, delle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, dell'agriturismo, della silvicoltura e della coltivazione industriale del legno, purché - in generale - compatibili con gli usi consentiti negli ambiti di tutela 2a, 2b, 2c del P.T.P. 14 Delle Isole di San Pietro – Sant'Antioco. Nelle sottozone E52a* ed E52b*, sono consentite le attività previste per le corrispondenti zone non asteriscate, salvo l'allevamento di pollame o bestiame, ovvero il tenere bestiame in ricovero o al pascolo. E' consentita - con le limitazioni successivamente introdotte - la realizzazione di edifici, attrezzature ed impianti connessi con gli usi indicati; in particolare quelli:

- necessari alle attività dell'agricoltura, della pastorizia, della zootecnia, dell'itticoltura, della conservazione e trasformazione dei prodotti aziendali;
- necessari all'agriturismo;
- funzionali alla conduzione e gestione dei boschi e degli impianti arborei industriali;
- funzionali al recupero terapeutico dei disabili, dei tossico dipendenti e, in generale, alla

profilassi ed al recupero delle patologie sociali.

- Relazione con il progetto

L'opera progettata, sotto il profilo urbanistico è conforme e coerente con la pianificazione urbanistica generale ed attuativa vigente oramai compiuta nell'assetto funzionale e fisico, e rappresenta la naturale integrazione e sviluppo infrastrutturale del contesto urbano trasformato, peraltro sostenibile dal contesto paesaggistico dell'assetto insediativo e storico-culturale più ampio. In conclusione, non si ravvisano elementi di contrasto con la vincolistica esistente poiché tutti gli impatti oltre che minimi, sono reversibili, a lavori conclusi.

Inoltre non sarà sottratto spazio alle attività previste dal P.U.C. e ci sarà una totale restituzione del sito alla originaria destinazione d'uso.

2.3. Pianificazione regionale per il risanamento e la qualità dell'ambiente

In questo capitolo sono analizzate le relazioni tra il progetto e i principali strumenti regionali relativi alla salvaguardia e al risanamento ambientale.

2.3.1. Piano Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) è stato redatto, ai sensi dell'Art. 44 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i., dal Servizio di Tutela delle Acque dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, con la collaborazione del Raggruppamento Temporaneo d'Imprese (R.T.I). Il PTA costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter della legge n. 183 del 1989 e s.m.i..

Il documento, come previsto dalla L. R. 14/2000 è stato predisposto sulla base delle linee generali approvate dalla Giunta Regionale con D.G.R. 47/18 del 5.10.2005 ed in conformità alle linee-guida approvate da parte del Consiglio regionale, nella fase preparatoria è stato oggetto sia di un confronto col Piano Stralcio per l'Utilizzo delle Risorse Idriche e col Piano Regionale Generale Acquedotti, sia di una consultazione pubblica rivolta a tutte le istituzioni pubbliche e private interessate all'argomento.

Nella redazione del documento si è tenuto conto delle prescrizioni dettate dalla Direttiva 2000/60/CE che disciplina la redazione del Piano di Gestione dei bacini idrografici e che, pur non ancora recepita dallo Stato Italiano, non esonera le Regioni dall'applicazione della stessa. In realtà, il D. Lgs. 152/99, anticipando in larga parte il contenuto della Direttiva, all'epoca dell'emanazione dello stesso in avanzata fase di definizione, ha individuato nel Piano di Tutela un documento già pienamente rispondente al Piano di Gestione, a meno di alcuni elementi aggiuntivi che, in questa redazione, sono già stati in gran parte presi in considerazione.

Obiettivo fondamentale è pervenire alla costruzione di un Piano di tutela delle acque che sia strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Questo nell'idea fondativa secondo la quale solo con interventi integrati che agiscano anche sugli aspetti quantitativi, non limitandosi ai soli aspetti qualitativi, possa essere garantito un uso sostenibile della risorsa idrica, per il perseguimento dei seguenti obiettivi:

3) raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;

4) recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo dovrà essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;

5) raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;

6) lotta alla desertificazione.

Come previsto dalla Legge 183/89, la Regione integra il dispositivo del PTA con Direttive "alle quali devono uniformarsi la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica e l'utilizzazione delle acque e dei suoli" (art. 17, comma 3, lettera c). Pertanto come ulteriore specificazione degli obiettivi di piano saranno individuate le materie e le problematiche che queste Direttive dovranno trattare. Queste Direttive dovranno, inoltre, essere recepite nei piani territoriali della Regione, delle Province e dei Comuni.

Il PTA e/o le Direttive regionali attuative dovranno includere le problematiche da approfondire nei Piani territoriali di coordinamento delle Province (PTCP) che potranno prevedere, in maggiore dettaglio, gli obiettivi di qualità da conseguire per i singoli corpi idrici, e le azioni e gli interventi per il raggiungimento degli obiettivi, cioè per l'attuazione delle misure, secondo quanto esplicitamente indicato nel programma di misure del PTA.

Il raggiungimento degli obiettivi avviene attraverso un insieme di misure e norme connesse all'attuazione del PTA.

Nella redazione del PTA per le finalità derivanti dall'esigenza di circoscrivere l'esame di approfondimento, riservandolo a porzioni omogenee di territorio, si è suddiviso l'intero territorio Regionale in sedici Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.) costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi, a cui sono state convenzionalmente assegnate le rispettive acque superficiali interne nonché le relative acque sotterranee e marino – costiere. Il PTA costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter della L.R. del 18 Maggio 1989, n. 183 e s.m.i. Tale legge attribuisce all'Autorità di Bacino, che in Sardegna è provvisoriamente rappresentata dalla Giunta Regionale, il governo della risorsa idrica.

- Relazione con il Progetto

La località di Coequaddus nel Comune di Sant'antioco appartiene all'UIO del Palmas, Fig. 2.3.1/A. In particolare, dalla Carta delle Aree sensibili alla desertificazione (scala 1:250.000), risulta che la zona in questione è classificata per lo più con la sigla C2 – Critica, al settimo grado di esposizione su nove. Queste zone sono descritte nella "Relazione generale" del PTA come "aree altamente degradate a causa del cattivo uso del territorio".

In considerazione della tipologia di opera e delle tecniche di utilizzo previste per realizzarla, gli impatti sulla componente sono trascurabili: non si rileva quindi alcuna interferenza fra la realizzazione del progetto e i contenuti del Piano di Tutela delle Acque. Non ci saranno alterazioni alla morfologia dei bacini e al regime idrico delle acque.



Fig. 2.3.1/A: l'Unità Idrografica Omogenea del Palmas. Regione Sardegna, Piano di Tutela delle Acque (art. 44 D.Lgs. 152/99 e s.m.i. - art. 2 L.R. 14/2000 - Dir. 2000/60/CE).

2.3.2. Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche

Il Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'Utilizzazione delle Risorse Idriche costituisce uno dei tasselli del complesso di attività di pianificazione che la Regione Sardegna ha sviluppato nel settore idrico, in applicazione della Legge n. 183/89 e del D.Lgs. N. 152/99 (ora D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.). L'obiettivo del Piano è definire, sulla base degli elementi fissati dal Piano Stralcio Direttore di Bacino Regionale per l'Utilizzo delle Risorse Idriche (predisposto a seguito dell'ordinanza del Ministro dell'Interno n. 3196 del 12 Aprile 2002) gli interventi infrastrutturali e gestionali, nell'arco di tempo di breve-medio termine, necessari ad ottenere, con adeguato livello di affidabilità anche negli anni idrologicamente più difficili, l'equilibrio del bilancio domanda-offerta a livello regionale, nel rispetto dei vincoli di sostenibilità economica ed ambientale imposti dalle norme nazionali e comunitarie.

Il Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'Utilizzo delle Risorse Idriche è stato definitivamente adottato con DGR n. 17/15 del 26 Aprile 2006.

Il Piano ha il compito di individuare le situazioni di squilibrio nel sistema idrico regionale e definire una serie di interventi, gestionali ed infrastrutturali, compatibili con la vincolistica ambientale e la disponibilità economica, al fine di ristabilire una condizione di equilibrio del sistema idrico.

Scopo del Piano è quello di pervenire all'organizzazione coerente di "Progetti" partendo dalle proposte espresse dai soggetti interessati, tenuto conto dei vincoli e degli obiettivi di programmazione regionale fissati nel Piano Direttore.

La procedura adottata si basa sulla organizzazione delle proposte progettuali in sette sistemi di intervento: Posada-Cedrina, Cixerri, Gallura, Nord-Occidentale, Tirso, Sud Sardegna, Sulcis.

- Relazione con il Progetto

In considerazione della tipologia di progetto, il Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'Utilizzo delle Risorse Idriche non presenta elementi in contrasto con la realizzazione del progetto.

2.3.3. Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 55/6 del 29 Novembre 2005 è stato approvato il Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente in Sardegna, di cui al Decreto Legislativo n. 351/99. Il Piano è costituito dai due documenti tecnici:

Valutazione della qualità dell'aria e zonizzazione, in cui vengono riportati i risultati relativi al censimento delle emissioni, all'analisi delle stesse, definita la qualità dell'aria ambiente in Sardegna e, tenuto conto delle criticità ambientali rilevate nel territorio regionale, viene individuata una prima zonizzazione con l'indicazione delle aree potenzialmente critiche per la salute umana e per gli ecosistemi.

Individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D.Lgs. n. 351/99, che contiene:

la valutazione finale della qualità dell'aria ambiente, effettuata dopo le opportune verifiche,

la zonizzazione definitiva del territorio regionale,

le azioni e gli interventi da attuare per il raggiungimento dei valori di qualità nelle aree critiche,

le azioni dirette a mantenere la migliore qualità dell'aria ambiente nelle restanti aree del territorio regionale.

- Relazione con il Progetto

Non sono evidenziabili elementi di contrasto tra la realizzazione del progetto in esame e le indicazioni fornite dal Piano.

2.3.4 Il Piano Forestale Ambientale Regionale

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (P.F.A.R.) è uno strumento quadro di indirizzo, finalizzato alla pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale, per il perseguimento degli obiettivi di tutela dell'ambiente e di sviluppo sostenibile dell'economia rurale della Sardegna. Nel corso degli ultimi decenni è maturata la consapevolezza del ruolo svolto dalle foreste nell'ambito dei modelli di sviluppo compatibile tradottasi progressivamente nella definizione dei criteri della gestione forestale sostenibile.

In linea con il dettato della gestione forestale sostenibile è oggi necessario individuare i modelli di pianificazione orientati alla multifunzionalità delle foreste e che analizzano i sistemi forestali quali parte integrante e compositiva degli ecosistemi territoriali. Promuovere la multifunzionalità dei boschi attraverso la pianificazione significa prima di tutto analizzare il contesto forestale territoriale per derivarne le valenze, presenti e potenziali, di tipo naturalistico, ecologico, protettivo, produttivo. In sintesi gli obiettivi si focalizzano intorno ai grandi temi di interesse generale di:

– protezione delle foreste;

– sviluppo economico del settore forestale;

– cura degli aspetti istituzionali in riferimento alla integrazione delle politiche ambientali, alla pianificazione partecipata fino al livello locale, alla diffusione delle informazioni;

– potenziamento degli strumenti conoscitivi, attività di ricerca ed educazione ambientale.

- Relazione con il Progetto

La zona di studio ricade per il Piano Forestale Ambientale Regionale (P.F.A.R.) nel distretto delle Isole Sulcitane, in particolare 24b - Sub-distretto insulare e costiero.

Nelle parti costiere meridionali dell'isola di S. Antioco è presente la serie sarda occidentale, calcicola, termomediterranea del ginepro turbinato (rif. serie n. 4: *Chamaeropo humilis*-*Juniperetum turbinatae*). Si sviluppa su substrati sedimentari di varia natura (calcarei mesozoici e miocenici, marne, arenarie), in condizioni di bioclima mediterraneo pluvistagionale oceanico, nel piano fitoclimatico termomediterraneo inferiore-superiore, con ombrotipi secco inferiore-superiore. Dal punto di vista fisionomico è costituita da microboschi edafoxerofili con fanerofite cespitose e

nanofanerofite termofile quali *Juniperus turbinata*, *Chamaerops humilis*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus* e *Rhamnus alaternus*. Sono presenti anche entità lianose, geofite e camefite quali *Prasium majus*, *Rubia peregrina* e *Asparagus albus*. Nello strato erbaceo, molto rado, è costante la presenza di *Arisarum vulgare*. La fase regressiva è rappresentata dall'associazione *Pistacio-Chamaeropetum humilis* alla quale si collegano le praterie emicriptofitiche dell'*Asphodelo africanus-Brachypodietum retusi*. La fase pioniera, terofitica, è data dall'associazione *Bupleuro fontanesii* *Scorpiuretum muricati*.



Fig. 2.3.4/A: Stralcio tavola 3 delle serie di vegetazione (Piano Forestale Ambientale Regionale).

2.4. Pianificazione di bacino

Con il D.Lgs. 152/06 la normativa nazionale sulla difesa del suolo ha subito molte variazioni a partire dalla soppressione delle Autorità di Bacino previste dalla Legge 183/89 e dalla istituzione dei Distretti Idrografici, ossia aree di terra e di mare costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere, che costituiranno le principali unità per la gestione dei bacini idrografici.

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 274 del 24 Novembre 2006 sono approvate le modifiche sull'attuazione del Titolo II della Parte Terza del D.Lgs. 152/06 attinenti ai profili organizzativi. In particolare fino alla costituzione dei distretti idrografici, in via transitoria e fino all'entrata in vigore di un futuro decreto correttivo che ridefinisca la disciplina di tutta la Parte Terza del D.Lgs. 152/06, vengono mantenute in essere le preesistenti Autorità di Bacino e fatti salvi gli atti da esse emanati.

2.4.1. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) individua le aree a rischio per fenomeni di piena e

di frana, secondo quanto previsto dalla Legge 267/98. Il PAI per il bacino idrografico unico della Sardegna è stato adottato in via definitiva con Delibera della Giunta Regionale n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e attraverso il Decreto Assessoriale n. 3 del 21 Febbraio 2005 di esecutività della succitata Delibera è stato pubblicato sul BURAS n. 8 del 11 Marzo 2005.

Dalla data di esecutività della Delibera e di pubblicazione del Piano sono diventati efficaci le disposizioni delle Norme Tecniche di Attuazione mentre è decaduto il precedente Piano Straordinario per le Aree a Rischio Idrogeologico approvato con Decreto Interassessoriale n. 548 del 4 Agosto 2000 e le relative norme di salvaguardia.

Con Deliberazione n. 17/14 del 26 Aprile 2006 la Giunta Regionale, in qualità di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, ha approvato le modifiche e l'errata corrige delle Norme di Attuazione del PAI entrate in vigore a seguito del Decreto Assessoriale n. 3 del 21 Febbraio 2005.

Con Deliberazione n.13/22 del 4 Marzo 2008 la Giunta Regionale, ha approvato le modifiche all'art. 4 comma 11 e all'art. 31.

Il Piano è costituito dalla relazione di sintesi regionale, dalla cartografia delle aree a rischio, di quelle pericolose, degli elementi a rischio e dalle norme che ne regolano l'uso e le misure di salvaguardia.

Tutta l'attività di supporto al Piano è raccolta in 7 *contenitori* per ciascun Sub-Bacino (Fig. 2.4.1/A) e comprende l'individuazione e la definizione delle sezioni aree critiche, gli studi idrologici, idraulici e quelli di stabilità di versanti per ciascuna porzione del territorio sardo alla scala 1:10.000. Ogni contenitore contiene una Relazione di Sub-Bacino ed una serie di allegati tecnici secondo le tre fasi previste dalla normativa:

- Fase I: individuazione delle aree a rischio idrogeologico, quali aree a rischio idraulico e a rischio di frana;
- Fase II: perimetrazione delle aree a rischio e definizione delle misure salvaguardia;
- Fase III- Mitigazione del rischio, individuando interventi di riduzione e mitigazione del rischio idraulico e di frana.

La Regione Sardegna fino all'istituzione dell'Autorità di Bacino Regionale esercita le competenze di pianificazione di bacino idrografico attraverso i propri organi ed uffici. La predisposizione del PAI ha le seguenti finalità:

garantire nel territorio della Regione Sardegna adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni;

inibire attività ed interventi capaci di ostacolare il processo verso un adeguato assetto idrogeologico di tutti i sottobacini oggetto del piano;

costituire condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;

stabilire disposizioni generali per il controllo della pericolosità idrogeologica diffusa in aree non perimetrate direttamente dal piano;

impedire l'aumento delle situazioni di pericolo e delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti alla data di approvazione del piano;

evitare la creazione di nuove situazioni di rischio attraverso prescrizioni finalizzate a prevenire effetti negativi di attività antropiche sull'equilibrio idrogeologico dato, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate dal piano;

rendere armonico l'inserimento del PAI nel quadro della legislazione, della programmazione e della pianificazione della Regione Sardegna attraverso opportune previsioni di coordinamento;

offrire alla pianificazione regionale di protezione civile le informazioni necessarie sulle condizioni di rischio esistenti;

individuare e sviluppare il sistema degli interventi per ridurre o eliminare le situazioni di pericolo e

le condizioni di rischio, anche allo scopo di costituire il riferimento per i programmi triennali di attuazione del PAI;

creare la base informativa indispensabile per le politiche e le iniziative regionali in materia di delocalizzazioni e di verifiche tecniche da condurre sul rischio specifico esistente a carico di infrastrutture, impianti o insediamenti.

In figura 2.4.1/A è riportata la distribuzione dei sette sotto-bacini idrografici così come individuati dalla Regione all'interno del PAI

Le Norme Tecniche di Attuazione del PAI prevedono:

linee guida, indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica;

disciplina le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato A del PAI;

disciplina le aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1) perimetrate nei territori dei Comuni indicati nell'Allegato B del PAI.

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 di cui sopra:

le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato C del PAI;

le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1) perimetrate nei territori dei Comuni rispettivamente indicati nell'Allegato D del PAI.

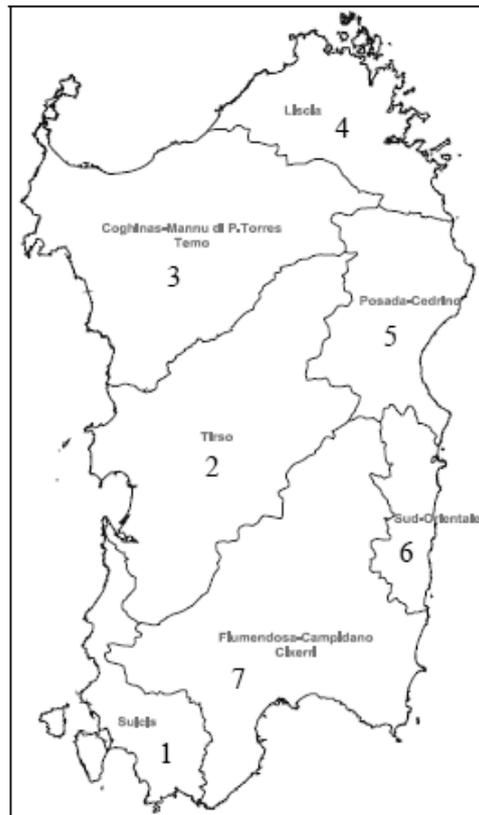


Fig. 2.4.1/A: delimitazione dei Sub-bacini Regionali Sardi, Piano Stralchio di Assetto Idrogeologico, Regione Autonoma della Sardegna

- Relazione con il Progetto

Il permesso di ricerca è inserito nel sub –Bacino 1 Sulcis.

La zona interessata dal permesso non è censita tra quelle a "Pericolosità da frana", ma una piccola parte posta a nord ricade all'interno di quelle a "Pericolosità idraulica".

In particolare la fascia interessata da "Pericolosità idraulica" abbraccia le aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1), tuttavia i pozzi che verranno realizzati non ricadono all'interno della perimetrazione PAI (TAV 18 allegata).

2.5. Pianificazione delle aree di salvaguardia

In questo Paragrafo sono esaminati i principali aspetti istituzionali relativi a:

Istituzione della Rete Natura 2000 ai sensi di:

Direttiva Comunitaria 92/43/CEE del 21 Maggio 1992 (Direttiva "Habitat"), recepita in Italia con Decreto del Presidente della Repubblica 8 Settembre 1997 n. 357, "Regolamento Recante Attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla Conservazione degli Habitat Naturali e Seminaturali, nonché della Flora e della Fauna Selvatiche",

Direttiva Comunitaria 79/409/CEE del 2 Aprile 1979 (Direttiva "Uccelli"), concernente la conservazione degli uccelli selvatici, recepita in Italia con la Legge n. 157/1992.

La Direttiva 79/409/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici (anche denominata Direttiva "Uccelli") ha designato le Zone di Protezione Speciale (ZPS), costituite da territori idonei per estensione e/o localizzazione geografica alla conservazione delle specie di uccelli di cui all'allegato I della direttiva citata.

Successivamente la Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (anche denominata Direttiva "Habitat") ha designato i siti di importanza comunitaria e le zone speciali di conservazione, con la seguente definizione:

- Sito di Importanza Comunitaria (SIC): un sito che, nella o nelle regioni biogeografiche cui appartiene, contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale di cui all'allegato I o una specie di cui all'allegato II della direttiva in uno stato di conservazione soddisfacente e che può inoltre contribuire in modo significativo alla coerenza della Rete Natura 2000 (si tratta della rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione istituita ai sensi dell'art. 3 della direttiva), e/o che contribuisce in modo significativo al mantenimento della diversità biologica nella regione biogeografica o nelle regioni biogeografiche in questione. Per le specie animali che occupano ampi territori, i siti di importanza comunitaria corrispondono ai luoghi, all'interno dell'area di ripartizione naturale di tali specie, che presentano gli elementi fisici o biologici essenziali alla loro vita e riproduzione.

- Zona Speciale di Conservazione (ZSC): un sito di importanza comunitaria designato dagli Stati membri mediante un atto regolamentare, amministrativo e/o contrattuale in cui sono applicate le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e/o delle popolazioni delle specie per cui il sito è designato.

Gli ambiti territoriali designati come ZPS e come SIC, che al termine dell'iter istitutivo diverranno ZSC costituiscono la rete ecologica Natura 2000, formata da ambiti territoriali in cui si trovano tipi di habitat e habitat di specie di interesse comunitario.

La Legge Regionale 29 Luglio 1998, n. 23 "Norme per la Protezione della Fauna Selvatica e per l'Esercizio della Caccia in Sardegna" ha recepito ed attuato, a livello regionale, le Direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE.

In Sardegna sono stati inizialmente individuati 15 siti ZPS (pari a 51,206 ha) e 92 pSIC (pari a 426.251 ha), per una superficie totale di ha 427.183 ha interessata dalla Rete Natura 2000, pari al 17,7% del territorio regionale.

- Relazioni con il Progetto

Dall'analisi della cartografia si evince che l'area del permesso ricade nella perimetrazione del SIC (ITB042225) e della ZPS (ITB043032).

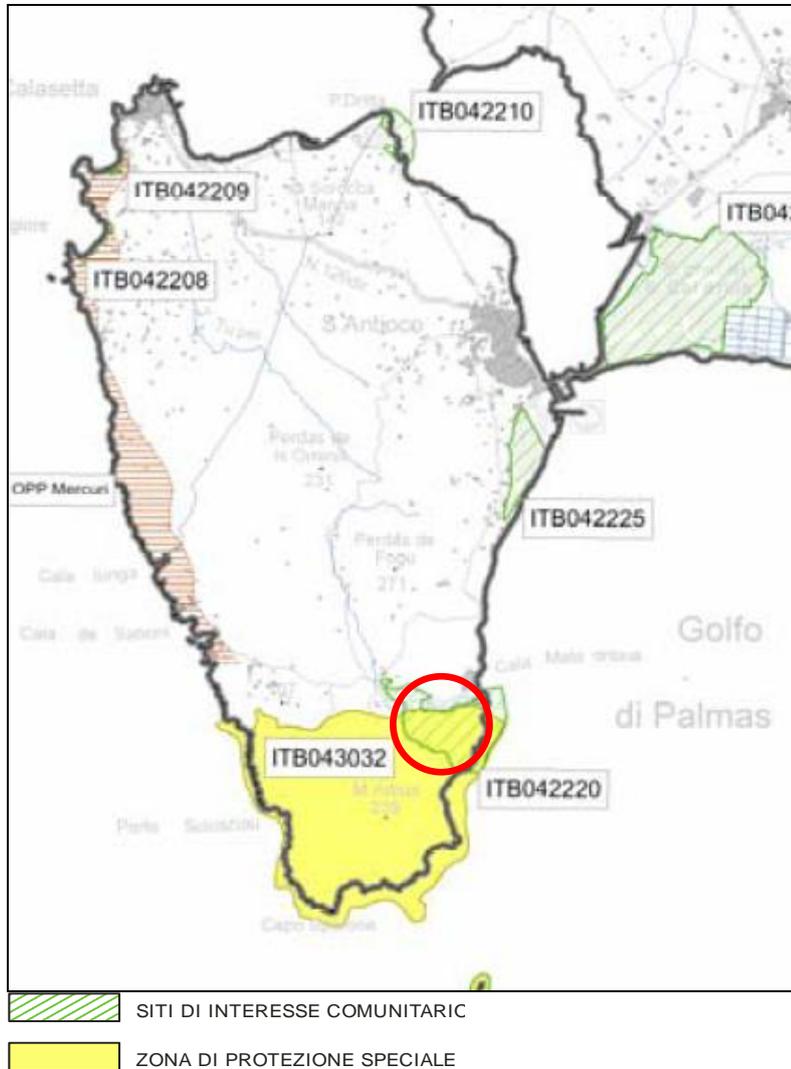


Fig. 2.5/A: Stralcio tavola 5 Aree istituite di tutela (Piano Forestale Ambientale Regionale).

2.6. Pianificazione socio-economica

Per quanto riguarda la pianificazione socio-economica verranno analizzati il Programma Operativo Regionale (POR) e il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013.

2.6.1. Programma Operativo Regionale (POR) Obiettivo Competitività regionale e occupazione Fondo Sociale Europeo (FSE) 2007-2013

Il POR Sardegna è stato approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 23/7 del 13.06.2007 – approvazione del Programma Operativo Regionale Sardegna Obiettivo Competitività regionale e occupazione Fondo Sociale Europeo 2007-2013.

L'obiettivo globale del Programma è quello di aumentare e migliorare le competenze per aumentare e migliorare i posti di lavoro in un'economia che deve cogliere nuove opportunità di sviluppo.

Il Programma è stato predisposto sulla base degli Orientamenti Strategici Comunitari per la politica di coesione e di quanto previsto nei Regolamenti (CE) n. 1083/2006 del Consiglio dell'11 luglio 2006, recante disposizioni generali sui Fondi Strutturali, n. 1081/2006 del Parlamento Europeo e del

Consiglio del 5 luglio 2006, relativo al Fondo Sociale Europeo (FSE) e n. 1828/2006 della Commissione dell'8 dicembre 2006 che stabilisce modalità di applicazione del Regolamento (CE) n. 1083/2006. La stesura del Documento ha visto il coinvolgimento del Gruppo di lavoro costituito in seno alla Direzione Generale dell'Assessorato del Lavoro, che ha coinvolto i diversi Servizi competenti dello stesso Assessorato, gli altri Assessorati di riferimento, i quali hanno fatto pervenire i loro contributi, relativamente alle materie di propria competenza, e, per tutti gli aspetti trasversali e di raccordo, il Centro regionale di Programmazione.

Nella definizione del POR FSE è stato coinvolto il Partenariato Istituzionale e Socio-economico. Sono stati svolti incontri specifici sulla nuova programmazione aperti alle forze in esso presenti, per aree tematiche particolari (attività produttive, turismo e ambiente), con rappresentanti degli Assessorati competenti, delle istituzioni locali, dei sindacati e delle associazioni datoriali.

Il Fondo Sociale Europeo sostiene, in generale, le politiche che contribuiscono alla crescita economica e allo sviluppo sostenibile dei territori, attraverso la qualificazione e la valorizzazione delle risorse umane, nell'ambito della strategia volta a contribuire alla complessiva coesione economica e sociale dell'Unione Europea.

- Relazioni con il progetto

La realizzazione del progetto non presenta elementi di interferenza con la programmazione regionale definita dal POR (2000-2007).

2.6.2. Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013

Con Deliberazione n. 24/1 del 28 Giugno 2007 la Giunta Regionale ha approvato il Programma di Sviluppo Rurale per la Sardegna 2007-2013. Il nuovo strumento di programmazione, per i prossimi sette anni e in base alle indicazioni contenute nel regolamento comunitario 1698/2005, concentra in un unico documento il Piano di Sviluppo Rurale, il Programma Operativo Regionale per la parte FEOGA (Fondo Europeo Agricolo/sezioni Orientamento e Garanzia) e il Programma Leader.

Il PSR è strutturato nei quattro Assi seguenti:

l'Asse 1 è incentrato sul miglioramento della competitività del sistema agricolo e forestale nel rispetto della sostenibilità ambientale e della salvaguardia del paesaggio rurale;

l'Asse 2 è incentrato sul miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale;

l'Asse 3 è incentrato sulla qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia rurale attraverso Programmi integrati di sviluppo rurale;

l'Asse 4 è incentrato sul miglioramento della governance e delle capacità istituzionali regionali e locali (Approccio Leader).

Nel nuovo PSR è delineata la strategia progettuale per il rilancio del comparto agricolo della Sardegna e questo strumento vuole dare risposte alle diverse criticità dell'agricoltura dell'Isola. L'obiettivo primario del Piano di Sviluppo Rurale è quello di favorire l'aggregazione dell'offerta, tramite le Organizzazioni dei produttori, per fare impresa e per consentire alle aziende agricole di essere competitive su un mercato sempre più agguerrito e globalizzato. In secondo luogo, è necessario puntare sui progetti integrati di filiera e sulla qualità. Altro caposaldo del PSR è la multifunzionalità, offrire cioè nuove opportunità economiche grazie al legame con la cultura, le tradizioni e l'ambiente.

Al fine di creare le condizioni perché l'economia rurale porti reddito alternativo, nel Programma sono contenute diverse misure, ad esempio il recupero dei centri storici e delle strutture rurali o il sostegno per la creazione di attività legate ai prodotti dell'agroalimentare locale, che possono ridare vitalità e vivibilità a paesi dove lo spopolamento e il crescente abbandono delle terre sono realtà preoccupanti.

- Relazioni con il progetto

Dall'analisi svolta la realizzazione del progetto non risulta interferire con le politiche del Piano di Sviluppo Rurale.

2.7 Rapporto di coerenza del progetto rispetto agli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori

Nella tabella a seguire si è voluto sintetizzare il rapporto di coerenza tra gli obiettivi del progetto e gli obiettivi dei piani analizzati.

Legenda	
	Coerenza
	Nessuna interferenza tra obiettivi del progetto e obiettivi di piano
	Non coerenza

Strumenti pianificatori	Obiettivi di Progetto		
	Ricerca di acque minerali termali	Importanza strategica per le attività della Reno Srl	Completo ripristino del sito alla fine delle attività di Ricerca
Piano Regionale per le Attività Estrattive			
Piano Paesaggistico Regionale			
Piano Urbanistico Provinciale			
Piano Urbanistico Comunale			
Piano Tutela delle Acque			
Piano stralcio del bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche			
Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria Ambiente			
Piano Forestale Ambientale Regionale			
Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico			
Piani delle aree di salvaguardia			
Programma Operativo Regionale (POR) (FSE) 2007-2013			
Programma di Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013			

2.8. Indicazione dei tempi di attuazione dell'intervento e delle infrastrutturazioni complementari e di servizio.

L'intervento ha un periodo di attuazione di durante pari a due mesi la quale si servirà delle infrastrutture già esistenti nel territorio.

3. Quadro Progettuale

Introduzione

Il quadro progettuale, secondo l'Allegato A2 alla D.G.R. n. 24/23, descrive il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati; delinea inoltre l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta relativi al settore di interesse. Consta di due distinte parti, la prima delle quali esplicita le motivazioni assunte dal proponente nella definizione del progetto; la seconda concorre al giudizio di compatibilità ambientale e descrive le motivazioni tecniche delle scelte progettuali, nonché misure, provvedimenti ed interventi, anche non strettamente riferibili al progetto, che il proponente ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento dell'opera nell'ambiente.

Il quadro di riferimento progettuale precisa le caratteristiche dell'opera progettata, con particolare riferimento a:

- la natura dei beni e/o servizi offerti;
- il grado di copertura della domanda ed i suoi livelli di soddisfacimento in funzione delle diverse ipotesi progettuali esaminate, ciò anche con riferimento all'ipotesi di assenza dell'intervento;
- la prevedibile evoluzione qualitativa e quantitativa del rapporto domanda-offerta riferita alla presumibile vita tecnica ed economica dell'intervento;
- l'articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera in fase di cantiere e di quelle che ne caratterizzano l'esercizio;
- i criteri che hanno guidato le scelte del progettista in relazione alle previsioni delle trasformazioni territoriali di breve e lungo periodo conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizio e dell'eventuale indotto;
- i risultati dell'analisi economica di costi e benefici, evidenziando in particolare i valori unitari assunti dall'analisi e il tasso di redditività interna dell'investimento.

Nel quadro progettuale si descrivono inoltre:

- le caratteristiche tecniche e fisiche del progetto e le aree occupate durante la fase di costruzione e di esercizio;
- l'insieme dei condizionamenti e vincoli di cui si è dovuto tener conto nella redazione del progetto e in particolare;
- le motivazioni tecniche della scelta progettuale e delle principali alternative prese in esame, opportunamente descritte;
- le eventuali misure non strettamente riferibili al progetto o provvedimenti di carattere gestionale che si ritiene opportuno adottare per contenere gli impatti sia nel corso della fase di costruzione, che di esercizio;
- gli interventi di ottimizzazione dell'inserimento nel territorio e nell'ambiente;
- gli interventi tesi a riequilibrare eventuali scompensi indotti sull'ambiente.

3.1. La natura dei beni e/o dei servizi offerti

Il progetto proposto ha come fine l'ottenimento di un permesso di ricerca di un giacimento di acque termali in località Coaquaddus in agro del comune di Sant'Antioco.

3.1.1. I minerali da coltivare

Come accennato nel primo capitolo del presente Studio di Impatto Ambientale, scopo del progetto è la ricerca di un giacimento di acque termali.

3.1.2. Studi preliminari

Il "Rapporto Geologico Preliminare circa la possibilità di Sfruttamento delle Sorgenti di Acqua Termale nella proprietà Scoglio s.a. (attualmente RE.NO. s.r.l.)" condotta su mandato del 20.2.2008

della Ditta AMSA AG dallo studio Consulenze geologiche e ambientali SAGL di Markus Felber dr. se. nat. ETHZ - Ing. SIA di Morbio inferiore.

Questi hanno svolto le indagini secondo il seguente piano di lavoro:

1. rilievi di terreno (geologici e strutturali) delle rocce dell'area costiera in prossimità delle risorgenze segnalate e ipotizzate;
2. verifica diretta di fuoriuscite di acqua termale dalla roccia;
3. rilievo e osservazione del fondale marino alla ricerca di eventuali manifestazioni risorgive con modifica della morfologia;
4. rilevamenti della temperatura delle acque nella fascia costiera;
5. eventuali prelievi di acqua termale e loro caratterizzazione chimica;
6. rapporto geologico circa il potenziale termale della zona di Coquaddus;
7. proposte di verifiche e ulteriori interventi;

In considerazione del fatto che le informazioni sulla fascia costiera di Coquaddus risultavano essere scarse e comunque insufficienti circa la localizzazione seppur approssimativa di eventuali sorgenti termali, prima di indagare questa area si è proceduto a testare il previsto metodo nella baia di Maladroxia, ubicata circa 2,5 km più a Nord rispetto a Coquaddus, nei punti indicati dalla popolazione locale come risorgenze certe di acqua termale nel mare. Le sommarie indicazioni relative l'ubicazione e alla tipologia di una presunta sorgente termale in mare in località Coquaddus (Comune di Sant'Antioco) hanno portato, anche a causa di sparute e insufficienti indicazioni geologiche e morfologiche, all'acquisizione di ulteriori informazioni scientifiche e storiche attraverso la letteratura, dalla quale risulta la presenza di sorgenti termali in mare in località Maladroxia (Comune di Sant'Antioco).

Un piano analitico per l'indagine delle acque termali è stato discusso con il Prof. W. Balderer titolare della cattedra di idrogeologia presso il Politecnico federale di Zurigo allo scopo di definire il potenziale sia termale sia curativo delle eventuali acque rilevate. In loco, dagli abitanti e soprattutto dalla gente marinara, si sono potute acquisire ulteriori informazioni (che rasentano comunque la leggenda) al riguardo delle sorgenti di Maladroxia ma non di Coquaddus. -Tratto dal Dizionario Storico Sardo "Angius/Casalis " (1833-1856):

*“Tra le fonti più notevoli sono degne di menzione le due termali e minerali che trovansi presso il lido del seno sulcitano (Golfo di Palmas) nel luogo che dicono Porticellu, distanti una dall'altra circa metri 60, ed una più abbondante dell'altra. Siccome la roccia in cui sono aperte le due vene, poco si levano sul livello del mare, però in tempo di pienezza sono stemperate dall'acqua salsa. In là di questo punto, in quello di (Ndr Maladroxia), a distanza di metri 10 dalla spiaggia, dentro il mare in un fondo basse or m, 0,25 ed ora 0,40 è un grosso zampillo d'acqua termale, che forma una ruota del diametro d' una tesa, dove è maggiore la forza del calore. L'acqua viene su con tant'impeto che rimescola le arene in somiglianza d'una ebullizione. **Presso la spiaggia di Coa-e-cuaddu** (Ndr Coquaddus), un miglio sotto all'austro di Malladorgia, è indicata una fonte consimile. Essendo così corta la distanza di questa fonte dal lito, così basso il fondo, potrebbesi facilmente con pietre, sabbia e terra avanzare il suolo sull'acqua, separarla dal mare e renderla utile a'malati*

A titolo di complemento si rammenta come altre notizie storiche richiamano la conoscenza delle sorgenti di Maladroxia già in epoca romana, quando comunque il livello del mare doveva risultare più basso rispetto ad oggi e quindi le sorgenti dovevano essere direttamente accessibili.

Rilievi di terreno preliminari hanno avuto luogo il 5 aprile 2008 nell'area di Coquaddus e nella medesima giornata, si è proceduto all'organizzazione dei lavori per la preparazione della necessaria strumentazione da

usare in mare.

Le indagini in mare si sono svolte in data 6 e 7 aprile 2008 con l'utilizzo di un'imbarcazione e in condizioni meteorologiche favorevoli con leggero vento da SE (scirocco) che, tenuto conto dell'obiettivo delle indagini, ha favorito in un certo senso i rilievi termici sottocosta "spingendo" le acque di mare verso terra ed evitando una immediata dispersione di eventuali risorgenze sul fondale marino.

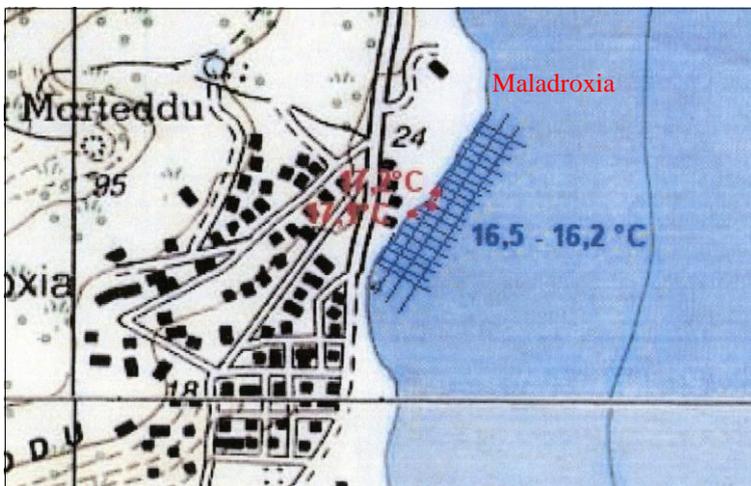
TEST E VERIFICHE NELLA BAIJA DI MALADROXIA

Come indicato in precedenza il sistema investigativo è stato testato in presenza di sorgenti subacquee note nell'area di Maladroxia.

L'indagine è consistita in:

- rilievi delle temperature al fondo del mare nella fascia costiera secondo una griglia,
- rilievi delle temperatura del mare sulla riva,
- rilievi strutturali.

La rete di misure della temperatura è stata realizzata disponendo linee di navigazione parallele alla costa o a



Rete di misura sottocosta nella baia di Maladroxia

punti dalla riva (là dove il fondale presentava scogli o il fondale fosse a meno di 1 m di profondità) con maglia di lato di 6-8 m dove, all'intersezione delle linee, sono state eseguite circa 80 misure sul fondo del mare. In generale i risultati indicano temperature al fondo di 16,2 fino a 16,5 °C, solo 3 hanno chiaramente evidenziato fuoriuscite di acqua termale a 17,2 - 17,1 °C sottocosta alla profondità variabile fra - 50 cm e 1,50 m..

Delle 3 anomalie termiche rilevate, localizzate a circa 3-5 m dalla linea di costa in corrispondenza dell'ultima

insenatura in roccia verso Nord e che secondo la popolazione sono state scavate in epoca passata per permettere lo sfruttamento delle acque termali, solo quella più a Nord presenta anomalie apprezzabili.

La costa rocciosa nel settore Nord della baia di Maladroxia presenta un sistema di faglie subverticali orientate sull'asse 100/280°. Si ritiene che lo stesso sia all'origine della circolazione delle acque termali.

INDAGINI NELLA BAIJA DI COQUADDUS

Verificato il successo del metodo investigativo applicato nella baia di Maladroxia, le indagini sono state spostate nella baia di Coquaddus.

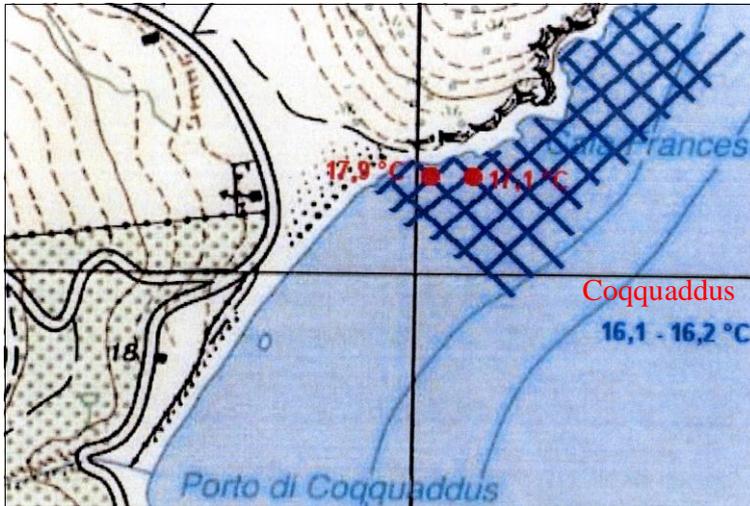
Le osservazioni sul terreno hanno rilevato innanzitutto il medesimo sistema di strutture già rilevato nella baia precedente, vale a dire una successione di faglie nella fascia di costa orientate 290/110° con angolo di 35° verso NE e 340/160° subverticale. Ne è in particolare interessata la prima insenatura a sud situata nel settore Nord della baia di Coquaddus.

Il fondale marino rilevato su una larghezza di circa 50 m dalla linea di costa e sulla lunghezza di circa 200 m presenta, ad eccezione di alcuni scogli, estrema regolarità e non evidenzia strutture morfologiche che possono essere individuate come fuoriuscita di acque termali. La profondità dei punti di misura si sviluppa fra - 10 cm dal pelo dell'acqua a ca. - 280 cm.

La costa dell'area indagata di Coquaddus è in roccia e presenta, analogamente alla baia di Maladroxia, insenature di origine naturale, ma delle quali non si può escludere un'opera di scavo

artificiale. Di fronte alla costa rocciosa sono state eseguite circa 6 linee di misura su una lunghezza di circa 230 m e regolari punti di verifica della temperatura ogni 15 m circa. Nella fascia prossima alla costa le misure sono state più ravvicinate a 5-6 m di distanza. In totale sono state acquisite 70 misure della temperatura dell'acqua sul fondale in sabbia del mare.

Le misure eseguite indicano una temperatura +/- regolare di 16,1-16,2 °C per tutta l'area indagata,



Rete di misura sottocosta nella baia di Coquaddus

ad eccezione dell'allineamento rilevato nella prima baia (verso sud) in roccia dove le temperature hanno indicato valori di 17,9 °C con diminuzione della stessa in funzione dell'allontanamento dalla costa, perdendo il "segnale" a 17,1 °C poco oltre lo scoglio.

Lo stesso vale per acquisizioni mantenute per una decina di minuti sullo stesso punto di misura con variazioni delle temperatura leggibili in tempo reale.

Il fenomeno si spiega con 2 possibili cause:

1. il moto ondoso che provoca un rimescolamento dell'acqua,
2. la fuoriuscita intermittente dell'acqua termale.

Si ritiene più verosimile la seconda ipotesi in quanto il moto ondoso era minimo, anche se non si può totalmente escludere un rimescolamento a correnti di fondo minime.

MISURE DELLA CONDUCIBILITÀ

Le misure di conducibilità avrebbero dovuto indicare eventuali anomalie nella composizione dell'acqua di mare in funzione di eventuali apporti di acqua termale. In principio avrebbero dovuto confermare le anomalie termiche riscontrate. Purtroppo, a causa dei limiti della strumentazione, la variazione, seppur continua nell'ordine del +3%, non ha permesso una lettura sistematica della conducibilità e quindi di eventuali variazioni della salinità sul fondale del tratto di mare indagato. Non si può però nemmeno escludere che non vi siano grosse e sufficienti differenze nella qualità dell'acqua termale in rapporto a quella di mare, pur tenuto conto che la prima, come fuoriesce dal fondo, si mescola immediatamente alla stessa, impedendo delle valutazioni.

SINTESI DEI DATI

Le indagini eseguite nella baia di Coquaddus hanno permesso di:

- individuare una o più risorgenze di acqua termale nella prima insenatura in roccia immediatamente al limite Nord della spiaggia di Coquaddus;
- determinare, tramite variazioni della temperatura sul fondo del mare su un allineamento di circa 25 m, valori fra 17,9 e 17,1 °C;
- rilevare le risorgenze sul fondo del mare in assenza di variazioni morfologiche dello stesso fondale marino;
- accertare che la profondità di fuoriuscita è nell'ordine di - 120 fino a - 250 cm dal pelo dell'acqua;
- di ipotizzare con grande probabilità che l'allineamento dell'anomalia termica corrisponda al sistema di faglie rilevato, segnatamente a una faglia subverticale con andamento 290°/110°, oppure (meno probabile) al sistema 340°/160° subverticale;

- ipotizzare che tali faglie potrebbe essere all'origine della circolazione dell'acque e della sua fuoriuscita sul fondo del mare;
- determinare che la temperatura dell'acqua termale, nota solo dopo miscelazione con l'acqua di mare, in un massimo di 17,9 °C.

Attraverso le stesse indagini non è stato possibile:

- stabilire la portata in l/min della risorgenza ed i suoi esatti punti o punto di emergenza;
- individuare l'esatta temperatura in assenza di acqua di mare;
- determinare la composizione dell'acqua termale in quanto la stessa viene immediatamente miscelata all'acqua di mare;
- prelevare, nonostante i diversi tentativi, un campione di acqua dal fondale di certa origine termale, mancando il reperimento di un preciso punto di captazione e non potendo escludere a priori la miscelazione con acqua di mare, per cui l'analisi, oltre a costi non giustificati, non avrebbe fornito indicazioni sulla composizione chimica di quanto cercato.

3.1.3. Classificazione delle acque termali

Le acque termali sono classificate in base ad alcuni criteri identificativi che corrispondono ai caratteri generali (colore, odore, sapore, limpidezza, colloidali); ad analisi chimico-fisiche (temperatura, densità, indice di rifrazione, abbassamento crioscopico, pressione osmotica, pH, conducibilità elettrica); ai risultati delle analisi chimiche (residuo fisso a 100°C, a 180°C, al rosso scuro, ammoniaca, nitriti, nitrati, ossigeno, idrogeno solforato, grado solfidrometrico, durezza, alcalinità, arsenico, ozono, azione catalitica, reazione al cloridrato di benzidina, gas). Le acque minerali possono essere classificate in maniera diversa a seconda del parametro considerato (proprietà terapeutiche, caratteristiche chimiche, fisiche, chimico-fisiche). Con riferimento alla concentrazione salina, in base al residuo fisso a 180°, le acque vengono distinte in:

1. acque oligominerali con residuo non superiore a 200 mg/l;
2. acque mediominerali con residuo compreso tra 200 mg/l/l e 1/l;
3. acque minerali (in senso stretto) con residuo superiore a 1/l.

In relazione alla temperatura si distinguono:

- acque fredde, con temperatura alla sorgente inferiore a 20°C
- acque calde o termali con temperatura superiore a 20°C. A loro volta le acque termali si distinguono in:
 1. ipotermali (con temperatura tra 20° e 30 °C)
 2. omeotermali (con temperatura tra 30° e 40°C)
 3. ipertermali (con temperatura superiore a 40°C).

Con riguardo alla composizione salina è possibile individuare:

- acque solfuree, se c'è una prevalenza dell'anione solfidrile;
- acque salse se c'è una prevalenza dell'anione cloruro;
- acque solfate se prevale l'anione solfato;
- acque bicarbonate se c'è prevalenza dell'anione bicarbonato.

A loro volta questi tipi di acqua possono presentare degli altri anioni in qualità significative determinando dei sottotipi es. acque salso-bicarbonate, acque salsobromiodiche.

In Italia è adottata la classificazione di Marotta e Sica nella quale sono presi in considerazione aspetti quantitativi e qualitativi e che di seguito riportati.

Classificazione italiana della acque minerali secondo Marotta e Sica (Annuali di chimica applicata).

Acque da Bagno

Acque (Temperatura non superiore a 20°C)	fredde	<ul style="list-style-type: none">• Salse• Solfuree• Bicarbonate
--	--------	--

Acque (Temperatura tra 20° e 30°C)	ipotermali	<ul style="list-style-type: none">• Salse• Solfuree• Bicarbonate
Acque (Temperatura tra 30° e 40°C)	termali	<ul style="list-style-type: none">• Salse• Solfuree• Solfate
Acque (Temperatura superiore a 40°C)	ipertermali	<ul style="list-style-type: none">• Salse• Solfuree• Bicarbonate• Solfate

3.1.3.1. Gli utilizzi pratici

Le acque termali trovano spazi applicativi nella cura di diverse patologie.

Le patologie che possono trarre beneficio dalle cure termali, sono indicate dal Ministero della Salute con proprio decreto e sono le seguenti:

Malattie reumatiche:

1. osteoartrosi ed altre forme degenerative;
2. reumatismi extra articolari.
3. malattie delle vie respiratorie_;
4. sindromi rinosinusitiche-bronchiali croniche;
5. bronchiti croniche semplici o accompagnate da componente
6. ostruttiva (con esclusione dell'asma e dell'enfisema avanzato,
7. complicato da insufficienza respiratoria grave o da cuore
8. polmonare cronico).

Malattie dermatologiche:

1. psoriasi (esclusa la forma pustolosa, eritrodermica);
2. eczema e dermatite atopica (escluse le forme acute vescicolari ed essudative);
3. dermatite seborroica ricorrente.

Malattie ginecologiche:

1. sclerosi dolorosa del connettivo pelvico di natura cicatriziale e involutiva;
2. leucorrea persistente da vaginiti croniche aspecifiche e distrofiche.

Malattie O.R.L.:

1. rinopatia vasomotoria;
2. faringolaringiti croniche;
3. sinusiti croniche;
4. stenosi tubariche;
5. otiti catarrali croniche;
6. otiti croniche purulente non coleostomatose.

Malattie dell'apparato urinario:

1. calcolosi delle vie urinarie e sue recidive.

Malattie vascolari:

1. postumi di flebopatie di tipo cronico.

Malattie dell'apparato gastroenterico:

1. dispepsia di origine gastroenterica e biliare;
2. sindrome dell'intestino irritabile nelle varietà con stipsi.

3.1.3.2. La localizzazione dei giacimenti di "Acqua Termale" e loro classificazione sul territorio regionale

In Sardegna sono presenti come manifestazioni termali numerose sorgenti o pozzi di acqua calda, distribuiti su tutto il territorio dell'isola con esclusione della parte sud-orientale.

Tra queste quelle dell'Anglona, del Logudoro e della Valle del Tirso e della Sardegna meridionale. Queste ultime, di maggiore interesse per il presente studio, sono dal punto di vista del chimismo dei principali componenti disciolti distinguibili in due grandi famiglie:

- acque a bicarbonato-cloruro alcalino terroso, **tipo A**;
- acque a bicarbonato-cloruro sodico con tenori molto bassi in Ca e Mg, **tipo B**.

Acque termali con caratteristiche diverse da questi due tipi principali sono state osservate nell'isola di Sant'Antioco dove la sorgente sottomarina di Maladroxia (40°C) presenta una composizione molto simile a quella dell'acqua di mare con cui l'acqua termale è presumibilmente fin in profondità miscelata. I due tipi d'acqua principali corrispondono a due diverse localizzazioni geografiche: quelle del tipo A sono situate ai bordi della fossa del Cixerri e nella piana di Giba, più in generale in un'area all'incirca identificabile con il Sulcis; quelle del tipo B sono localizzate ai bordi della fossa del Campidano.

I due tipi d'acqua principali corrispondono a due diverse localizzazioni geografiche: quelle del tipo A sono situate ai bordi della fossa del Cixerri e nella piana di Giba, più in generale in un'area all'incirca identificabile con il Sulcis; quelle del **tipo B** sono localizzate ai bordi della fossa del Campidano.

Nel Sulcis sono state individuate le seguenti località sedi di manifestazioni termali: Capodacquas (Villamassargia), Grotta S. Giovanni (Domusnovas), Zinnigas (Siliqua), Perdu Spada (Narcao), Perdu Mannu (Nuxis), Peppi Marroccu (Nuxis), Acquacallenti Superiore (Nuxis), Rio Cannas (Carbonia), Caput Aquas (Carbonia), Is Perdas (Carbonia), Fonte Calda (Giba), Campo De Pisanu (Giba), Nuraxi Figus (Gonnesa).

La termalità di queste acque è sempre modesta e raggiunge al massimo i 30°C. Le portate variano da valori trascurabili ad alcuni litri al secondo; spesso l'emergenza è non distante da importanti sorgenti di acqua fredda (vedi il caso della sorgente della grotta di S. Giovanni a Domusnovas e di Capodacquas di Villamassargia. Il pH è attorno alla neutralità. Nel diagramma di Piper riportato in figura tutte le acque cadono nel campo dei bicarbonati-cloruri di Ca e Mg e sono addensate in una Zona ben precisa del grafico. I valori di salinità sono compresi tra 660 e 1320 mg/l, fatta eccezione per la sorgente calda della grotta di S. Giovanni e per Zinnigas ancora meno saline. Tutte queste acque sono caratterizzate da un rapporto molare Cl/Na uguale o poco maggiore ad 1 (con l'eccezione di Zinnigas: 0,74) ed un rapporto Cl/HCO₃ sempre inferiore ad 1.

Non si riscontrano particolari correlazioni fra temperatura e composizione chimica.

Nella miniera di Nuraxi Figus, la sorgente è di notevole portata (superiore a 50 l/s) e con temperatura di 39°C. La composizione risulta a cloruro sodico con un rapporto Cl/Na < 1 e Cl/HCO₃ > 3.

Nella figura di lato riportata sono indicate le principali sorgenti termali della Sardegna meridionale.

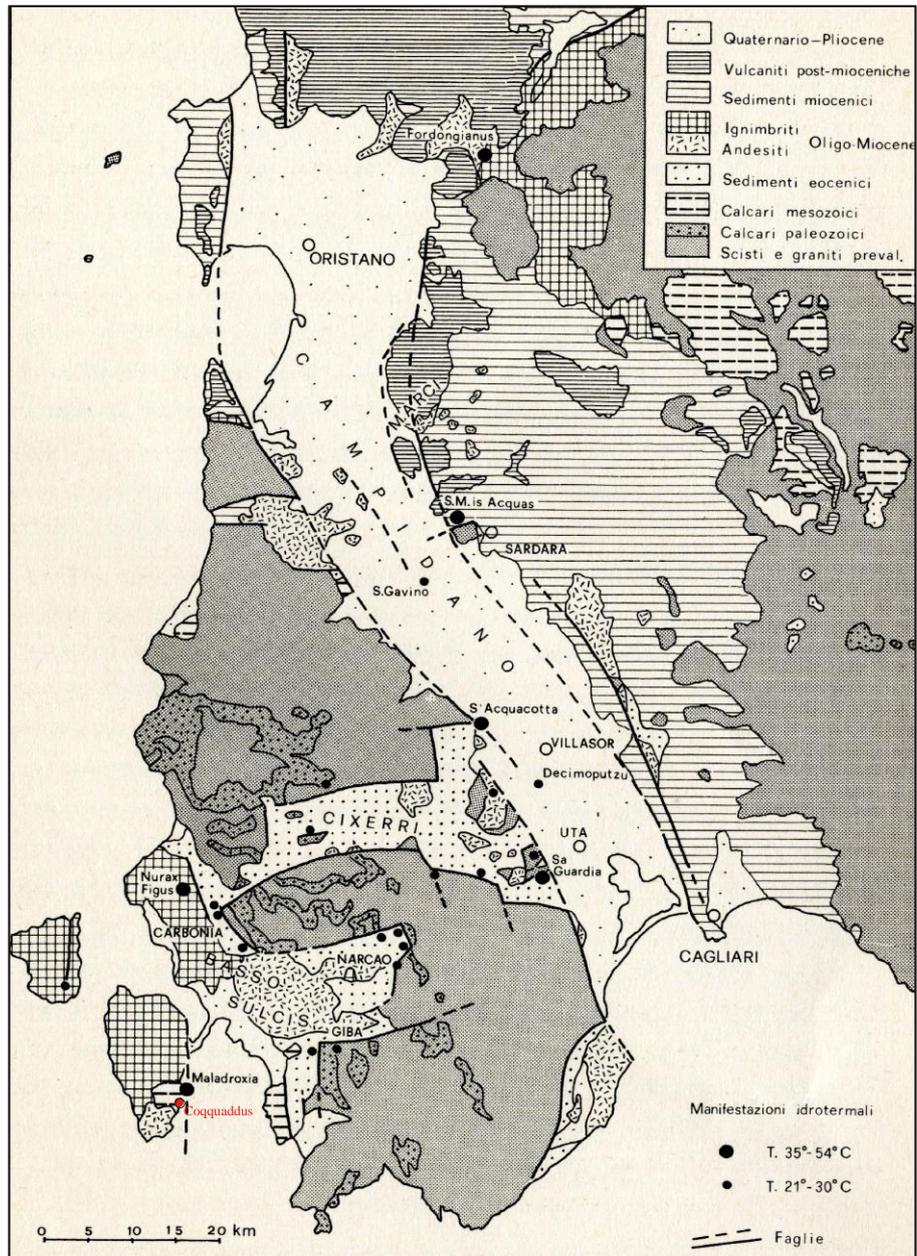
PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO PROGETTUALE

Nel Campidano sono state individuate le seguenti località sedi di manifestazioni termali: S. Maria Is Acquis (Sardara), S'Acquacotta (Villasor), Sa Guardia (Uta), S.Maria (Uta), Mitza S'Oliastu (Decimoputzu), Pozzi Fonderia (S.Gavino). A queste si deve aggiungere la sorgente termale di Sa Canna (Villaspeciosa), localizzata nella valle del Cixerri quasi allo sbocco nella valle del Campidano, che, considerazioni geochimiche, inducono a classificare nel gruppo di acque termali del Campidano.

La termalità delle acque del Campidano è variabile con temperature massime di 54°C alle terme di S. Maria Is Acquis e 48°C a S'Acquacotta. Sebbene l'emergenza dispersa induca ad una sottostima delle portate, queste sono nelle zone termicamente più interessanti (Sardara, Villasor e Uta) superiori a 5 l/s; il pH è neutro o leggermente alcalino. Queste nel diagramma di

Piper cadono nel campo a bicarbonato-cloruro alcalino, con valori di reazione molto bassi per calcio e magnesio (camp. 1, 2, 3 e 10). A termalità più basse corrisponde in genere un allontanamento dalla posizione occupata nel grafico dalle acque di S.Maria Is Acquis e S'Acquacotta, principalmente secondo due linee evolutive. Una di queste, in pieno Campidano, è spiegabile con miscelamenti con acque superficiali a cloruro sodico prevalente (camp. 4); l'altra, sul bordo occidentale, mediante diluizione con acque a bicarbonato-cloruro alcalino terroso (camp. 11,12,13,14,15,18 e 19). Da quanto detto precedentemente, caratteristici dei termini a più alta termalità sono il bassissimo rapporto $(Ca+Mg)/Na$ ed i rapporti Cl/Na e Cl/HCO sensibilmente inferiori a 1 (acque a bicarbonato sodico).

All'interno della fossa sono situati i quattro pozzi della Fonderia di S. Gavino campionati (profondità sino a 272 m e temperature da 23,5 a 29°C). Le loro acque, già studiate in passato, a distanza di anni mostrano una sostanziale costanza delle caratteristiche fisiche e chimiche (camp. 6,7,8 e 9). Vi si osserva inoltre una correlazione positiva tra temperatura e salinità e negativa tra



Ubicazione delle sorgenti termali della Sardegna meridionale

temperatura e rapporto Cl/HCO₃.

Relativamente a Decimoputzu si può dire che le acque del pozzo più caldo hanno un chimismo a cloruro-bicarbonato sodico con un rapporto Cl/HCO₃ = 3,47 (camp.16 e 17). Tale composizione chimica non è incompatibile con un miscelamento di acque termali profonde tipiche del Campidano con acque fredde più superficiali.

La sorgente di Maladroxia è localizzata a Sud di Sant'Antioco nell'isola omonima in corrispondenza della linea di spiaggia ad una profondità di 30-50 cm sotto il livello del mare.

La temperatura all'emergenza dell'acqua calda in mare è 40°C; il pH 6,9, sensibilmente diverso da quello dell'acqua marina della zona (8,25); la salinità 0,94 volte la salinità dell'acqua di mare. Dal punto di vista chimico l'acqua della sorgente sottomarina risulta arricchita in Ca e HCO₃ ed impoverita in Mg, Na e Cl rispetto all'acqua di mare. Concludendo, l'analisi chimica della sorgente sottomarina di Maladroxia rivela una composizione simile all'acqua di mare e questo può essere imputato ad un miscelamento dell'acqua geotermica con acqua di mare nella fase di risalita. Sondaggi profondi 300 m circa hanno riscontrato che la sorgente scaturisce da calcari del Cretaceo inferiore e che l'anomalia geotermica si attenua rapidamente, procedendo dalla costa verso la terraferma e non si accentua in modo sensibile con la profondità. Ciò conferma che l'emergenza ha luogo lungo una linea di frattura, bene identificabile, del resto, nella scarpata orientale costiera dell'isola di Sant'Antioco, al di là della quale il golfo di Palmas costituisce tuttora un'area subsidente a colmata pliocenico-quadernaria.

Di tutti i campioni prelevati è stato analizzato il contenuto in F e SiO₂; per alcuni di essi sono stati determinati anche NH, B e Li. I dati analitici relativi a questi elementi o gruppi chimici sono indicati in letteratura come suscettibili, verificate certe condizioni ed operate le opportune elaborazioni, di fornire indicazioni sui sistemi geotermici.

Per quanto riguarda le acque tipiche del Campidano si osserva che le concentrazioni in F delle acque a termalità e conducibilità più alta (S. Maria Is Acquas terme, S'Acquacotta e Sa Guardia) sono le più alte (12, 8 e 4 ppm rispettivamente) e regolate dalla solubilità della fluorite. Per Decimoputzu e S. Gavino, che pur hanno una composizione chimica molto diversa fra di loro, i tenori in F sono molto bassi (inferiori a 1 ppm) e non corrispondono ad i valori necessari per soddisfare le condizioni di equilibrio della solubilità della fluorite; anche le acque tipo Sulcis sono sottosature in fluorite. Questo dato sembrerebbe indicare per queste acque un notevole grado di miscelamento con acque fredde e/o un molto limitato carattere termale.

I valori della silice per le acque del Sulcis si aggirano sui 20 mg/l con l'eccezione di Zinnigas (34 mg/l). Le acque termali tipiche del Campidano hanno valori più alti intorno a 50 mg/l. Il valore di Zinnigas è comparabile con quello di Sa Canna e conferma che queste due acque geograficamente facenti parte del bacino del Cixerri, una classificata con le acque tipo Sulcis, l'altra con le acque tipo Campidano, sono geochimicamente termini di passaggio tra i due tipi. Il pozzo più caldo di S. Gavino ha un valore in SiO₂ pari a 36 mg/l; il pozzo di Decimoputzu 17 mg/l.

Per il B si osservano valori superiori a 2 mg/l per S. Maria Is Acquas, a 1,0 mg/l per S'Acquacotta ed a 0,5 mg/l per il pozzo di Decimoputzu. Elevato il valore per S. Gavino (3,5 mg/l). Nelle acque del Sulcis il B è riscontrabile solo in tracce.

Per il Li valori di 1,6 e 1,0 mg/l sono stati osservati a S. Maria Is Acquas e S'Acquacotta rispettivamente; 0,4 mg/l sono presenti a S. Gavino e valori uguali o inferiori a 0,2 mg/l negli altri casi (Sa Guardia e Decimoputzu).

Per l'NH le concentrazioni sono molto disperse e scarsamente significative anche perché sono stati riscontrati valori molto variabili da un campionamento ad un altro sulla stessa acqua; questo dipende forse da una imperfetta tecnica di campionamento ma può anche essere ricollegato allo scarso significato di questo dato analitico in acque a bassa termalità.

Il Br è stato studiato nei campioni di Maladroxia e dell'acqua di mare al fine di comprendere il contributo di acqua marina all'acqua termale; infatti uno schema quantitativamente soddisfacente

del miscelamento non è ottenibile con i dati relativi agli elementi chimici principali dal momento che si deve presumere il verificarsi di importanti reazioni di scambio; in base al contenuto in Br l'apporto di acqua marina sarebbe del 90%, in buon accordo con quanto lascerebbero intravedere salinità e contenuto in NaCl.

Approssimativamente rappresentato nella spezzata della figura seguente, si prevedono in profondità temperature dell'ordine di 110°C.

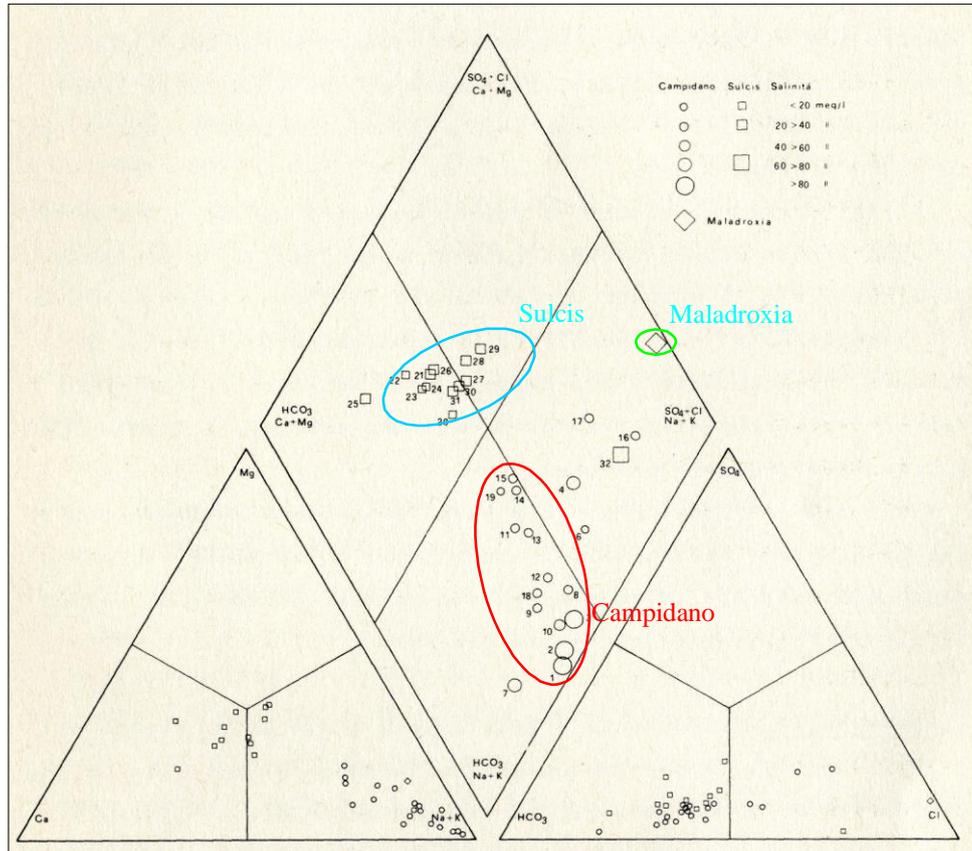


Diagramma di Piper relativo alle acque del Campidano e del Sulcis

Nel caso delle acque del Sulcis esse sono più o meno in equilibrio con il calcedonio alla temperatura d'emergenza di modo che non si deve supporre un incremento termico in profondità. Fa eccezione Zinnigas che ben si inserisce nella linea evolutiva delle acque del Campidano relativamente ai tenori in silice.

3.1.3.3." Classificazione delle Acque Termali di Coquaddus

Durante le prove di emungimento tenutesi il 22 giugno 2009 dal pozzo Pz5, nel quale si è riscontrata la massima temperatura, è stato prelevato un campione d'acqua, denominato S5, da sottoporre ad analisi di laboratorio per definire le caratteristiche chimiche delle acque termali. I dati così ottenuti sono stati confrontati con quelli delle acque termali del Sulcis, del Campidano e di Maladroxia.

Al fine di ottenere una classificazione preliminare delle acque termali oggetto di ricerca sono stati eseguiti una serie di indagini geognostiche reative ad una piccola porzione dell'area interessata dalla richiesta di permesso di ricerca.

In particolare la classificazione delle acque termali è stata possibile sulla base dei dati ottenuti dall'analisi chimica di un campione prelevato da uno dei piezometri. In **Tab. 3.1.1.3/A** si riportano i risultati delle analisi eseguite presso il laboratorio chimico della SGS Italia S.p.A prelevato da un

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO PROGETTUALE

piezometro.

Prova	Metodo	Unita Misura	Limite Rilevabilità	Conc.
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	-	0,5	7,4
Conducibilita'	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003 D.M.13/09/99 Met II.2 GU n°248	uS/cm	1	10900
Residuo a 105°C	21/10/1999 SO n°185	mg/L	0,1	8050
Residuo secco a 180°C (T.D.S.)	APHA ed 21th 2005, 2540 C APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003	mg/L	10	7960
Azoto ammoniacale (come NH4)		mg/L	0,01	0,7
Azoto nitrico (come NO3)	EPA 300.0 1993	mg/L	0,04	23
Cloruri (come Cl)	EPA 300.0 1993	mg/L	0,007	3020
Solfati (come SO4)	EPA 300.0 1993	mg/L	0,07	457
Fluoruri (come F)	EPA 300.0 1993	mg/L	0,005	0,21
Bromuri (come Br)	EPA 300.0 1993	ug/l	40	11300
Azoto nitroso (come NO2)	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003	mg/L	0,06	<0,06
Durezza	APAT CNR IRSA 2040 B Man 29 2003	°F	1	180
		mg/L		
Indice di Permanganato	UNI EN ISO 8467:Giugno 1997	O2	0,5	4,8
Calcio (come Ca)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,003	315
Magnesio (come Mg)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,0006	219
Sodio (come Na)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,009	1610
Potassio (come K)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,05	53,1
Alluminio (come Al)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,004	<0,004
Ferro (come Fe)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,002	0,03
Manganese (come Mn)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,0002	0,004
Arsenico (come As)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,01	<0,01
Cadmio (come Cd)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,0003	<0,0003
Cromo totale (come Cr)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,0007	<0,0007
Mercurio (come Hg)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,0009	<0,0009
Piombo (come Pb)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,004	<0,004
Rame (come Cu)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,001	0,02
Zinco (come Zn)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,0007	0,09
Selenio (come Se)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,004	<0,004
Boro (come B)	EPA 6010C 2000	mg/L	0,002	0,65
Alcalinita' T (come CaCO3)	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	mg/L	0,5	410
Solfuri (come H2S)	APAT CNR IRSA 4160 Man 29 2003	mg/L	0,07	0,12

Tab. 3.1.1.3/A: risultati delle analisi chimiche eseguite su un campione di acque termali

I criteri identificativi utilizzati per la classificazione delle acque sono i seguenti:

RESIDUO FISSO

Esprime la quantità totale dei soluti presenti nell'acqua, in prevalenza sostanze inorganiche. La determinazione del residuo fisso è tra le più importanti indagini da svolgere su un'acqua minerale anche perché rientra nella classificazione ufficiale delle acque terapeuticamente attive sia ad uso termale che imbottigliate. Il residuo cui si fa riferimento più comunemente è quello a 180 °C perché a tale temperatura viene persa anche l'acqua di cristallizzazione e i gas e ciò che si ottiene è una buona approssimazione del reale residuo fisso. In base al residuo fisso le acque utilizzate vengono attualmente classificate in:

- Oligominerali: con R.F. < ai 500 mg/l
- Minerali: con R.F. > ai 500 mg/l

Secondo la vigente legislazione, sono definite minimamente mineralizzate le acque con residuo fisso non superiore a 50 mg/l ed oligominerali quelle con residuo fisso non superiore a 500 mg/l.

In termini di residuo fisso a 180° le acque di Coquaddus con 7960 mg/l possono essere classificate come minerali.

CONDUCIBILITÀ

Esprime la proprietà che un'acqua possiede, in quanto soluzione di elettroliti, di offrire al passaggio di una corrente elettrica una determinata conduttanza o resistenza. Secondo la legge per la quale, ad una data temperatura, la conduttività è direttamente proporzionale alla quantità di ioni, questa risulta direttamente proporzionale alla concentrazione in elettroliti ed esprime quindi in modo abbastanza attendibile la mineralizzazione di un'acqua. La conduttanza e la resistività si misurano in Ohm e Mho o più comunemente in $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro Siemens al centimetro), tenendo conto della temperatura o applicando un coefficiente correttivo.

In termini di conducibilità si riscontrano valori di 10.900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ che indicano un'acqua prossima a quella marina

DUREZZA

Esprime la quantità di elementi alcalino terrosi (calcio e magnesio) sotto forma di carbonati, bicarbonati ed altri sali (solfati, cloruri). Il significato della durezza è in gran parte legato alle particolarità che le acque possono avere se utilizzate per bibita oltre che alle proprietà "incrostanti" od "aggreudenti" le strutture di erogazione. Dal punto di vista della durezza distinguiamo:

- Durezza temporanea
- Durezza permanente
- Durezza totale

Durezza Temporanea: esprime il contenuto dei metalli alcalino terrosi sotto forma di bicarbonati. E' detta temporanea in quanto, con l'ebollizione, i bicarbonati possono essere separati dall'acqua precipitando sotto forma di carbonati.

Durezza Permanente: è quella che residua dopo l'ebollizione essendo determinata da solfati e cloruri di calcio e magnesio che rimangono in soluzione durante il trattamento.

Durezza totale: è quella dell'acqua alla sorgente ed è la somma della permanente e della temporanea. Le determinazioni vengono eseguite con sostanze chelanti e successivamente sistemi rivelatori. In pratica, data la prevalenza tra i sali alcalino-terrosi di sali di calcio la durezza può essere espressa in carbonato ed ossido di calcio. Le unità di misura sono i gradi tedeschi, inglesi e francesi. In Italia la durezza è espressa più comunemente in gradi francesi ($^{\circ}\text{F}$) ($1^{\circ}\text{F} =$ una parte di carbonato di calcio per 100.000 di acqua); le acque sono classificate per vari gradi di durezza secondo Klut: da "molto molli" = $7,2^{\circ}\text{F}$ a "durissime" $> 30^{\circ}\text{F}$.

Le acque di Coquaddus evidenziano una durezza totale di 180 °F ben 5 volte superiori al limite di 30 °F e quindi classificabili come acque "durissime"

CLASSIFICAZIONE GEOCHIMICA

Dal diagramma di Piper, riportato in **Fig. 3.1.1.3/A**, l'acqua del campione può essere classificata come Solfato-cloruro sodico potassiche.

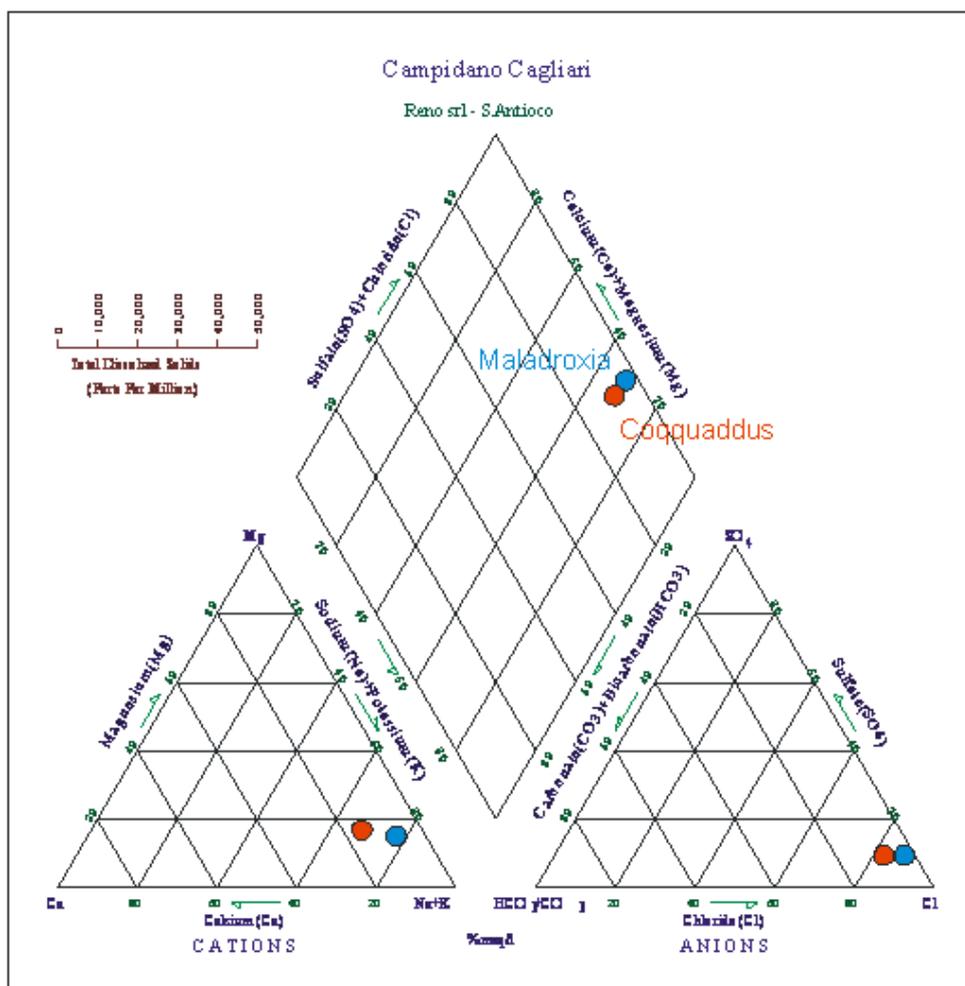


Fig. 3.1.1.3/A: confronto acque termali di Coquaddus e di Maladroxia

Nel diagramma di Piper le acque di Coquaddus (pallino rosso) sono state messe a confronto con quelle di Maladroxia al fine di verificare se la sorgente profonda è comune. Tale ipotesi è in generale confermata anche se le acque di Maladroxia tendono ad essere più ricche in Na, K e Cl. Il chimismo di entrambe le acque è molto simile a quello delle acque di mare anche se rispetto a queste risulta arricchita in Ca e HCO₃ ed impoverita in Mg, Na e Cl. La somiglianza con l'acqua di mare può essere spiegato con il miscelamento dell'acqua geotermica con quella di mare nella fase di risalita.

In conclusione le acque di Coquaddus possono essere classificate come "acque calde ipotermali (temperatura 28,25 °C), salse e solfate, durissime.

3.1.2. Il grado di copertura della domanda

Il presente capitolo analizza il mercato a cui sono destinate le acque oggetto di ricerca mineraria nel contesto globale, nazionale e locale.

3.1.2.1. Il mercato di riferimento

Il turismo termale è il fenomeno che usufruisce di acque sorgenti, vapori e fanghi che possiedono proprietà curative per i più disparati bisogni.

Grazie alla diffusa presenza di vulcanesimo secondario, l'Italia è uno dei Paesi al mondo con un maggior numero di centri termali. I fenomeni di vulcanesimo secondario danno origine a emissione di acque, vapori e fanghi arricchiti con sostanze presenti nel sottosuolo.

Le sue origini sono antichissime: già i greci avevano scoperto le proprietà curative, ed i romani ne fecero un aspetto della vita sociale. Durante il castigato e cattolico Medioevo i centri termali caddero in disuso e vennero abbandonati. La loro riapertura avvenne a partire dal 500 con il rifiorire delle città italiane e vi fu un'ulteriore valorizzazione nel 700 illuminista.

Il turismo termale però debutta in senso moderno nel secolo scorso come fenomeno d'élite. Nelle più importanti stazioni termali vennero costruiti imponenti edifici in stile liberty e si crearono strutture ricreative ad alto livello.

Oggi la frequenza è di tutti i ceti sociali e corrisponde a circa il 2% dell'intero fenomeno turistico. Ulteriore impulso si è avuto da quando il SSN ha incluso questi trattamenti tra le terapie rimborsate dallo Stato. Inoltre, il servizio termale non è solo a scopo terapeutico ma anche per le cure di bellezza, per la ricerca della forma fisica, e per ritrovare riposo e tranquillità in un contesto sociale sempre più convulso o competitivo.

Il turismo termale, assieme a quello del benessere, può essere ricompreso nel segmento "salute", e in questo ambito ha subito un'evoluzione significativa che può essere sintetizzata con il passaggio della denominazione da "turismo termale" alla denominazione "turismo della salute e del benessere".

Fino agli anni '80 del secolo scorso, l'attività termale in Italia era completamente gestita da enti pubblici (IRI, EAGAT, ecc) e pertanto fuori da qualsiasi logica di mercato e promozione. La gran parte dei ricavi derivava dal Servizio Sanitario Nazionale e quello termale era considerato "turismo della salute". Furono per primi alcuni stabilimenti termali minori ad orientarsi verso un "turismo del benessere", seguiti poi da altre strutture di maggiori dimensioni.

Attualmente il turismo termale è in crescita, sia per la maggiore importanza che viene data alla cura del corpo, sia per il progressivo innalzarsi dell'età media della popolazione nei paesi avanzati, con il conseguente maggior fabbisogno di trattamenti curativi.

A crescere negli ultimi anni è stato soprattutto il comparto "benessere" mentre quello "salute" ha un andamento altalenante. Ciononostante le strutture ricettive delle località termali non hanno visto calare il numero dei clienti in quanto spesso sono utilizzate come punto di appoggio anche per altre forme di turismo e in particolare per quello culturale, ambientale e congressuale. La tendenza che va affermandosi, è quella di non limitarsi a effettuare un soggiorno per sole cure termali, ma alternarlo a brevi escursioni sul territorio in cui si soggiorna alla riscoperta del patrimonio naturale, storico, artistico e culturale. Un'altra tendenza speculare che si va affermando negli ultimi anni è la ricerca di servizi e prodotti legati al benessere durante vacanze di tipo ricreativo (balneare, montano, culturale, ecc). Alcuni hotels hanno colto da tempo il mutato gusto dei viaggiatori e propongono accanto ai servizi ricettivi un'offerta differenziata fatta di beauty farms, sale massaggi, saune, cromoterapia, talassoterapia, idroterapia e percorsi salute. Nel 2006 in Italia si sono registrati circa in milione e duecentomila arrivi nelle strutture ricettive delle località termali, con un giro d'affari superiore ai trecento milioni di euro. La durata media di una vacanza termale è di circa due settimane. In generale l'industria del benessere ha conosciuto negli ultimi anni un notevole sviluppo. In aumento sono soprattutto i clienti che non usufruiscono della convenzione con il Servizio Sanitario Nazionale, mentre sono in diminuzione quelli assistiti.

Nel corso di "Thermalia 2008", la diciannovesima borsa sul turismo termale svoltasi a Napoli, è stato evidenziato come il rilancio del settore, soprattutto se abbinato ad altri elementi dell'offerta, può contribuire notevolmente a migliorare l'offerta turistica del territorio.

La fiera, rispetto alla passata edizione, ha visto un incremento dei visitatori (45%), degli espositori (30%) e dei buyers (42%), a dimostrazione di un rinato interesse per il settore termale. I tour operators presenti hanno dichiarato di essere alla ricerca di strutture ricettive e termali di standard elevato, per soddisfare una domanda sempre più esigente e composta per lo più da persone di età medio-alta e con elevata capacità di spesa.

È quindi possibile affermare che il nuovo target di riferimento nel turismo termale, e nel turismo

benessere è composto da soggetti con elevata capacità di spesa, alla ricerca di un'offerta di alta qualità sia dal punto di vista dei servizi, sia dal punto di vista della qualità ambientale e paesaggistica della destinazione. Tutte caratteristiche presenti nel progetto che si intende avviare a Sant'Antioco.

3.1.2.2. Il termalismo in Sardegna.

La ricchezza di giacimenti minerali e il vulcanismo recente sono alla base delle proprietà termali di alcune fonti della Sardegna, da cui sgorga acqua con temperature che vanno da 40 ad oltre 70 gradi centigradi. Esistono anche acque che sgorgano a temperature più basse (10 - 15° C) che devono le loro proprietà curative alla loro leggerezza. Le località sarde in cui sono presenti fonti termali sono cinque: Sardara, Fordongianus, Bultei – Benetutti, Santa Maria Coghinas e Tempio Pausania.

LOCALITA'	FONTE	TIPO DI ACQUE	PATOLOGIE CURATE
Sardara (VS)	Santa Maria Acquas (50 - 60°C)	bicarbonato – alcalino - sodiche	cardiovascolari, del fegato e del ricambio, dell'apparato digerente, reumatiche e della locomozione, otorinolaringoiatriche
Fordongianus (OR)	sorgente di Fordongianus (50 - 55°C)	salzo-cloruro sodiche termo-attive, radioattive	circolatorie, dell'apparato locomotore, dell'apparato respiratorio, ginecologiche
Bultei - Benetutti (SS)	Terme Saturnino (41 - 43° C)	sulfurea salzo-bromo-iodica radioattiva	del fegato e del ricambio, delle vie respiratorie, dermatologiche, reumatiche e della locomozione
S. Maria Coghinas (SS)	Terme di Casteldoria (40 - 80° C)	salsobromiodica ipertermale	artroreumopatie, artrosi,nevralgie, nevriti, sciatica
Tempio Pausania (OT)	Rinaghju (12° C)	oligominerale fredda, con un alto tenore di silice	apparato urinario

Tab. 3.1.2.2 Principali impianti termali della Sardegna

Pregio del termalismo in Sardegna è di certo la varietà dell'offerta in termini di qualità ambientale e paesaggistica delle località termali. I sette centri termali, infatti, sono distribuiti da nord a sud lungo tutta l'isola. Questo consente certo di intercettare i diversi flussi turistici che interessano l'Isola, soprattutto in alta stagione.

HOTEL (stelle)	LOCALITA'	CAMERE	POSTI LETTO	TRATTAMENTI TERMALI	TRATTAMENTI ESTETICI E BENESSERE	SERVIZI
Antiche Terme (3)	Sardara	95	170	Fangobalnoterapia, cure inalatorie, idroponiche e fisioterapiche	Fitness, massaggi, trattamenti orientali, estetici e con acque e fanghi termali	Ristorante, bar, sala convegni, due piscine termali, parcheggio interno
Grand Hotel Terme di Sardegna	Fordongianus	80 + 10	180	Cure inalatorie, fanghi, idrokinesiterapia, massoterapia	Vinoterapia, peeling, scrub, fanghi	Piscina termale, ristorante, sala convegni
Terme Aurora (3)	Benetutti	?	120	Fanghi terapeutici e inalatori, inalazioni, insufflazioni, docce nasali	Massaggi, idromassaggio subacqueo, maschere	2 piscine, palestra, sala convegni, ecc
San Saturnino (2)	Bultei	?	32	Fanghi terapeutici e inalatori, balneoterapia, cure idroponiche, antroterapia (grotte e stufe calde)	Inalazione e aerosol, bagni termali, massaggi e idrokinesiterapia	Ristorante, piscina, bar,
Gli Eucalipti (3)	Sardara	51	100 (?)	NO	Inalazione e aerosol, bagni termali, massaggi e idrokinesiterapia	Ristorante, piscina, bar,
Albergo Delle Sorgenti (3)	Tempio Pausania	27	53	Idroponica	Bagni turchi, saune, idromassaggi e massaggi	Palestre
Terme di Casteldoria (4)	S. Maria Coghinas		44	INATTIVO		

Tab. 3.1.2.2 Ricettività nelle località termali della Sardegna

Per quanto riguarda i difetti è evidente l'assenza di un centro termale balneare. Nessuna delle

località è posizionata in località costiere, se si esclude Santa Maria Coghinas che, pur trovandosi a quindici chilometri dalle spiagge di Valledoria, risulta comunque all'interno. Altro fattore negativo dell'offerta termale in ambito regionale è, come si rileva dalla tabella, l'assenza di strutture ricettive termali con classificazione a 5 stelle. I centri termali sardi si presentano nella quasi totalità dei casi con strutture carenti che possono raggiungere le tre stelle nella classificazione della ricettività. Sono nate come località di cura che nel corso degli anni hanno tentato di allargare il proprio target di riferimento senza però riuscirci a causa dei limiti delle strutture e dei servizi offerti.

Affiancando questo dato alle conclusioni relative al mercato turistico termale, si evince quanto l'offerta regionale non sia in grado di soddisfare la domanda di qualità del servizio, proposta dal target individuato.

3.1.2.3. La domanda.

Come accennato, quello delle vacanze della salute e termali è un segmento turistico in evoluzione che negli ultimi anni registra un trend altalenante. Questo segmento attualmente vale circa l'1,5 per cento del totale, vale a dire quasi un milione e mezzo di arrivi nelle strutture turistiche italiane.

Il secondo Rapporto su sistema termale in Italia nel 2004 evidenzia peraltro come, a partire dagli anni novanta, sia aumentata costantemente la domanda dei privati per i "trattamenti benessere", pagati in proprio. Le "cure termali" tradizionali mutuabili col Servizio Sanitario Nazionale hanno registrato nello stesso periodo un decremento, per poi risalire. La tabella che segue mostra l'andamento degli arrivi nel segmento salute dal 1999 al 2004.

ANNI	TERMALE	BENESSERE	TOTALE
1999	+ 1,1	+ 25,6	+ 2,0
2000	- 0,2	+ 36,5	+ 1,4
2001	- 1,4	+ 25,0	+ 0,2
2002	- 3,6	+ 11,2	- 2,5
2003	- 5,9	+ 14,4	- 4,2
2004	+ 0,4	+ 8,9	+ 1,3

Tab. 3.1.2.3/A Andamento flussi turistici segmento "salute" (valori percentuali) *Fonte: Federterme*

Come mostra la tabella successiva, nel 2005 e nel 2006 il settore termale ha registrato un leggero incremento degli arrivi. Ad aumentare sono stati soprattutto i clienti non assistiti dal Servizio Sanitario Nazionale, mentre quelli assistiti hanno subito un leggero calo.

ANNO	Clienti assistiti	Clienti non assistiti	TOTALE
2005	793.908	369.192	1.163.100
2006	783.930	402.432	1.189.362

Tab. 3.1.2.3/B Flusso turistico comparto termale in Italia *Fonte: Federterme*

Dall'analisi dei dati relativi all'anno 2006 emerge che in Italia i trattamenti termali sono utilizzati per curare prevalentemente le patologie artroreumatiche, quelle del naso e gola e dell'apparato digerente (Fonte: Annuario SEAT).

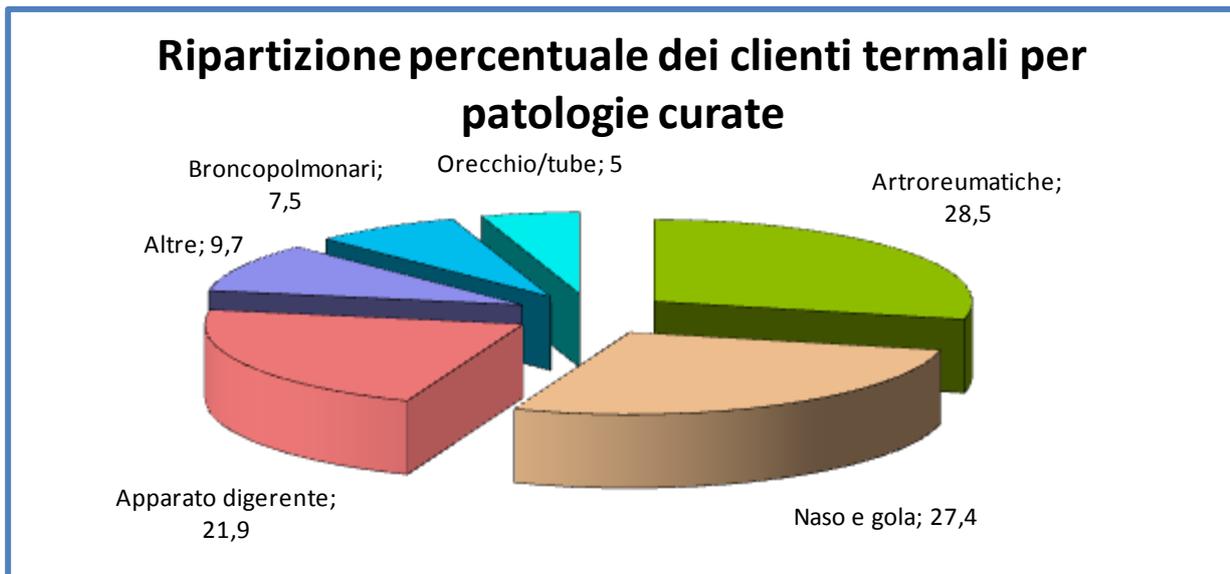


Fig.3.2.1.3 Ripartizione percentuale dei clienti termali per patologia curate

Da un'indagine effettuata dall'ISNART risulta che quello termale rappresenta il 6,2 per cento dei prodotti turistici italiani venduti in Europa. I turisti termali stranieri provengono soprattutto dai paesi scandinavi e dalla Gran Bretagna. La Toscana attrae oltre la metà dei turisti termali europei in Italia (54,4 per cento), seguita dal Veneto con il 16,2 % e la Campania con l'11,8 %. Le altre Regioni detengono quota di mercato ridotte.

La stessa indagine riporta che il prodotto "turismo termale italiano" è venduto dal 21,6% dei tour operators europei e che l'Italia risulta prima nella classifica della competitività nel segmento turismo termale (26,6 % delle citazioni), seguita dalla Germania (3,8 %).

Per quanto riguarda il profilo del turista "termale", si tratta soprattutto di persone con oltre sessanta anni di età (72,1 %), seguiti dagli adulti (26,5 %) e dai giovani (1,5 %). Le famiglie senza figli al seguito rappresentano il 42,6 % dei turisti termali, seguite dai singles (32,4), dalle famiglie con figli (13,2 %) e dai gruppi organizzati (11,8%). (Fonte: ISNART, "Indagine sul turismo organizzato europeo", Luglio 2004).

Per quanto riguarda la Sardegna, secondo un'indagine compiuta dall'Assessorato al Turismo, Artigianato e Commercio della Regione in collaborazione con le Università di Cagliari e Sassari, il turismo termale rappresenterebbe circa lo 0,28 per cento del totale delle vacanze nell'Isola (Fonte: Progetto INFO POINT 2006). Ciò vuol dire che su un totale di 1.897.562 arrivi e 10.203.401 presenze registrati nelle strutture ricettive della Sardegna nel 2005, il turismo termale nell'Isola può contare su circa 5 mila arrivi.

Considerando che la durata media della permanenza in albergo dei turisti "termali" è di circa 14 giorni, le presenze negli hotel dovrebbero essere quasi 70.000 l'anno. Bisogna inoltre evidenziare come i servizi termali vengano utilizzati anche da persone che non pernottano nelle strutture alberghiere adiacenti: ciò fa sì che il numero di coloro che usufruiscono dei servizi delle strutture termali della Sardegna sia più alto rispetto agli arrivi registrati.

3.1.2.4. Il bacino di utenza

Nell'analizzare il bacino d'utenza occorre dividere i target di riferimento, individuando come primo target quello del turismo termale e del benessere, che si somma al turismo balneare, rappresentando il target fondamentale. In linea di massima per l'analisi del bacino d'utenza, riferito a questo primo target di utenti, valgono le argomentazioni relative al settore turistico, rappresentando, in questo senso, un'ulteriore offerta turistica del territorio.

Diversa è l'argomentazione relativa ai trattamenti termali sui quali occorre soffermarsi, facendo alcune distinzioni.

Trattandosi di un'attività economica che offre un servizio non facilmente reperibile sul mercato si può affermare che il bacino di utenza principale del complesso ricettivo che si intende realizzare è rappresentato da tutta la popolazione della Sardegna, in particolare quella appartenente alle fasce di età più anziane e particolarmente consistenti nell'Isola.

La popolazione residente in Sardegna è di oltre un milione 665 mila persone suddivise in quasi 660 mila famiglie, con una media di circa 2,5 componenti a famiglia. I residenti nelle province più vicine a Sant'Antioco (ovvero quelle del Medio Campidano, di Cagliari, di Carbonia-Iglesias e di Oristano) sono quasi 960 mila, circa il 57,6 per cento del totale della Sardegna (tab. 16; dati ISTAT al 1° Gennaio 2008).

Provincia	Abitanti	Famiglie	Media componenti
Cagliari	557.679	219.874	2,54
Carbonia-Iglesias	130.856	49.943	2,62
Medio Campidano	103.436	38.291	2,70
Oristano	167.941	63.755	2,63
Nuoro	161.684	63.385	2,55
Ogliastra	58.019	23.454	2,47
Sassari	334.656	135.721	2,47
Olbia - Tempio	151.346	64.662	2,34
TOTALE	1.665.617	659.085	2,53

Tab 3.1.2.4/A Popolazione e famiglie in Sardegna Fonte: ISTAT 2008

La tabella e il grafico successivi mostrano come in Sardegna sia particolarmente alta la percentuale degli ultrasessantacinquenni e più sul totale della popolazione. In particolare le province con il maggior numero di anziani sono quelle di Oristano, dell'Ogliastra, del Medio Campidano e di Nuoro. L'indice di vecchiaia, cioè il rapporto di composizione e fra la popolazione più anziana (65 anni e oltre) e quella più giovane (0-14 anni) è in Sardegna di circa il 142 per cento, contro la media nazionale del 131 %.

L'indice di dipendenza, che misura il rapporto tra la parte di popolazione che non lavora, bambini ed anziani (popolazione non attiva), e quella potenzialmente attiva (15-64 anni) è in Sardegna di circa il 44,2 per cento.

Provincia	Fino a 14 anni	15-64 anni	Oltre 65	Totale
Cagliari	70.065	392.575	92.769	555.409
Carbonia-Iglesias	14.981	91.961	24.132	131.074
Medio Campidano	12.582	71.292	19.853	103.727
Oristano	20.154	113.539	34.688	168.381
Nuoro	22.170	109.102	30.657	161.929
Ogliastra	7.662	39.193	11.105	57.960
Sassari	42.893	229.859	60.824	333.576
Olbia - Tempio	19.648	103.310	24.429	147.387
TOTALE	210.155	1.150.831	298.457	1.659.443

Tab. 3.1.2.4/B Fasce di età della popolazione in Sardegna Fonte: ISTAT 2008

Data la presenza nell'area di riferimento di vari attrattori turistici e considerando la crescita della domanda turistica mondiale e l'aumentata necessità di servizi sanitari e per il benessere psicofisico nei paesi avanzati, si ritiene che la struttura che si intende realizzare possa attingere a un bacino di

utenti anche più ampio della popolazione sarda.

In particolare si ritiene che l'iniziativa qui presentata possa attrarre vacanzieri provenienti soprattutto dal centro-nord Italia e dal resto d'Europa.

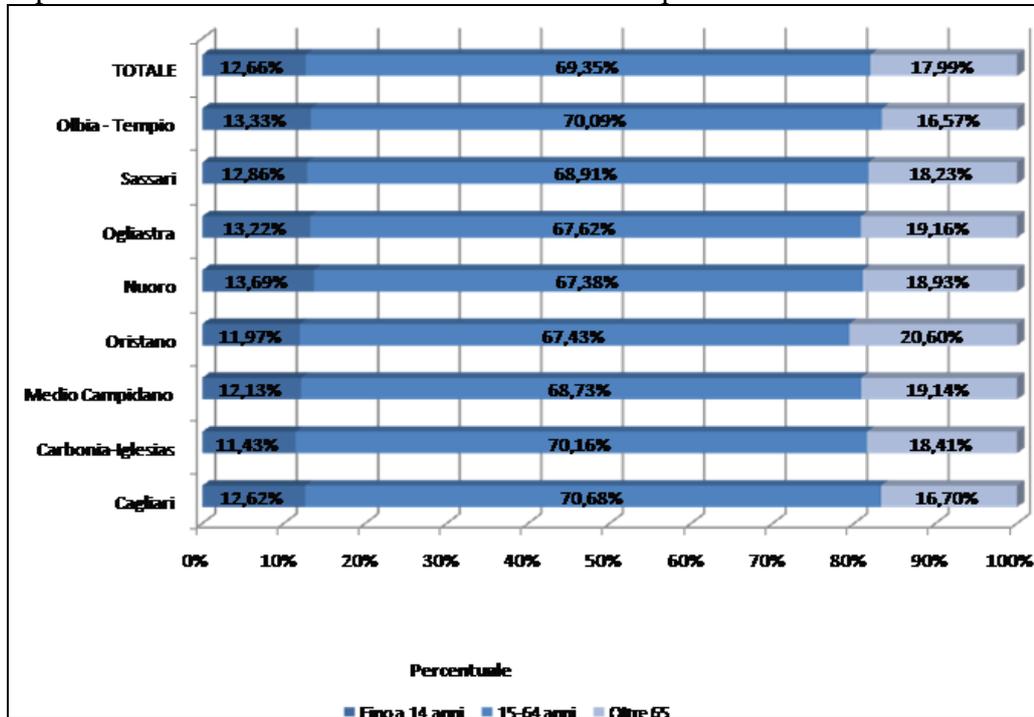


Fig. 3.1.2.4/A Popolazione della Sardegna per fasce d'età

3.1.3. Piano di ricerca e descrizione delle attività necessarie alla sua attuazione

I permessi di ricerca mineraria hanno l'obiettivo di verificare le caratteristiche e la redditività di potenziali giacimenti per i quali si hanno, attraverso studi geologici, strutturali e idrogeologici, indicazioni della loro presenza.

Di seguito si fornisce una dettagliata descrizione delle caratteristiche dimensionali e di tutte le attività necessarie all'esecuzione della ricerca.

3.1.3.1. Caratteristiche dimensionali del progetto di coltivazione

Al fine di inquadrare meglio le reali caratteristiche dimensionali del permesso minerario vengono forniti i principali parametri dimensionali. In tal senso, nella Tab. 3.1.4.1/A si riportano tutte le caratteristiche crono - spaziali del progetto. Nei paragrafi successivi si forniranno le caratteristiche delle attività previste.

Superficie del permesso	ha	300
Numero di pozzi pilota	N°	3
Profondità massima pozzi pilota	m	150
Diametro pozzo pilota	mm	400
Diametro finito pozzo pilota	mm	250
Superficie piazzole	m ²	150
Lunghezza piste	m	300
Superfici piste	m ²	7
Durata lavori di ricerca	mesi	2
Durata permesso di ricerca	anni	1+1

Tabella. 3.1.4.1/A: caratteristiche dimensionali del progetto di coltivazione

Per le caratteristiche e la modesta entità del progetto di ricerca (esecuzione di tre pozzi pilota) l'esecuzione degli stessi sarà realizzata da una unica macchina perforatrice che sarà di volta in volta spostata nei singoli punti di indagine.

3.1.4. Indagini non invasive

Preliminarmente a tutte le attività di campo nei punti indicati per la realizzazione dei pozzi pilota ed individuati sulla base dell'assetto strutturale dell'area, saranno realizzate prove geofisiche mirate a confermare le scelte progettuali. In particolare, tra le diverse metodologie disponibili si è optato per quella geoelettrica.

La geofisica permette la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo sulla base di alcuni parametri fisici caratterizzanti gli strati del terreno.

3.1.4.1 Indagini Geofisiche "Geoelettrica"

I metodi di prospezione geoelettrici fruttano una proprietà fisica rappresentata dalla Resistività dei terreni

Per effettuare misure di resistività dei terreni del sottosuolo è utilizzata la tecnica del S.E.V. (Sondaggio Elettrico Verticale): esso comprende una serie di determinazioni di resistività effettuate con distanza progressiva crescente tra gli elettrodi di corrente (A-B) e di potenziale (M-N), secondo il dispositivo a quattro elettrodi di seguito schematizzato.

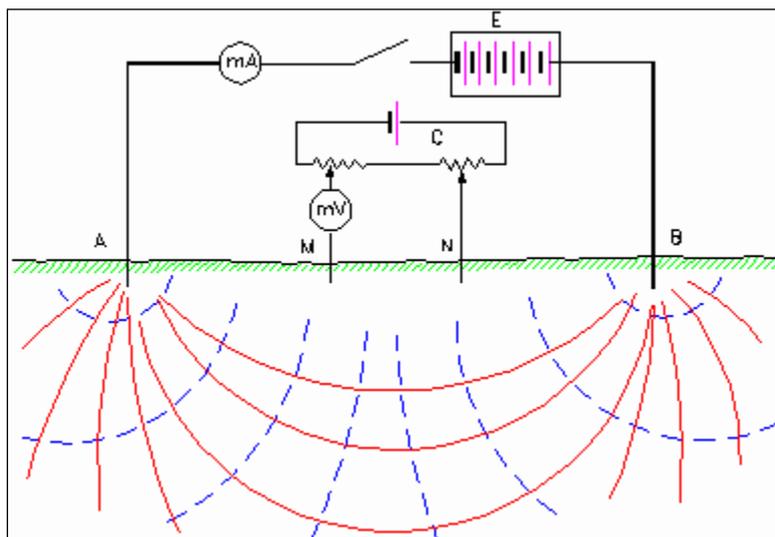


Fig. 3.1.5.1/A: schema di una prova geoelettrica

3.1.5. Indagini invasive

I lavori invasivi previsti per la ricerca idrica sono rappresentati dalla realizzazione dei tre pozzi pilota. Di seguito si fornisce una dettagliata descrizione tecnica delle attività previste

3.1.5.1 Perforazioni

I metodi di perforazione disponibili sono diversi. In generale la scelta di uno di questi dipende dalle caratteristiche dei terreni che dovranno essere attraversati durante la perforazione. Nel caso specifico, vista la natura litoide dei terreni, durante la ricerca idrica l'esecuzione dei fori sarà eseguita con la tecnica della perforazione a rotopercolazione con distruzione di nucleo.

La perforazione a distruzione di nucleo permette una velocità elevata e una approssimativa descrizione delle rocce, attraverso l'esame dei cuttings.

Il sistema classico si avvale di due azioni principali: la prima è una rotazione dello scalpello sotto

una pressione derivante dal peso dell'attrezzatura; la seconda è la circolazione sotto pressione di un fluido, nel nostro caso aria, con il seguente percorso: l'aria compressa prodotta da un compressore è introdotta all'interno della batteria di aste, esce attraverso appositi ugelli sistemati sullo scalpello di perforazione, per poi risalire in superficie passando nello spazio interposto tra la batteria di perforazione e la parete del foro (circolazione diretta). Il fluido di perforazione raffredda, lubrifica e tiene pulito lo scalpello, inoltre riporta in superficie i cuttings.

La velocità di perforazione è una delle caratteristiche principali da considerare in un sistema di perforazione; nel sistema a distruzione di nucleo, a parità di roccia e di attrezzatura, i fattori determinanti sono la pressione sullo scalpello, la velocità di rotazione, il tipo di scalpello.

La pressione sullo scalpello è il fattore più influente che comunque non è mai da considerarsi disgiunto dalla velocità di rotazione; infatti solo con l'uso regolato di questi due fattori si può ottenere la velocità di perforazione ottimale, cioè quella che pur mantenendo un buon avanzamento non procura un'usura troppo elevata degli scalpelli e dell'attrezzatura.

Nel caso specifico la distruzione di nucleo sarà realizzata con martello a fondo-foro (DHH - Down Hole Hammer). Questo è un sistema a rotopercolazione che impiega un martello **Fig.3.1.6.1/A**, montato sulla estremità della batteria di aste, azionato da un compressore che scarica l'aria sul fondo del foro. Nello stesso tempo la batteria, azionata dalla testa di rotazione idraulica dell'impianto di perforazione, ruota ad una velocità minima (30 - 40 giri/1') ed assicura la spinta ed il tiro con le stesse modalità della classica circolazione diretta. L'aria, scaricata nel terreno da attraversare, provoca una veloce risalita dei detriti e nello stesso tempo una perfetta pulizia del foro, evitando così all'utensile il dannoso rilavoro sul materiale disgregato



Fig. 3.1.5.1/A: martello fondo foro

3.1.6. Attività di ricerca

Nel presente paragrafo vengono descritte tutte le fasi lavorative previste per l'esecuzione della ricerca idrica, come:

1. Cantieramento;
2. Perforazione e allestimento pozzi;
3. Allestimento opere di presa;
4. Ripristino ambientale

3.1.6.1. Cantieramento

Prima di dare inizio ai lavori di ricerca si procederà alla preparazione ed al cantieramento della zona operativa rappresentata in cartografia.

I lavori di cantieramento si riferiscono alla preparazione delle singole piazzole di perforazione (tre) e consistono in:

- Viabilità;
- Sistemazione della piazzola;
- Approntamento delle attrezzature.

Viabilità

Per il raggiungimento dei punti di perforazione dalla rete viaria esistente può essere necessaria la realizzazione di piste di dimensioni tali (2,50 m) da consentire il transito di tutte i mezzi e le attrezzature necessarie alla perforazione. Tali lavori consistono nella regolarizzazione plano-altimetrica dei tratti di interesse attraverso interventi di sterro e riporto di materiale in posto o appositamente reperito dall'esterno.

Sistemazione della piazzola

Come per la viabilità anche per la realizzazione delle piazzole si rendono necessari interventi di sistemazione plano-altimetrica.

In particolare le dimensioni delle piazzole sarà tale da ospitare la macchina perforatrice, il gruppo di produzione dell'aria compressa nonché aste e tubi di rivestimenti.

Le piazzole avranno forma rettangolare con lati rispettivamente di 10 e 15 m per una superficie complessiva di 150 m².

Approntamento delle attrezzature.

I lavori di approntamento consistono nel posizionamento della macchina perforatrice del gruppo di produzione di aria compressa e delle relative tubazioni, nonché di tutte le attrezzature come batterie di aste e tubazioni di rivestimento.

3.1.6.2. Perforazione e allestimento pozzi

Al procedere della perforazione e per tutta la lunghezza del foro si procederà ad installare un rivestimento in ferro (diametro 400 mm) con funzione di protezione delle pareti e isolamento delle falde idriche attraversate.

Terminato il foro verrà installato del rivestimento definitivo che andrà a sostituire progressivamente quello provvisorio. Questo verrà realizzato con tubo in PVC atossico, di diametro interno a sezione costante di 250 mm, costituito da una parte cieca (130 ml) e di una fessurata (20 ml).

Tra il rivestimento provvisorio e quello definitivo sarà introdotto per tutta la lunghezza del filtro un dreno (prefiltro) costituito da materiale granulare sciolto opportunamente selezionato. In particolare sarà usato un ghiaietto calibrato siliceo arrotondato di granulometria $\phi = 1,5 - 2,5$ mm. La funzione del prefiltro consiste nel rendere solidale la colonna del pozzo con il terreno, nel far aumentare la permeabilità in prossimità della colonna e nel ridurre l'asportazione dei materiali fini dall'acquifero.

Concluse tali operazioni, per rendere solidale tutta o parte della tubazione cieca, si procederà, dopo aver immesso in corrispondenza della base di questa e alla parte sommitale del filtro per uno spessore di circa 10,00 m la bentonite, all'immissione sino al p.d.c. di ghiaia.

Il pozzo sarà sigillato fino al piano di campagna mediante cementazione con malta. Questo intervento ha il compito di impedire la percolazione di eventuali inquinanti dalla superficie verso la falda.

Poiché solo con la realizzazione della perforazione si potrà conoscere con esattezza il reale assetto

idrogeologico, le effettive dimensioni dei tubi, dei fori ed il materiale per il filtro potrebbero essere soggetti a variazione.

Terminate le operazioni di completamento del pozzo si procederà allo spurgo dello stesso al fine di assestare il dreno posto in opera attorno alla colonna del pozzo e creare un ulteriore filtro attorno a questo nei terreni naturali. La tecnica utilizzata sarà quella del pompaggio, con la quale sarà emunta la portata massima compatibile con l'opera per un tempo adeguato ai materiali costituenti l'acquifero.

Allo spurgo segue l'allestimento dell'impianto di sollevamento con saracinesca per le prove di portata. L'elettropompa installata sarà dimensionata in modo tale che la portata massima sia almeno tre volte superiore a quella prevista in fase di emungimento a regime dei pozzi.

Il pozzo sarà protetto mediante chiusino in ferro da installare fuori terra.

La geometria dell'opera ed i materiali utilizzati (malta cementizia e P.V.C. atossico), oltre a favorire lo scorrimento, non consentiranno attraverso il pozzo l'infiltrazione delle acque superficiali, quindi di eventuali inquinanti, preservando così le acque di falda da contaminazione.

Lo "schema del pozzo" e lo "schema tecnico dell'opera di presa e delle sue apparecchiature" di seguito riportati consentiranno di avere una figura d'insieme dell'opera.

3.1.6.3. Allestimento opere di presa

Terminata la realizzazione del pozzo in ogni sua parte si procederà all'installazione delle opere di presa. Le opere di presa non saranno installate contemporaneamente su tutti i pozzi ma di volta in volta esclusivamente e preliminarmente all'esecuzione della prova.

Queste consentiranno l'esecuzione delle successive prove di emungimento. Si tratta di opere provvisorie costituite da:

- Pompa;
- Tubazione di mandata;
- Serracinesca;
- Contattore;
- Tubazione finale.

Pompa

Si tratta dell'installazione di una pompa del tipo sommerso con caratteristiche di portata e potenza adeguata alla profondità dei pozzi da realizzare e la profondità alla quale si rinviene l'acquifero produttivo. A titolo indicativo per la prova di emungimento si prevede l'esecuzione di almeno 5 gradini con portate rispettivamente di 1, 2, 4, 8, e 16 l/s, ne consegue che la portata massima della pompa non sarà inferiore a 1 m³/min. L'energia elettrica necessaria al funzionamento della pompa sommersa sarà fornita da un gruppo elettrogeno di potenza adeguata.

Tubazione di mandata

La pompa sommersa sarà raccordata all'esterno con una tubazione in PVC ad alta densità per tutta la lunghezza del pozzo.

Serracinesca

In superficie sarà installata una serracinesca con la funzione di controllo delle portate emunte durante le prove.

Contattore

Durante le prove di emungimento si rende necessario il controllo a tempi stabiliti delle portate emunte. Le caratteristiche tecniche del contattore saranno adeguate alla portata della pompa.

Tubazione finale

Poiché le quantità d'acqua emunta è di una certa entità dopo il contatore si predisporrà una tubazione sempre in PVC ad alta densità al fine di convogliare le stesse verso il reticolo idrografico.

3.1.6.4. Ripristino ambientale

Al termine della prospezione, qualora gli esiti della ricerca risultassero negativi, saranno attivati i lavori per il ripristino ambientale delle superfici interessate. In particolare gli interventi di ripristino interesseranno i pozzi le piste e le piazzole.

Gli interventi consisteranno nella rimozione dei riporti di materiale utilizzato per la realizzazione delle piste e delle piazzole e nello stesso tempo ricostituita la morfologia iniziale. Al fine di favorire lo sviluppo della vegetazione su tali superfici sarà messo in opera un orizzonte di terra vegetale dello spessore di 20 cm e successiva semina di specie erbacee e arbustive compatibili con la vegetazione esistente.

Per quanto riguarda i pozzi non produttivi, questi saranno tombati e sigillati con getto in cls al fine di impedire l'infiltrazione delle acque superficiali verso la falda.

3.1.6.5. Prove di emungimento

Terminati i lavori di approntamento delle opere di presa saranno eseguite le prove di emungimento. Le prove di emungimento consistono nell'estrazione di acqua sotterranea, con relativa misura delle portate (Q) emunte, degli abbassamenti di livello piezometrico (\square) corrispondenti e della risalita dello stesso livello dopo l'arresto del pompaggio. Possono essere eseguite su singoli pozzi o in stazioni di prova che constano di un pozzo-pilota e di uno o più piezometri posti all'interno del suo raggio d'azione.

Per l'impostazione delle prove e l'interpretazione dei dati possono essere utilizzate metodologie e formule diverse che si ispirano alle due teorie idrodinamiche di Dupuit e Theis.

PROVA DI EMUNGIMENTO SU STAZIONE DI PROVA

Le prove di emungimento su stazioni di prova consentono di acquisire i dati di base (portate e depressioni piezometriche) indispensabili per la determinazione dei parametri idrogeologici.

All'atto pratico, nella maggior parte dei casi, la stazione è costituita da 1 pozzo e da 1 o 2 piezometri. Non essendo prevista la realizzazione di piezometri le misure saranno eseguite su due pozzi limitrofi, uno con funzione di pozzo pilota e l'altro di piezometro.

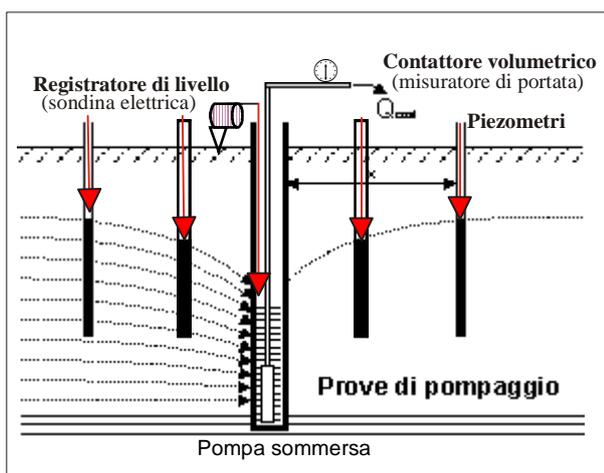
La distanza tra i due pozzi è tale da escludere che le prova, siano influenzate dalle perdite di carico che si verificano in prossimità dell'opera di captazione.

La prova eseguita in regime di equilibrio sarà effettuata a gradini crescenti. In particolare durante la prova i livelli idrici devono essere rilevati nei due pozzi contemporaneamente. Le misure saranno ravvicinate all'inizio di ogni gradino per poi diradarle man mano che il livello

tende alla stabilizzazione. Dopo l'arresto del pompaggio si opererà in modo analogo per rilevare la curva di risalita.

Con questo tipo di prova si possono acquisire i dati per :

- costruire la curva caratteristica del pozzo, la cui forma da informazioni sul comportamento idrodinamico del complesso acquifero/opera di captazione;



- valutare la portata critica (Qc) e la portata ottimale di esercizio(Qe);
- calcolare la portata specifica (Qs) ed il raggio d'azione (R) del pozzo.

3.1.6.6 Caratteristiche fisiche e tecniche del progetto. aree occupate in fase di allestimento cantiere e di esercizio

Come ampiamente descritto il piano di indagini se si esclude la realizzazione di piste e delle piazzole di perforazione, non prevede movimentazione di terra e/o modificazioni significative delle caratteristiche plano altimetriche.

Complessivamente l'indagine di tipo puntuale prevede la realizzazione di tre piste necessarie alla movimentazione dei mezzi dalla rete viaria esistente ai punti di perforazione (piazzole). Tali opere come già descritte comporteranno l'occupazione temporanea di una superficie di 1500 m².

3.1.6.7. Durata temporale delle attività di ricerca

La durata amministrativa del permesso di ricerca è di un anno rinnovabile fino a 2 anni. Tuttavia i lavori di ricerca in senso stretto avranno una durata molto limitata e valutabile in 2 mesi di lavoro di campo. In **Tab. 3.1.6.2/A** si esplica la durata delle singole lavorazioni previste.

DESCRIZIONE	DURATA
	GIORNI
Indagine geoelettrica	3
Cantieramento	15
Perforazione e allestimento pozzi	21
Allestimento opere di presa	3
Ripristino ambientale	10
Prove di emungimento	3
Totale	55

TAB. 3.1.6.2/A: durata temporale dei lavori di ricerca

3.1.6.8. Organizzazione del lavoro e personale impiegato

Per la ricerca mineraria l'ente proponente ha adottato una struttura operativa snella con un direttore dei lavori esterni. A seconda dei lavori di ricerca in programma saranno individuate ditte esterne che gestiranno le singole lavorazioni specialistiche sotto la supervisione della direzione dei lavori. In particolare sono individuabili due attività distinte: la prima rappresentata dalla attività di cantieramento (piste e piazzole) e di ripristino ambientale; la seconda di indagine in senso stretto rappresentata dalle perforazione dei tre pozzi.

Le altre attività come indagini geoelettriche e prove di emungimento saranno affidate a professionisti abilitati.

Per la ricerca saranno impiegati complessivamente 4 (tre) unità. Tra le figure professionali, si può, in funzione del tempo dedicato all'attività di ricerca, individuare personale a tempo pieno e personale a tempo determinato. Tra il personale a tempo pieno si individuano:

- ❖ n° 1 Operaio addetto all'uso dell'escavatore o pala gommata;
- ❖ n° 1 Operai addetto al trasporto del materiale di consumo e dei mezzi;
- ❖ n° 3 Operai addetti alla perforazione;

Tra il personale a tempo determinato si possono citare:

- ❖ n° 1 Direttore dei lavori, professionista esterno all'impresa;

Nel personale sopra citato non compare personale addetto alla manutenzione dei mezzi in quanto queste operazioni vengono eseguite presso operatori esterni all'attività.

L'organizzazione dell'attività di ricerca si avvale delle seguenti macchine:

- ❖ n° 1 pala gommata;
- ❖ n° 1 escavatore;
- ❖ n° 1 dumper;
- ❖ n° 1 Sonda idraulica semovente, montata su carro cingolato.

3.1.7. Criteri che hanno guidato le scelte in relazione alle previsioni delle trasformazioni territoriali di breve e di lungo periodo, conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizio e delle eventuali attività indotte

I fattori che hanno determinato la scelta del sito operativo, la realizzazione del progetto, le modalità ed i tempi di ricerca (indagini, movimento terra, perforazioni e prove) e di ripristino possono essere riassunti nei seguenti punti:

- a) qualità e consistenza del giacimento evidenziato dai primi studi;
- b) limitatezza degli impatti ambientali arrecati dai lavori, in relazione all'immediatezza e alla progressività del ripristino, alla limitata visibilità;
- c) contenimento degli impatti sulle specie biotiche presenti e sostenibilità dell'intervento rispetto alle esigenze di tutela ambientale del territorio.

3.1.8. Analisi economica

Nella presente sezione saranno esaminati i principali centri di costo e la loro incidenza sulla base delle quotazioni dei lavori di ricerca previsti e ampiamente descritti.

3.1.8.1. Analisi dei centri di costo

L'analisi dei costi relativi ad un'attività di ricerca mineraria è direttamente correlata al tipo di materiale da estrarre ed alla complessità dei lavori. Gli investimenti per l'apertura del nuovo cantiere vengono riportati nella **Tab. 3.1.8.1/A**.

n°	Descrizione	Per singolo pozzo pilota				N° 3
		U.M	Prezzo unitario €	Quantità	Importo totale €	pozzi
1	Posizionamento recinzione delimitazione area cantiere di perforazione con rete h. 2 mt. Color arancio. Prezzo comprensivo della fornitura di pali metallici e rete.	ml	30,00	40,00	1.200,00	3.600,00
2	Realizzazione area di lavoro con mezzi meccanici, trasporto attrezzature compreso il piazzamento. Alla fine dei lavori smontaggio cantiere e ripristino area.	a corpo	3.000,00	1,00	3.000,00	9.000,00
3	Perforazione a distruzione di nucleo fino a diametro 400 mm, compreso di rivestimento provvisorio.	ml	60,00	150,00	9.000,00	27.000,00
4	Fornitura e posa in opera di tubazione definitiva in PVC atossico del diametro di 250 mm.	ml	20,00	130,00	2.600,00	7.800,00
5	Fornitura e posa in opera di filtro microfessurato del diametro di 250 mm.	ml	35,00	20,00	700,00	2.100,00
6	Dreno costituito da ghiaietto calibrato siliceo arrotondato di granulometria f = 1,5 - 2,5 mm	mc	120,00	2,31	277,20	831,60

Tabella.3.1.8.1/A: Costo delle indagini

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO PROGETTUALE

n°	Descrizione	Per singolo pozzo pilota				N° pozzi
		U.M	Prezzo unitario €	Quantità	Importo totale €	Importo totale €
7	Fornitura e posa in opera di sabbia da frantumazione.	ml	45,00	8,47	381,15	1.143,45
8	Tampone impermeabile in ARGILLA bentonitica o Compactonit da posizionare nell'intercapedine fra tubazione definitiva e superficie dello scavo, per l'isolamento del pozzo e per la separazione degli acquiferi. Fornitura, manodopera specializzata, nolo del regolatore di flusso, della perforatrice ed ogni altro onere per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte	mc	850,00	1,50	1.275,00	3.825,00
9	Cementazione con boiaccia cementizia per caduta dall'alto.	mc	250,00	0,77	192,50	577,50
10	Spurgo con motocompressore d'aria secondo il sistema "air lift" a doppia colonna con iniettore a fondoforo fino all'ottenimento di acqua chiara (contenuto in sabbia < 5 ppm). Costo comprensivo degli oneri degli operai.	h	50,00	10,00	500,00	1.500,00
12	Allestimento impianto di sollevamento con saracinesca per le prove di portata. Costo comprensivo di elettropompa di idonea portata, colonna di mandata, quadro elettrico di controllo marcia a secco e quanto altro necessario per le prove di portata a regola d'arte. Installazione e rimozione dopo la conclusione della prova.	a corpo	1.500,00	1,00	1.500,00	4.500,00
13	Smaltimento detriti solidi impalabili comprensivo di trasporto tramite furgoncino (carico c.ca 6mc.) alla discarica e documentazione a norma di legge da consegnare alla Stazione Appaltante o alla D.LL.	mc	50,00	19,00	950,00	2.850,00
14	Fornitura e posa in opera di chiusino in ferro zincato.	a corpo	250,00	1,00	250,00	750,00
15	Esecuzione di prova di portata a gradini e relazione idrogeologica	a corpo	2.000,00	1,00	2.000,00	6.000,00
16	Esecuzione di stendimento geoelettrico	a corpo	2.000,00	1,00	2.000,00	6.000,00
Totale					23.825,85	77.477,55

Tabella.3.1.8.1/A: Costo delle indagini (segue)

3.1.9. Norme tecniche che regolano la realizzazione del progetto.

La redazione del progetto di ricerca ha richiesto un esame interdisciplinare dei molteplici aspetti che regolamentano le possibilità di fruizione del territorio in cui si intende operare. Altre considerazioni generali sono riferibili al contesto che circonda il permesso. Il piano di ricerca è stato espressamente concepito per conciliare lo sfruttamento razionale del giacimento minerario con le esigenze di tutela

ambientale e di effettivo ripristino delle superfici interessate dai lavori, nel rispetto della loro predisposizione naturale e delle programmazioni all'uso che derivano dagli strumenti pianificatori (P.P.R., P.U.C., P.T.P., etc.).

3.1.9.1. La normativa nazionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere

In Italia la Normativa di riferimento che regola le attività minerarie è rappresentata dal Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443: Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere [nel Regno]. Tale Regio Decreto è stato successivamente aggiornato e coordinato dal Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 213.

Rimane invariata sostanzialmente la differenziazione tra cave e miniere, sancita dall'Art. 2 del succitato Regio Decreto, dovuta essenzialmente alle tipologie di minerali oggetto della coltivazione. "[...*Omissis*...] *Appartengono alla prima categoria la ricerca e la coltivazione delle sostanze ed energie seguenti:*

- a) minerali utilizzabili per l'estrazione di metalli, metalloidi e loro composti, anche se detti minerali siano impiegati direttamente;*
- b) 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.*

Appartiene alla seconda categoria la coltivazione:

- 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."*

In particolare, l'oggetto di ricerca di acque termali individuata nel giacimento in località "Coquaddus", appartiene alla prima categoria lettera e) e pertanto considerata una miniera.

Altre importanti leggi che governano l'attività mineraria sono costituite da:

D.P.R. 9 aprile 1959 n. 128: "Norme di polizia delle miniere e delle cave";

D. Lgs. 25 novembre 1996, n. 624 recante "Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee".

Le succitate norme regolano la complessa materia mineraria, ponendo particolare attenzione al problema della sicurezza.

3.1.9.2. La normativa regionale sull'attività di coltivazione di cave e miniere

Per quanto concerne la Regione Autonoma della Sardegna, la materia mineraria viene regolata dalla normativa che segue:

- Legge Regionale 15 aprile 1957, n. 15. Recepimento del R.D. n. 1443/1927 Norme di disciplina delle attività minerarie (minerali di 1° categoria facenti parte del patrimonio indisponibile della Regione);

Legge Regionale 7 giugno 1989, n. 30. Disciplina delle attività di cava;

Legge Regionale 21 maggio 1998, n. 15. Modifiche alla LR 7 giugno 1989, n. 30.

Legge Regionale 4 dicembre 1998, n. 33. Interventi per la riconversione delle aree minerarie e

soppressione dell'Ente Minerario Sardo (EMSA).

Deliberazione della Giunta Regionale n. 47/12, del 5.10.2005, di approvazione del Disegno di Legge relativo alla "Disciplina delle Attività Estrattive", con il quale il Presidente Renato Soru ha dato mandato alla Direzione Generale per l'inoltro al Consiglio Regionale. Quest'ultimo D.G.R. permetterà di rendere maggiormente trasparente il processo decisionale, coinvolgendo direttamente tutti i soggetti sociali interessati all'intervento proposto, al fine di "perseguire ricorrenti *momenti di coinvolgimento delle Province e dei Comuni, in tema di scelte di sviluppo del territorio, mantenendo ad un differente livello, quello regionale, competenze e funzioni di interesse pubblico più generale*".

3.1.9.3. Le normative sui rifiuti

La normativa di riferimento a livello nazionale in materia di rifiuti è rappresentata dal D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, emanato in attuazione della Legge 308/2004 "delega ambientale" e recante "norme in materia ambientale". Tale Decreto dedica la parte IV alle "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati" (articoli 177 – 266) ed ha abrogato una serie di provvedimenti precedenti tra cui il Decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997, cosiddetto Decreto "Ronchi", che fino alla data di entrata in vigore del D.Lgs. n. 152/06 ha rappresentato la legge quadro di riferimento in materia di rifiuti.

3.1.9.4. Le normative sull'inquinamento acustico

Direttiva n. 86/188CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione al rumore durante il lavoro.

Legge quadro sull'inquinamento acustico 26 ottobre 1995, n. 447. Principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Disciplina tutte le emissioni sonore prodotte da sorgenti fisse e mobili.

DM 16 marzo 1998: tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.

Decreto 13 aprile 2000: recepimento della direttiva 1999/101/CE della Commissione del 15 dicembre 1999 che adegua al progresso tecnico la direttiva 70/157/CEE del Consiglio relativa al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore.

D. Lgs. 18 agosto 2000 n. 262: cosiddetto "Antirumore".

D.P.R. 23 maggio 2003: Approvazione del Piano sanitario nazionale 2003-2005 (riferimenti a inquinamento acustico, inquinamento, sicurezza sul lavoro, amianto, acqua, elettrosmog, rifiuti, mobilità sostenibile).

Raccomandazione 2003/613/CE del 6 agosto 2003 della Commissione concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario e i relativi dati di rumorosità.

D.P.R. 30 Marzo 2004, n. 142. Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge n. 447 del 26 ottobre 1995.

D. Lgs. 19 agosto 2005, n. 194. Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

Decreto 24 luglio 2006: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. Modifiche dell'allegato I - Parte b, del decreto legislativo 4 settembre 2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno.

3.1.9.5. Le normative sulla tutela delle acque e dei suoli

Legge del 22/06/1992 n. 11. Modifica ed integrazioni alla Legge regionale 22 dicembre 1989, n. 45, concernente: " Norme per l' uso e la tutela del territorio regionale".

Legge del 07/05/1993 n. 23. Modifiche ed integrazioni alla Legge regionale 22 dicembre 1989, n.

45, recante: " Norme per l' uso e la tutela del territorio regionale".

D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152: disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

D. Lgs. 18 agosto 2000, n. 258 (c.d. "Acque bis"): Disposizioni correttive e integrative del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128.

D.Lgs.. 152 del 3 aprile del 2006 "Testo Unico dell'Ambiente. Norme in materia ambientale" e s.m.i., Parte III Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche.

Legge regionale del 6 dicembre 2006 n. 19. Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici.

Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

D. Lgs. 16 marzo 2009, n. 30: "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento".

3.1.9.6. Le normative sulla tutela dell'aria

D. Lgs. 4 agosto 1999 n. 351. Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Decreto 20 giugno 2002: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Recepimento della direttiva 2001/63/CE della Commissione del 17 agosto 2001 che adegua al progresso tecnico la direttiva 97/68/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente i provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali.

Decreto 1 ottobre 2002, n. 261: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente.

Direttiva 2003/76/CE dell'11 agosto 2003: modifica della direttiva 70/220/CEE del Consiglio relativa alle misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico con le emissioni dei veicoli a motore.

D.Lgs.. 152 del 3 aprile del 2006 "Testo Unico dell'Ambiente. Norme in materia ambientale" e s.m.i., Parte V Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera.

3.1.9.7. Le normative sulla tutela della salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro

D. Lgs 25 novembre 1996 n. 624. Attuazione della direttiva 92/91/CEE relativa alla salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e della direttiva 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto o sotterranee.

Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 493. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.

Decreto Legislativo 19 marzo 1996, n. 242. Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. 19 settembre 1994 n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

Circolare 27 giugno 1996 n. 89: Ministero del lavoro e della previdenza sociale. Direttive per l'applicazione del D.Lgs.. 10/3/1996 n. 242 contenente modificazioni e integrazioni al D. Lgs. 19/9/1994 n. 626 in materia di sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

D.M. 10 marzo 1998. Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.

Direttiva 2003/10/CE del 6 febbraio 2003 del Parlamento Europeo e del Consiglio sulle prescrizioni

minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)

Decisione 2006/216/CE del 16 marzo 2006 della Commissione relativa alla pubblicazione dei riferimenti della norma EN 143:2000 «Apparecchi di protezione delle vie respiratorie — Filtri antipolvere — Requisiti, prove, marcatura» in conformità alla direttiva 89/686/CEE del Consiglio sui dispositivi di protezione individuale.

Decreto legislativo 10 aprile 2006, n. 195. Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore).

Decreto 27 novembre 2006: Ministero dello Sviluppo Economico. Quarto elenco riepilogativo di norme armonizzate concernente l'attuazione della direttiva n. 89/686/CEE, relativa ai dispositivi di protezione individuale.

D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".

3.1.9.8. La normativa antisismica

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

- D.G.R. 15/31 del 30 marzo 2004. Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ordinanza P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

- Norme Tecniche per le Costruzioni, entrate in vigore il 1 luglio 2009, legge di conversione del Decreto Legge Abruzzo 39/2009.

3.1.10. L'insieme dei condizionamenti e dei vincoli di cui si è dovuto tener conto nella redazione del progetto

Nel corso della fase di progettazione dei lavori di ricerca è stata accuratamente esaminata tutta la vincolistica al fine di ottemperare al volere del legislatore e/o delle comunità locali in tema di gestione del territorio e di sviluppo sostenibile. Di seguito viene fornita una rassegna dei vincoli di cui si è dovuto tener conto.

3.1.10.1. Vincoli paesaggistici, naturalistici, architettonici, storico - culturali, demaniali, idrogeologici, servitù ed altre limitazioni all'attività in progetto

Non esistono vincoli preclusivi alla realizzazione della ricerca e i lavori operativi previsti, risultano sostenibili, in relazione alle esigenze dei vigenti strumenti di pianificazione e tutela del territorio. Vi sono tuttavia diverse limitazioni e condizionamenti dettati da generali esigenze di preventiva conoscenza e salvaguardia del patrimonio ambientale esistente. Riassumiamo di seguito le risultanze dell'analisi vincolistica.

- 1) P.U.C.;
- 2) P.U.P.;
- 3) P.P.R.;
- 4) L.R. 31/1989;
- 5) Aree ZPS (Zone di Protezione Speciale);
- 6) Aree SIC (Superficie di Interesse Comunitario);
- 6) Aree sensibili alla Desertificazione.

3.1.10.2 Principali alternative prese in esame e motivazione tecnica della scelta progettuale adottata

Il piano di indagini e quindi l'ubicazione delle stesse nasce da quelle che sono le caratteristiche

geologiche e geomorfologiche e strutturali desunte dallo studio preliminare di cui si è fornita ampia descrizione.

Sulla base di tali considerazioni e visto che nel caso specifico non sono possibili metodiche di indagine differenti da quella proposta per l'esecuzione dei pozzi pilota si escludono altre ipotesi al progetto di ricerca.

3.1.11 Quantità e caratteristiche degli scarichi idrici, dei rifiuti, delle emissioni in atmosfera, con riferimento alle diverse fasi di attuazione del progetto e di esercizio dell'opera

Come già ribadito in precedenza, non è prevista la produzione di rifiuti. Le emissioni in atmosfera, saranno esclusivamente rappresentate dai gas di scarico, dalle polveri e dai rumori generati dai mezzi d'opera e pertanto sono da ritenersi limitate, conformi alla normativa vigente in materia e all'omologazione delle singole macchine.

Durante le prove di emungimento saranno riversate nel reticolo idrografico tutte le acque di falda estratte. Si tratta tuttavia di acque naturali prive di contaminazione come previsto dal D. lgs. 152/06.

3.1.12 Eventuali misure di carattere gestionale da adottare per contenere gli impatti

Le misure di mitigazione sono di ordine tecnologico e consistono nell'impiego di macchinari di moderna concezione e nel breve periodo di attività.

I lavori saranno concentrati nei mesi di minore frequentazione turistica come quelli invernali e primaverili.

3.1.12.1. Innaffiamento anti-polvere

Al fine di limitare la polverosità durante la perforazione saranno utilizzati macchinari che consentono l'abbattimento delle polveri.

3.1.12.2. Interventi anti-rumore

Al fine di limitare la rumorosità del cantiere i mezzi d'opera utilizzati (esclusiva sorgente di rumore) saranno dotati di efficienti dispositivi di silenziamento.

3.1.12.3. Viabilità e traffico

La movimentazione dei mezzi è limitata alle sole macchine d'opera (macchina perforatrice) e mezzi di supporto. La pressione esercitata sulla viabilità è limitata a pochi mezzi e si esaurisce al termine dei due mesi di attività.

3.1.13. Interventi di ottimizzazione dell'inserimento nel territorio e nell'ambiente

Per la natura dei lavori non sono previsti interventi mirati all'inserimento nell'ambiente in quanto al termine dei lavori lo stato dei luoghi non subisce modificazioni.

3.1.14. Interventi tesi a riequilibrare eventuali scompensi introdotti sull'ambiente

Per sua indole l'attività di ricerca proposta è da considerarsi a bassissimo impatto ambientale. Le moderne tecniche di ricerca non invasive, come quelle invasive, fanno ricorso a macchinari ad elevata tecnologia che consentono di minimizzare i tempi di esecuzione e quindi gli impatti. Inoltre, limitatamente alle aree di interesse, piste e piazzole, è previsto, al termine dei lavori di ricerca, una serie di interventi mirati alla restituzione di queste aree all'ambiente circostante.

3.1.15. Considerazioni

Il progetto è stato concepito in modo tale da favorire una razionale ed economica ricerca del giacimento minerario individuato e, nel contempo, di favorire il più ampio recupero ambientale

delle superfici interessate.

Gli obiettivi prefissati consistono nel recupero delle superfici interessate dai lavori attraverso la ricostituzione di un suolo che favorisca lo svilupparsi di una associazione vegetale che favorisca con il suo sviluppo il reinserimento ecologico e paesistico dell'area.

Quanto esposto si realizzerà attraverso i seguenti passi:

- ricostituzione morfologica delle aree;
- stesura di terreno vegetale;
- inerbimento delle superfici. La scelta delle specie da utilizzare per questo intervento è influenzata da quelle che sono le caratteristiche vegetazionali presenti nel sito e nelle aree adiacenti.

La destinazione d'uso finale delle aree ripristinate sarà quella preesistente all'intervento estrattivo.

Per quanto concerne il cronoprogramma dei lavori di ripristino, in linea generale, questi saranno effettuati contestualmente a quelli di ricerca ed in particolare al termine della perforazione del pozzo pilota quando tutte le attrezzature sono state smontate e trasferite al nuovo punto di perforazione.

Quadro Ambientale

Introduzione

Il quadro di riferimento ambientale, in accordo con quanto riportato nell'allegato "A2" della D.G.R. 24/23 2008, contiene l'analisi della qualità ambientale del territorio circostante l'opera in progetto.

In particolare definisce l'ambito territoriale - inteso come sito ed area vasta e i sistemi ambientali interessati dal progetto, sia direttamente che indirettamente, entro cui è da presumere che possano manifestarsi effetti significativi sulla qualità degli stessi;

b) descrive i sistemi ambientali interessati, ponendo in evidenza l'eventuale criticità degli equilibri esistenti;

c) individua le aree, le componenti ed i fattori ambientali e le relazioni tra essi esistenti, che manifestano un carattere di eventuale criticità, al fine di evidenziare gli approfondimenti di indagine necessari al caso specifico;

d) documenta gli usi plurimi previsti delle risorse, la priorità negli usi delle medesime e gli ulteriori usi potenziali coinvolti dalla realizzazione del progetto;

e) documenta i livelli di qualità preesistenti all'intervento per ciascuna componente ambientale interessata e gli eventuali fenomeni di degrado delle risorse in atto.

Inizialmente, si approfondisce l'analisi del territorio potenzialmente interessato dall'impatto ambientale attribuibile al progetto proposto; nella fase successiva, di "caratterizzazione", si analizzano i prevedibili effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta, con particolare riferimento alle principali componenti ambientali.

L'area di studio è stata delimitata considerando le principali modalità di interferenza delle attività relative alla coltivazione mineraria con gli equilibri naturali dell'ecosistema circostante. Per fornire un quadro esaustivo e completo, il contesto territoriale è stato esteso ad un'area più vasta rispetto a quella della miniera. A tal fine, tenuto conto delle caratteristiche tecniche del progetto proposto, l'analisi è stata affrontata partendo da un inquadramento generale dell'area vasta e quindi da un approfondimento degli aspetti ambientali e delle caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche del sito oggetto dell'intervento proposto.

4. Componenti e fattori ambientali

In questa parte del lavoro si procederà all'esame delle componenti naturalistiche ed antropiche interessate dall'opera e le integrazioni tra queste ed il sistema ambientale preso nella sua globalità, definite dal DPCM del 27/12/88 che individua una le seguenti componenti ambientali:

- atmosfera;
- ambiente idrico;
- suolo e sottosuolo;
- vegetazione, flora e fauna;
- ecosistemi;
- salute pubblica;
- rumore e vibrazioni;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- paesaggio.

4.1. Atmosfera

In questo capitolo si affronta la caratterizzazione climatica del sito al fine di comprendere in quale

misura e tramite quali dinamiche l'atmosfera interagisce con gli altri fattori ambientali.

4.1.1. Inquadramento climatico

La caratterizzazione climatica del sito oggetto dello studio, è stata eseguita avvalendosi dei dati, in particolare i dati termometrici e pluviometrici, rilevati nella stazione di Carloforte.

4.1.2. Temperature e precipitazioni

Le temperature medie mensili e media annua sono determinate utilizzando i dati rilevati nella stazione di Carloforte tra il 1924 e il 1992, per un periodo complessivo di 69 anni di osservazione. In Tabella 4.1.2/A si riportano, oltre ai valori medi di temperatura mensile ed annua, il numero di osservazioni.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
N.Oss.	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Dev.St.	1,1	1,2	0,9	0,8	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1	1,2	0,5
T media in °C	11,5	11,5	12,8	14,7	17,8	21,6	24,3	24,8	23,1	19,5	15,6	12,8	17,5

Tabella 4.1.2/A: Temperature medie mensili ed annua (Stazione di Carloforte. Quota s.l.m. 14 m)

L'andamento delle temperature medie mensili è visualizzato nel seguente grafico in Fig. 4.1.2/B (istogramma delle temperature medie mensili, con riportati nell'asse delle ascisse i 12 mesi e nell'asse delle ordinate le temperature medie mensili espresse in °C).

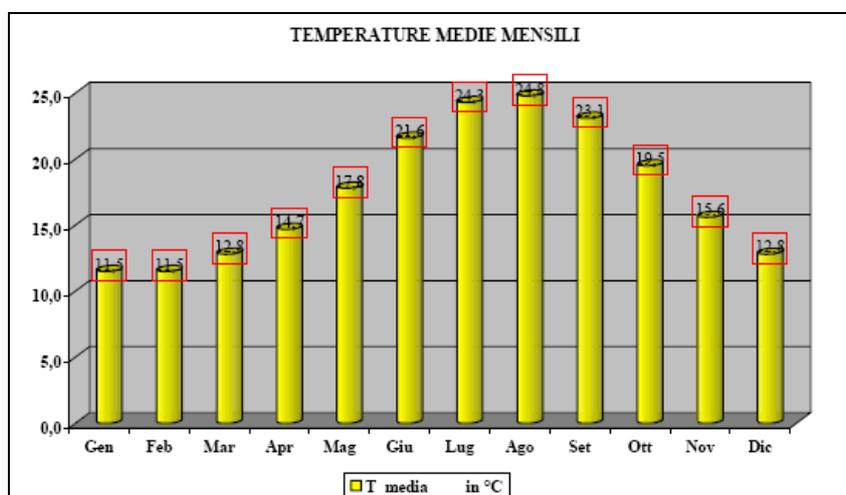


Fig. 4.1.2/B: Temperature medie mensili

Dalla Tabella 4.1.2/A e dal relativo grafico in Fig. 4.1.2/B si evince che la temperatura media annua, calcolata con i valori mensili, è 17,5°C. Inoltre, i mesi più freddi sono Gennaio e Febbraio con 11,5°C e quello più caldo è Agosto con 24,8°C.

Le precipitazioni medie mensili e media annua sono determinate utilizzando i dati misurati tra il 1922 e il 1992 nella stazione di Carloforte, quindi per un periodo di 70 anni.

In Tabella 4.1.2/C si riportano, oltre ai valori medi di precipitazione mensile ed annua, il numero di osservazioni e la deviazione standard.

L'andamento delle precipitazioni medie mensili può essere meglio analizzato grazie all'istogramma delle precipitazioni medie mensili, Fig. 4.1.2/D ove si riportano sull'asse delle ascisse i 12 mesi e sull'asse delle ordinate precipitazioni medie espresse in millimetri.

*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE*

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Annua
N.Oss.	68	68	68	70	70	70	70	70	69	69	69	69	67
Dev.St.	52,1	51,4	40,7	34,4	29,8	18,1	4,0	17,1	31,1	69,5	63,8	58,9	142,2
P media in °C	80,6	73,5	54,7	47,1	30,1	9,6	1,2	6,8	30,0	77,0	90,9	90,9	602,5

Tabella. 4.1.2/C: Precipitazioni medie mensili e annua(Stazione di Carloforte. Quota s.l.m. 11 m) Tipo di apparecchio P

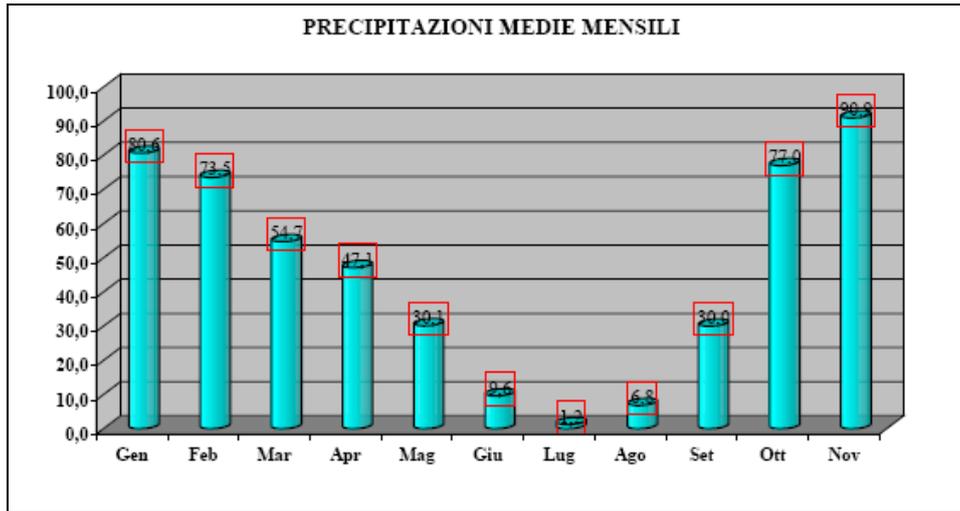


Fig. 4.1.2/D: Precipitazioni medie mensili

Dalla Tabella 4.1.2/C e dal grafico in Fig. 4.1.2/D si deduce che il modulo pluviometrico annuo, calcolato con i valori mensili, è 602,5 mm, che il mese più piovoso è dicembre con 96,7 mm e quello più asciutto è luglio con 1,2 mm.. I valori di temperatura e precipitazione medi mensili hanno consentito la ricostruzione del diagramma ombro termico, in Fig. 4.1.2/E che riproduce il regime termo-pluviometrico medio annuo nella stazione di Carloforte. Infatti, riportando in ascisse i 12 mesi e in ordinate i corrispondenti valori medi mensili di T e P si può visualizzare il loro andamento nel corso dell'anno.

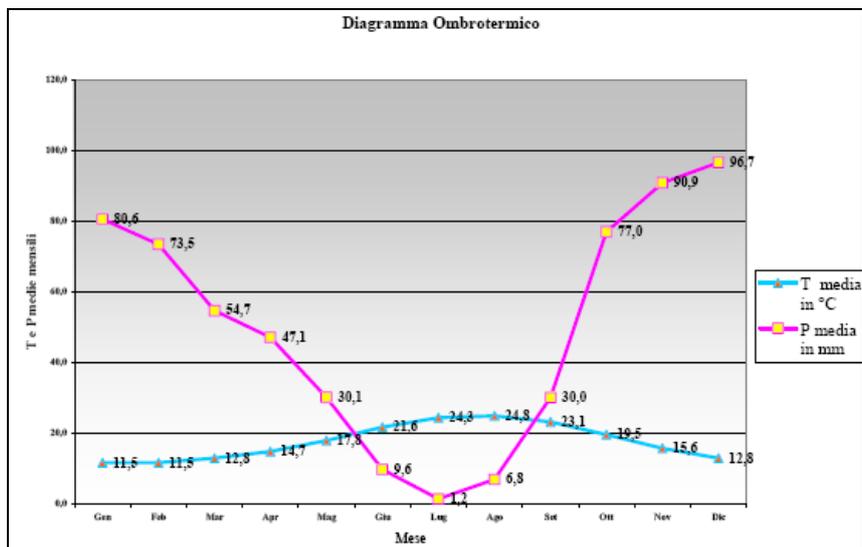


Fig. 4.1.2/E: Diagramma ombro termico del settore di Carloforte

L'andamento delle curve consente di affermare che nei mesi estivi di Luglio e Agosto, dove la temperatura medie mensili raggiungono il valore massimo rispettivamente di 24,3°C e 24,8 °C, si hanno minimi di piovosità (rispettivamente 1,2 mm e 6,8 mm), mentre nei mesi di Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio, dove le temperature medie mensili oscillano tra i 11,5. e i 15.6 °C, si raggiungono le piovosità più elevate (rispettivamente 90,9 mm, 96,7 mm; 80,6 mm, 73,5 mm).

4.1.3. Nuvolosità

Parametro di notevole importanza nella definizione del clima è la nuvolosità da cui dipende l'irraggiamento solare. I giorni di cielo sereno, coperto e nuvoloso, riferiti alla stazione meteorologica di Carloforte, sono riportati in Tab. 4.1.3.

Numero medio mensile e annuo dei giorni sereni												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
3	5	6	5	9	11	20	22	11	4	5	3	104
14		25			53			12				
Numero medio mensile ed annuo dei giorni coperti												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
13	10	11	8	7	4	2	1	3	8	11	11	89
34		19			6			30				
Numero medio mensile ed annuo dei giorni nuvolosi												
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
15	13	14	17	15	15	9	8	16	19	14	17	172
42		47			33			50				

Tab. 4.1.3: Medie mensili di giorni sereni e giorni coperti riferiti alla stazione di Carloforte

L'analisi dei dati mostra che, nell'area in esame:

- il numero di giorni sereni massimo si ha tra Luglio ed Agosto, rispettivamente con 20 e 22 gg, mentre il numero minimo ricade a Dicembre e a Gennaio con 3 gg;
- i giorni coperti raggiungono un massimo di 13 e un minimo di 1, rispettivamente, nei mesi di Gennaio e Agosto.
- dei giorni nuvolosi si ha un minimo nel mese di Agosto, con 8 gg., mentre il massimo, 19 gg., si osserva nel mese di Ottobre.

I dati relativi la media annua indicano che, nel settore, per ben 104 gg. (28,5 %) il cielo è sereno, per 172 giorni (47,1 %) è nuvoloso e per i restanti 89 gg. (24,4 %) è coperto.

4.1.4. Ventosità

I dati d'intensità, direzioni e frequenza del vento al suolo sono riferiti alla stazione di misura di Capo Sperone (Carloforte). In Fig. 4.2.3.1 si riporta l'ubicazione della stazione e la relativa schematizzazione grafica dei dati medi acquisiti (100 misure). Dalla distribuzione dei venti si desume che nel settore di Carloforte, si ha un prevalere dei venti con direzione N-S rispetto a quelli degli altri settori che, pur raggiungendo apprezzabili velocità, mostrano minori frequenze. I valori di intensità massima sono compresi tra 15 e 20 m/s; i venti più frequenti (7,92 %) hanno velocità compresa tra 5 e 10 m/s. Le calme registrate non superano il 10,07 delle osservazioni %.

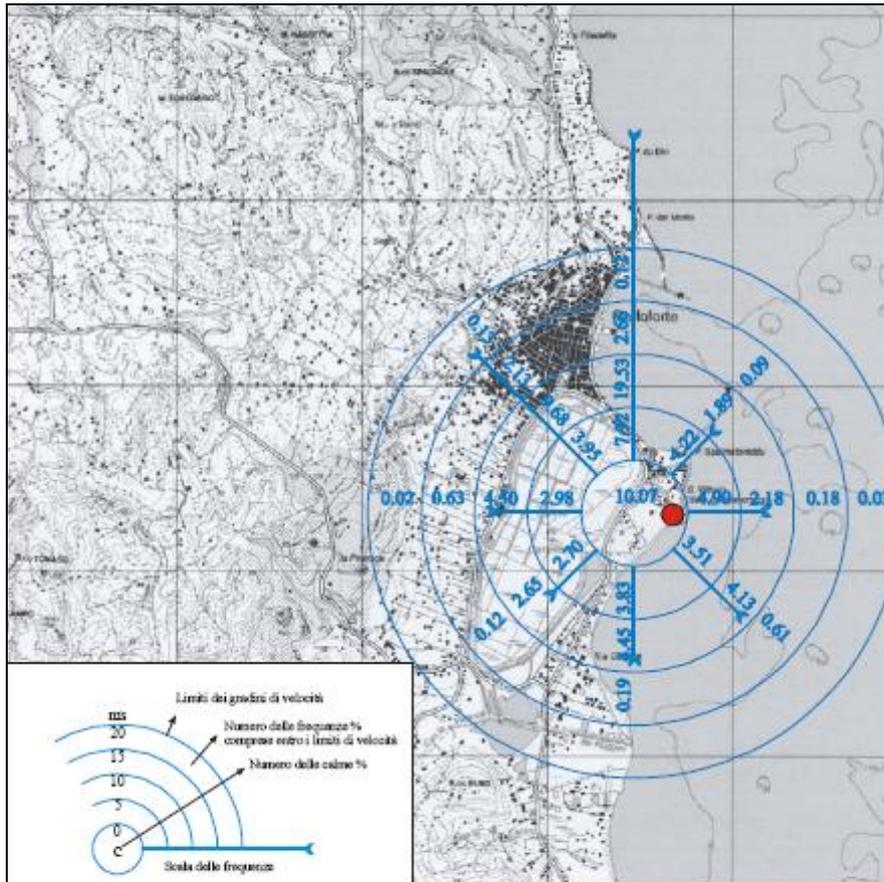


Fig. 4.1.4/B: Distribuzione e intensità dei venti nella stazione di Capo Sperone

Dall'analisi di quanto esposto si evince che nella porzione di territorio in esame predominano i venti provenienti dai quadranti meridionali (SW, Libeccio e S, Ostro) seguiti dal Ponente (W). Da queste tre direzioni spirano il 65% dei venti. Le calme si verificano nell'8% dei casi.

Se si considerano le velocità medie dei venti le maggiori intensità sono raggiunte dal Ponente (3 m/s) dal Grecale e dal Libeccio (2,9 m/s). L'effetto della media contribuisce ad appiattire la curva della velocità dei venti, pertanto nella Tabella 4.1.4/D si riportano le velocità massime delle raffiche ed il numero di giorni per le classi di velocità espresse secondo la scala di Beaufort.

4.1.5. Umidità relativa

L'umidità relativa, per ogni singola osservazione, si ottiene dal rapporto in percentuale della quantità di vapore acqueo esistente in una data massa d'aria e la quantità massima che la stessa potrebbe contenere alla temperatura esistente al momento di osservazione. In Tab. 4.2.4.1 si riportano i valori mensili di umidità relativa media (%) registrati nella stazione di Carloforte.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Umidità relativa (%)	71	71	70	67	67	64	65	68	70	70	73	69	69
	70			69			66			71			69

Tabella 4.1.5/A: Valori mensili umidità relativa

Dall'analisi dei dati si può notare che l'umidità relativa, con un valore medio annuo del 69 %, è più alta nei mesi invernali (73 % a Novembre, 71 % a Gennaio e Febbraio) e raggiunge valori minimi

nei mesi estivi (64 % a Giugno e 65 % a Luglio).

4.1.6. Pressione atmosferica

La variazione di pressione atmosferica in Sardegna, essendo strettamente legata a quella del mediterraneo occidentale, è condizionata, nelle varie stagioni, dagli spostamenti dell'Anticiclone delle Azzorre. Nella stagione invernale ha una notevole influenza anche l'anticiclone Euro-Siberiano. In Tab. 4.2.5.1 si riportano i valori medi della pressione atmosferica relativi al settore di interesse, ottenuti dai dati relativi alla stazione di Carloforte.

Stazione	Altitudine (m)	Inverno (mb)	Primavera (mb)	Estate (mb)	Autunno (mb)	Anno (mb)
Carloforte	14,00	1014,9	1015,6	1015,6	1015,4	1015,1

Tabella 4.1.6/A: Pressione atmosferica, medie stagionali ed annue

Dall'esame dei valori medi stagionali si evince che la pressione atmosferica, con una media annua di 1015,1 mb, è minima (1014,4 mb) nella stagione invernale e massima (1015,6 mb) in quella estiva. Il minimo stagionale si ha tra l'inverno e la primavera ed il massimo fra l'estate e l'autunno.

4.1.7. Radiazione Solare

I dati relativi alla Radiazione Solare Globale sono stati desunti da una pubblicazione ("L'ambiente Naturale in Sardegna" – Carlo Delfino editore, 1986) attraverso la quale, in base alle carte della radiazione solare (globale) al suolo è possibile assegnare all'area in esame i seguenti valori:

- 60-100 W/m² nei mesi invernali da Dicembre a Febbraio
- 130-210 W/m² nei mesi primaverili da Marzo a Maggio
- 260-300 W/m² nei mesi estivi da Giugno ad Agosto
- 90-200 W/m² nei mesi autunnali da Settembre a Novembre

Tali valori rappresentano le medie mensili della radiazione solare globale sulla unità di superficie orizzontale, desunti dalla distribuzione delle isolinee di radiazione solare costruite mediante l'elaborazione dei dati di 18 stazioni distribuite su tutto il territorio sardo.

4.1.8. Stabilità Atmosferica

L'indicatore maggiormente utilizzato per stimare la struttura turbolenta dell'atmosfera e definire il potenziale di rigenerazione della qualità dell'aria è "l'Indice di Stabilità dell'Atmosfera", le cui diverse situazioni vengono definite sulla base della classificazione di Pasquill; questa, basata sul bilancio radioattivo superficiale, la copertura del cielo, l'altezza del sole e la velocità del vento, permette di distinguere 6 diverse situazioni:

- Atmosfera estremamente instabile (classe A)
- Atmosfera moderatamente instabile (classe B)
- Atmosfera leggermente instabile (classe C)
- Atmosfera neutra (classe D)
- Atmosfera leggermente stabile (classe E)
- Atmosfera moderatamente/estremamente stabile (classe F+G).

Le prime tre classi sono favorevoli alla diluizione di un'eventuale contaminazione dell'atmosfera, mentre le altre tre rappresentano i periodi peggiori con il raggiungimento dei livelli d'inquinamento più alti. Di seguito sono riportati i dati statistici relativi alle classi di turbolenza atmosferica Pasquill, calcolate per la zona in esame. I dati, riferiti al periodo che va dal 1° Gennaio 1951 al 31 Dicembre 1977 (dati storici) relativamente alla stazione di Carloforte, indicano la predominanza della classe D (atmosfera neutra) con una frequenza media annua del 56%; inoltre è

significativamente frequente la situazione di atmosfera debolmente instabile (classe C 15%) ed anche quella fortemente stabile (classi F+G, 10%).

4.1.9. Indice Di Aridità

Dai valori di afflusso medio annuo (P), temperatura media annua (T), afflusso e temperatura del mese più arido (rispettivamente p e t), dell'area in esame, utilizzando la relazione $I_a = [P/(T+10)+12p/t]/2$, si è ottenuto un Indice di Aridità Medio Annuo di 11,25.

$$I_a = 11,25$$

4.1.10. Tipo di Clima

La climatologia dell'area non si discosta, fatte salve alcune peculiarità, da quella tipica della fascia costiera della Sardegna, il cui clima è definito come tipico "clima mediterraneo insulare", infatti, è lambita dalle famiglie cicloniche d'origine atlantica che penetrano nel Mediterraneo, specie nel semestre freddo, spostandosi da occidente verso oriente. La loro influenza è, però, mitigata dall'azione termoregolatrice delle masse marine che circondano la regione. In forza di ciò, la regione sarda è, tra quelle italiane, una delle più soleggiate durante tutto il corso dell'anno; tale fatto influisce conseguentemente sul suo clima e sul clima dei suoi distretti. I tipi di circolazione sono individuati e regolati dalla posizione reciproca dell'Anticiclone delle Azzorre, dell'Anticiclone Russo-Siberiano e della depressione d'Islanda. Tali centri di azione convogliano sul Mediterraneo, nell'arco dell'anno, masse d'aria di origine e caratteristiche fisiche diverse, che quivi subiscono trasformazioni dinamiche e termodinamiche a causa delle condizioni di temperatura del mare e dell'orografia locale. Il prevalere di uno dei suddetti regolatori o la contemporanea influenza di alcuni di essi determinano condizioni meteorologiche e climatiche differenziate la cui ricorrenza scandisce i cicli stagionali del clima: durante il semestre freddo è ricorrente una configurazione barica depressionaria al suolo centrata fra la Sardegna ed il Mar Adriatico e compresa tra l'anticiclone atlantico e l'anticiclone asiatico. Questa è la condizione tipica in cui le masse d'aria freddo-umida investono le isole mediterranee producendo effetti di vorticità, marcata ventosità, nuvolosità interna e precipitazioni a carattere di rovescio, alle quali seguono, dopo breve tempo, ampie schiarite. Un altro ricorrente regime di depressione si presenta con formazioni cicloniche che si originano sull'Europa occidentale e si spostano verso Est e Nord-Est. Tali condizioni si presentano in genere in autunno e in primavera con flusso di aria relativamente calda e umida dei quadranti sud-occidentali. L'impatto di tali masse d'aria con le coste occidentali e i rilievi montuosi dell'isola produce abbondante nuvolosità e precipitazioni intense e continue. Nel semestre caldo, il Mediterraneo occidentale rimane sotto l'influenza dell'anticiclone delle Azzorre: in tali condizioni si ha notevole insolazione, scarsa nuvolosità e ventilazione debole a prevalente regime di brezza. Come già precisato le coste sud-occidentali, pur non discostandosi dal punto di vista climatico dalle caratteristiche tipiche di tutta l'isola, presentano un quadro specifico ben distinto da quello dei territori che lo circondano. Ciò è dovuto alla geomorfologia della zona che induce importanti modificazioni alla circolazione atmosferica dei bassi strati: la presenza delle due isole minori di S. Pietro e S. Antioco e la vicinanza alla linea costiera dei rilievi montuosi del Sulcis e dell'Iglesiente conferiscono una componente più spiccatamente settentrionale alle linee di flusso che sul Mediterraneo risultano essere prevalentemente occidentali. Nello specifico, i valori medi di temperatura e precipitazione del settore costiero nord-orientale dell'isola di S. Antioco consentono di asserire che il clima sia di tipo subtropicale. Infatti, le temperature medie mensili sempre superiori a 10 °C (min. 11,5 °C), la temperatura media annua superiore a 17,0 °C ($T_m = 17,5$ °C), quattro mesi con temperature superiori ai 20 °C (Giugno = 21,6 °C, Luglio = 24,3 °C, Agosto = 22,8 °C e Settembre = 23,1 °C) e precipitazioni medie annue comprese in un range di valori variabile tra i 500 e 700 mm ($P_m/annua = 602,5$ mm) sono i valori limite che individuano questo tipo di clima.

4.1.11. Qualità dell'aria

Teoria

L'inquinamento atmosferico consiste in una modifica delle proprietà chimiche, fisiche e biologiche dell'aria, con danni anche gravi agli esseri viventi ed ai manufatti qualora le concentrazioni di sostanze inquinanti superino determinati livelli.

L'aria chimicamente pura è un miscuglio di sostanze aeriformi la cui composizione percentuale si mantiene costante fino a 80 – 90 km di altezza. L'aria "pulita" in natura non esiste perché nella sua composizione intervengono da sempre, seppur in esigue proporzioni, altre sostanze estranee inquinanti, immesse nell'atmosfera da alcuni processi naturali quali ad esempio:

- le esalazioni da parte dei vegetali, degli oceani e del suolo;
- le eruzioni vulcaniche;
- l'erosione del suolo e delle rocce ad opera del vento;
- i meteoriti e le poveri cosmiche;
- gli incendi spontanei delle foreste;
- la fotodissociazione dell'aria da parte dei raggi solari.

Si parla di inquinamento atmosferico da attività antropica quando le attività umane provocano una variazione significativa della concentrazione delle sostanze inquinanti, fra queste, in area urbana, le principali sono costituite da:

- biossido di zolfo (SO₂),
- monossido di azoto (NO),
- biossido di azoto (NO₂),
- monossido di carbonio (CO),
- ozono (O₃),
- polveri totali sospese (PTS),
- composti organici volatili (COV), tra i quali gli idrocarburi come il benzene.

Nelle misure analitiche sovente le concentrazioni di monossido e biossido di azoto vengono considerate in maniera cumulata ed indicate con la sigla NO_x.

L'inquinamento urbano è originato essenzialmente dalla combustione di idrocarburi per riscaldamento, dal traffico veicolare e dalle attività industriali. Le emissioni dagli scarichi delle auto contribuiscono al 90% del CO, all'87% dei COV, al 76% della CO₂, al 52% degli NO_x ed al 50% delle polveri. In particolare, queste ultime derivano in parte dai gas di scarico in parte dall'usura della gomma degli pneumatici e del manto stradale.

Le sorgenti stazionarie (riscaldamento domestico, inceneritori, industrie) sono, invece, responsabili del 45% delle emissioni di NO_x e del 78% di quelle di SO₂. Se ci si addentra nei dettagli si scopre che l'olio combustibile produce il 93% di tutta la SO₂ rilevata in ambiente urbano, il 40% degli NO_x ed il 25% delle polveri. Nell'ambito delle poveri meritano particolare attenzione quelle sottili con diametro inferiore a 10 micron note sotto la sigla di PM10. Tali poveri – molto temibili per via delle loro microscopiche dimensioni che consentono loro di penetrare negli alveoli polmonari – sono originate da tre fonti principali: traffico veicolare (25%), riscaldamento domestico (40 – 50%), industria (25 – 35%); i composti organici volatili (COV) derivano, invece, in larga misura dai motori a scoppio. Paradossalmente, la concentrazione di alcune delle più pericolose sostanze inquinanti è aumentata con l'impiego delle marmitte catalitiche, le quali, introdotte per ridurre le emissioni di NO₂, SO₂, CO e polveri, richiedono l'uso della cosiddetta "benzina verde", la quale, però, rispetto a quella addizionata con piombo, contiene una maggiore quantità di idrocarburi aromatici dai quali si sprigionano altre sostanze inquinanti e, in particolare, il benzene, una sostanza cancerogena. La concentrazione di inquinanti in aria sulle aree urbane sulle aree urbane supera in media di 10 – 100 volte quella delle adiacenti aree rurali.

L'inquinamento urbano viene esaltato durante la stagione calda. Infatti, in estate, gli inquinanti primari (naturali o antropogenici), sotto l'azione dell'intensa radiazione solare (in particolare della

componente ultravioletta) subiscono un processo di fotodissociazione che li trasforma, dal punto di vista chimico, in altri inquinanti secondari (smog fotochimica), tra i quali l'ozono, le aldeidi ed i perossidi organici. L'ozono fa la sua comparsa nell'aria urbana solamente nella stagione calda perché, oltre alla presenza degli NO_x, per la sua formazione occorre che vi siano elevate temperature dell'aria e intenso soleggiamento.

Riferimenti normativi per l'inquinamento atmosferico

Per gli inquinanti principali la normativa italiana prevede diversi tipi di limite, e precisamente:

- valori limite di qualità dell'aria (o standard di qualità dell'aria), stabiliti dal D.P.C.M. del 28/3/83 e dal D.P.R. n. 203 del 1988, e definiti come limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti nell'ambiente esterno;
- valori guida di qualità dell'aria, stabiliti dal D.P.R. 203/88 e definiti come limiti delle concentrazioni e limiti di esposizione relativi ad inquinamenti nell'ambiente esterno destinati:
 - o alla prevenzione a lungo termine in materia di salute e protezione dell'ambiente;
 - o a costituire parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche di protezione ambientale per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria
- livello di allarme, relativo alle aree urbane, e definito come la concentrazione di inquinanti atmosferici che determina lo stato di allarme, cioè una situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario.
- livello di attenzione, relativo alle aree urbane, e definito come la concentrazione di inquinanti atmosferici che determina lo stato di attenzione, cioè una situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme.

Le tabelle successive riassumono i diversi limiti per gli inquinanti che sono stati considerati nella definizione della qualità attuale dell'aria e nella stima delle immissioni.

Obiettivo di qualità	Misura	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Unità di misura
Valore limite per la protezione della salute	Media di 24 ore da non superare più di 35 volte	50	50	50	50	50	50	µg/m ³
Valore limite per la protezione della salute	Media annua	40	Da definire				20	µg/m ³

Tabella 4.1.8/A: valori limite per il particolato sospeso(PM10)(DM 60 2/4/2002)

Obiettivo di qualità	Misura	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Unità di misura
Valore limite per la protezione della salute	Media oraria da non superare più di 18 volte	250	240	230	220	210	200	µg/m ³
Valore limite per la protezione della salute	Media annua	50	48	46	44	42	20	µg/m ³
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Media annua	30	30	30	30	30	30	µg/m ³
Soglia di allarme	Media oraria per più di tre ore consecutive	400	400	400	400	400	400	µg/m ³

Tabella 4.1.8/B valori limite per il biossido di azoto Limiti UE dal 2010 (1999/30CE) in vigore con margine di tolleranza (DM 60 2/4/2002)

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE

Obiettivo di qualità	Misura	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Unità di misura
Valore limite per la protezione della salute	Media oraria da non superare più di 18 volte	10	9	8	7	6	5	µg/m ³

Tabella 4.1.8/C valori limite per il monossido di carbonio Limiti UE dal 2010 (2000/69/CE) in vigore con margine di tolleranza (DM 60 2/4/2002)

La concentrazione degli inquinanti nell'atmosfera è determinata non solo dal loro flusso di emissione e dalle trasformazioni chimico-fisiche cui vengono sottoposti, ma anche, ed in misura notevole, dai fattori meteorologici, che spesso costituiscono il parametro chiave per la comprensione della genesi, dell'entità e dello sviluppo nel tempo di un evento di inquinamento atmosferico. I parametri meteorologici più direttamente legati alla problematica della diffusione atmosferica degli inquinanti emessi da una sorgente sono velocità e direzione del vento, classe di stabilità atmosferica e altezza dello strato di rimescolamento. Lo strato di rimescolamento costituisce una sorta di barriera nei confronti della dispersione verticale degli inquinanti presenti nella bassa atmosfera. Quando lo strato di rimescolamento è basso (ma comunque al di sopra dell'altezza della sorgente) si ha un aumento della concentrazione a livello del suolo, in quanto le sostanze risultano intrappolate nella zona più vicina al suolo e viene a mancare la dispersione degli inquinanti verso gli strati più alti (si ha cioè quello che viene comunemente chiamato effetto di inversione termica). Se invece lo strato di rimescolamento è talmente basso da essere al di sotto della quota della sorgente, si ha l'effetto opposto, e risulta limitata la ricaduta degli inquinanti verso il suolo. L'influenza della velocità e della direzione del vento sul trasporto a distanza degli inquinanti è molto importante e deve essere sempre presa in considerazione in un modello di dispersione di sostanze in atmosfera. La classe di stabilità è un indicatore della turbolenza atmosferica; quest'ultima ha una grande influenza sulla dispersione in atmosfera delle emissioni prodotte da una sorgente, in quanto una maggiore turbolenza nei pressi della sorgente comporta un maggiore rimescolamento delle sostanze emesse, con il conseguente aumento delle ricadute a distanza relativamente breve, a scapito del trasporto a grande distanza. La classificazione convenzionalmente adottata (Pasquill-Gifford) prevede sei categorie di stabilità definite come segue:

Classi di stabilità atmosferica	
Classe A	Instabilità forte
Classe B	Instabilità moderata
Classe C	Instabilità debole
Classe D	Condizioni di neutralità
Classe E	Stabilità moderata
Classe F	Stabilità forte

La classe di stabilità in un certo istante di tempo dipende dalla stabilità statica (legata al gradiente di temperatura in funzione della quota), dalla turbolenza termica (causata dal riscaldamento dell'aria a livello del suolo) e dalla turbolenza meccanica (funzione della velocità del vento e della rugosità della superficie). Quantitativamente l'attribuzione di una determinata classe di stabilità viene effettuata in base ai valori della velocità del vento al suolo, all'insolazione diurna e alla copertura di nubi del cielo durante la notte (che influenza la perdita di calore per irraggiamento). La procedura di attribuzione della classe è riassunta in forma semplificata nella tabella seguente:

Il sito di Sant'Antioco

Nel corso del 2005, il Servizio Antinquinamento Atmosferico e Acustico dell'Assessorato della

Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna, nell'ambito della realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, ha reso noti i risultati di una campagna di monitoraggio per la valutazione della qualità dell'aria al fine del conseguimento degli obiettivi del D. Lgs. 351/99. La campagna di misura aveva lo scopo di verificare l'inquinamento atmosferico in zone mai investigate in precedenza o di approfondire lo studio di zone già sottoposte a controllo. L'attività di monitoraggio è stata eseguita con differenti metodologie e tecnologie:

- stazione mobile equipaggiata per l'analisi in continuo dei principali inquinanti atmosferici (SO₂, CO, NO-NO₂-NO_x, O₃, BTX, PTS, PM10);
- campionatori diffusivi (BTX, NO-NO₂-NO_x, SW, O₃, NH₃);
- deposimetri (IPA, metalli pesanti come indicati nell'allegato I del D. Lgs. n. 351/99, Cr, Cr⁺⁶, V, Cu, Be, diossine).

La campagna di misurazioni è stata condotta con differenti metodologie (stazioni fisse, campionatori passivi, mezzi mobili) nei comuni più rappresentativi dell'intero territorio isolano (ad esempio Alghero, Sassari, Cagliari, Iglesias, Oristano, Elmas etc.), mentre i valori di concentrazione sono stati estrapolati per comuni come Ozieri privi di punti di monitoraggio. A questo scopo sono stati utilizzati modelli di dispersione atmosferica o interpolazioni di differente tipologia. Seguendo una delle metodologie indicate dal D. Lgs. 351/99, i valori puntuali e quelli derivati sono stati estesi all'intero territorio comunale.

Le mappe di criticità per le emissioni diffuse (CO, NMVOC, NO_x, Particolato, SO₂), relative a ciascun territorio comunale, sono state ottenute a partire dai risultati dell'inventario delle analisi relative all'anno 2001. Il *range* dei valori di ogni sostanza inquinante è stato suddiviso in classi, pertanto, i dati relativi all'agro di Carloforte saranno esposti di seguito secondo quest'ottica.

Per quanto riguarda questo tipo di inquinante, la sua diffusione nell'intero ambito comunale pone Sant'Antioco ancora una volta in seno alla classe 1.

Sulla base di quanto esposto non si ravvisano pericoli per la salute umana e per la vegetazione derivanti dall'esposizione alle sopraelencate sostanze inquinanti.

4.2. Ambiente idrico

Questo capitolo affronta, dapprima, la caratterizzazione delle acque superficiali e sotterranee del bacino del Riu Palmas, principale dreno dell'area, per addentrarsi, successivamente, nello studio dell'area vasta e, quindi, del sito di interesse.

4.2.1. Acque superficiali

L'isola di Sant'Antioco, la più grande delle isole sarde che insieme a quelle di San Pietro e alle minori della Vacca e del Toro formano l'arcipelago sulcitano (frammenti di un'antica platea di origine vulcanica staccatisi in seguito ad una frattura), fa parte dell'U.I.O. (Unità Idrografica Omogenea) del Palmas (Fig. 4.2.1/A).

Quest'unità, delimitata ad Est dal massiccio del Sulcis, a Nord dalla valle del Cixerri e dalle pendici occidentali del massiccio dell'Iglesiente e, nella parte meridionale e occidentale, da una vasta area costiera, ha un'estensione di circa 1299,60 Km². L'unità idrografica comprende, oltre al bacino principale, i bacini delle due isole di Sant'Antioco e San Pietro e una serie di bacini minori situati nella costa sud-occidentale, tra cui si citano per importanza quelli del Rio Flumentepido, del Riu Sa Masa e del Riu de Leunaxiu.



Fig. 4.2.1/A: Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) del Rio Palmas

Nell'U.I.O. ricadono 34 corsi d'acqua del 1° ordine e 70 corsi d'acqua del 2° ordine tutti di modesta entità, ad eccezione del Rio Mannu di Narcao. In Tabella si riportano i nomi dei bacini idrografici dei corsi di 1° ordine e le corrispondenti superfici drenate.

I laghi presenti nell'isola sono 4: due nel Bacino del Rio Palmas dove riveste notevole importanza ai fini irrigui l'invaso di Monti Prano, uno nel Rio Flumentepido e uno nell'isola di S. Pietro. Nell'isola di S. Antioco sono presenti laghi o invasi. Le acque di transizione contando 21 corpi idrici rendono l'unità idrografica del Palmas, tra tutte quelle individuate, quella in cui questa tipologia di corpi idrici ha maggiore importanza: infatti, stagni, saline, paludi occupano complessivamente una superficie di circa 22 kmq. Appartengono al bacino di S. Antioco lo Stagno di Cirdu e Punta de S'Aliga. Lo sviluppo costiero, raggiungendo complessivamente un'estensione di circa 325 km, è notevole; la fascia costiera si sviluppa da Capo Spartivento a Cala Domestica, incluse le isole di San Pietro e Sant'Antioco. L'intera area litoranea rappresenta un sistema ad elevata valenza naturalistico-ambientale notevolmente fragile.

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE

U.I.O. del Palmas: Elenco Bacini Idrografici dei Corsi del 1° Ordine					
N	Nome Bacino Idrografico	Area Bacino (Kmq)	N	Nome Bacino Idrografico	Area Bacino (Kmq)
1	Riu Palmas	482,75	18	Riu de Su Portu	4,40
2	Isola di Sant'Antioco	110,91	19	Riu de s'Arena	3,58
3	Isola di San Pietro - Carloforte	51,02	20	Badde de s'Ipedau	2,14
4	Spartivento	0,61	21	Furriadroxu de Nadali	3,27
5	Riu Antoni Areddu	1,22	22	Canale di Foxi	2,37
6	Malfitano	1,77	23	Riu di Foxi	29,44
7	Riu de Tuaredda	5,68	24	Badde de Gutturu Saidu	23,45
8	Riu de Malfatano	7,19	25	Riu is Patettus	54,37
9	Ega Piscinni	3,94	26	Riu Sassu	47,33
10	Canale Piscinni	5,38	27	Riu San Milano	48,43
11	Canale Trega Drusu	4,77	28	Riu Macquarba	30,13
12	Forrexu de sa Canna	2,05	29	Rio Flumentepido	141,68
13	Riu de Leonaxiu	83,60	30	Riu sa Masa	77,12
14	Badde de Porto Pirastu	3,96	31	Canale di San Giovanni	4,73
15	Lapanu	1,61	32	Canale di Matoppa	8,15
16	Riu di Porto Scudo	10,14	33	Canale de sa Baracca Abrusci	5,29
17	Canale Luisu Serra	10,36	34	Riu Gutturu Cardaxiu	26,76
Superficie Totale drenata					1299,60

U.I.O. del Palmas: Elenco laghi	
Nome bacino	Denominazione
Riu Palmas	Mannu a Bau Pressiu
Riu Palmas	Rio Palmas a Monti Prano
Isola di San Pietro	Invaso Nasca
Rio Flumentepido	Flumentepido a Flumentepido

L'**Isola di S. Antioco** è contrassegnata dalla presenza di piccoli corsi d'acqua a carattere torrentizio, con direzione prevalente SE-NW e NW-SE, che dopo un breve percorso convogliano in mare, tra il Golfo di Palmas e Capo Frasca, le acque provenienti dalle pendici montuose. In particolare nella costa orientale, tra la parte meridionale dell'abitato di S. Antioco e il Porto di Maladroxia, in corrispondenza della costa i Rii scorrono con direzione prevalente W- E. Nell'U.I.O. per l'isola sono stati individuati 8 corpi idrici di portata e sviluppo modesto, che si dipartono dal centro verso tutte le direzioni e in modo particolare verso Nord ed Est. Il Riu S'Acqua Sa Murta, che scorre nell'omonima località nelle vulcaniti cenozoiche, chiaramente impostato su lineazioni tettoniche, percorre la maggior parte del suo corso e sfocia a Porto Rosarieddu col nome di Riu Tupei; ha origine come Riu s'Ega sa Foraxia dalla confluenza di tanti rigagnoli che scorrono nelle vulcaniti terziarie affioranti nella parte centrale dell'Isola. Nella parte settentrionale, oltre al Riu Tupei, trovano sbocco anche il piccolo Riu su Fossu, che nella parte iniziale ha origine col nome di Riu Acqua Su Estiu dalle pendici di Merareddu e Mogoresu, e il Rio Capriolu che nasce dalla incontro

con il Canale di Sisinneddu che ha origine a Su Cuccu de su Sensu. Nella costa occidentale, compresi tra il Riu s'Ega de Porto Sciusciau e il Canale dell'Ergiu, sfociano, seguendo le linee di frattura con direzione prevalente SW-NE, una serie di piccoli corsi d'acqua. Il Canale dell'Ergiu con foce in Località Nido dei Passeri ha origine dal rilievo di Cuc.ru de is Ollastus che da il nome anche alla parte alta del suo corso. Degni di nota sono inoltre il s'Ega Lagonis e il s'Ega de Is Gruttas che convogliano le acque nel Rio de Tonnara con sbocco a Cala Saboni. Analogamente il s'Ega sa Funtaneda e s'Ega Sciredda convogliano le proprie acque, provenienti dai rilievi vulcanici cenozoici, nel Riu di Cala Lunga, il torrente più importante della costa occidentale, con foce nell'omonima cala. In corrispondenza del Porto di S'acqua de sa Canna, nella costa settentrionale trova sbocco il fiume omonimo, che riceve le sue acqua dal versante sud-orientale del rilievo andesitico di Cuc.ru d'Elias e da quello occidentale di M.te Arbus. Nella costa orientale raggiungono il mare, attraverso il Riu De Maladroxia ed il Riu S'Arriaxiu, le acque provenienti dai Rilievi terziari del settore sud orientale e nord orientale dell'isola. Il Rio Triga, che ha origine dalle pendici dei rilievi andesitici cenozoici del settore centro-meridionale dopo un percorso con prevalente direzione NNW-SSE, scorre nell'ultimo tratto secondo la direttrice WE assumendo il nome della località dove sfocia: Maladroxia. Più a Nord un susseguirsi di piccoli corsi d'acqua con direzione di scorrimento prevalente W-E riversano in mare le proprie acque; tra questi degno d'essere menzionato, poiché con il Riu S'Arriaxiu racchiude l'area di "Sa Barra", il Rio S'Ega s'Arena che ha origine da M.te la Noce, rilievo posto a SW dell'abitato di S. Antioco. Il Riu S'Arriaxiu, chiaramente impostato come il Riu De Maladroxia su lineazioni tettoniche, dopo aver percorso il suo tratto iniziale con il nome di Riu de s'Acqua su Cardu e ricevuto, ad Ovest dell'abitato di S. Antioco, in destra idrografica le acque del Rio de Granella, scorre, con prevalente direzione SW-NE, sino alla foce posta in corrispondenza di Casa Pistis, limite settentrionale dell'area di "Sa Barra".

4.2.2 Manifestazioni sorgentizie

Nell'isola le sorgenti non sono numerose e tutte hanno portate piuttosto esigue. Di notevole interesse è la sorgente termale di Maladroxia che emerge nel litorale sud-orientale in corrispondenza di un incrocio di faglie con direzione Nord-Sud ed Est-Ovest.. La temperatura è di 40 °C, la portata non è facilmente valutabile. Di difficile determinazione pure le caratteristiche chimiche alterate dall'inquinamento di acqua marina. Altre sorgenti minori sono: Funtana Tupei, Funtana Cannai, Sorgente Pispisia e Funtana Camboni. L'unica sorgiva presente nel settore cartografato riversa le sue acque nel Riu de s'Acqua Su Cardu, affluente di sinistra idrografica del Riu s'Arriaxiu.

4.2.3. Acque sotterranee

4.2.3.1. Idrogeologia

Dei 37 complessi acquiferi principali individuati per la Sardegna, costituiti da una o più Unità con caratteristiche idrogeologiche sostanzialmente omogenee, quelli che interessano il territorio della U.I.O. del Palmas, dal più antico al più recente, sono:

1. Acquifero dei Carbonati Cambriani del Sulcis-Iglesiente costituito dall'unità carbonatica cambriana e dai metacalcari e metadolomie, che presentano permeabilità per fessurazione e carsismo medio-alta.
2. Acquifero dei Carbonati Mesozoici del Golfo di Palmas costituito dall'unità Carbonatica Mesozoica con permeabilità complessiva medio-alta per fessurazione e carsismo.
3. Acquifero delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis costituito dall'unità delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche con Permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbratici e lavici) e più bassa in quelli meno

fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici e epiclastici.

4. Acquifero Detritico Carbonatico Eocenico di Carbonia costituito dall'unità Detritico-Carbonatica eocenica con permeabilità complessiva media; media per porosità nei termini arenacei e conglomeratici; medio-alta per fessurazione e carsismo nei termini carbonatici; bassa per porosità nei termini argillosi.

5. Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis costituito dalle unità Detritico-Carbonatica Quaternaria e delle Alluvioni Plio-Quaternarie con permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

6. Acquifero Detritico Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri costituito dalle Unità Detritico-Carbonatica Quaternaria e delle Alluvioni Plio-Quaternarie con Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

4.2.3.2. Idrogeologia dell'area vasta

Come accennato in precedenza, l'area d'interesse ricade nel settore a Sud dell'abitato di Sant'Antioco. L'idrografia è costituita da corsi d'acqua che si dipartono dal centro dell'isola verso tutte le direzioni, in particolar modo verso nord e verso est.

Nell'area vasta (Tavola 9 del SIA) si individuano quattro acquiferi, così come individuati dal P.T.A (Piano di Tutela delle Acque) per il bacino del Fiume Palmas. In particolare gli acquiferi sono:

- **Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Cixerri**

Quest'unità si ritrova nei pressi della spiaggia di maladroxia nella zona ovest e a sud dell'area vasta. Si tratta di sabbie di spiaggia, sabbie e ghiaie talvolta con molluschi. Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

- **Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Sulcis**

L'unità si estende lungo il corso del Riu Maladroxia e in tutta l'area occidentale della zona vasta. Si tratta di depositi alluvionali, arenacei e argillosi. Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione.

- **Acquiferi delle Vulcaniti Oligo-Mioceniche del Sulcis**

L'unità si estende ampiamente a sud dell'area cartografata e con qualche filone a nord dell'area vasta, si tratta di andesiti e andesiti basaltiche del ciclo magmatico oligo-miocenico. Permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbrici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno) e nei livelli piroclastici e epiclastici.

- **Acquiferi dei Carbonati Mesozoici del Golfo di Palmas**

L'unità si estende su tutta la parte nord ovest dell'area vasta, è caratterizzata da calcari e calcari marnosi del Cretaceo inferiore. Permeabilità complessiva medio-alta per fessurazione e carsismo.

Le sorgenti sono poco numerose in tutta l'Isola. Di notevole interesse è la sorgente termale di Maladroxia che emerge nel litorale sud-orientale in corrispondenza di un incrocio di faglie con direzione Nord-Sud ed Est-Ovest. In particolare ricade nell'acquifero dei Carbonati mesozoici del Golfo di Palmas.

In Fig. 4.2.3.2/A si riportano, per ogni unità di permeabilità, i litotipi del substrato, il tipo di permeabilità (fratturazione e porosità) e il range di permeabilità (m/s). La scarsa permeabilità rende i suoli acquitrinosi in inverno ed aridi in estate. La permeabilità complessiva di tipo secondario (fessurazione) e subordinatamente di tipo primario (porosità), è evidenziata nell'Acquifero dei carbonati mesozoici del Golfo di Palmas.

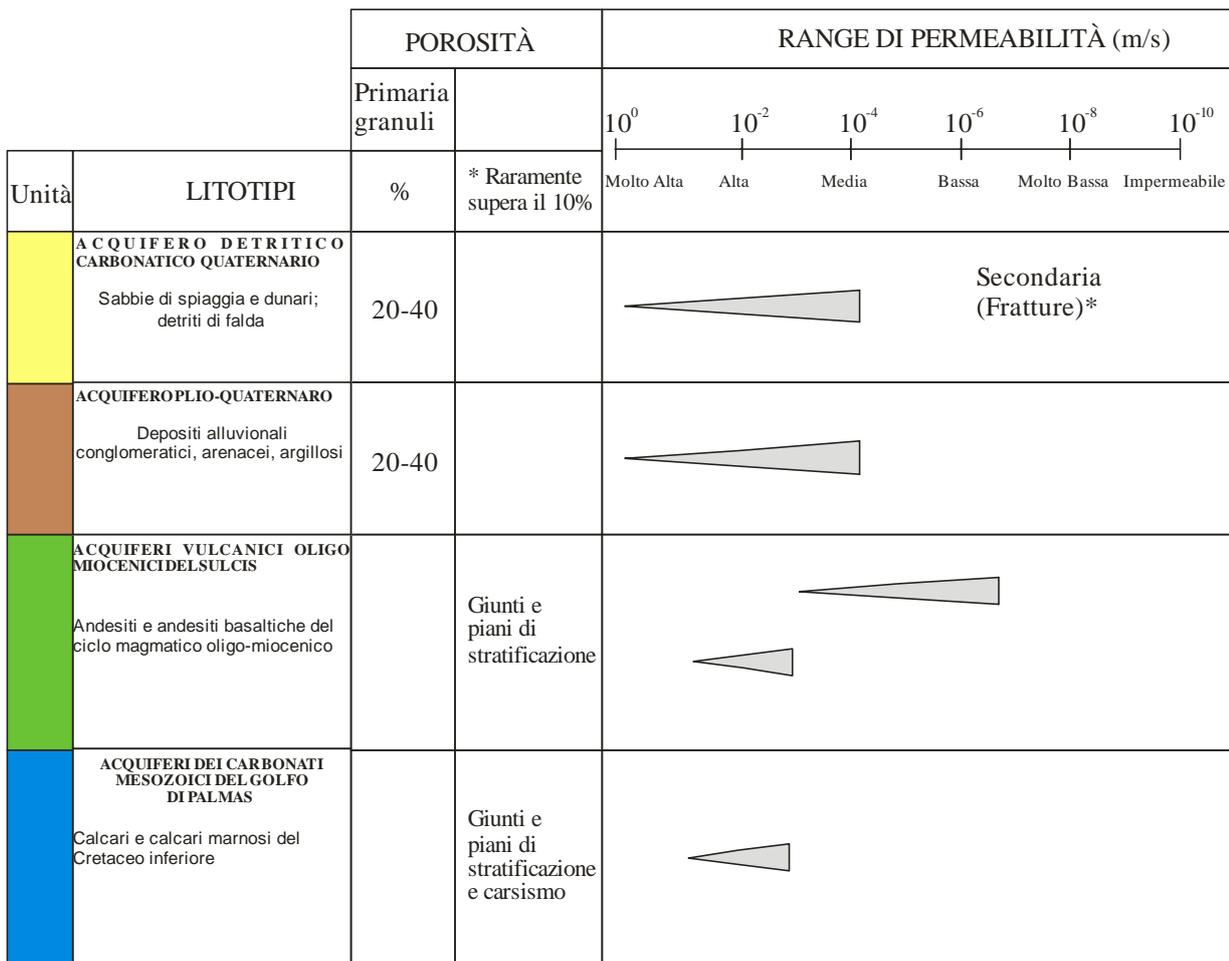


Fig.

4.2.3.2/A: sintesi delle unità idrogeologiche affioranti nell'area vasta

4.2.3.3. Caratterizzazione qualitativa e quantitativa delle acque superficiali

Individuazione dei centri di pericolo potenziale

Nella U.I.O. del Palmas i centri di pericolo potenziale più rilevanti sono dati dagli insediamenti industriali di Portoscuso – Portovesme e dai numerosi siti minerari dismessi presenti soprattutto nei comuni di Carbonia, Iglesias, e Gonnese. Il Nucleo Industriale di Portovesme occupa un'area di circa 711 ettari, con un grado di utilizzo del 79%, all'interno dei quali trovano spazio prevalentemente attività di "Produzione di metalli e loro leghe" (98%), "Fabbricazione e lavorazione dei prodotti in metallo, escluse macchine e impianti" (2%). Sono inoltre da annoverare tra i centri di pericolo le attività minerarie, sia in superficie sia in sotterraneo, e le attività di cava. Nell'area in esame sono presenti le miniere metallifere dismesse dell'Iglesiente e del Sulcis e le miniere di carbone del Sulcis. Complessivamente i siti minerari dismessi, occupano un'area complessiva pari a circa 5.487 ettari (4,5% del territorio dell'intera U.I.O.). Sono inoltre presenti tre discariche autorizzate: due di rifiuti industriali nei comuni di Portoscuso e Carbonia, e una di rifiuti solidi urbani nel comune di Carbonia Per quanto riguarda invece le discariche dismesse il Cen.Di evidenzia la presenza di numerose discariche, il cui elenco, unitamente alla localizzazione geografica, è riportato in **Tab. 4.2.3/A.**

*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE*

Codice Istat	Comune	Prov.	Località	X	Y
92010	Calasetta	CA	C. Pittau (Tupei)	144659 7	432741 0
92012	Carbonia	CA	Rio S'Acqua Stanziaria	145701 7	433432 0
92013	Carloforte	CA	Giaraffa (La Croce)	143804 7	433017 0
92026	Giba	CA	Cambeddas	146877 7	432620 0
92028	Gonnesa	CA	Rio di Gonnesa (Guardia Manna)	145290 7	434803 0
92033	Iglesias	CA	Is Candiazzus	145783 7	435211 0
92033	Iglesias	CA	Is Candiazzus Cungiau	145728 7	435230 0
92033	Iglesias	CA	Is Candiazzus	145796 7	435224 0
92033	Iglesias	CA	Punta Mezzodi (Nebida)	145220 7	435115 0
92041	Narcao	CA	Riu Mannu (Riu Canai)	147400 7	433534 0
92043	Nuxis	CA	Perdu Mannu	147752 7	433717 0
92047	Perdaxius	CA	Cuccuru Antonedda	146747 7	433782 0
92049	Portoscuso	CA	Su Pranu De Is Piccinus	144956 7	434154 0
92056	San Giovanni Suergiu	CA	Santu Milano	145657 7	432920 0
92056	San Giovanni Suergiu	CA	Azienda agricola I.N.P.S.	145917 7	432772 0
92060	Santadi	CA	Perdiois	147686 7	432394 0
92062	Sant'Anna Arresi	CA	Corte Abbruxiada	146805 7	431658 0
92063	Sant'Antioco	CA	Monte Gavoni	145034 7	432293 0
92084	Teulada	CA	Riu Gutturu Trottu	147421 7	431284 0
92085	Tratalias	CA	Riu Palmas (Su Mulinu)	146396 7	432737 0
92103	Masainas	CA	Cuccuru Pedra Bianca	146898 7	432120 0
92104	Villaperuccio	CA	Isca De Candiazzus (Is mattas)	147153 7	433027 0
92107	Piscinas	CA	Monticeddu di Crabili	147010 7	432356 0

Tabella 4.2.4/A: discariche ubicate a monte idrografico

Per quanto concerne invece i centri di pericolo legati ad attività produttive non industriali si segnala la presenza nella U.I.O. di:

1. un centro di pericolo diffuso legato alla presenza di agricoltura intensiva nel Basso Sulcis (area irrigua situata a valle dell'invaso di Monte Pranu);
2. un centro di pericolo diffuso legato alla presenza di attività zootecniche a pascolo in tutto il Sulcis-Iglesiente;
3. un centro di pericolo puntuale dovuto alla presenza di impianti di piscicoltura a San Giovanni Suergiu;

Carichi prodotti da fonte puntuale

Carichi di origine civile

Il **carico civile potenziale** è stato calcolato per ogni insediamento abitativo previsto dal Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA), tenendo conto delle modifiche apportate dal Programma Stralcio ex art. 141, comma 4, della Legge n. 388/2000 e dal Piano d'Ambito. I carichi

*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE*

prodotti da ciascun insediamento sono stati valutati in termini di produzione annuale di BOD₅, COD, azoto (N) e fosforo (P), utilizzando la metodologia indicata nel Capitolo 6 della Relazione Generale. I dati sulla popolazione residente sono quelli relativi all'ultimo Censimento Istat del 2001 recentemente pubblicati (Marzo 2005) disaggregati a livello di località abitata. Per quanto riguarda invece i dati sulla popolazione fluttuante, non essendo disponibili dati più recenti, si sono utilizzati quelli provenienti dal menzionato Programma Stralcio ex art. 141, comma 4, della Legge n. 388/2000. I carichi potenziali di origine civile per i centri urbani che appartengono alla U.I.O. del Palmas, sono riportati in Tabella 4.2.4/B.

PRRA	Insedimento	Prov	Fluttuanti 1998	Residenti 2001	BOD ₅	COD	N	P
292_02	Nebida (Iglesias)	CA	0	960	21,02	38,54	3,36	0,53
293_01	M. Agruxiau (Iglesias)	CA	0	197	4,31	7,91	0,69	0,11
293_02	Bindua (Iglesias)	CA	0	460	10,07	18,47	1,61	0,25
294_04	Iglesias	CA	35	26080	571,92	1048,52	91,51	14,30
296_01	Funtanamare e Porto Paglia (Gonnesa)	CA	90	0	1,97	3,61	0,32	0,05
296_02	Bacu Abis (Carbonia)	CA	0	1895	41,50	76,08	6,64	1,04
296_03	Gonnesa	CA	0	4586	100,43	184,13	16,07	2,51
297	NURAXI FIGUS (Gonnesa)	CA	0	583	12,77	23,41	2,04	0,32
300	CORTOGHIANA (Carbonia)	CA	0	2660	58,25	106,80	9,32	1,46
301	BARBUSI (Carbonia)	CA	0	469	10,27	18,83	1,64	0,26
302_01	Portoscuso	CA	173	4780	108,47	198,86	17,36	2,71
302_02	Paringianu (Portoscuso)	CA	0	612	13,40	24,57	2,14	0,34
303	CARLOFORTE	CA	3590	6444	219,74	402,87	35,16	5,49
304_01	Cussorgia (Calasetta)	CA	168	64	5,08	9,31	0,81	0,13
304_02	Le Piane (Calasetta)	CA	486	0	10,64	19,51	1,70	0,27
304_03	Calasetta	CA	291	2681	65,09	119,33	10,41	1,63
305_01	Capo Vigo (Calasetta)	CA	728	0	15,94	29,23	2,55	0,40
305_02	Mercuredda (Calasetta)	CA	504	0	11,04	20,24	1,77	0,28
305_03	Sa Guardia (Calasetta)	CA	46	0	1,01	1,85	0,16	0,03

*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE*

PRRA	Insedimento	Prov	Fluttuanti 1998	Residenti 2001	BOD ₅	COD	N	P
306_01	Sant'Antioco	CA	321	11657	262,32	480,92	41,97	6,56
306_02	Maladroxia (S.Antioco)	CA	264	73	7,38	13,53	1,18	0,18
307_01	Tonnara (S.Antioco)	CA	558	0	12,22	22,40	1,96	0,31
307_02	Villaggio Ciclopi (S.Antioco)	CA	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
307_03	Villaggio Polifemo (S.Antioco)	CA	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
308_01	La Fazenda, Capo Sperone (S.Antioco)	CA	671	0	14,69	26,94	2,35	0,37
308_02	Peonia Rosa (S.Antioco)	CA	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
308_03	Torre Canai (S.Antioco)	CA	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
309	MATZACCARA (S.G.Suergiu)	CA	247	538	17,19	31,52	2,75	0,43
310_01	Carbonia centro (Via Lubiana), Serbariu e frazioni	CA	0	24129	528,43	968,78	84,55	13,21
310_02	Medadeddu (Carbonia)	CA	0	289	6,33	11,60	1,01	0,16
310_03	Is Gannaus (Carbonia)	CA	0	618	13,53	24,81	2,17	0,34
310_04	Is Urigus (S.G. Suergiu)	CA	0	570	12,48	22,89	2,00	0,31
310_05	Villaggio Palmas (S.G.Suergiu)	CA	0	360	7,88	14,45	1,26	0,20
310_06	Tratalias (loc. Su Mori Nou)	CA	0	1080	23,65	43,36	3,78	0,59
310_07	Tratalias - Tracase (loc. Pinna)	CA	0	41	0,90	1,65	0,14	0,02
310_08	San Giovanni Suergiu	CA	0	4648	101,79	186,62	16,29	2,54
311_01	Genna Corriga (Carbonia)	CA	0	176	3,85	7,07	0,62	0,10
311_02	Flumentepido (Carbonia)	CA	0	199	4,36	7,99	0,70	0,11
312_01	Narcao	CA	0	1941	42,51	77,93	6,80	1,06
312_02	Is Meddas (Narcao)	CA	0	59	1,29	2,37	0,21	0,03
312_03	Is Cherchis (Narcao)	CA	0	113	2,47	4,54	0,40	0,06
312_04	Is Sais (Narcao)	CA	0	41	0,90	1,65	0,14	0,02
312_05	Rio Murtas (Narcao)	CA	0	651	14,26	26,14	2,28	0,36
312_06	Is Aios (Narcao)	CA	0	61	1,34	2,45	0,21	0,03
312_07	Terrubia (Narcao)	CA	32	71	2,26	4,14	0,36	0,06
313	TERRASEO (Narcao)	CA	0	428	9,37	17,18	1,50	0,23
314_01	Perdaxius	CA	0	1325	29,02	53,20	4,64	0,73
314_02	Mitza Justa (Perdaxius)	CA	0	85	1,86	3,41	0,30	0,05
314_03	Pesus (Perdaxius)	CA	0	55	1,20	2,21	0,19	0,03
315_01	Nuxis	CA	0	1517	33,22	60,91	5,32	0,83
315_02	Nuxis - fraz. Acquacadda	CA	0	186	4,07	7,47	0,65	0,10
316_01	Santadi	CA	0	3337	73,08	133,98	11,69	1,83
316_02	Terresoli (Santadi)	CA	0	430	9,42	17,26	1,51	0,24
316_03	Villaperuccio	CA	0	1117	24,46	44,85	3,91	0,61
316_04	Masainas	CA	0	1479	32,39	59,38	5,18	0,81
316_05	Piscinas	CA	0	886	19,40	35,57	3,10	0,49
316_06	Giba centro	CA	247	1617	40,82	74,84	6,53	1,02
317_01	Porto Botte e Marina Giba (Giba)	CA	141	0	3,09	5,66	0,49	0,08
317_02	Villaros (Giba)	CA	0	476	10,42	19,11	1,67	0,26
318_01	Sant'Anna Arresi -S'Acqua Salia	CA	0	659	14,43	26,46	2,31	0,36
318_02	Sant'Anna Arresi - Is Meis	CA	0	1866	40,87	74,92	6,54	1,02
318_03	Porto Pino (Sant'Anna Arresi)	CA	106	57	3,57	6,54	0,57	0,09
319	TEULADA	CA	740	3988	103,54	189,83	16,57	2,59
320	SA PORTEDDA (Teulada)	CA	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
321	PORTO TEULADA (Teulada)	CA	424	0	9,29	17,02	1,49	0,23
322	BAIA GINESTRE (Teulada)	CA	288	0	6,31	11,56	1,01	0,16
323	PORTO di. PISCINNI' (Domus De Maria)	CA	118	0	2,58	4,74	0,41	0,06
324	CAPO MALFATANO (Teulada)	CA	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella 4.2.4/B: carichi potenziali di origine civile della U.I.O. del Palmas

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE

Carichi di origine industriale

I carichi potenziali di origine industriale per i centri urbani che appartengono alla U.I.O. del Palmas, calcolati seguendo i criteri descritti al Capitolo 6 della Relazione Generale, sono riportati in Tabella 3- 3. Si può notare come il contributo più rilevante sia dato dai comuni di Portoscuso e Sant'Antioco; nel primo è presente un importante polo industriale specializzato nei settori della metallurgia e della siderurgia, nel secondo le industrie prevalenti sono quelle legate all'agroalimentare.

ISTAT	COMUNE	BOD5	COD	N	P	ATTIVITÀ PRODUTTIVE PRINCIPALI
92010	CALASETTA	112,19	274,75	22,06	0,31	industria delle bevande, produzione di altri prodotti alimentari
92012	CARBONIA	408,60	992,71	121,80	3,44	produzione di altri prodotti alimentari, industria lattiero-casearia e dei gelati, commercio, fabbricazione di elementi da costruzione in metallo
92013	CARLOFORTE	99,53	241,13	26,21	0,72	produzione di altri prodotti alimentari, preparazione e filatura di fibre tessili
92026	GIBA	21,99	54,47	6,69	0,57	produzione di altri prodotti alimentari, preparazione e filatura di fibre tessili
92028	GONNESA	35,07	85,48	8,34	0,33	produzione di altri prodotti alimentari, commercio, costruzioni
92041	NARCAO	46,33	110,55	11,13	0,34	produzione di altri prodotti alimentari, costruzioni
92043	NUXIS	4,99	11,78	1,14	0,17	produzione di altri prodotti alimentari
92047	PERDAXIUS	20,71	50,01	5,75	7,60	produzione di altri prodotti alimentari
92049	PORTOSCUSO	138,86	526,74	30,62	0,34	produzione di altri prodotti alimentari, fonderie, trattamento e rivestimento dei metalli; lavorazioni di meccanica generale, fabbricazione di elementi da costruzione in metallo
92056	SAN GIOVANNI SUERGIU	43,84	105,58	11,70	0,29	produzione di altri prodotti alimentari, commercio
92060	SANTADI	200,72	489,30	46,24	0,25	industria delle bevande, produzione di altri prodotti alimentari, industria lattiero-casearia e dei gelati
92062	SANT'ANNA ARRESI	24,28	59,22	5,96	0,23	produzione di altri prodotti alimentari
92063	SANT'ANTIOCO	251,27	631,14	59,72	0,72	produzione di altri prodotti alimentari, industria delle bevande
92084	TEULADA	76,58	193,13	18,73	0,75	produzione di altri prodotti alimentari, preparazione e filatura di fibre tessili
92085	TRATALIAS	9,15	26,02	2,14	0,23	produzione di altri prodotti alimentari, fabbricazione di elementi da costruzione in metallo
92103	MASAINAS	29,31	71,65	8,62	0,17	produzione di altri prodotti alimentari
92104	VILLAPERUCCIO	22,56	58,01	7,95	0,12	produzione di altri prodotti alimentari
92107	PISCINAS	20,73	50,93	5,29	0,19	produzione di altri prodotti alimentari
Totale		1566,71	4032,60	400,09	16,77	

Tabella 4.2.4/C: carichi potenziali di origine industriale della U.I.O. del Palmas

Carichi prodotti da fonte diffusa

Carichi di origine agricola

Per quanto concerne i carichi potenziali di origine agricola, valutati con la metodologia descritta nel Capitolo 6 della Relazione Generale, questi sono stati riportati in Tabella 3-4, dove sono elencati tutti i comuni aventi territorio extraurbano nella U.I.O.. È inoltre indicata la percentuale del territorio comunale che ricade nella U.I.O., in maniera tale da dare un'idea anche se approssimata del carico potenziale effettivamente presente, dal momento che i dati di base si possiedono a livello aggregato comunale. Si noti che il carico potenziale maggiore in valore assoluto si riscontra nei

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE

comuni di San Giovanni Suergiu, Carbonia, Narcao, Santadi.

Per quanto concerne i carichi potenziali di origine agricola si riportano i dati relativi a tutti i comuni che si trovano a monte del settore idrografico di interesse.

ISTAT	COMUNE	Superficie (km ²)	% superficie appartenente alla U.I.O.	SAU (ha) - V Cens. ISTAT. 2001						Carichi potenziali (ton/anno)	
				CEREALI	FRUTTA	OLIVO	ORTIVA	PRATI	VITE	P	Ntot.
92007	Buggerru	48.8	18.29%	0	4.79	3.4	17.77	65	2.32	0.57	1.05
92010	Calasetta	31.1	100.00%	336.06	19.02	13.08	33.31	87.34	169.38	20.49	64.86
92012	Carbonia	145.8	93.69%	1328.16	18.93	35.56	68.6	1260.76	139.59	86.72	211.07
92013	Carloforte	51.3	99.44%	195.72	2.13	0.86	29.08	69.97	43.31	11.26	32.15
92018	Domusdemaria	97	8.29%	73.85	27.23	22.31	13.39	982.76	31.87	2.8	4.61
92026	Giba	30.1	100.00%	488.59	4.9	14.46	257.54	442.85	139.66	46.66	118.39
92028	Gonnesa	47.9	100.00%	279.38	11.34	21.83	37.53	1107.89	131	48.56	96.19
92033	Iglesias	207.3	42.48%	1298.97	55.69	126.42	55.04	1796.73	57.2	45.78	103.52
92041	Narcao	85.4	99.99%	710.81	26.81	108.93	12.73	3027.24	74.41	122.03	222.63
92043	Nuxis	61.7	99.68%	407.61	7.2	96.5	10.7	410.35	66.9	31.6	80.15
92047	Perdaxius	29.9	100.00%	374.07	16.3	90.8	18.28	78.65	28.4	20.23	60.65
92049	Portoscuso	38	99.93%	299.88	5.21	3.69	11.51	127.25	69.88	16.58	47.41
92056	San Giovanni Suergiu	72.3	100.00%	1792.86	11.63	24.07	164.45	528.86	231.98	92.61	265.11
92060	Santadi	116.3	97.00%	1133.33	15.91	179.89	18.87	903.16	171.78	74.78	194.84
92062	Sant'Anna Arresi	36.6	100.00%	127.15	5.74	21.63	89.11	99.45	204.53	16.83	52.01
92063	Sant'Antioco	88.2	99.72%	444.08	8.1	16.26	26.26	0	180.06	21.23	72.6
92078	Siliqua	189.8	7.54%	2562.36	48.96	96.45	100.68	1875.96	56.81	12.54	31.21
92084	Teulada	246.1	98.34%	41.5	11.72	113.58	1.78	991.6	12.39	34.64	57.72
92085	Tratalias	30.9	100.00%	536.32	5.3	4.46	65.73	272.1	35.03	31.24	82.32
92094	Villamassargia	91.3	7.50%	703.61	4.1	80.22	3.41	1363.84	39.34	5.52	11.61
92103	Masainas	24.3	100.00%	321.63	9.04	21.9	434.76	43.66	316.47	41.61	124.24
92104	Villaperuccio	36.5	100.00%	386.31	14.75	42.49	21.39	195.05	74.04	23.71	66.35
92107	Piscinas	16.9	100.00%	208.36	8.05	8.26	37.86	290.21	17.34	18.77	42.56
Totale				14176	393	1163	1560	16097	2298	826.76	2043.25

Tabella 4.2.4/D: carichi potenziali prodotti da fonte diffusa della U.I.O. del Palmas

4.3. Suolo e sottosuolo

4.3.1. Geologia dell'area del Sulcis

Il "Bacino del Sulcis" è costituito prevalentemente da sedimenti continentali e marini e da vulcaniti terziarie, riconducibili al ciclo magmatico effusivo di età oligocenica pre-elveziana, che ha interessato buona parte della Sardegna in concomitanza dell'Orogenesi Alpina. Il rigido basamento paleozoico sardo, su cui poggiano le sequenze sedimentarie e vulcaniche, è stato, infatti, sollecitato, in questo periodo, da marcate deformazioni tettoniche, di carattere disgiuntivo, che hanno attivato diverse fasi di parossismo effusivo, con emissione di lave intercalate ad episodi piroclastici. In linea generale è presente, dalla più antica alla più recente, la seguente successione stratigrafica:

- a) Basamento paleozoico;
- b) "Bacino Paleogenico" del Sulcis;
- c) Complesso arenaceo conglomeratico (meglio noto col nome di "Formazione del Cixerri") attribuito all'Eocene Sup-Oligocene Medio-Sup (?);
- d) Vulcaniti di età oligo-miocenica dello spessore di circa 1000 metri;
- e) Sedimenti quaternari prevalentemente costituiti da alluvioni terrazzate ed attuali e depositi eolici würmiani ed attuali

BASAMENTO PALEOZOICO

Il basamento paleozoico che affiora ampiamente nell'Iglesiente può essere così sintetizzato:

- *Gruppo di Gonnosa* (Cambriano inf.) - Metacalcri di colore grigio chiaro con stratificazione irregolare, definiti in letteratura come "calcare ceroide". Fanno parte del complesso carbonatico denominato "Metallifero".
- *Gruppo di Cabitza* - Argilloscisti, metarenarie, metacalcri nodulari e metasiltiti con rare lenti calcaree. Il passaggio dal sottostante metallifero al complesso degli scisti è marcato dai calcescisti. Cambriano inferiore-Ordoviciano inferiore.
- *Puddinga* - Metaconglomerati con olistoliti di calcari e dolomie cambriani, meta siltiti e metarenarie rosso-violacee per la ricca presenza di ossidi di ferro di piana da alluvionale a costiera.

BACINO PALEOGENICO DEL SULCIS

Nel bacino paleogenico è riconoscibile una successione marina alla base e paralicca nella porzione superiore, potente mediamente 140 m, che poggia in discordanza stratigrafica sulle formazioni paleozoiche. I primi termini della trasgressione sono rappresentati da strati di calcari litorali, dello spessore di 30-40 m. Ai calcari di ambiente litorale seguono calcari marnosi e marne lagunari ed infine argille palustri e calcari d'acqua dolce. Intercalati ai livelli lagunari e palustri si rinvengono strati di carbone che alimentano l'importante attività estrattiva del Sulcis.

FORMAZIONE TERRIGENA CONTINENTALE

Alla base della successione vulcanica oligo-miocenica, si trova un complesso arenaceoconglomeratico costituito da arenarie quarzose di diverso colore (da grigio-verdastre a rossoviolacee) a cemento carbonatico con intercalate lenti e banchi conglomeratici, alternati ad argille marnoso-siltose grigio-violacee, denominate "*Formazione del Cixerri*". La base di questa sequenza, datata Luteziano medio, è caratterizzata, nel suo insieme, da frequenti ed apprezzabili variazioni laterali di litofacies (eteropia). Le facies più grossolane affiorano in banchi compatti nei pressi di "Capo Altano". Dalla forma tondeggiante e dal basso indice di appiattimento dei ciottoli si evince un'elaborazione da trasporto fluviale, con deposizione successiva in ambiente deltizio. In base al diverso rapporto di densità, fra le torbide fluviali e le acque del bacino epineritico di sedimentazione, è stata riconosciuta una certa analogia con i processi di sedimentazione tipici delle torbiditi; tuttavia si è escluso che la facies più grossolana possa essersi formata in mare profondo. Altra caratteristica è la presenza di ciottoli poligenici, eterometrici, prevalentemente carbonatici ma anche granitici, rispettivamente di età mesozoica e paleozoica, che fa presupporre un'ampia area in emersione in un ambiente di mare poco profondo. La sicurezza con cui è attribuita, ad alcuni dei clasti presenti, un'età mesozoica viene dal fatto che in alcuni di questi sono stati ritrovati resti di fossili guida.

SUCCESSIONE VULCANICA

Il vulcanismo, uno degli eventi geologici terziari più importanti del Mediterraneo occidentale testimoniato dalla grande estensione degli affioramenti e dai cospicui spessori delle successioni di associazioni di prodotti con affinità calcalcalina e subordinatamente tholeiitica e calcalcalina, rappresentate da serie vulcaniche da basaltico-andesitiche a dacitiche (principalmente in colate laviche e cupole di ristagno) e da serie da dacitiche a riolitiche (principalmente in espansioni ignimbricitiche). La grande varietà di composizione e di modalità di emissione ha quindi prodotto un

complesso vulcanico composito, variabile da una zona all'altra, sintetizzabile in complessi vulcanici caratterizzati generalmente da un'alternanza di prodotti a composizione da basica ad intermedia ("Serie andesitica" Auct.) e da intermedia ad acida ("Serie ignimbritica", Auct.), localmente attraversati da sistemi di filoni. Nonostante le litologie più basiche prevalgano nella parte bassa delle successioni, le frequenti intercalazioni di termini da acidi a basici hanno portato a descrivere le successioni riferendosi a sequenze tipiche di un settore. Nel Sulcis e nelle isole di S. Antioco e San Pietro, dove lo spessore della successione supera complessivamente i 500 m, la base ("Serie andesitica" Auct.), che affiora principalmente tra Carbonia, Narcao e Giba e nella parte meridionale dell'Isola di S. Antioco, è costituita da lave basaltiche, basaltico-andesitiche e andesitiche, in cupole di ristagno, colate e rari filoni. Frequenti livelli piroclastici, epiclastici e conglomeratici si alternano ai prodotti lavici. Questa successione, sviluppata principalmente in condizioni sub-aeree, poggia sui depositi clastici della Formazione del Cixerri ed è riferibile ad un'età radiometrica compresa tra 28 e 17 Ma. La "Serie ignimbritica", che sovrasta la "Serie andesitica", affiora estesamente nell'area di Nuraxi Figus-Carbonia e nelle Isole di S. Antioco e San Pietro. Questa successione è suddivisa in diverse unità sulla base delle caratteristiche petrografiche, petrochimiche e stratigrafiche e consiste soprattutto in potenti ed estese ignimbriti saldate in alternanza con flussi piroclastici pomiceo-cineritici e, localmente, con prodotti di fall piroclastico. Il chimismo è variabile da dacitico a riolitico, sino a comenditico nella parte superiore della successione. Locali alternanze di sedimenti, paleosuoli e livelli epiclastici, sono ben rappresentate tra le varie unità. Gli espandimenti ignimbritici di questa successione poggiano sia sulla Formazione del Cixerri (nei settori di Nuraxi Figus-Carbonia) sia sui prodotti basici della prima successione (Isola di S. Antioco, zona di Narcao-Giba). Le età radiometriche, basate su isocroni Rb/Sr e su datazioni K/Ar su plagioclasti, sono comprese tra circa 16,5 e 15,5 Ma, anche se precedentemente altri Autori indicavano un intervallo molto maggiore, da 17,6 Ma circa fino a 13,8 Ma circa.

QUATERNARIO

I terreni dell'Era Quaternaria in Sardegna hanno risentito notevolmente delle variazioni climatiche proprie del periodo, soprattutto in corrispondenza delle fasce costiere. In linea generale, i depositi quaternari sono di due tipi: alluvionali (distinguibili in alluvioni antiche e alluvioni recenti ed attuali) ed eolici. I depositi alluvionali sono di tipo continentale con ciottoli di quarzo, scisti e liditi provenienti dalla Formazione del Cixerri, dalle vulcaniti terziarie e dalle formazioni paleozoiche. Le alluvioni antiche si presentano terrazzate, anche a notevole altezza rispetto agli alvei attuali, e macroscopicamente presentano un alto grado di arrossamento della matrice argillosa, assimilabile quasi ad una ferrettizzazione, che le farebbe risalire, almeno, al Pleistocene medioinferiore. I clasti presentano granulometrie variabili da ghiaie a sabbie medio-fini e sono disposti in assetti lenticolari. I depositi eolici di sabbie würmiane, sovrastanti quelli alluvionali, sono costituiti da arenarie quarzoso-calcaree di colore bianco giallastro con laminazione incrociata. La deposizione di sabbie ad opera dei venti provenienti da NO nell'età würmiana si è avuta in conseguenza dell'abbassamento del livello marino e dell'emersione di ampi tratti costieri. I depositi sono caratteristici di quasi tutta la fascia costiera spingendosi talvolta anche all'interno. Le alluvioni recenti ed attuali dei corsi d'acqua hanno in prossimità della foce in genere tessitura limoso-sabbiosa o sabbioso-ciottolosa. Nella pianure la tessitura è prevalentemente sabbiosa con intercalazioni di livelli ciottolosi, che presentano una natura poligenica. Lungo la fascia litorale sono presenti formazioni di dune costituite da depositi sabbiosi eolici recenti.

4.3.1.1 Tettonica Del Sulcis

Le faglie principali della zona hanno in generale un andamento NO-SE e E-O. Si tratta di faglie sicuramente post-Eoceniche la cui origine è riconducibile alla messa in posto delle vulcaniti, con probabili centri di emissione ad Ovest dell'isola di S. Pietro. La posizione dei centri di eruzione è deducibile dall'aumento di spessore delle coltri laviche da Est verso Ovest. Il magma, durante il suo

raffreddamento, avrebbe indotto lo sprofondamento della zona compresa tra le Isole di S. Pietro e di S. Antioco e la costa, provocandone la separazione. Esistono, inoltre, tutta una serie di faglie ad andamento Nord-Sud che si riconnettono al sistema Campidanese. Nelle vicinanze dei principali lineamenti tettonici sono presenti faglie minori e altre strutture ad andamento subparallelo.

4.3.2. Geologia e Stratigrafia dell'isola di Sant'antioco

L'isola di S. Antioco che ricade ad occidente del margine continentale della Sardegna in una paleo-struttura del Sulcis, regione caratterizzata da un vulcanismo calco-alcalino associato al rift sardo Oligo-Miocenico, è costituita in prevalenza da rocce di età differente ascrivibili, dalle più antiche alle più recenti, al:

1. Mesozoico
2. Cenozoico
3. Quaternario

4.3.2.1. MESOZOICO

Gli affioramenti mesozoici sono localizzati nella parte centro-orientale dell'isola e sono delimitati a Nord dalle andesiti di M. te Perdass de Fogu e a NW, verso la costa, dai depositi quaternari dell'area di Is Pruinis. I calcari mesozoici sono inoltre racchiusi ad Est dalle acque del Golfo di Palmas, a Sud dalle andesiti di Turri, di M. Arbus e di M. Arveddu, mentre a Ovest dalle andesiti e dalla piana alluvionale di Cannai. Nella litostratigrafia mesozoica, che costituisce il basamento dell'isola, si possono individuare: calcari e dolomie del Giurese, marne grigio-verdi ed infine calcari biancastri lapidei del cretaceo.

4.3.2.2. CENOZOICO

Il cenozoico è rappresentato essenzialmente da formazioni vulcaniche. Il complesso oligomiocenico è caratterizzato da due successioni:

- quella iniziale (prevalentemente lavica) costituita da sequenze basalto-andesitiche e andesiti;
- quella terminale costituita invece da sequenze di espansione sostanzialmente ignimbriche a composizione variabile da dacitica a riolitica sino a comenditica.

A) SERIE ANDESITICA

La sequenza vulcanica andesitica costituisce i termini basali della successione che occupano tutto il settore centrale dell'isola (M. Perdass de Fogu, Serra de su Parone ecc.). Tali vulcaniti sono spesso ricoperte dai complessi piroclastici, dalle andesiti basaltiche e dai basalti. Questi ultimi affiorano sempre nella parte centrale dell'isola (Serra Nuraxi e Capo Sperone). Si tratta di prodotti di attività effusiva a colata. Le *Andesiti* originano in genere strutture cupoliformi o domiformi raccolte con sagome più o meno regolari o strutture complesse dovute a domi affiancati e/o concresciuti gli uni sugli altri ed intersecati da successive iniezioni laviche dalle quali dipartono brevi e tozze colate. Costantemente concentriche alle strutture sono presenti lembi di brecce autoclastiche e diaclasi di raffreddamento radiali. Le lave, macroscopicamente, appaiono massicce, faneritiche, color grigio chiaro con strutture da porfirica a spiccatamente porfirica per fenocristalli aciculari di pirosseni, tozzi plagioclasti e, talvolta, anfiboli con tessiture prevalentemente isotrope. Nelle parti periferiche delle strutture, la lava si presenta afirica, color grigio scuro con qualche raro fenocristallo di plagioclasio e pirosseno immersi in pasta di fondo afanitica. Nel *Complesso Piroclastico* si distinguono due tipi principali: quelle associate agli episodi lavici, legate geneticamente alla formazione ed accrescimento dei domi e delle cupole, e le piroclastiti generate dalle attività esplosive. Le prime "Piroclastite di Fondu de sa Corona Arrubia"; sono legate geneticamente alla nascita, evoluzione e collassi degli apparati lavici di M. te Perdass de Fogu e possono ricondursi a fenomenologie di flusso tipo valanghe ardenti. Queste piroclastiti sono caratterizzate da una non

elevata estensione areale, circa 3 Km², caoticità ed eterometricità dei depositi, scarsissima classazione e omogeneità mineralogica dei clasti i quali differiscono tra loro solo per le diverse strutture e forme. Tutto il deposito è cementato da poca matrice terrosa friabile. Alle seconde, legate alle manifestazioni di tipo esplosivo, sono associate le piroclastiti di località Pispisia e quelle di M. te Arbus e M. te Arveddu.

a) Le Piroclastiti di località Pispisia riconducibili ad attività freato-magmatiche sono caratterizzate da un'alta percentuale di clasti litici poliedrici, di norma spigolosi eterometrici. A questi livelli sono intercalate bancate pomicee e/o livelli a soli clasti carbonatici con matrice subordinata generalmente sabbiosa. Questo complesso piroclastico è intersecato da numerosi gas pipes e venule di calcite.

b) Piroclastiti di M.te Arbus e M.te Arveddu: questa serie è costituita da una potente successione vulcanoclastica intrusa da iniezioni laviche. In base alle diverse caratteristiche strutturali e giaciture dei prodotti, la dinamica di messa in posto può ricondursi a tre meccanismi principali: flow, fall e surge. I prodotti di Flow si ritrovano di solito nella parte basale e mediana della sequenza. Raggiungono potenze notevoli che aumentano nelle paleodepressioni evidenziando un marcato controllo topografico. Trattasi di breccie caotiche, con litici poco vescicolati, raramente scoriacei, poliedrici a spigoli smussati ed eterometrici. I depositi di Fall sono prevalenti nella parte mediana e sommitale della sequenza. Presentano una spiccata suddivisione in bancate, dovuta a gradazione diretta o inversa, per la presenza di livelli piroclastici più fini messi in evidenza dall'erosione. Le bancate sono costituite da livelli di "air fall breccie" dati da clasti di scorie e bombe poliedriche e policromatiche, con pochi litici e numerose pomice nella matrice cineritica, alternati a livelli di "pumice fall", con gradazione diretta o inversa, a prevalenti pomice policromatiche. I surge sono depositi a grana fine, sabbioso e/o cineritica, costituiti da frammenti litici e cristalli liberi. Il colore di tali depositi varia da tonalità sul rosa al biancastro e le strutture sedimentarie più frequenti sono dovute a laminazioni piano parallele ed incrociate. In alcuni di questi livelli sono stati trovati gli accretionary lapilli: strutture concrezionari globulari con al nucleo piccoli litici o cristalli.

Le **Andesiti Basaltiche** costituiscono strutture domiformi raccolte, colate e dicchi intrusi entro le precedenti formazioni (su Nuraxi, Serra de is Porcus). Macroscopicamente le lave sono massive, con tonalità da grigio scuro al brunastro. Presentano strutture spiccatamente porfiriche per la presenza di fenocristalli spesso glomeriformi di pirosseno e plagioclasio con tessiture isotrope o fluidali e pasta di fondo microcristallina o afanitica con vetro interstiziale. La tipica associazione paragenetica per questo litotipo è data da: fenocristalli di Pl, Cpx, Opx eccezionalmente olivina e magnetite con pasta di fondo a Pl, Cpx e opachi.

I **Basalti** affioranti nella parte centrale e sud-occidentale dell'isola (Serra Nuraxis, Capo Sperone, ecc.) sono rappresentati da prodotti di attività effusiva lenta; colate, di solito compatte nelle porzioni centrali dove sono ben evidenti le laminazioni di flusso, mentre alla base e al tetto la lava massiva sfuma ad autobrecciata. In alternanza alle colate, talvolta si rinvengono bancate di scorie di lancio e/o livelli cineritici biancastri con piccoli litici scuri e spigolosi. Macroscopicamente le lave risultano essere massive, scheggiose al taglio, color grigio scuro, a struttura porfirica per fenocristalli di plagioclasio e pirosseni in pasta di fondo afanitica. La sequenza andesitica sulcitana, che affiora quasi totalmente nell'isola di S. Antioco, dall'alto verso il basso è la seguente.

Gruppo di S. Antioco

1. Andesiti di Serra di Nuargius - (SNR) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in ammassi ipoabissali con fitte fatturazioni parallele e in filoni spesso molto alterati, porfiriche per Pl, Cpx, Opx, Ol, in pasta di fondo da ipocristallina a microcristallina.

2. Andesiti di M. Perdas de Fogu (PDF) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche da microvescicolate a compatte in ammassi e subordinate breccie laviche autoclastiche, spesso con concrezioni di silice amorfa, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, Hbl, Mag, in pasta di fondo ipocristallina. Lenti di breccie caotiche epiclastiche eterometriche tendenzialmente monogeniche, da clasto a matrice-sostenute con clasti lavici angolosi, e intercalazioni di breccie

caotiche epiclastiche con matrice tufacea e livelli piroclastici localmente arrossati (paleosuoli)(Corona Arrubia). Raggiungono più di 100 m di spessore.

3. Andesiti di Perdas Stufaras (PST) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in colate massive e subordinate breccie laviche, con clasti da compatti a vescicolati, porfiriche per presenza di Pl, abbondante Hbl, Opx, Cpx, Bt e Mag, in pasta di fondo ipocristallina con frequenti inclusi enallogeni centimetrico-decimetrici di rocce granitoidi, di rocce microgranulari scure, di pirosseniti e con xenocristalli di Ol, feldspati e Qtz. Subordinate porzioni laviche a composizione andesitico-basaltica, porfiriche per Pl, Cpx, Opx e Ol in pasta di fondo ipocristallina e breccie piroclastiche debolmente litificate e grossolanamente stratificate, spesso arrossate. Lo spessore degli ammassi è in genere superiore ai 50 metri.

4. Basalti Andesitici di Serra Nuarxis (NXS) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave basaltico-andesitiche in colate metriche massive e subordinate breccie laviche autoclastiche, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, e Mag. Lenti di lave andesitico-basaltiche in potenti colate massive, porfiriche per Pl, Cpx, Opx, Ol Mag e intercalazioni di breccie caotiche piroclastiche con clasti microvescicolati e sottili livelli epiclastici di arenarie vulcanoclastiche. Raggiungono fino a 70 metri di spessore.

Gruppo di Carbonia

5. Epicalastiti di M.za Corona Arrubia (MCA) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Breccie epiclastiche in bancate grossolanamente stratificate ad elementi andesitici eterometrici e poligenici, da clasto a matrice-sostenute, con subordinate intercalazioni di livelli arenacei vulcanoclastici e laminazioni piano-parallele e/o incrociate, più frequenti nelle porzioni basali. Intercalazioni di livelli piroclastici (tufi a lapilli pomicei) (M.te Narcao). Non superano i 50 metri di spessore.

6. Basalti Andesitici di M. Essu (ESS) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave basaltico-andesitiche in colate massive, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, e Ol in pasta di fondo ipocristallina (NE di M.te Narcao). Raggiungono spessori di 15 metri.

7. Andesiti di M. Palmas (MPL) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Breccie laviche autoclastiche andesitiche con clasti subangolosi, scoriacei grigio chiaro, porfiriche per la presenza di Pl, Opx, Cpx, Hbl e Ol, in pasta di fondo ipocristallina, passanti verso l'alto a (M.te Magai) a lave andesitico-dacitiche con sviluppo di Qtz. Intercalazioni discontinue di lave andesitico-basaltiche in colate massive e autoclastiche, porfiriche per Pl, Cpx, Opx, Ol in pasta di fondo ipocristallina. Nella parte basale bancate di breccie piroclastiche a matrice pomiceo-cineritica e intercalazioni di livelli epiclastici. Raggiungono i 60 metri di spessore.

8. Basalti Andesitici di Gora Terras Nieddas (GTN) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave basaltico-andesitiche in ammassi, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, e Ol in pasta di fondo a tessitura intersertale (Villarios). Raggiungono spessori di 10 metri.

9. Conglomerati di Villarios (VRS) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Depositi conglomeratici continentali poligenici ed eterometrici a prevalenti clasti di rocce carbonatiche mesozoiche e rare andesiti mioceniche, con intercalazioni di livelli piroclastici ed epiclastici (Giba-Villasor). Raggiungono 30 metri di spessore.

10. Andesiti di Giba (GBA) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in colate massive, porfiriche per Pl, Opx e Cpx, in pasta di fondo ipocristallina (Giba), potenti circa 12-13 m.

11. Andesiti di Serra Coremò (SRM) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in colate, ammassi spesso con fitte fatturazioni parallele, neck e filoni, porfiriche per Opx, aggregati di Cpx, Ol in pasta di fondo costituita da microliti di Pl.

12. Andesiti di Guardia Manna (GMN) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in ammassi domici con strutture di flusso sub-verticali, in colate massive con laminazioni di flusso e inclusi microcristallini di breccie laviche autoclastiche. Porfiriche per Pl,

Hbl, Opx, Cpx, Ol in pasta di fondo ipocristallina. Presenti filoni andesitici e intercalazioni di breccie piroclastiche.

13. Filoni a composizione intermedia (fa) e basica (fb) Miocene Inf. (Burdigaliano)

(fa) - Lave andesitiche in filoni, afiriche o debolmente porfiriche per rara Ol, in pasta di fondo costituita da microliti di Pl, (leucoandesiti). (fb) - lave basaltiche in filoni, porfiriche per Pl, Cpx, Ol in pasta di fondo a struttura intersertale.

14. Andesiti di M. S. Michele Arenas (MRN) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in ammassi domici localmente con fitte fratturazioni parallele, in colate laviche massive con bande di flusso e breccie laviche autoclastiche, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, Hbl opacizzata, in pasta di fondo da ipocristallina a olocristallina. Subordinatamente breccie piroclastiche caotiche clasto-sostenute, monogeniche, talora con blocchi di dimensioni metriche, con intercalazioni di livelli pomicei e subordinati livelli epiclastici arenacei. La potenza degli ammassi raggiunge i 230 metri.

15. Andesiti Basaltiche di Genna Ollastus (GOL) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Breccie laviche autoclastiche e lave scoriacee andesitico basaltiche e andesitiche, porfiriche per Pl e abbondante Ol in pasta di fondo ipocristallina con subordinati livelli piroclastici contenenti clasti vescicolati e pomici. Locali breccie ipocristalline in bancate metriche, depositi piroclastici di caduta (tufi a grana fine) e paleosuoli. Raggiungono i 40 m di spessore.

16. Andesiti di Pizzo Arrubiu (PRR) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in ammassi, localmente con evidenti strutture di flusso e fitte fatturazioni parallele e con inclusi lavici melanocrati contenenti abbondante anfibolo aculare, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, Hbl, Bt e talvolta con xenocristalli di Ol, in pasta di fondo ipocristallina. Alla base breccie laviche autoclastiche. Locale presenza di intercalazioni di breccie piroclastiche con matrice cineritico-pomicea arrossata, breccie caotiche epiclastiche eterometriche e poligeniche da clasto a matrice-sostenute con elementi lavici angolosi e paleosuoli. La potenza degli ammassi raggiunge 90 metri.

17. Andesiti di sa Gruxita (GRX) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Breccie laviche autoclastiche andesitiche in colate, con spessori fino ai 50 m e con clasti subangolosi, di colore bruno-rossiccio, scoriacei, in matrice cineritica chiara, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, Hbl, Bt in pasta di fondo ipocristallina. Breccie piroclastiche andesitiche con spessori fino a 50 m, caotiche, clasto-sostenute, talora con blocchi di dimensioni metriche, con alla base tufi a lapilli pomicei, con gradazione inversa e subordinate intercalazioni di livelli epiclastici arenacei con laminazioni piano parallele.

18. Andesiti di M. Narcao (NRC) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in ammassi domici, compatte e massive con fitte fratturazioni parallele, porfiriche per Pl, Opx, Cpx in pasta di fondo da microcristallina. Alla base livello discontinuo di tufi a livelli pomicei arrossati. La potenza degli ammassi raggiunge 50 metri.

19. Andesiti de sa Perda Firma (PFI) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in ammassi domici, compatte e massive con fitti giunti da raffreddamento, e subordinate breccie laviche autoclastiche discontinue alla base, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, Ol, rara Hbl opacizzata, in pasta di fondo microcristallina. La potenza degli ammassi raggiunge 80 metri.

20. Andesiti di Cuccuru Porceddus (PRD) Miocene Inf. (Burdigaliano)

Lave andesitiche in colate massive con bande di flusso e noduli centimetrici biancastri, e subordinate breccie laviche autoclastiche più frequenti verso l'alto, a struttura porfirica per Pl, Opx, Cpx, Hbl in massa di fondo ipocristallina. Locali filoni andesitici e breccie epiclastiche, poligeniche eterometriche e arenarie vulcanoclastiche. Subordinati tufi e tufiti a lapilli pomicei (18.8- 0.9 Ma). Raggiungono i 100 metri di spessore.

21. Andesiti Basaltiche di M.te Ennazza (ENZ) Miocene Inferiore

Breccie laviche andesitico-basaltiche e andesiti in colate, spesso clasto-sostenute, subordinate colate

laviche massive sia spesse che sottili, lave in ammassi domici, porfiriche per Pl e Cpx, Opx e Ol in pasta di fondo da ipocristallina a olocristallina, alternate a colate laviche andesitiche autoclastiche e massive, porfiriche per Pl, Cpx e Opx in pasta di fondo ipocristallina. Filoni andesitici e, spesso, alla base breccie epiclastiche caotiche, eterometriche e poligeniche, talora grossolanamente stratificate. Intercalazioni di depositi di flusso piroclastico. Lo spessore raggiunge i 150 m.

22. Andesiti di N.ghe Pitzienti(NPI) Miocene Inferiore

Lave andesitiche in colate massive con bande di flusso e subordinate breccie laviche autoclastiche, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, in massa di fondo ipocristallina. Sottili livelli piroclastici di spessore decimetrico spesso alla base delle colate. La potenza raggiunge i 150 metri.

23. Piroclastiti ed Epiclastiti di Serra 'E Tepuis (STP) Miocene Inferiore

Breccie caotiche generalmente matrice-sostenute con abbondanti clasti litici e subordinate pomice talora ben stratificate e con gradazione inversa (deposito di flusso piroclastico). Breccie epiclastiche ad elementi andesitici eterometrici e poligenici con intercalazioni di sottili livelli di arenarie vulcanoclastiche con laminazioni piano-parallele e incrociate e con gradazione diretta, più frequenti nella parte alta. Raggiungono fino a circa 100 metri di spessore.

24. Andesiti di Tracasi (TRS) Miocene Inferiore

Lave andesitiche in colate massive, localmente con bande di flusso, spesso alterate, a struttura porfirica per Pl, Opx, Cpx, in pasta di fondo ipocristallina. Lo spessore raggiunge e, a volte, supera 40 metri.

25. Conglomerati di Medadeddu (MDD) Miocene Inferiore

Conglomerati poligenici, eterometrici ad elementi ben elaborati di rocce paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche (anche andesitiche), che raggiungono 20 metri di spessore.

26. Andesiti Basaltiche di Is Urigus (URI) Miocene Inferiore

Lave andesitico-basaltiche in colate massive con laminazioni di flusso e breccie laviche autoclastiche vescicolare, porfiriche per Pl, Cpx, Opx e Ol e con spessore fino a 40 m.

Gruppo di Serbariu di Sopra

27. Andesiti di M.te Perda (MCA). Miocene Inf. (Aquitaniense)

Lave andesitiche in corpi ipoabissali (M. Perda) e Filoni (Serra Mori-Vai), porfiriche per Pl, Hbl, Opx in fenocristalli spesso ben sviluppati, in pasta di fondo olocristallina e ipocristallina, localmente mineralizzate a solfuri (22.8 - 1.3 Ma).

B) SERIE IGNIMBRITICA

La parte terminale del complesso vulcanico oligo-miocenico è costituita da sequenze d'espansione sostanzialmente ignimbriche, a composizione variabile da dacitica a riolitica sino a comenditica. All'interno della successione ignimbrica si evidenzia la presenza d'intercalari sedimentari e/o epiclastici e/o di superfici pedogenizzate, che testimoniano periodi di stasi nell'attività vulcanica. I prodotti in generale sono classificabili, dal punto di vista vulcanologico e stratigrafico, come segue. **Ignimbriti** (contrassegnate, nella vecchia nomenclatura, dalla lettera τ). I caratteri giacitureali e strutturali e l'analisi delle morfologie degli affioramenti ha portato a distinguerne tre facies con peculiari caratteristiche microscopiche:

- a) a struttura brecciata;
- b) a tessitura quasi isotropa;
- c) a tessitura fluidale.

La Facies a tessitura brecciata, la cui genesi è riconducibile ad effusioni di tipo ignimbrico, è confinata in un piccolo lembo costiero, fuori carta, presso lo scoglio di Mangiabarche, a testimoniare la peculiarità dell'evento. Costituisce la base della sequenza Ignimbrica. Si ritrova in strutture caotiche con clasti a spigoli vivi eterometrici, policromatici e poligenici in parte scoriacei. Microscopicamente appare con accentuata elasticità dovuta alla presenza di frammenti magmatici da soffiati (pomice) a non soffiati di colore rosso brunastro. I frammenti lavici, di solito si presentano a contorno sfrangiato e tessitura fluidale per bande di flusso laminari, altrimenti

mostrano una struttura globulare per l'aggregazione di magma in sferule. Alcuni frammenti presentano un contorno spiccatamente vescicolato nel cui nucleo si notano fenocristalli di Pl, K-feldspato e Cpx di piccole dimensioni talora riassorbiti e contornati in parte da filetti fluidi a testimonianza di una precedente cristallizzazione in ambiente intratellurico. I frammenti pomicei si presentano con contorni irregolari, talora sfrangiati, con bolle filamentose allungate. La pasta di fondo è data da un aggregato microcristallini con immersi cristalli liberi frammentati. È probabile perciò che al momento dell'emissione il materiale, aggregante la breccia esplosiva, fosse caldo tale da autosaldarsi e costituire un mezzo magmatico omogeneo, in seguito devetrificatosi.

La Facies a tessitura quasi isotropa, la cui genesi è riconducibile ad eventi di tipo lavico, affiora prevalentemente nei pressi di stagno Cirdu anche se non è da escludere la sua presenza in località sa Scrocca Manna, viste le analogie dei caratteri macroscopici. Macroscopicamente risalta la compattezza e la massività della lava color bruno rossastro con pasta di fondo afirica e fenocristalli di plagioclasio glomeriformi. Al microscopio denota un'elevata porfiricità conferitagli da fenocristalli di plagioclasio e sanidino spesso frammentati e riassorbiti, immersi in una pasta di fondo microcristallina, ipoialina a tessitura leggermente fluidale.

La Facies a tessitura fluidale, la cui genesi è del tipo ignimbritica, è la più diffusa e rappresentativa. In affioramento presenta, generalmente, nella parte basale una fascia retinitica molto scura (dal brunastro al nero) che passa in maniera repentina alla facies meno vetrosa con spiccata porfiricità per fenocristalli di plagioclasio, talvolta schiacciati e allungati, immersi in pasta di fondo rossastra afirica, di solito interessata da strutture di layering, le quali conferiscono alla roccia la tipica struttura a bande fluide arrossate. Le osservazioni al microscopio evidenziano una porfiricità inferiore al 5% dovuta a fenocristalli singoli e talvolta aggregati di plagioclasio e sanidino. La pasta di fondo è spiccatamente fluidale per la presenza di bande di flusso discontinue che isolano vetro ricristallizzato in piccoli nuclei lentiformi. Entro i filetti fluidi si sono iniettati i fluidi residuali ricchi in gas e soluzioni mineralizzanti per cui è frequente la presenza di piccole "geodi" allungate, riempite di cristalli, che possono essere scambiate per fiamme. Ampiamente diffuse nel settore nord-occidentale, nella parte centrale e centro-orientale, costituiscono circa il 70% delle vulcaniti affioranti. Sulla costa occidentale a falesia (P.ta dell' Isolotto, P.ta Maggiore, P.ta Caragoli) sono ben evidenti i caratteri giacitureali e i rapporti con le sottostanti formazioni; infatti appaiono al tetto dei tufi, i quali di solito sono bentonitizzati o alterati da agenti esogeni costituendo apprezzabili estensioni di terreni coltivati. Nel settore orientale (Stagno Cirdu, sa Scrocca Manna) si sovrappongono alle piroclastiti (ex $\tau 1$) e alle ignimbriti più antiche (ex $\tau 2$) arrivando fin nei pressi dell'abitato di S. Antioco dove ricompaiono in esili coltri.

Piroclastiti più recenti, (ex $\tau 1$). Mostrano orizzonti continui, con potenze ed estensioni notevoli. Stratigraficamente compaiono sempre sotto le ignimbriti. La loro distribuzione geografica è quindi collegata alla presenza di esili lembi di ignimbriti che le hanno protette dall'erosione. Costituiscono inoltre estesi orizzonti bentonitici, utilizzabili sia sotto l'aspetto minerario, sia sotto l'aspetto agrario in quanto costituiscono suoli di notevole interesse. Sono rappresentate sulla costa occidentale in grosse bancate ed anche dentro l'abitato di Sant'Antioco (ai piedi della fortezza) entro le quali, favoriti da una buona potenza e friabilità, già i fenici ricavarono estese gallerie, per i loro riti funebri. Presentano numerose variazioni nella compattezza, nella composizione e nel colore e si distinguono da teneri (sono i più diffusi) fino a tenaci, con tutti i termini intermedi. Le più tenere si rinvengono più o meno dappertutto sotto la facies retinitica di ignimbriti soprastanti. Più appariscenti si presentano, forse, sulla costa occidentale a falesia dove il mare ed il vento le hanno modellate spesso a forma di solco di battente o di fungo, ad altezze di almeno 20 metri s. l. m.; lungo tale costa si ha la possibilità di apprezzare le diverse sfumature di colore, dal giallo al rossiccio, e dal verde pallido sino al bianco vivo. Spesso le differenti colorazioni sono da attribuirsi non solo a variazioni nella composizione ma anche ad un diverso grado di alterazione ad opera di agenti esogeni; è infatti sulla costa a falesia che più intensamente si fa sentire l'azione dell'aerosol

marino e l'effetto dell'abrasione eolica. Le giaciture sono sia massive (nelle facies più tenere) che stratificate non solo in grosse bancate, tra loro parallele, ma pure in strati più fini. Abbastanza frequenti sono le successioni dove si alternano bande a tessitura isotropa (a matrice fine e con dispersi cristalli liberi e litici), ad esili straterelli ben gradati, tipo surge, che si intercalano fra livelli più potenti (sino a 2 metri) di pomici (da mm a cm). Talora sono osservabili livelli pisolitici. I cristalli liberi sono per lo più di quarzo e feldspato che anche macroscopicamente mostrano il proprio habitus. I litici sono di piccole dimensioni (centimetriche) e poligenici. Per la loro incoerenza e disposizione in bancate si contrappongono alle facies saldate sia laviche che ignimbratiche. Stratigraficamente compaiono inframmezzate fra le ignimbriti e le piroclastiti intermedie ben rappresentate sulla costa occidentale e dentro l'abitato di S. Antioco.

Le piroclastiti intermedie (ex $\tau 2$). L'origine piroclastica porta a diverse modalità nella loro messa in posto: per caduta o falls (graded-bedding); per flusso, o flow (con sorting caotico); per spinta, o surge (con accretionary lapilli); tutti eventi inerenti ad un vulcanesimo essenzialmente esplosivo. Il più grosso affioramento delle vulcaniti si ritrova nella parte centrale dell'isola; partendo da sa Scrocca Manna affiorano su tutta la fascia centro-orientale fino a ricoprire le sottostanti vulcaniti della serie "andesitoide" di M. te Perdas de Fogu. Lungo la costa occidentale compaiono da P.ta Caragoli, nel Comune di Calasetta, arrivando, molto più a sud, fino al Poggio di Mezzaluna. Stratigraficamente poggiano sulle comenditi e sono coperte dalle piroclastiti più recenti o dalle ignimbriti. Macroscopicamente assumono differenti facies riassumibili come:

- a) a fiamme;
- b) lastrellata;
- c) arrossata.

La Facies a fiamme presenta giacitura massiva con inclusi di colore scuro allungati e di dimensioni fino a decimetriche a luoghi vetrosa e di colore grigio-cenere, talora violaceo scuro in prossimità della linea di riva per effetto dell'alterazione marina. La tessitura appare leggermente fluidale per filetti discontinui. La porfiricità è minore del 2% per cristalli di Kfeldspato. Dal punto di vista vulcanologico si ipotizza una messa in posto di flusso piroclastico molto denso propagatesi per una grande estensione.

La Facies lastrellata assume una colorazione dal grigio-biancastro fino al grigio-cenere (Cala Saboni, Cala Lunga e sotto sa Scrocca Manna), una fessurazione nastriforme ed una scarsa porfiricità (< 2%) legata alla presenza di grossi cristalli limpidi di Kf. Caratteristica di questa facies è la presenza, di una pasta di fondo con nuclei di devetrificazione. Per giacitura massiva, assenza di litici ed omogeneità degli ammassi, si può supporre un evento più di tipo lavico che piroclastico con strutture edificate tipo cupole o domi (M. te Garaus).

La Facies arrossata si trova sulla costa occidentale (nell'insenatura di Cala Lunga), nel settore orientale (sa Corona Arrubia) e nei pressi dell'abitato di S. Antioco. La giacitura è ora massiva, ora tabulare. Si distingue dalle altre facies per il colore che va dal rosso vivo al rosato e per la parte basale che risulta fortemente vetrosa e di colore nerastro. Microscopicamente si distingue una marcata fluidità meglio evidenziata dai filetti, talora arricciati attorno ai fenocristalli di sanidino. La giacitura sia massiva che tabulare, la presenza della facies retinitica in posizione basale giustifica una messa in posto per flusso piroclastico. Alcuni probabili apparati di emissione sono ubicabili in diverse località come ad esempio presso Perdas de is Ominis, dove si nota un apparato lineare con direzione circa N-S e flusso laterale simmetrico. Un altro probabile centro di emissione è individuabile anche in località Tuvu Mannu (non distante dal paese di S. Antioco) dove si ritrovano facies scoriacee, talora vetrose o perlitiche e linee di flusso da verticali a suborizzontali. Il più grosso affioramento si trova nella parte centrale e lungo la costa occidentale. Stratigraficamente poggiano sulle comenditi e sono ricoperte dalle piroclastiti più recenti.

Le Comenditi affiorano nel settore centro occidentale dell'isola presso il Poggio di Mezzaluna a contatto con le piroclastiti più antiche, mentre più a nord, un grosso affioramento da dietro Cala

Saboni arriva sino a Cala Lunga ed oltre. Nel settore orientale queste vulcaniti sono confinate a nord presso lo stagno Cirdu e un po' più all'interno tra sa Scrocca Manna e sa Scrocchitta. Stratigraficamente stanno sotto le piroclastiti intermedie e poggiano sopra i rari lembi di piroclastiti intermedio-finali. Macroscopicamente si riconoscono facilmente a causa della brillantezza dei grossi cristalli di quarzo e sanidino; quest'ultimo assume talora tonalità azzurrognole. Il quarzo si presenta ad habitus bipiramidale, il più delle volte limpido, con cristalli di dimensioni fino ai 2-3 mm. Il sanidino assume dimensioni fino a 5-6 mm con cristalli freschissimi ed iridescenze sul blu, di forma spesso appiattita e con nette sfaldature. In affioramento si presentano ora massive ora listate e tabulari con numerose variazioni di colore, consistenza e vetrosità. Le tre facies più comuni si possono così descrivere:

- a) facies vetrosa, a scarsa porfiricità e di colore grigio-verdastro fino a nerastro nella parte più vetrosa, molto compatta;
- b) facies grigia e microcristallina;
- c) tufi, affioranti sia in località Poggio di Mezzaluna che presso Cala Saboni dove vengono estratti per usi industriali.

Presso Poggio di Mezzaluna in una grotta modellata dal mare su tufi di comendite sono evidenti stratificazioni multicolori date da alternanze di livelli pomicei, livelli ricchi in litici e cristalli liberi, e sottili livelli tipo surge riconoscibili per le loro tessiture planari, sia parallele che incrociate, e per la presenza di pisoliti tipo accretionary lapilli. Nella miniera di bentonite (presso Cala Saboni), i tufi comenditici, si presentano in accumuli più o meno potenti e in sezione appaiono in bande di vari colori di spessore da metrico a millimetrico con variazioni nella classazione e granulometria. Al microscopio si distingue una porfiricità variabile dal 10% al 20% per fenocristalli di quarzo e sanidino, nettamente prevalenti sugli altri. La struttura varia da porfiroclastica a vitroclastica, mentre la tessitura si presenta fluidale o isotropa e la pasta di fondo microcristallina oppure la pasta di fondo è ipoialina mentre la tessitura rimane isotropa. Dall'esame dei caratteri giaciturali e delle strutture delle è evidente la presenza di differenti fasi nel consolidamento del magma di tipo comenditico. Per i tufi presenti sia presso Poggio di Mezzaluna che nella miniera di bentonite, si può ipotizzare una messa in posto di tipo piroclastico. L'ipotesi genetica è legata a fenomenologie tipo fall, con gradazione diretta (graded bedding), con sovrapposizioni di eventi per spinta o surge (come dimostrano alcuni livelli con un alto indice di classazione e la presenza di accretionary lapilli) e per flusso o flow (come dimostrano alcuni livelli a sorting caotico ed il controllo topografico). Altri affioramenti di comendite massiva, o in bancate molto potenti (Poggio di Mezzaluna, Cala Saboni, Cala Lunga), sembrano derivate da fenomenologie di flusso ma con maggiore partecipazione della componente magmatica in quanto non includono litici e nella pasta di fondo presentano setti vetrosi frammentati e tessiture da flusso laminare. Nel settore occidentale si ritrovano presso il Poggio di Mezzaluna a contatto con le piroclastiti più antiche, mentre in quello orientale sono confinate a Nord presso lo stagno Cirdu. Stratigraficamente poggiano su piroclastiti intermedio-finali e stanno sotto le intermedie.

Le piroclastiti intermedio-finali (ex τ_3) hanno affioramenti con sviluppo minore delle altre formazioni e una potenza così esile da renderne difficoltosa la rappresentazione cartografica. Affiora nell'impluvio a sud di Poggio di Mezzaluna e delimita in parte le soprastanti comenditi. Si ritrovano anche sul versante ovest di sa Scrocchitta e, un po' più a est presso Perda di is Pillisius. Stratigraficamente poggia sempre sulle τ_4 ed è sormontata dalle comenditi, tranne che presso Perda de is Pillisius dove è sormontata dalla τ_2 . La parte basale delle τ_3 è costituita da piroclastiti farinose tenere, bianche e con ben evidente la biotite. Sopra i tufi si trovano le lave, anch'esse caratterizzate dalla presenza della biotite che assume una intensa colorazione da color rame a bronzea e, solo raramente, nera come nei tufi. Queste vulcaniti sono spesso vetrose con piccoli cristalli di feldspato e biotite o con la sola biotite per lo più sotto forma di lamine allungate di piccole dimensioni. Si

presenta con una struttura porosa o a fiamme. I tufi sono per lo più caolinizzati bianchi o rossastri. Data l'esiguità di tali affioramenti, sulla fascia costiera, si è ritenuto opportuno non farne un'accurata descrizione microscopica e vulcanologica come per le altre formazioni. La formazione τ_3 ha uno sviluppo superficiale decisamente inferiore alle altre vulcaniti affioranti nell'isola. Stratigraficamente queste poggiano sulle τ_4 e sono sempre sovrastate dalle comenditi e localmente dalle τ_2 .

Le piroclastiti più antiche (ex τ_4). Le vulcaniti di base affiorano sulla costa occidentale partendo da Portu Sciusciau per arrivare, spostandosi verso nord, fino a Poggio di Mezzaluna. Più a nord, ma sempre nel settore occidentale, un grosso affioramento occupa una larga fascia che, partendo a est di Cala Saboni, arriva più a nord di Cala Lunga incontrando sia le piroclastiti intermedio-finali che le comenditi. Nel settore nord-orientale ne affiora un piccolo lembo tra lo stagno Cirdu sa scrocchita. stratigraficamente le piroclastiche finali poggiano sulle andesiti della serie "andesitoide" e sono ricoperte sia dalle piroclastiche intermedio-finali che dalle comenditi o da altre formazioni successive. Nei pressi di Poggio di Mezzaluna il contatto con le soprastanti comenditi è eteropico, per una faglia che attraversa tutta l'isola, in direzione circa E-W, arrivando fino a Maladroxia. I tufi basali sono molto rari e di debole estensione, un piccolo lembo di questi tufi affiora nei pressi della Corona de su Crobu, vicino alla Tomba dei Giganti. Le vulcaniti finali hanno edificato strutture molto complesse. La più chiara rappresentazione delle quali si ritrova sulla costa occidentale (da Portu Sciusciau a Mezzaluna). Il primo carattere che risalta, in questo tratto di costa, è un contorno fortemente sfrangiato dato da strette insenature, sempre su falesia, allungate verso l'interno, tipo piccoli fiordi, modellate dal mare su allineamenti di fratture tra loro parallele. Su queste vulcaniti, sempre massive, i piani di fluidalità, sempre presenti, sono costituiti da bande da mm. che a cm. che con giacitura da verticale a suborizzontale attraverso le quali è possibile ricostruire strutture domiformi allungate con assi maggiori di circa 1 Km ed orientazione WNW-ESE. Più a sud, nei pressi del N. ghe di Grutt'acqua, a contatto con le andesiti, si individuano strutture da cupoliformi a domiformi con diametro non superiore ai 500 metri ed in parte smantellate dall'erosione. Concludendo, in seguito alle considerazioni fin qui esposte, sembra certa una messa in posto delle piroclastiti intermedio-finali prevalentemente di tipo lavico. Per il tratto di costa tra Portu Sciusciau e P.ta Grossa è evidente un evento piroclastico finale, pre-lavico, e messa in posto per caduta, per flusso e per scorrimento. In particolare, la sequenza ignimbratica sulcitana che affiora nell'isola di S. Antioco, dall'alto verso il basso, è schematizzata secondo la nuova nomenclatura come segue.

Gruppo di Cala Lunga

1. Rioliti di Serra di Paringianu (SEP) Miocene Medio (Langhiano)

Depositi piroclastici di flusso densamente saldati a tessitura da paratassitica a eutassitica, porfirici per Pl e Sa, a composizione riolitica, con vitrofiro basale; localmente (P.ta Maggiore), nella parte alta, breccie piroclastiche con clasti decimetrici (15,0 – 0,2 Ma). Spessore fino a 20,00 m. Le rocce di quest'unità mostrano intensa saldatura e sono caratterizzate da un livello ossidianaceo basale passante verso l'alto a facies porfiriche massive e con evidenti laminazioni di flusso. Morfologicamente, costituiscono piccoli rilievi isolati domiformi.

2. Rioliti di Paringianu (PRU) Miocene Medio (Langhiano)

Depositi piroclastici (tufi e tufi a lapilli) sia di caduta (S. Antioco) che di flusso, non saldati, talora litificati (Paringianu-Carbonaxia), porfirici per Sa, Pl, a composizione riolitica. Talora (S. Antioco) paleosuoli intercalati. Spessore fino a 15,00 m. Litologicamente queste vulcaniti si presentano massive, senza alcun accenno a tessiture orientate e poco saldate. Il colore d'insieme varia dal grigio-biancastro al nocciola chiaro con tonalità giallo ocra lungo i piani di fratturazione. Nella parte sommitale della coltre sono stati osservati fenomeni di degasamento. Macroscopicamente la roccia presenta a matrice cineritica nella quale spiccano rari e piccoli litici di colore scuro. La potenza di quest'unità mediamente raggiunge i 10 m.

3. Rioliti iperalcaline di M. Ulmus (ULM) Miocene Medio (Langhiano)

Depositi piroclastici di flusso in genere da incipientemente a densamente saldati con tessitura eutassitica, talora reomorfici, con evidenti strutture di flusso nella parte bassa, spesso con vitrofiro basale, scarsamente porfirici per Sa, Pl a composizione riolitica iperalcalina; localmente (S. Antioco) a tetto, breccie piroclastiche con elementi eterometrici fino a dimensioni metriche. Spessore fino a 50 m. In affioramento le rocce di quest'unità si presentano di colore grigio chiaro, compatte nella parte basale e con struttura bollosa nella sommità. Le potenze sono sempre notevoli (superiori ai 20 m). Al microscopio si osserva la quasi totale assenza di minerali femici. Solo negli affioramenti di Giba è presente un pirosseno (egirina) in minuti individui corrosi fratturati e sostituiti da minerali, quali arfvedsonite, o da aggregati di minerali opachi.

4. Comenditi Auct (CDT) Miocene Medio (Langhiano)

Depositi piroclastici in più unità di flusso da non saldati (tufi, tufi a lapilli), a densamente saldati con tessitura eutassitica (S. Antioco) e porfirici per Sa, Qtz, Arf (Arfvedsonite), pirosseni alcalini, a composizione riolitica comenditica; livelli vitrofirici alla base delle unità di flusso; subordinate intercalazioni di livelli piroclastici di caduta, epiclastici e paleo suoli (15,5 – 0,5 Ma). Spessore affiorante fino a 30 m. Le rocce di quest'unità mostrano caratteristiche minero-petrografiche e petrochimiche peculiari nella sequenza ignimbritica sulcitana. Le comenditi, dell'entroterra sono caratterizzate da una particolare associazione mineralogica. Si tratta di rocce riolitiche ad affinità peralcalina (A.I. > 1.05). Dagli studi effettuati su numerosi campioni è stato possibile distinguere le ignimbriti comenditiche in diverse unità di flusso, differenziate per caratteri strutturali e tessiturali. Le unità comenditiche nell'entroterra non raggiungono mai spessori considerevoli come quelli misurati nelle isole di S. Pietro e di S. Antioco, in alcuni affioramenti presentano uno spessore di una decina di m, mentre nel sondaggio effettuato dalla Carbosulcis è stato rinvenuto uno spessore superiore a 50 m. Essendo le rocce comenditiche tutte ubicate a Sud della faglia di Paringianu, si può ritenere che al momento dell'emissione di questi prodotti e di quelli delle unità sovrastanti, il settore a Nord di tale faglia costituisse un pilastro tettonico insormontabile dall'espansione dei flussi piroclastici.

Gruppo di M. Sirai

5. Daciti di Matzaccara (MAZ) Miocene Medio (Langhiano)

Depositi piroclastici in più unità di flusso moderatamente e, localmente (Giba, S. Antioco), densamente saldati con tessitura eutassitica, porfirici per Pl e Bt, a composizione dacitica (MAZ); depositi piroclastici di caduta, subordinate epiclastiti e piroclastiti di flusso non saldate (MAZA). Spessore fino a 19 m. Quest'unità, che affiora estesamente nel settore meridionale dell'entroterra sulcitano (Matzaccara, Giba), è caratterizzata da porfiricità accentuata, scarsa saldatura e spessori complessivi non superiori alla decina di metri. In affioramento si rinviene poggiata sull'unità di Nuraxi. Le componenti fondamentali, oltre ceneri, pomici e cristalli liberi, risultano essere i frammenti litici magmatici, alterati e talora addensati entro camini di degasamento.

6. Rioliti di Nuraxi (NUR) Miocene Medio (Langhiano)

Depositi piroclastici di flusso densamente saldati, porfirici per Pl e Sa, con tessitura da eutassitica a paratassitica, spesso reomorfici, a composizione riolitica; livello vitrofirico alla base (15,8 0,2 Ma). Spessore fino a 20 m. Sono caratterizzate da estrema saldatura e generale massività, il colore d'insieme varia dal grigio ceruleo al rosso cupo, le strutture sono marcatamente porfiriche o glomeroporfiriche per feldspati. Queste rocce, di norma, non presentano mai frammentazione; solo raramente è stata osservata la presenza di liste vescicolate allineate lungo le linee di flusso. L'unità, oltre a presentare spessore sempre notevole, in media superiore ai 20 m, è fra tutte le vulcaniti del Sulcis quella arealmente più estesa in affioramento, tale da condizionare morfologicamente il paesaggio. Considerazioni stratigrafiche, minero-petrografiche e petrochimiche, permettono di correlare le ignimbriti di quest'unità con il termine basale della successione ignimbritica individuata nelle isole di S. Pietro e S. Antioco.

7. Rioliti di M. Crobu (CBU) Miocene?Inf.?Med.(?Burdigaliano Sup. ?Langhiano)

Depositi piroclastici di flusso da densamente saldati con tessitura eutassitica a non saldati (Tufi, tufi a lapilli e tufi a breccia), porfirici per Sa e Pl, a composizione riolitica; spesso con livello vitrofirico basale, talora, a tetto, subordinati livelli piroclastici di caduta e paleosuoli (S. Antioco). Spessore in genere da alcuni metri fino a qualche decina di metri; eccezionalmente fino a più di 100 m. Affiora estesamente nel settore orientale dell'entroterra sulcitano ed è caratterizzata da due unità di flusso estremamente saldate, a tessitura eutassitica, che raggiungono spessori massimi superiori al centinaio di metri (verosimilmente in vicinanza degli apparati di emissione) decrescenti verso Ovest.

8. Rioliti di Seruci (SRC) Miocene?Inf.?Med.(?Burdigaliano Sup. ?Langhiano)

Depositi piroclastici di flusso densamente saldati a tessitura eutassitica, porfirici per Pl, ± Hy, ± Aug, ± Fa, a composizione riolitica, spesso con livello vitrofirico alla base (SRC); localmente, a tetto (Sa Scritta), epiclastiti a clasti di rocce andesitiche (SRCa). Spessore fino a 15 m. Le caratteristiche d'insieme di quest'unità mostrano un'elevata saldatura e frammentazione evidenziata dalla presenza di grossi brandelli lavici schiacciati, sia compatti che vescicolati, immersi in una matrice vetrosa di colore marroncino che mostra una fluidità accentuata dalla presenza di piani di vescicolazione.

9. Daciti di Acqua sa Canna (AQC) Miocene Inf.(Burdigaliano Sup.)

Depositi piroclastici di caduta e di flusso non saldati (tufi, tufi a lapilli), porfirici per Pl, Bt, Hy, Aug, Hbl, a composizione dacitica; alla base e in alternanza, depositi epiclastici conglomeratici (con elementi di andesiti prevalenti) e arenacei vulcanoclastici (16,6 – 0,4 Ma). Spessore fino a più di 30 m. Al di sopra di un'intercalazione di areniti e siltiti di ambiente continentale e di livelli piroclastico-epiclastici si passa, tramite una superficie di erosione, all'unità di Acqua Sa Canna che, dal punto di vista microscopico, si presenta a struttura vitroclastica con plagioclasti frammentati, pirosseni alterati, biotite in grosse lamine spesso deformate, e rara orneblenda. Le pomice hanno una pasta di fondo costituita da frammenti vetrosi.

10. Daciti di Corona Maria (CNM) Miocene Inf.(Burdigaliano)

Depositi piroclastici di caduta e di flusso da densamente saldati, a tessitura eutassitica, a non saldati (tufi a lapilli pomice), porfirici per Pl e Fa, a composizione dacitica; spesso con livello vitrofirico; talora, alla base, depositi piroclastici di caduta e paleosuoli (18,7 – 0,4 Ma). Spessore fino a 25 m. E' distribuita arealmente in tutta l'area del Sulcis con spessori variabili da un massimo di 40 m a un minimo di 15 m (dati estrapolati dai sondaggi effettuati dalla Carbosulcis). Le diverse microfacies che la compongono, classificabili solo petrograficamente con l'ausilio di un microscopio, presentano caratteri minero-petrografici fondamentali variabili secondo le facies considerate:

- a) i livelli ossidianacei mostrano di norma struttura perlitica con tessitura vitroclastica;
- b) le facies eutassitiche mostrano struttura vitroclastica e fenocristalli di plagioclasio torbidi, sovente frammentati o fratturati, cementati da vetro e con schema di zonatura complessa, olivina in grossi individui prismatici alterati e augite in individui tabulari. La pasta di fondo vetrosa mostra filetti fluidi ad andamenti laminari o vorticosi. I frammenti litici individuati sono principalmente di due tipi: c) porfirico a cristalli aciculari di Pl con strutture indicanti rapido raffreddamento;
- d) pomice con vescicole stirate e privi di fenocristalli.

Gruppo di Su Ruvu Mannu

11. Rioliti di M.te la Noce (MLN) Miocene Inf.(Burdigaliano)

Lave in colate con strutture di flusso e brecce laviche autoclastiche spesso ossidianacee da afiriche a scarsamente porfiriche per Pl e Bt, a composizione riolitica; alla base e in alternanza depositi piroclastici (Tufi, tufi a lapilli e tufi breccia) ed epiclastici (grovacche vulcanoclastiche). Spessore affiorante 30 – 40 m. Fanno parte del più grosso affioramento di vulcaniti della parte centrale dell'isola che, partendo da sa Scrocca Manna affiora su tutta la fascia centro-orientale fino a ricoprire le sottostanti vulcaniti della serie "andesitoide" di M. te Perdas de Fogu, macroscopicamente assumono differenti facies: a fiamme, lastrellata, arrossata. Quest'ultima, che si

ritrova a M. la Noce, si distingue dalle altre facies per il colore che va dal rosso vivo al rosato e per la parte basale che risulta fortemente vetrosa e di colore nerastro. Microscopicamente è presente una marcata fluidità meglio evidenziata dai filetti talora arricciati attorno ai fenocristalli di sanidino. La giacitura sia massiva che tabulare, la presenza della facies retinitica in posizione basale giustifica una messa in posto per flusso piroclastico. Alcuni probabili apparati d'emissione sono ubicabili in diverse località come ad esempio presso Perdassas de is Ominis, dove si nota un apparato lineare con direzione circa N-S e flusso laterale simmetrico. Un altro probabile centro di emissione è individuabile anche in località Tuvu Mannu (non distante dall'abitato di S. Antioco) dove si ritrovano facies scoriacee, talora vetrose o perlitiche e linee di flusso da verticali a suborizzontali.

4.3.2.3. QUATERNARIO

I sedimenti quaternari sono ben rappresentati nell'isola e si rinvencono nell'entroterra e lungo la fascia costiera. Tra i depositi continentali prevalgono i depositi di spiaggia attuali, alluvioni recenti e colluvi, depositi di detrito, crostoni carbonatici, depositi di glacis ed eolici, mentre i sedimenti d'ambiente marino che si ritrovano esclusivamente lungo la fascia costiera, sono costituiti dagli affioramenti fossiliferi del Tirreniano e del Versiliano.

Depositi di spiaggia attuali, alluvioni recenti e colluvi

I terreni alluvionali, i colluvi e i depositi di spiaggia attuali sono distribuiti lungo quasi tutta la fascia costiera dell'Isola. Anche nella parte occidentale, dove prevalgono i litosuoli, è presente una falesia attiva nelle cui insenature variamente estese con depositi di spiaggia sia sabbiosi che ciottolosi. Nel settore nord-occidentale i depositi sabbiosi attuali di notevole estensione che contornano le vulcaniti hanno avuto origine dallo smantellamento dei grossi depositi eolici fossili presenti soprattutto sulla costa. Verso l'interno le sabbie sfumano verso composizioni un po' più argillose fino a delle vere e proprie argille in prossimità delle vulcaniti acide. I sedimenti sabbiosi della porzione settentrionale dell'isola, spostandosi verso Est, lasciano gradualmente il posto a suoli sempre più elaborati e con orizzonti sempre più completi originati dal miscelamento delle sabbie con i prodotti di alterazione delle vulcaniti di Sa Scrocca Manna e dei rilievi che arrivano fino all'abitato di S. Antioco. Lungo questa fascia costiera per le favorevoli condizioni pedoclimatiche e idrogeologiche ha luogo un'intensa attività agricola. È, infatti, presente sulla fascia costiera nord-orientale, una buona falda acquifera abbastanza superficiale come dimostrano i numerosi pozzi, vicini alla costa, che incidono un tenace deposito eolico ben cementato che si ritrova a profondità diverse ed affiora sul mare di fronte a Punta Trettu. Proseguendo verso sud, dopo l'abitato di S. Antioco, ai terreni di colmata che hanno recuperato spazio alla laguna, segue una discarica di gessi industriali che hanno, in parte, disseccato uno stagno. L'area depressa in località Is Pruinis ospita sedimenti limo-argillosi di palude, che mantengono il precario equilibrio tra la falda dolce e quella salata, a cui fanno seguito le formazioni mesozoiche entro le cui faglie e diaclasi si rinvencono riempimenti di terre rosse che costituiscono gli unici suoli presenti sui calcari e dolomie del Mesozoico. Lungo la vallata del Rio Maladroxia, che si sviluppa in direzione E-W, nel versante nord sono presenti alcuni terrazzi fluviali in gran parte ricoperti da una falda di detrito che addolcisce il passaggio tra i calcari di M. te S'Arraigraixiu e su Cuccu de Cavalieri e la piana alluvionale sottostante. Continuando verso sud, dopo M. te Serra is Tres Portus, nella piana alluvionale di Rio Coqquaddus affiorano nella parte più settentrionale le argille scure di Cannai che verso il mare sfumano in accumuli dunari già stabilizzati. Proseguendo sempre verso SW si incontrano sulla costa rocciosa, spesso a falesia, più o meno attiva, depositi di spiaggia ciottolosi e incisioni torrentizie in parte riempite da depositi alluvionali.

Depositi di detrito

Le falde di detrito sono presenti e ben distribuiti in tutta l'isola ai piedi delle varie alture ricoprendo i contatti tra le diverse formazioni litologiche che non compaiono mai netti (calcare-andesite, andesitetrachite), infatti, i detriti non solo tendono a colmare le depressioni dei fondovalle, ma

spesso sono un raccordo naturale tra gli alti morfologici e le pianure sottostanti. La composizione e abbondanza varia a seconda dei litotipi che li hanno originati: le brecce andesitiche e calcaree, per la loro erodibilità, sono le principali fonti di detrito che si depositano ai piedi dei pendii che si affacciano su piane e vallate.

Crostoni carbonatici

Variamente distribuiti numerosi e limitati affioramenti di crostoni carbonatici, più o meno cementati, di colore variabile dal bianco al giallastro con inclusi ciottoli derivanti dallo smantellamento delle formazioni sovrastanti. A volte riempiono le fratture e cementano le brecce sia calcaree che vulcaniche, altre rivestono le rare cavità carsiche con piccole stalattiti e concrezioni di tipo coralloide. La genesi è da assegnarsi a risalite di acque termali arricchitesi di bicarbonato a contatto col basamento mesozoico. L'età, secondo alcuni, è da attribuirsi al Quaternario continentale antico per altri è probabilmente da spostare a un Quaternario più recente in quanto, come detto, spesso i crostoni fossilizzano depositi eolici Wurmiani. Il più importante affioramento di crostone carbonatico è quello di capo sperone che, seppur in gran parte smantellato, ha protetto il sottostante glacis di accumulo a causa della falesia attiva di Guardia su Turcu e di Capo Sperone si interrompe bruscamente sulla costa.

Depositi di Glacis

Alcuni piccoli depositi di glacis di erosione incisi nelle vulcaniti si trovano ai piedi di M.te Arveddu, tipico rilievo testimone caratterizzato da un'acclività crescente verso l'alto, che verso valle si uniscono con i glacis di accumulo e sopra la spiaggia di Coquaddus. Nella parte meridionale dell'isola, un piccolo deposito di glacis inciso dal torrente di sorgente Pispisia, vicino a costa peonia, verso mare ricopre un discreto affioramento fossilifero Tirreniano. Sempre a sud, affiora il glacis di accumulo sicuramente più esteso dell'isola che, poggiando sulle andesiti, raccorda il versante meridionale di M.te de su Semafuru con la Falesia attiva di Capo Sperone. Sulla costa, presso C.se Milia, è possibile vedere in sezione questo glacis che, dal basso verso l'alto è costituito da:

- un basamento andesitico, localmente basaltico, e a tratti brecciato;
- un orizzonte poco cementato dove si distinguono ciottoli di andesite arrotondati immersi in una matrice limoso-sabbiosa;
- un crostone carbonatico abbastanza tenace che ricopre in parte questo glacis.

Depositi eolici.

Sono localizzati principalmente nel settore occidentale dell'isola a diverse quote sul livello del mare. Da Sud verso Nord, dai depositi di Guardia su Turcu e Portu Sciusciau che affiorano a 20- 25 m sul livello del mare, si passa ai depositi di poggio di Mezzaluna e dell'insenatura di Cala Saboni, a circa 1.5 m sul livello del mare attuale, a stratificazione incrociata. Ad Est dell'insenatura di Cala Lunga un discreto deposito eolico ricopre le comenditi. Sulla falesia di Mangia Barche si incontrano spesso, ad alcune decine di metri s.l.m., piccoli lembi inseriti entro le vulcaniti massive o sopra i tufi, e in località Nido dei Passeri il deposito, anche se in parte smantellato dagli agenti esogeni, raggiunge una certa potenza. Dal Nido dei Passeri in poi, proseguendo verso Nord, i depositi eolici, compaiono poco sopra il livello del mare attuale (2-3 m); vicino a P.ta Maggiore e sui due lati delle insenature di Spiaggia "Grande" e della Spiaggia "Le Saline" si possono osservare le paleodune a stratificazione incrociata

Affioramenti fossiliferi del Tirreniano e del Versiliano

Diversi depositi di panchina tirreniana sono stati segnalati in diverse zone dell'isola. Nella costa orientale, in località Maladroxia, a 3-4 m sul livello del mare è presente una spiaggia fossile dove è possibile distinguere *Conus testudinarius*, *Patella borni*, *Donax antium*, *Cardium tuberculatum*, *Lithotamnium*, ed altri fossili. In un altro affioramento fossilifero presente a Maladroxia, dove nel profilo si distinguono dal basso verso l'alto: - substrato calcareo del Giurassico superiore; - piattaforma di erosione a 1.2 m s.l.m. coperta da un conglomerato fossilifero a ciottoli calcarei; - falesia fossile, incisa sui calcari giurassici, con quattro solchi di battente, ciascuno con fori di

litofagi; - deposito di pendio costituito da elementi calcarei e argillosi, ben cementati, contenenti frammenti ossei e gasteropodi, poggianti sia sul calcare giurassico sia sulla spiaggia tirreniana superiore. Più a Nord, sempre lungo la costa orientale, a Is Pruinis è presente il deposito di "Cannisoni", dove, dal basso verso l'alto, si distingue:

- una tasca di dissoluzione, modellata dall'erosione marina e incisa da Litodomus;
- un riempimento della tasca da breccia fossilifera cementata da un'argilla rossastra;
- una fauna costituita da Megaceros cazioti, Cynotherium sardous, Prolagus sardus e Nesiosites similis e frammenti ossei di rettili e uccelli. Altri affioramenti riferibili, sulla base di diversi componenti fossiliferi e dei rapporti stratigrafici, a diversi episodi marini pleistocenici sono presenti nelle seguenti località. Nell'estremità sud-orientale a Torre Cannai nei pressi di un filone andesitico, poco prima della punta estrema di Turri rivolto verso Est, un piccolissimo lembo di un deposito fossilifero a matrice sabbiosa con ciottoli andesitici ben elaborati, posto a circa 1.5 m s.l.m., presenta una componente fossilifera ben conservata. Tale deposito poggia su una breccia andesitica ed è coperto da alluvioni recenti ciottolose con matrice argillo-sabbiosa. L'associazione fossilifera, sulla base di analogie di biofacies con altri depositi della Sardegna, permette di attribuire a tale deposito un'età eutirreniana. A Pispisia, tra circa 0.5 – 3.0 m s.l.m. un deposito ricco di resti fossili a matrice sabbioso ciottolosa localmente argillosa, con orientazione E-W e un'accentuata pendenza verso Ovest, poggia sulle brecce andesitiche ed è ricoperto da un terrazzo marino, in parte eroso. Verso Est è delimitato da un filone andesitico mentre verso mare, depositi ciottolosi ben elaborati lo raccordano con una piattaforma di abrasione marina sommersa. L'associazione malacologia presente permette di attribuire anche tale affioramento all'Eutirreniano. Nell'insenatura di Cala Saboni il deposito fossilifero è contemporaneo ad una fase di intenso smantellamento delle vulcaniti soprastanti: infatti, è incluso e poggia su un accumulo di grossi clasti eterometrici, a spigoli vivi. I fossili di grosse dimensioni spesso fratturati sono ben cementati in una matrice arenacea. Carbonatica. Sopra questo deposito Tirreniano è presente un deposito eolico piuttosto tenace e potente che, per l'analogia con quelli della costa occidentale, può essere attribuito al Wurmiano. Tra C.se Aste e C.se Cipollina un deposito, costituito da numerosi fossili di grosse dimensioni ben conservati immersi in una matrice prevalentemente sabbiosa a cemento carbonatico, per analogie stratigrafiche e fossilifere è rappresentativo dell'intero settore nord occidentale. Tali depositi sono attribuibili all'Eutirreniano.

4.3.2.4. Tettonica dell'isola di Sant'Antioco

L'isola di S'Antioco è stata interessata da tutta una serie di eventi tettonici legati ai complessi movimenti del blocco sardo-corso. In particolare, i sedimenti mesozoici presentano tracce di vari eventi dei quali, di seguito, si citano le seguenti fasi.

- Fase compressiva meso-cretacica, evidente in tutti i depositi mesozoici della Sardegna occidentale interessati da un periodo di emersione. Questa fase presenta movimenti compressivi con direzione di raccorciamento di 60° che precede la rotazione del blocco sardo-corso.
- Fase compressiva meso-eocenica con direzione di raccorciamento di 110° E-W.
- Fase distensiva oligo-miocenica che genera una serie di horst e graben. Il trend del rift NS è legato alla collisione Africa-Europa che ha interessato tutto il bacino occidentale del Mediterraneo.
- Fase compressiva del miocene inferiore. In questa si possono distinguere due fasi di raccorciamento rispettivamente di 80° e 40°, riferite all'Aquitano e al Burdigaliano. Particolare interesse riveste la fase distensiva plio-quadernaria, da porre in relazione con l'apertura del Golfo di Palmas e con le numerose faglie che attraversano le vulcaniti oligomioceniche. Tra i 5.2 e 0.7 M.a. un sistema di faglie attivo che ha interessato l'isola è stato responsabile della subsidenza dell'istmo di S. Antioco e della formazione del graben tra l'isola di S. Pietro e S. Antioco. Le faglie dirette, impostate sulle precedenti direttrici, hanno ribassato verso Est, sbloccando a gradinata i calcari e le vulcaniti, con il risultato di basculare, ad Ovest, l'intera isola. Dal Tirreniano in poi si osserva per la

costa occidentale, al contrario della costa orientale dove prosegue la subsidenza legata allo sprofondamento del Golfo di Palmas, una stabilità tettonica. Attualmente le faglie presenti sull'isola sono inattive.

4.3.2.5. Geologia e stratigrafia dell'area vasta

La ricostruzione dell'assetto geologico-stratigrafico dell'area in esame è resa possibile, oltre che dai dati esistenti in letteratura sulla geologia del territorio, dalle osservazioni di campagna. Le litologie riscontrate hanno consentito di realizzare la "Carta geologica" in scala 1:10.000. In particolare il settore cartografato è costituito, dal basso verso l'alto, da un basamento carbonatico e andesitico sul quale poggia, in chiara discordanza stratigrafica, una copertura sedimentaria di varia natura di età quaternaria.

Dai terreni più antichi a quelli più recenti la stratigrafia può essere così schematizzata.

• Successione vulcanica oligo miocenica

Nella parte meridionale dell'area cartografata, affiora una successione vulcanica ascrivibile al Miocene. Si tratta, dal più recente al più antico di:

- ANDESITI DI SERRA DE NUARGIUS. (SNR) Lave andesitiche in ammassi ipoabissali con fitte fratturazioni parallele e in filoni spesso molto alterati, porfiriche per Pl, Cpx, Opx, Ol, in pasta di fondo da ipocristallina a microcristallina.
- ANDESITI DI MONTE PERDAS DE FOGU. (PDF) Lave andesitiche in ammassi, da microvescicolate a compatte, e subordinate breccie laviche autoclastiche, spesso con concrezioni di silice amorfa, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, Hbl, Mag, in pasta di fondo ipocristallina.
- BASALTI ANDESITICI DI SERRA NUARXIS. (NXS) Lave basalticoandesitiche in colate metriche massive e subordinate breccie laviche autoclastiche, porfiriche per Pl, Cpx, Opx, Ol e Mag.
- Litofacies nei BASALTI ANDESITICI DI SERRA NUARXIS. (NXSb) Lave andesitico-basaltiche in potenti colate massive, porfiriche per Pl, Cpx, Opx, ±Ol e Mag.
- Litofacies nei BASALTI ANDESITICI DI SERRA NUARXIS. (NXSa) Intercalazione di breccie caotiche piroclastiche con clasti microvescicolati e sottili livelli epiclastici di arenarie vulcanoclastiche. (16,8±0,9 Ma)

• Successione Sedimentaria Mesozoica

I calcari della successione mesozoica affiorano nella quasi totalità del settore settentrionale cartografato e costituiscono l'area oggetto della ricerca. Nello specifico si tratta di una sequenza di Calcari (grainstone e/o packstone, rudstone bioclastici e intraclastici), calcari marnosi e marne di colore giallo-crema, fossiliferi (foraminiferi, alghe, brachiopodi, rudiste, ostriche, ect.) ("facies urgoniana", Auct.), contraddistinta nella cartografia ufficiale (Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 - Foglio 564 - Carbonia) come Urganiano Autoctono (URG), con spessore apparente di circa 100 m, attribuita al Cretacico inf. (Valangiano inf.- Aptiano). Tali rocce, note anche come "successioni marine e transizionali della Sardegna occidentale" affiorano nel settore Nord del litorale di Coquaddus.

• Successioni Quaternarie Dell'area Continentale

Nel settore cartografato sono presenti sedimenti continentali olocenici contraddistinti nella cartografia ufficiale come Coltri Eluvio-Colluviali (b2) e Depositi di Spiaggia (g2), depositi di versante (a), depositi di versante (b) e depositi terrazzati (bn).

nella parte orientale dell'area cartografata si rileva la Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Detriti di versante e breccie con subordinati depositi eolici e

alluvionali. PLEISTOCENE SUP.

4.3.3. Geologia e stratigrafia del sito

I litotipi affioranti nel settore delimitato dai confini del permesso di ricerca, sono limitati alla successione sedimentaria mesozoica su cui poggiano i depositi olocenici.

Dai terreni più antichi a quelli più recenti la stratigrafia può essere così schematizzata:

Successione sedimentaria mesozoica della Sardegna sud-occidentale

- Urganiano Auct.: Calcari (grainstone e/o packstone, rudstone, bioclasti e intraclasti), calcari marnosi e marne di colore giallo crema, presenza di fossili quali foraminiferi, alghe, brachiopodi, rudiste, ostree etc.

Depositi olocenici

- Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica.
- Depositi alluvionali.

4.3.4. Tettonica dell'area vasta

L'isola di S'Antioco è stata interessata da tutta una serie di eventi tettonici legati ai complessi movimenti del blocco sardo-corso. In particolare, i sedimenti mesozoici presentano tracce di vari eventi dei quali, di seguito, si citano le fasi.

- Fase compressiva meso-cretacea, evidente in tutti i depositi mesozoici della Sardegna occidentale interessati da un periodo di emersione. Questa fase presenta movimenti compressivi con direzione di raccorciamento di 60° che precede la rotazione del blocco sardo-corso.
- Fase compressiva meso-eocenica con direzione di raccorciamento di 110° E-W.
- Fase distensiva oligo-miocenica che genera una serie di horst e graben. Il trend del rift N-S è legato alla collisione Africa-Europa che ha interessato tutto il bacino occidentale del Mediterraneo.
- Fase compressiva del miocene inferiore. In questa si possono distinguere due fasi di raccorciamento rispettivamente di 80° e 40°, riferite all'Aquitano e al Burdigaliano.

Particolare interesse riveste la fase distensiva plio-quadernaria, da porre in relazione con l'apertura del Golfo di Palmas e con le numerose faglie che attraversano le vulcaniti oligo-mioceniche. Tra i 5.2 e 0.7 M.a. un sistema di faglie attivo che ha interessato l'isola è stato responsabile della subsidenza dell'istmo di S. Antioco e della formazione del graben tra l'isola di S. Pietro e S. Antioco. Le faglie dirette, impostate sulle precedenti direttrici, hanno ribassato verso Est, sbloccando a gradinata i calcari e le vulcaniti, con il risultato di basculare, ad Ovest, l'intera isola.

Dal Tirreniano in poi si osserva per la costa occidentale, al contrario della costa orientale dove prosegue la subsidenza legata allo sprofondamento del Golfo di Palmas, una stabilità tettonica. Attualmente le faglie presenti sull'isola sono inattive.

4.3.5. Sismicità

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" affida alle Regioni l'individuazione, la formazione e l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche dando in questo modo attuazione al D. Lgs. 112/1998 ed in particolare agli articoli 93 e 94 che determinano la ripartizione tra Stato e Regioni

delle competenze in materia di riduzione del rischio sismico. L'Ordinanza, allineando il sistema normativo per le costruzioni in zona sismica al sistema dei codici europei (EC8), ha consentito una significativa razionalizzazione del processo di individuazione delle zone sismiche. L'allegato 1 dell'Ordinanza stabilisce che le zone sismiche vengono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La coincidenza fra il numero di categorie del precedente sistema ("classificazione sismica") e il numero di zone previste dall'Ordinanza non deve incoraggiare a stabilire un parallelismo eccessivo fra mappe relative a sistemi che sottendono livelli di protezione sismica differenti. Basti ricordare ad esempio che la quarta categoria precedente non richiedeva alcun intervento antisismico, mentre la quarta zona attuale lo richiede, sia pure in modo semplificato. La cronistoria della classificazione sismica del territorio italiano nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S. Nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC). Nella classificazione 2003 la sismicità è definita mediante quattro zone, numerate da 1 a 4 in ordine crescente di pericolosità:

- **Zona 1:** È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti. Comprende 708 comuni.
- **Zona 2:** Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti. Comprende 2.345 comuni.
- **Zona 3:** i Comuni ricadenti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti. Comprende 1.560 comuni.
- **Zona 4:** È la meno pericolosa. Nei comuni compresi in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse. Comprende 3.488 comuni.

Il DM 14 settembre 2005 prescrive, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, "la necessità di valutare l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale". Qualora essi non fossero disponibili può essere utilizzata la classificazione "basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s ovvero sul numero medio di colpi N_{SPT} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media C_u ". La classificazione, adottata secondo i criteri sopra definiti, consente di individuare cinque categorie di suoli di fondazione:

- A:** formazioni litoidi o suoli litoidi omogenei molto rigidi *caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5m.*
- B:** depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, *con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata media $C_u > 250$ kPa).*
- C:** depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, *con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < C_u < 250$ kPa).*
- D:** depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, *caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $C_u < 70$ kPa).*
- E:** profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, *con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.*

Ai fini della suddivisione del territorio italiano sono state istituite quattro zone sismiche contraddistinte da differenti valori del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima rilevata su un suolo di categoria A). I valori di a_g sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g e si riferiscono ad una probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Le zone ed i corrispondenti valori di a_g che le definiscono sono riassunti nella Tabella seguente:

Zona	a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05

Tabella 4.3.5/A: Classificazione delle zone sismiche del territorio italiano

Le prime tre zone possono avere ulteriori suddivisioni al loro interno intervallate da valori di a_g intermedi con *step* non inferiore a 0,025g.

La corrispondenza fra le diverse definizioni succedutesi nel tempo è riportata di seguito:

DM 14/09/2005	Classificazione 2003	GdL 1998	Decreti fino al 1984
1	zona 1	prima categoria	S = 12
2	zona 2	seconda categoria	S = 9
3	zona 3	terza categoria	S = 6
4	zona 4	NC	Non classificato

Tabella 4.3.5/B: Classificazione delle zone sismiche dal 1984 ad oggi

La mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale, edita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, è riportata qui di seguito, nella Fig. 4.3.5/C. Da essa si evince che l'intero territorio isolano è inserito nella classe 4 del DM 14 settembre 2005, dunque la pericolosità sismica dell'area oggetto della presente relazione, come riportato anche nella Tabella 4.3.5/D sottostante, è estremamente bassa.

*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE*

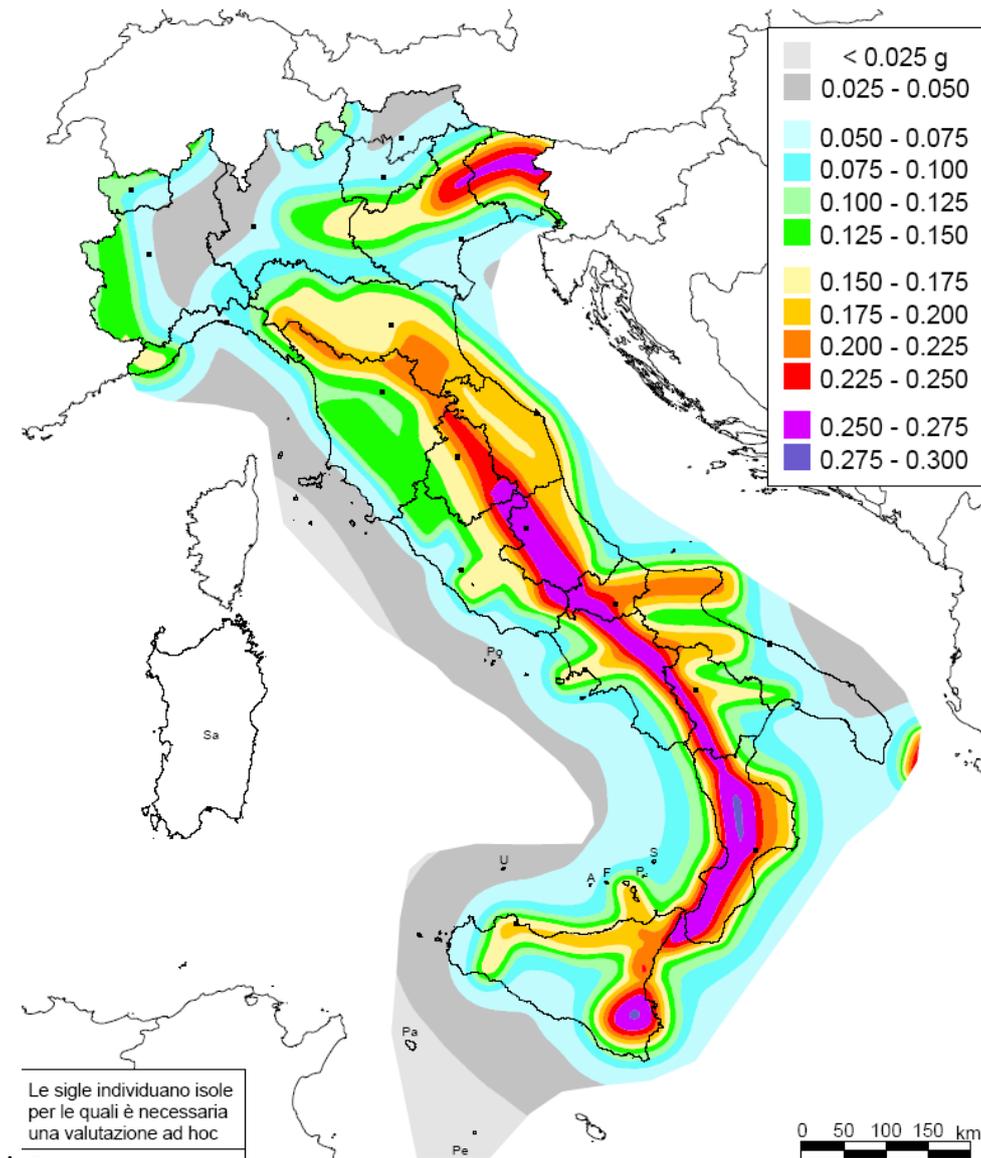


Figura 4.3.5/C: mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale

Codice Istat 2001	Denominazione	Decreto Ministeriale 14 settembre 2005	Zona ai sensi dell'OPCM 3274 20 marzo 2003	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1998)
107020	Sant'Antioco	4	4	NC	NC

Tabella 4.3.5/D: sulla sismicità della zona in esame

Per quanto concerne la normativa regionale, il DGR 15/31 del 30 marzo 2004 stabilisce di recepire, in via transitoria, la classificazione sismica dei Comuni sardi secondo quanto riportato nell'allegato A dell'OPCM 3274 del 20 marzo 2003 in cui tutti i comuni isolani sono inseriti in zona 4, inoltre, si conviene di non introdurre per detti Comuni la normativa antisismica.

4.3.6. Geomorfologia

4.3.6.1 Geomorfologia dell'area vasta

I lineamenti geomorfologici dell'area in studio sono stati condizionati principalmente dalla natura dei litotipi presenti e stato di insularità.

Trattandosi di un'Isola, quindi delimitata all'esterno dal mare, che interagisce con essa diversamente a seconda della posizione geografica, dell'esposizione e della litologia, la morfologia dominante è quella costiera. All'interno, la fascia costiera passa da caratteristiche geologiche e litologiche diverse che in modo vario reagiscono all'azione degli agenti esogeni.

Scendendo verso sud, dopo l'abitato di S. Antioco, e avvicinandoci al sito d'interesse si incontra la spiaggia bassa e sabbiosa di Is Pruinis, che diventa ciottolosa verso l'estremità meridionale in località Cannisoni.

La spiaggia di Is Pruinis, termina poi bruscamente per far posto alle formazioni calcaree mesozoiche in località Cannisoni. I calcari si presentano con rilievi poco elevati, a profilo arrotondato e morfologie generalmente dolci. Le depressioni, costituite per lo più da piccole doline, sono spesso cosparse da terre rosse e detrito; lo stesso si verifica sulle fratture di origine tettonica, particolarmente evidenti sulla costa a falesia. La falesia, attiva o fossile, delimita quasi tutta la costa calcarea e spesso presenta alla base un solco di battente attivo, o localmente solchi fossili, a 3 -4 metri s. l. m. testimoni delle pulsazioni climatiche quaternarie.

Le piccole insenature (Portixeddu, Portixeddu Quau), quasi sempre impostate su faglie e fratture, sono ricoperte da depositi ciottolosi e, solo periodicamente, da sabbie.

La spiaggia sabbiosa di Maladroxia, di forma cuspidata, presenta una notevole stabilità grazie anche alla barriera a Posidonia, prossima alla costa, affiorante con la bassa marea. Piccole falde di detrito ricoprono localmente i rilievi carbonatici fin su la falesia. Le morfologie carsiche sono scarse e poco evidenti. La costa calcarea arriva fino alla spiaggia di Coquaddus che si è instaurata per metà sui calcari e per metà su formazioni "andesitiche".

Nonostante la presenza di numerose fratture e diaclasi i "calcari" mesozoici non presentano evidenze di un carsismo particolarmente spinto. Sono, infatti, rare le grotte e gli inghiottitoi o le altre forme carsiche attive, mentre, da alcune morfologie, oggi in parte smantellate, si evidenzia un paleocarsismo (da ricondurre al paleogene) con piccole doline, imbuti e pozzi di dissoluzione, in seguito riempiti da tufi bentonitizzati e da terre rosse. I rilievi presentano una notevole maturità morfologica con forme generalmente arrotondate. Rotture di pendio nette sono evidenti solo sulla costa a falesia.

La spiaggia sabbiosa di Coquaddus diventa ciottolosa nella sua parte più meridionale; in occasione di mareggiate dal secondo quadrante, presenta incisioni nella spiaggia che mettono in mostra tutta una serie di livelli, tra loro paralleli, di sabbie scure alternate a sabbie chiare. Il colore scuro di alcune delle suddette alternanze è da attribuirsi ad una forte presenza di minerali di manganese, contenuto nelle rocce soprastanti, che arrivano a mare per dilavamento. Dopo l'insenatura di Coquaddus, una falesia impostata su una breccia andesitica, va via via degradando per risalire bruscamente in prossimità di Torre Cannai; da questa punta in poi, la costa a falesia, sia attiva che fossile, arriva fino alla spiaggia ciottolosa di S'Acqua sa Canna, interrotta raramente da insenature, racchiuse dai filoni andesitici, e costituite da sedimenti ciottolosi eterometrici.

Paesaggio

Il paesaggio degli immediati dintorni del sito è piuttosto monotono e poco articolato. I versanti sono dominati dai colori e dai profumi della macchia mediterranea e bruscamente interrotti dagli scavi parzialmente rinaturalizzati di antiche miniere e cave che hanno intercettato condotti carsici. Le conche vallive sono occupate da coltivazioni erbacee per la fienagione e vi si pratica l'allevamento di bovini e caprini.

4.3.6.2. Geomorfologia del Sito

L'assetto morfologico attuale della zona in esame è determinato principalmente dallo stato di insularità.

Morfologia della rete idrografica

Il reticolo idrografico si caratterizza per la presenza di un corso d'acqua piuttosto modesto, il Riu de Maladraxia, che si imposta su lineazioni tettoniche. Il corso d'acqua, insieme alle sue ramificazioni, nasce a Nord dell'area di Maladroxia, ha andamento NW-SE, per terminare nei pressi del Porto di Maladroxia. Nell'area è presente una sorgente denominata "Sorgente Maladroxa".

Morfologia dei versanti

L'intera area cartografata è caratterizzata da una morfologia collinare, rilievi dolci che si instaurano su calcari cretacei. A partire dal sud del sito di interesse si rilevano quote che vanno tra i 190 metri (nei pressi del Nuraghe di Monte Arbus) fino a 174 m (nei pressi di Montarveddu). Procedendo verso Nord, si individuano rilievi che non superano i 130 m di quota. Alla base dei rilievi si impostano delle piccole vallecole su dei depositi eluvio colluviali o depositi di versante.

Morfologia costiera

L'area in esame ricade nella costa orientale dell'Isola di Sant'Antioco. L'intero tratto risulta caratterizzato da coste alte, che si estendono per tutta la lunghezza dell'area vasta. Le coste alte vengono interrotte da due spiagge, quella di Maladroxa, nei pressi dell'omonimo porto e a sud dell'area cartografata, dalla spiaggia di Coquaddus.

Morfologie antropiche

Sono assai limitate, se si escludono gli interventi per la realizzazione della rete viaria e dei lavori di arginatura del Rio Maladroxia, il territorio ha conservato le sue caratteristiche morfologiche naturali

4.3.7. Pedologia

4.3.7.1. Pedologia del Sulcis

L'area dell'impianto, localizzato nella regione del Sulcis, in particolare nell'Isola di Sant'Antioco, da un punto di vista pedologico comprende le unità di seguito descritte:

- **Typic Salorthids**. Subordinati **Fluvaquents**. Substrato costituito da sedimenti litoranei (paludi, lagune costiere, ecc.) dell'Olocene. L'unità è estesa su morfologie pianeggianti o depresse. I suoli sono normalmente profondi, con profilo A-C, con tessitura argillosa o orgiloso limosa e drenaggio lento o impedito. L'unità si diffonde principalmente in prossimità di lagune, stagni e foci dei principali corsi d'acqua.
- **Typic e Aquic Xeropsamments**. Subordinati **Xerochrepts**, **Quartzipsamments**. Substrato costituito da sabbie eoliche dell'Olocene, si estende su morfologie da pianeggianti a ondulate.

L'unità si diffonde lungo tutte le coste dell'Isola. I profili presentano un'evoluzione modesta, una successione di orizzonti A-C con sottili orizzonti organici di superficie solo dove esiste una copertura vegetale continua, non degradata.

- **Typic, Vertic e Lithic Xerochrepts; Typic e Lithic Xerorthents.** Subordinati **Rock outcrops, Haploxerolls, Chromoxererts.** Substrato costituito da rocce effusive acide (rioliti, riodaciti, ignimbriti) del Cenozoico e relativi depositi di versante, si estende su forme da aspre a subpianeggianti. I profili sono più o meno evoluti, passano dai più evoluti di tipo A-Bw-C, a quelli meno evoluti A-C. Si riscontrano inoltre tratti di roccia affiorante, come pure piccole aree con suoli più profondi anche con tratti vertici.

- **Rock outcrop, Lithic Xerorthents.** Subordinati **Xerochrepts.** Substrato costituito da rocce effusive acide (rioliti, riodaciti, ignimbriti) del Cenozoico e relativi depositi di versante, si estende su morfologie da aspre a subpianeggianti. I suoli, a profilo A-C ed A-R, sono di debole spessore e sono in associazione ad ampi tratti di roccia affiorante.

La fertilità generale è molto bassa e risulta debole la capacità di ritenuta dell'acqua.

- **Vertic e Typic Xerochrepts, Typic Xerorthents, Calcixerollic Xerochrepts.** Subordinati **Chromoxererts.** Substrato costituito da rocce effusive acide (andesiti) del Cenozoico e relativi depositi colluviali. L'unità si estende in aree subpianeggianti su un substrato andesitico. I profili sono di tipo A-Bw-C, A-C e A-Bk-C, spesso con caratteri vertici e talvolta con orizzonti di accumulo di carbonati. La fertilità generale è sempre elevata, con qualche limitazione dovuta a tessitura e permeabilità.

- **Rock outcrop, Lithic Xerorthents.** Subordinati **Xerochrepts.** Substrato costituito da rocce effusive acide (andesiti) del Cenozoico e relativi depositi di versante, si sviluppa su forme generalmente aspre, la presenza di suoli è limitata, prevale la roccia affiorante. I suoli sono hanno evoluzione molto limitata, con profili prevalentemente di tipo A-C. solo in corrispondenza di morfologie particolari possono essere presenti profili di tipo A-Bw-C.

- **Rock outcrop; Lithic Xerorthents.** Subordinati **Rhodoxeralfs, Haploxerolls.** Substrato costituito da calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e del Mesozoico, che si sviluppa su forme accidentate, da aspre a subpianeggianti. I suoli sono poco permeabili, con struttura grumosa, poliedrica sub angolare e angolare, a tessitura argillosa. La rocciosità e la pietrosità sono elevate.

4.3.7.2. Pedologia dell'area vasta

L'analisi dei dati riportati in letteratura e della cartografia ufficiale, finalizzati alla conoscenza degli aspetti geopedologici dell'area di interesse e delle aree limitrofe, hanno consentito, attraverso una suddivisione in grande che esclude i suoli poco indicativi per spessore ed estensione, l'individuazione delle varie unità pedologiche presenti, la rappresentazione delle quali è riportata nella Carta Geopedologica, in scala 1:10.000 (Tavola 11 del SIA). Ogni singola unità individuata comprende associazioni di suoli la cui suddivisione, basata primariamente sulla litologia e relative forme, è funzione del grado d'evoluzione o di degradazione e dell'uso attuale del territorio. I suoli sono infatti legati, nella loro genesi e maturazione, alla natura dei litotipi che costituiscono il substrato litoide, alle caratteristiche fisiche, climatiche (nella sua evoluzione) e morfologiche che caratterizzano l'area. I caratteri presi in considerazione per la classificazione, sono: profondità, profilo, tessitura, permeabilità, reazione, e saturazione in basi come riepilogato nella Fig. 4.3.7.2/A sottostante.

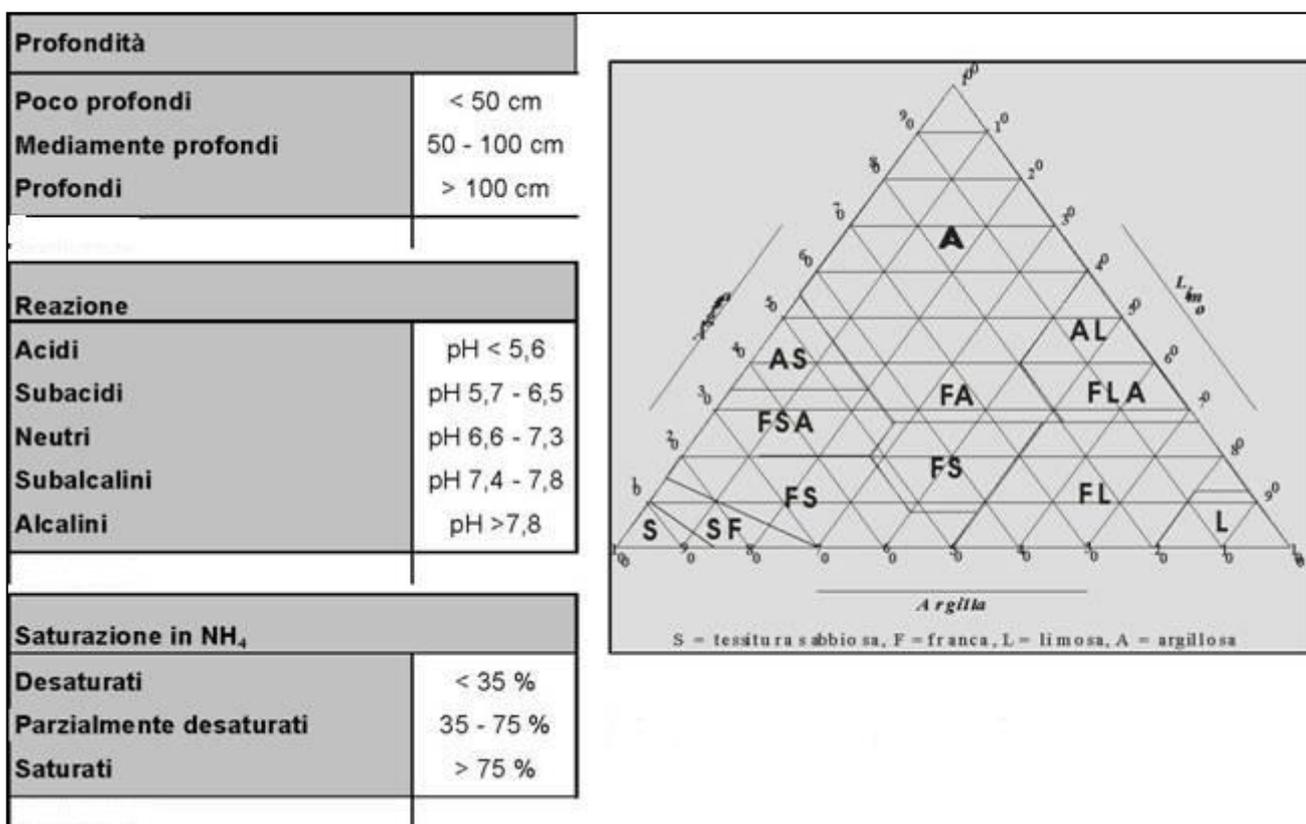


Fig. 4.3.7.2/A: pedologia dell'area vasta

I suoli sono stati classificati secondo la Soil Taxonomy elaborata dall'U.S.D.A. Si tratta di un sistema tassonomico organizzato in ordini e sottordini.

Caratteristiche Pedologiche delle Unità Cartografate

All'interno dell'area cartografata le tre unità pedologiche individuate, che si differenziano per l'altimetria, la morfologia, la copertura vegetale e l'uso del territorio, sono denominate, a partire dai suoli formatisi sui litotipi più recenti fino a quelli più antichi, A, B e C.

Unità A – Si sviluppa lungo tutti i principali corsi d'acqua, con quote che vanno tra 0 e 400 m s.l.m. l'unità si sviluppa su un substrato che di alluvioni dell'Olocene a varia granulometria. I suoli presentano evoluzione moderata con profili A-C, o in maniera molto subordinata, A-Bw-C, in corrispondenza delle

Caratteri dei suoli: Unità A	
Profondità	<i>Profondi</i>
Tessitura	<i>Da sabbioso franca a franco argillosa, con contenuto in scheletro vario</i>
Struttura	<i>Poliedrica subangolare e angolare</i>
Permeabilità	<i>Da permeabili a poco permeabili con idromorfia temporanea</i>
Erodibilità	<i>Bassa</i>
Reazione	<i>Neutra</i>
Carbonati	<i>Da assenti a elevati</i>
Sostanza Organica	<i>Da scarsa a media</i>
Capacità di scambio cationico	<i>Da media a elevata</i>
Saturazione in basi	<i>Saturi</i>
Principali caratteristiche pedologiche dell'unità A.	

alluvioni meno recenti. L'uso attuale è prevalentemente agricolo, con limitazioni d'uso dovute a tratti all'eccesso di scheletro in tutto il profilo o in alcuni suborizzonti, al drenaggio limitato nelle zone più depresse, al pericolo d'inondazione. I suoli predominanti sono Typic, Vertic, Aquic e Mollic Xerofluvents, subordinatamente Xerochrepts. Le attitudini sono rivolte allo sviluppo di un'agricoltura intensiva, con colture erbacee ed arboree, anche irrigue. Le caratteristiche appena descritte fanno rientrare l'unità nelle classi I-II di capacità d'uso.

Unità B – L'unità si diffonde su quote che vanno da 0 a 700 m s. l. m. e si estende su un substrato costituito da rocce andesiti che del Cenozoico e relativi depositi di versante. L'unità si sviluppa su forme aspre, con forti pendenze. I tipi pedologici sono caratterizzati da una evoluzione molto limitata, con profili di tipo A-C. solo

Caratteri dei suoli: Unità B	
Profondità	<i>Poco profondi</i>
Tessitura	<i>Da franco - argillosa ad argillosa</i>
Struttura	<i>Poliedrica angolare e subangolare</i>
Permeabilità	<i>Da mediamente a poco permeabili</i>
Erodibilità	<i>Elevata</i>
Reazione	<i>Neutra</i>
Carbonati	<i>Assenti</i>
Sostanza Organica	<i>Scarsa</i>
Capacità di scambio cationico	<i>Media</i>
Saturazione in basi	<i>Saturi</i>

Principali caratteristiche pedologiche dell'unità B.

in corrispondenza di qualche morfologia, possono essere presenti profili di tipo A-Bw-C. Le limitazioni d'uso sono dovute alla rocciosità e pietrosità elevate, alla scarsa profondità, all'eccesso di scheletro e al forte pericolo di erosione. Le attitudini sono volte al ripristino della vegetazione naturale, alla riduzione o eliminazione del pascolamento. I suoli predominanti sono Rock outcrop, Lithic Xerorthents e subordinatamente Xerochrepts. Le caratteristiche appena descritte fanno rientrare l'unità nella classe VIII di capacità d'uso.

Unità C – l'unità si sviluppa su calcari e calcari marnosi del Paleozoico e del Mesozoico su forme accidentate da aspre a subpianeggianti su quote da 0 a 1127 m s.l.m. l'uso attuale è prevalentemente mirato a pascolo caprino e suino, con limitazioni d'uso dovute al rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, forte pericolo di

Caratteri dei suoli: Unità C	
Profondità	<i>Variabile</i>
Tessitura	<i>Argillosa</i>
Struttura	<i>Grumosa, poliedrica subangolare e angolare</i>
Permeabilità	<i>Poco permeabili</i>
Erodibilità	<i>Elevata</i>
Reazione	<i>Neutra</i>
Carbonati	<i>Assenti</i>
Sostanza Organica	<i>Scarsa</i>
Capacità di scambio cationico	<i>Da media a elevata</i>
Saturazione in basi	<i>Saturi</i>

Principali caratteristiche pedologiche dell'unità C.

erosione. Le attitudini attuali sono mirate alla conservazione e ripristino della vegetazione naturale, eliminazione totale del pascolamento. I suoli predominanti sono Rock outcrop, Lithic Xerorthents e subordinatamente Rhodoxeralfs, Haploxerolls. Le caratteristiche appena descritte fanno rientrare l'unità nelle classi VIII-VII di capacità d'uso.

PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE

Caratteri	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Scheletro	assente	da scarso a comune	da scarso a elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
Tessitura	tutte eccetto sabbiosi, sabbiosi-franchi grossolani ed argilloso molto fine	eccetto sabbiosi, sabbiosi-franchi grossolani ed argilloso molto fine	tutte eccetto sabbiosi grossolani	sabbiosi grossolani argillosi molto fini				
Profondità del suolo	>80 cm	80-60 cm	60-40cm	<40 cm	20-100cm	20-60 cm	10-40 cm	<10 cm
Drenaggio	normale	normale	lento	molto lento o rapido	normale	lento	molto lento o rapido	molto lento
Profondità orizzonte petrocalcico	>100	80-40	40-20	<20	-	-	-	-
Salinità	assente	assente	assente	moderata	assente	assente	moderata	alta
Rocce tenere Rocce dure Profondità della roccia madre	>80 >100	80-50 100-60	50-30 60-30	<30 <30	<20 <30	<20 <20	<20 <20	<10 <10
Pietrosità	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata	elevata	elevata
Rocciosità	assente	assente	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata
Pendenze	0-5%	5-15%	5-15%	15-30%	30-40%	30-40%	40-60%	60%
Pericolo di erosione	assente	moderato	da moderato	elevato	assente	da moderato	elevato	elevato

Tabella 4.3.7.2/B: caratteri e classi di capacità d'uso per i suoli della Sardegna

4.3.7.3. Caratteristiche del suolo su cui insiste il permesso di ricerca

Vista l'ampiezza dell'area, per meglio poterne osservare le caratteristiche ed individuarne le peculiarità, si è deciso di dividere il territorio in due macrozone omogenee; le due zone individuate in funzione delle caratteristiche simili che le differenziano sono i territori agricoli antropizzati ed i territori boscati con ambienti seminaturali. L'esame effettuato sul campo ha permesso di individuare i diversi tipi di specie botaniche qui presenti che, in dettaglio, sono di seguito descritte.

Terreni agricoli

Come già detto, il luogo studiato ricade nel territorio di Ozieri, ai margini della piana di Chilivani, di cui ne conserva in parte le caratteristiche. La citata pianura è inserita nel fondovalle circondato dalle catene montuose e collinari del Monte Limbara e del Monte Lerno ed è un luogo a vocazione prettamente agricola. La presenza di numerosi allevamenti zootecnici, e delle necessarie e collegate colture foraggere, lo inseriscono, insieme alla Pianura del Campidano ed a quella della Nurra, tra le aree agricole più produttive della Sardegna. Inoltre per le caratteristiche oggettive del suolo e per le infrastrutture presenti nella zona notiamo buoni margini di suscettività al miglioramento. Gli insediamenti storici rilevati "in loco" dimostrano che, per la sua attitudine, da millenni l'area ha risentito della pressione dell'attività antropica, dovuta principalmente all'agricoltura, attività che ha causato un cambiamento dell'habitat naturale.

I rilievi effettuati hanno messo in evidenza che la vegetazione presente nella zona è costituita prevalentemente da essenze erbacee pabulari, autoctone e immesse, utilizzate per l'alimentazione del bestiame, accompagnate dalla presenza disomogenea di alcune specie arboree. Tale consociazione costituisce il pascolo arborato, terminologia con la quale anche l'Agenzia del Territorio definisce la qualità di alcune particelle che insistono nell'area.

I pascoli, i prati ed i seminativi sono costituiti da numerose specie erbacee, con prevalenza di graminacee e leguminose, tra le quali troviamo piante a ciclo annuale, poliennale e perenne. Alla luce delle osservazioni effettuate in loco e dell'indirizzo produttivo dell'area vasta appare evidente che la maggior parte delle essenze qui introdotte rientrano nei piani di intervento di "miglioramento pascolo" incentivati da finanziamenti pubblici sia della Regione che della CEE.

Si riportano di seguito quelle maggiormente rappresentate in termini quantitativi tra le essenze erbacee, arbustive ed arboree rilevate nel sito.

Tra le graminacee prevale la presenza di specie come la *Dactylis glomerata* L., *Avena fatua*, *Festuca* spp., *Lolium* spp., *Bromus* spp, *Phalaris* spp e *Triticum villosum* L., mentre le leguminose sono maggiormente rappresentate da alcune specie di *Trifolium* spp., *Sulla* e *Favino* (*Vicia faba minor*). Non mancano anche altre specie spontanee, alcune infestanti, quali *Asphodelus microcarpus* (*asfodelo*), *Polygonum scoparium* (*Poligono scopario*), *Asparagus acutifolius* (*asparago comune*), *Euphorbia characias* L. (*euforbia cespugliosa*), *Ferula communis* (L.) subsp. *Communis*.

Territori boscati e ambienti seminaturali.

La seconda macrozona si identifica come concentrica a quella descritta nel precedente paragrafo ed è costituita da un pascolo cespugliato ed arborato, area per le sue peculiarità meno vocata dal punto di vista agricolo. In questo caso le particolari caratteristiche orografiche, insieme alla bassa redditività del suolo, non ne hanno favorito la trasformazione in quanto non conveniente né economicamente né dal punto di vista dell'impatto ambientale (*equilibrio morfologico ed idrogeologico dell'area*). In quest'area vasta vengono inseriti l'altopiano di "Giuanne Sanna", il rilievo montuoso di "Monte Pittu" e colline sottostanti di "Monte Cheja Subra". La rilevante differenza con l'ambito coltivato è marcata anche dal loro naturale confine, formato da falesie e ripidi costoni in alcuni casi impraticabili.

Le specie arboree ed arbustive presenti sono quelle tipiche della macchia mediterranea e della sua gariga, mentre tra le specie erbacee troviamo sostanzialmente le specie spontanee già descritte in precedenza. Tra le specie arboree ed arbustive si è riscontrata la presenza di: *Quercus pubescens* Willd., *Quercus Suber*, *Pistacia Lentiscus*, *Olea Europaea* L. var. *Sylvestris*, *Pyrus Amygdaliformis* Vill., *Pyrus pyraister* Burgsd., *Opuntia ficus-indica*, *Robus Ulmifolius*., *Asparagus acutifolius* etc.

L'area descritta, pur presentando una certa valenza paesaggistica e morfopedologica, unitamente a varietà botaniche di discreto pregio naturalistico, se pur comuni nella nostra isola, non è stata inserita tra i S.I.C. (*Siti di Interesse Comunitario*) e Z.P.S. (*Zone di Protezione Speciale*) così come è avvenuto per l'area adiacente il cui confine più vicino dista circa 3 Km (vedi Tavola 7 del SIA).

Caratteristiche dell'area di scavo

L'area di scavo sorgerà nella macrozona dei terreni agricoli, esattamente nella particella individuata catastalmente dal mappale 18 del foglio 28 del Comune Censuario di Ozieri. Al Catasto Terreni l'apprezzamento in oggetto è stato classato con tre diverse qualità colturali, ovvero seminativo di classe seconda, pascolo di classe terza e pascolo arborato di seconda classe. L'esposizione del sito è verso sud, mentre la pendenza risulta essere compresa, per la maggior parte, tra lo zero ed il 10% e solo nella parte terminale a nord si raggiungono pendenze che arrivano al 20%.

Attualmente l'area del futuro cantiere è recintata perimetralmente da muretti a secco, sui quali si trovano dei pali che sostengono una rete metallica. Il lotto risulta frazionato in due corpi di pari estensione da una dividente in rete metallica sorretta da pali in cemento armato.

Nel corso dei sopralluoghi, tra le colture erbacee sono state rilevate essenze di tipo spontaneo

adattatesi alle specifiche condizioni pedoclimatiche, tra le quali, in prevalenza, *Trifolium* spp., *Dactylis glomerata* L., *Avena fatua*, *Festuca* spp., *Lolium* spp., *Bromus* spp e di *Phalaris* spp e *Triticum villosum* L. La composizione vegetale, a causa del pascolamento, si presenta, su tutta la superficie, degradata ed infestata da numerose piante del genere *Carduus* spp. L'esame dettagliato delle essenze presenti evidenzia che negli anni è stato attuato lo stesso indirizzo produttivo e che, di recente, non è stata effettuata nessuna operazione di miglioramento o preparatoria a nuova messa a coltura.

L'area in esame, che viene utilizzata come pascolo, accoglie anche alcune piante arboree e più precisamente:

- ✓ n.° 3 esemplari di *Quercus suber*;
- ✓ n.° 14 individui di *Pyrus Amigdaliformis*;
- ✓ n.° 3 esemplari di *Olea Europea* var. *Oleatser*;
- ✓ n.° 1 unità di *Ficus carica*.

4.4. L'ambiente vegetale.

E' importante sottolineare la differenza esistente flora e vegetazione di un determinato ambiente.

Col termine di flora si intende il complesso delle piante considerate dal punto di vista sistematico, ossia organizzate per famiglie, generi e specie

Il termine vegetazione indica il complesso delle piante di un determinato territorio considerate in associazione tra di loro e nei loro rapporti con l'ambiente; queste assieme alla componente animale individua la biocenosi di un ecosistema.

L'aspetto più appariscente della vegetazione è quello fisionomico ossia quello legato alla forma esteriore delle varie formazioni vegetali che influenzano in modo determinante il paesaggio.

4.5. L'ambiente faunistico.

Per fauna si intende il complesso degli organismi classificati fra gli animali o anche tutti i viventi non classificabili fra le piante.

Ambiente faunistico è tutta la fauna che caratterizza in un determinato modo un insieme ambientale.

In campo faunistico non esiste un equivalente del termine vegetazione.

Infatti non sono state ancora identificate delle ben precise "associazioni faunistiche" diversamente a quanto è avvenuto nel campo della botanica.

Ciò è dovuto evidentemente alla vagilità delle specie animali, pertanto si ricorre a formule o definizioni empiriche anche se abbastanza precise come "avifauna delle falesie" o dei "canneti" ecc. che peraltro prendono spunto da precedenti definizioni ambientali.

Tuttavia essendo la Sardegna un'isola possiamo considerare come più o meno stanziale, pertanto sufficientemente territoriale, la fauna presente in una data area, compresa una buona parte dell'avifauna endemica (uccelli) che risulta adeguatamente legata ad una determinata area.

Pertanto nell'analisi sulla situazione faunistica si terrà conto come indicatori dei gruppi o del gruppo di maggior interesse e maggiormente indicativo, che possiamo genericamente caratterizzare come fauna "omeoterma".

4.6. Analisi della vegetazione

L'analisi dei dati inizia con l'inquadramento generale, sotto l'aspetto floristico, del territorio e con il sopralluogo in località "Casa Bullegas" sita nel Comune di Sant'Antioco (CI).

L'assetto della vegetazione non risente del tipo di substrato geologico bensì è condizionata soprattutto dalla vicinanza del mare e dalle condizioni climatiche che prevalgono per la maggior parte dell'anno.

Dall'analisi dei dati disponibili risulta che l'area in oggetto presenta un clima tipicamente mediterraneo, con temperature medie annue di 15-17 °C; essa è generalmente arida, le

precipitazioni sono molto variabili da un anno all'altro, con un massimo principale in autunno ed uno secondario in inverno; spesso lunghi periodi siccitosi seguono ad una stagione arida lunga anche 4-5 mesi.

Talvolta, prevalentemente nel primo autunno, si verificano nubifragi ed alluvioni.

La peculiarità del clima è comunque rappresentata dal vento, soprattutto per l'elevata velocità che questo mantiene per più giorni consecutivi.

Predominano largamente i venti di provenienza W-NW, seguono quelli da S-SE, quindi i venti da SW, ultimi quelli da N e NE.

Una volta che le componenti edafiche e climatiche hanno svolto la loro opera di selezione naturale, la vegetazione tende a assumere un aspetto ed una conformazione tipica che definiamo fisionomica.

La "fisionomia" della vegetazione si evince in primo luogo dalla forma e dalle dimensioni degli individui delle specie maggiormente rappresentate, ma anche dal modo con cui essi occupano lo spazio per utilizzare al meglio le risorse disponibili.

In tal senso, per una definizione fisionomica della vegetazione, devono essere considerati i seguenti elementi (Arrigoni, 1996):

1. forme di crescita delle specie dominanti per copertura ed abbondanza;
2. fasi di sviluppo della vegetazione come espressione del diverso comportamento verso le condizioni ambientali;
3. struttura della vegetazione espressa dalla copertura, dallo sviluppo in altezza e dai caratteri bioecologici delle forme presenti alle diverse altezze;
4. tipi fisionomici secondari determinati dall'azione diretta ed indiretta dell'uomo.

Di seguito riportiamo una descrizione dei tipi fisionomici della vegetazione riscontrati nel territorio in esame, per la quale è stata importante la consultazione di dati esistenti e di lavori già realizzati a vario titolo nelle aree di interesse.

La legenda è stata quindi redatta tenendo conto degli aspetti fisionomico-strutturali, come di seguito illustrato.

Essa presenta due livelli di dettaglio: il primo indica la tipologia in termini generali, mentre il secondo definisce più in particolare il tipo di struttura o di copertura vegetale.

4.7. Metodologia e definizioni

4.7.1 Metodologia

Tenendo conto della situazione ambientale attuale è stata approntata una metodologia che analizzi e approfondisca gli aspetti peculiari della flora e della fauna:

- a) **Raccolta del materiale bibliografico e fotografico esistente.**
- b) **Vegetazione**
 - Inquadramento vegetale dell'area e verifica sul terreno
 - Analisi morfologica della copertura vegetale
- c) **Fauna**
 - Inquadramento generale dell'area e verifica sul terreno
 - Analisi faunistica
 - Classificazione della fauna

4.7.2 Definizioni

La **Carta della Vegetazione** è realizzata mediante indagini, quantitative e qualitative, nel territorio. L'elaborato cartografico che ne deriva è un documento capace di esprimere le potenzialità ambientali del territorio, ma anche gli ambiti dove l'intervento dell'uomo ha generato situazioni di pericolo e/o squilibrio ambientale.

Per fare ciò si utilizza il concetto di **BIOTOPO** e si classifica in base al **GRADO di NATURALITA'** (Gèhu el al., 1980; Scoppola et al., 1991); quest'ultimo potrà essere *elevato, medio, debole o nullo*.

Di seguito definiamo:

Biotopo si intende un'unità dell'ambiente fisico in cui vive una biocenosi, ossia un insieme di organismi viventi, animali o vegetali, costituita da specie diverse che coabitano in una stessa unità di ambiente e sono strettamente legati tra loro da rapporti di concorrenza e competizione.

Tipici esempi di Biotopo sono uno stagno, un prato, un torrente e più in generale, qualsiasi ambiente che ha caratteristiche sufficientemente unitarie.

Per Grado di Naturalità s'intende la coerenza floristica e strutturale della vegetazione con le caratteristiche ambientali. Le alterazioni esistenti tra la vegetazione attuale e quella potenziale naturale sono espresse secondo una scala di naturalità:

Naturalità Elevata

Questa classe comprende le fitocenosi più affini alla vegetazione zonale. In particolare i tipi con notevole coerenza sia floristica sia strutturale sono:

- Boschi di leccio e di sughera;
- Boscaglie litoranee a ginepro fenicio;
- Boscaglie litoranee a ginepro coccolone;
- Pinete a pino d'Aleppo;
- Vegetazione psammofila e rupicola costiera.

Risulta invece esserci un lieve disturbo antropico a livello strutturale nei seguenti aspetti:

- Macchia- foresta e macchia alta a corbezzolo;
- Vegetazione ripariale a tamerice, oleandro, ontano nero e salici;
- Vegetazione acquatica;
- Vegetazione degli stagni costieri e dei bacini salati.

Naturalità Media

Comprende gli aspetti con più evidenti modificazioni strutturali, costituita da specie per la quasi totalità spontanee. Una prima subunità si riferisce ad un aspetto strutturalmente ancora complesso e floristicamente affine alla boscaglia zonale:

- Macchia ad olivastro e lentisco.

Una seconda categoria si riferisce alle tipologie secondarie strutturalmente più compromesse, tuttavia con una flora completamente spontanea:

- Cisteti con mosaici di vegetazione basso-arbustiva;
- Pascoli xerici e pratelli effimeri.

Una terza sottounità comprende:

- Rimboschimenti.

Naturalità Debole

In questo livello sono riferiti i seminativi e le colture specializzate che richiedono elevati apporti energetici sotto forma di irrigazioni e concimazioni.

Naturalità Nulla

A questo livello appartengono quelle aree particolarmente degradate, come cave e discariche, dove non è presente vegetazione o dove la presenza di questa è legata ad uno stato pioniero.

4.7.3 Unità Cartografiche

Le Unità Cartografiche sono porzioni di territorio omogenee per ciò che riguarda determinate componenti ambientali ed hanno lo scopo di descrivere la distribuzione spaziale delle stesse.

Di seguito si riporta la legenda della carta realizzata, rimandando ai paragrafi seguenti la descrizione dettagliata della tipologia di copertura vegetale di maggiore interesse (macchia mediterranea):

1. Cisteti con macchia isolata;
2. Area antropizzata con presenza di cespugli radi;
3. Rimboschimento (latifolia).

Cisteti con macchia isolata

Macchia bassa (altezza media < 1-1,5 m.) a copertura media (50-80%) o elevata (>80%), spesso degradata da ripetuti incendi, a prevalenza di cisto (*Cistus monspeliensis*) e lentisco (*Pistacia lentiscus*), talora con presenza di lavanda (*Lavandula stoechas*), rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), elicriso (*Helicrysum italicum* ssp. *microphyllum*) e presenza di ginepro (*Juniperus phoenicea* e *Juniperus oxycedrus*) e palma nana (*Chamaerops humilis*).

Area antropizzata con presenza di cespugli radi

Area antropizzata con presenza di macchia mediterranea rada (lentisco, fillirea, olivastro). Sono incluse le aree con macchia fortemente degradata limitrofe ad aree antropizzate ed agricole, coltivi abbandonati e parzialmente ricolonizzati da arbusti.

Rimboschimento

Il tipo di rimboschimento presente nell'area d'interesse è a latifolia.

MACCHIA MEDITERRANEA

In termini fisionomici con macchia si definisce un tipo di vegetazione denso e intricato, difficile da attraversare anche per la frequenza di specie spinose.

E' costituita prevalentemente da arbusti, ma anche da riscoppi vegetativi di alberi e alberelli.

La macchia in genere non presenta un grande sviluppo in altezza, ma l'elevata variabilità di questa permette, entro certi limiti, di distinguere la macchia in diverse categorie fisionomiche:

- Macchia bassa altezza < 0,50-1,5 m.
- Macchia media altezza 1,5-3 m.
- Macchia alta altezza > 3 m.

Spesso il termine macchia viene impropriamente utilizzato per l'intera vegetazione sclerofillica sempreverde (macchia mediterranea) e quindi anche per altre formazioni forestali.

In realtà è opportuno distinguere la macchia dal ceduo, quest'ultima è forma tipica di governo di una formazione forestale più evoluta (es. lecceta) ed anche dalle boscaglie, vegetazione formata prevalentemente da alberelli a chioma ampia e leggera, non sottoposti a ceduzione (es. ginepreti a

Juniperus phoenicia presenti in ambienti caldo-aridi) (Arrigoni, 1996).

La macchia mediterranea è generalmente un tipo di vegetazione "secondaria", derivante dalla degradazione più o meno irreversibile delle forme boschive originarie, per cause direttamente o indirettamente collegate all'attività antropica, quindi esterne al dinamismo naturale (taglio, pascolo, incendio).

A seconda della composizione specifica e dello stadio evolutivo, la macchia è rappresentata da associazioni vegetali diverse ed in parte riconducibili ai tipi fisionomici suddetti

Macchia bassa

Nella macchia bassa rientrano le formazioni strutturalmente caratterizzate da arbusti bassi, in genere a copertura elevata (90-100%) ed altezza media della vegetazione compresa tra 50 e 150 cm., oppure a struttura aperta con copertura ed altezze generalmente inferiori.

Nel complesso sono stati riconosciuti tipi fitosociologici diversi, inquadrabili nell'ambito di due classi, Cisto-Lavanduletea e Ononido-Rosmarinetea, ampiamente distribuite nel bacino del Mediterraneo (Mossa, L. e al., 1991).

In gran parte dei casi è caratterizzata dalla prevalenza di cisti (in genere *Cistus monspeliensis*, talora *Cistus incanus* e *Cistus salvifolius*), accompagnati da erica e lavanda (*Erica arborea* e *Lavandula stoechas*), con presenza di varie specie erbacee, in particolare *Asphodelus microcarpus*, *Hypochoeris achyrophorus*, *Briza maxima* ed *Arisarum vulgare*; frequenti sono lentisco e mirto (*Pistacia lentiscus* e *Myrtus communis*) e possono essere presenti olivo selvatico (*Olea europea* var. *sylvestris*), perastro (*Pyrus amygdaliformis*), ginestra di Gasparrini (*Genista ephedroides*).

Si tratta di un aspetto tipico e durevole di una vegetazione ripetutamente percorsa dal fuoco, il quale ne favorisce lo sviluppo a scapito di altre specie, unitamente ad una degradazione del suolo spesso irreversibile.

In altri casi la macchia descritta si compenetra con prato-pascoli di origine naturale o antropica e con macchie più evolute, formando una struttura a mosaico che arriva ad occupare anche ampie superfici.

Macchia media

La macchia media è data in genere da formazioni caratterizzate da lentisco e mirto (*Pistacia lentiscus* e *Myrtus communis*) con presenza di ginepro (*Juniperus oxicedrus* e *Juniperus phoenicea*), *Asparagus albus*, *Phillyrea gustifolia*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Calicotome villosa*, oltre a *Cistus monspeliensis*, *Lavandula stoechas* ed *Erica arborea*, localmente dominante (macchia ad erica): anche in questo caso si tratta di una vegetazione in stretta relazione alla ciclicità degli incendi.

In alcuni casi possono essere presenti *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia* ed *Arbutus unedo*; quest'ultima tipologia, pur testimoniando la degradazione di fasi più evolute sia della macchia che della lecceta, indica una maggiore possibilità di rigenerazione (Mossa, L. et al., 1991).

4.8. Analisi dei dati faunistici

Come affermato in precedenza anche le caratteristiche faunistiche di un territorio contribuiscono a caratterizzarlo.

Nell'ambito di questo studio è stata effettuata un'analisi ed una valutazione delle risorse faunistiche presenti nell'area, con particolare attenzione alle specie riprodottrici ed a quelle di interesse conservazionistico.

Per ogni specie di vertebrati omeotermi, la cui presenza è stata riscontrata mediante avvistamento o mediante tracce e bibliografia si forniscono informazioni sui seguenti parametri:

1. Status Faunistico distinguendo tra:

- Riproduzione possibile;
- Riproduzione probabile;
- Riproduzione certa;
- Riproduzione storica;
- Riproduzione occasionale.

Di seguito si riportano le liste sistematiche, aggiornate al 1990, delle specie animali presenti nell'area di studio e ritenute utili per la fase di monitoraggio.

Queste comprendono : anfibi (Amphibia), rettili (Reptilia), uccelli (Aves) e mammiferi (Mammalia) riproducentisi nel comune di Sant'Antioco.

Lista degli anfibi (Amphibia)

Classe: Amphibia

Ordine: Anura

Famiglia: Hylidae

1	(1)	Raganella sarda Riproduzione certa	Hyla sarda
---	-----	---------------------------------------	------------

Lista dei rettili (Reptilia)

Classe: Reptilia

Ordine: Squamata

Sottordine: Sauria

Famiglia: Gekonidae

1	(2)	Emidattilo turco Riproduzione certa	Hemidactylus turcicus
---	-----	--	-----------------------

2	(3)	Tarantolina Riproduzione certa	Phyllodactylus europaeus
---	-----	-----------------------------------	--------------------------

3	(4)	Tarantola mauritanica Riproduzione certa	Tarentola mauritanica
---	-----	---	-----------------------

Famiglia: Licertidae

4	(5)	Algiroide nano Riproduzione certa	Algyroides fitzingeri
---	-----	--------------------------------------	-----------------------

5	(6)	Lucertola campestre Riproduzione certa	Podarcis sicula
---	-----	---	-----------------

6	(7)	Lucertola tirrenica Riproduzione certa	Podarcis tiliguerta
---	-----	---	---------------------

Famiglia:	Scincidae	
7	(8) Luscengola	Chalcides chalcides
	Riproduzione certa	
8	(9) Gongilo	Chalcides ocellatus
	Riproduzione certa	
Sottordine:	Serpentes	
Famiglia:	Colubridae	
9	(10) Colubro ferro di cavallo	Coluber hippocrepis
	Riproduzione possibile	
10	(11) Biscia viperina	Natrix maura
	Riproduzione certa	

Lista degli uccelli (Aves)

Le indicazioni sullo status faunistico fanno riferimento a Schenk (1976,1986) e a Massa e Schenk (1983).

Ordine:	Accipitriformes	
Famiglia:	Accipitridae	
1	(12) Poiana	Buteo buteo
	Riproduzione probabile; migratore/ospite regolare	
Famiglia:	Falconidae	
2	(13) Gheppio	Falco tinnunculus
	Riproduzione certa; migratore/ospite regolare	
Ordine:	Galliformes	
Famiglia:	Phasianidae	
3	(14) Pernice sarda	Alectoris barbara
	Riproduzione certa	
4	(15) Quaglia	Coturnix coturnix
	Riproduzione probabile; migratrice/ospite regolare	
Ordine:	Charadriiformes	
Famiglia:	Laridae	
5	(16) Gabbiano reale	Larus cachinnans
	Riproduzione certa; migratore/ospite regolare	
Ordine:	Columbiformes	
Famiglia:	Columbidae	
6	(17) Piccione selvatico	Columba livia

- Riproduzione certa
- 7 (18) Tortora selvatica Streptotelia turtur
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- Ordine:** Cuculiformes
Famiglia: Cuculidae
- 8 (19) Cuculo Cuculus canorus
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- Ordine:** Strigiformes
Famiglia: Tytonidae
- 9 (20) Barbagianni Tyto alba
Riproduzione certa
- 10 (21) Civetta Athene noctua
Riproduzione certa
- Ordine:** Caprimulgiformes
Famiglia: Caprimulgidae
- 11 (22) Succiacapre Caprimulgus europaeus
Riproduzione probabile; migratore/ospite regolare
- Ordine:** Apodiformes
Famiglia: Apodidae
- 12 (23) Rondone Apus apus
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- Ordine:** Coraciiformes
Famiglia: Meropidae
- 13 (24) Gruccione Merops apiaster
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- Famiglia:** Upupidae
- 14 (25) Upupa Upupa epops
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- Ordine:** Passeriformes
Famiglia: Alaudidae
- 15 (26) Calandrella Calandrella brachydacthyla
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- 16 (27) Allodola Alauda arvensis
Riproduzione probabile; migratrice/ospite regolare

- Famiglia:** Hirundinidae
- 17 (28) Rondine *Hirundo rustica*
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- 18 (29) Balestruccio *Delichon urbica*
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- Famiglia:** Turdidae
- Subfamiglia:** Turdinae
- 19 (30) Saltimpalo *Saxicola torquata*
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- 20 (31) Passero solitario *Monticola solitarius*
Riproduzione certa
- 21 (32) Merlo *Turdus merula*
Riproduzione probabile; migratore/ospite regolare
- Famiglia:** Sylviidae
- Subfamiglia:** Sylviidae
- 22 (33) Magnanina sarda *Sylvia sarda*
Riproduzione possibile; migratrice/ospite regolare
- 23 (34) Magnanina *Sylvia undata*
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- 24 (35) Sterpazzola di Sardegna *Sylvia conspicillata*
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- 25 (36) Occhiocotto *Sylvia melanocephala*
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- 26 (37) Capinera *Sylvia atricapilla*
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- Famiglia:** Paridae
- 27 (38) Cinciallegra *Parus caeruleus*
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- 28 (39) Cinciallegra *Parus major*
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- Famiglia:** Laniidae
- 29 (40) Averla capirossa *Lanius senator*
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- Famiglia:** Corvidae

- 30 (41) Cornacchia grigia Corvus corone
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
Famiglia: Sturnidae
- 31 (42) Storno nero Sturnus unicolor
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
Famiglia: Passeridae
- 32 (43) Passera sarda Passer hispanoliensis
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
- 33 (44) Passera mattuggia Passer montanus
Riproduzione certa; migratrice/ospite regolare
Famiglia: Fringillidae
Subfamiglia: Carduelinae
- 34 (45) Verzellino Serinus serinus
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- 35 (46) Verdone Carduelis chloris
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare
- 36 (47) Cardellino Carduelis carduelis
Riproduzione certa; migratore/ospite regolare

Lista dei Mammiferi (Mammalia)

- Ordine:** Insectivora
Famiglia: Erinaceidae
- 1 (48) Riccio Erinaceus europaeus
Riproduzione certa
Famiglia: Soricidae
- 2 (49) Crocidura rossicia Crocidura russula
Riproduzione certa
- 3 (50) Mustiolo Suncus etruscus
Riproduzione certa
Ordine: Lagomorpha
Famiglia: Leporidae
- 4 (51) Lepre sarda Lepus capensis
Riproduzione certa
- 5 (52) Coniglio Oryctolagus cuniculus
Riproduzione certa

Ordine:	Rodentia	
Famiglia:	Muridae	
6	(53) Topo selvatico	Apodemus sylvaticus
	Riproduzione certa	
7	(54) Topolino domestico	Mus musculus
	Riproduzione certa	
Ordine:	Carnivora	
Famiglia:	Canidae	
8	(55) Volpe	Vulpes vulpes ichnusae
	Riproduzione certa	

Dall'analisi faunistica si evince che delle 55 specie presenti (36 uccelli, 8 mammiferi, 10 rettili e 1 anfibio), 15 specie di uccelli, 10 specie di rettili, 1 specie di anfibio e 8 specie di mammiferi fanno parte integrante delle specie zoologiche stanziali della Sardegna; le rimanenti (21 specie di uccelli) sono una piccola parte del folto gruppo di migratori che sopraggiungono in primavera a nidificare o in autunno a svernare e che non erano ancora presenti o non sono stati avvistati in occasione dell'indagine sul campo (1 Ottobre 2001).

Lo status faunistico e lo status di conservazione è pressoché identico per tutti, ossia sono presenti sia a livello locale che regionale, appartengono a specie che non sono minacciate o non sono state studiate in modo approfondito e pertanto sono indeterminate.

Bisogna comunque precisare che la loro presenza come bioindicatori è da considerarsi utile al fine di determinare il valore naturalistico dell'area.

4.9. Ecosistema

Nel linguaggio comune, ma anche negli usi presso altre discipline, si tende spesso ad usare in modo indifferenziato termini quali ambiente, territorio, ecosistema.

Per sistemare e chiarire i diversi significati ci rifaremo a quelli proposti da *Malcevschi* (1991), ecologo, che ha cercato di affrontare la tematica da un punto di vista trans-disciplinare.

Nel ragionamento di *Malcevschi* i termini vanno ben distinti, ed i significati sono attribuiti all'ambiente secondo diverse prospettive disciplinari: ambiente vissuto, ecosistema, paesaggio, habitat, territorio, natura.

Lo schema seguito è interessante perché tende a evidenziare come, ponendo il concetto di ambiente al vertice in quanto dotato di una superiore e sfumata complessità, ciascuno di questi termini ne rappresenti un punto di vista, con l'accentuazione di taluni aspetti piuttosto che altri.

In questo modello concettuale le singole componenti dell'ambiente sono separate in insiemi fisicamente distinguibili (aria, acqua, suolo, gli organismi viventi ecc.).

Queste unità, legate da opportune reti di relazioni costituiscono **l'ambiente complessivo**.

Si possono dunque distinguere i differenti concetti di ambiente sulla base di tre variabili:

- gli elementi costitutivi del sistema ambientale (aria, acqua, manufatti, popolazione umana, altri organismi, substrati fisici);
- l'esistenza o meno di un centro del sistema di relazioni, che funzioni come parametro costante rispetto al quale valutare le relazioni delle altre variabili. Tale centro del sistema di relazioni può essere l'uomo o qualunque altra specie animale o vegetale;
- l'esistenza o meno di filtri percettivi.

Il concetto di *habitat* (diverso dalla definizione della normativa Habitat) esprime quindi la posizione di una certa specie, uomo incluso, all'interno del contesto ambientale in cui essa vive e si riproduce. **L'ecosistema**, invece, designa una rete di relazioni che non presuppone un centro, ponendo tutti gli elementi sullo stesso livello e focalizzando l'attenzione sui flussi di materia ed energia che legano le diverse componenti.

A differenza dell'ecosistema, il concetto di **territorio**, esprime un sistema ambientale governato da un dato soggetto, e presuppone pertanto un centro del sistema di relazioni.

Questo centro è il soggetto che governa e può rappresentare l'intera società.

In questo senso, il termine può essere applicato anche ad altre specie animali, il cui comportamento «prevede la delimitazione e il controllo (il "governo" dal loro punto di vista) dello spazio fisico in cui singoli individui (o gruppi di individui) vivono» (Malcevski, 1991, p. 57).

Il concetto **di natura** è invece relativo al modo in cui il mondo esterno all'uomo (l'insieme dei mondi animale, vegetale e minerale) viene percepito da un soggetto culturale.

Il **paesaggio**, infine, indica il modo in cui un dato ambiente, fisico riconoscibile (comprendente, quindi, i segni dell'attività umana), viene percepito da un dato soggetto culturale (una soggettività chiaramente collettiva), mentre con il concetto di ambiente soggettivo (o ambiente vissuto) vengono considerate le modalità con cui i singoli individui percepiscono l'ambiente esterno. (Malcevski, 1991, pp. 98-99).

È da precisare che ognuno di questi diversi significati dell'ambiente costituisce un modello diverso di analisi, che seleziona le informazioni significative in relazione al tipo di prospettiva adottato.

In questo senso, sempre secondo Malcevski (1991), *l'ambiente si configura come un sistema di sistemi, ciascuno definito con un'ottica specifica in relazione all'ambito disciplinare.*

4.9.1 Introduzione alla carta degli ecosistemi

Rifacendoci a quanto detto, alla base di una definizione razionale di ecosistema sta l'osservazione che nessun organismo vive nell'isolamento, bensì è in relazione sia con l'ambiente fisico-chimico che lo circonda sia con altri esseri viventi.

Dall'altra ogni essere vivente, essendo oltre che soggetto attivo anche soggetto passivo di queste interazioni, trova proprio in esse un limite alla capacità di sopravvivere e riprodursi.

Tale capacità non è indefinita ma funzione sia delle proprietà fisiche-chimiche dell'ambiente circostante (*fattori abiotici*) sia della natura ed abbondanza degli altri organismi che si trovano nel medesimo ambiente (*fattori biotici*).

Con questi semplici concetti possiamo facilmente definire una **comunità ecologica**.

*“Un insieme di organismi che sia biologicamente **chiuso**, cioè tale che nessun elemento dell'insieme interagisce direttamente o indirettamente con organismi al di fuori dell'insieme stesso, si dice una comunità ecologica.”*

Se agli organismi della comunità si aggiungono i fattori abiotici da cui essi dipendono si ottiene quindi un **ecosistema**.

Ad esempio, dentro l'ecosistema costituito da una foresta cedua si può distinguere la comunità degli animali che vivono in un tronco caduto.

Perciò le dimensioni di un ecosistema sono variabilissime, proprio perché la definizione permette di individuare una struttura in cui il tutto è costituito da parti con le stesse caratteristiche del tutto e il tutto può essere a sua volta parte di un tutto più grande.

Questa struttura si ritrova ovviamente in altre discipline diverse dalla biologia ed è tipica di quegli enti che vengono chiamati sistemi.

Va chiarito che l'appellativo *biologicamente chiuso* dato agli ecosistemi va riferito solo all'assenza di interazioni biologiche tra organismi dentro e fuori l'ecosistema.

Dal punto di vista termodinamico un ecosistema è aperto nel senso che con l'esterno possono

essere scambiati flussi di energia solare o chimica o di altra natura e flussi di materia.

Da quanto sopra esposto non è facile delimitare esattamente i confini di un ecosistema e nemmeno rappresentarlo graficamente attraverso una cartografia in scala adeguata, dato che riconoscere i limiti esatti di un sistema dinamico in continua trasformazione è molto difficile.

Per poterlo quindi rappresentare graficamente non ci resta che rifarci all'ecologia del paesaggio e pertanto al concetto di sistema ambientale, come relazione spaziale tra ecosistemi distinti ed interagenti, considerando il paesaggio come un mosaico di sottosistemi (ecosistemi minimi o **ecotopi**).

Questa unità minima rappresenta la più piccola unità geografica, caratterizzata dall'omogeneità di almeno un attributo della geosfera (cioè atmosfera, vegetazione, suolo, rocce, acqua, luce, ...) e con variazioni non eccessive delle componenti biologiche.

Tale unità lega e precisa l'interazione tra i componenti biotici ed abiotici di un sistema ecologico a uno specifico rapporto con un'area riconoscibile e quindi cartografabile.

Infine introduciamo il concetto di "**ecotono**" (ecosistema di transizione) che applicheremo al sistema che possiede una serie di caratteristiche peculiari, che dipendono dalla sua posizione fra ecosistemi adiacenti.

Tali ecotoni possono essere anche di modesta entità come ad. es. una siepe inserita in un sistema di campi coltivati.

Le unità ecosistemiche minime (ecotopi o/e ecotoni) che costituiranno gli ecosistemi individuati nella carta in oggetto pertanto, sono state identificate principalmente in base al grado di naturalità del sistema come apporto di energia accessoria necessaria al loro mantenimento (grado di antropizzazione), alla vegetazione ed alla fauna presente, secondariamente alla componente abiotica prevalente.

Lo schema seguito per la redazione della carta classificherà le unità come segue:

ECOSISTEMI NATURALI
Questa classe comprende quegli ecosistemi terrestri o acquatici (marini, fluviali, lacustri) e loro ecotopi, nei quali l'apporto di energia esterna (influenza antropica) necessaria per il loro mantenimento è pressoché nulla. Tra i più esemplificativi annoveriamo: <ul style="list-style-type: none">• Ecosistema delle aree rocciose e dei rilievi montuosi• Ecosistema fluviale e/o dei laghi• Ecosistema marino• Ecosistema delle spiagge e delle coste• Ecosistema degli ambienti sotterranei (caverne e grotte)
ECOSISTEMI SEMINATURALI
Questa classe comprende quegli ecosistemi terrestri o acquatici (marini, fluviali, lacustri) e loro ecotopi nei quali risulta invece esserci un disturbo antropico medio-lieve a livello strutturale quali ad es: <ul style="list-style-type: none">• Ecosistemi della macchia mediterranea• Ecosistema dei boschi e delle foreste• Ecosistema delle praterie e garighe montane• Ecosistema delle praterie montane alberate• Ecosistema delle praterie e dei pascoli delle zone subpianeggianti e/o collinari• Ecosistema delle praterie e pascoli alberati di pianura• Ecosistema dei boschi artificiali (rimboschimenti)
ECOSISTEMI DI PRODUZIONE
Questa classe comprende quegli ecosistemi terrestri nei quali l'apporto di energia esterna (influenza antropica) necessaria per il loro mantenimento è elevato. (Apporto di energia ausiliaria). Possiamo pertanto definirli come agroecosistemi in quanto condizionati dall'attività agricola. Tra questi annoveriamo: <ul style="list-style-type: none">• Ecosistema delle aree coltivate (o più in generale Agroecosistema)

ECOSISTEMI URBANI E INDUSTRIALI

Questa classe comprende quegli ecosistemi terrestri nei quali l'apporto di energia esterna (influenza antropica) necessaria per il loro mantenimento è elevata e condizionata dall'attività economica dell'uomo.

- Ecosistema delle aree abitate
- Ecosistema degli insediamenti industriali e delle strutture tecnologiche
- Ecosistema delle zone estrattive (cave e miniere)
- Ecosistema delle discariche urbane ed industriali.

4.9.2 Unità ecosistemiche

L'ecosistema esaminato è essenzialmente un **ECOSITEMA COSTIERO**, esso comprende:

ECOSISTEMI NATURALI

Ecotopo delle spiagge e delle coste rocciose (Fig. 4.9.2/A)

Ecosistema di transizione tra l'ecosistema marino e quello terrestre.

Tale ecotopo ha copertura vegetale scarsa, a tratti entra in contatto diretto con la macchia costiera, con i pascoli e con i seminativi agricoli.



Fig. 4.9.2/A: Ecotopo delle spiagge e delle coste rocciose

ECOSISTEMI SEMINATURALI

Ecotopo della macchia mediterranea (Fig. 4.9.2/B)

Ecosistema seminaturale delle aree limitrofe alla costa con copertura vegetale a prevalenza di macchia mediterranea e pascolo arborato naturale.

Vegetali: Ginepro turbinato (*Juniperus turbinata*), Fillirea (*Phyllirea latifolia*, *P. angustifolia*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), olivastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*) mirto (*Myrtus communis*), spargio villosa (*Calicotome villosa*); euforbia (*Euphorbia dendroides*) e palma nana (*Chamerops humilis*) subordinate. Tra le specie erbacee prevalenza di cardo (*Carlina corymbosa*), scarlina (*Galictites tormentosa*) e asfodelo (*Asphodelus ramosus*).



Fig. 4.5/B: Ecotopo della macchia mediterranea

Ecotopo della macchia rada, delle aree rocciose e dei pascoli incolti (Fig. 4.9.2/C)

Ecosistema seminaturale delle aree più spoglie e percorse dal fuoco in passato, caratterizzato da specie della macchia mediterranea a scarsa copertura e carattere prevalentemente arbustivo per la presenza di roccia affiorante. Una variante è rappresentata dai terreni con una profondità del suolo maggiore che in passato sono stati coltivati e attualmente rappresentano terreni incolti.

Vegetali: Lentisco (*Pistacia lentiscus*), olivastro (*Olea europaea* var. *sylvestris*) mirto (*Myrtus communis*), (*Carlina corymbosa*), scarlina (*Galictites tormentosa*) e asfodelo (*Asphodelus ramosus*).



Fig. 4.9.2/C: Ecotopo della macchia rada, delle aree rocciose e dei pascoli

Ecotopo dei boschi di conifere.

Ecosistema seminaturale caratterizzato da popolamenti artificiali di aghifoglie e latifoglie

(rimboschimenti). **Vegetali:** Pino (*Pinus* spp.), Eucalipto (*Eucalyptus* spp.).

ECOSISTEMI PRODUTTIVI

Agroecosistemi

Ecosistema produttivo costituito prevalentemente da seminativi di cereali e foraggere diverse a scopo produttivo (**Fig. 4.9.2/C**).

Vegetali: Frumento (*Triticum durum*), orzo (*Hordeum vulgare*) ecc.



Fig. 4.9.2/D: Ecosistema produttivo costituito prevalentemente da seminativi di cereali e foraggere diverse a scopo produttivo

ECOSISTEMI URBANI

Aree antropizzate

Aree edificate a scopo residenziale ed agricolo. In questa unità comprendiamo tutti gli spazi limitrofi alle abitazioni con copertura vegetale assente o scarsamente rappresentativa.

ECOSISTEMA FAUNISTICO

Dal punto di vista eco-faunistico il territorio in esame non è caratterizzato da una marcata diversità ambientale tale da richiedere una distinzione faunistica tra gli ecotopi identificati, conseguentemente abbiamo raggruppato un pool di specie che riteniamo coerenti, per caratteristiche bio-ecologiche, con la zona studiata.

Per quanto riguarda gli anfibi possiamo ritrovare la Raganella sarda (*Hyla sarda*), meno probabile la presenza di altri anfibi per l'oggettiva mancanza di habitat idonei.

Tra i rettili sono rappresentati più o meno quasi tutte le specie sarde, come la Biscia viperina (*Natrix maura*), l'Emidattilo turco (*Hemidactylus turcicus*), la Lucertola campestre (*Podarcis sicula cettii*), la Lucertola tirrenica (*Podarcis tiliguerta*), il Biacco (*Coluber viridiflavus*); la loro distribuzione è varia ma la tendenza è quella di popolare tutti gli ecosistemi studiati.

Tra i mammiferi è da accertare la presenza del Cinghiale (*Sus scrofa*) nelle zone con una copertura arbustiva significativa mentre la Volpe (*Vulpes vulpes ichtnusae*) si ritrova anche negli ecosistemi agricoli, seguono il Riccio (*Erinaceus europaeus*), la donnola (*Mustela nivalis*), la Lepre sarda (*Lepus capensis mediterraneus*) ed il Coniglio selvatico (*Oryctolagus cuniculus*) nelle zone più

aperte e meno boschive; il Topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*)

Tra gli uccelli si esclude la presenza delle specie più grandi e rare di rapaci diurni più comuni mentre sono presenti la Poiana (*Buteo buteo*) ed il Gheppio (*Falco tinnunculus*), nonché quelli notturni come la Civetta (*Athene noctua*) ed il barbagianni (*Tyto alba*), quest'ultimo soprattutto in prossimità delle zone agricole.

Seguono il Piccione selvatico (*Columba livia*), il Balestruccio (*Delichon urbica*), la Pernice sarda (*Alectoris barbara*), la Ghiandaia (*Garrulus glandarius*) nelle zone più boschive, mentre la Beccaccia (*Scolopax rusticola*), il Merlo (*Turdus merula*), il Tordo bottaccio (*Turdus philomelos*) sono presenti durante la stagione invernale.

Altre specie presenti sono la Cornacchia grigia (*Corvus corone*), l'Averla capirossa (*Lanius senator badius*) che viene a riprodursi in primavera, lo Storno nero (*Sturnus unicolor*), l'Upupa (*Upupa epos*), il Succiacapre (*Caprimulgus europaeus*), la Magnanina sarda (*Sylvia sarda*), Allodola (*Alauda arvensis*).

4.10. Salute pubblica

L'attività in questione non produrrà impatti sulla salute di persone e/o animali in quanto non è prevista l'utilizzazione e/o la produzione di alcun tipo di sostanza chimica. È quindi possibile escludere con assoluta certezza che possa aver luogo qualunque forma d'inquinamento anche accidentale.

Il problema dell'immissione in atmosfera delle polveri sarà risolto con l'impiego di tecnologie moderne e con accorgimenti, in fase di esecuzione dei pozzi, mirate al loro abbattimento

I venti dominanti provenendo da NW e N tendono a spostare le polveri in direzione del mare e quindi in aree a scarsissima densità di popolazione. Per quanto concerne la rumorosità, come descritto di seguito, si prevedono picchi di rumorosità in corrispondenza dei punti di perforazione e che allontanandosi da tali punti la rumorosità tende a decrescere rapidamente con valori che risultano inferiori a quelli previsti per la III classe di territorio.

4.11. Rumore e vibrazioni

Il suono

La fisica definisce il suono in un certo punto dello spazio come "la rapida variazione di pressione (compressione e rarefazione) intorno al valore assunto dalla pressione atmosferica in quel punto". Si definisce sorgente sonora qualsiasi dispositivo che provochi direttamente o indirettamente variazioni di pressione. Affinché il suono si propaghi occorre che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita campo sonoro ed assume forma sferica con centro nel punto di emissione delle oscillazioni sonore. Qualora queste abbiano una frequenza compresa fra 20 e 20.000 Hz (campo di udibilità) ed un'ampiezza superiore ad un'entità minima di pressione pari a $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, definita soglia di udibilità, sono udibili dall'orecchio umano e possono suscitare sensazioni avvertite come gradevoli o fastidiose cui attribuiamo genericamente la denominazione di suono o rumore.

Principali grandezze acustiche

La quantità di energia irradiata da una sorgente sonora nell'unità di tempo è denominata potenza sonora (P_w), e si misura in watt. La potenza sonora P_w emessa da una sorgente s'irradia nel mezzo elastico, ad esempio l'aria, attraverso una determinata superficie S (o fronte d'onda) sottoforma di lavoro dovuto al prodotto della forza di pressione p per la velocità di spostamento delle particelle v intorno al punto di equilibrio. Potenza e pressione sono correlate dall'equazione:

$$P_w = p (p/\rho c) S = (p^2/\rho c) S \quad (W) \quad 4.1$$

Per una sorgente che irradia uniformemente in tutte le direzioni (mezzo isotropo), ovvero in campo libero, il fronte d'onda S è pari alla superficie di una sfera. Alla distanza r dalla sorgente la potenza

sonora sarà pari a:

$$P_w = (p^2/\rho c) 4\pi r^2 \quad 4.2$$

In pratica le sorgenti sonore irradiano con potenze estremamente variabili che vanno dal valore della voce umana a livello di conversazione, pari a circa 10^{-6} W, al rumore di un aereo a turbogetto, pari circa 10^4 W.

Se P_w è la potenza sonora irradiata su un fronte d'onda S (m^2), sussiste la seguente relazione tra potenza sonora ed intensità sonora I :

$$I = P_w/4\pi r^2 = p^2/\rho c \quad (W/m^2) \quad 4.3$$

Consegue che l'intensità è l'energia che, nell'unità di tempo, fluisce attraverso l'unità di area del fronte d'onda.

Mentre la frequenza discrimina la percezione dei suoni, ovvero il loro *tono*, da gravi (bassa frequenza) ad acuti (alta frequenza), analogamente l'intensità discerne i suoni da deboli a forti.

In campo libero, per la 4.3, si verifica la seguente relazione tra pressione sonora e intensità:

$$I = p * v = p^2/\rho c \quad (W/m^2) \quad 4.4$$

In base all'equazione 4.1 si deduce che la pressione sonora, in campo libero, risulta legata alla potenza dall'espressione:

$$p = (P_w \rho c/4\pi r^2)^{0,5} \quad 4.5$$

Dalle suddette relazioni si evince che, in campo libero, la pressione sonora e l'intensità diminuiscono con il quadrato della distanza r : per il suono che si propaga nell'aria, quindi, se la distanza raddoppia l'ampiezza si riduce della metà.

In un'onda piana, invece, la superficie del fronte d'onda rimane costante e in assenza di dissipazioni l'intensità non varia all'aumentare della distanza.

Nei problemi pratici di acustica, considerato l'enorme campo di variazione delle grandezze in gioco, non conviene esprimere le grandezze acustiche (pressione sonora, potenza, intensità) in valori assoluti, ma si opta indicarle calcolando il logaritmo del rapporto di ciascuna di esse e determinati valori di riferimento assunti come "livelli zero". Questo accorgimento è utile sia perché la scala logaritmica comprime i valori numerici, sia perché l'intensità delle sensazioni uditive è, in prima approssimazione, proporzionale al logaritmo decimale del rapporto tra il valore in esame ed il valore preso come riferimento. In acustica, pertanto, si suole adottare per le grandezze che misurano quantità di energia, il decibel (dB) definito come il logaritmo decimale del rapporto tra il valore in esame ed il valore di riferimento ossia:

$$10 * \log p/p_0$$

dove p è la misura in Pa della pressione sonora e p_0 è il livello standard di riferimento, cioè il livello minimo di udibilità stabilito in 20 micropascal.

Livello di intensità (dB)	Condizione ambientale	Effetto sull'uomo
140	Soglia de dolore	Lesioni dell'orecchio nel caso di ascolto prolungato
120	Clacson potente, a un metro	
110	Picchi di intensità di una grande orchestra	Zona pericolosa per l'orecchio
100	Interno della metropolitana	
90	Picchi di intensità di un pianoforte	
80	Via a circolazione media	Zona di riposo (giorno)
75	Voce forte, a un metro	
70	Conversazione normale, a un metro	
60	Ufficio commerciale	
50	Salotto calmo	Zona di riposo(notte)
40	Biblioteca	
30	Camera da letto molto calma (notte)	
20	Studio di radio diffusione	
0	Soglia di udibilità	

Esempio di causa	Livello sonoro (dB)	Percezione umana
Minimo percepibile	0	Calma
Rumore in uno studio pro, fruscio delle foglie	20	
Bisbiglio camera da letto silenziosa la notte	30	
Biblioteca	40	
Strada tranquilla, casa di giorno	50	Intrusione nella privacy
Conversazione normale	60	
Ristorante, uffici rumorosi, autostrada, aspirapolvere a 1 m	70	Telefono difficile da usare
Asciugacapelli, sveglia a 60 cm	80	Fastidioso
Camion pesante a 10 m	90	Molto fastidioso (iniziare a usare protezioni)
Petardi, discoteca, chitarra elettrica al massimo(100W)	100	
Concerto rock massimo sforzo vocale, rullante	110	
Clacson a 1 m	120	Doloroso
Tuono	130	
Sirena antiaerea, jet al decollo a 30 m	140	Danni all'udito istantanei
Razzo al decollo	180	

Il rumore

Il rumore è per definizione una manifestazione sonora "indegnerata, di intensità eccessiva, fastidiosa e casuale". È prodotto dall'attività umana ed è in particolare connesso con il processo di urbanizzazione e con lo sviluppo dei trasporti e dell'industria. Sebbene sia principalmente un fenomeno urbano, dovuto a ragioni topografiche, il rumore può essere fonte di disturbo anche nelle zone rurali. Gli stati membri classificano in modo analogo le sorgenti di inquinamento acustico a seconda delle varie attività umane: traffico stradale, traffico ferroviario, traffico aereo, industria, ingegneria civile e edilizia, attività ricreative, strumenti e macchinari per lavori esterni (per esempio le attrezzature da giardinaggio) e vicinato. Queste classi si differenziano da un punto di vista fenomenologico e sono percepite diversamente, poiché diverso è l'atteggiamento di ciascuno nei confronti del rumore proveniente dalle diverse sorgenti sonore. Difficile quantificare gli effetti del rumore in quanto variano notevolmente sia la tolleranza individuale sia i diversi tipi di sorgenti che lo generano. È tuttavia disponibile una vasta letteratura specialistica che analizza e valuta gli effetti del rumore sugli individui. Lo studio più recente ed esaustivo è la relazione dell'Organizzazione mondiale della sanità, intitolata "Community Noise -Environmental Health Criteria", da cui risulta che l'esposizione al rumore nell'ambiente esterno può provocare una serie di effetti negativi diretti quali insonnia, danni fisiologici uditivi ed extrauditivi prevalentemente di tipo cardiovascolare-, difficoltà di comunicazione e malessere diffuso. L'esposizione al rumore non causa di norma insordimento salvo in caso di esposizione continuata a rumori di intensità eccezionale.

Riferimenti normativi per l'inquinamento acustico.

A livello nazionale è importante la Legge Quadro 447/1995 ed il D. Lgs. 19/8/2005 n. 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" in quanto gli adempimenti previsti riguardano in maniera diretta le città di dimensioni metropolitane. Saranno introdotti nuovi indicatori di rumore cui uniformarsi, LDEN e L_{NIGHT} rivolti in prima istanza agli "agglomerati" con più di 250.000 abitanti e successivamente a quelli con più di 100.000 abitanti. Si realizzerà una Mappatura Acustica Strategica contenente i dati di rumorosità sul territorio provenienti dalle molteplici sorgenti sonore. Dovranno essere stimati, per ogni agglomerato, anche le percentuali di popolazione esposta a varie classi di livello sonoro. Parallelamente, le stesse mappe dovranno essere costruite per le maggiori (in termini di traffico)

infrastrutture di trasporto, che spesso insistono sulle città stesse. Per quanto concerne le normative regionali la Regione Sardegna ha emanato il DGR n. 34/71 del 29/10/02 "Linee guida per la predisposizione dei Piani di Classificazione Acustica dei territori comunali", ma non esiste una Legge Regionale d'indirizzo.

Parametro acustico di riferimento

L'indicatore prescelto dalla normativa (Legge Quadro 447/1995 e decreti attuativi collegati, in particolare DM 16/3/98) per la valutazione dell'inquinamento acustico è il Livello equivalente di pressione sonora ponderato A (L_{Aeq}).

Periodi di riferimento

Il L_{Aeq} è sostanzialmente una media temporale del livello istantaneo di rumorosità, e viene quindi determinato in relazione a un certo intervallo di tempo. La normativa stabilisce due particolari intervalli di tempo di riferimento, il periodo diurno (dalle 6 alle 22 di ciascuna giornata) e il periodo notturno (dalle 22 alle 6 della mattina successiva).

Classificazione acustica del territorio

La Legge Quadro 447/95 (e in precedenza già il DPCM 1/3/91) stabilisce che i Comuni debbano procedere alla zonizzazione acustica del territorio, cioè debbano assegnare a ciascuna porzione del proprio territorio, in base all'effettivo uso del territorio stesso, una classe acustica, caratterizzata da limiti di rumorosità e da vincoli specifici. L'elenco delle classi (definite nel DPCM 14/11/97) è riportato nella tabella seguente:

Classe acustica e denominazione	Descrizione
I aree particolarmente protette	<i>rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.</i>
II aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	<i>rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali</i>
III aree di tipo misto	<i>rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici</i>
IV aree di intensa attività umana	<i>rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.</i>
V aree prevalentemente industriali	<i>rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</i>
VI aree esclusivamente industriali	<i>rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi</i>

L'analisi del territorio sul quale ricade il permesso di ricerca ed entro il quale si svolgeranno le attività di ricerca è prevalentemente del tipo rurale interessato da attività che impiegano macchine operatrici, anche se all'estremità nord dello stesso è presente l'abitato di Maladroxia

Per tali caratteristiche si può far ricadere l'intero settore nella III classe acustica "aree di tipo misto"
Limiti di rumorosità

I valori limite di rumorosità sono anch'essi definiti dal DPCM 14/11/97 (tabella sottostante) e sono suddivisi in quattro categorie: limiti di immissione, limiti di emissione, valori di qualità e valori di attenzione. I valori numerici di ciascun limite risultano inoltre differenziati in base alla classificazione acustica del territorio e ovviamente in base al periodo di riferimento diurno o notturno.

Classi di destinazioni d'uso del territorio		Valori limite delle sorgenti sonore (DPCM 14/11/97 Leq in dB(A))									
		Emissione		Immissione		Qualità		Attenzione			
		Diur.	Nott.	Diur.	Nott.	Diur.	Nott.	Diur.	Nott.	Diur. orario	Nott. orario
I	Aree particolarmente protette	45	35	50	40	47	37	50	40	60	45
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	50	40	55	45	52	42	55	45	65	50
III	Aree di tipo misto	55	45	60	50	57	47	60	50	70	55
IV	Aree di intensa attività umana	60	50	65	55	62	52	65	55	75	60
V	Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60	67	57	70	60	80	65
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70	70	70	70	70	80	75

Metodologie generali di misurazione del rumore.

Teoria

L'intensità del rumore dipende molto dalla percezione soggettiva di chi ascolta, percezione che a sua volta può variare da persona a persona e persino nello stesso individuo, a seconda dei momenti. Data la sua natura soggettiva, il rumore non è misurabile mediante unità obiettive. Per classificare e confrontare i diversi eventi di rumore, è tuttavia necessario darne una descrizione quanto meno approssimativa in termini quantitativi. A tal fine, si dà una descrizione quantitativa del "suono", che è la componente fisica del rumore, relativamente a:

-la sua **potenza** (o intensità).

L'intensità di un suono è funzione dell'ampiezza media dell'onda di pressione acustica p e si esprime mediante il livello di pressione sonora L_p in decibel (dB), risultante dalla seguente equazione (dove p_0 è la **pressione di riferimento** che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard):

$$L_p = 10 \log (p/p_0)^2 \text{ in dB}$$

L'orecchio umano è sensibile solo a livelli di pressione sonora che vanno da un limite inferiore di intensità di 0 dB (limite o soglia di udibilità) a un limite superiore di 130 dB circa (soglia del dolore). La natura logaritmica dell'unità di intensità sonora fa sì che il livello di pressione sonora non cresca in modo lineare, ovvero che all'incremento di 2 (10, 20, 100) uguali livelli di pressione sonora corrisponda un incremento di 3 (10, 13, 20) dB. Data la natura soggettiva della sensazione sonora di suoni di diversa intensità, un incremento del livello di pressione sonora pari a 10 dB di un suono puro stazionario determina una variazione della sensazione sonora di intensità doppia.

-La sua **frequenza** o composizione della frequenza. I suoni si compongono di un insieme di toni e frequenze; la frequenza viene misurata in hertz (Hz). La sensibilità dell'orecchio umano varia a seconda dell'intensità del suono percepito ed è massima per i suoni fra 1kHz e 5kHz, minore per frequenze più elevate e minima per le frequenze più basse. Il livello di pressione sonora viene

pertanto ponderato con la cosiddetta ponderazione A e trasformato nel livello di pressione sonora ponderato A, definito dalla relazione seguente:

$$LpA = 10 \log (p/p_0)^2 \text{ in dB(A)}$$

-La sua evoluzione temporale.

I suoni fluttuano nel tempo e possono fluttuare anche nello spazio, sia esso molto limitato (a breve distanza da un'autostrada) o molto esteso (in prossimità di un aeroporto). Questi diversi eventi sonori devono poter essere descritti da un'unica unità di misura. La descrizione della totalità dei rumori si fonda sull'ipotesi che a uguali dosi di rumore (vale a dire energia sonora per tempo di esposizione) corrispondono carichi di rumore uguali. La media dell'evoluzione dei suoni nel tempo è definita dal cosiddetto livello continuo equivalente di pressione sonora L_{Aeq} in dB(A). Il livello continuo equivalente di pressione sonora è sempre più adottato come parametro fisico per la misura dell'esposizione a lungo termine. È diffusamente utilizzato nelle normative nazionali degli Stati membri e a livello internazionale. È stato altresì adottato dall'ISO per la misura dell'esposizione all'inquinamento acustico e del rischio di danno uditivo. Nondimeno, vi sono suoni a fluttuazione rapida o alcuni rari eventi sonori che è difficile descrivere mediante l'indice L_{Aeq} . Per ovviare a tale problema, si ricorre a diverse unità di misura supplementari che descrivono l'evoluzione temporale del rumore, vale a dire il livello massimo di pressione sonora L_{max} , i livelli di rumore statistici L_n (corrispondenti al (100-n)% di volte in cui il livello è superato), l'indice numerico del rumore (che tiene conto anche del numero degli eventi) e le 'penalità' aggiunte all'indice L_{Aeq} . Sono in corso ricerche per perfezionare i metodi di calcolo di tale media temporale.

-il suo carattere particolare.

Quando il suono ha un'unica tonalità o una frequenza molto bassa, può causare grave disturbo. È proprio per tener conto di questo disturbo che vengono spesso aggiunte delle penalità all'indice L_{Aeq} .

Definizioni.

- 1 Sorgente specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.
- 2 Tempo a lungo termine (TL): rappresenta un insieme sufficientemente ampio di TR all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di TL è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo.
- 3 Tempo di riferimento (TR): rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.
- 4 Tempo di osservazione (TO): è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
- 5 Tempo di misura (TM): all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.
- 6 Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": L_{AS} , L_{AF} , L_{AI} . Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{PA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
- 7 Livelli dei valori massimi di pressione sonora L_{ASmax} , L_{AFmax} , $L_{AI max}$. Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e le costanti di tempo "slow", "fast",

"impulse".

8 Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A": valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $p_0 = 20 \mu Pa$ è la pressione sonora di riferimento.

9 Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL ($L_{Aeq,TL}$): il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine ($L_{Aeq,TL}$) può essere riferito: a) al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo TL, espresso dalla relazione :

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,TR})_i} \right] dB(A)$$

essendo N i tempi di riferimento considerati. b) al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. ($L_{Aeq,TL}$) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TR})_i} \right] dB(A)$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell' i -esimo TR. È il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove:

$t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;

t_0 è la durata di riferimento (1s).

10 Livello di rumore ambientale (LA): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione: 1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM 2) nel caso di limiti assoluti è riferito a TR.

11 Livello di rumore residuo (LR): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

12 Livello differenziale di rumore (LD): differenza tra livello di rumore ambientale (LA) e

quello di rumore residuo (LR):

$$L_D = (L_A - L_R)$$

13 Livello di emissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione.

14 Fattore correttivo (Ki): è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive KI = 3 dB;
- per la presenza di componenti tonali KT = 3 dB;
- per la presenza di componenti in bassa frequenza KB = 3 dB.

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

15 Presenza di rumore a tempo parziale: esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in Leq(A) deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il Leq(A) deve essere diminuito di 5 dB(A).

16 Livello di rumore corretto (LC): è definito dalla relazione

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

17 Livello di pressione sonora L_{sp}: è definito dalla seguente relazione

$$L_{sp} = 20 \log p/p_0 \text{ (dB)}$$

dove **p** è la pressione sonora in esame (Pa) e **p₀** la pressione sonora di riferimento ($2 \cdot 10^{-5}$ Pa corrispondente alla soglia di udibilità a 1000 Hz)

Norme tecniche per l'esecuzione delle misure.

1 Generalità. Prima dell'inizio delle misure è indispensabile acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura. I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

2 La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento ($L_{Aeq,TR}$)

$$T_R = \sum_{i=1}^n (T_0)_i$$

può essere eseguita:

a) per integrazione continua.

Il valore di $L_{Aeq,TR}$ viene ottenuto misurando il rumore ambientale durante l'intero periodo di riferimento, con l'esclusione eventuale degli intervalli in cui si verificano condizioni anomale non rappresentative dell'area in esame.

b) Con tecnica di campionamento.

Il valore $L_{Aeq,TR}$ viene calcolato come media dei valori del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo agli interventi del tempo di osservazione (T₀)_i. Il valore

di $L_{Aeq,TR}$ è dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \left[\frac{1}{T_R} \sum_{i=1}^n (T_0)_i 10^{0,1L_{Aeq,(T_0)_i}} \right] dB(A)$$

3 La metodologia di misura rileva valori di ($L_{Aeq,TR}$) rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora. La misura deve essere arrotondata a 0,5 dB.

4 Il microfono da campo libero deve essere orientato verso la sorgente di rumore; nel caso in cui la sorgente non sia localizzabile o siano presenti più sorgenti deve essere usato un microfono per incidenza casuale. Il microfono deve essere montato su apposito sostegno e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire agli operatori di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

5 Misure all'interno di ambienti abitativi:

Il microfono della catena fonometrica deve essere posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti. Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono deve essere posizionato a 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono deve essere posto in corrispondenza del massimo di pressione sonora più vicino alla posizione indicata precedentemente.

Nella misura a finestre chiuse, il microfono deve essere posto nel punto in cui si rileva il maggior livello della pressione acustica.

6 Misure in esterno

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio. L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricevitore.

Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

7 Rilevamento strumentale dell'impulsività dell'evento. Ai fini del riconoscimento dell'impulsività di un evento, devono essere eseguiti i rilevamenti dei livelli LAImax e LASmax per un tempo di misura adeguato. Detti rilevamenti possono essere contemporanei al verificarsi dell'evento oppure essere svolti successivamente sulla registrazione magnetica dell'evento.

8 Riconoscimento dell'evento sonoro impulsivo. Il rumore è considerato avente componenti impulsive quando sono verificate le condizioni seguenti:

- l'evento è ripetitivo;
- la differenza tra LAImax ed LASmax è superiore a 6 dB;
- la durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax è inferiore a 1 s.

L'evento sonoro impulsivo 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. La ripetitività deve essere dimostrata mediante registrazione grafica del livello LAF effettuata durante il tempo di misura LM. $L_{Aeq,TR}$ viene incrementato di un fattore correttivo KI così come definito al punto 15 dell'allegato A.

9 Riconoscimento di componenti tonali di rumore.

Al fine di individuare la presenza di Componenti Tonalì (CT) nel rumore, si effettua un'analisi spettrale per bande normalizzate di 1/3 di ottava. Si considerano esclusivamente le CT aventi

carattere stazionario nel tempo ed in frequenza. Se si utilizzano filtri sequenziali si determina il minimo di ciascuna banda con costante di tempo Fast. Se si utilizzano filtri paralleli, il livello dello spettro stazionario è evidenziato dal livello minimo in ciascuna banda. Per evidenziare CT che si trovano alla frequenza di incrocio di due filtri ad 1/3 di ottava, possono essere usati filtri con maggiore potere selettivo o frequenze di incrocio alternative. L'analisi deve essere svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 kHz. Si è in presenza di una CT se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti per almeno 5 dB. Si applica il fattore di correzione KT come definito al punto 15 dell'allegato A, soltanto se la CT tocca una isofonica eguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro. La normativa tecnica di riferimento è la ISO 266:1987.

10 Presenza di componenti spettrali in bassa frequenza.

11 Se l'analisi in frequenza svolta con le modalità di cui al punto precedente, rivela la presenza di CT tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo KT nell'intervallo di frequenze compreso fra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche la correzione KB così come definita al punto 15 dell'allegato A, esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

Occorre sottolineare il fatto che generalmente i dati di potenza sonora relativi alle sorgenti di volta in volta esaminate devono essere forniti dai costruttori delle macchine mediante apposito certificato, per cui usualmente i valori in questione costituiscono il dato noto dal quale partire per il calcolo dei livelli di pressione sonora che si verificano sul campo ad una certa distanza dalla fonte di emissione. Talora i dati vengono forniti anche in forma di livelli di pressione sonora misurati ad una certa distanza dalla sorgente in punti ben specificati e ben individuabili.

Propagazione del suono in campo libero

Dalla relazione $p = (P_w / 4\pi r^2)^{0,5}$ e passando ai livelli, si deduce che in un generico punto in campo libero, posto a distanza r da una sorgente puntiforme omnidirezionale, il livello di pressione sonora è desumibile mediante la seguente relazione:

$$L_{SP} = L_p - 10 \log 4\pi r^2 = L_p - 20 \log r - 11 \text{ (dB)} \quad 4.6$$

dove r è la distanza tra sorgente e ricevitore misurata in metri.

Per una superficie emisferica con sorgente, ad esempio, appoggiata su una superficie riflettente la formula diviene:

$$L_{SP} = L_p - 10 \log 2\pi r^2 = L_p - 20 \log r - 8 \text{ (dB)} \quad 4.7$$

Il secondo termine di entrambe le relazioni prende la denominazione di "attenuazione per divergenza d'onda A_{div} " ed indica il propagarsi dell'energia sonora lungo un fronte d'onda la cui superficie aumenta in maniera direttamente proporzionale con la distanza.

Noto il livello di potenza sonora della sorgente, le relazioni suddette consentono di prevedere il valore del livello di pressione sonora L_{SP} alla distanza r . Trascurando altri effetti di dissipazione sonora, ad ogni raddoppio della distanza sorgente – ascoltatore l'ampiezza, ovvero il livello di pressione sonora o di intensità si riduce di 6 dB (legge del campo libero): ad esempio, se un ascoltatore posto ad 1 m da una sorgente si sposta a 2 m da essa misurerà un decremento d'intensità di 6 dB, se si sposta a 4 m la riduzione sarà di 12 dB, ad 8 m sarà di 18 dB e così via.

4.11.1. L'ambiente acustico dell'area vasta

Il comune di Sant'Antioco non ha provveduto alla classificazione acustica del territorio, quindi non si hanno valori di riferimento a cui associare le immissioni sonore prodotte dai lavori di ricerca.

Tuttavia l'analisi del livello Leq misurato durante lavorazioni similari a quelle in progetto indica valori Massimi di 85,4 dB(A). Se si considerano i valori limite delle immissioni sonore (DPCM 14/11/9) Leq in dB(A) per aree di tipo misto (classe III) ed in particolare per le ore diurne si ha un superamento di 25,4 dB(A). Tale valore si riferisce alla sorgente e non all'ambiente circostante.

Se si applica la relazione $L_{SP} = L_p - 20 \log r - 8$ (dB) valida per sorgenti puntiformi in campo libero si possono stimare gli effetti delle sorgenti sull'ambiente circostante.

In Tabella si riportano, a partire da una sorgente puntiforme di 85,4 dB(A), la stima della rumorosità a distanze di 8, 16, 32, 64, 128, e 256 m.

Distanza	Rumorosità
0	85,4
8	59,3
16	53,3
32	47,3
64	41,3
128	35,3
256	29,2
512	23,2

Dalla tabella si evince che già ad una distanza di 8 m dal punto di perforazione si ottengono valori inferiori ai limiti di immissione previsti dal DPCM 14/11/9 per aree ricadenti in classe III.

4.12 Vibrazioni

Nelle lavorazioni che producono scuotimenti, vibrazioni o rumori dannosi ai lavoratori, devono adottarsi i provvedimenti consigliati dalla tecnica per diminuirne l'intensità. A livello europeo, è stata pubblicata nel 1993 sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea una "Proposta di Direttiva del Consiglio sulle norme minime di sicurezza e salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici" n. 93/C77/02, successivamente modificata dalla Proposta di Direttiva n. 94/C230/03. Tale proposta riguarda l'esposizione professionale ad una serie di agenti fisici tra cui le vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano-braccio e al corpo intero e si inquadra nell'ambito delle Direttive sociali emesse in applicazione della direttiva quadro sui luoghi di lavoro 89/391/CEE. Va comunque tenuto presente che alcuni orientamenti sono stati già recepiti dal DPR 459/96 "Direttiva macchine" (recepimento della Direttiva Comunitaria 89/392/CEE), che adottata per le vibrazioni trasmesse al corpo intero e al sistema mano-braccio gli stessi livelli di azione assunti dalla Proposta di Direttiva sugli Agenti Fisici 93/C77/02. In mancanza di riferimenti di legge specifici, ai fini della valutazione dei rischi è necessario ricorrere alle norme di buona tecnica. Il principale riferimento per la misurazione e valutazione di rischio dell'esposizione professionale alle vibrazioni al sistema mano-braccio e al corpo intero è costituito dallo standard ISO. Nel tentativo di colmare l'attuale carenza di criteri valutativi ai fini della prevenzione del rischio da esposizione a vibrazioni, un rischio che determina il 4-5% delle malattie professionali indennizzate dall'INAIL, e in ottemperanza ad uno dei propri scopi istituzionali, ISPESL ha attivato uno specifico Gruppo di Lavoro, cui ha affidato l'incarico prioritario di proporre Linee Guida per la valutazione del rischio da esposizione a vibrazioni e la redazione dei rapporti di valutazione. Il presente documento è stato redatto in riferimento alle sopraccitate norme ed indicazioni. Il rischio da vibrazioni è presente in molte attività lavorative quali la guida di mezzi di trasporto terrestre, navale o aereo, l'utilizzo di macchine industriali, l'impiego di utensili o strumenti individuali ad elettricità o ad aria compressa animati da movimenti percussori (martelli pneumatici), rotatori (frese, trapani), misti (martelli perforatori). Esse possono trasmettersi, per contatto, all'uomo il quale può riceverne gli effetti solo in taluni distretti oppure nella sua totalità. Le vibrazioni originate dai mezzi di trasporto sono dovute sia alle oscillazioni impresse dal sistema di propulsione del mezzo (vibrazioni periodiche), sia dagli scuotimenti e dalle vibrazioni aleatorie lungo i tre assi, dovute alle irregolarità del terreno o della superficie su cui il mezzo si muove. Queste vibrazioni si trasmettono al conducente e ai passeggeri attraverso il pavimento o il sedile ed interessano tutto il corpo. Oltre agli effetti diretti sulle persone che utilizzano o lavorano sui mezzi di trasporto, le vibrazioni originate negli aeroporti, stazioni, ecc. possono interessare aree anche rilevanti di territorio intorno a queste strutture. In ambiente industriale possiamo distinguere fra sorgenti di

vibrazioni che si trasmettono a tutto il corpo dei soggetti esposti (ad esempio, quelle generate da presse, compressori, impianti di laminazione, ecc., che generano vibrazioni che si propagano attraverso pavimenti, pedane e sedili) e sorgenti di vibrazioni che, pur coinvolgendo in misura limitata tutto il corpo, interessano sostanzialmente il sistema mano-braccio (ad esempio nelle lavorazioni su banco, in cui il banco è isolato dal pavimento, ma si realizza pressoché costantemente un contatto diretto fra le apparecchiature e gli arti superiori del lavoratore, oppure nel caso di utilizzo di strumenti vibranti). Le vibrazioni possono trasmettersi per contatto all'uomo, il quale può avvertirne gli effetti nell'intero corpo o solo in taluni distretti di esso. L'azione delle vibrazioni sull'organismo assume caratteristiche diverse a seconda:

- del tipo di oscillazione: frequenza, accelerazione, durata, direzione di applicazione;
- delle caratteristiche meccaniche del corpo umano; frequenza caratteristica dei singoli organi (con i relativi fenomeni di risonanza), caratteristiche di smorzamento, impedenza e trasmissibilità dei tessuti o di altri ostacoli indossati o utilizzati dagli esposti;
- delle modalità di trasmissione: le vibrazioni possono investire il corpo umano nella sua totalità (attraverso basamenti o pedane in ambiente industriale o abitativo, attraverso pavimenti o sedili nei mezzi di trasporto), oppure essere localizzate a parti di esso (in genere al sistema mano-braccio, a causa dell'utilizzo di utensili vibranti).

Il corpo umano è una struttura notevolmente complessa e anche per quanto riguarda le vibrazioni, a causa delle diverse caratteristiche dei tessuti che lo compongono, presenta risposte diverse alle varie frequenze di risonanza dei vari organi ed apparati. A bassa frequenza, sotto 2 Hz, il corpo umano risponde come una massa unica e omogenea; a queste frequenze la muscolatura scheletrica, irrigidendo l'intero sistema, compensa facilmente la forza applicata; in questo range gli effetti sono direttamente proporzionali all'energia assorbita. A vibrazioni tra 2 e 80 Hz la muscolatura volontaria non riesce più a controllare i movimenti oscillatori delle varie parti del corpo. Esso si comporta non più come una struttura unica, ma come un insieme di masse suscettibili di movimento relativo, collegate tra di loro da strutture elastiche viscosi. Ogni componente (od organo) inoltre reagisce in modo diverso a seconda delle sue caratteristiche di massa, inerzia, frequenza caratteristica di risonanza ecc. Al di sopra degli 80 Hz le vibrazioni vengono efficacemente smorzate dai tessuti corporei e la zona interessata, con l'eventuale manifestazione di fenomeni simili a quelli descritti in precedenza, è limitata alle immediate adiacenze del punto di contatto con il corpo vibrante. Gli effetti sono diversi in funzione delle parti anatomiche di ingresso delle vibrazioni e, soprattutto, se interessano il corpo intero (vibrazioni generalizzate) o soltanto alcune parti (vibrazioni localizzate).

Definizioni

Si definiscono "vibrazioni" i movimenti oscillatori di un corpo aventi carattere ripetitivo nel tempo; come tutti i fenomeni di questo tipo, le vibrazioni sono caratterizzate da una frequenza, espressa in Hertz (Hz), e da un'ampiezza indicata in cm. Altri parametri tipici delle vibrazioni sono la velocità indicata in cm/s e l'accelerazione che si esprime in m/s^2 o in multipli di g (accelerazione di gravità - $1 g = 9,8 m/s^2$). Le oscillazioni caratteristiche delle vibrazioni possono essere libere o forzate, influenzate cioè da una forza esterna, come nel caso dell'utilizzo di strumenti vibranti da parte di un lavoratore. Le vibrazioni sono suddivise, in base agli strumenti o macchine che ne sono all'origine, in tre principali bande di frequenza:

- 0 - 2 Hz: oscillazioni di bassa frequenza, tipiche dei mezzi di trasporto;
- 2 - 20 Hz: oscillazioni di media frequenza, generate da macchinari ed impianti industriali;
- oltre i 20 Hz: oscillazioni di alta frequenza, tipiche degli strumenti vibranti utilizzati in moltissime attività lavorative.

Le vibrazioni possono essere differenziate, sotto il profilo fisico, in funzione della frequenza, della

lunghezza d'onda, dell' ampiezza, della velocità, dell' accelerazione. Il potenziale lesivo degli strumenti vibranti, tuttavia, è correlato quasi esclusivamente alla frequenza ed alla accelerazione. I mezzi di trasporto sono responsabili prevalentemente di vibrazioni a bassa frequenza (0-2 Hz), le macchine industriali producono vibrazioni a media frequenza (2-20 Hz), gli utensili individuali vibrazioni ad alta frequenza (> 20 Hz). Ai fini del Decreto legislativo 187/05, si intende per:

- a) vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio nell'uomo, comportano un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare, disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari;
- b) vibrazioni trasmesse al corpo intero: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare, lombalgie e traumi del rachide.

Considerazioni

In relazione all'attività oggetto di studio le vibrazioni sono quelle dovute ai mezzi di trasporto e quelle ai mezzi usati nelle attività di coltivazione.

4.13. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Radiazioni ionizzanti La definizione delle **Radiazioni Ionizzanti** fa riferimento all'effetto che producono sulla materia. La loro natura fisica può essere tuttavia molto diversa, infatti le radiazioni ionizzanti, chiamate anche comunemente "raggi", possono essere costituiti da: onde elettromagnetiche ad altissima frequenza (raggi gamma, raggi x); particelle elementari cariche, come elettroni (costituenti i raggi beta) e protoni, o neutre, come i neutroni; aggregati di particelle elementari (come la radiazione alfa, costituita da particelle formate da due protoni e da due neutroni, in pratica nuclei di elio), frammenti di nuclei pesanti. Tutti questi tipi di radiazione trasportano energia. Nel caso in cui la radiazione sia costituita da particelle dotate di massa è facile immaginare l'energia trasportata come energia cinetica delle particelle medesime. Nel caso della radiazione di natura elettromagnetica, il flusso di energia è la radiazione medesima. A differenza però di quanto l'espressione "flusso di energia" fa pensare, l'energia elettromagnetica è emessa dalle sorgenti di radiazione e assorbita dalla materia, per quantità finite, "pacchetti" di energia, chiamati fotoni. Anche la radiazione ionizzante di natura elettromagnetica ha dunque un carattere corpuscolare: le particelle non sono però masse materiali, ma grani di energia. Si indica come energia della radiazione ionizzante elettromagnetica (x, gamma) la quantità di energia contenuta in un fotone della radiazione, ovvero l'unità di scambio energetico di tale radiazione con la materia. L'intensità della radiazione è invece collegata al flusso complessivo di energia trasportata, ovvero al numero di fotoni. Una radiazione elettromagnetica può essere intensissima, ma non avere alcun effetto ionizzante, se i fotoni di cui essa è costituita non hanno energia sufficiente a produrre l'effetto di ionizzazione. È quello che capita, per esempio, in un forno a microonde, o in prossimità di un faro luminoso, o della piastra riscaldante di una stufa. Tutti esempi di sorgenti di radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti, rispettivamente di microonde, luce visibile e raggi infrarossi. Il confine tra radiazione elettromagnetica ionizzante e non ionizzante è posto convenzionalmente ad un'energia dei fotoni di 13,7 elettronvolt (eV), che è l'energia di legame nello stato fondamentale dell'unico elettrone dell'atomo di idrogeno. Si ha comunemente a che fare con radiazioni x di migliaia di eV, e con radiazioni (di centinaia di migliaia o di milioni di eV. Valori apparentemente molto grandi. In realtà, l'eV è un'unità di misura dell'energia piccolissima, su scala ordinaria. L'energia di un fotone di 1 milione di eV (1 MeV) è dell'ordine di un deci-milli-miliardesimo di joule, dove il joule è l'energia necessaria per sollevare il peso di un chilogrammo di dieci centimetri.

Radiazioni non ionizzanti

Da sempre sulla terra è presente un fondo naturale di radiazione elettromagnetica non ionizzante

dovuto ad emissioni del sole, della terra stessa e dell'atmosfera. Il progresso tecnologico ha aggiunto a questo fondo naturale un contributo sostanziale dovuto alle sorgenti legate alle attività umane. L'uso sempre crescente delle nuove tecnologie ha infatti portato, negli ultimi decenni, ad un aumento, sul territorio nazionale, della presenza di sorgenti di campo elettrico, campo magnetico e campo elettromagnetico, rendendo sempre di maggiore attualità la problematica dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti (NIR). Le principali sorgenti artificiali di campi elettromagnetici nell'ambiente sono gli impianti per radiotelecomunicazione e quelli per il trasporto e la distribuzione di energia, che operano a frequenze comprese tra 0 e 300 GHz e precisamente: i sistemi di produzione – distribuzione - utilizzo dell'energia elettrica interessano l'intervallo di frequenza da 0 a 300 Hz ed i campi elettromagnetici da essi prodotti sono comunemente chiamati ELF (campi a frequenza estremamente bassa); gli impianti per le radiotelecomunicazione generano campi elettromagnetici RF (campi a radiofrequenza o alta frequenza) e riguardano l'intervallo di frequenza da 100 kHz a 300 GHz. Il termine di radiazioni non ionizzanti (NIR, *Non Ionizing Radiations*) si riferisce a quelle forme di radiazione elettromagnetica, quali onde radio, microonde, infrarosso, visibile ed ultravioletto, che, interagendo con gli atomi della materia, non ne producono la ionizzazione. Tali radiazioni possiedono un'energia minore di 10 eV, che rappresenta, in effetti, la minima energia necessaria per la ionizzazione di un atomo. Si può anche parlare di lunghezza d'onda della radiazione, che si estende da circa 125 nm a svariati chilometri. Per comprendere i danni prodotti sull'organismo umano da una radiazione non ionizzante è necessario ricordare che ad ogni radiazione è associata una ben determinata energia. Tenendo conto che una radiazione elettromagnetica è formata da un campo magnetico e da un campo elettrico oscillanti e fra loro perpendicolari e, a loro volta, perpendicolari alla direzione di propagazione dell'onda, l'energia trasportata dall'onda è espressa da una grandezza fisica chiamata vettore di Poynting il quale rappresenta l'energia che attraversa, nell'unità di tempo, una superficie normale alla direzione di propagazione dell'onda incidente. L'unità di misura è il W/m^2 . Quando una radiazione elettromagnetica urta un ostacolo, una parte dell'onda incidente viene riflessa ed una parte trasmessa all'interno del materiale. In questo ultimo caso, nel materiale sono presenti campi magnetici ed elettrici, oscillanti con una frequenza tipica della radiazione stessa, che interagiscono con gli atomi e le molecole della materia attraversata cedendo una parte della loro energia. I meccanismi con cui l'energia viene ceduta dipendono dalla frequenza dell'onda incidente e dalle caratteristiche dei materiali attraversati. Gli effetti di tale cessione d'energia sono diversi in base al materiale attraversato, in particolare se il materiale è un isolante o un conduttore. In un materiale non perfettamente isolante le cariche elettriche sono legate alle molecole a cui appartengono e non possono muoversi se non entro certi limiti. Se viene applicato un campo elettrico esterno oscillante, le cariche tendono a seguire il campo, entrando a loro volta in oscillazione. In tal modo si genera un movimento con conseguente aumento di energia meccanica che si trasforma in energia termica ed al tempo stesso diminuisce l'energia dell'onda incidente. In generale, all'aumentare della frequenza dell'onda incidente aumenta la cessione di energia e l'onda viene assorbita sempre più in superficie. Ad esempio, un'onda di 100 MHz può penetrare il tessuto umano molle sino ad una profondità di poco più di 10 cm, mentre per una frequenza di 10.000 MHz il potere di penetrazione è appena superiore ad un centimetro. La seguente tabella fornisce i valori della profondità di penetrazione, espressa in centimetri, in alcuni tessuti biologici, in funzione della frequenza in MHz.

Tipo di tessuto	Frequenza (MHz)		
	100	200	400
Cristallino	9,42	4,39	4,23
Tessuto adiposo	20,45	12,53	8,52
Tessuto muscolare	3,451	2,32	1,84
Sangue	2,86	2,15	1,787
Pelle	3,765	2,78	2,18

Nel caso di un materiale conduttore la situazione è totalmente diversa poiché gli elettroni di conduzione sono liberi di muoversi e nel corpo stesso si generano correnti indotte quando è posto in un campo elettromagnetico. L'effetto di queste correnti genera produzione di calore per effetto Joule. La tabella di seguito riportata riassume i principali effetti prodotti sul corpo umano dalle radiazioni non ionizzanti.

Parte dello spettro ottico	Meccanismi rilevanti d'interazione	Effetti sanitari
Radiazione ultravioletta UVA, UVB, UVC (da 180 a 400 nm)	Alterazioni fotochimiche di molecole biologicamente attive come DNA, lipidi e proteine.	Eritema acuto, cheratite, congiuntivite, cataratta, fotoretinite, invecchiamento accelerato della pelle, cancro della pelle
Radiazione visibile (da 380 a 600 nm).	Alterazioni fotochimiche di molecole biologiche nella retina.	Fotoretinite ("danno da luce blu")
Radiazione visibile e nel vicino infrarosso (IRA) (da 400 a 1.400 nm).	Attivazione o inattivazione termica	Danno termico: ustioni di pelle e retina
Radiazione nell'infrarosso intermedio (IRB) e lontano (IRC) (da 3 µm a 1 mm).	Attivazione o inattivazione termica. Coagulazione	Danno termico: ustioni di pelle e cornea, cataratta. Denaturazione termica di proteine. Coagulazione/necrosi dei tessuti.
Radiazione laser (da 180 nm a 1 mm)	Fotochimico, fototermico, fotoacustico, durata dell'esposizione < 100µ s. Fotoablattivo, durata dell'esposizione < 100 ns. Formazione di bolle o di plasma (cambio di fase). Effetti ottici non lineari.	Danneggiamento di tessuti. Ustioni della pelle. Ustioni oculari. Vaporizzazione di tessuti.
Campi elettrici statici	Cariche elettriche superficiali	Effetti di fastidio. Scosse.
Campi magnetici statici	Induzione di campi elettrici in fluidi in movimento ed in tessuti	Effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale.
Campi elettrici variabili nel tempo (fino a 10 MHz)	Cariche elettriche superficiali. Induzione di campi elettrici e correnti elettriche.	Effetti di fastidio. Scosse elettriche e ustioni. Stimolazione di cellule nervose e muscolari; effetti su funzioni del sistema nervoso.
Campi magnetici variabili nel tempo (fino a 10 MHz)	Induzione di campi elettrici e correnti elettriche.	Stimolazione di cellule nervose e muscolari; effetti su funzioni del sistema nervoso
Campi elettromagnetici (da 100 kHz a 300 GHz)	Induzione di campi elettrici e correnti elettriche; assorbimento di energia nel corpo. > 10 GHz: assorbimento superficiale di energia. Impulsi < 30 µs, da 300 MHz a 6 GHz, propagazione di onde termoacustiche.	Riscaldamento superficiale eccessivo. Fastidio per l'effetto acustico delle microonde.

Considerazioni

Per le caratteristiche del progetto proposto non si prevede, in fase di coltivazione produzione di radiazioni non ionizzanti così come definiti in precedenza.

4.14. Paesaggio

Il paesaggio dell'area su cui insiste il permesso di ricerca, soprattutto lungo le superfici pianeggianti presenta segni evidenti di antropizzazione dovuti a marcati interventi di trasformazione agricola. Nel sito in esame sono presenti numerosi fabbricati rurali a servizio dei fondi agricoli e non si segnalano, invece, insediamenti abitativi concentrati, fatta esclusione del centro di Maladroxia.

4.15. Aree, componenti, fattori ambientali, loro relazioni ed eventuali criticità

Al fine di tenere sotto controllo le dinamiche evolutive dei differenti aspetti ambientali determinate dall'innesto dell'attività mineraria nel contesto in questione, occorre predisporre azioni e/o reti di monitoraggio per i punti di criticità evidenziati sopra ossia:

1) suolo e sottosuolo: la criticità è riconducibile alla realizzazione delle piste e delle piazzole. L'azione da predisporre consiste nel contenere al minimo l'area di interesse, asportando ed accantonando il suolo per il successivo ripristino da attuarsi al termine dei singoli lavori di perforazione.

2) Uso del suolo: le criticità sono elevate ma limitate alle sole superfici interessate dalla realizzazione delle piazzole e delle piste. Le azioni mirate alla mitigazione degli impatti consistono in una preliminare asportazione e successivo riutilizzo del suolo al termine dei lavori di ricerca.

3) Idrografia: la criticità è bassissima e riconducibile all'inserimento nel reticolo delle acque emunte durante le prove di portata da eseguirsi nei singoli pozzi pilota.

4) Flora: il fattore di criticità è rappresentato dalla necessità d'asportazione del suolo. L'azione di mitigazione prevede l'accantonamento del suolo ed il ripristino delle essenze vegetali al termine dei lavori.

5) Fauna: il fattore di criticità è rappresentato dall'allontanamento temporaneo della fauna a causa della rumorosità del sito e dell'attività umana. L'esperienza presso altri cantieri simili induce a credere che, trascorso un certo periodo d'ambientamento, gli animali riprenderanno a frequentare l'area circostante il sito.

6) Rumore: non si ravvisano particolari elementi di criticità in quanto il permesso di ricerca e in particolare l'ubicazione dei pozzi pilota è sufficientemente lontana dai centri abitati (Maladroxia).

7) Qualità dell'aria: l'elemento di criticità è costituito dalle emissioni prodotte dai motori in esercizio e polveri generate durante i lavori di perforazione. Non mancheranno, comunque, le azioni di prevenzione, quali, per esempio, l'uso di mezzi che rispettano la normativa sulle emissioni e di tecnologie moderne e/o accorgimenti per l'abbattimento delle polveri.

8) Paesaggio: l'elemento critico è individuato, limitatamente alla durata dei lavori di ricerca, dalla presenza dei mezzi d'opera e dalla realizzazione di piste e piazzole di perforazione.

Le azioni proposte per mitigare le modificazioni indotte sono riconducibili al ripristino ambientale previsto contestualmente ai lavori di ricerca.

9) Beni archeologici e culturali: all'interno dell'area di pertinenza del permesso minerario si evidenzia la presenza di tre nuraghi, ma tutti a più di 100 metri dai tre punti di perforazione.

10) Viabilità: l'elemento di criticità individuato consiste nel traffico indotto dall'esercizio dell'attività di ricerca. La rete viaria esistente non necessita di modifiche ad esclusione della realizzazione di alcune piste a partire dalla rete viaria esistente, necessarie a raggiungere le piazzole di perforazione.

11) Salute pubblica: l'elemento di criticità è determinato dal rumore e dal sollevamento di polveri causato dai mezzi operativi.

4.16. Stima qualitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale

Gli impatti ambientali potenziali derivanti dall'attività di coltivazione sono ben noti grazie alle esperienze acquisite ed agli studi pregressi. La definizione di "impatto potenziale" comprende l'insieme degli effetti sull'ambiente correlati all'attività in questione; mentre "gli impatti reali" sono quelli associati alle caratteristiche dimensionali ed operative dell'attività di coltivazione. Sotto questo aspetto l'impatto potenziale può trovare condizioni idonee per trasformarsi in impatto reale. Gli effetti sulle componenti ambientali possono essere diretti o indiretti, mentre dal punto di vista dell'estensione cronologica dell'attività possiamo suddividere gli impatti in temporanei o permanenti. Il presente capitolo fornisce una descrizione degli impatti potenziali e reali che l'attività

in parola indurrà sulle differenti componenti ambientali individuate.

4.16.1. Atmosfera

Impatti potenziali

La loro origine è duplice. Una fonte è costituita dalle emissioni gassose prodotte dai mezzi meccanici impegnati nelle lavorazioni di ricerca e dal gruppo elettrogeno durante le prove di emungimento. La seconda sorgente è composta dalle polveri sollevate durante le fasi di transito dei mezzi nelle piste, e da quelle sollevate durante la perforazione (si tratta di perforazioni a distruzione di nucleo con circolazione d'aria). L'interazione di queste fonti con l'atmosfera dipende da fattori climatici quali direzione ed intensità dei venti, grado di umidità, temperatura, piovosità.

Impatti reali

La concentrazione nell'atmosfera dei gas di scarico dei mezzi meccanici e del gruppo elettrogeno è fortemente correlata alle dimensioni delle particelle. Quelle che hanno un diametro superiore a 50 micrometri precipitano piuttosto velocemente e danno luogo a fenomeni di inquinamento in un raggio piuttosto ristretto. Al contrario, le particelle più piccole possono fluttuare in sospensione per tempi molto lunghi, fintantoché urti casuali e forze di attrazione non ne provocano l'agglomerazione in masserelle sempre più grandi che si depositano al suolo. Le polveri PM10 possono rimanere in sospensione per circa 12 ore, mentre le particelle con diametro inferiore ad 1 micrometro possono depositarsi anche dopo un mese. La dispersione delle polveri durante la perforazione è influenzata dalla granulometria del materiale. Nel caso specifico si tratta di materiali fini prodotti dall'azione meccanica esercitata dal martello (posto a fondo foro) portati a giorno dalla circolazione diretta dall'aria introdotta a pressione.

Considerazioni

L'analisi innanzi esposta consente di asserire quanto segue:

- poiché i lavori di ricerca saranno concentrati nei mesi invernali o primaverili, stagioni ad elevata umidità e piovosità l'impatto è limitato umidità ed elevata ventosità (relativamente alla zona);
- la distribuzione di polveri e gas di scarico è controllata dai venti dominanti, in prevalenza quelli dei quadranti settentrionali SW e N rispettivamente maestrale e tramontana) e solo subordinatamente da quelli degli altri quadranti. In tali condizioni di ventosità le polveri come i gas di scarico tendono ad essere trasportati verso il mare;
- i centri di emissione seguono quello che è il programma di perforazione dei pozzi pilota;
- la durata degli impatti è "temporanea", limitata al periodo di ricerca che è stimata in 2 mesi.

Nel complesso gli impatti sono estremamente limitati addirittura nulli, oltretutto essendo l'opera di piccola estensione, avranno esclusivamente valenza locale e nessuna incidenza sul quadro climatico.

Interventi di mitigazione

Nonostante le motivazioni addotte poc'anzi, si ricorrerà alla migliore tecnologia per mitigare gli impatti. In particolare si procederà ai seguenti interventi:

- si farà ricorso a mezzi meccanici ad elevata produttività, bassi consumi e basse emissioni, in completo accordo con le normative vigenti.
- Nel corso dei lavori di perforazione si utilizzeranno metodi di abbattimento delle polveri come aspiratori e/o accorgimenti tali da ridurre drasticamente la produzione di polveri.

4.16.2. Ambiente idrico

Impatti potenziali sulle acque superficiali

Il principale tipo di impatto potenziale è legato all'alterazione delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque. In termini generali ciò si esplica con una variazione del grado di torbidità, delle caratteristiche chimiche ed organolettiche, generate dall'immissione nel corpo idrico di materiali fini ed altre sostanze prese in carico dalle acque di dilavamento provenienti dalle piazzole di perforazione.

Impatti potenziali sulle acque sotterranee

Gli impatti sul sistema idrico sotterraneo è riconducibile ai lavori di perforazione dei pozzi pilota che possono mettere in contatto le diverse falde presenti.

Impatti reali sulle acque superficiali

Gli impatti reali sono legati alla reimmissione di acqua derivante dalle prove di emungimento da eseguire nei tre pozzi pilota.

Impatti reali sulle acque sotterranee

L'impatto reale coincide con quello potenziale.

Interventi di mitigazione

Soluzioni atte ad ovviare tutti i problemi prospettati:

- durante la perforazione si procederà ad isolare le falde di scarso interesse attraverso la cementazione dei relativi tratti di foro. Tale accorgimento, ampiamente utilizzato, consente di impedire il mescolamento delle acque di falda

4.16.3. Sottosuolo e suolo

Impatti potenziali sul sottosuolo

Per quanto riguarda il sottosuolo le attività di ricerca non comportano impatti. Anche se la realizzazione di tre pozzi interessano il sottosuolo le loro caratteristiche dimensionali e di esecuzione sono tali da far escludere qualsiasi impatto.

Impatti potenziali sul suolo

Si può lamentare esclusivamente un unico tipo di impatto rappresentato dalla realizzazione delle piste e delle piazzole di perforazione. Tali realizzazioni comportano locali asportazioni del suolo e/o seppellimento dello stesso con materiale idoneo al transito dei mezzi d'opera:

Anche qui prevalgono due tipi di impatto:

Impatti reali sul sottosuolo

Non sono previsti impatti sul sottosuolo.

Impatti reali sul suolo

L'impatto sul suolo è limitato alle superfici interessate dalla realizzazione delle piste e piazzole. Dai calcoli tali superfici ammontano a 1500 m². Considerando che il permesso di ricerca si estende su 300 ha l'impatto si può considerare irrilevante.

Considerazioni

Siamo in presenza di impatti inesistenti per quanto concerne il sottosuolo e di impatti temporanei riguardanti il suolo. Gli impatti transitori (degradazione e asportazione del suolo) prevedono, con opportuni accorgimenti, il ripristino dei luoghi al termine dei lavori di estrazione.

Interventi di mitigazione

Gli interventi di mitigazione degli impatti sulla risorsa suolo prevedono l'asportazione del suolo preliminarmente alla realizzazione delle piste e delle piazzole ed il loro stoccaggio provvisori

(massimo 2 mesi), in attesa del reimpiego nei lavori di ripristino.

4.16.4. Vegetazione e fauna ed ecosistemi

Impatti potenziali

Alla base di una definizione razionale di ecosistema sta l'osservazione che nessun organismo vive nell'isolamento, bensì è in relazione sia con l'ambiente fisico-chimico che lo circonda sia con altri esseri viventi.

Dall'altra ogni essere vivente, essendo oltre che soggetto attivo anche soggetto passivo di queste interazioni, trova proprio in esse un limite alla capacità di sopravvivere e riprodursi. L'attività mineraria comporta l'alterazione della complessa rete di relazioni tra gli organismi e tra questi e l'ambiente fisico-chimico. Le interferenze dovute all'attività in progetto che possono creare ripercussioni negative per l'ecosistema sono di seguito enumerate:

- alterazione dello stato fisico-chimico del suolo;
- modificazioni morfologiche del paesaggio;
- alterazione del chimismo delle acque;
- variazioni del percorso dei corsi d'acqua;
- variazioni nel trasporto solido dei corsi d'acqua;
- variazioni delle portate dei corsi d'acqua;
- alterazione del manto vegetale;
- allontanamento della fauna.

Impatti reali

Gli impatti sono legati esclusivamente alla realizzazione delle piste e delle piazzole di perforazione ed alla presenza umana nonché dalla rumorosità intrinseca alle lavorazioni previste.

Interventi di mitigazione

Si prevedono i seguenti interventi di limitazione degli impatti:

- asportazione del suolo in corrispondenza di piazzole e piste e successivo reimpiego nelle fasi di ripristino;
- riduzione del rumore con l'impiego di macchine a bassa rumorosità

Considerazioni conclusive

L'area di interesse è inserita tra i S.I.C. (*Siti di Interesse Comunitario*) e Z.P.S. (*Zone di Protezione Speciale*) rispettivamente ITB042220 "Serra Is Tres Portus" e ITB "Isola di Sant'antioco"

Abbiamo visto che la località oggetto di studio è situata grosso modo nella parte sud-orientale dell'isola di S. Antioco; tale territorio dal punto di vista ecosistemico è stato classificato come ecosistema costiero.

La collocazione geografica, gli aspetti climatici, vegetazionali e faunistici del territorio esaminato, lo rendono tipico rispetto al resto della fascia costiera della Sardegna, questa tipicità è strettamente condizionata dalla presenza del mare aperto, dalla limitatezza territoriale e dalle modificazioni apportate dall'uomo nel passato (disboscamento, incendi, rimboschimenti e sovrapascolamento).

Le interferenze antropiche hanno in parte modificato le originarie condizioni del territorio e per quanto tali fenomeni siano limitati sono evidenti le alterazioni apportate.

L'ecosistema costiero studiato non ha messo in evidenza la presenza di elementi peculiari e/o particolarmente sensibili tali da evidenziare impatti significativi alle componenti che lo caratterizzano per opera delle trivellazioni.

Anche l'unità C *Ecotopo della macchia rada, delle aree rocciose e dei pascoli incolti*, non evidenzia particolari difficoltà ad assimilare le operazioni di trivellazione, sottolineando che in ogni caso l'intervento sarà minimo ed inoltre situato in punti di facile accesso, 1 in prossimità di una strada (P.zo 3) e 2 (P.zo 1 e 2) ai lati di un sentiero con la conseguenza di non frammentare tale unità.

Tutti gli altri ecotopi non sono interessati dalle opere di trivellazione, mentre si dovranno attuare tutte le misure necessarie ad evitare eventuali dispersione eccessiva di polveri e/o materiali di cantiere.

4.16.5. Salute pubblica

Impatti potenziali

Tra tutte le componenti ambientali la salute pubblica riveste il maggior interesse in quanto collegata al benessere dell'individuo e della collettività. I potenziali pericoli per la salute possono derivare da:

- rumore vibrazioni,
- polveri e gas di scarico,

Impatti reali

Premesso che la zona circostante l'area di permesso, è frequentata in ore diurne, solamente dai lavoratori del settore agro zootecnico si precisa che la natura del minerale oggetto di ricerca è tale da non comportare alcun pericolo per la salute pubblica. Inoltre, come evidenziato nel capitolo inerente l'atmosfera, i venti dominanti provengono da NW e N, ossia con direzione verso aree, scarsamente popolate, e quindi non interessate da diffusioni di polveri. Non è prevista la produzione di vibrazioni, mentre il livello di rumorosità sarà compreso nei limiti previsti dalla normativa per le aree classificate

Considerazioni

Quanto appena esposto autorizza a ritenere pressoché insignificanti i livelli di esposizione dei non addetti ai lavori alle conseguenze dell'attività di ricerca. Il discorso va impostato diversamente per le maestranze essendo queste in continuo contatto con polveri, gas di scarico e rumore ed altri pericoli connessi alla natura dei lavori. Il Documento di Sicurezza e Salute (D.lgs. 624/96) affronta dettagliatamente il caso dei lavoratori, tuttavia, in questa sede è possibile accennare alcuni strumenti di tutela per la salute delle maestranze.

Interventi di mitigazione

- Si farà ricorso a mezzi meccanici ad elevata produttività, bassi consumi e basse emissioni, in completo accordo con le normative vigenti;
- nel corso dei lavori di perforazione si adotteranno tecnologie moderne e/o accorgimenti tali da consentire l'abbattimento delle polveri;
- ciascun lavoratore sarà dotato di mascherine antipolvere e cuffie antirumore.

4.16.6. Rumore e vibrazioni

Impatti potenziali

Il clima acustico influenza notevolmente la qualità della vita di persone e animali, inducendo situazioni di stress quando si superano i limiti di tollerabilità per intensità tonale o per durata dell'evento. Le potenziali fonti di disturbo possono essere individuate nei seguenti fattori: impiego di materiale detonante; rumori generati dai lavori per la realizzazione dei pozzi pilota.

Impatti reali

La rumorosità è strettamente legata alle attività di perforazione e dei mezzi impiegati i valori massimi riscontrabili nei punti di perforazione dei pozzi pilota.

Considerazioni

Tenuto conto che la durata dei lavori si estenderà complessivamente per circa 60 giornate lavorative, ciascuna della durata di 8 ore e nel solo periodo diurno gli impatti sono molto limitati. Complessivamente considerate tutte le attività svolte per l'esecuzione dei pozzi si raggiungono valori di Leq di 85,4 dB(A)

Interventi di mitigazione

Saranno adottati macchinari a bassa rumorosità.

4.16.7. Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Impatti potenziali delle radiazioni ionizzanti

Tra tutte le fonti di inquinamento a cui può essere sottoposto l'uomo, quella da radiazioni ionizzanti è la più subdola in quanto non abbiamo organi sensoriali che ne percepiscano la presenza. I danni che derivano dall'esposizione a radiazioni sono i seguenti:

- alterazioni all'apparato riproduttivo, in quanto il patrimonio genetico può essere danneggiato dall'esposizione a radiazioni;
- lesioni al midollo osseo, in quanto le cellule del sangue sono molto sensibili a questo tipo di radiazioni;
- lesioni alla pelle che possono portare alla degenerazione neoplastica dei tessuti.

Impatti potenziali delle radiazioni non ionizzanti

I rischi specifici legati all'emissione di onde radio e di microonde sono legati all'interazione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con il mezzo costituente il corpo umano. I danni biologici sono attribuibili alle seguenti cause:

- per frequenze inferiori a 15 MHz, corrispondenti a una lunghezza d'onda di 20 m, molto superiore alle dimensioni del corpo umano, l'energia elettromagnetica si trasforma in calore per effetto Joule prodotto dalle correnti indotte nei tessuti. In queste condizioni è chiaro che più la frequenza dell'onda incidente è bassa più grande è la profondità di penetrazione e maggiore risulta il coinvolgimento degli organi profondi del corpo umano.
- Un anomalo innalzamento del livello termico del corpo può sollecitare i meccanismi di termoregolazione sino ad indurre la morte per lesioni causate da ipotermia.
- L'occhio è un organo molto sensibile al calore prodotto dall'assorbimento della radiazione elettromagnetica. Infatti, poiché l'occhio è scarsamente irrorato dalle vene, il calore assorbito stenta a dissiparsi tramite aumento della temperatura locale; ciò può provocare cataratte o distacco della retina.
- Piccole variazioni termiche all'interno dell'organismo possono anche determinare situazioni anomale nel sistema cardiocircolatorio, come aumento del flusso sanguigno, vasodilatazione e aumento della pressione nei capillari.
- Esistono anche degli effetti atermici che sembrano essere associati alla durata dell'esposizione, questi si manifestano come cefalee, astenie, crampi muscolari, inappetenze, sonnolenza e affaticamento generale.

Impatti reali

Per le caratteristiche del progetto proposto non si prevede, sia in fase di coltivazione che di trattamento del minerale, produzione di raggi ionizzati e non ionizzati.

4.16.8. Paesaggio

Impatti potenziali

Il principale impatto di una ricerca mineraria consiste e direttamente correlato alle attività di ricerca che si esplica con la realizzazione di sondaggi geognostici. Quindi si possono ricondurre alla

presenza delle macchine operatrici elusivamente nel periodo di ricerca 2 mesi.

Impatti reali

Coincidono con quelli potenziali.

Considerazioni

Le interferenze con il paesaggio saranno limitate al periodo di attività,

Interventi di mitigazione

Relativamente a quanto riguarda piazzole e piste queste saranno ripristinate al termine della ricerca.

4.17. Stima quantitativa degli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale

La caratterizzazione dell'ambiente comporta l'identificazione dei principali fattori ambientali, sia naturali che antropici, in base alle indicazioni fornite dal D.P.C.M. 27 dicembre 1988 (Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 Agosto 1988, n. 377), per poi approfondire l'analisi delle componenti ambientali maggiormente sensibili interessate dalla realizzazione dell'opera.

Teoria

La metodologia delle matrici dà buoni risultati interpretativi e permette nel contempo di prendere in considerazione anche aspetti non strettamente ambientali, come i fattori biologici e quelli antropici, che altrimenti sarebbero di difficile lettura o rappresentazione, data la loro complessità e correlazione. Le matrici, inoltre, permettono di effettuare una valutazione quantitativa alquanto attendibile, significativa e sintetica. Esse mettono in relazione due liste di controllo (componenti ambientali e fattori ambientali, come per esempio componente Vegetazione e fattore Precipitazioni) ed il loro scopo principale è quello di stimare l'entità dell'impatto elementare di un intervento su ogni componente. Le magnitudo minima e massima possibili sono indicate in modo da ottenere un intervallo di valori con cui confrontare l'impatto elementare dell'opera in oggetto calcolato in quel contesto ambientale e territoriale. Le matrici consentono anche di: individuare quali siano le componenti ambientali più colpite, sulle quali si dovranno concentrare gli studi delle mitigazioni possibili; rappresentare i risultati dello sviluppo matriciale relativo ai possibili impatti elementari sotto forma di istogrammi di semplice lettura e facile interpretazione, che consentono una partecipazione più ampia anche da parte di soggetti non esperti.

I passaggi più importanti dell'uso delle matrici si possono sintetizzare in:

- Identificazione delle componenti ambientali.
- Identificazione dei fattori.
- Stima dei fattori.
- Calcolo dell'influenza ponderale dei fattori sulle componenti ambientali.
- Valutazione degli impatti su ciascuna componente.

- Identificazione delle componenti ambientali.

Le componenti ambientali prese in considerazione sono: **a) atmosfera:** qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica (piovosità, temperatura, ventosità); **b) ambiente idrico:** acque sotterranee e acque superficiali (dolci, salmastre e marine), considerate come componenti, come ambienti e come risorse; **c) suolo e sottosuolo:** intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame, ed anche come risorse non rinnovabili; **d) vegetazione, flora, fauna:** formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali; **e) ecosistemi:** complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti, che formano un sistema unitario e identificabile (quali un lago, un bosco, un fiume) per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale; **f) salute pubblica:** come individui e comunità; **g) paesaggio:** aspetti morfologici e culturali del

paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni culturali. Per quanto riguarda rumore, vibrazioni, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti nonostante il D.P.C.M. 27 dicembre 1988 li consideri come componenti ambientali nel presente studio per l'individuazione degli impatti verranno considerati come fattori.

- Identificazione dei fattori ambientali

Fattori che influenzano la qualità dell'aria e la climatologia

1. Polveri
2. Fumi
3. Precipitazioni
4. Temperatura
5. Ventosità

Fattori che influenzano le condizioni idrografiche, idrologiche e idrauliche

6. Modificazioni del drenaggio superficiale.
 7. Modificazioni del flusso delle acque sotterranee.
 8. Emissioni nell'ambiente idrico.
- Fattori che influenzano le condizioni geolitologiche e geostrutturali

9. Alterazioni morfologiche della topografia.
10. Movimentazione dei mezzi.

Fattori che influenzano la vegetazione

11. Degradazione del suolo
- Altri aspetti

12. Ubicazione ed esposizione geografica
13. Rumore
14. Vibrazioni
15. Radiazioni ionizzanti

- Stima dei fattori.

Polveri

Data la tipologia di materiali fini prodotti durante le attività di perforazione, il regime anemometrico e la scelta di processo (a umido) si prevede un'emissione contenuta di polveri nell'atmosfera

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 2
----------------------	-----------------------	---------------------

Fumi

L'attività in progetto determinerà emissioni prodotte dai motori in esercizio (generatore, escavatori, pala meccanica, macchina perforatrice e veicoli). Tutte le attività si svolgeranno con l'impiego di macchine operatrici a basse emissioni.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Precipitazioni

Dall'analisi dei dati sulle precipitazioni, registrati nella stazione di Sant'Antioco, si evince che la

precipitazione media annua, calcolata con i valori mensili, è di 602, 5 mm e che il mese più piovoso risulta Dicembre con 96, 7 mm e quello più arido risulta Luglio con 1, 2 mm.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Temperatura

Dall'analisi dei dati sulle temperature, registrate nella stazione di Sant'Antioco, si evince che la temperatura media annua, calcolata con i valori mensili, è 17, 5 °C. Inoltre, i mesi più freddi sono Gennaio e Febbraio con 11, 5 °C e quello più caldo è Agosto con 24, 8 °C. Nei 69 anni di osservazione l'anno più caldo è il 1989 con valori medi di 18, 6 °C e quello più freddo è il 1991 con 16, 4 °C.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Ventosità

Dalla distribuzione dei venti si desume che nel settore di Carloforte, si ha un prevalere dei venti con direzione N-S rispetto a quelli degli altri settori che, pur raggiungendo apprezzabili velocità, mostrano minori frequenze; hanno un'intensità massima compresa tra 15 e 20 m/s, mentre quelli più frequenti (7. 92 %) hanno velocità comprese tra 5 e 10 m/s. Le calme registrate non superano il 10. 07 delle osservazioni %. Il regime anemometrico è ininfluenza sulle attività di ricerca.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 2
----------------------	-----------------------	---------------------

Modificazione del drenaggio superficiale

Le attività di ricerca non prevedono interventi di modificazione del reticolo idrografico e quindi del drenaggio superficiale. Fenomeni di modificazione del deflusso delle acque superficiale, anche se in maniera limitata, si possono riscontrare in corrispondenza delle piste e delle piazzole di perforazione.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Modificazione del flusso delle acque sotterranee

L'attività di perforazione può mettere in contatto falde diverse causando la miscelazione di acque con caratteristiche chimico-fisiche differenti. Tuttavia la corretta esecuzione dei pozzi con cementazione delle falde non produttive elimina tale problematica.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Emissioni nell'ambiente idrico

Le uniche acque che vengono reimmesse nel reticolo idrografico sono rappresentate da quelle emunte durante le prove di portata. Queste acque, classificabili come minerali termali di bassa temperatura, sono caratterizzate da quantità e da un chimismo tale da non generare impatti sul reticolo idrografico e sui suoli limitrofi.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Alterazioni morfologiche della topografia

Per sua natura i lavori di ricerca non producono modificazioni morfologiche del paesaggio a causa delle scarse superfici interessate comunque ripristinate al termine dei lavori.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 2	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Movimentazioni dei mezzi

Per la natura della ricerca mineraria non sono previste movimentazioni di mezzi nella rete viaria esistente ad esclusione dei mezzi pesanti all'inizio delle attività ed al loro termine.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 2
----------------------	-----------------------	---------------------

Degrado del suolo

Il degrado del suolo è limitato all'area delle piste e delle piazzole che saranno interessate da riporti di materiale idoneo al transito dei mezzi pesanti.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 5	Magnitudo opera = 3
----------------------	-----------------------	---------------------

Ubicazione ed esposizione geografica

L'area interessata dal permesso ricade, se si esclude l'abitato di Maladroxia, in un settore a bassa densità abitativa specie nel periodo invernale e primaverile.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 5	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Rumore

Le uniche sorgenti sonore che si aggiungeranno alla situazione preesistente sono rappresentate dai mezzi meccanici ed in particolare la macchina perforatrice e l'impianto di produzione dell'aria compressa. Ne consegue che la rumorosità è limitata all'area del cantiere operativo. L'area interessata dal possibile impatto acustico è limitata al solo cantiere operativo. L'impatto sulle specie animali varia da specie a specie, ma al periodo di allontanamento segue la fase di assuefazione e la ripresa della frequentazione dei luoghi consueti.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 3	Magnitudo opera = 2
----------------------	-----------------------	---------------------

Vibrazioni

Non è previsto alcun tipo di attività o lavorazione che induca vibrazioni alle aree circostanti.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 1	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Non vi sarà emissione di alcun tipo di radiazione.

Magnitudo minima = 1	Magnitudo massima = 1	Magnitudo opera = 1
----------------------	-----------------------	---------------------

		Magnitudo			
		Scala	Max	Min	Opera
Fattore 1	Polveri	1-3	3	1	2
Fattore 2	Fumi	1-3	3	1	1
Fattore 3	Precipitazioni	1-2	2	1	1
Fattore 4	Temperatura	1-2	2	1	1
Fattore 5	Ventosità	1-3	3	1	2
Fattore 6	Modificazioni del drenaggio superficiale	1-2	2	1	1
Fattore 7	Modificazioni del flusso delle acque sotterranee	1-2	2	1	1
Fattore 8	Emissioni nell'ambiente idrico	1-2	2	1	1
Fattore 9	Alterazioni morfologiche della topografia	1-2	2	1	1
Fattore 10	Movimentazione dei mezzi	1-3	3	1	1
Fattore 11	Degradazione del suolo	1-5	5	1	3
Fattore 12	Ubicazione ed esposizione geografica	1-5	5	1	1
Fattore 13	Rumore	1-3	3	1	3
Fattore 14	Vibrazioni	1-1	1	1	1
Fattore 15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	1-1	1	1	1

4.18. Valutazione degli impatti su ciascuna componente ed elaborazione delle matrici di correlazione

L'influenza di n fattore su una componente può essere nulla (in assenza di correlazione) o massima (nel caso di stretta correlazione) e tra i due casi estremi si può avere tutta una serie di livelli

*PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE*

intermedi (livelli di correlazione) che esprimono valori di influenza di peso diverso. In questo caso stabiliamo di operare con i livelli di correlazione e i valori di influenza qui di solito elencati :

A = Forte	1
B = Alto	0.5
C = Medio	0.25
D = Lieve	0.125
E = Scarso	0.0625
0 = Nullo	0

La modalità di calcolo degli impatti elementari qui adottata prevede l'utilizzo di una matrice a sei livelli di correlazione (A, B, C, D, E, 0-zero) a ciascuno dei quali è stato attribuito un valore d'influenza calcolato in base alla progressione geometrica con ragione $\frac{1}{2}$ il cui primo termine è A = 1:

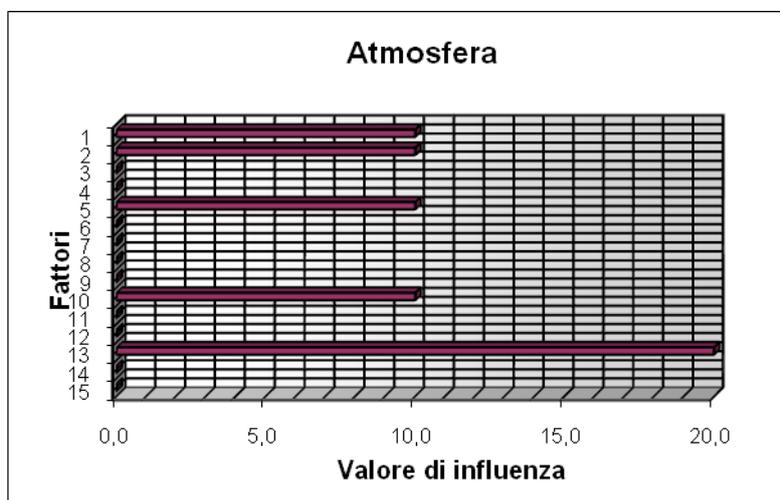
Componenti	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
Atmosfera	D	C	C	C	D	0	0	0	0	C	0	0	0	0	0
Ambiente Idrico	E	0	A	B	D	B	E	E	B	0	B	E	0	0	0
Suolo e Sottosuolo	E	0	B	C	D	B	0	0	C	D	C	E	0	0	0
Vegetazione, Flora e fauna	E	C	D	D	D	D	0	E	E	A	A	0	B	0	0
Ecosistemi	D	C	C	C	C	B	0	E	C	A	A	E	B	0	0
Salute pubblica	D	C	0	0	C	0	0	0	0	D	C	0	D	0	0
Paesaggio	E	D	C	C	D	B	0	E	A	C	A	D	C	0	0

L'influenza complessiva di tutti i fattori su ciascuna componente la si pone uguale a 20. Ciò permetterà di confrontare le diverse componenti ambientali tra di loro.

Di seguito per ogni componente ambientale si riporta una tabella e relativi impatti.

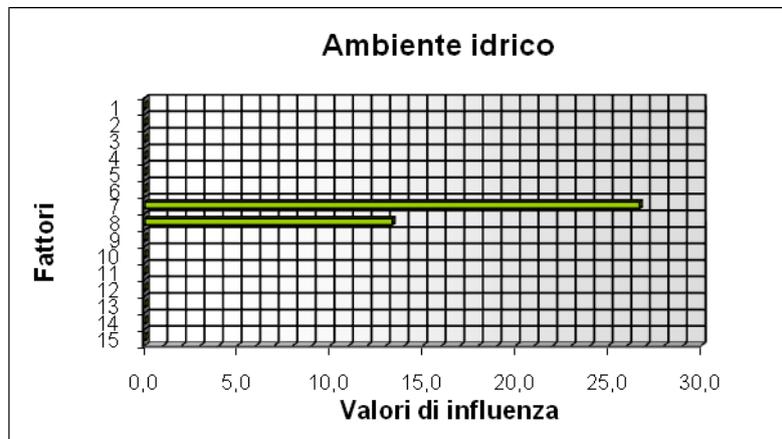
COMPONENTE: Atmosfera

	Fattori	Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	10,0
2	Fumi	E	10,0
3	Precipitazioni	0	0,0
4	Temperatura	0	0,0
5	Ventosità	E	10,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	0	0,0
10	Movimentazione dei mezzi	E	10,0
11	Asportazione del suolo	0	0,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	D	20,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



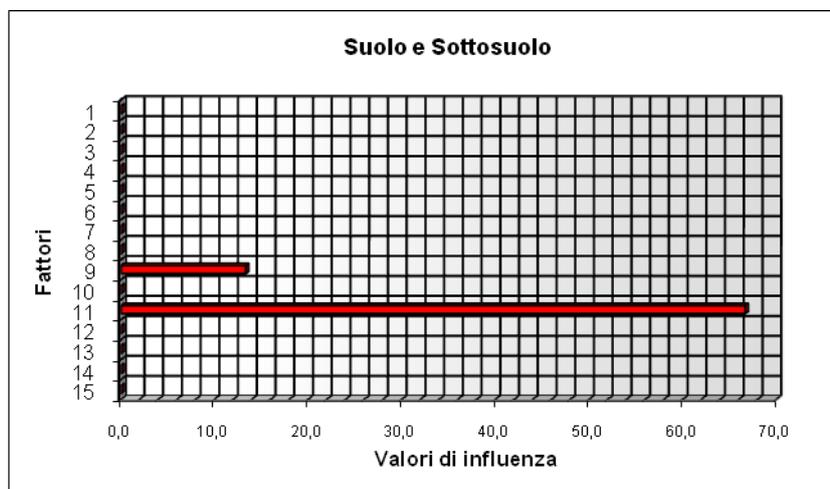
COMPONENTE: Ambiente Idrico

	Fattori	Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	0	0,0
2	Fumi	0	0,0
3	Precipitazioni	0	0,0
4	Temperatura	0	0,0
5	Ventosità	0	0,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	D	26,7
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	13,3
9	Modificazioni Morfologiche	0	0,0
10	Movimentazione dei mezzi	0	0,0
11	Asportazione del suolo	0	0,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	0	0,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



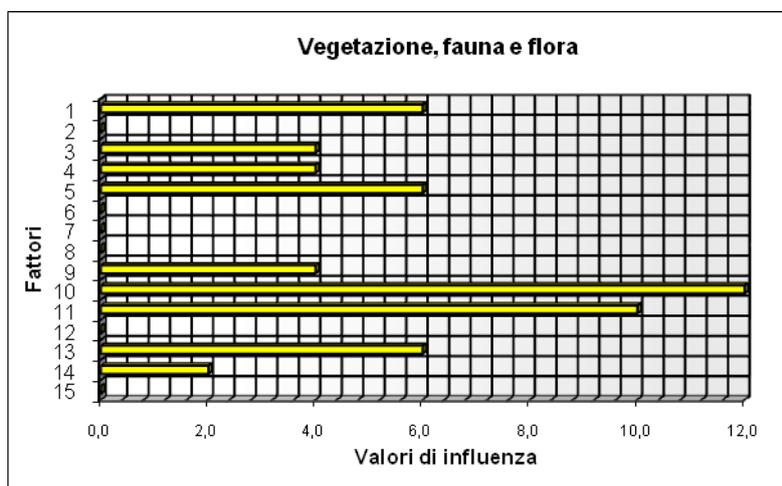
PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI TERMALI
DENOMINATO "COQUADDUS", IN AGRO
DEL COMUNE DI SANT'ANTIOCO (CI)
SIA - QUADRO AMBIENTALE

	Fattori	Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	0	0,0
2	Fumi	0	0,0
3	Precipitazioni	0	0,0
4	Temperatura	0	0,0
5	Ventosità	0	0,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	E	13,3
10	Movimentazione dei mezzi	0	0,0
11	Asportazione del suolo	D	66,7
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	0	0,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



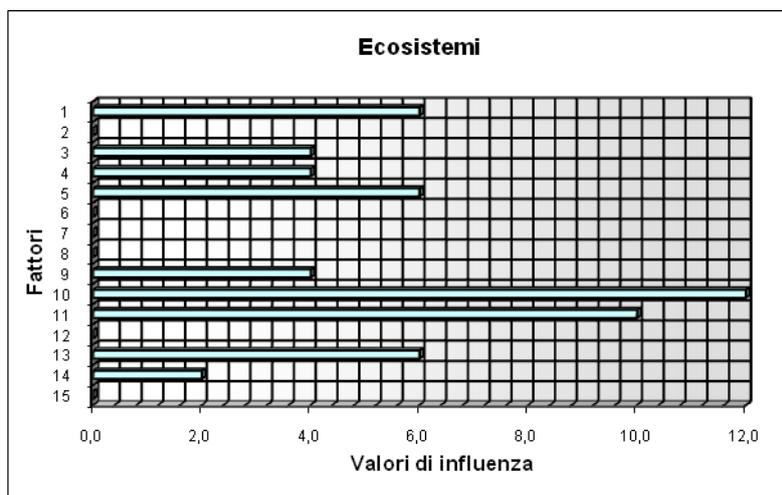
COMPONENTE: Vegetazione, fauna e flora

	Fattori	Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	6,0
2	Fumi	0	0,0
3	Precipitazioni	E	4,0
4	Temperatura	E	4,0
5	Ventosità	E	6,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	0	4,0
10	Movimentazione dei mezzi	0	12,0
11	Asportazione del suolo	0	10,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	0	6,0
14	Vibrazioni	0	2,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



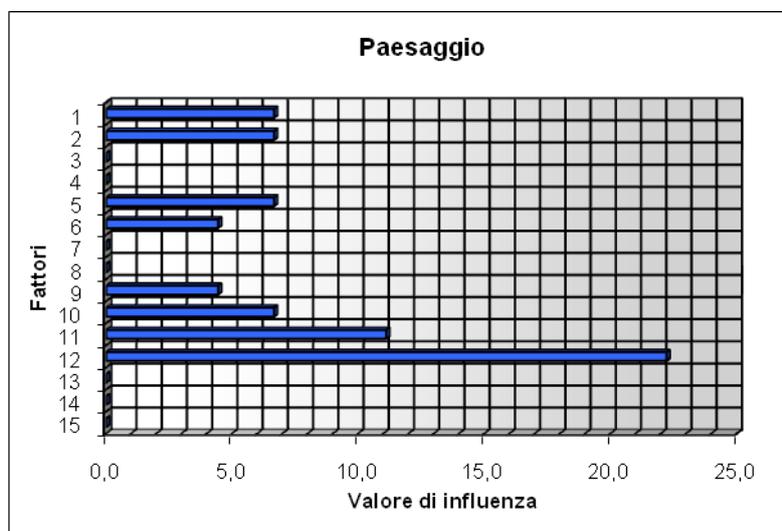
COMPONENTE: Ecosistemi

	Fattori	Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	6,0
2	Fumi	0	0,0
3	Precipitazioni	E	4,0
4	Temperatura	E	4,0
5	Ventosità	E	6,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	0	4,0
10	Movimentazione dei mezzi	0	12,0
11	Asportazione del suolo	0	10,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	0	6,0
14	Vibrazioni	0	2,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0

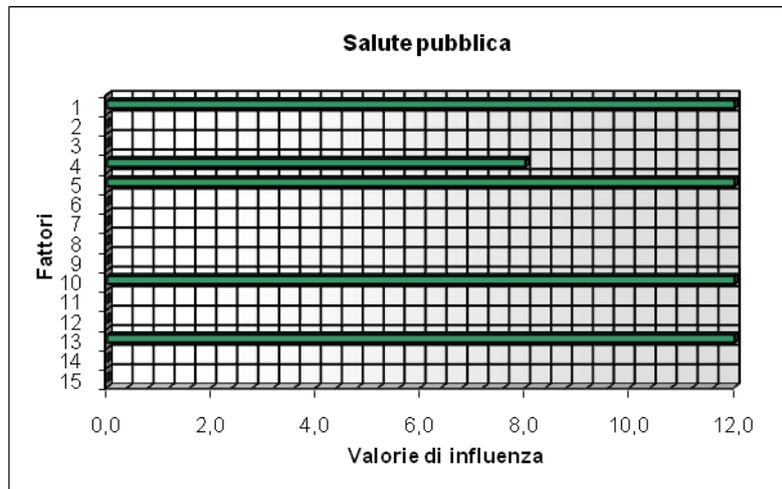


COMPONENTE: Paesaggio

	Fattori	Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	6,7
2	Fumi	E	6,7
3	Precipitazioni	0	0,0
4	Temperatura	0	0,0
5	Ventosità	E	6,7
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	E	4,4
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	E	4,4
10	Movimentazione dei mezzi	E	6,7
11	Asportazione del suolo	E	11,1
12	Ubicazione ed esposizione geografica	D	22,2
13	Rumore	0	0,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



	Fattori	Livello di correlazione	Valori di influenza
1	Polveri	E	12,0
2	Fumi	E	0,0
3	Precipitazioni	0	0,0
4	Temperatura	0	8,0
5	Ventosità	E	12,0
6	Modificazioni del drenaggio superficiali	0	0,0
7	Modificazioni acque sotterranee	0	0,0
8	Emissioni nell'ambiente idrico	0	0,0
9	Modificazioni Morfologiche	0	0,0
10	Movimentazione dei mezzi	E	12,0
11	Asportazione del suolo	0	0,0
12	Ubicazione ed esposizione geografica	0	0,0
13	Rumore	E	12,0
14	Vibrazioni	0	0,0
15	Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti	0	0,0



A conclusione degli impatti si fornisce una tabella riepilogativa degli stessi sulle singole componenti ambientali.

Componenti	Impatto Minimo	Impatto Opera	Impatto massimo
Atmosfera	40,00	40,00	120,00
Ambiente Idrico	20,00	20,00	60,00
Suolo e Sottosuolo	46,67	46,67	93,33
Vegetazione, Flora e fauna	32,00	32,00	64,00
Ecosistemi	32,00	32,00	96,00
Salute pubblica	36,00	36,00	72,00
Paesaggio	28,89	28,89	57,78

Come si evince dalle tabelle di correlazione gli impatti, anche se molto limitati, sono presenti

su ogni componente ambientale analizzata con prevalenza su Suolo e Atmosfera.

4.19. Azioni di monitoraggio

È previsto un costante monitoraggio del cantiere e delle aree limitrofe, allo scopo di valutare le azioni da porre in atto per annullare o quantomeno mitigare e ridurre l'impatto generato dai lavori sull'ambiente.

Le principali misure di controllo sono riassunte come segue:

1) controllo del rilascio in atmosfera di polveri e gas di scarico derivanti dalle operazioni di scavo, movimento terra e traffico veicolare; 2) controllo delle emissioni di rumori da parte dei mezzi meccanici utilizzati durante le perforazioni 3) verifica del contenimento della rumorosità entro i limiti di legge; 4) verifica e controllo dell'efficacia dei mezzi e delle azioni adottate per mitigare gli impatti sulle principali componenti ambientali.

4.20. Sistemi d'intervento in caso di emergenze particolari

L'assenza di impianti di lavorazione e di agenti chimici restringono il campo delle circostanze critiche ad un esiguo numero di eventi che saranno presi in rassegna di seguito.

Incendi

Come si evince dalla carta (vedi figura sottostante – fonte: R.A.S., Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, 2007) l'area di interesse presenta rischio incendi da alto a molto alto.

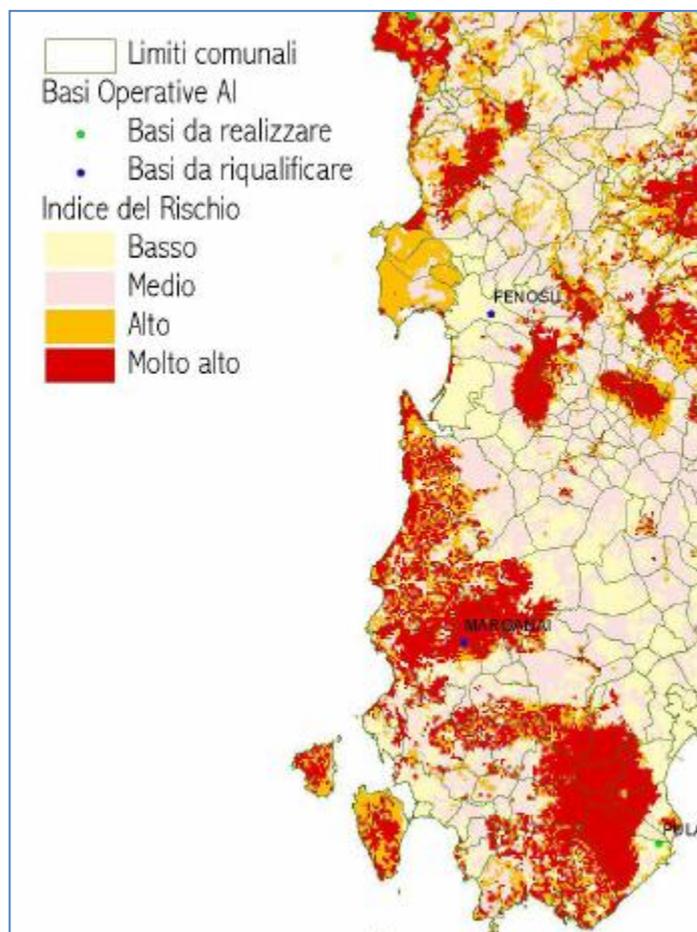


Fig. 4.16/A: stralcio della carta del rischio incendi

Le probabilità che un incendio doloso interessi il cantiere mettendo a repentaglio l'incolumità dei lavoratori sono da ritenersi poco probabili. Non esiste nemmeno la possibilità che dal cantiere si inneschino principi d'incendio perchè non è previsto l'impiego di fiamme libere o di attrezzature in grado di sprigionare scintille (e.g. mole, saldatrici) ed anche qualora, eccezionalmente, si dovesse ricorrere al loro utilizzo, vi sarebbero adeguati spazi idonei allo scopo (piazzole). In conclusione, l'emergenza incendio può essere fronteggiata con le modalità ed i presidi dettati dal D.P.R. 128 del 9 aprile 1959 e dal D. Lgs. 624 del 25 novembre 1996.

Ventosità

In questa eventualità è previsto l'impiego di accorgimenti e tecnologie che favoriscono l'abbattimento delle polveri.

Piovosità

Acque sovrabbondanti non dovrebbero dar luogo ad emergenze particolari perchè è previsto l'incanalamento delle acque di ruscellamento lungo le vie di deflusso originali.

4.21. Conclusioni

Nel presente studio si è cercato di evidenziare gli effetti indesiderati sull'ambiente, laddove fossero presenti, cercando di proporre delle misure di mitigazione degli impatti. La soluzione tecnica di configurazione del progetto è stata condotta considerando un insieme di aspetti, l'intensità degli effetti idrogeologici, faunistici paesaggistici e naturalistici in genere. Per quanto riguarda il livello occupazionale questo è limitato e solo i risultati della ricerca possono portare ad una richiesta di concessione per lo sfruttamento con tutti i risvolti socio-economici che ne deriveranno con particolare riferimento alle iniziative associate.

A conclusione del presente SIA si evidenzia che gli impatti potenzialmente più significativi della ricerca interessano le componenti paesaggio e suolo e sottosuolo (vedi commento sopra). Ma le misure di mitigazione e compensazione durante i lavori unite al ripristino finale dell'area alla fine di questi, faranno sì che l'area oggetto dell'intervento ritorni verosimilmente alle condizioni ante-operam.

La ricerca proposta è in linea con tutti gli strumenti di pianificazione e di programmazione di interesse in particolare con l'obiettivo del Piano Regionale delle Attività Estrattive di conseguire nel breve medio periodo un migliore livello di sostenibilità ambientale sociale ed economica dell'attività estrattiva.