



Ricerca di Sistema elettrico

Autorizzazioni di indagine e permesso di ricerca per la caratterizzazione del bacino carbonifero del Sulcis

A. Plaisant, D. Multineddu, A. Testa
L. Ciccarelli, S. Valentini

AUTORIZZAZIONI DI INDAGINE E PERMESSO DI RICERCA PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL BACINO
CARBONIFERO DEL SULCIS

A. Plaisant, D. Multineddu, A. Testa (Sotacarbo S.p.A.)
L. Ciccarelli, S. Valentini (Golder Associates)

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico
Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA
Piano Annuale di Realizzazione 2014
Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente
Progetto: B.2 Cattura e sequestro della CO₂ prodotta da combustibili fossili
Obiettivo: Studi sull'utilizzo pulito di combustibili fossili, cattura e sequestro della CO₂
Responsabile del Progetto: ing. Stefano Giammartini, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione:
"Studi sull'utilizzo pulito di combustibili fossili, cattura e sequestro della CO₂"
Responsabile scientifico ENEA: ing. Paolo Deiana
Responsabile scientifico Sotacarbo: ing. Enrico Maggio

Indice

SOMMARIO.....	5
INTRODUZIONE.....	6
PREMESSA.....	8
1. QUADRO PROGRAMMATICO	10
1.1 NORMATIVA E PIANIFICAZIONE IN MATERIA ENERGETICA E DI ATTIVITÀ MINERARIE	10
1.1.1 <i>Normativa del settore minerario</i>	10
1.1.2 <i>La Strategia Energetica Nazionale (SEN)</i>	10
1.1.3 <i>Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (PEARS)</i>	11
1.2 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	13
1.2.1 <i>Vincoli e tutele, il codice dei beni culturali e del paesaggio (DLgs 42/04 e smi)</i>	13
1.2.2 <i>Pianificazione regionale</i>	16
Piano Paesaggistico Regionale	16
Tabelle di interferenza degli elementi di piano con le attività in progetto	25
PAI	27
Piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF).....	28
Piano di Tutela delle Acque.....	29
Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)	33
1.2.3 <i>Pianificazione provinciale</i>	35
PUP/PTC Provinciale di Carbonia-Iglesias.....	35
1.2.4 <i>Pianificazione comunale</i>	37
Piano Urbanistico Comunale di Carbonia.....	38
Piano Urbanistico Comunale di Portoscuso	39
Piano Regolatore Generale di San Giovanni Suergiu.....	41
1.3 AREE NATURALI PROTETTE, RETE NATURA 2000	42
1.4 COERENZA DEL PROGETTO CON LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	44
2. QUADRO PROGETTUALE	46
2.0 <i>MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO</i>	46
2.1 <i>ANALISI DELLO STATO ATTUALE DELL'AREA E LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO</i>	46
2.2 <i>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ PROGETTUALI</i>	49
2.2.1 <i>Elaborazione modello geofisico e geologico con dati esistenti</i>	49
2.2.2 <i>Definizione delle proprietà fisiche e petrografiche di campioni di roccia</i>	50
2.2.3 <i>A. Caratterizzazione geologico-strutturale</i>	50
2.2.4 <i>B. Caratterizzazione geochimica</i>	50
Caratteristiche e ubicazione delle indagini	52
2.2.5 <i>C. Caratterizzazione idrogeologica</i>	53
2.2.1 <i>D. Studio sulla sismicità naturale</i>	54
2.2.2 <i>E. Caratterizzazione geofisica dell'area vasta</i>	57
Descrizione generale del rilievo sismico a riflessione	58
2.2.3 <i>F. Prospezione elettromagnetica con metodo VLF</i>	65
2.2.4 <i>G. Caratterizzazione geofisica nell'area a nord di Matzaccara</i>	66
2.2.5 <i>H. Indagini dirette superficiali</i>	67
Perforazione di pozzi di esplorazione superficiali	67
Altre indagini dirette superficiali.....	70
2.2.6 <i>I. Indagini dirette profonde (1200-1500 m)</i>	72
2.3 <i>L'OPZIONE ZERO E L'ANALISI DELLE ALTERNATIVE</i>	73
2.3.1 <i>L'Opzione zero</i>	73
2.3.2 <i>Analisi delle alternative</i>	73
2.4 <i>PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ</i>	75
2.5 <i>INTERAZIONI TRA IL PROGETTO E L'AMBIENTE</i>	77
3. QUADRO AMBIENTALE.....	79

3.1	METODOLOGIA DI ANALISI AMBIENTALE APPLICATA	79
3.1.1	<i>Analisi preliminare dei potenziali impatti</i>	79
3.1.2	<i>Valutazione degli impatti</i>	79
3.2	VERIFICA PRELIMINARE DEI POTENZIALI IMPATTI DEL PROGETTO.....	81
3.3	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PROGETTO	88
3.3.1	<i>Atmosfera</i>	88
	Valutazione degli impatti	100
3.3.2	<i>Ambiente idrico Superficiale</i>	101
	Stato attuale.....	101
	Valutazione degli impatti	102
3.3.3	<i>Ambiente idrico sotterraneo</i>	103
	Stato attuale.....	103
	Valutazione degli impatti	104
3.3.4	<i>Suolo e sottosuolo</i>	104
	Stato attuale.....	104
	Tabelle di interferenza degli elementi di uso del suolo con le attività in progetto	107
	Valutazione degli impatti	113
3.3.5	<i>Vegetazione, fauna ed ecosistemi</i>	114
	Stato attuale.....	114
	Tabelle di interferenza degli elementi di vegetazione con le attività in progetto	119
3.3.6	<i>Caratteristiche della fauna e avifauna costiera</i>	121
3.3.7	<i>Caratteristiche degli ecosistemi</i>	122
	Valutazione degli impatti	125
3.3.8	<i>Salute pubblica e sistema antropico</i>	128
	Stato attuale.....	128
	Valutazione degli impatti	136
3.3.9	<i>Rumore e vibrazioni</i>	137
	Stato attuale.....	137
	Inquadramento normativo	137
	Valutazione degli impatti	140
3.3.10	<i>Paesaggio e patrimonio storico e artistico</i>	144
	Stato attuale.....	144
	Valutazione degli impatti	149
CONCLUSIONI		151
<i>ALLEGATO A:</i>		152
<i>sintesi delle attività' in progetto e relative azioni</i>		152
<i>ALLEGATO B:</i>		155
<i>prove geofisiche in foro: specifica tecnica</i>		155
<i>ALLEGATO C:</i>		165
<i>allegato fotografico</i>		165
CARTOGRAFIA		175

Sommario

Il presente lavoro si inserisce nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico, Piano Annuale di Realizzazione 2014, relativamente al tema di ricerca B.2 "Cattura e sequestro della CO₂ prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili" e riguarda le attività C.1: "Approfondimenti sulla raccolta delle informazioni, definizione preliminare delle specifiche tecniche per la realizzazione delle perforazioni e procedure autorizzative per attività di ricerca e prospezione", in particolare la parte relativa alle "Autorizzazioni di indagine e permesso di ricerca per la caratterizzazione del bacino carbonifero del Sulcis". La zona del bacino del Sulcis è considerata da studi pregressi potenzialmente idonea allo stoccaggio della CO₂. Per poter impostare gli studi propedeutici ai test di confinamento, Sotacarbo ha attivato presso l'Assessorato Industria della Regione Sardegna una istruttoria finalizzata al rilascio delle autorizzazioni necessarie (permesso di ricerca minerario) per poter eseguire le indagini strutturali, geologiche e geofisiche a completamento del quadro informativo sulla zona. La concessione del permesso di ricerca è subordinato alla approvazione dell'Assessorato Ambiente che sottopone il progetto a verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA). In questo contesto è stato quindi redatto uno studio preliminare ambientale. Nello studio sono stati trattati gli aspetti tecnici del progetto e le interazioni di questo con l'ambiente e con gli strumenti pianificatori territoriali in essere, per valutare se sussistano impatti significativi e negativi sull'ambiente e se in definitiva il progetto di indagine debba essere sottoposto a VIA. Il presente documento descrive le fasi dell'attivazione dell'istruttoria e riporta lo studio preliminare ambientale prodotto.

Introduzione

Sotacarbo è impegnata nelle fasi di studio di fattibilità di un progetto che potrebbe portare alla installazione di un sito di test di iniezione della CO₂ nella zona del Sulcis.

Ancora prima della formulazione di ipotesi concrete di applicabilità dello storage è stato necessario impostare una fase di raccolta informazioni sul territorio in esame per un maggiore grado di definizione del modello geologico dell'area.

Il progetto di indagini studiato da Sotacarbo prevede una prima serie di attività di rilievo geomorfologico, geostrutturale, sismico e di campionamento delle acque sotterranee. Partendo dall'analisi degli studi pregressi e dalla caratterizzazione di campioni di roccia provenienti da precedenti sondaggi, si procederà alla caratterizzazione geologico-strutturale della zona, per acquisire informazioni su cui sviluppare il modello geologico-geofisico statico dell'area del Sulcis. Saranno anche effettuate indagini sismiche a riflessione multicanale da superficie con l'utilizzo di vibrator e la correlazione con i dati di pozzo.

Sarà inoltre studiato e definito lo stato attuale della sismicità del territorio.

A completamento dei dati strutturali e geochimici acquisiti è prevista una serie di perforazioni con pozzi superficiali e profondi, la cui ubicazione sarà definita sulla base delle informazioni acquisite durante la prima fase e che consentiranno di ottenere informazioni dirette su profondità, caratteristiche litologiche e petrofisiche delle formazioni geologiche di interesse.

L'area all'interno della quale si svolgeranno le indagini in progetto, è ubicata nella Sardegna sud-occidentale, ha un'estensione di circa 5.600 ha e si colloca all'interno della più vasta area del bacino carbonifero del Sulcis, a ridosso della zona costiera.

Definito il piano di indagini, si è analizzata la normativa vigente per definire secondo quale criterio richiedere le autorizzazioni per svolgere le caratterizzazioni.

Per le fasi iniziali di caratterizzazione geologica del territorio si è seguita la normativa mineraria, di competenza regionale attraverso l'ottenimento di un Permesso di Ricerca Minerario secondo il Regio Decreto. Se il modello geologico prodotto darà indicazioni sufficienti per considerare la possibilità di installazione di un test site nella zona del basso Sulcis, dovrà poi essere richiesta una autorizzazione allo stoccaggio secondo il D. Lgs. 162/2011, attuazione della direttiva 2009/31/Ce, competente in materia di stoccaggio geologico della CO₂. Il Decreto prevede che qualunque progetto che preveda una fase di iniezione, anche di taglia pilota debba essere sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale.

Il rilascio del Permesso di Ricerca Minerario consente al detentore di effettuare indagini di prospezione geomineraria, comprendenti anche perforazioni profonde, e aumentare quindi la consistenza delle informazioni sulla zona interessata.

È concesso fino a 3 anni rinnovabili di altri due, e per tale periodo permette al concessionario di eseguire tutte le indagini sull'area della concessione che si ritengano opportune per una più precisa individuazione del giacimento.

Per la Regione Sardegna, la competenza è dell'Assessorato all'Industria (settore Attività Estrattive) che rilascia il Permesso previo parere favorevole del Servizio della Sostenibilità Ambientale, Valutazione Impatti e Sistemi Informativi Ambientali (SAVI) dell'Assessorato alla Difesa dell'Ambiente e previa intesa con i comuni territorialmente competenti, espressa in conformità con la pianificazione urbanistica comunale.

L'Assessorato all'Industria valuta il progetto sulla base degli elaborati presentati e i lavori previsti ed emette parere sulla concessione del permesso, eventualmente con imposizione di adempimenti da effettuare durante i lavori o al termine del progetto.

Per il rilascio di parere favorevole il servizio SAVI sottopone il progetto a verifica di assoggettabilità ad impatto ambientale. Il progetto viene valutato sulla base della tipologia, della entità e specificità dei lavori e degli impatti sull'ambiente, delle interazioni con la programmazione prevista: il SAVI valuta se può essere dato il via libera o se è necessario acquisire ulteriori informazioni, attivando la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Per le regioni a statuto autonomo esisteva la facoltà di poter escludere alcune categorie di progetti dalla verifica di assoggettabilità cui concedere il nulla osta senza ulteriori indagini.

Da confronti con funzionari del SAVI avuti a marzo 2014 era emersa la possibilità di applicare al progetto Sotacarbo tale procedura, più snella e più celere nella concessione dell'autorizzazione a procedere, limitatamente alle attività non invasive, escludendo cioè le perforazioni profonde per le quali l'iter prevede in ogni caso la procedura di verifica. Le documentazioni sono state quindi elaborate e prodotte secondo tale procedura semplificata e consegnate agli Assessorati a Luglio 2014.

La discrezionalità della Regione è però di fatto decaduta a seguito dell'entrata in vigore di una nuova normativa, Legge 116/2014, dell'11/08/2014, conversione del decreto legge 91 dell'11/06/14 che ha tolto alle Regioni Autonome la possibilità di esonerare alcune tipologie di progetti dalla verifica di assoggettabilità a VIA.

In conseguenza di tale modificata legislazione, nell'ottobre 2014 l'Ambiente ha rigettato l'istanza di procedura semplificata richiesta a luglio. È stato quindi necessario sottoporre il progetto Sotacarbo nella sua interezza alla verifica di assoggettabilità di impatto ambientale, senza la possibilità di una procedura semplificata per le indagini non invasive.

Per la valutazione è stato quindi redatto uno Studio Preliminare Ambientale. Si è partiti dallo studio della ubicazione della zona di inserimento del progetto e la sua motivazione, con lo studio della alternativa zero di partenza. Sono stati vagliati gli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale attualmente vigenti sul territorio in esame e gli eventuali vincoli che sussistono: archeologico, paesaggistico, naturalistico e ambientale. Lo studio ha contemplato anche un inquadramento generale della vegetazione e del suolo, per verificare la condizione ex ante della zona. Il progetto e le tecniche operative adottate sono stati poi descritti nel dettaglio, individuando i potenziali fattori di disturbo per l'ambiente, descrivendo le misure di prevenzione e mitigazione per ridurre al minimo gli impatti con le diverse componenti ambientali.

Si è poi passati alla simulazione del progetto e degli eventuali impatti, analizzando gli eventuali interventi di mitigazione necessari, individuando le eventuali interferenze tra l'opera e l'ambiente, e descrivendo le misure di mitigazione e controllo previste per limitare e contenere gli impatti.

L'istanza di verifica di assoggettabilità è stata presentata in data 14/05/2015 ed è stata data successiva comunicazione da parte della Regione Sardegna di avvio del procedimento a partire dalla stessa data (prot. 15111 della Direzione generale dell'Assessorato Ambiente). Secondo le norme interne alla regione, che seguono le tempistiche previste dal decreto 152/06, dalla istruzione dell'istruttoria il SAVI ha 90 giorni di tempo per esprimere un parere, se non intervengono nel frattempo richieste di ulteriori approfondimenti da parte del pubblico (entro 45 giorni) o delle autorità territoriali (entro 30 giorni) che possono portare ad un allungamento dei termini. Terminati tali tempi, la Giunta Regionale emette parere circa l'assoggettabilità o meno del progetto a valutazione di impatto ambientale.

Secondo i tempi sopradetti, è ragionevole aspettarsi un pronunciamento della Giunta a breve.

Premessa

Il presente documento costituisce lo Studio preliminare ambientale sui possibili impatti indotti dal programma di indagini previsto per la caratterizzazione dell'area del Permesso di ricerca mineraria di combustibile solido e acque termali denominato "Monte Ulmus".

Il Progetto preliminare proposto, prevede la realizzazione di attività di indagine finalizzate al completamento della caratterizzazione del bacino del Sulcis e identificate sulla base dei dati ad oggi disponibili da fonti bibliografiche e da fasi di studio pregresse eseguite nell'area.

La procedura di Verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), è regolata in Italia dalla Parte II del DLgs.152/06 e smi (Art. 20 e art. 21 e 22) e, a livello regionale, dalla Delibera n° 33/34 del 07/08/2012 "Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale".

Quest'ultima indica come necessario sottoporre a verifica i progetti:

- compresi nell'allegato B1 qualora non ricadano neanche parzialmente in aree naturali protette, come definite dalla Legge 6 dicembre 1991, n. 394, o ad esse equiparate, e all'interno dei siti Natura 2000, come previsto dall'art. 5, comma 24 della L.R. n. 3/2009;
- elencati nell'allegato A1 che servono esclusivamente o essenzialmente per lo sviluppo ed il collaudo di nuovi metodi o prodotti e non sono utilizzati per più di due anni;
- inerenti alle modifiche o estensioni dei progetti elencati negli allegati A1 o B1 che possono produrre effetti negativi e significativi sull'ambiente.

Nell'allegato B1 citato al punto 2b. Industria energetica ed estrattiva sono indicate:

- 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;

Il programma di indagini valutato nel presente Studio preliminare ambientale prevede una serie di attività di caratterizzazione riconducibili alla categoria sopra elencata che saranno oggetto di valutazione presso il competente organo regionale (Servizio SAVI Regione Sardegna).

Inquadramento territoriale del Sito

L'area oggetto del Permesso di ricerca è ubicata nella Sardegna sud-occidentale; ha un'estensione di circa 5.600 ha e si colloca all'interno della più vasta area del bacino carbonifero del Sulcis, a ridosso della zona costiera.

Il limite del permesso si sviluppa da NW nelle vicinanze dell'abitato di Cortoghiana verso la costa in prossimità dello "Stagno e Forru" e in direzione SE, passando per l'abitato di S. Giovanni Suergiu.

L'area interessa marginalmente i territori dei comuni di Portoscuso (a nord) e Carbonia (a nord-est), sviluppandosi prevalentemente nel territorio del comune di San Giovanni Suergiu, in provincia di Carbonia Iglesias.

La superficie del permesso di ricerca interessa principalmente aree agricole pianeggianti, aree naturali e seminaturali e zone costiere, includendo, oltre a quello di San Giovanni Suergiu, alcuni centri abitati minori e edificato sparso.

All'interno del Permesso di ricerca si trovano diversi assi viari, tra cui la SP75 che attraversa parallelamente alla costa tutta l'area; la SP 2 che taglia il Permesso dalla costa in direzione NE nella porzione più settentrionale del permesso, la SS 126 nella porzione meridionale e da un reticolo di strade locali tra gli abitati di Carbonia e di San Giovanni Suergiu.

Caratteristiche generali del Progetto

Il Progetto oggetto di verifica di assoggettabilità sarà costituito dalle attività di indagine utili ad acquisire informazioni nell'ambito di uno scopo più ampio finalizzato alla caratterizzazione del bacino carbonifero del Sulcis in relazione al Permesso di ricerca mineraria per combustibili solidi e acque termali denominato "Monte Ulmus".

Le attività di studio e di indagine previste risultano essenziali al fine di ricavare una mappatura geologico-strutturale dell'area il più esaustiva possibile e la modellazione 3D del bacino.

Il progetto è costituito dalle attività elencate nella tabella di sintesi allegata e composte da:

- attività di prospezione e studi indiretti non invasivi;
- sondaggi geognostici stratigrafici.

Scopo e contenuti dello studio

Il presente Studio preliminare ambientale è stato redatto secondo i criteri di cui all'Allegato B2 della DGR n. 34/33 del 7 agosto 2012, con un livello di approfondimento ritenuto adeguato per la tipologia d'intervento proposta e le peculiarità dell'ambiente interessato. Lo scopo dello Studio è quello di fornire dati progettuali e ambientali per la verifica della compatibilità ambientale dell'intervento proposto o della necessità di attivare la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi degli articoli n. 21 e 22 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i e di quanto indicato nell'Allegato VII dello stesso decreto.

Lo studio si pone l'obiettivo di fornire all'Autorità competente gli elementi necessari all'espressione del parere di esclusione o meno alla procedura di VIA.

Il presente documento è stato articolato nelle seguenti sezioni:

- **quadro di riferimento programmatico:** analisi della coerenza del Progetto in relazione alla pianificazione e alla programmazione di riferimento vigenti nell'area in cui si inseriscono le attività in progetto;
- **quadro di riferimento progettuale:** scopo e descrizione degli interventi previsti, dei principali criteri assunti in fase di progettazione delle attività e motivazioni delle scelte effettuate;
- **quadro di riferimento ambientale:** valutazione dei potenziali effetti che il Progetto può determinare sull'ambiente, qualità attuale delle componenti ambientali e eventuali misure previste per mitigare gli impatti.

Metodologia generale dello studio

La metodologia adottata per la redazione del presente Studio segue le indicazioni della legislazione di settore richiamata nei precedenti paragrafi. Il livello di approfondimento dei singoli aspetti trattati è stato dettato dalla significatività attribuita agli impatti previsti in conseguenza della realizzazione del Progetto.

Lo Studio ha pertanto inizialmente valutato quali caratteristiche del Progetto possano costituire elementi di interferenza sulle diverse componenti ambientali e si è quindi proceduto con l'analisi della qualità delle componenti ambientali interferite e con la valutazione degli impatti, distinguendone la significatività e approfondendo lo studio in base ad essa.

L'analisi della qualità delle componenti ambientali interferite e la valutazione degli impatti sulle medesime è stata effettuata prendendo in considerazione le caratteristiche del territorio nel quale è collocato il Progetto.

Per la redazione del presente Studio sono state esaminate le seguenti fonti di informazioni:

- documenti ufficiali di Stato, Regione, Provincia e Comune, nonché di loro organi tecnici;
- analisi di banche dati di università, enti di ricerca, organizzazioni scientifiche e professionali di riconosciuta capacità tecnico-scientifica;
- articoli scientifici pubblicati su riviste di riferimento;
- documenti relativi a studi e monitoraggi pregressi circa le caratteristiche qualitative dell'ambiente potenzialmente interessato dalla realizzazione del Progetto;
- studi precedentemente realizzati sull'area in esame.

1. Quadro programmatico

Nel quadro di riferimento programmatico, vengono presentati gli strumenti di pianificazione e programmazione, sia a livello territoriale che di settore, relazionabili al Progetto, al fine di evidenziare coerenze ed eventuali difformità di quanto proposto rispetto alle previsioni degli strumenti considerati.

1.1 Normativa e Pianificazione in materia energetica e di attività minerarie

1.1.1 Normativa del settore minerario

Il settore minerario trova le sue basi a livello nazionale nel Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443 recante “Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere del Regno”, a tale norma di carattere generale, con il Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977, n. 616 sono state trasferite alle Regioni le funzioni amministrative relative alle acque minerali e termali (art.61), attribuendo loro la ricerca, utilizzazione e vigilanza, nonché alle cave e torbiere (art.62).

Successivamente con l’articolo 33, 34 e 35 del Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 – “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59” – sono state trasferite alle Regioni anche le competenze relative all’attività estrattiva dei minerali solidi per cui risultano in capo alle regioni le competenze relative all’attività estrattiva in terraferma sia di miniera che di cava.

Nel seguito si riporta l’elenco dei principali riferimenti normativi nazionali del settore minerario:

- Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443 “Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno”
- Decreto del Presidente della Repubblica 9 aprile 1959, n. 128 “Norme di polizia delle miniere e delle cave”
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977, n. 616 “Attuazione della, delega di cui all'art. 1 della legge 22 luglio 1975, n. 382”
- Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 624 “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”
- Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”
- Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 117 “Attuazione della direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive e che modifica la direttiva 2004/35/CE”

Come anticipato, il Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59” trasferisce le funzioni autorizzative in materia di ricerca e coltivazione di minerali solidi e di risorse geotermiche on-shore alle regioni. In particolare il comma 1 dell’art. 34 “Conferimento di funzioni alle regioni” del citato decreto recita:

Le funzioni degli uffici centrali e periferici dello Stato relative ai permessi di ricerca ed alle concessioni di coltivazione di minerali solidi e delle risorse geotermiche sulla terraferma sono delegate alle regioni, che le esercitano nell'osservanza degli indirizzi della politica nazionale nel settore minerario e dei programmi nazionali di ricerca.

1.1.2 La Strategia Energetica Nazionale (SEN)

La Strategia Energetica Nazionale (SEN), approvata con Decreto dell’8 Marzo 2013 emanato dai Ministeri dello Sviluppo Economico e dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, costituisce lo strumento di pianificazione energetica nazionale. LA SEN definisce gli obiettivi strategici, le priorità di azione e i risultati attesi in materia di energia. La strategia energetica nel suo complesso è improntata su obiettivi quali (MATTM e MSE, 2013):

- energia più competitiva in termini di costi a vantaggio di famiglie e imprese;

- raggiungimento degli obiettivi ambientali definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020 (cosiddetto “20-20-20”);
- maggiore sicurezza e indipendenza di approvvigionamento;
- crescita economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

La SEN pone l’attenzione sulla criticità nazionale legata all’elevata quota di importazioni energetiche, che rende particolarmente importante per l’Italia il problema della sicurezza degli approvvigionamenti.

La Strategia ripercorre e recepisce gli obiettivi europei individuati nel SET Plan, “*Strategic Energy Technology Plan*”, sviluppato in risposta alle grandi sfide del clima e dell’energia. Le sette priorità che la SEN individua sono:

- efficienza energetica
- mercato competitivo del gas e Hub sud-europeo
- sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili
- sviluppo delle infrastrutture e del mercato elettrico
- ristrutturazione della raffinazione e della rete di distribuzione dei carburanti
- produzione sostenibile di idrocarburi nazionali
- modernizzazione del sistema di governance.

Le linee di indirizzo europee riservano un ampio spazio alle energie rinnovabili negli scenari delineati nel breve e nel medio-lungo periodo e la strategia delinea i seguenti risultati attesi al 2020:

- volumi e mix energetico: il contenimento dei consumi ed una evoluzione del mix in favore delle fonti rinnovabili;
- costi e prezzi dell’energia: una significativa riduzione dei costi energetici ed un progressivo allineamento dei prezzi ai livelli europei
- impatto ambientale: il raggiungimento e superamento di tutti gli obiettivi europei ambientali e di decarbonizzazione al 2020
- sicurezza del sistema: maggiore sicurezza grazie a una minore dipendenza di approvvigionamento e ad una maggiore flessibilità
- crescita economica: impatto positivo sulla crescita grazie agli importanti investimenti attesi nel settore e alle implicazioni della strategia in termini di competitività del sistema

Nonostante la crescita prevista nel campo della produzione di energia da fonti rinnovabili, anche grazie alla progressiva riduzione dei costi delle tecnologie rinnovabili, la SEN presenta uno scenario al 2035 in cui il contributo delle fonti rinnovabili all’energia primaria totale resterà relativamente limitato rispetto alle fonti fossili tradizionali (petrolio, gas e carbone), che avranno una quota complessiva superiore al 75%.

1.1.3 Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (PEARS)

La Giunta Regionale con Delibera n. 4/3 del 05/02/2014 ha adottato il nuovo Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (PEARS) 2014-2020.

Il Piano, redatto secondo le direttive politiche contenute nelle Delibere della Giunta Regionale n. n. 31/43 del 2011 e n. 39/20 del 26.9.2013, ha assunto il ruolo di strumento sovraordinato, di coordinamento e di programmazione dell’evoluzione organica del sistema energetico regionale, individuando le scelte fondamentali in campo energetico sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria, nazionale e regionale. I contenuti del Piano, pertanto, assumono una importanza strategica soprattutto alla luce degli obiettivi che a livello europeo, l’Italia e chiamata a perseguire entro il 2020, ossia la riduzione dei consumi energetici, la riduzione della CO₂ prodotta associata ai propri consumi e lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili che in base alla Direttiva 2009/28/CE dovranno coprire il 17% dei consumi finali lordi nel 2020.

Considerate le peculiarità della Regione Sardegna, priva al momento del gas naturale e caratterizzata da criticità infrastrutturali, e la situazione economica internazionale, si è reso necessario ipotizzare nel lungo periodo scenari molto differenti; anche per questo il Piano è stato sviluppato per essere uno strumento flessibile che definisce strategie, priorità, obiettivi, azioni e che ipotizza diverse soluzioni che dovranno

comunque essere compatibili con quelle che sono le direttive internazionali e nazionali in materia ambientale.

La Strategia del PEARS prevede una pianificazione focalizzata prioritariamente sullo sviluppo di azioni sul consumo, sulle infrastrutture energetiche e sulla ricerca di settore che sinergicamente permetta:

- di ridurre l'intensità energetica della regione, grazie ad azioni di efficientamento,
- di trasformare, integrare e interconnettere le infrastrutture e i sistemi energetici allo scopo di realizzare un modello distribuito, integrato, e digitalizzato capace di utilizzare nella maniera più efficiente e redditizia l'energia disponibile.
- di utilizzare efficientemente e secondo una logica distribuita le strutture di generazione locale sia da fonte rinnovabile che da fonte tradizionale.

Gli effetti di tali attività permetteranno :

- la riduzione del consumo a parità di prodotto interno lordo;
- l' aumento dell'utilizzo delle risorse endogene;
- l'aumento della competitività del mercato energetico.

Il Piano individua degli obiettivi generali e degli obiettivi specifici. Gli obiettivi generali riguardano i temi elencati nel seguito:

- sicurezza energetica
- intensità energetica
- diversificazione nell'utilizzo delle fonti energetiche
- tutela ambientale e paesaggistica
- riduzione delle emissioni climalteranti
- risparmio energetico
- potenziamento del sistema infrastrutturale energetico
- flessibilità e integrazione del sistema del sistema energetico
- competitività del mercato energetico
- utilizzo delle risorse energetiche endogene

Nell'ambito dei temi sopra individuati il Piano individua 15 obiettivi specifici per il sistema energetico regionale:

- 1) Promuovere azioni di efficientamento energetico che consentano di ridurre i consumi di energia primaria rispetto al valore di riferimento atteso al 2020 secondo il modello proposto nel Piano di Azione Nazionale per le Energie rinnovabili e consentano così come indicato nel DM 15 marzo 2012 di garantire nel 2020 valori di consumo energetico pari a 3.746 kTep;
- 2) Promuovere azioni di efficientamento e risparmio energetico che sulla base degli scenari elaborati dalla RAS nel presente piano consentano di raggiungere valori di riduzione dei consumi da fonti fossili;
- 3) Raggiungere entro il 2020 una quota di consumo di energia da fonti energetiche rinnovabili pari al 17,8% rispetto al consumo finale lordo;
- 4) Garantire agli utenti della Regione Sardegna l'accesso entro il 2020 al gas metano alle stesse condizioni economiche degli utenti presenti nelle altre regioni italiane;
- 5) Pianificare futuri interventi nel parco di generazione termoelettrico con lo scopo di promuovere la flessibilità in modo da adeguarsi al futuro assetto del sistema elettrico regionale caratterizzato da una presenza di fonti energetiche rinnovabili non programmabili pari ad almeno 2 GW;
- 6) Promuovere il rafforzamento del sistema di interconnessione con la Corsica;
- 7) Promuovere la generazione distribuita e l'accumulo distribuito di energia e l'uso razionale dell'energia;
- 8) Sviluppare la generazione di energia da fonte idroelettrica ottimizzando la gestione del sistema di distribuzione delle acque regionali;
- 9) Promuovere azioni rivolte alla mobilità sostenibile principalmente nei settori pubblico e turistico;
- 10) Promuovere le attività di ricerca per la valorizzazione delle risorse energetiche endogene nel pieno rispetto dei requisiti ambientali e di economicità;

- 11) Promuovere lo sviluppo della rete di distribuzione dell'energia elettrica secondo i nuovi paradigmi di reti intelligenti;
- 12) Ridurre le emissioni di gas clima alteranti associate ai propri consumi entro il 2020 del 20% rispetto ai valori registrati da ISPRA nel 1990;
- 13) Promuovere la diversificazione degli operatori nel mercato dell'energia elettrica e del gas per aumentare la competitività del mercato energetico isolano;
- 14) Promuovere le attività di ricerca applicata e lo sviluppo nel settore energetico;
- 15) Promuovere l'integrazione tra i sistemi di distribuzione elettrici, termici, mobilità e ICT (Information and Communication Technology-Tecnologie dell'informazione e della comunicazione).

Il Piano individua inoltre delle "azioni strategiche" da perseguire in Sardegna. In relazione agli obiettivi che riguardano la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e la promozione di attività di ricerca applicata nel settore energetico, il PEARS individua, tra le altre, le seguenti azioni strategiche:

- **AZIONE S2.** Il carbone è annoverato tra le fonti primarie costituenti il mix energetico della Regione Sardegna al 2020 per la produzione di energia in una prospettiva di applicazione delle tecnologie CCS. La Regione Sardegna sostiene di concerto con il Ministero dello Sviluppo Economico e gli Enti competenti la promozione dell'attività di ricerca e sperimentazione sul Carbone Pulito.
- **AZIONE S10:** La Regione Sardegna promuove e sostiene le attività di sperimentazione pubblica nel settore energetico relativamente a efficienza energetica, reti intelligenti, mobilità sostenibile e accumulo distribuito e individua nel Cluster Energie Rinnovabili di Sardegna Ricerche il centro regionale di riferimento. La Regione Sardegna promuove e sostiene le attività di sperimentazione nel settore delle Clean Coal Technology e individua nel Centro Tecnologico Italiano per l'Energia ad Emissioni Zero il centro regionale di riferimento.

Sotacarbo porta avanti insieme ad altri partners (ENEA, Università di Cagliari) un *Programma poliennale di ricerca industriale per la realizzazione di impianti pilota e dimostrativi sulle diverse tecnologie per l'utilizzo del carbone a emissioni quasi zero.*

Il carbone è presente nel sistema energetico regionale sia come fonte esogena per l'alimentazione delle centrali termoelettriche di Portovesme e Fiumesanto ed in misura minore per produrre calore di processo sia come fonte endogena nel bacino del Sulcis. Il bacino, che ha un'estensione di ca. 400 km² a terra e circa altrettanti a mare, occupa un'area della Sardegna Sud Occidentale che si sviluppa con andamento pressoché meridiano, fra l'insenatura di Funtanamare a Nord ed il Golfo di Palmas a sud; verso est il limite del bacino è rappresentato dagli affioramenti Paleozoici, mentre il limite Ovest è costituito dalla linea di costa. Le riserve di carbone stimate nel bacino ammontano a 2,5 miliardi di tonnellate.

1.2 Pianificazione territoriale

1.2.1 Vincoli e tutele, il codice dei beni culturali e del paesaggio (DLgs 42/04 e smi)

Il riferimento normativo in materia di beni culturali e paesaggio è costituito dal codice dei beni culturali e del paesaggio coordinato ed aggiornato con le modifiche introdotte dal **D.L. 12 settembre 2014, n. 133**, convertito, con modificazioni, dalla **L. 11 novembre 2014, n. 164**.

I dati consultati sono provenienti dalla banca dati del MIBAC e confrontati con quanto contenuto nel sistema web-gis della Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee SITAP.

Il SITAP contiene attualmente le perimetrazioni georiferite e le informazioni descrittive dei vincoli paesaggistici originariamente emanati ai sensi della legge n. 77/1922 e della legge n. 1497/1939 o derivanti dalla legge n. 431/1985 ("Aree tutelate per legge"), e riconducibili alle successive disposizioni del Testo unico in materia di beni culturali e ambientali (d.lgs. n. 490/99) prima, e del D.Lgs. n. 42/2004 e ss.mm.ii (Codice dei beni culturali e del paesaggio).

Per verificare eventuali interferenze con il sistema dei vincoli e delle tutele descritti e regolamentati dalla normativa citata sono stati analizzati i seguenti elementi:

- Vincoli Paesaggistici
 - Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (Art. 136 del D.Lgs. 42/2004 e smi) o ex L. 1497/39
 - Aree tutelate per legge (Art. 142 del D.Lgs. 42/2004 e smi) o ex L. 451/85

- Vincolo Archeologico (ex L. 1089/39)
- Vincolo Idrogeologico istituito con Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923

In merito alla presenza di vincoli o elementi di interesse archeologico nell'area interessata dalle attività si è fatto riferimento ai dati disponibili presso la Direzione regionale beni culturali e paesaggistici della Sardegna e la Soprintendenza per i beni archeologici per le province di Cagliari e Oristano.

Gli stralci che seguono mostrano l'assenza di aree a vincolo paesaggistico secondo articolo 136 mentre indicano la presenza di aree secondo articolo 142 costituite dalla fascia costiera e da quella di tutela dei corpi idrici.

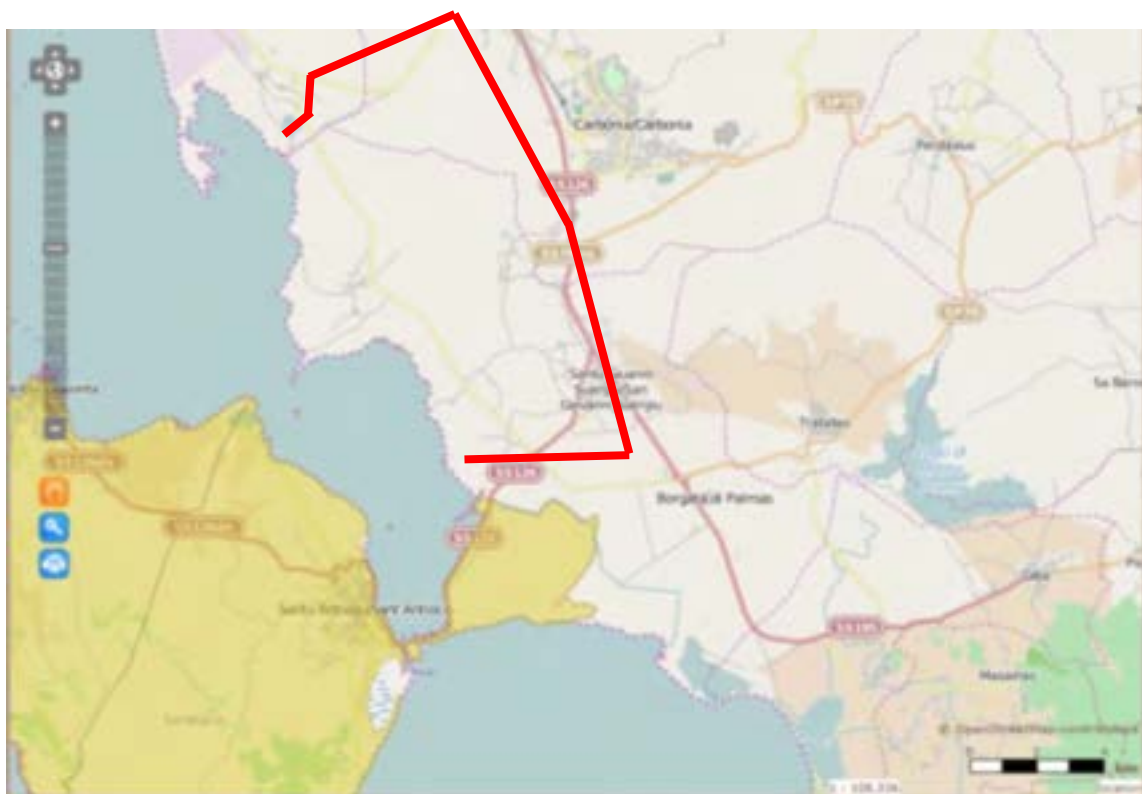


Figura 1: Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (Art. 136 del D.Lgs. 42/2004 e smi) o ex L. 1497/39; fonte: <http://sitap.beniculturali.it/>



Figura 2: Aree tutelate per legge (Art. 142 del D.Lgs. 42/2004 e smi o ex L. 451/85; fonte: <http://sitap.beniculturali.it/>

Per quanto riguarda i beni archeologici sono stati verificati quelli presenti nella pianificazione di livello regionale, provinciale e comunale descritti nei paragrafi che seguono nonché le indicazioni in merito

all'elenco dei beni, mobili e immobili, dichiarati di interesse culturale dalla Soprintendenza regionale per i beni e le attività culturali della Sardegna.

Con l'istituzione delle Soprintendenze Regionali, nel 2001, e poi, nel 2004, delle Direzioni Regionali, l'emanazione del provvedimento di dichiarazione di interesse culturale avviene a livello locale attraverso provvedimenti di tutela, adottati con decreto del Direttore Regionale su proposta e istruttoria delle Soprintendenze di settore che riguardano beni immobili e mobili che presentano un interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico.

La ricerca ha messo in luce nel comune di S. Giovanni Suergiu la presenza dei seguenti complessi o beni tutelati dichiarati di interesse culturale (www.sardegna.beniculturali.it) all'interno del territorio comunale di San Giovanni Suergiu:

- Complesso nuragico località Su De Candelargiu
- Nuraghe S'Acqua Salida, località Matzaccara
- Edificio pubblico di età romana, località Su Gunventu
- Nuraghe Su Nuraxi 'e Su Gunventu

È stata inoltre verificata la banca dati dell'Istituto superiore per la conservazione e il restauro i cui dati hanno confermato quelli già presenti dalle altre fonti citate.

1.2.2 Pianificazione regionale

Piano Paesaggistico Regionale

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) della Sardegna, approvato con Delibera della Giunta Regionale n.36/7 del 5 settembre 2006, ha come obiettivo quello di preservare, tutelare e valorizzare gli elementi naturali, storici e culturali dell'intero territorio regionale.

In tal senso, il PPR ha contenuto descrittivo, prescrittivo e propositivo e in particolare, ai sensi dell'art. 135, comma 3, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche:

ripartisce il territorio regionale in ambiti di paesaggio;

detta indirizzi e prescrizioni per la conservazione e il mantenimento degli aspetti significativi o caratteristici del paesaggio e individua le azioni necessarie al fine di orientare e armonizzare le sue trasformazioni in una prospettiva di sviluppo sostenibile;

indica il quadro delle azioni strategiche da attuare e dei relativi strumenti da utilizzare per il perseguimento dei fini di tutela paesaggistica.

Il PPR stabilisce gli indirizzi, le prescrizioni, le misure di conoscenza, le misure di conservazione, i criteri di gestione e le azioni di recupero e riqualificazione che concorrono, nel loro complesso, all'attuazione delle finalità e degli obiettivi del Piano stesso.

Il PPR individua:

ambiti di paesaggio, quelle aree definite in relazione alla tipologia in cui convergono fattori strutturali, naturali e antropici, e nei quali sono identificati i beni paesaggistici individuati o d'insieme;

beni paesaggistici individuati che s'intendono quelle categorie di beni immobili i cui caratteri di individualità ne permettono una identificazione puntuale;

beni paesaggistici d'insieme, ovvero quelle categorie di beni immobili con caratteri di diffusività spaziale, composti da una pluralità di elementi identitari coordinati in un sistema territoriale relazionale;

componenti di paesaggio, vale a dire le tipologie di paesaggio, aree o immobili articolati sul territorio, che costituiscono la trama ed il tessuto connettivo dei diversi ambiti di paesaggio;

beni identitari, che si intendono quelle categorie di immobili, aree e/o valori immateriali, che consentono il riconoscimento del senso di appartenenza delle comunità locali alla specificità della cultura sarda.

Per i beni paesaggistici si applicano le disposizioni degli artt. 146 e 147 del D.Lgs. 42/04 e s.m.i. e del D.P.C.M. 12.12.2005.

Il Piano articola il territorio in tre distinti assetti:

assetto ambientale (per l'analisi degli elementi dell'assetto ambientale del PPR si faccia riferimento alle Tavole 2A e 2B allegate al presente studio);

assetto storico- culturale (per l'analisi degli elementi dell'assetto ambientale del PPR si faccia riferimento alle Tavole 3A e 3B allegate al presente studio);

assetto insediativo (per l'analisi degli elementi dell'assetto ambientale del PPR si faccia riferimento alle Tavole 4A e 4B allegate al presente studio).

In relazione alle componenti del sistema ambientale l'area del Permesso di ricerca in esame comprende i seguenti elementi:

beni paesaggistici art. 143

aree naturali e subnaturali

aree seminaturali

aree ad utilizzazione agro-forestale

In relazione alle componenti del sistema storico-culturale l'area del Permesso di ricerca in esame comprende i seguenti elementi:

Beni paesaggistici ex art. 136-142 (beni archeologici)

Beni paesaggistici puntuali ex art. 143

Beni paesaggistici areali ex art. 143

Aree produttive storiche (aree della organizzazione mineraria Sulcis-Iglesiente, Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna)

In relazione alle componenti del sistema insediativo l'area del Permesso di ricerca in esame comprende per lo più zone non edificate e non ricadenti dunque in nessuna classificazione.

Le aree mappate dal PPR – assetto insediativo ricomprese nel Permesso di ricerca sono relative a:

insediamenti produttivi (acquacoltura a circa 450 m a S-E dell'abitato di Matzaccara)

edificato (espansioni fino agli anni 50 ed espansioni recenti in corrispondenza del centro di Matzaccara e di Is Urigus fino agli estremi S-W dell'abitato di Carbonia, Is Massaius e San Giovanni Suergiu)

aree estrattive di seconda categoria (cave)

nuclei e case sparse.

Il PPR sulla base di puntuali analisi territoriali, delle valenze ambientali, storico-culturali ed insediative dei territori struttura il territorio regionale in 27 ambiti di paesaggio costieri. Le aree interessate dal Permesso di ricerca, rientrano prevalentemente all'interno dell'ambito costiero n. 6 "Carbonia e Isole Sulcitane" e nell'ambito costiero n. 5 "Anifiteatro del Sulcis". Ai fini del presente Studio sono state analizzate le relative Tavole di ambito: 564 IV e 564 III (piccola porzione settore N-E della Tavola).

Per la visualizzazione della delimitazione degli ambiti di paesaggio di interesse si rimanda alle tavole 3A e 3B allegate al presente studio.

In Tabella 1 sono riportati gli elementi presenti nel territorio ricompreso nell'area del Permesso di ricerca Monte Ulmus.

Tabella 1: Analisi del PPR in relazione all'area di progetto

Elementi del Piano presenti nell'area del Permesso di ricerca	Disposizioni da Piano (da Norme Tecniche di Attuazione)
ASSETTO AMBIENTALE	
Fascia costiera	Art. 19 La fascia costiera 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. Non sono comprese nella fascia costiera le seguenti zone, così come individuate dagli strumenti urbanistici comunali: a) le zone omogenee A e B; b) le zone omogenee C con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte, immediatamente contigue al tessuto urbano consolidato; c) le zone omogenee D e G con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte.
Zone umide costiere Fiumi e torrenti (Rio Macquarba, Riu San Milano) Laghi, invasi e stagni Campi dunari, sistemi di spiaggia	Art. 25 Aree seminaturali 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. Esse includono in particolare le seguenti categorie che necessitano, per la loro conservazione, di interventi gestionali: boschi naturali, gineprei, 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 s.m.i.
Componenti del paesaggio naturale	
Vegetazione a macchia e in aree umide	Art. 22 Aree naturali e subnaturali 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. Esse includono falesie e scogliere, scogli e isole minori, complessi dunali con formazioni erbacee e gineprei, aree rocciose e di cresta, grotte e caverne, emergenze geologiche di pregio, zone umide temporanee, sistemi fluviali e relative formazioni riparali, gineprei delle montagne calcaree, leccete e formazioni forestali in struttura climacica o sub-climacica, macchia foresta, garighe endemiche su substrati di diversa natura, vegetazione alopsamofila costiera, aree con formazioni steppiche ad ampelodesma. Art. 25 Aree seminaturali

Elementi del Piano presenti nell'area del Permesso di ricerca	Disposizioni da Piano (da Norme Tecniche di Attuazione)
	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. Esse includono in particolare le seguenti categorie che necessitano, per la loro conservazione, di interventi gestionali: boschi naturali, 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 s.m.i.
Impianti boschivi artificiali Colture specializzate arboree ed erbacee, aree agroforestali, aree incolte	Art. 28 Aree ad utilizzazione agro-forestale 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.
Colture specializzate arboree ed erbacee, aree agroforestali, aree incolte	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 sfalcibili irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semi-intensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna. Rientrano tra le aree ad utilizzazione agro-forestale le seguenti categorie: colture arboree specializzate; impianti boschivi artificiali; colture erbacee specializzate.
Praterie	Art. 25 Aree seminaturali 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. Esse includono in particolare le seguenti categorie che necessitano, per la loro conservazione, di interventi gestionali: boschi naturali, 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 s.m.i.
ASSETTO STORICO-CULTURALE	
Beni paesaggistici ex art. 136-142	
Beni archeologici	Immobile Gisterru Macquarba; Necropoli preistorica di Locci Santu
Beni paesaggistici puntuali ex art. 143	

Elementi del Piano presenti nell'area del Permesso di ricerca	Disposizioni da Piano (da Norme Tecniche di Attuazione)
Nuraghe	Art. 48 Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale Nella categoria delle Aree, edifici e manufatti di valenza storico culturale rientrano: a. i beni paesaggistici, meglio specificati nell'Allegato 3, costituiti dalle aree caratterizzate dalla presenza qualificante di: - a.1. beni di interesse paleontologico, - a.2. luoghi di culto dal preistorico all'alto medioevo - a.3. aree funerarie dal preistorico all'alto medioevo; - a.4. insediamenti archeologici dal prenuragico all'età moderna, comprendenti sia insediamenti di tipo villaggio, sia insediamenti di tipo urbano, sia insediamenti rurali; - a.5. architetture religiose medioevali, moderne e contemporanee; - a.6. architetture militari storiche sino alla II guerra mondiale. b. i beni identitari, meglio specificati nell'Allegato 3, costituiti aree caratterizzate dalla presenza qualificante di: - b.1. elementi individui storico-artistici dal preistorico al contemporaneo, comprendenti rappresentazioni iconiche o aniconiche di carattere religioso, politico, militare; - b.2. archeologie industriali e aree estrattive; - b.3. architetture e aree produttive storiche; - b.4. architetture specialistiche civili storiche.
Insediamento (nuragico) S'Acqua Salida; insediamento punico romano; insediamento punico romano Bruncu Teula, necropoli	Art. 51 Aree caratterizzate da insediamenti storici Le aree caratterizzate da insediamenti storici, così come individuati nella Tavola 3, sono costituite da: a) le matrici di sviluppo dei centri di antica e prima formazione, letti dalla cartografia storica, comprensivi anche dei centri di fondazione moderni e contemporanei, i nuclei specializzati del lavoro e l'insediamento sparso e comprendono in particolare: 1. i nuclei di primo impianto e di antica formazione 2. I sistema delle sette città regie, 3. i centri rurali, 4. i centri di fondazione sabauda 5. le città e i centri di fondazione degli anni '30 del '900, 6. i centri specializzati del lavoro: - villaggi minerari e industriali, - villaggi delle bonifiche e delle riforme agrarie dell'800 e del '900; b) gli elementi dell'insediamento rurale sparso: stazzi, medaus, furriadroxius, boddeus, bacili, cuiles.
Aree della organizzazione mineraria Sulcis-Iglesiente	Art. 57 Aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale Costituiscono aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale i luoghi caratterizzati da forte identità, in relazione a fondamentali processi produttivi di rilevanza storica.
Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna.	Tali aree costituiscono elementi distintivi dell'organizzazione territoriale. Esse rappresentano permanenze significative

Elementi del Piano presenti nell'area del Permesso di ricerca	Disposizioni da Piano (da Norme Tecniche di Attuazione)
	riconoscibili come elementi dell'assetto territoriale storico consolidato, e comprendono aree di bonifica, aree delle saline e terrazzamenti storici, aree dell'organizzazione mineraria, Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna. Qualsiasi intervento di realizzazione, ampliamento e rifacimento di infrastrutture viarie deve essere coerente con l'organizzazione territoriale
Beni paesaggistici areali ex art. 143	
Fortezza fenicio-punico	Art. 51 Aree caratterizzate da insediamenti storici Le aree caratterizzate da insediamenti storici, così come individuati nella Tavola 3, sono costituite da: a) le matrici di sviluppo dei centri di antica e prima formazione, letti dalla cartografia storica, comprensivi anche dei centri di fondazione moderni e contemporanei, i nuclei specializzati del lavoro e l'insediamento sparso e comprendono in particolare: 1. i nuclei di primo impianto e di antica formazione 2. I sistema delle sette città regie, 3. i centri rurali, 4. i centri di fondazione sabauda 5. le città e i centri di fondazione degli anni '30 del '900, 6. i centri specializzati del lavoro: - villaggi minerari e industriali, - villaggi delle bonifiche e delle riforme agrarie dell'800 e del '900; b) gli elementi dell'insediamento rurale sparso: stazzi, medaus, furriadroxius, boddeus, bacili, cuiles.
ASSETTO INSEDIATIVO	
Componenti del sistema insediativo	
Insediamenti produttivi	Art. 91 Insediamenti produttivi Il P.P.R. riconosce le seguenti categorie, come dettagliatamente descritte nella relazione e perimetrare nelle carte di cui all'art. 4: a. Insediamenti produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale; b. Grande distribuzione commerciale; c. Aree estrattive: cave e miniere
Centri abitati - espansione fino agli anni 50	Art. 67 Espansioni fino agli anni cinquanta Costituiscono espansioni sino agli anni cinquanta le porzioni di edificato urbano originate dall'ampliamento, normalmente in addizione ai centri di antica formazione, che ha conservato i caratteri della città compatta.
Centri abitati - espansioni recenti	Art. 70 Espansioni recenti Si definiscono espansioni recenti quelle porzioni dell'edificato urbano che sono costituite dalle espansioni residenziali recenti, avvenute dopo il 1950, non sempre caratterizzate da disegno urbano riconoscibile e unitario, ma spesso derivanti da interventi

Elementi del Piano presenti nell'area del Permesso di ricerca	Disposizioni da Piano (da Norme Tecniche di Attuazione)
	discontinui di attuazione urbanistica, identificate, anche nel sentire comune, come periferie.
Aree estrattive di seconda categoria (cave)	Art. 96 Aree estrattive (cave e miniere) Le aree estrattive sono quelle interessate da miniere in attività per la coltivazione e lavorazione di minerali di 1° categoria (minerali di interesse nazionale) e da cave per la coltivazione di materiali di 2° categoria (inerti per il settore delle costruzioni, per uso industriale locale e rocce ornamentali quali marmi e graniti).
Nuclei case sparse	Art. 82 Nuclei e case sparse nell'agro I nuclei e case sparse sono caratterizzati dalla presenza di unità abitative, per lo più unifamiliari, in appezzamenti di terreno di varie dimensioni che, talvolta, hanno conservato sostanzialmente inalterata la configurazione tipica della originaria modalità di conduzione agricola del fondo, presentando un assetto equilibrato tra gli episodi edilizi e l'ambiente naturale e agricolo. Appartengono a questa categoria anche tipologie realizzate nei periodi più recenti in maniera non armonizzata nel contesto, spesso totalmente estranee al paesaggio rurale ed alle finalità agricole, che hanno alterato gli equilibri naturali degli spazi rurali.

Nella tabella che segue sono riportate le superfici, comprese all'interno del permesso di ricerca Monte Ulmus, che interessano gli elementi identificati dal PPR - assetto ambientale.

Tabella 2: Superfici occupate dagli elementi del sistema ambientale

Elementi del sistema ambientale	Superfici presenti all'interno del permesso (mq)
Boschi	90.526
Macchia, dune e aree umide	6.694.165
Impianti boschivi artificiali	5.479.324
Colture erbacee specializzate	28.905.759
Aree antropizzate	1.186.323
Praterie e spiagge	6.568.278
Colture arboree specializzate	6.178.054

Le tabelle che seguono identificano gli elementi del sistema storico-culturale, ricompresi all'interno del permesso di ricerca Monte Ulmus, che interessano gli elementi identificati dal PPR - assetto storico-culturale.

Elementi del sistema storico culturale - Beni areali ex art. 143	Cronologia	Località
Fortezza	fenicio punico	Sirai

Elementi del sistema storico culturale - Beni ex art. 136 e art. 142	Tipologia
necropoli preistorica di "Loccis Santu"	Archeologico
complesso abitativo e funerario	Archeologico
immobile Gisterru-Macquarba	Archeologico
nuraghe Sirai	Archeologico
resti di una fortezza fenicio-punico	Archeologico

Tabella 3: Beni puntuali ex art. 143

Nome	Tipologia	Elemento	Cronologia	Località
	nuraghe			
	Insedimento storico sparso	Medau, Furriadroxiu, Boddeu, Cuile, Stazzo		
	Insedimento storico sparso	Medau, Furriadroxiu, Boddeu, Cuile, Stazzo		
	insediamento		punico - romano	
Insedimento S'Acqua Salida	insediamento		nuragico	
	domus de janaz		nuragico	Monte Sirai
	nuraghe		nuragico	Monte Sirai
	nuraghe			
	nuraghe		nuragico	Paringianu
	nuraghe		nuragico	Monte Sirai
N.ghe Atzori	nuraghe			
	Insedimento storico sparso	Medau, Furriadroxiu, Boddeu, Cuile, Stazzo		
	insediamento		prenuragico	
	insediamento		nuragico	
	insediamento		punico - romano	
	domus de janaz		prenuragico	Monte Sirai
	necropoli		fenicio punico	Monte Sirai
	domus de janaz		prenuragico	Monte Sirai

Nome	Tipologia	Elemento	Cronologia	Località
	nuraghe			
	necropoli		punico	Monte Sirai
	tophet		punico	Monte Sirai
	nuraghe		nuragico	Monte Sirai
	nuraghe		nuragico	Monte Sirai
	nuraghe		nuragico	Monte Sirai
	Insedimento storico sparso	Medau, Furriadroxiu, Boddeu, Cuile, Stazzo		

Si richiamano a seguire le norme relative alle aree maggiormente sensibili presenti nel perimetro di ricerca e interessate dalle attività in progetto e gli indirizzi nel caso in cui siano strettamente riguardanti le aree specifiche.

PRESCRIZIONI E INDIRIZZI

Art. 23 Aree naturali e subnaturali

Vietato 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;

Nelle zone umide temporanee tutti gli interventi che, direttamente o indirettamente, possono comportare rischi di interrimento e di inquinamento

Art. 24 Aree naturali e subnaturali, indirizzi

Orientare 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.

Art. 26 aree seminaturali

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

In particolare nelle aree boschive sono vietati:

gli interventi di modificazione del suolo

gli interventi infrastrutturali (viabilità, elettrodotti, infrastrutture idrauliche, ecc.), che comportino alterazioni permanenti alla copertura forestale

Art. 49 Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale

1. Per la categoria di beni paesaggistici di cui all'art. 48, comma 1, lett. a), sino all'adeguamento dei piani urbanistici comunali al P.P.R., si applicano le seguenti prescrizioni:

a) sino all'analitica delimitazione cartografica delle aree, queste non possono essere inferiori ad una fascia di larghezza pari a m. 100 a partire dagli elementi di carattere storico culturale più esterni dell'area medesima; nelle aree è vietata qualunque edificazione o altra azione che possa comprometterne la tutela.

Gli indirizzi specifici in merito riguardano la categoria e tipologia di intervento edilizio non pertinente con le attività in progetto.

Art. 52 - Aree caratterizzate da insediamenti storici

Fino all'adeguamento dei piani urbanistici comunali al P.P.R., nelle aree caratterizzate da centri e nuclei storici, tenuto conto delle perimetrazioni riportate nella cartografia del P.P.R., sono consentiti:

- a. per i Comuni non dotati di piano particolareggiato, unicamente gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo ai sensi dell'art 3 D.P.R n 380/2001, nonché di ristrutturazione edilizia interna.

Gli indirizzi specifici in merito riguardano la categoria e tipologia di intervento edilizio non pertinente con le attività in progetto.

Art. 58 - Aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale

E' fatto divieto di alterare le caratteristiche essenziali dei beni identitari (realizzazioni demolizioni rifacimenti).Qualsiasi intervento di realizzazione, ampliamento e rifacimento di infrastrutture viarie deve essere coerente con l'organizzazione territoriale.

Tabelle di interferenza degli elementi di piano con le attività in progetto

Nelle tabelle che seguono sono sintetizzati i dati relativi al potenziale interessamento di alcuni elementi da PPR – assetto ambientale e assetto storico-culturale.

Sono state escluse le attività di studio o di indagine indiretta che per modalità e durata si ritiene non avranno alcuna possibilità di interferire con gli elementi di piano in termini di obiettivi prescrizioni e di conseguenza coerenza.

Sono state al contrario valutate quelle per le quali si ritiene utile fornire elementi aggiuntivi, in particolare:

linee per rilievo sismico a riflessione con metodo Vibroseis (rif. paragrafo 2.2.2);

area individuata per le indagini dirette superficiali (rif. paragrafo 0 e 0)

area individuata per le indagini dirette profonde (rif. paragrafo 2.2.6).

Analisi PPR – linee rilievo sismico a riflessione (attività “E”)

Tabella 4: Analisi degli elementi del PPR (assetto ambientale, assetto storico-culturale) interessati dalla Linea 1

Elemento PPR	Lunghezza (m)
ASSETTO AMBIENTALE	
Sistemi costieri (zone umide costiere)	303
Componenti ambientali	
<i>Colture arboree specializzate</i>	92
<i>Colture erbacee specializzate</i>	4278
<i>Impianti boschivi artificiali</i>	916
<i>Macchia, dune e aree umide</i>	539
<i>Praterie e spiagge</i>	141
ASSETTO STORICO - CULTURALE	
Aree organizzazione mineraria	4868
Parco geominerario ambientale storico	5965

Tabella 5: Analisi degli elementi del PPR (assetto ambientale, assetto storico-culturale) interessati dalla Linea 2

Elemento PPR	Lunghezza (m)
ASSETTO AMBIENTALE	
Componenti ambientali	
<i>Colture arboree specializzate</i>	556
<i>Colture erbacee specializzate</i>	399

Elemento PPR	Lunghezza (m)
<i>Impianti boschivi artificiali</i>	1835
<i>Macchia, dune e aree umide</i>	270
ASSETTO STORICO - CULTURALE	
Aree organizzazione mineraria	3060
Parco geominerario ambientale storico	3060

Tabella 6: Analisi degli elementi del PPR (assetto ambientale, assetto storico-culturale) interessati dalla Linea 3

Elemento PPR	Lunghezza (m)
ASSETTO AMBIENTALE	
Sistemi costieri (zone umide costiere)	21
Componenti ambientali	
<i>Aree antropizzate</i>	3
<i>Colture arboree specializzate</i>	366
<i>Colture erbacee specializzate</i>	1788
<i>Impianti boschivi artificiali</i>	61
ASSETTO STORICO - CULTURALE	
Aree organizzazione mineraria	2320
Parco geominerario ambientale storico	2320

Analisi PPR – aree sondaggi geognostici (attività H, I)

Tabella 7: elementi assetto ambientale interessati dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette superficiali

Elemento PPR	Superficie (mq)
Scavi	11708
Laghi, invasi e stagni	2221,21
Componenti ambientali	
<i>Colture arboree specializzate</i>	301.992,3
<i>Colture erbacee specializzate</i>	570.753,9
<i>Impianti boschivi artificiali</i>	1.791
<i>Macchia, dune e aree umide</i>	69.118,4
<i>Praterie e spiagge</i>	19.923
Elemento PPR	Lunghezza (m)
Fascia costiera	522

Tabella 8: elementi assetto ambientale interessati dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette profonde

Sistemi costieri (zone umide costiere)	285.015
Specchi d'acqua	2.221,21
Componenti ambientali	
<i>Aree antropizzate</i>	69.488,6
<i>Boschi</i>	51.271,6
<i>Colture arboree specializzate</i>	744.176,72
<i>Colture erbacee specializzate</i>	4.191.864
<i>Impianti boschivi artificiali</i>	832.573,62
<i>Macchia, dune e aree umide</i>	1.674.821,1
<i>Praterie e spiagge</i>	1.738.243,8

Elemento PPR	Lunghezza (m)
Fiumi, torrenti	9.257
Fascia costiera	4.579,6

Tabella 9: Elementi del PPR – assetto storico culturale interessati dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette superficiali

Elemento PPR	Superficie (mq)
Aree organizzazione mineraria	937.592,6
Parco Geom. Ambientale Storico	992.247

Tabella 10: Elementi del PPR – assetto storico culturale interessati dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette profonde

Elemento PPR	Superficie (mq)
Aree organizzazione mineraria	7.724.195
Parco Geom. Ambientale Storico	9.302.439

PAI

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale (PAI), è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

Il piano individua nell'intero territorio regionale le aree classificate a rischio idraulico (51.219 ha) e di frana (124.500 ha). Inoltre prevede la realizzazione di interventi strutturali per le aree a rischio elevato e molto elevato.

Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10 luglio 2006. Le Norme di Attuazione del PAI sono state aggiornate e approvate con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 35 del 21 Marzo 2008.

Il PAI si applica nel bacino idrografico unico regionale della Sardegna ed è suddiviso in sette sottobacini; l'area del Sito in esame rientra all'interno del Sub Bacino n. 1 "Sulcis".

In base alla cartografia pubblicata sul geoportale regionale¹ è stata verificata la presenza di aree a rischio e pericolosità idraulica e aree a rischio di frana e degli eventuali elementi a rischio.

¹ <http://www.sardegna.geoportale.it/webgis2/sardegna-mappe/?map=pai>

L'area di intervento progettuale non è interessata da aree di rischio idraulico; non si segnalano inoltre aree a rischio di frana nelle immediate vicinanze del Permesso di ricerca.

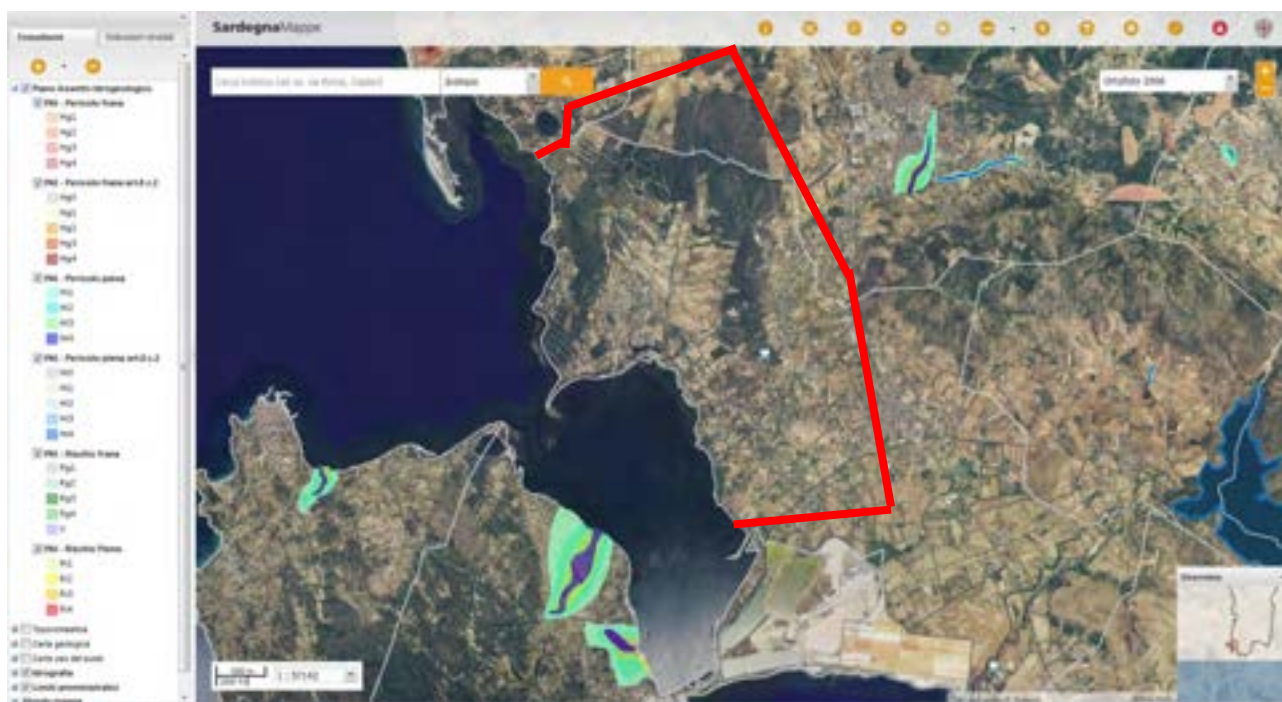


Figura 3: Stralcio della Carta delle aree a rischio idraulico e geomorfologico dell'area di interesse; fonte Geoportale Regione Sardegna

Non si riscontrano quindi incoerenze dell'intervento progettuale con la pianificazione in materia di rischio idrogeologico.

Piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF)

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

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

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

Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato in via preliminare, con Delibera n° 1 del 31.03.2011, ai sensi degli artt. 8 c.3 e 9 c.2 della L.R. n. 19 del 6.12.2006, il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.), successivamente con Delibera n°1 del 03.09.2012 e con Delibera n°1 del 31.10.2012 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna ha adottato preliminarmente il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Piano di Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle acque, redatto ai sensi dell'Art. 44 del D. Lgs. 152/99 e s.m.i., è uno strumento finalizzato al raggiungimento di obiettivi di qualità dei corpi idrici e più in generale alla protezione dell'intero sistema idrico superficiale e sotterraneo.

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..

Obiettivi generali del Piano sono:

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;

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;

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;

lotta alla desertificazione.

Il PTA contiene ai sensi dell'art. 44, comma 4, del Decreto:

i risultati dell'attività conoscitiva;

l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione;

l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;

le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;

l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità;

il programma di verifica dell'efficacia degli interventi previsti;

gli interventi di bonifica dei corpi idrici.

Ai sensi del D.Lgs. 152/99, il Piano classifica i corpi idrici in:

corpi idrici significativi:

corsi d'acqua, naturali e artificiali;

laghi, naturali e artificiali;

acque di transizione;

acque marino-costiere;

acque sotterranee;

corpi idrici a specifica destinazione:

acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;

acque destinate alla balneazione;

acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;

acque destinate alla vita dei molluschi;

aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento.

Ai sensi dell'art. 4, comma 4, del Decreto, le norme di Piano dispongono che entro il 31 dicembre 2016 devono essere raggiunti i seguenti obiettivi di qualità ambientale:

i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei mantengano o raggiungano la qualità ambientale corrispondente allo stato di "buono";

sia mantenuto, ove già esistente, lo stato di qualità ambientale "elevato".

Ogni corpo idrico superficiale classificato, o tratto di esso, deve conseguire almeno lo stato di qualità ambientale "sufficiente".

Il Piano individua per il territorio regionale 16 Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.); l'area di studio è inclusa all'interno della U.I.O. 2 "Palmas", che si sviluppa per un'estensione di circa 1299,60 Km² e comprende oltre al bacino principale del Rio Palmas, i bacini delle due isole di Sant'Antioco e San Pietro e una serie di bacini

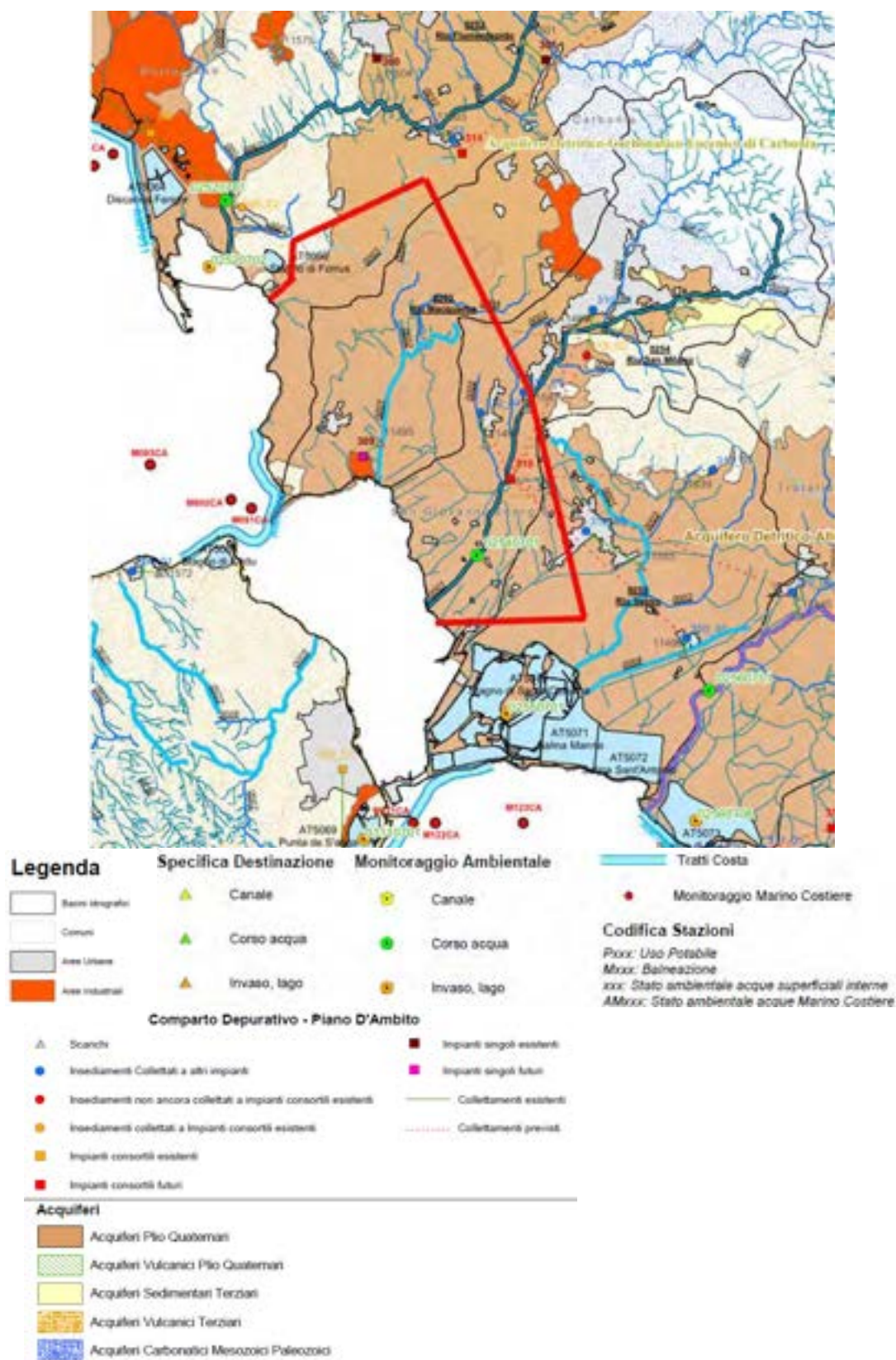


Figura 5: Unità Idrografica omogenea Palmas

Aree sensibili

Il piano identifica "Aree sensibili", ai sensi della Direttiva 271/91/CE e dell'Allegato 6 del D.Lgs. 152/99. Sono stati evidenziati in una prima fase i corpi idrici destinati ad uso potabile e le zone umide inserite nella

convenzione di Ramsar, rimandando alla fase di aggiornamento prevista dalla legge l'individuazione di ulteriori aree sensibili (comma 6, art.18 D.Lgs. 152/99).

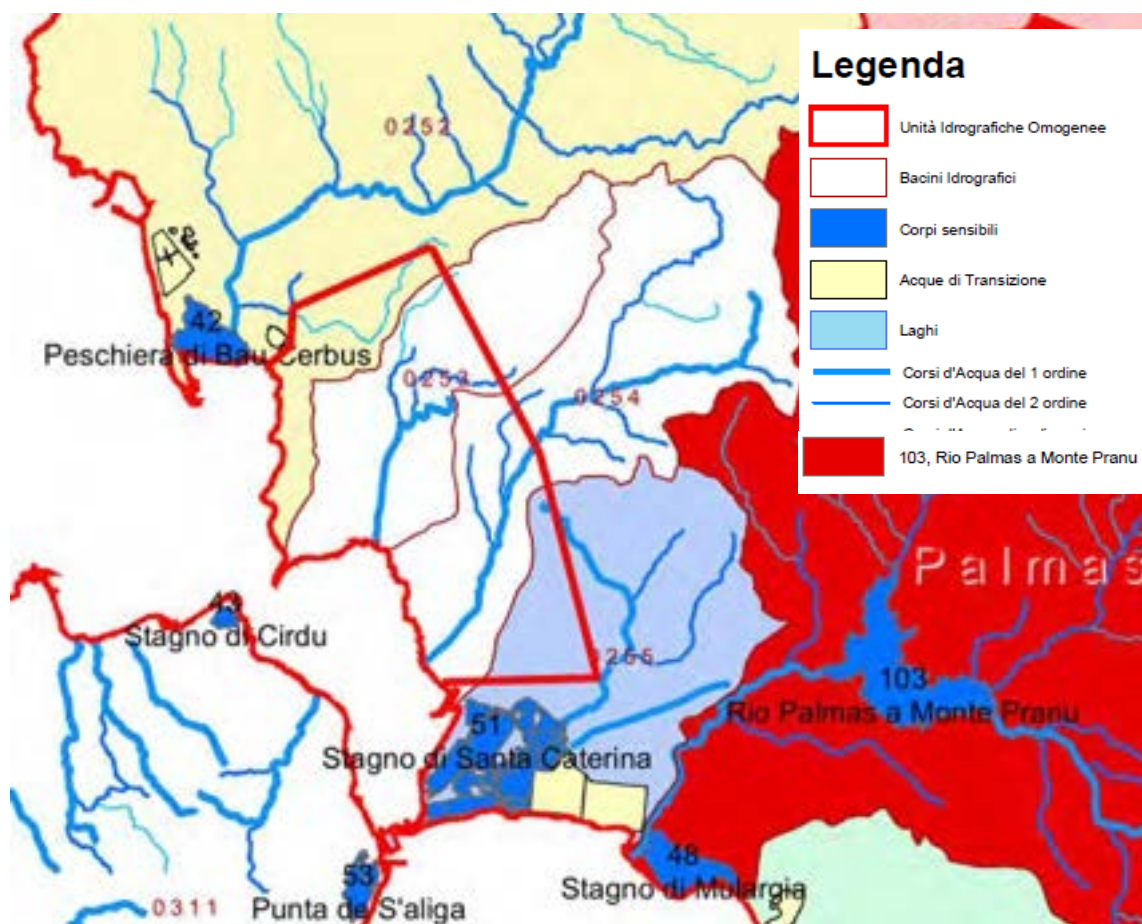


Figura 6: Stralcio dalla tavola 7 del PTA "Aree sensibili"

L'ovale indicato nello stralcio individua l'area di progetto.

Nell'area delimitata dal permesso di ricerca è compresa nelle due Unità idrografiche omogenee (0253 e 0254) e parte della 0252, mentre non sono presenti aree sensibili.

Nelle vicinanze, al limite nord e sud, sono segnalati due corpi sensibili localizzati al limite esterno del permesso di ricerca nella figura precedente.

Peschiera di Bau Cerbus (elemento n°42)

Stagno di Santa Caterina (elemento n°51)

Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

Sulla base dei criteri riportati nella Relazione Generale al Capitolo 5, e dalle analisi effettuate è possibile affermare che nella U.I.O. del Palmas non è stata riscontrata la presenza di zone vulnerabili ai nitrati

Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari

Nell'area della U.I.O. del Palmas è stato riscontrato un utilizzo estensivo di prodotti fitosanitari, in particolare nei comuni di Masainas, Nuxis, Santadi.

Altre aree di salvaguardia

La U.I.O. del Palmas è particolarmente ricca di aree di salvaguardia ambientale e naturalistica.

È innanzitutto interessata da numerosi siti minerari dismessi che fanno sì che gran parte di essa sia compresa all'interno del Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna, alcuni dei quali interessano il territorio del comune di Carbonia.

Corpi idrici significativi e corpi idrici a specifica destinazione

Nella U.I.O. del Palmas oltre all'omonimo corso d'acqua significativo ai sensi del D.Lgs. 152/99, vengono monitorati altri quattro corsi d'acqua minori ritenuti di rilevante interesse regionale. Tutti questi corsi d'acqua ricadono in aree in cui storicamente le attività minerarie sono state rilevanti, e dove si riscontrano in alcuni casi evidenze d'inquinamento delle acque dovuti all'esito di queste attività.

Tra i corpi idrici di interesse regionale monitorati vi è quello di Riu Santu Milanu (14,29 Km per un bacino di 48,43 Km²), l'unico che ricade all'interno del Permesso di ricerca Monte Ulmus

Id_Bacino	Nome bacino	Id_Corpo Idrico	Nome corpo idrico	Id_Stazione	Giudizio 152	Obiettivo 152 2008	Obiettivo 152 2016
0254	Riu San Milano	CS0001	Riu San Milano	02540701	PESSIMO	SUFFICIENTE	BUONO

Per quanto riguarda lo stato di qualità delle acque superficiali, il monitoraggio effettuato in corrispondenza della stazione 02540701 in località San Giovanni Suergiu indica uno stato pessimo del corpo idrico.

Obiettivi di tutela del Piano e analisi delle attività

Il programma di misure finalizzato alla tutela qualitativa e quantitativa delle acque superficiali e sotterranee prevede la promozione di linee di azione rivolte a enti e operatori alcune delle quali applicabili a progetti di opere o attività.

Tra le azioni si indicano quelle di tipo infrastrutturale, volte al contenimento degli impatti ambientali, all'utilizzo della risorsa (approvvigionamento e distribuzione) e al rilascio nell'ambiente (scarichi e riutilizzo). Nell'ambito delle attività indirette non sono previsti scarichi di alcun tipo di conseguenza non ci sarà recapito di reflui su corpo idrico superficiale né su suolo o area sensibile.

Per quanto riguarda le attività geognostiche, l'uso di risorsa è ottimizzato in modo da richiedere il minimo quantitativo possibile di acqua. L'acqua di raffreddamento delle perforazioni, utilizzata durante i sondaggi, viene riciclata nel corso della perforazione stessa e, qualora la percentuale di solidi in sospensione la renda ancora utilizzabile, può anche essere trasportata tra una postazione e l'altra per ridurre ulteriormente l'impiego di acqua pulita. La perdita di acqua nel foro dipende dalla permeabilità dell'ammasso roccioso attraversato.

Al termine delle operazioni di sondaggio i fanghi risultanti dalla decantazione delle acque di perforazione e le acque decantate saranno caratterizzati e smaltiti a norma di legge

Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR) 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.

Il PFAR analizza i sistemi forestali quali parte integrante e compositiva degli ecosistemi territoriali, promuove la multifunzionalità dei boschi attraverso la pianificazione ovvero attraverso l'analisi del contesto forestale territoriale per derivarne le valenze, presenti e potenziali, di tipo naturalistico, ecologico, protettivo e 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.

Il PFAR ha previsto la compartimentazione della regione in 25 distretti territoriali.

Per distretto territoriale si intende una porzione di territorio entro la quale è riconosciuta una omogeneità di elementi fisico-strutturali, vegetazionali, naturalistici e storico culturali.

Il territorio dell'area di intervento risulta essere all'interno del distretto 24 – Isole Sulcitane.

In generale il PFAR identifica le seguenti cinque linee di intervento:

la linea protettiva (P), orientata alla conservazione e al miglioramento del livello di stabilità delle terre e dell'efficienza funzionale dei sistemi forestali mediterranei;

la linea naturalistico-paesaggistica (N), orientata alla preservazione e conservazione della qualità dei sistemi ecologici in tutte le loro componenti fisiche e biologiche; all'accrescimento della complessità e della funzionalità dei popolamenti; al mantenimento e miglioramento del valore paesaggistico dei contesti forestali;

la linea produttiva (PR), per la crescita economica e il benessere sociale del territorio agroforestale attraverso la valorizzazione economica delle foreste e la promozione dell'impresa forestale;

la linea informazione ed educazione ambientale (E), per la promozione dell'attività di informazione, sensibilizzazione ed educazione ambientale applicata al settore forestale;

la linea ricerca applicata e sperimentazione (R), per il potenziamento delle conoscenze sull'entità, distribuzione e stato della vegetazione forestale regionale, e per la regolamentazione di particolari aspetti della materia forestale.

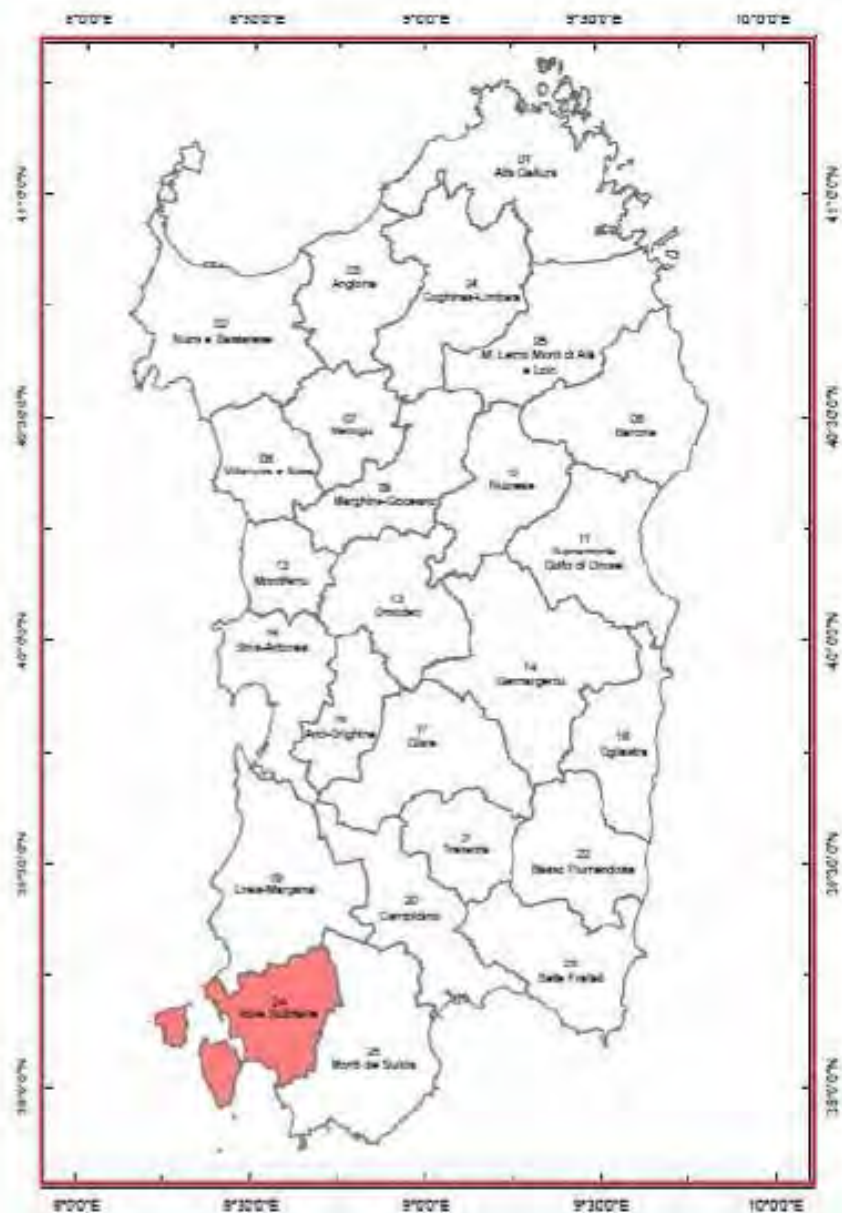


Figura 7: Distretti individuati da PFAR (in rosso il distretto che comprende l'area di intervento)

Le linee sono articolate in Misure, Azioni e Sottoazioni; le Misure rappresentano tipologie d'intervento a carattere generale che, a fronte di una varietà di contesti territoriali di dettaglio, si particolarizzano in interventi più specifici.

Nell'ambito del territorio specifico non è stata riscontrata la presenza di:

aree a gestione forestale pubblica EFS o di tutela naturalistica;

aree a vincolo idrogeologico (RD 3267/23);

aree a pericolosità idrogeologica (L.267/98), e fenomeni franosi verificati anche da pianificazione specifica (PAI).

1.2.3 Pianificazione provinciale

PUP/PTC Provinciale di Carbonia-Iglesias

Il Piano Urbanistico Provinciale o Piano Territoriale di Coordinamento (PUP/PTC) costituisce il principale strumento di pianificazione territoriale di competenza provinciale. Il PUP/PTC è lo strumento che definisce

gli obiettivi di assetto generale e tutela del territorio ed ha il compito di raccordare le politiche settoriali di competenza provinciale; ha inoltre funzioni di indirizzo e coordinamento della pianificazione urbanistica comunale in riferimento ad ambiti territoriali omogenei e specifici campi problematici.

Il quadro normativo di riferimento del PUP/PTC è costituito dalla LR 22 dicembre 1989, n. 45, Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale, e dal Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 267, Testo Unico delle leggi sull'ordinamento degli Enti locali.

Il Piano Urbanistico Provinciale/Piano Territoriale di Coordinamento, così come disciplinato dalla LR 45/1989 e dal D.lgs 267/2000, ha il compito di:

- assicurare la coerenza degli interventi alle direttive e vincoli regionali e ai piani territoriali paesistici;
- individuare specifiche normative di coordinamento (con riferimento ad ambiti territoriali omogenei);
- determinare gli indirizzi generali di assetto del territorio.

Il ruolo specifico della pianificazione provinciale che emerge dal quadro normativo di riferimento consiste pertanto nel costruire quadri di riferimento territoriale e definire indirizzi e prescrizioni di coordinamento d'area vasta, capaci di orientare i processi di pianificazione urbanistica e di settore, comunale e provinciale, verso una coerenza con il sistema territoriale e paesaggistico ambientale.

Il PUP/PTC della provincia di Carbonia-Iglesias, adottato con delibera provinciale n. 1777 del 20/01/2012, si colloca a valle del Piano Paesaggistico Regionale, di cui deve recepire gli obiettivi strategici e le indicazioni, e rappresenta uno strumento fondamentale di indirizzo e di coordinamento della pianificazione provinciale e sovracomunale, necessario per delineare i differenti assetti del territorio in relazione alla vocazione delle sue parti, in relazione alle tematiche di competenza della Provincia e in integrazione con le politiche di sviluppo socioeconomico, territoriale ed ambientale.

Di seguito sono illustrati gli obiettivi generali promossi dal PUP/PTC, organizzati in riferimento a specifici ambiti di competenza, come sviluppati nella disciplina di coordinamento e attuazione del Piano.

Sistema della difesa del suolo

- Garantire la conservazione, la tutela e la valorizzazione del suolo e assicurare la prevenzione ed il contenimento dei fenomeni di dissesto idrogeologico e dei rischi da essi derivanti

Sistema del recupero ambientale delle aree inquinate

- Assicurare le condizioni di qualità e salubrità ambientale del territorio provinciale

Sistema della tutela e della valorizzazione ambientale

- riconoscere e disciplinare, attraverso specifiche normative di coordinamento, i contesti ambientali e paesaggistici del territorio provinciale entro cui orientare le forme d'uso e fruizione delle risorse verso prospettive di tutela e valorizzazione delle stesse;
- perseguire condizioni di funzionalità ecologica dell'intero sistema territoriale, anche in riferimento ad ambiti che, nonostante le attuali criticità, conservano significative potenzialità relative all'espressione di elevati livelli di biodiversità e di valore naturalistico, anche in funzione delle opportunità di fruizione delle risorse ambientali e del miglioramento delle caratteristiche di qualità ambientale dei contesti insediativi;
- tutelare e migliorare ulteriormente le caratteristiche di elevata qualità ambientale diffusa e di funzionalità ecologica del territorio montano e collinare provinciale garantendo l'effettiva interconnessione tra le aree specificatamente destinate alla tutela della natura e della biodiversità;
- promuovere la definizione di nuovi elementi di connessione ecologica integrati all'interno dello schema di rete provinciale;
- perseguire il raggiungimento di un'elevata efficienza ecosistemica complessiva alla scala provinciale favorendo i requisiti reticolari di connessione ecologica tra ecosistemi costieri ed ecosistemi interni, tra aree di pianura e aree montane ed infine tra differenti aree montane e sistemi territoriali con prevalenti caratteri di naturalità.

Sistema del patrimonio storico culturale e del paesaggio

- Promuovere e valorizzare il patrimonio storico culturale della Provincia di Carbonia Iglesias;
- Integrare le politiche di sviluppo territoriale con la tutela e la valorizzazione dei beni culturali e del paesaggio;

Rafforzare l'immagine e l'identità territoriale provinciale valorizzando in modo integrato e attraverso reti e sistemi le emergenze storico culturali e paesaggistiche.

Sistema del patrimonio agro-forestale e dell'agricoltura specializzata

Tutelare la risorsa agricola del territorio provinciale

Migliorare la competitività del sistema agricolo e agroalimentare

Tutelare, incrementare e valorizzare la risorsa forestale del territorio provinciale

Favorire la crescita economica del comparto agroforestale e sughericolo

Perfezionare e consolidare le attività di prevenzione e lotta agli incendi boschivi e di lotta fitosanitaria

Sistema delle infrastrutture produttive

Favorire la concentrazione e la specializzazione delle attività produttive in aree di valenza sovracomunale

Ridurre la dispersione dell'offerta insediativa ed il consumo di suolo evitando duplicazioni e/o il sottoutilizzo delle aree produttive

Favorire la progressiva qualificazione ambientale, ecologica ed energetica delle infrastrutture e delle attività produttive

Potenziare l'offerta dei servizi di supporto alle attività economiche e produttive

Adottare forme di compensazione territoriale, in materia di pianificazione, infrastrutturazione e gestione degli insediamenti produttivi, fra gli Enti locali appartenenti al medesimo sistema territoriale.

Sistema degli insediamenti turistico ricettivi

Rafforzare e qualificare il sistema della ricettività turistica del territorio provinciale

Sviluppare forme di turismo sostenibile per il territorio provinciale

Sistema della risorsa idrica territoriale

Il potenziamento della gestione integrata della risorsa idrica

La promozione del miglioramento dello stato ambientale della risorsa idrica e del territorio.

Sistema delle infrastrutture per la mobilità

Aumentare l'accessibilità del territorio provinciale dall'esterno rispetto al territorio regionale e al contesto euro-mediterraneo;

Favorire l'accessibilità e l'integrazione fra differenti ambiti territoriali e differenti vocazioni produttive del territorio provinciale;

Favorire l'accesso alle risorse, ai servizi ed alle infrastrutture territoriali presenti alla popolazione residente ed ai fruitori del territorio

Incrementare il risparmio e l'efficienza energetica complessiva del sistema territoriale

Sistema dei servizi per l'istruzione superiore

Assicurare alle comunità locali adeguate opportunità educative e culturali in tutto il territorio provinciale.

Sistema dei servizi alla persona

Sviluppare il sistema integrato provinciale dei servizi alla persona in una logica reticolare di prossimità del welfare-mix locale, interpretato come rete di opportunità d'accesso e inclusione sociale diffuse su tutto il territorio;

Muovere verso una concezione della rete dei servizi alla persona come rete di sostegno alla crescita complessiva della comunità provinciale affermando il ruolo del welfare locale quale infrastruttura strategica per lo sviluppo del benessere, superando una visione limitata alla sola dimensione assistenziale orientata all'amministrazione del bisogno o del disagio temporaneo o permanente.

1.2.4 Pianificazione comunale

Sono stati analizzati i piani comunali dei territori interessati dalle attività per verificare la coerenza delle stesse, si sottolinea tuttavia che non trattandosi dell'inserimento di opere ma di indagini di durata limitata l'interferenza con gli strumenti di pianificazione comunale è limitata alle indagini dirette.

Sono state considerate le interferenze legate a:

- linee per rilievo sismico a riflessione con metodo Vibroseis (rif. paragrafo 2.2.2);
- area individuata per le indagini dirette profonde superficiali (rif. paragrafo 0 e 0)

- area individuata per le indagini dirette profonde (rif. paragrafo 2.2.6).

I comuni interessati sono:

- Portoscuso
- Carbonia
- S. Giovanni Suergiu

La cartografia è stata redatta attraverso la georeferenziazione di quella disponibile per i comuni di Portoscuso e Carbonia, mentre per San Giovanni Suergiu, pur avendo acquisito il piano cartaceo per verifica di congruità, è stata utilizzata la cartografia del mosaico proveniente dal piano provinciale.

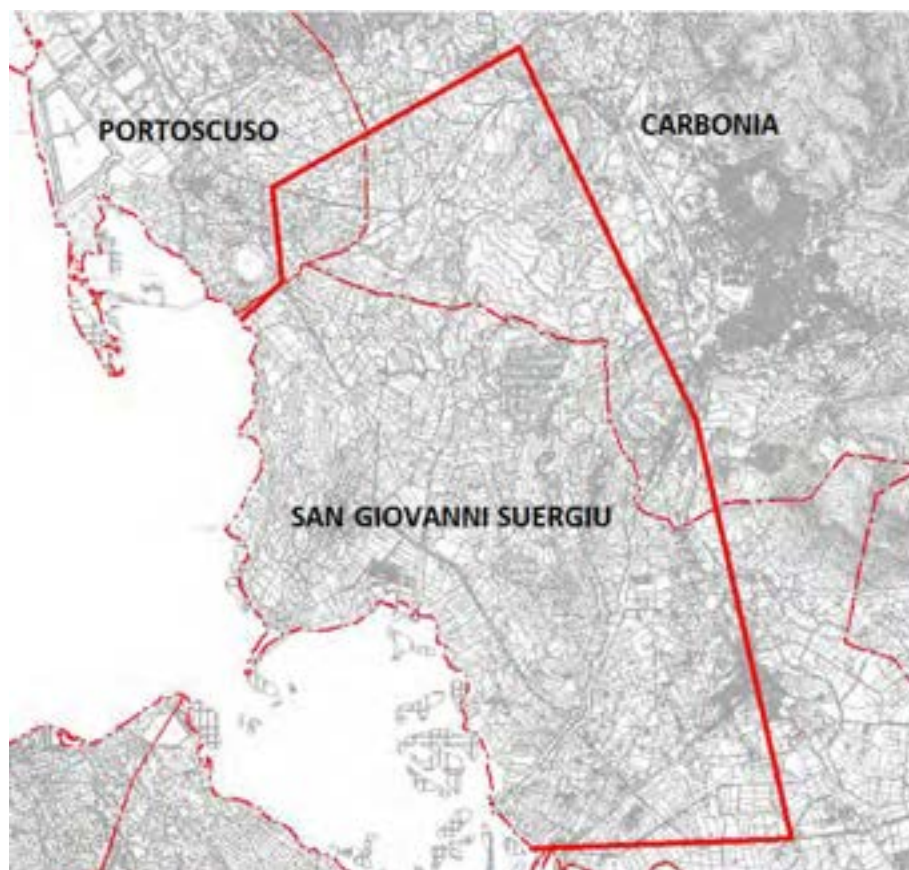


Figura 8: Area del permesso di ricerca e limiti amministrativi comunali

Piano Urbanistico Comunale di Carbonia

Attualmente sul territorio comunale di Carbonia vige il Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) adeguato al Piano Paesaggistico Regionale, approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 36 in data 01/08/2009, pubblicato sul BURAS n. 11 del 15/04/2011 e successive varianti.

Le tavole utilizzate per la verifica di coerenza sono quelle relative al settore sud (tavola z.2.2. classificazione degli insediamenti sparsi e delle zone agricole - settore sud; tavola z.1.4 Carbonia zonizzazione - settore sud. Le aree del permesso di ricerca che ricadono sul territorio comunale di Carbonia, corrispondono ad una zonizzazione molto frazionata, corrispondenti alle seguenti categorie (Titolo III, art. 5 delle NTA, Tavola Z.1.4 Carbonia zonizzazione - settore sud):

Zona B, completamento residenziale, sottozona B.2 - Espansioni compiute sino dopo gli anni cinquanta, sottozona B2.6 (Espansioni dopo gli anni cinquanta, da completare e/o riqualificare, nelle frazioni di Cortoghiana, Bacu Abis, Flumentepido) o B2.7 (Espansioni dopo gli anni cinquanta, da completare e/o riqualificare, nelle frazioni di Is Gannaus, Sirai, Barbusi e nei nuclei sparsi).

Zona C, espansione residenziale, sottozona C1.1 - Espansioni pianificate (piano di lottizzazione attuati o in corso di attuazione) in Carbonia Centro

Zona D, artigianale, industriale, commerciale, Sottozona D2.1 - Insediamenti produttivi commerciali e artigianali in ambito extraurbano o Sottozona D2.2 - Insediamenti commerciali, artigianali in ambito urbano
Zona E, aree agricole, Sottozona E2ab - Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva in terreni irrigui (es.: seminativi, erbai) e in terreni non irrigui (es.: seminativi in asciutto, erbai autunnovernalini, colture oleaginose); Sottozona E5 - Aree marginali per attività agricole (prevalentemente boschive)

Zona G, servizi generali, Sottozona G2.PU - Parco Urbano attrezzato; Sottozona G2.S - Sport a livello di area vasta

Zona H, aree di salvaguardia, Sottozona H1 - Zona archeologica di interesse paesaggistico Sottozona, Sottozona H3.1 - Zona di pregio ambientale e di tutela morfologica e idrogeologica in terreni a forte acclività (pendenze > 40%), Sottozona H4 - Fascia di rispetto stradale, ferroviaria e intorno ai centri abitati

Zona S, servizi di quartiere nelle aree residenziali, Sottozona S1 - Aree per l'istruzione: asili nido, scuole materne e scuole dell'obbligo; Sottozona S2 - Aree per attrezzature di interesse comune: religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie, amministrative, per pubblici servizi ed altre; Sottozona S3 - Aree per spazi pubblici attrezzati a parco e per gioco e lo sport; Sottozona S4 - Aree per parcheggi pubblici.

Sono stati inoltre consultati gli elaborati relativi a:

Beni identitari

Beni archeologici di potenziale interesse paesaggistico

Beni paesaggistici

Bene archeologico vincolato con decreto vicino a 95059456 Nuraghe Sirai

L'area interessata dalle attività di indagine è ricadente nella porzione sud-ovest del territorio comunale, rispetto alle attività di indagine si riscontrano:

linee sismiche per caratterizzazione geofisica area vasta (attività E)

zone E Agricole - prevalenza

zone H di salvaguardia

macroarea indagini dirette profonde (attività I):

zone E Agricole – prevalenza

zone D – Artigianale, industriale, commerciale, minima porzione di territorio in prossimità del confine nord-est dell'area

zone H di salvaguardia

Per l'analisi del progetto sulla cartografia del piano si rimanda alle Tavole 6A e 6B.

Piano Urbanistico Comunale di Portoscuso

Attualmente sul territorio comunale di Portoscuso vige il Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) adottato con Delibera di Consiglio Comunale n. 42 in data 19/07/1999, pubblicato sul BURAS n. 37 del 19/10/1999 e successive variante adottate.

E' stata analizzata la documentazione disponibile sul sito web comunale².

Il permesso di ricerca Monte Ulmus interessa in piccola parte, nel suo confine nord occidentale, il territorio del comune di Portoscuso in un'area classificata interamente come Zona Agricola (Zona E).

In conformità allo studio agronomico effettuato nel Comune e nel rispetto delle Direttive Regionali, il PUC individua le sottozone agricole E1, E2, E3 ed E5, ripartite come indicato nella cartografia specifica alla Tav. n. A/10.

Dall'analisi della Tav. A/10 (si veda Tavola 7) si evince che la parte di area di interesse che ricade nel perimetro del comune di Portoscuso interessa le seguenti sottozone dell'area agricola (zona E).

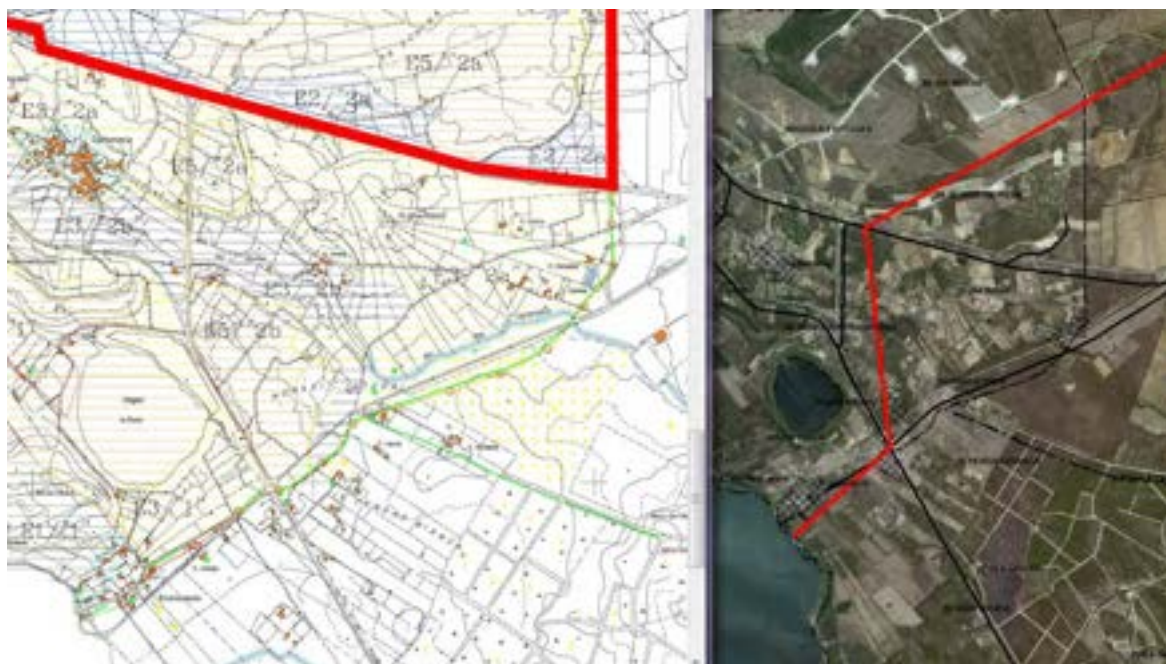
E2/2a - aree di primaria importanza per la funzione agricola

E3/2a - Aree vitate microfrazionate di Portoscuso e Paringianu utilizzabili a scopi agricoli e residenziali in ambito di tutela integrale di grado 2a

E3/2b - Aree vitate microfrazionate di Portoscuso e Paringianu utilizzabili a scopi agricoli e residenziali in ambito di tutela integrale di grado 2b

² <http://www.comune.portoscuso.ci.it/temi/1-piano-urbanistico-comunale-puc>

E5/2a, E5/2b - Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale, in ambiti di tutela integrale di grado 2a e 2b.



zona E3/2a

Aree vitate microfrazionate di Portoscuso e Paringianu utilizzabili a scopi agricoli e residenziali in ambito di tutela integrale di grado 2a

zona E3/2b

Aree vitate microfrazionate di Portoscuso e Paringianu utilizzabili a scopi agricoli e residenziali in ambito di tutela integrale di grado 2b

Art. 37 delle NTA per le sottozone E3/2a e E3/2b

1) Le sottozone E3/2a ed E3/2b agricole perimetrate nella Cartografia del Piano comprendono quelle aree ubicate nelle vicinanze e a Nord delle frazioni di Paringianu e B. Teula.

Trattasi, in tutte e le sottozone, di Aree caratterizzate da un elevato frazionamento fondiario che sono contemporaneamente utilizzabili per scopi agricolo-produttivi e per scopi residenziali connessi all'attività agricola.

L'obiettivo del P.U.C. è quello di impedire in tali aree uno sviluppo di edificazione di tipo urbano. Pertanto si intende piuttosto programmare una utilizzazione verso l'indirizzo agricolo-produttivo, anche attraverso gli impianti serricoli e zootecnici.

Pur ricadendo in ambiti di tutela paesistica di grado differente, 2a, 2b e 2c, la classificazione agricola comune E3 rende opportuno considerarle insieme nelle presenti normative in quanto in tutti e tre i casi gli usi agricolo E e pascolativo-zootecnico F compatibili previsti dal P.T.P. 14 sono gli stessi e cioè E.a, E.b, E.c, E.d, F.a, F.b, F.c, F.d, F.e, F.f corrispondenti a quegli riportati nell'art. 35 precedente per le zone E2/2a e E2/2b.

2) Sono ammesse costruzioni di fabbricati e impianti connessi alla conduzione agricola del fondo, alla trasformazione del fondo per recuperarlo e renderlo produttivo, con esclusione degli insediamenti produttivi di tipo agro-industriale, che troveranno giusta ubicazione nelle zone omogenee di tipo "D", fatti salvi gli ampliamenti degli insediamenti preesistenti.

zona E5/2a; E5/2b

Aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale, in ambiti di tutela integrale di grado 2° e 2b

Art. 39 delle NTA - sottozone E5/2a - E5/2b - E5/2c

Le sottozone agricole E5/2a, E5/2b ed E5/2c, così come individuate nella cartografia, sono caratterizzate da aree marginali per attività agricole nelle quali è stata ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale. Esse ricadono in ambiti di tutela paesaggistica di grado 2a, 2b e 2c.

Pertanto in tali aree, evidenziate nella cartografia, in accordo con l'art. 17 delle norme di attuazione del P.T.P. 14 sulla disciplina degli ambiti di trasformazione, prevale l'esigenza di una tutela delle caratteristiche naturali delle aree.

Sono previsti prevalentemente interventi di forestazione produttiva.

zone E2/2a - aree di primaria importanza per la funzione agricola

Art. 35 delle NTA

Aree di primaria importanza per la funzione agricola e produttiva in relazione alla estensione e composizione dei terreni, in ambito di tutela 2a

1) Le aree individuate dal P.U.C. e classificate E2/2a e E2/2b ricadono in ambito di tutela paesaggistico ambientale di grado 2.a e 2.b (PTP 14).

Gli usi agricolo E e pascolativo zootecnico F compatibili con il grado di tutela paesistica "2a" e "2b" sono:

E.a, E.b, E.c, E.d, F.a, F.b, F.c, F.d, F.e, F.f

Così come specificati nella tabella degli usi compatibili con i gradi di Tutela Paesistica allegata in coda alle presenti Norme di attuazione all'art. 60.

2) La sottozona E2 è strettamente riservata alle attività produttive agricole e comprende le aree considerate, ai sensi del Direttive Regionali, di primaria importanza del territorio agricolo di Portoscuso, per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

3) Sono ammesse costruzioni di fabbricati e impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'orticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, fabbricati funzionali alla conduzione e gestione di impianti arborei quale forestazione produttiva, strutture per il recupero terapeutico dei disabili, dei tossico dipendenti e per il recupero del disagio sociale.

L'area interessata dalle attività di indagine è ricadente nella porzione sud del territorio comunale, rispetto alle attività di indagine si riscontrano:

Stendimenti linee sismiche per caratterizzazione geofisica area vasta (attività E)

zona E272a

zona E3/2a, E3/2b

zona E5/2a.

Per l'analisi del progetto sulla cartografia del piano si rimanda alla Tavola 7A, che mostra come nel territorio comunale ricadano unicamente gli stendimenti per le indagini sismiche a riflessione per caratterizzazione area vasta (attività E) e un pozzo esistente per il campionamento finalizzato alla caratterizzazione idrogeologica (attività C):

Si sottolinea che per il piano in esame non è stata prodotta una tavola con le indagini F, G, H, I in quanto non ricadenti sul territorio comunale.

Piano Regolatore Generale di San Giovanni Suergiu

Lo strumento urbanistico vigente nel Comune di San Giovanni Suergiu è il Piano Regolatore Generale (PRG) approvato con Decreto Ass. n° 1739/U del 04.12.1981, adottato con Deliberazione del C.C. n. 21 del 23/03/1982 e pubblicato sul BURAS n. 25 del 17/06/1982 e successive varianti.

Per il PRG di San Giovanni Suergiu è attualmente in corso l'adeguamento alla disciplina del P.P.R.; le disposizioni del Piano Paesaggistico Regionale sono cogenti per gli strumenti urbanistici dei Comuni ed immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti urbanistici, per quanto attiene alla fattibilità delle opere sotto il profilo urbanistico e paesaggistico.

La porzione del permesso di ricerca ricadente nel territorio comunale, comprende per lo più aree agricole (Zona E) e, in misura minore, aree classificate come:

zone urbanizzate e spazi pubblici

fascia costiera (zona H), parzialmente coincidente con zona turistica (zona F)

area archeologica (zona H).

L'art. 18 delle Norme Tecniche di Attuazione del PRG definisce le caratteristiche delle zone in cui è stato classificato il territorio comunale.

Zona B: Le parti del territorio diverse dalla zona A, totalmente o parzialmente edificate, ricadenti all'interno dei centri e nuclei urbani, delimitati con perimetro continuo che comprende tutte le aree edificate e i lotti interclusi, e in cui siano presenti infrastrutture di parziale o totale autosufficienza.

Si considerano parzialmente edificate le zone in cui l'area utilizzata non sia inferiore al 20% di quella complessiva.

Zona E: Le parti del territorio non urbanizzate, destinate prevalentemente ad usi agricoli, compresi gli edifici, le attrezzature e gli impianti connessi al settore agro-pastorale e a quello della pesca, e alla valorizzazione dei loro prodotti.

Zona H: Le parti del territorio non classificabili secondo i criteri in precedenza definiti e che rivestono un particolare pregio naturalistico, geomorfologico, speleologico, archeologico, paesaggistico o di particolare interesse per la collettività, quali fascia costiera, fascia attorno ai Comuni, fascia di rispetto stradale e ai corsi d'acqua; verde privato; vincolo cimiteriale; ecc.

Le norme tecniche non indicano specifiche prescrizioni per le zone interessate dalle attività.

Rispetto alle attività di indagine, considerando quelle per cui sarà effettivamente necessario realizzare attività in sito che possono produrre delle interferenze (attività di caratterizzazione geofisica e indagini dirette) si riscontra l'interessamento delle seguenti aree del territorio comunale:

Stendimenti linee sismiche per caratterizzazione geofisica area vasta (attività E)

zona E

zona H

Per le linee sismiche relative all'attività G (caratterizzazione geofisica area di Matzaccara) la linea più a sud è a ridosso dell'area urbanizzata di Matzaccara.

Aree delle indagini dirette superficiali e profonde (attività H, I)

zona E

minima porzione a ridosso dell'urbanizzato di Matzaccara e di Is Urigus, che si prevede di escludere nella scelta dell'ubicazione puntuale dei punti di perforazione.

Come già accennato per San Giovanni Suergiu, pur avendo acquisito il piano cartaceo per verifica di congruità, è stata utilizzata, allo scopo di renderla maggiormente leggibile, la cartografia del mosaico proveniente dal piano provinciale. Per l'analisi del progetto sulla cartografia del piano si rimanda alle Tavole 5A e 5B.

1.3 Aree naturali protette, Rete Natura 2000

L'area compresa nel permesso di ricerca, non interessa aree naturali protette né siti della Rete Natura 2000 (SIC, ZPS).

Sulla fascia costiera, di conseguenza parzialmente ricadente nell'area del permesso di ricerca, si riscontra un'area IBA – n°190 Stagni di Golfo di Palmas.

L'area IBA comprende il settore antistante la costa e una parte dell'entroterra, nell'area di S. Caterina per un settore maggiore di circa 1,6 km tale fascia si assottiglia fino a coincidere con la costa nell'area di Matzaccara. Lungo tutta la fascia costiera antistante l'isola di Sant'Antioco si rileva la presenza di un'area identificata come IBA.

Le Important Bird Areas (IBA) sono state individuate come aree prioritarie per la conservazione, definite sulla base di criteri ornitologici quantitativi, da parte di associazioni non governative appartenenti a "BirdLife International".

In Italia il progetto è curato da LIPU (rappresentante italiano di BirdLife International): il primo inventario delle IBA (Aree Importanti per l'Avifauna) è stato pubblicato nel 1989 ed è stato seguito nel 2000 da un secondo inventario più esteso. Una successiva collaborazione tra LIPU e Direzione per la Conservazione della Natura del Ministero Ambiente ha permesso la completa mappatura dei siti in scala 1:25,000, l'aggiornamento dei dati ornitologici ed il perfezionamento della coerenza dell'intera rete. Tale aggiornamento ha portato alla redazione nel 2003 della Relazione Tecnica "Sviluppo di un sistema nazionale delle ZPS sulla base della rete delle IBA", (fonte:<http://www.lipu.it/iba-e-rete-natura>).

Con il loro recepimento da parte delle Regioni, le aree IBA dovrebbero essere classificate come ZPS (Zone di Protezione Speciale) ai fini del completamento della Rete Natura 2000.

Ai margini del settore interessato, si segnala la presenza dei seguenti siti SIC e ZPS in prossimità del permesso di ricerca:

- SIC ITB040028 "Punta S'Aliga"
- Riserva regionale ex L.R. 31/89 "Punta dell'Aliga"
- SIC ITB042223 Stagno di S. Caterina

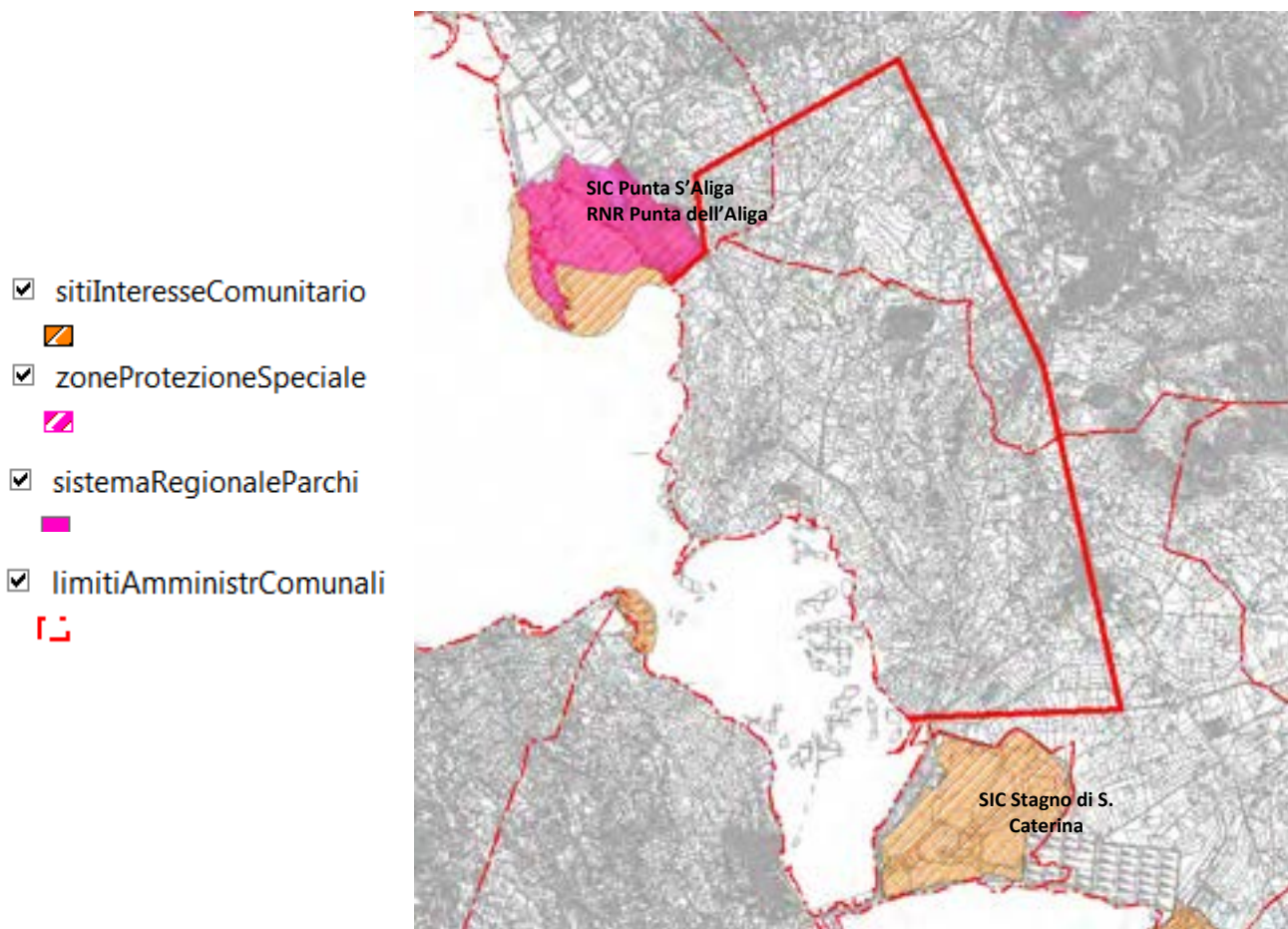


Figura 9: Aree protette e siti Natura 2000 in prossimità dell'area del permesso di ricerca (delimitata in rosso)

Nella tabella che segue vengono elencate le aree naturali tutelate più prossime al permesso di ricerca e la distanza minima dal perimetro dello stesso; sono riportate inoltre le distanze minime indicative dei confini delle aree tutelate dall'ubicazione delle linee per il rilievo sismico a riflessione per la caratterizzazione dell'area vasta (attività "E", rif. paragrafo 2.2.2), dall'area individuata per le indagini dirette superficiali (rif. paragrafo 0 e 0) e dall'area individuata per le indagini indirette profonde (rif. paragrafo 2.2.6).

Tabella 11: Distanze minime dalle aree tutelate del permesso di ricerca e delle attività in progetto

Tipologia	Nome	Distanza minima da permesso di ricerca	Distanza minima dalle linee sismiche di area vasta	Distanza minima area indagini dirette superficiali	Distanza minima area indagini dirette profonde
Riserva regionale	Punta dell'Aliga	0 m	550 m (linea sismica 2)	2,5 km	1,6 km
SIC	ITB040028 "Punta S'Aliga"	0 m	550 m (linea sismica 2)	2,5 km	1,6 km
SIC	ITB0422223 "Stagno di Santa Caterina"	350 m	5 km (linea sismica 1)	< 5 km	< 5 km

Per visualizzare in dettaglio l'ubicazione delle aree protette dei siti della Rete Natura 2000 e dell'area IBA rispetto a quella del permesso di ricerca in esame, si rimanda all'elaborato (Tavola 8).

1.4 Coerenza del Progetto con la pianificazione territoriale

Nel presente paragrafo si riassumono i profili di coerenza dell'opera in progetto con gli obiettivi di assetto paesaggistico, ambientale, territoriale e urbanistico espressi negli strumenti di pianificazione.

Le attività oggetto di valutazione sono progettate per svolgersi in alcuni mesi nel corso di circa due anni con riferimento in particolare alle attività in sito. La durata delle attività indirette è stimata allo stato attuale dai due ai quattro mesi, periodo all'interno del quale si svolgeranno le fasi preparatorie, logistiche, di prospezione e di elaborazione. Le singole attività in campo avranno durata mediamente inferiore e stimabile intorno ai due mesi.

Per quanto riguarda le indagini geognostiche localizzabili all'interno delle due macroaree, avranno interferenza sul territorio puntuale ma potranno essere protratte fino a 6-8 mesi in considerazione di variabili meteorologiche o tecniche.

L'analisi dell'interferenza e la valutazione di coerenza in merito agli strumenti di pianificazione tiene conto della temporaneità delle attività in progetto e l'impossibilità di tali indagini nel costituire ostacolo agli obiettivi di tutela e indirizzo dei piani stessi.

Si riassume per ciascun piano quanto esplicitato nei paragrafi precedenti.

Piano Energetico Regionale (PEARS)

La Strategia del PEARS prevede una pianificazione focalizzata prioritariamente sullo sviluppo di azioni sul consumo, sulle infrastrutture energetiche e sulla ricerca di settore.

Le attività di caratterizzazione geologica proposte, sono progettate nell'ambito del permesso di ricerca e possono essere considerate in linea con gli obiettivi più ampi di sviluppo e utilizzo di risorse energetiche endogene.

Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

In relazione alla Pianificazione paesaggistica, le attività in progetto ricadono all'interno di aree definite dal Piano come aree naturali e seminaturali per i quali le azioni possibili devono essere progettate in modo da mantenere la struttura originaria della vegetazione, favorendo l'evoluzione naturale degli elementi nativi e ogni intervento, uso od attività suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica.

In virtù degli accorgimenti localizzativi della durata e della reversibilità delle attività si ritiene che il progetto non sia incoerente con le finalità di salvaguardia delle aree naturali.

Aree naturali protette e rete natura 2000

Le attività in progetto non ricadono in aree protette o della rete natura 2000, mentre si rileva che una modesta parte dell'area all'interno della quale si svolgeranno la campagna di caratterizzazione geochimica

(attività B) ricade all'interno dell'area IBA. Si ritiene in ogni caso che le attività siano coerenti con gli obiettivi di tutela faunistici in relazione alla tipologia di attività specifica.

PAI

L'area interessata dalle attività in progetto non comprende aree in dissesto, né in aree a pericolosità o rischio geomorfologico e/o idraulico. Il progetto risulta coerente con il PAI.

Piano di Tutela delle Acque

Tra le azioni si indicano quelle di tipo infrastrutturale, volte al contenimento degli impatti ambientali, all'utilizzo della risorsa (approvvigionamento e distribuzione) e al rilascio nell'ambiente (scarichi e riutilizzo). Le attività risultano coerenti con gli obiettivi di tutela indicati.

Piano provinciale

Il progetto proposto risulta coerente con diversi obiettivi generali del PUP/PTC in termini di difesa del suolo, recupero ambientale, valorizzazione del patrimonio storico-culturale e del paesaggio, e riqualificazione ambientale delle attività produttive. Pertanto, risulta coerente con gli indirizzi generali del PUP/PTC della Provincia di Carbonia-Iglesias.

Piano Urbanistico Comunale (Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Carbonia)

Le aree in cui sono localizzate progetto non interessano aree a specifica tutela secondo gli strumenti urbanistici di riferimento.

2. Quadro progettuale

2.0 *Motivazioni dell'intervento*

La Società Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Carbone S.p.A. opera nel settore dello sviluppo delle tecnologie per l'impiego sostenibile dei combustibili fossili, anche attraverso attività di ricerca e la progettazione e la realizzazione di impianti dimostrativi sulla innovazione tecnologica sull'impiego del carbone, la realizzazione di impianti industriali per l'utilizzazione del carbone in alternativa alla combustione. La Società è stata costituita il 2 aprile 1987, in attuazione dell'art. 5 della legge 351/85 "Norme per la riattivazione del bacino carbonifero del Sulcis"; l'articolo citato, infatti, ha autorizzato ENI, ENEL e ENEA a costituire la Sotacarbo SpA per sviluppare tecnologie innovative e avanzate nell'utilizzo del carbone.

Sotacarbo è attiva nell'area del bacino carbonifero del Sulcis, individuato nel 1851 e il cui sfruttamento è stato avviato nel 1889, che rappresenta l'unica fonte di carbone nazionale.

L'estrazione del carbone dal bacino del Sulcis ha raggiunto nel 1900 le 30.000 tonnellate, per poi arrestarsi nel primo dopoguerra. La ripresa dell'attività estrattiva è avvenuta nel 1935 e l'apice della produzione, pari a 1.300.000 tonnellate, è stata raggiunta nel 1940. La parabola discendente del carbone Sulcis è iniziata negli anni Cinquanta con la progressiva riduzione delle quantità estratte annualmente, sino alla rinuncia, nel 1972, delle ultime concessioni ancora operanti.

Negli anni in cui si decreta il blocco delle attività estrattive del Sulcis, l'Italia attraversa la sua prima crisi energetica che porta come risultato anche alla rivalutazione del carbone nazionale. La consapevolezza di dipendere quasi esclusivamente da fonti energetiche di importazione e, al contempo, l'esigenza di promuovere il rilancio dell'economia del Sulcis, hanno, a metà degli anni Settanta, riaperto il dibattito sulla possibilità di utilizzo del carbone Sulcis.

Nel 1984 il Comitato Interministeriale per la Programmazione Industriale approva il progetto per la riattivazione del bacino carbonifero del Sulcis. L'anno successivo con la legge 351/85, la riapertura delle miniere è affidata all'ENI. Affinché all'utilizzo del carbone Sulcis si affiancasse anche una opportunità di ricerca e sviluppo tecnologico sul carbone, in grado di coniugare la crescente coscienza ambientale con il conseguimento di maggiore competitività e di più elevate efficienze energetiche, il governo ha autorizzato, in attuazione dell'art. 5 della suddetta legge, la costituzione della Sotacarbo.

Attualmente gli Azionisti della Società, in condizioni paritarie, sono ENEA (50%) e Regione Autonoma della Sardegna (50%).

Al fine di completare la caratterizzazione della porzione di giacimento corrispondente all'area del permesso di ricerca e valutarne le potenzialità, la Società ha individuato un programma di indagini (il "Progetto") oggetto del presente studio. Mentre, infatti, la zona nord del giacimento carbonifero è da tempo ampiamente studiata, risultano scarse le informazioni riguardanti il settore individuato tra il comune di Carbonia, quello di San Giovanni Suergiu e la linea di costa.

In relazione al Progetto valutato nel presente Studio preliminare ambientale, in data 8 luglio 2014 è stata presentata al Servizio Attività Estrattive dell'Assessorato Industria della Regione Sardegna istanza di richiesta di un permesso di ricerca mineraria di combustibile solido e acque termali, denominato Monte Ulmus.

2.1 *Analisi dello stato attuale dell'area e localizzazione dell'intervento*

L'area oggetto del Permesso di ricerca ha un'estensione di circa 5.600 ha e si colloca all'interno della più vasta area del bacino carbonifero del Sulcis. Il limite del permesso si sviluppa da NW nelle vicinanze dell'abitato di Cortoghiana verso la costa in prossimità dello "Stagno e Forru" e in direzione SE, passando per l'abitato di S. Giovanni Suergiu.

Il confine del Permesso di ricerca è individuato da un poligono di 7 vertici, identificati dalle seguenti coordinate del sistema Geodetico Roma 40, Proiezione Chilometrica di Gauss-Boaga (Fuso Ovest), espresse in km Est, Nord:

- a) 1451256 E; 4334442 N
- b) 1451849 E, 4334988 N
- c) 1451697 E, 4336354 N
- d) 1455256 E, 4338372 N

- e) 1457822 E, 4332998 N
- f) 1459200 E, 4326928 N
- g) 1455454 E, 4326787 N

Il perimetro del Permesso è rappresentato nella figura che segue.



Figura 10: Area del permesso di ricerca Monte Ulmus su base CTR

La figura che segue riporta il perimetro del permesso di ricerca su base ortofoto, con indicazione (linea tratteggiata in nero) dei confini comunali.



Figura 11: Area del permesso di ricerca Monte Ulmus su ortofoto, con indicazione dei limiti comunali

Dal punto di vista cartografico l'area interessata è compresa nelle seguenti carte a scala 1:25.000:

- 564 IV Calasetta
- 564 I Carbonia
- 564 III Sant'Antioco
- 564 II Giba

mentre nella cartografia C.T.R. in scala 1:10.000 l'area è inquadrata nelle seguenti sezioni:

- Sezione n. 564020 "Paringianu"
- Sezione n. 564030 "Carbonia"
- Sezione n. 564060 "Mazzacara"
- Sezione n. 564070 "S. Giovanni Suergiu"
- Sezione n. 564100 "Sant'Antioco"

- Sezione n. 564110 “Tratalias”.

Si tratta di un’area costiera per lo più pianeggiante e con modesti rilievi collinari, utilizzata in gran parte per attività agricole, che comprende al suo interno l’abitato principale di San Giovanni Suergiu e la porzione più occidentale dell’abitato di Carbonia, oltre a centri minori (Is Urigus, Is Puesceddus, Matzaccara, Flumentepido, Is Cordeddas, Piscini, Is Pitzus, Is Massaius, Nuraxi Atzori).

2.2 *Descrizione delle attività progettuali*

Il progetto in esame, come detto, prevede una serie di analisi conoscitive per la caratterizzazione del sottosuolo in corrispondenza dell’area del Permesso di ricerca Monte Ulmus.

Sulla base delle informazioni già note, ricavate da analisi bibliografiche e da esiti di attività condotte nell’area, è stato definito il programma di lavori che prevede analisi di tipo “desktop” e indagini in sito.

Le tipologie di attività previste sono elencate nel seguito. A ciascuna indagine in sito, al fine di facilitare la comprensione del programma delle attività e la lettura della cartografia, sono state associate delle lettere progressive (A-I). Per un inquadramento delle attività in progetto si rimanda alla Tavola 1A (attività, B, C, D, E) e Tavola 1B (attività F, G, H, I).

■ **Analisi di tipo “desktop”**

- Elaborazione modello geofisico e geologico con dati esistenti
- Definizione proprietà fisiche e petrografiche di campioni di roccia disponibili, con analisi di laboratorio

■ **Indagini in sito**

- A. Caratterizzazione geologico-strutturale
- B. Caratterizzazione geochemica
- C. Caratterizzazione idrogeologica
- D. Studio sulla sismicità naturale dell’area
- E. Caratterizzazione geofisica dell’area vasta
- F. Prospezione elettromagnetica con metodo VLF
- G. Caratterizzazione geofisica dell’area di Matzaccara
- H. Indagini dirette superficiali (fino ad un massimo di 200 m da p.c.)
- I. Indagini dirette profonde (1.200-1.500 m da p.c.)

Nella cartografia di progetto le indagini, ove presenti, tracciati o punti/aree in cui realizzare le attività sono stati rappresentati. Sono state realizzate due serie di tavole, con i medesimi tematismi, ma suddividendo le indagini in due gruppi, per chiarezza di rappresentazione. In particolare la prima serie di tavole contiene le indagini B-E, la seconda serie contiene le indagini F-I. L’attività indicata con “A” prevede un sopralluogo in sito per il rilevamento delle faglie; tale attività non viene rappresentata nella cartografia.

Nei paragrafi che seguono saranno presentate le attività previste dal programma di indagine.

Per una sintesi schematica delle attività di indagine in progetto si rimanda all’Allegato A.

2.2.1 *Elaborazione modello geofisico e geologico con dati esistenti*

Per la caratterizzazione dell’area di interesse si partirà dall’analisi e dalla rielaborazione dei dati già disponibili relativi ai caratteri geologici e idrogeologici delle aree relative al permesso di ricerca Monte Ulmus.

Le informazioni di base saranno desunte dagli studi pregressi di caratterizzazione del bacino del Sulcis già realizzati e dai dati bibliografici disponibili.

In particolare saranno analizzati i dati di natura sismica, strutturale, giacimentologica, idrogeologica disponibili per l’area in esame.

Le analisi geofisiche di tipo “desk” previste dal programma di indagine oggetto del presente studio, consisteranno nella rielaborazione dei profili sismici disponibili per l’area di interesse.

Sulla base delle ricostruzioni ed elaborazioni effettuate saranno individuate le aree più idonee ai fini della realizzazione di nuovi profili sismici a riflessione. Si veda in proposito quanto contenuto nel paragrafo 2.2.3

A. Caratterizzazione geologico-strutturale.

A seguito dell'acquisizione di tutte le informazioni disponibili e di quelle desunte dalle nuove indagini previste, si procederà alla definizione del modello geologico statico 3D dell'area del Sulcis.

2.2.2 Definizione delle proprietà fisiche e petrografiche di campioni di roccia

In laboratorio sarà eseguita la caratterizzazione dei campioni di roccia e carote già disponibili da precedenti campagne di indagine, attraverso lo studio delle proprietà fisiche (densità, resistività, assorbimento, porosità, porosità integrale aperta, permeabilità) ed acustiche anche alla luce delle loro caratteristiche petrografiche ed in particolare della loro tessitura (mediante microscopia ottica ed elettronica).

Partendo dalle misure di velocità di propagazione delle onde elastiche, attraverso relazioni empiriche, verranno desunte alcune proprietà delle rocce, caratterizzanti il bacino carbonifero, quali il rapporto di Poisson, il modulo di Young e il modulo di Bulk.

2.2.3 A. Caratterizzazione geologico-strutturale

Per la caratterizzazione geologico-strutturale dell'area di interesse si procederà, a seguito della ricostruzione e sintesi dei dati esistenti (si veda in proposito paragrafo 2.2.1 Elaborazione modello geofisico e geologico con dati esistenti), alla verifica e revisione sul campo di tali dati relativi alla fratturazione superficiale.

L'obiettivo dell'attività in esame è quello di ottenere, tramite rilevamento geologico, una mappatura di tutte le faglie e le discontinuità presenti all'interno dell'area del permesso di ricerca Monte Ulmus.

2.2.4 B. Caratterizzazione geochimica

Al fine di raccogliere elementi che consentano una caratterizzazione geochimica del sistema naturale dell'area del bacino in esame, sarà realizzata una *Soil gas survey*, ovvero una attività di prospezione dei gas del suolo su un'area di circa 13 km² nei pressi dell'abitato di Matzaccara.

Questo tipo di indagini consentono valutazioni sul tipo dei gas emessi, la provenienza e la composizione della struttura.

Le attività di soil gas surveys saranno organizzate in transetti attraverso le principali faglie, al fine di ricostruire la permeabilità ai gas:

- di faglie recentemente attivate
- di potenziali vie di risalita di gas profondi (*gas bearing faults*)

Attraverso queste indagini saranno misurati i seguenti parametri:

- la concentrazione dei gas nel suolo
- il valore del flusso di specifici gas dal suolo

Eventuali valori anomali del primo parametro elencato saranno indice di un processo di accumulo dei gas nel suolo, alimentato da zone profonde e trasportato in superficie, corretto degli apporti dei gas prodotti dai suoli.

Il prelievo di gas dal suolo viene effettuato ad una profondità compresa tra 40 cm e 80 cm, a seconda della consistenza e dello spessore del suolo stesso, mediante l'utilizzo di sonde portatili lunghe 150 cm, costituite da un tubo cavo di acciaio dal diametro esterno di 10 mm ed interno di 4 mm.

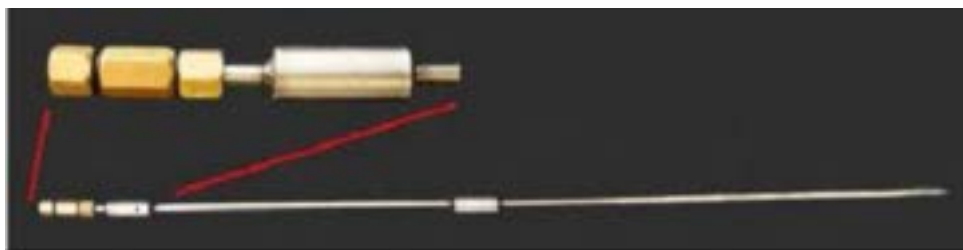


Figura 12: Schematizzazione delle sonde portatili utilizzate per il campionamento del gas

La sonda presenta nella parte terminale fori per l'entrata dei gas e alla sommità un sistema di prelievo fornito di setto impermeabile ai gas. Il gas, dopo lavaggio, viene estratto mediante una siringa di 50 cc.

La profondità di infissione manuale della sonda è determinata dalle caratteristiche del terreno e dalla presenza di falde superficiali; Nei campioni di gas (soil air), prelevati a profondità variabili tra 40 e 80 cm in

funzione dello spessore dei suoli, verranno eseguite in laboratorio misure di concentrazione di CO₂, O₂, N₂, H₂, idrocarburi leggeri (C1-C6), composti dello zolfo; la profondità del campionamento non deve essere mai inferiore a 40 cm, per evitare la contaminazione con l'aria atmosferica.



Figura 13: Modalità di infissione della sonda



Figura 14: Contenitori in acciaio per la conservazione del campione



Figura 15: Dispositivo con sensori all'infrarosso per le misure in situ di CO₂, CH₄, H₂S, H₂ e O₂.

Per la misurazione del flusso di anidride carbonica viene utilizzata una scatola di accumulo, costituita da un contenitore in plexiglass di volume noto che viene posto a contatto col terreno. La scatola è collegata ad uno strumento con un sensore a infrarosso in grado di misurare le variazioni di concentrazione di CO₂ nell'intervallo di tempo e di memorizzare i risultati.

La frequenza di campionamento è di una lettura al secondo.

La miscela di gas presente nel suolo è aspirata da una pompa e convogliata nel sensore, che ne determina la concentrazione.

Il sensore del flussimetro ha un range di misura che va da 0 a 3000 ppm, con un'accuratezza di 1 ppm. Le misure ottenute in questo modo vengono rielaborate con un software per ottenere i valori di flusso effettivo espresse in grammi al metro quadrato al giorno.

Caratteristiche e ubicazione delle indagini

Il programma di indagini prevede l'esecuzione di una prospezione dei gas del suolo su un'area di circa 13 km² nei pressi della faglia di Matzaccara, con una densità di campionamento di circa 50 campioni/km², per un totale di circa 600 campionamenti.



Figura 16: Area individuata per l'esecuzione delle indagini geochimiche

Il campionamento sarà eseguito in due valli allungate in direzione circa N-S e localizzate tra la città di Carbonia e la costa occidentale della Sardegna. La prospezione, in particolare, sarà organizzata attraverso un *soil gas survey* a coprire l'area analizzata e con una maglia di campionamento ad alta densità.

Sono state scelte le tracce di due faglie principali, considerate anche le più recenti, e attraverso queste strutture saranno misurate le emissioni gassose e le concentrazioni di gas nel suolo.

I due sistemi di faglie su cui sono state concentrate le indagini e che dovrebbero interessare il potenziale reservoir sono la faglia di Matzaccara Ovest e la faglia di Matzaccara Est.

Queste faglie sono state scelte per diverse ragioni: prima di tutto per la loro sospetta giovane attività. Ciò permetterebbe di classificarle come strutture che avendo una attività recente mantengono attiva la zona di fratturazione associata e la propria permeabilità parallela al piano di faglia. In secondo luogo perché tali strutture sono “sepolte”, quindi tagliano tutta la successione sedimentaria e vulcanica, escludendo solo le coperture. Tali faglie prendono i nomi di faglia di Matzaccara Est ed Ovest nella valle occidentale, e faglia di Is Irigus in quella orientale.

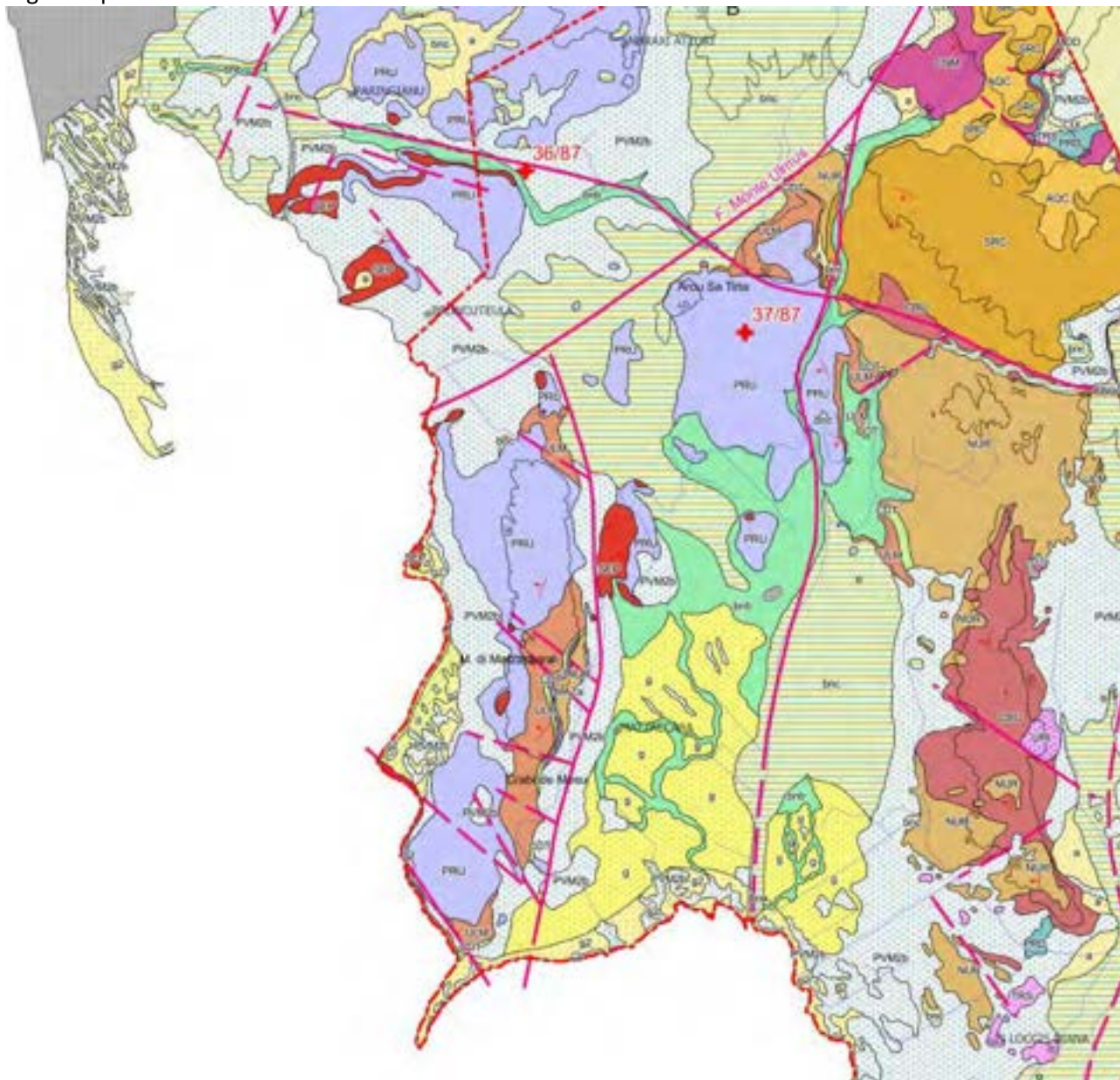


Figura 17: Stralcio della carta geologica con localizzazione delle faglie di Matzaccara e di Is Irigus; fonte Carta geologica relativa alle concessioni del Monte Sinni e Monte Ulmus- Pala, Anardu

Per la visualizzazione puntuale dell'area di indagine si rimanda agli elaborati cartografici (rif. indagine “B”).

2.2.5 C. Caratterizzazione idrogeologica

Nell'ambito della caratterizzazione dell'assetto idrogeologico dell'area di interesse, è previsto il prelievo ed analisi di campioni di acque sotterranee attraverso pozzi e piezometri esistenti.

L'ubicazione dei punti di campionamento è riportata nella cartografia allegata (si veda Tavola 1A Carta di inquadramento del progetto su ortofoto – Indagini B,C, D, E).

I pozzi esistenti che saranno utilizzati per il campionamento saranno 46, di cui 24 ubicati in prossimità della faglia di Matzaccara. Si prevede, inoltre, il possibile utilizzo di 4 piezometri, di cui uno ubicato in prossimità della faglia di Matzaccara.

Il campionamento avverrà tramite bottiglie in polietilene HDPE. In campo verranno misurati parametri quali pH, temperatura e conducibilità con sondino multiparametrico.

In laboratorio si misureranno gli elementi maggiori presenti nei campioni di acque prelevati in campo attraverso cromatografo ionico.

2.2.1 D. Studio sulla sismicità naturale

Tra le analisi e gli approfondimenti per la caratterizzazione dell'area, è previsto lo studio del livello di sismicità naturale (sismicità di fondo o di *background*) nell'area del Sulcis, sulla base dei dati sismologici di alta qualità acquisiti dalla rete di sismica passiva di INGV per la registrazione della microsismicità eventualmente presente nella regione di studio.

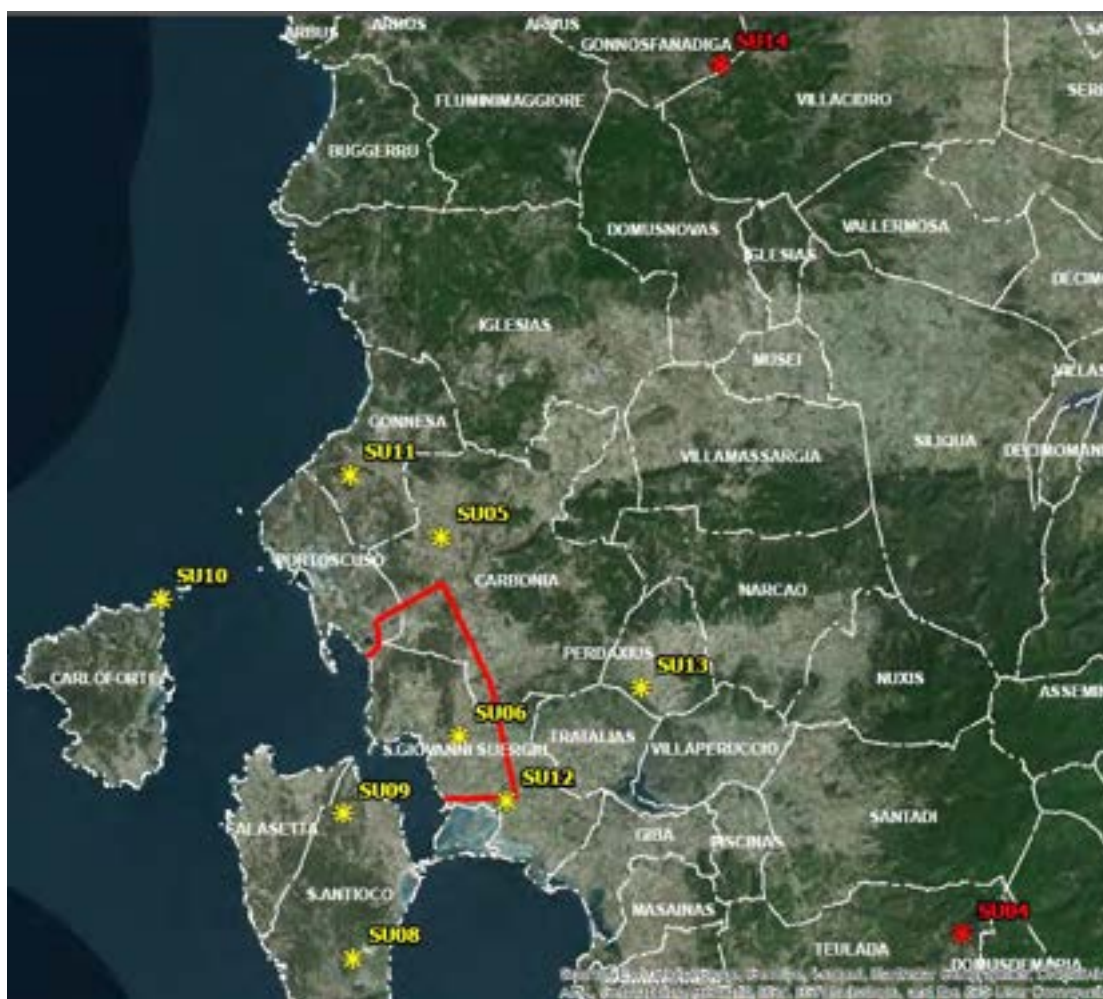
Dall'analisi ed elaborazione dei dati acquisiti, si provvederà alla determinazione di una baseline della sismicità di fondo naturale nella zona di studio.

Il settore sud-occidentale della Sardegna, caratterizzato storicamente da una bassa sismicità strumentale, vede la presenza di due sole stazioni permanenti (Cagliari- Monte Serpeddì (CGL) e Villasalto (VSL)) nel cagliaritano della rete sismica nazionale.

Al fine di ottenere informazioni più puntuali relative all'area di interesse ai fini del presente studio, INGV realizzerà una rete sismica temporanea costituita, oltre che da due stazioni sismiche che acquisiranno in broad band, denominate SU14 e SU04, da 8 stazioni sismiche temporanee. Le stazioni verranno posate a contatto del suolo senza necessità di effettuare scavi di qualunque entità o qualsiasi tipo di movimento terra. Il posizionamento delle stazioni è stato pianificato secondo una geometria a maglia in un'area vasta della Sardegna sud-occidentale, che interessa solo parzialmente il territorio compreso all'interno del permesso di ricerca Monte Ulmus (una stazione ricade al suo interno).

La disposizione prevista da INGV per le stazioni sismiche temporanee è riportata nella figura che segue.

In colore rosso sono rappresentate le due stazioni che acquisiranno in broad band.



*Figura 18: Ubicazione delle stazioni temporanee da installare nell'area nord del Sulcis-Iglesiente
In rosso le due stazioni che acquisiranno in broad band*



Figura 19: Dettaglio della stazione temporanea da installare nell'area del permesso di ricerca

Come rappresentato nella figura precedente, la sola stazione temporanea SU06 ricade all'interno dell'area del permesso di ricerca, nel comune di San Giovanni Suergiu.

Ciascuna stazione sarà costituita da strumentazione ad alta dinamica e sensibilità, con sensori a tre componenti (2 componenti orizzontali Nord (N) ed E (Est-Ovest) e la componente verticale Z) che definiscono il moto del suolo nelle tre dimensioni. Ogni stazione temporanea è autoalimentata da batterie tampone ricaricate attraverso un pannello fotovoltaico di circa 2 mq di superficie. La registrazione dei dati avviene in continuo su supporti removibili posti all'interno dell'acquisitore, senza trasmissione dati ad un centro di raccolta.



Figura 20: Strumentazione e Layout di una stazione sismica temporanea

Le stazioni sismiche da installare saranno identificate ciascuna con la propria sigla di riferimento. La sigla di ciascuna stazione è definita in maniera univoca secondo un protocollo europeo di condivisione e scambio dati dettato dal consorzio Orfeus-EIDA (<http://www.orfeus-eu.org/eida/eida.html>); essa è descritta da 4 caratteri alfanumerici, di cui i primi due sono comuni per la rete e gli altri due rappresentano la numerazione di ciascuna stazione all'interno della rete stessa. Nella fattispecie, a titolo di esempio, la sigla della stazione "SU01", è costituita da "SU" (sigla della rete Sulcis) e da "01" ovvero la prima stazione della rete Sulcis.

Il periodo di acquisizione dati da parte delle stazioni sarà pari a circa 2-4 mesi.

La ricostruzione di una baseline sulla sismicità naturale costituirà il principale riferimento per il successivo monitoraggio sismico di dettaglio dell'area del giacimento e costituirà uno strumento per la discriminazione tra la sismicità naturale e quella eventualmente dovuta a cause antropiche/industriali, oltre a fornire indicazioni sulla presenza di eventuali faglie attive e contribuire alla loro caratterizzazione.

Le attività che interessano l'area in esame, prevedono:

- l'installazione della strumentazione della stazione sismica temporanea SU06
- l'acquisizione dati registrati in continuo su supporti removibili
- attività di manutenzione ordinaria della strumentazione.

2.2.2 E. Caratterizzazione geofisica dell'area vasta

Descrizione generale del rilievo sismico a riflessione

Il rilievo sismico a riflessione costituisce una delle indagini geofisiche più rilevanti in termini di definizione e accuratezza delle informazioni da esso ricavabili. Mediante tale tipologia di prospezione è infatti possibile ricostruire le strutture geologiche del sottosuolo, in termini di assetto, geometria e stima della profondità.

La scansione delle formazioni viene effettuata sfruttando la propagazione delle onde sismiche, ovvero onde elastiche generate da un'opportuna fonte di energizzazione posta in superficie. Tali onde, in corrispondenza di interfacce tra mezzi caratterizzati da parametri fisicoelastici differenti, vengono riflesse verso la superficie e registrate, in funzione del tempo, da una serie di ricevitori anch'essi posti in superficie (geofoni).

Mediante la successiva attività di elaborazione e di interpretazione sarà poi possibile produrre delle sezioni sismiche in grado di evidenziare la presenza degli orizzonti caratterizzati da differenti proprietà elastiche ricostruendo l'assetto stratigrafico profondo delle strutture geologiche. L'energizzazione del terreno può essere effettuata impiegando differenti sorgenti.

Questo secondo metodo consiste nella messa in vibrazione di una massa appoggiata sul terreno e trasportata da un mezzo mobile, assimilabile ad un autocarro, lungo delle linee che ai fini del rilievo costituiscono dunque una sorgente di energia a terra. L'energia è immessa tramite una piastra vibrante appoggiata al suolo, che emette un impulso di breve durata di tipo ondulatorio (*sweep*) per un periodo di tempo determinato (circa 12-14 sec), in un intervallo di frequenza che può variare tra 5 e 100 Hz.

Lo *sweep* di frequenze è provocato da un sistema di valvole idrauliche che converte un impulso elettrico di riferimento in un flusso di olio idraulico che attiva un pistone; per aumentare l'energia possono essere utilizzati simultaneamente più vibratori (da 3 fino ad 8).

La distanza tra due punti di energizzazione è scelta in funzione delle necessità di acquisizione sia tecniche che logistiche (in genere 30-60 m).

Una caratteristica fondamentale di questa tecnologia è il totale controllo sull'energia emessa, che, si ricorda, è di tipo distribuito nel tempo, avendo la possibilità di variare in qualsiasi momento il carico applicato alla piastra, il tempo di energizzazione, il numero di Vibroseis impiegati e il range di frequenze immesse.

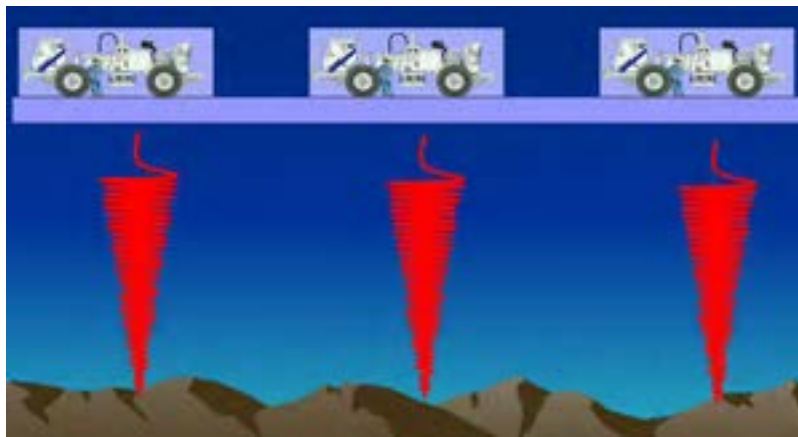


Figura 21: Schematizzazione processo rilievo sismico a riflessione con Vibroseis



Figura 22: Esempio di mezzo utilizzato per acquisizione sismica Vibroseis



Figura 23: Piastra vibrante appoggiata al suolo per energizzazione

Progettazione del rilievo sismico

Nel seguito vengono presentate le principali fasi per la progettazione del rilievo sismico con Vibroseis.

1. Analisi tecnica per stabilire i parametri di registrazione, attraverso:
definizione della spaziatura tra le stazioni di ricevitori
definizione della spaziatura tra i punti di energizzazione
determinazione del numero di punti di energizzazione e di stazioni necessari per garantire gli obiettivi della ricerca
2. Sopralluoghi preliminari effettuati per ottimizzare i tracciati sismici e indagine geomorfologica e ambientale del territorio, con individuazione delle principali caratteristiche territoriali e ambientali, quali:
accessibilità dell'area di indagine
vegetazione e colture
presenza di centri abitati
geomorfologia
presenza di vincoli naturalistici e paesaggistici
3. Rilievo topografico dei punti di energizzazione e registrazione
4. Stendimento/raccolta cavo
Questa operazione viene effettuata manualmente con il personale che segue i tracciati topografici.
5. Allestimento di un laboratorio mobile, che ospita il registratore sul quale vengono registrati i dati acquisiti, trasferiti giornalmente all'ufficio per i controlli di qualità e la loro elaborazione preliminare
6. Energizzazione
Questa operazione viene effettuata attraverso una massa vibrante montata su un mezzo simile ad un autocarro, le cui caratteristiche sono indicate nel paragrafo 0.
7. Controllo di qualità e processing del dato acquisito, per assicurare il rispetto dei parametri imposti dal progetto e valutare la qualità del dato sismico

Nel paragrafo che segue saranno presentati i dettagli delle linee individuate e le caratteristiche principali del progetto di rilievo sismico per la caratterizzazione geofisica dell'area vasta.

Caratteristiche e ubicazione delle linee

Dal punto di vista esecutivo all'interno dell'area di intervento si prevede di realizzare n. 3 rilievi di tipo sismico per la caratterizzazione dell'area vasta, mediante l'impiego di mezzi Vibroseis, per un totale di circa 11.085 km, da percorrere sulla rete viaria pubblica e privata presente nell'area.

Il posizionamento dei sensori e dei punti di energizzazione sarà curato in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale sia sul terreno che sulle attività svolte dalla popolazione residente.

L'acquisizione avverrà attraverso la registrazione simultanea di 200 canali, ciascuno corrispondente ad un gruppo di ascolto costituito da almeno 6 geofoni. I gruppi di geofoni saranno distanziati tra loro 15 metri. I punti di energizzazione saranno tra loro intervallati di 30 metri. L'acquisizione sarà eseguita attivando in successione i differenti punti di energizzazione, che incidono su superfici estremamente limitate di territorio, fino a ricoprire l'intera lunghezza dei profili. Si prevede l'energizzazione in contemporanea con 2-3 Vibroseis, a seconda della sensibilità del contesto specifico.

Nella cartografia sono rappresentate le linee che corrispondono allo stendimento delle apparecchiature di rilevamento, consistenti in cavi, geofoni e unità di digitalizzazione del segnale aventi dimensioni di 20x25x5 cm, che saranno appoggiati sul terreno. Il transito dei Vibroseis e dei mezzi necessari ai rilievi, nonchè le energizzazioni avverranno esclusivamente su rotabili preesistenti idonee al passaggio dei mezzi.

L'esecuzione del rilievo avverrà generalmente in periodo diurno (07:00-19:00); nel caso si rilevino delle criticità in relazione a recettori non residenziali o alla viabilità, per alcuni tratti si potrà prevedere il rilievo anche in periodo notturno, da concordare con le autorità Competenti.

Le strade lungo le quali transiteranno in mezzi Vibroseis non saranno chiuse, ma potrà essere disciplinato temporaneamente il traffico in brevi tratti attraverso il senso unico alternato per il periodo in cui si condurrà l'indagine.

Le operazioni di energizzazione mediante l'utilizzo di Vibroseis saranno eseguite una volta ottenuti da parte dell'ente gestore i relativi permessi. I mezzi di energizzazione dovranno rispettare le prescrizioni che le autorità competenti riterranno opportune e comunque saranno assistiti da idoneo sistema di mezzi e personale atto a garantire le operazioni di energizzazione in totale sicurezza. Per segnalare la loro presenza, infatti, i Vibroseis saranno dotati di un lampeggiante e si prevede l'utilizzo di due autoveicoli segnalatori collocati prima e dopo i mezzi.

Si sottolinea che l'ubicazione dei tracciati delle linee sismiche è stata identificata anche al fine di integrare le informazioni già note grazie alle attività di prospezione sismica effettuate in passato.

Le linee rappresentate nella cartografia allegata (Rif. Tavola 1A) si riferiscono allo stendimento dei geofoni; i percorsi dei Vibroseis si svilupperanno lungo la viabilità esistente più prossima alle linee.

Per quanto riguarda le operazioni di energizzazione saranno eseguite, mediante l'utilizzo in contemporanea di Vibroseis in numero variabile da 1 a 3, a seconda delle distanze da potenziali recettori, una volta ottenuti i permessi da parte dell'ente gestore della viabilità. I mezzi di energizzazione dovranno rispettare le prescrizioni che le autorità competenti riterranno opportune e comunque saranno assistiti da idoneo sistema di mezzi e personale atto a garantire le operazioni di energizzazione in totale sicurezza.

In relazione alla possibile presenza lungo le linee di progetto di opere civile abitazione (Cat.02), industriali (Cat.01), sensibili (Cat.03), la potenza ed il numero di Vibroseis impiegati saranno opportunamente considerati al fine di garantire le condizioni di sicurezza previste.

La prassi operativa, esclusi siti di ricerca dove queste prove siano già state eseguite per la stessa tipologia di Vibroseis impiegati, prevede che all'inizio dei lavori venga eseguita un'indagine vibrometrica preliminare al fine di determinare, nella pratica, le distanze minime di sicurezza da adottare in fase di registrazione del rilievo sismico. Nella valutazione dei risultati la normativa di riferimento è la DIN4150.

Si fa presente, infine, che prima dell'esecuzione del rilievo si procederà ad una verifica puntuale in sito della presenza di eventuali recettori.

Nel seguito si riportano i dettagli relativi alla localizzazione delle linee sismiche individuate e dei principali parametri definiti per il rilievo sismico.

Linea 1

Seguendo lo sviluppo della linea da sud verso nord, la linea 1 prevede il primo tratto di stendimento dei geofoni sia posizionato nel comune di San Giovanni Suergiu, in zone agricole e proceda in direzione nord-ovest attraversando il Rio Macquarba e la località "S'Arcu Giroladu" fino ad oltrepassare il confine comunale in zona "Arcu Sa Parma", all'incrocio con il Riu de Terra Niedda.

La linea, posizionata alternativamente sul margine della rotabile a fondo naturale e all'interno dei fondi chiusi che la costeggiano, prosegue poi verso nord-est per 1110 metri, per poi deviare prima della SP2, in direzione nord-ovest; quest'ultimo tratto di linea, di lunghezza pari a circa 1.335 m, attraversa la località denominata "Terra Niedda", andando ad interessare dei terreni agricoli e una rotabile a fondo naturale, per terminare in corrispondenza del confine settentrionale del permesso di ricerca in esame. Per quanto riguarda l'attraversamento del cavo di registrazione della SP2, avverrà esclusivamente per mezzo di un sottopasso che si trova a circa 40 metri dalla linea, mentre le stringhe dei geofoni saranno posizionate lungo le scarpate del rilevato stradale ma fuori dalla carreggiata, evitando così qualsiasi interferenza con il traffico veicolare.

La tabella che segue sintetizza i principali elementi relativi al rilievo sismico.

Tabella 12: Caratteristiche del rilievo sismico Linea 1

Lunghezza della linea	5.965 m
Numero di stazioni di ricevitori	398
Distanza tra le stazioni di ricevitori	15 m
Numero geofoni/stazione	6-12
Numero punti di energizzazione	199
Distanza tra i punti di energizzazione	30 m

Numero di mezzi Vibroseis impiegati contemporaneamente	da 1 a 3
Caratteristiche dei mezzi	Mezzi speciali "Vibroseis" tipo VVCA/E

Linea 2

La linea 2 ha inizio circa 1000 metri a sud-est dell'abitato di Paringianu, in località denominata "Nuraxi Atzori". Procedendo in direzione ovest, il primo tratto di 960 metri è caratterizzato da diverse tipologie di terreni, sia per quanto riguarda il tipo di vegetazione e sia per quanto riguarda la loro destinazione d'uso. Si alternano appezzamenti coltivati e terreni incolti caratterizzati da vegetazione spontanea. La zona è ben servita da strade sia asfaltate che fondo naturale carrabili, che consentono un agevole raggiungimento della linea con gli automezzi nonché le operazioni di energizzazione previste.

Successivamente la linea attraversa la SP75, per poi impegnare per 660 metri una rotabile sterrata interpodereale.

Nei successivi 1450 metri la linea è stata posizionata interamente lungo delle rotabili sterrate e termina in prossimità del canale denominato "sa Corte".

I fondi agricoli da attraversare sono limitati sia come numero che come estensione, la rete viaria presente permetterà, una volta ottenuti i relativi permessi da parte dei soggetti pubblici e privati l'energizzazione con mezzi Vibroseis.

La tabella che segue sintetizza i principali elementi relativi al rilievo sismico.

Tabella 13: Caratteristiche del rilievo sismico Linea 2

Lunghezza della linea	2.940 m
Numero di stazioni di ricevitori (canali)	196
Distanza tra le stazioni di ricevitori	15 m
Numero punti di energizzazione	98
Numero geofoni/stazione	6-12
Distanza tra i punti di energizzazione	30 m
Numero di mezzi Vibroseis impiegati contemporaneamente	da 1 a 3
Caratteristiche dei mezzi	Mezzi speciali "Vibroseis" tipo VVCA/E

Linea 3

La linea 3 ha origine presso il perimetro nord dell'abitato di Matzaccara e si sviluppa in direzione nord-est per 575 metri, fino alla SP75, posizionata per lo più lungo il margine della viabilità esistente. Oltrepassata la SP75 la linea prosegue per 400 metri, in località "SA TANCA" su una strada vicinale asfaltata, per poi deviare, nei 180 metri successivi, leggermente verso est interessando alcuni fondi agricoli, al termine dei quali prosegue per 500 metri lungo una rotabile sterrata fino ad intersecare la linea 1 in prossimità del corso d'acqua "Rio Macquarba".

L'ultimo tratto di linea della lunghezza di circa 600 m, attraversa la località denominata "S'Arcu Giroladu", ed è posizionato su di una successione di fondi agricoli.

La tabella che segue sintetizza i principali elementi relativi al rilievo sismico.

Tabella 14: Caratteristiche del rilievo sismico Linea 3

Lunghezza della linea	2.180 m
Numero di stazioni di ricevitori (canali)	152
Distanza tra le stazioni di ricevitori	15 m

Lunghezza della linea	2.180 m
Numero geofoni/stazione	6-12
Numero punti di energizzazione	76
Distanza tra i punti di energizzazione	30 m
Numero di mezzi Vibroseis impiegati contemporaneamente	da 1 a 3
Caratteristiche dei mezzi	Mezzi speciali "Vibroseis" tipo VVCA/E

Mezzi e strumentazione impiegata

Per il rilievo geofisico saranno utilizzati mezzi speciali "Vibroseis" del tipo VVCA/E, di dimensioni pari a 7,35m x 2,5m x 3,25m, le cui caratteristiche generali sono riportate nella figura che segue.



Manufacturer: Prakla Geomechanik
Model: VVCA/E
Peak Force: 125000 N
Piston Area 59.55 cm²
Mass Weight: 4300 lbs
Driven Weight 135000 N
Usable Stroke: ± 35 mm
Frequency Limit 6 to 250Hz
Length: 7.350m
Width: 2.500 m
Height: 3.250 m
Wheelbase: 4.100 m
Turning Radius: 6.75 m
Speed: Up to 40 Km /h
Slope Capacity: 60%
Weights: 16000 Kg
Hold -Down: 28000 lbs
Base Plate: 3500 lbs
Shape: 4x4 Crab Tractor
Area: All terrain

Figura 24: Caratteristiche del mezzo Vibroseis per il rilievo sismico a riflessione

Il modello tipo di geofono che si prevede di utilizzare per il rilievo sismico a riflessione è denominato “SM-24”, impiegato per applicazioni di rilievo sismico 2-D e 3-D in una banda di frequenza compresa tra i 10 Hz e i 240 Hz.

La figura che segue riporta le principali caratteristiche estratte dalla scheda tecnica del tipo di geofono citato.



Figura 25: Caratteristiche del geofono impiegato per il rilievo sismico a riflessione

Per l'acquisizione dei dati si prevede l'utilizzo di un sistema del tipo SUMMIT – Seismic Acquisition System 24 Bit Delta Sigma Technology.

2.2.3 F. Prospezione elettromagnetica con metodo VLF

Allo scopo di integrare i dati del rilevamento geologico attraverso informazioni sull'assetto geometrico (posizione, inclinazione e profondità) e sulle proprietà fisico-elettriche (conducibilità/resistività) dell'area, è prevista una indagine di prospezione elettromagnetica mediante metodo “VLF” (Very Low Frequency) in prossimità della faglia di Matzaccara.

L'indagine geofisica con metodo elettromagnetico si basa sulla determinazione del parametro conducibilità di un determinato mezzo in cui è stato indotto un campo elettromagnetico.

Il sistema di misurazione è dotato di due bobine: trasmissione e ricezione. Il trasmettitore produce un campo elettromagnetico primario che a sua volta genera un campo elettromagnetico secondario nel mezzo da indagare. La bobina del ricevitore registra l'intensità del campo secondario ed un rapporto tra il campo primario e secondario.

Il metodo VLF consiste nel misurare i campi di corrente secondari generati quando un campo elettromagnetico prodotto da un'antenna trasmittente a bande di frequenza molto basse (trasmettitori radio militari) incontra un corpo conduttore nel sottosuolo.

Il rilievo VLF sfrutta dunque le onde elettromagnetiche a bassa frequenza, ricevute da una sonda VLF portatile ed elaborate da un apposito software che permette la ricostruzione di modelli del sottosuolo.

Le proprietà rilevate attraverso questo tipo di indagine possono facilmente correlarsi a parametri idrogeologici ed in particolare alla permeabilità.

In presenza di faglie e/o zone di frattura, dove più facilmente si verifica una circolazione di fluidi, il metodo VLF possiede un elevato potere risolutivo. Inoltre, l'affidabilità delle misure, la maneggevolezza della strumentazione e l'assenza di modalità operative che possano produrre una qualsiasi forma di impatto ambientale, rappresentano ulteriori vantaggi del metodo.

In particolare, numerosi studi hanno evidenziato l'efficacia del suddetto metodo nella ricerca di faglie sepolte che generalmente producono anomalie VLF significative. Pertanto, queste metodologie sono, da anni,

adottate proficuamente dai servizi geologici di numerosi paesi tecnologicamente avanzati e particolarmente attenti all'Ambiente, quali Finlandia, Svezia, Norvegia, Canada ed altri, per la mappatura di strutture geologiche sepolte anche in aree caratterizzate dalla presenza di coperture di rilevante spessore.

Nell'area in studio, si prevede la realizzazione di quattro profili elettromagnetici lungo lo sviluppo N-S della faglia, al fine del controllo del suo assetto geometrico e delle sue proprietà fisico-elettriche. La localizzazione dei profili è stata scelta sulla base delle esigenze dello studio e dell'accessibilità dei luoghi.

Il rilievo elettromagnetico sarà eseguito con due differenti strumenti e metterà in evidenza la distribuzione spaziale della conducibilità elettrica lungo faglia e zone prossime ad essa. Come detto in precedenza, il metodo è efficace anche per definire variazioni laterali di conducibilità elettrica, il cui sviluppo in profondità può essere seguito sino alla profondità di circa 60-70 m o più, dipendentemente dalle condizioni geologiche. Ai fini dell'indagine, si ritiene opportuno eseguire quattro profili di circa 1000 m ciascuno in direzione approssimativamente W-E, secondo quanto rappresentato nella figura che segue.



Figura 26: Ubicazione profili elettromagnetici

In rosso è rappresentata la faglia identificata sulla base delle informazioni disponibili allo stato attuale.

La spaziatura tra le stazioni sarà pari a circa 10 m.

L'indagine VLF non richiede alcun tipo di lavorazione preliminare sull'area oggetto di indagine. Una volta selezionata la zona da indagare, infatti, identificata attraverso picchetti o paline, viene realizzato il tracciato che verrà seguito dalla sonda per la scansione dell'area, che sarà effettuata da un operatore via terra.

L'indagine VLF non comporterà, pertanto, alcuna alterazione morfologica dell'area indagata, né occupazione di suolo significativa, essendo questa limitata alle paline o picchetti per l'identificazione del tracciato.

2.2.4 G. Caratterizzazione geofisica nell'area a nord di Matzaccara

Nell'area della faglia di Matzaccara, nella quale si prevede di realizzare delle indagini dirette superficiali (si veda in proposito paragrafo 2.2.5), saranno realizzati dei rilievi sismici a riflessione 2D.

Il rilievo verrà eseguito con le stesse modalità indicate nel par. 2.2.2 e interesserà 7 linee per uno sviluppo totale pari a circa 7.000 m. Le linee sono state rappresentate nella cartografia allegata al presente studio.



Figura 27: Ubicazione del rilievo sismico a riflessione nell'area delle indagini dirette superficiali

In rosso è rappresentata la faglia identificata sulla base delle informazioni disponibili allo stato attuale. Come per le linee sismiche finalizzate alla caratterizzazione geofisica dell'area vasta, anche qui saranno utilizzati tutti gli accorgimenti e le misure necessarie per minimizzare il disturbo e i potenziali impatti alla popolazione e all'ambiente, quale riduzione del numero di mezzi in prossimità di recettori, mantenimento delle distanze di sicurezza dagli edifici secondo la normativa tecnica, etc.

2.2.5 H. Indagini dirette superficiali

Anche sulla base dei risultati via via emersi dalle altre indagini, sarà valutata la possibilità di effettuare delle perforazioni di pozzi per la verifica e l'integrazione del modello geologico-strutturale definito e dei dati geofisici acquisiti.

Nei paragrafi che seguono vengono illustrati i sondaggi che allo stato attuale si ritengono necessari per una caratterizzazione esaustiva del bacino.

Perforazione di pozzi di esplorazione superficiali

Si prevede la possibilità di effettuare un sondaggio geognostico deviato, a profondità pari a circa 200 m dal piano di campagna. Tale attività è finalizzata al completamento del set di dati strutturali e geofisici acquisiti ed in particolare alla definizione delle caratteristiche di permeabilità delle strutture.

Le esatte specifiche tecniche relative alla perforazione deviated verranno implementate a seguito dell'analisi delle informazioni che emergeranno dalle indagini indirette. Queste ultime (profili elettromagnetici e linee sismiche da circa 1 km ciascuna) serviranno appunto a definire meglio la struttura della faglia che si vuole intercettare con questa perforazione.

La seguente descrizione servirà a mettere a fuoco le modalità e le metodologie con le quali si svilupperà la perforazione.

Verrà utilizzata una macchina perforatrice, preferibilmente montata su camion gommato, che eseguirà nel primo tratto, un carotaggio geognostico con recupero totale di carote.

Al termine del tratto verticale, si cambierà il tool utilizzato precedentemente, sostituendolo con uno scalpello rotativo a cono, passando quindi da una metodologia a carotaggio continuo ad una perforazione a distruzione di nucleo. L'angolo di inclinazione verrà mantenuto costante sino al fondo della perforazione.

I sondaggi saranno realizzati con una sonda meccanica a rotazione, senza o con scarsa circolazione di fluidi di perforazione, a carotaggio continuo del diametro di diametro 101 mm, con rivestimento del foro in avanzamento ove necessario, mediante posa in opera di tubazione di rivestimento provvisori di diametro 178 mm. La scelta della tipologia di carotiere sarà condizionata dalla tipologia dei litotipi presenti.

In linea generale si richiede una sonda semovente cingolata o autocarrata in grado di fornire spinta massima, tiro, coppia massima e di essere attrezzata con aste di perforazione e rivestimento sufficienti a raggiungere profondità massime di 200 m. In fase di piazzamento della macchina operatrice dovrà essere curata al massimo la verticalità del foro mediante controlli con livelletta idrica sulla colonna di perforazione.

Il materiale perforato nel tratto verticale sarà riposto, ad ogni singola manovra, all'interno di cassette catalogatrici in PVC per la successiva descrizione stratigrafica litologica dei terreni investigati.

La figura che segue riporta una schematizzazione della perforazione deviata.

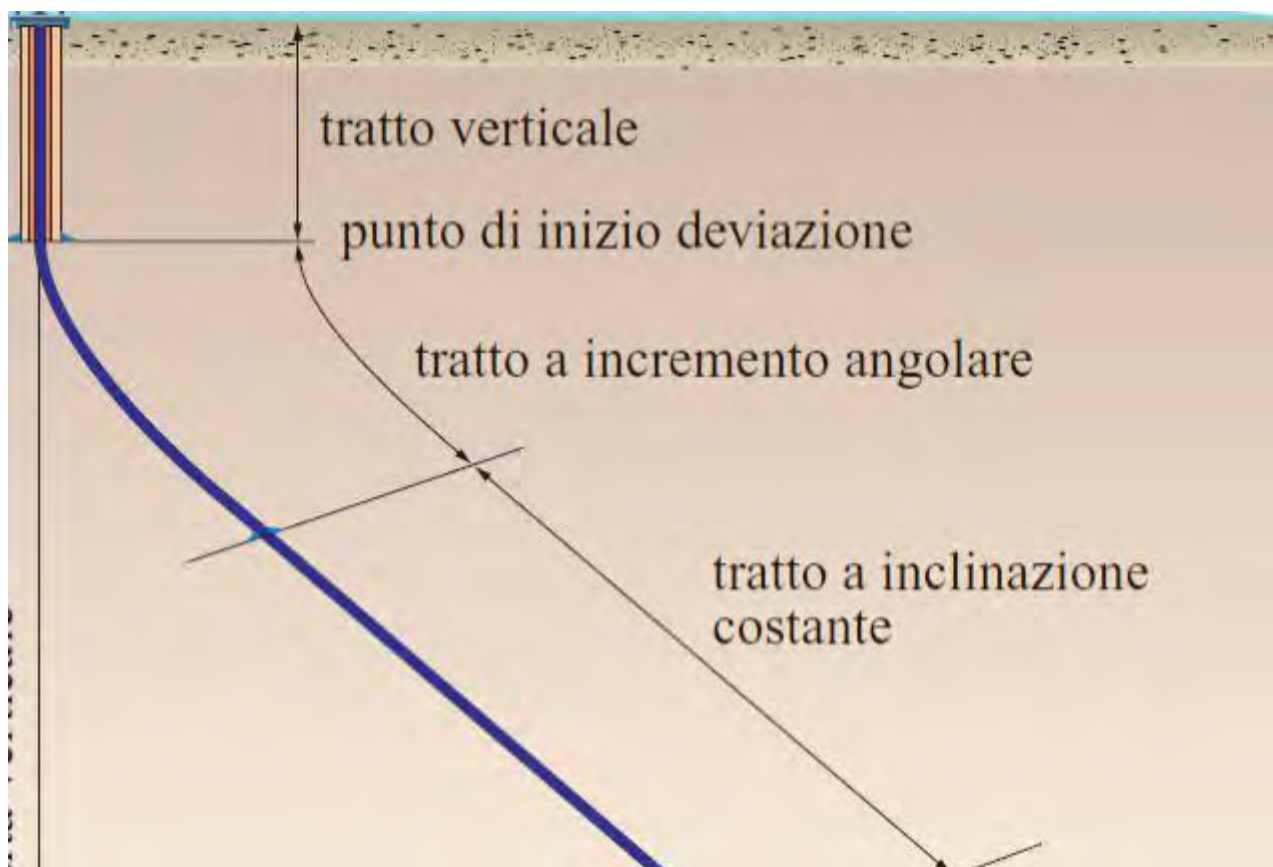


Figura 28: Schematizzazione sondaggio geognostico deviato

E' prevista inoltre l'esecuzione di due sondaggi geognostici verticali ad una profondità di circa 200 m da p.c., da utilizzare per prove geofisiche in foro.

Per la strumentazione che sarà impiegata per le perforazioni è possibile fare riferimento alla tipologia rappresentata nelle figure che seguono.



Figura 29: Strumentazione tipo impiegata per le perforazioni

Nella figura che segue è possibile visualizzare, oltre alla macchina perforatrice di cui alla precedente immagine, la vasca di stoccaggio per acqua e miscelazione con polimeri biodegradabili.



Figura 30: Area di cantiere perforazioni superficiali

Il sondaggio deviato e i due sondaggi superficiali verticali previsti saranno ubicati all'interno dell'area a nord dell'abitato di Matzaccara, rappresentata nella figura che segue.



Figura 31: Area di ubicazione delle indagini dirette superficiali

In rosso l'ubicazione della faglia identificata sulla base delle informazioni disponibili.

Tutte le operazioni di perforazione saranno coordinate dal geologo, responsabile tecnico dell'impresa, che redigerà la stratigrafia intercettata.

In fase di progettazione più avanzata saranno definiti i dettagli necessari, tra i quali:

- programma di indagine
- planimetria di dettaglio con ubicazione del sito
- specifica tecnica con le caratteristiche della strumentazione che la ditta appaltatrice intende utilizzare e modalità esecutive specifiche
- destinazione dei campioni di laboratorio
- destinazione o deposito delle cassette catalogatrici contenenti il carotaggio
- redazione di report periodici di campo contenente lo stato di avanzamento delle operazioni.
- modalità di chiusura dei fori a completamento dell'indagine (uso dei materiali di risulta di scavo o perforazione).

Altre indagini dirette superficiali

All'interno dell'area riportata nella Figura 31 saranno inoltre eseguite le seguenti attività:

- prove geofisiche in foro nei due sondaggi verticali a 200 m da p.c. (per dettagli si rimanda all'allegato B);
- realizzazione di un pozzo a 10 m da p.c. per monitoraggio geochimico;
- realizzazione di 5 sondaggi attrezzati a piezometro (2 a profondità 50 m da p.c.; 3 a profondità 15 m da p.c.);
- realizzazione di 50 pozzetti profondi 1 m circa da p.c., eseguiti con trivella manuale, nei quali saranno ubicate le sonde per il monitoraggio geochimico in continuo.

Per la realizzazione dei pozzetti a un metro di profondità sarà utilizzata una trivella manuale del tipo indicato nella figura che segue.



Figura 32: Trivella manuale

Le sonde per il monitoraggio geochimico, da posizionare nei pozzetti profondi 1 m da p.c., saranno disposte secondo una griglia regolare nell'area dei sondaggi superficiali, secondo quanto rappresentato nella figura che segue.

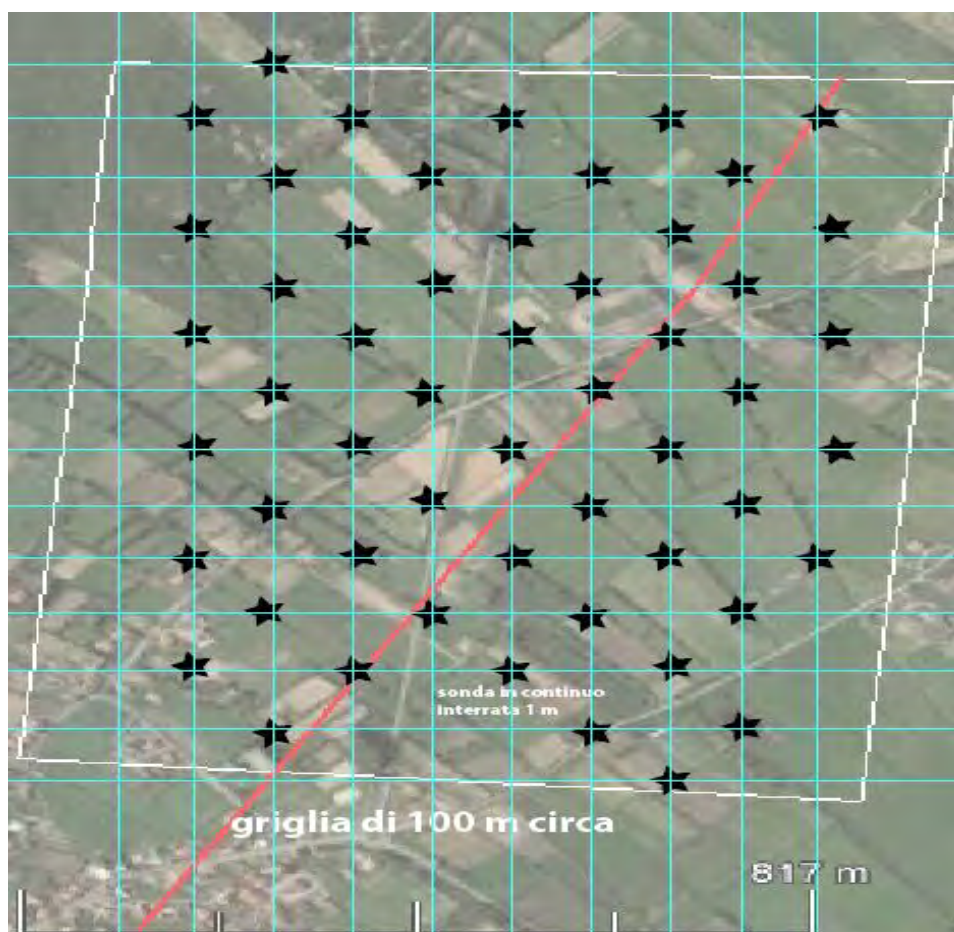


Figura 33: Griglia di posizionamento indicativa delle sonde di monitoraggio con pozzetti ad 1 metro di profondità

2.2.6 I. Indagini dirette profonde (1200-1500 m)

Al fine di acquisire informazioni dirette sulle profondità e sulle caratteristiche litologiche e petrofisiche delle formazioni geologiche di interesse, si prevede la possibilità di realizzare tre pozzi di esplorazione profondi (tra i 1200 e i 1500 m di profondità)..

Per uno dei sondaggi è stata individuata una macroarea all'interno della quale si prevede di localizzare le attività di perforazione, riportata negli elaborati cartografici (indagine "I").

L'esatta ubicazione del sondaggio all'interno dell'area preliminarmente individuata, nonché l'ubicazione degli altri due sondaggi profondi e le relative caratteristiche saranno definite sulla base delle indicazioni emerse a seguito delle attività realizzate in precedenza.

Le informazioni ottenute dai sondaggi profondi consentiranno di confermare il modello geologico-strutturale realizzato.

Le modalità di esecuzione dei sondaggi profondi sono analoghe a quelle per le perforazioni superficiali verticali (rif. Paragrafo 0).

La figura che segue rappresenta un tipico allestimento di cantiere realizzato per l'esecuzione di sondaggi profondi analoghi a quello che potranno essere realizzati nell'ambito del programma di indagini in esame.



Figura 34: Area di cantiere per le perforazioni profonde

I principali elementi presenti nel cantiere temporaneo sono stati numerati e corrispondono a:

- 1) Sonda perforatrice cingolata
- 2) Batteria di aste e di rivestimenti
- 3) Cavalletto di appoggio batteria e carotieri porta-campione
- 4) Vasche di stoccaggio per acqua e miscelazione con polimeri biodegradabili
- 5) Vasca di raccolta sotto-sonda dell'acqua di perforazione (ricircolata verso le vasche di stoccaggio)
- 6) Kit "anti-spill" per raccolta sversamenti accidentali di carburante o olio motore
- 7) Stoccaggio materiali consumabili, kit di primo soccorso ed estintore

In termini di consumo di combustibili, si prevede un consumo medio pari a circa 50 litri/giorno di gasolio per l'alimentazione della sonda perforatrice.

Tale quantitativo sarà conferito giornalmente nell'area di cantiere mediante taniche di gasolio (o autocisterna laddove le condizioni di accesso lo rendono possibile). Non è previsto lo stoccaggio di carburante in sito.

La sonda perforatrice per indagini profonde in roccia che si prevede di utilizzare nell'attività in esame, prevede un consumo medio dell'ordine di 300-400 litri per metro di sondaggio in assenza di recupero dei fanghi, che può essere ridotto a 100 litri per metro utilizzando un sistema di ricircolo del fango di perforazione.

Le quantità di materiali consumabili utilizzati, quali grasso lubrificante o additivi polimerici per i fanghi di perforazione, sono molto modeste.

L'acqua di raffreddamento delle perforazioni viene riciclata nel corso della perforazione stessa e, qualora la percentuale di solidi in sospensione la renda ancora utilizzabile, può anche essere trasportata tra una postazione e l'altra per ridurre ulteriormente l'impiego di acqua pulita. La perdita di acqua nel foro dipende dalla permeabilità dell'ammasso roccioso attraversato.

Le postazioni di sondaggio saranno dotate di kit anti-spill con panne assorbenti per l'intervento immediato. Tutti i contenitori in sito saranno dotati di contenimento secondario o posati su teli in plastica.

Il progetto non comporta la produzione di inerti, di strati di copertura o di rifiuti di attività minerarie. Al termine delle operazioni di sondaggio i fanghi risultanti dalla decantazione delle acque di perforazione e le acque decantate saranno caratterizzati e smaltiti a norma di legge.

Come per i sondaggi geognostici superficiali, anche per i sondaggi profondi le operazioni saranno coordinate dal geologo, responsabile tecnico dell'impresa, che redigerà la stratigrafia intercettata.

In fase di progettazione più avanzata saranno definiti i dettagli tecnici e strumentali, nonchè un dettagliato programma di indagine, come specificato alla fine del paragrafo 0.

2.3 *L'opzione zero e l'analisi delle alternative*

2.3.1 *L'Opzione zero*

In relazione al programma di indagine proposto e valutato nel presente Studio preliminare ambientale, l'Alternativa Zero è rappresentata dalla mancata possibilità di procedere al programma di indagini per una esaustiva caratterizzazione dell'area del bacino del Sulcis oggetto del Permesso di ricerca Monte Ulmus.

La mancata caratterizzazione geologica dell'area, attraverso indagini di tipo non invasivo, comporterebbe l'impossibilità di valutare i possibili utilizzi delle risorse locali, anche con tecnologie innovative.

2.3.2 *Analisi delle alternative*

Per alcune tipologie di indagini non è risultato possibile individuare delle alternative, in considerazione della specificità delle informazioni necessarie ai fini della puntuale caratterizzazione dell'area o dell'integrazione dei dati già disponibili.

In relazione al programma di indagini proposto, sono state definite alternative per le indagini geofisiche attraverso rilievo sismico a riflessione con metodo Vibroseis per la caratterizzazione dell'area vasta (attività E). Per l'attività citata sono stati analizzati diversi tracciati delle linee sismiche da indagare con metodo Vibroseis, con un dettagliato studio in campagna delle varie alternative.

Per quanto riguarda le linee caratterizzanti la faglia di Matzaccara, localizzabili in corrispondenza dell'area individuata per i sondaggi superficiali, l'andamento degli stendimenti è stato progettato sulla base delle necessità tecniche di acquisizione dei dati geologici.

Nel seguito si procederà all'analisi delle alternative valutate per la conduzione delle indagini geofisiche nell'area vasta.

Alternative linee sismiche per le indagini geofisiche

Nella fase di progettazione del rilievo sismico a riflessione per la caratterizzazione dell'area vasta sono state studiate e valutate alcune alternative di tracciato delle linee sismiche selezionate (si veda Par. 0), presentate nel presente paragrafo.

Si ricorda che l'ubicazione dei tracciati delle linee sismiche è stata definita al fine di integrare le informazioni ad oggi disponibili, cercando di evitare interferenze con le aree naturali e con potenziali recettori, favorendo l'utilizzo dei Vibroseis lungo la rete viaria esistente, minimizzando così possibili impatti alle colture, alle strade e a tutte le superfici in genere ed la necessità di sfalcare la vegetazione presente.

Le linee rappresentate nella cartografia si riferiscono allo stendimento dei geofoni; i percorsi dei Vibroseis si svilupperanno lungo la viabilità esistente più prossima alle linee.

Sulla base delle ipotesi effettuate sono state individuate le linee proposte nel progetto, che si ritiene possano consentire una caratterizzazione completa dell'area.

I tracciati identificati consentono un agevole accesso con i mezzi Vibroseis per l'energizzazione, su viabilità esistente, e per lo stendimento dei geofoni, minimizzando la necessità di pulizia delle superfici naturali per le operazioni di stendimento.

Dove possibile è stata preferito l'utilizzo di strade minori per minimizzare le interferenze con il traffico ordinario.

E' stata inoltre condotta una analisi degli elementi di natura ambientale, storico-culturale e insediativa potenzialmente interessati dalle linee sismiche definite, per rilevare la presenza dei seguenti elementi principali:

- aree naturali di pregio;
- elementi del patrimonio storico-culturale;
- percorsi di rilevanza paesaggistica;
- potenziali recettori.

Si sottolinea che sarà effettuato un sopralluogo preliminare in sito prima dell'esecuzione delle attività, al fine di verificare la presenza di eventuali recettori e individuare gli accorgimenti tali da minimizzare il potenziale disturbo.

L'analisi delle linee ad oggi proposte e quelle alternative individuate ha condotto ad una scelta essenzialmente guidata da elementi di logistica tecnica dovuta alla specificità delle fasi di lavoro e di minima interferenza rispetto vegetazione naturale coltivi e recettori abitativi.

Si richiamano a seguire i punti sensibili riscontrati e le eventuali mitigazioni o accorgimenti applicabili.

Nel seguito saranno descritte le alternative considerate in fase di progettazione dell'indagine. Per la visualizzazione dei tracciati delle linee si rimanda agli elaborati cartografici allegati al presente studio.

Alternative a tratti di linea 1

Per la linea 1 è stata identificata, per un primo tratto da sud, una alternativa chiamata "linea 1.2", di lunghezza pari a 1710 m, che si sviluppa verso nord seguendo l'andamento della strada che corre ad ovest del Rio Macquarba, fino a ricongiungersi con la linea 1 in corrispondenza dell'incrocio tra la linea 1 e la linea 3, dopo aver percorso un ultimo tratto di circa 350 m in area agricola.

Per la linea sismica 1 è stata inoltre valutata un ulteriore tratto alternativo agli ultimi 1300 m a nord. Tale alternativa, indicata come "linea 1.1", si sviluppa per circa 1.410 metri lungo il margine orientale della strada provinciale SP2, terminando in località Campu Sa Gibudda, ad una distanza di circa 700 m dal confine settentrionale del permesso di ricerca.

Alternativa alla linea 2

Per la linea 2 è stata identificata una linea alternativa, indicata come "linea 2.1", di lunghezza pari a 2.967 m. Procedendo da sud verso nord, la linea 2.1 ha inizio in località Sa Tanca e si sviluppa per un primo tratto pari a circa 500 m in direzione nord-ovest. La linea interseca poi l'alternativa 1.2 a nord dell'abitato di Matzaccara, in corrispondenza della SP 75 e prosegue lungo tale asse viario per circa 2380 m in direzione nord-ovest fino al confine comunale che delimita i territori di San Giovanni Suergiu e di Portoscuso.

Alternative linee 4.1 e 4.2

La “linea 4.1”, di lunghezza pari a circa 3110 m, ha inizio nel territorio del comune di Portoscuso, circa 540 m a nord-est dell’abitato di Carbonaxia, in corrispondenza del confine settentrionale del permesso di ricerca e si sviluppa in direzione sud-est. I primi 2010 metri della linea sono posizionati lungo il margine meridionale della SP2, con i ricevitori ubicati nelle vicinanze della sede stradale, ovvero lungo le scarpate delle sezioni in rilevato o in trincea.

Negli ultimi 1100 metri circa, la linea 3 proseguendo verso nord-est, abbandonando la strada e andando ad attraversare una serie di coltivi e di pascoli serviti da rotabili a fondo naturale.

E’ stata inoltre identificata una linea, indicata in cartografia con “**linea 4.2**”, di lunghezza pari a 2.486 m. Procedendo da ovest verso est, la linea 4.2 ha inizio nel territorio del comune di Portoscuso, a nord-est di Carbonaxia, in prossimità della SP2 e del confine settentrionale del permesso di ricerca. Il tracciato della linea si sviluppa poi in direzione nord-ovest procedendo in località Sa Schina de Mesu per circa 1240 m. Dall’ultimo tratto prima del confine comunale con Carbonia (circa 230 m) in poi la linea si sviluppa in direzione est per un primo tratto e, successivamente, deviando leggermente in direzione nord-est lungo la viabilità esistente intersecando la linea 1 e terminando in località Terra Niedda.

2.4 *Programma delle attività*

Nel seguito viene fornito un cronoprogramma di massima per il completamento della caratterizzazione del bacino del Sulcis nell’area del permesso di ricerca Monte Ulmus.

Il cronoprogramma è stato strutturato identificando i quadrimestri delle annualità 2014-2017 e l’insieme delle attività che si prevede di realizzare per la caratterizzazione del bacino.

Le attività di indagine in sito oggetto del presente studio sono state indicate con le lettere corrispondenti utilizzate nella trattazione.

Si sottolinea che le celle colorate in blu identificano gli intervalli temporali all’interno dei quali si prevede di eseguire le attività in programma, non la durata specifica di ciascuna attività.

Attività	I anno (2014)			II anno (2015)			III anno (2016)			IV anno (2017)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Caratterizzazione bacino Sulcis												
Pianificazione delle attività del progetto												
Analisi degli studi pregressi												
Public acceptance (promozione e rappresentazione al pubblico ed ai media del progetto)												
A. Caratterizzazione geologico-strutturale di superficie												
B. Caratterizzazione geochemica Indagini, misure della CO2 al suolo												
C. Caratterizzazione idrogeologica Campionamento ed analisi acque												
Caratterizzazione petrofisica e sismica dei campioni in laboratorio												
D. Studio della sismicità naturale												
Reinterpretazione vecchie linee sismiche												
Definizione del modello geologico												
E. Caratterizzazione geofisica area vasta (rilievo sismico a riflessione)												
G. Caratterizzazione geofisica area Matzaccara (rilievo sismico a riflessione)												
F. Prospezione elettromagnetica (VLF)												
H. Indagini dirette superficiali Perforazioni superficiali a varie profondità												
H. Indagini dirette superficiali Prove in foro (logging e VSP)												
H. Indagini dirette superficiali n. 50 pozzetti della profondità di 1 m e relative sonde di monitoraggio												
I. Indagini dirette profonde Perforazione pozzi esplorativi 1.200-1.500 m												
I. Indagini dirette profonde Prove in foro (logging e VSP)												

Figura 35: Cronoprogramma delle attività

2.5 Interazioni tra il progetto e l'ambiente

Le attività previste nel programma di indagini indirette non prevedono la necessità di approvvigionamento elettrico né comportano la produzione di rifiuti.

Le emissioni prodotte saranno quelle legate ai mezzi impiegati per sopralluoghi, per il trasporto del personale che condurrà le attività in sito e quelle derivanti dal transito dei mezzi Vibroseis per le attività di indagine sismica a riflessione.

L'utilizzo di risorse naturali sarà limitato ad occupazione temporanea di modeste porzioni di suolo per lo studio della sismicità naturale dell'area (stazione temporanea SU06).

L'esecuzione del rilievo sismico a riflessione determinerà un aumento del traffico veicolare sulla viabilità a servizio dei tracciati delle linee sismiche, dovuto all'impiego dei mezzi Vibroseis, e delle emissioni acustiche legate al transito dei mezzi.

I Vibroseis da un punto di vista acustico sono assimilabili ad autocarri in manovra. In caso di presenza di elementi di sensibilità o recettori si ridurrà il numero di Vibroseis utilizzati in contemporanea, che non supererà le 3 unità, minimizzando dunque possibili emissioni acustiche in un'area che già vede la presenza di attività con mezzi agricoli in orario diurno. Si valuteranno, in ogni caso, possibili interferenze specifiche che potrebbero creare disturbo alla popolazione, prevedendo l'utilizzo di un minor numero di Vibroseis in contemporanea e allontanando quanto più possibile i punti di energizzazione da eventuali recettori. Per la protezione dei lavoratori dal rumore, sarà applicato quanto previsto dalla normativa in materia.

Le vibrazioni emesse dai Vibroseis per la realizzazione delle linee sismiche, durante gli spostamenti da un punto di stazionamento all'altro sono del tutto assimilabili a quelle di un normale mezzo meccanico gommato; le perturbazioni attese durante le operazioni di energizzazione si verificano nell'immediato sottosuolo entro circa 20-25 metri dal punto di eccitazione e gli impulsi di onde elastiche emessi durante le fasi di energizzazione, anch'essi classificabili come vibrazioni, sono di intensità molto ridotta e di breve durata temporale per 4-5 volte ogni postazione e la loro propagazione in superficie risulta limitata.

Per la verifica del rispetto delle distanze di sicurezza da edifici si farà riferimento alla norma DIN 4150-3.

Al fine di minimizzare i possibili impatti dovuti alle attività per il rilievo sismico con metodo Vibroseis, sarà effettuato un sopralluogo preliminare in sito per verificare la presenza di potenziali recettori, sulla base delle analisi preliminari condotte nella fase di progettazione e valutazione.

In prossimità di aree che presentano degli elementi di sensibilità, come detto, si limiterà il numero di mezzi Vibroseis utilizzati in contemporanea, prevedendo un singolo punto di energizzazione e distanziandolo dagli elementi riscontrati.

Per la realizzazione dei **sondaggi geognostici superficiali e profondi** si riportano nel seguito le informazioni relative alle possibili interazioni dell'attività con l'ambiente.

- **Utilizzo di risorse, materiali e approvvigionamento energetico:** la realizzazione dei sondaggi profondo non richiederà apporti significativi in termini di energia, materiali o altre risorse, anche naturali. Le quantità di materiali consumabili utilizzati, quali grasso lubrificante o additivi polimerici per i fanghi di perforazione, sono molto modeste. La sonda perforatrice sarà alimentata a gasolio.

Il consumo medio di una sonda perforatrice per indagini profonde in roccia è pari a 300-400 l per metro di sondaggio in assenza di recupero dei fanghi, che può essere ridotto a 100 litri per metro utilizzando un sistema di ricircolo del fango di perforazione. L'acqua necessaria sarà prelevata dalla rete pubblica e approvvigionata tramite autobotte.

Non saranno inoltre utilizzate rilevanti quantità di risorse idriche: l'acqua di raffreddamento delle perforazioni, infatti, verrà riciclata nel corso della perforazione stessa. Qualora la percentuale di solidi in sospensione la renda ancora utilizzabile, potrà inoltre essere trasportata tra una postazione e l'altra per ridurre ulteriormente l'impiego di acqua pulita. La perdita di acqua nel foro dipende dalla permeabilità dell'ammasso roccioso attraversato.

- **Occupazione/consumo di suolo:** per il cantiere relativo ai sondaggi, si prevede una occupazione temporanea di suolo pari non superiore ai 200 mq. Per l'attività in esame saranno evitate aree di pregio dal punto di vista naturalistico e culturale e aree tutelate (per sottrazione temporanea di suolo per

postazione di indagine e area di cantiere in genere o per eventuale viabilità di servizio accessoria di collegamento a quella esistente). All'interno della macroarea individuata per l'esecuzione dei sondaggi geognostici, saranno selezionate preferibilmente ubicazioni già accessibile, al fine di evitare la realizzazione di nuove piste o l'ampliamento di quelle esistenti.

- **Produzione di rifiuti:** la realizzazione dei sondaggi non comporterà l'eliminazione di inerti, di strati di copertura o di rifiuti di attività minerarie. Al termine delle operazioni di sondaggio i fanghi risultanti dalla decantazione delle acque di perforazione e le acque decantate saranno caratterizzati e smaltiti a norma di legge.
- **Terre e rocce da scavo:** il materiale estratto nel corso dei sondaggi profondi potrà essere riutilizzato in sito per i reinterri dei fori senza aggiunta di elementi di sintesi e senza cementazione. Il riutilizzo del materiale di scavo, anche in considerazione delle basse quantità in gioco, sarà preferito ma nel caso non fosse possibile perseguirlo il materiale sarà smaltito a norma di legge.
- **Inquinamento e disturbi ambientali:** saranno prodotte quantità minime di emissioni in atmosfera legate all'utilizzo dell'impianto di perforazione e al transito dei mezzi per il trasporto della sonda, del personale e delle apparecchiature, in cui viaggi verso l'area di cantiere saranno in numero molto limitato; emissioni di rumore e vibrazioni saranno associate all'utilizzo dell'impianto di perforazione.
- **Rischio di incidenti:** la realizzazione delle attività di perforazione non comporterà lo stoccaggio, la manipolazione o il trasporto di sostanze pericolose (infiammabili, esplosive, tossiche, radioattive, cancerogene o mutagene). Il rifornimento di carburante per la macchina perforatrice avverrà, come anticipato, giornalmente mediante taniche di gasolio (o autocisterna laddove le condizioni di accesso lo rendono possibile). Non è previsto stoccaggio di carburante in sito.

Durante le operazioni sussiste il rischio di limitate perdite di fluidi meccanici (olio motore) o carburante. Tutte le postazioni di sondaggio saranno dotate di kit anti-spill con panne assorbenti per l'intervento immediato. Tutti i contenitori in sito saranno dotati di contenimento secondario o posati su teli in plastica.

Non saranno utilizzati strumenti in grado di generare campi elettromagnetici o altre radiazioni, nè sostanze dannose per la salute umana.

Si sottolinea, infine, che le attività di perforazione previste non saranno svolte in contemporanea, ma saranno sviluppate in fasi successive.

3. Quadro ambientale

Il quadro di riferimento ambientale ha come finalità quella di individuare i possibili effetti del Progetto sulle diverse componenti ambientali, in relazione allo stato attuale delle stesse.

Nel paragrafo successivo sarà illustrata la metodologia applicata nelle successive valutazioni, a partire dal paragrafo 3.2.

3.1 Metodologia di analisi ambientale applicata

La metodologia adottata per l'analisi degli impatti del Progetto sull'ambiente, è coerente con il **modello DPSIR** (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatto-Risposta) sviluppato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA). Il modello si basa sull'identificazione dei seguenti elementi:

- **Determinanti:** azioni umane in grado di interferire in modo significativo con l'ambiente in quanto elementi generatori primari delle pressioni ambientali;
- **Pressioni:** forme di interferenza diretta o indiretta prodotte dalle azioni umane sull'ambiente, in grado di influire sulla qualità dell'ambiente;
- **Stato:** insieme delle condizioni che caratterizzano la qualità attuale e/o tendenziale di un determinato comparto ambientale e/o delle sue risorse;
- **Impatto:** cambiamenti che la qualità ambientale subisce a causa delle diverse pressioni generate dai determinanti;
- **Risposte:** azioni antropiche adottate per migliorare lo stato dell'ambiente o per ridurre le pressioni e gli impatti negativi determinati dall'uomo (misure di mitigazione).

L'analisi prevede una prima fase di verifica preliminare dei potenziali impatti ed una fase successiva di valutazione come descritte a seguire.

Si sottolinea come l'analisi preliminare sia finalizzata alla sola esclusione dei fattori di impatto che si rivelino chiaramente non determinanti ai fini delle valutazioni indipendentemente dalle caratteristiche e dalla sensibilità del territorio interferito.

3.1.1 Analisi preliminare dei potenziali impatti

L'analisi preliminare dei potenziali impatti è articolata nelle seguenti fasi:

- **Individuazione delle azioni di progetto** - le azioni di progetto in grado di interferire con le componenti ambientali derivano dall'analisi e dalla scomposizione delle attività previste (Progetto) in grado di alterare lo stato attuale di una o più componenti ambientali
- **Individuazione dei fattori di impatto** (equivalenti alle Pressioni del modello DPSIR) potenzialmente agenti sulle componenti ambientali.
- **Individuazione delle componenti ambientali potenzialmente oggetto di impatto** - dopo aver individuato le azioni di progetto, viene predisposta la matrice di Leopold (componente ambientale verso azioni di progetto) al fine di individuare le componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto.

A valle della verifica preliminare si procede con la descrizione delle componenti potenzialmente interferite e con la valutazione degli impatti agenti su di esse secondo la metodologia descritta nei paragrafi seguenti.

3.1.2 Valutazione degli impatti

La valutazione degli impatti è stata condotta in due step principali:

- **definizione dello Stato attuale** delle differenti componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto;
- **definizione e valutazione dell'Impatto ambientale** agente su ogni singola componente considerata (equivalenti alle Risposte del modello DPSIR), a partire dai fattori di impatto individuati nella fase di analisi preliminare.
-

Definizione dello stato delle componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto

La definizione dello stato delle componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto è effettuata mediante l'individuazione e la verifica delle caratteristiche specifiche delle componenti stesse, analizzando l'area delimitata dal permesso di ricerca, e tenendo conto di elementi di sensibilità quali ad esempio aree di

particolare pregio naturalistico e paesaggistico, aree a rischio dissesto idrogeologico, aree residenziali con i relativi limiti di emissione acustica, aree con presenza di ricettori sensibili.

Per la verifica dello stato qualitativo dell'ambiente in cui si svolgeranno le attività sono considerati i dati disponibili gestiti a cura della Pubblica Amministrazione (Regione, Provincia, Comune, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, Enti nazionali), nonché i risultati di studi e indagini eseguiti da soggetti pubblici e/o privati inerenti l'area in esame.

La valutazione complessiva dello stato della componente analizzata tiene conto della sensibilità all'impatto, che considera sia le caratteristiche della componente sia l'eventuale possibilità di mettere in atto interventi di mitigazione.

Definizione e valutazione dell'impatto ambientale

La valutazione dell'impatto sulle singole componenti viene effettuata a partire dalla verifica dello stato qualitativo attuale e tiene conto delle variazioni derivanti dalla realizzazione del Progetto.

L'impatto è determinato, secondo parametri che ne definiscono le principali caratteristiche in termini di:

- **Durata nel tempo:** definisce l'arco temporale in cui è presente l'impatto; generalmente fa riferimento ad un intervallo temporale misurato alla vita dell'opera ma nel caso specifico si è ritenuto corretto abbreviarlo per renderlo apprezzabile:
 - breve, quando l'intervallo di tempo è inferiore a 1 anno;
 - media, per un tempo compreso tra 1 e 2 anni;
 - lunga, per un impatto che si protrae per oltre 3 anni.
- **Distribuzione temporale:** definisce con quale cadenza avviene il potenziale impatto, e si distingue in:
 - discontinua: se presenta accadimento ripetuto periodicamente o casualmente nel tempo;
 - continua: se distribuita uniformemente nel tempo.
- **Reversibilità:** indica la possibilità di ripristinare lo stato qualitativo della componente a seguito delle modificazioni intervenute mediante l'intervento dell'uomo e/o tramite la capacità autonoma di della componente. Si distingue in:
 - reversibile a breve termine: se la componente ambientale ripristina le condizioni originarie in un breve intervallo di tempo (<5 anni);
 - reversibile a medio/lungo termine: se il periodo necessario al ripristino delle condizioni originarie varia tra 5 e 10 anni;
 - irreversibile: se non è possibile ripristinare lo stato qualitativo iniziale della componente interessata dall'impatto.
- **Magnitudine:** rappresenta l'entità delle modifiche e/o alterazioni causate dal potenziale impatto sulla componente ambientale e si distingue in:
 - bassa: quando l'entità delle alterazioni/modifiche è tale da causare una variazione rilevabile strumentalmente o sensorialmente percepibile ma circoscritta alla componente direttamente interessata, senza alterare il sistema di equilibri e di relazioni tra le componenti;
 - media: quando l'entità delle alterazioni/modifiche è tale da causare una variazione rilevabile sia sulla componente direttamente interessata sia sul sistema di equilibri e di relazioni esistenti tra le diverse componenti;
 - alta: quando si verificano modifiche sostanziali tali da comportare alterazioni che determinano la riduzione del valore ambientale della componente.
- **Area di influenza:** coincide con l'area entro la quale il potenziale impatto esercita la sua influenza e si definisce:
 - locale: quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono in maniera esaustiva e/o si può definirne il contorno in modo sufficientemente chiaro e preciso;
 - diffusa: quando l'impatto ricade in un ambito territoriale di estensione variabile non definita a priori, di cui non si ha la possibilità di descrivere gli elementi che lo compongono, in ragione del loro numero e della loro complessità, e/o il cui perimetro o contorno è sfumato e difficilmente identificabile.

- **Sensibilità:** tiene conto del valore di sensibilità all'impatto che considera sia delle caratteristiche della componente, sia dell'eventuale presenza di elementi di sensibilità, sia eventuali misure di mitigazione applicabili.

Per le componenti rispetto alle quali è stata prevista la presenza di impatti potenziali, si procede all'analisi di ciascun fattore di impatto identificato nell'analisi preliminare e illustrato attraverso la matrice di Leopold, e a seguire viene fornita una valutazione degli impatti negativi indotti.

3.2 Verifica preliminare dei potenziali impatti del Progetto

L'analisi degli impatti potenzialmente indotti dalle attività in progetto è stata condotta secondo la metodologia sopra descritta.

La verifica preliminare è stata sviluppata attraverso l'utilizzo della matrice di Leopold che, per ciascuna componente ambientale, pone in correlazione le azioni di progetto e i fattori di impatto individuati per le fasi di costruzione e di esercizio, indicando, attraverso la colorazione della cella corrispondente, la presenza di potenziali interazioni.

Nel caso specifico la fase di costruzione e di esercizio sono coincidenti con l'esecuzione delle attività di indagine e saranno considerate come unica fase.

Le azioni di progetto e relativi fattori di impatto rispetto alle quali saranno valutate le potenziali interferenze con le componenti ambientali, sono sintetizzabili nella tabella che segue.

Tabella 15: Sintesi delle attività in progetto e relative azioni e fattori di impatto

Tipologia di attività	Descrizione attività	Attività in sito	Rif. Par. progettuale	Azioni di progetto durante l'esecuzione (in corso d'opera)	Fattori di impatto potenziale
<i>Studi e analisi "desktop"</i>	Elaborazione modello geofisico e geologico con dati esistenti	No	3.3.1	Nessuna azione	Nessuno
	Definizione proprietà fisiche di campioni di roccia attraverso analisi di laboratorio	No campionamento già effettuato	3.3.2	Nessuna azione	Nessuno
<i>indagini indirette</i>	A. Caratterizzazione geologico strutturale	Sopralluogo e rilevamento delle faglie visibili	3.3.3	Sopralluogo nell'area di indagine con automezzi e a piedi	Nessuno
	B. Caratterizzazione geochimica	Soil gas survey: campagna di misure secondo maglia regolare area Mazzaccarra	3.3.4	- Infissione manuale della sonda di misurazione di diametro 1 cm nel terreno (prof da 40 cm a 80 cm) - Misurazione dei dati	Asportazione suolo superficiale
	C. Caratterizzazione idrogeologica	Campionamento acque sotterranee in circa 50 punti costituiti da pozzi esistenti (catasto regionale pozzi irrigui)	3.3.5	- Operazioni di spurgo low flow del piezometro - Prelievo campioni di acque di falda	Alterazione assetto idrogeologico

Tipologia di attività	Descrizione attività	Attività in sito	Rif. Par. progettuale	Azioni di progetto durante l'esecuzione (in corso d'opera)	Fattori di impatto potenziale
	D. Studio sismicità naturale dell'area	Installazione rete di 10 centraline temporanee fuori terra, nell'area del Sulcis; una centralina della rete (SU06) ricadrà all'interno del limite del permesso di ricerca	3.3.6	▪ Installazione centralina fuori terra ▪ Installazione pannello fotovoltaico ▪ Scaricamento dati	▪ Occupazione di suolo
	E. Caratterizzazione geofisica area vasta	Rilievo sismico a riflessione multicanale a terra con Vibroseis Linea 1: 5.965 m Linea 2: 2.940 m Linea 3: 2.180 m TOTALE 11.085 m	3.3.7	▪ Possibile sfalcio vegetazione in viabilità interpoderale ▪ Traffico di mezzi ▪ Stendimento di cavi e infissione di geofoni ▪ Energizzazione ▪ Rilievo topografico dei punti di energizzazione ▪ Acquisizione dati	▪ Sfalci vegetazione ▪ Emissioni in atmosfera ▪ Incremento traffico ▪ Vibrazioni indotte ▪ Emissione di rumore
	F. Prospezione elettromagnetica con metodo VLF	4 profili elettromagnetici, per un totale di 4000 m di rilievo	3.3.8	▪ Installazione di paline o picchetti per individuazione tracciato di indagine	Nessuno

Tipologia di attività	Descrizione attività	Attività in sito	Rif. Par. progettuale	Azioni di progetto durante l'esecuzione (in corso d'opera)	Fattori di impatto potenziale
	G. Caratterizzazione geofisica area Matzaccara	Rilievo sismico a riflessione multicanale a terra con Vibroseis Linee trasversali alla faglia di Mazzaccara Totale 7000 m	3.3.9	▪ Possibile sfalcio vegetazione in viabilità interpodereale ▪ Traffico di mezzi ▪ Stendimento di cavi e infissione di geofoni ▪ Energizzazione ▪ Rilievo topografico dei punti di energizzazione ▪ Acquisizione dati	▪ Sfalci vegetazione ▪ Emissioni in atmosfera ▪ Incremento traffico ▪ Vibrazioni indotte ▪ Emissione di rumore
<i>indagini dirette</i>	H. Indagini dirette superficiali (200 m da p.c.)	Esecuzione di: ▪ 2 sondaggi geognostici verticali (Prof. 200 m da p.c.) ▪ 1 sondaggio geognostico deviato (Prof. 200 m da p.c.) ▪ attività geofisiche in foro ▪ 2 sondaggi attrezzati a piezometro (profondità 50 m da p.c.) ▪ 3 sondaggi attrezzati a piezometro (profondità 15 m da p.c.) ▪ 1 pozzo a 10 m per monitoraggio geochimico ▪ 50 pozzetti di 1 m per sonde di monitoraggio geochimico	3.3.10	▪ Allestimento delle aree di lavoro ▪ Adeguamento eventuale di vie di transito e servitù ▪ Approvvigionamento idrico (tramite autobotte) ▪ Utilizzo di risorse ▪ Esecuzione perforazione ▪ Ripristini ambientali	▪ Rimozione localizzata suolo superficiale ▪ Occupazione di suolo ▪ Produzione terre e rocce (carotaggi) ▪ Emissione di rumore ▪ Emissioni in atmosfera ▪ Vibrazioni indotte ▪ Presenza strutture di perforazione ▪ Produzione di rifiuti

Tipologia di attività	Descrizione attività	Attività in sito	Rif. Par. progettuale	Azioni di progetto durante l'esecuzione (in corso d'opera)	Fattori di impatto potenziale
	I. Indagini dirette profonde (1.200-1.500 m da p.c.)	▪ Esecuzione di 3 sondaggi geognostici (Prof. 1200 -1500 m da p.c.) ▪ attività geofisiche in foro	3.3.11	▪ Allestimento delle aree di perforazione ▪ Eventuali adeguamento vie di transito e servitù ▪ Allestimento aree di cantiere ▪ Approvvigionamento idrico (tramite autobotte) ▪ Utilizzo di risorse ▪ Esecuzione perforazione ▪ Ripristini ambientali	▪ Scotico e rimozione localizzata suolo superficiale ▪ Occupazione di suolo ▪ Produzione terre e rocce (carotaggi) ▪ Emissione di rumore ▪ Emissioni in atmosfera ▪ Vibrazioni indotte ▪ Presenza strutture di perforazione e di cantiere ▪ Produzione di rifiuti (imballaggi, RSU per presenza antropica)

A seguito dell'individuazione delle azioni di progetto è stata compilata la matrice di Leopold incrociando le componenti ambientali e i fattori di impatto potenzialmente agenti su queste, con le azioni di progetto individuate.

La presenza di potenziali effetti sulle componenti ambientali a seguito delle azioni di progetto viene indicata con la colorazione della cella corrispondente. Tali fattori di impatto saranno successivamente valutati per analizzare la significatività del potenziale impatto in funzione del contesto territoriale e della durata delle attività.

Attività in progetto Attività in sito Azioni Componenti Fattori di impatto			Atmosfera		Acque superficiali		Suolo e sottosuolo			Acque sotterranee	Vegetazione	Fauna	Beni archeologici e architettonici	Paesaggio	Rumore e vibrazioni		Sistema antropico e salute pubblica	
			Emissione di polveri in atmosfera e loro ricaduta	Emissione di inquinanti organici e inorganici in atmosfera e loro ricaduta	Interazione con l'alveo dei corsi d'acqua	Alterazione della qualità delle acque superficiali	Occupazione di suolo	Asportazione di suolo superficiale	Produzione di terre e rocce da scavo	Interferenze con l'assetto quantitativo e qualitativo delle acque sotterranee	Sfalcio/danneggiamento di vegetazione	Disturbo alla fauna	Interferenza/danneggiamento beni puntuali o areali	Presenza delle strutture di perforazione	Emissione di rumore	Emissione di vibrazioni	Traffico indotto	Produzione di rifiuti (Imballaggi, RSU)
Elaborazione modello geofisico e geologico con dati esistenti	-	Studi "desktop"																
Definizione proprietà fisiche di campioni di roccia	-	Analisi in laboratorio di campioni di roccia già disponibili																
A. Caratterizzazione geologico strutturale	Sopralluogo e rilevamento delle faglie visibili senza strumentazione	Sopralluogo nell'area di indagine con automezzi e a piedi																
B. Caratterizzazione geochemica	Soil gas survey: campagna di misure geochemiche	Infissione manuale della sonda di misurazione nel terreno (prof max. 1 m)																
		Misurazione dei dati																
C. Caratterizzazione idrogeologica	Campionamento acque sotterranee in piezometri/pozzi esistenti	Prelievo campioni di acque di falda																
		Operazioni di spurgo low flow del piezometro																
D. Studio della sismicità naturale	Installazione rete di acquisizione dati	Installazione centraline																
		Installazione pannello fotovoltaico																
		Scaricamento dati																
E. Caratterizzazione geofisica area vasta	Rilevo sismico a riflessione multicanale a terra con Vibroseis	Adeguamento viabilità interpodereale																
		Transito dei mezzi																
		Stendimento di cavi e infissione di geofoni																
		Energizzazione																
		Rilevo topografico dei punti di energizzazione																
G. Caratterizzazione geofisica area Matzaccara	- 3 linee sismiche (11345 m) - 7 linee area sondaggi superficiali (7000 m)	Acquisizione dati																
		Installazione di paline o picchetti per individuazione tracciato di indagine																
		Rilevo elettromagnetico con operatore via terra																
F. Prospezione elettromagnetica	Acquisizione di profili elettromagnetici con metodo VLF																	
H. Indagini dirette superficiali	Esecuzione di - 1 sondaggio geognostico deviato e due sondaggi geognostici verticali (Prof. 200 m da p.c.) - attività geofisiche in foro - 5 sondaggi attrezzati a piezometro (2 a profondità 50 m da p.c.; 3 a profondità 15 m da p.c.) - un pozzo a 10 m da p.c. per monitoraggio geochemico; - 50 pozzetti profondi 1 m circa da p.c. per monitoraggio geochemico	Allestimento delle aree di lavoro																
		Adeguamento vie di transito																
		Approvvigionamento idrico tramite autobotte																
		Esecuzione perforazione																
		Ripristini ambientali																
I. Indagini dirette profonde	Esecuzione di - 3 sondaggi geognostici (Prof. 1200 -1500 m da p.c.) - attività geofisiche in foro	Allestimento delle aree di lavoro																
		Adeguamento vie di transito																
		Approvvigionamento idrico tramite autobotte																
		Esecuzione perforazione																
		Permanenza aree di cantiere e impianti																
		Ripristini ambientali																

Figura 36: Matrice di Leopold per l'analisi preliminare degli impatti

Dall'analisi della matrice di Leopold si evince che per le attività che non comprendono fasi di campo non sarà necessario procedere alla valutazione dell'impatto, così come per quelle *azioni* che non avranno alcuna interazione con le componenti ambientali.

3.3 Valutazione degli impatti del Progetto

A partire dalla verifica preliminare condotta, si è proceduto con la valutazione di dettaglio dei potenziali impatti agenti su ciascuna componente ambientale interferita.

L'analisi comporta:

- la **definizione dello stato qualitativo attuale della componente** all'interno del perimetro del permesso di ricerca per inquadrare il contesto territoriale di riferimento
- la **valutazione degli impatti** legati ai fattori di impatto precedentemente individuati e alle azioni di progetto.

Per ogni fattore di impatto potenzialmente significativo identificato nella matrice di Leopold è stata compilata una tabella che comprende i parametri per la valutazione dell'impatto descritti nel 3.1.2, i quali vengono caratterizzati nel modo seguente:

- durata nel tempo (breve, media, lunga);
- distribuzione temporale (discontinua o continua);
- reversibilità (reversibile a breve termine, reversibile a medio/lungo termine o irreversibile);
- magnitudine (bassa, media, alta);
- area di influenza (impatto circoscritto all'area ristretta o esteso all'area vasta);
- sensibilità (bassa, media, alta).

Sotto si riporta la struttura della "tabella tipo":

Tabella 16: Tabella di valutazione per singolo fattore di impatto identificato

Attività/azioni di progetto	Fattore di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione e temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
ATTIVITÀ 1 <i>Azione di progetto 1</i>	Fattore di impatto	<i>Breve</i> <i>Media</i> <i>Lunga</i>	<i>Discontinua</i> <i>continua</i>	Breve termine Medio /lungo termine e irreversibile	Bassa Media alta		

Il giudizio di impatto complessivo sulle varie componenti ambientali è stato fornito al termine delle trattazioni sulle singole componenti ed è il risultato dell'interazione tra i singoli impatti agenti sulla componente e lo stato qualitativo della componente stessa.

Tale giudizio di impatto viene attribuito caratterizzando l'impatto stesso a seconda che sia stato considerato positivo, trascurabile o negativo nei confronti della componente che ne subisce gli effetti.

3.3.1 Atmosfera

Qualità dell'aria

I dati utilizzati per la definizione dello stato generale della qualità dell'aria nell'area di interesse, sono stati estratti dalle pubblicazioni e dai dati disponibili presso i siti web di ARPAS, ISPRA e Sardegnambiente.

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria nella Regione Sardegna è attualmente costituita da 44 stazioni automatiche, di cui una non attiva (fonte: sito web ARPAS), che misurano la concentrazione degli inquinanti previsti dalla normativa vigente attraverso strumenti di analisi in grado di funzionare in modo

continuo, sotto la supervisione di un computer dedicato che consente al centro operativo di verificare il funzionamento di ogni strumento e di acquisire i dati raccolti.

Le centraline di monitoraggio sono ubicate nei territori comunali di seguito indicati:

- Provincia di Cagliari n. 10 centraline: Assemini (3, di cui 2 a Macchiareddu), Cagliari città (1), Monserrato (1), Quartu Sant'Elena (1), Sarroch (3), Seulo (1);
- Provincia di Carbonia-Iglesias n. 8 centraline: Carbonia (1), Gonnese (1), Iglesias (1), Portoscuso (4), Sant'Antioco (1);
- Provincia del Medio Campidano n. 3 centraline: Nuraminis (1), San Gavino (1), Villasor (1);
- Provincia di Nuoro n. 5 centraline: Macomer (1), Nuoro città (2), Ottana (1), Siniscola (1);
- Provincia dell'Ogliastra n. 1 centralina: Tortolì - Arbatax (1);
- Provincia di Olbia-Tempio n. 2 centraline: Olbia città (2);
- Provincia di Oristano n. 3 centraline: Oristano città (2), Santa Giusta (1);
- Provincia di Sassari n. 12 centraline: Alghero (1), Porto Torres (5), Sassari città (6, di cui 1 non attiva).

La misura automatica delle concentrazioni in aria ambiente è possibile per gli inquinanti: - benzene, toluene, xileni (BTX) - monossido di carbonio (CO) - composti organici volatili distinti tra metano e non metanici (COV) - idrogeno solforato (H₂S) - ossidi di azoto (NO_x-NO-NO₂) - ozono (O₃) - particolato con diametri inferiore a 10 e a 2,5 µm (PM₁₀ e PM_{2,5}) - biossido di zolfo (SO₂). Per altri inquinanti, come ad esempio Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Fluoro, IPA, diossine, ecc., per quanto rilevanti da un punto di vista igienico-sanitario e ambientale, viene effettuata la misura in un laboratorio chimico appositamente attrezzato.

Annualmente i dati prodotti dal monitoraggio vengono analizzati, elaborati e sintetizzati in una relazione mirata a fornire alle amministrazioni pubbliche ed ai cittadini il quadro conoscitivo, utilizzato anche per pianificare le politiche di gestione dell'ambiente. La rete regionale della qualità dell'aria è attualmente gestita dall'ARPAS cui compete istituzionalmente la gestione dei monitoraggi ambientali.

Al fine di perseguire per quanto possibile una maggiore protezione della salute umana e degli ecosistemi, la rete di monitoraggio regionale è ad oggi in fase di adeguamento attraverso una serie di interventi finalizzati ad una migliore rappresentatività dei dati di qualità ambientali.

Gli interventi di adeguamento consistono nella messa a norma di molta parte della dotazione strumentale attuale e nel riposizionamento di diverse stazioni di misura in siti rappresentativi ai sensi della legislazione vigente. Il progetto di adeguamento è stato articolato sulla base di alcuni risultati e indicazioni dello studio realizzato dall'Assessorato della Difesa dell'Ambiente e denominato "Realizzazione dell'inventario regionale delle sorgenti di emissione, del documento sulla valutazione della qualità dell'aria ambiente in Sardegna e individuazione delle possibili misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi di cui al D.lgs. 351/99" approvato con delibera della Giunta Regionale n. 55/6 del 29.11.2005. I risultati dello studio sono poi stati relaborati per la definizione degli interventi da attuare, riportati nel documento "Adeguamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e delle emissioni in atmosfera finalizzato alla tutela della salute pubblica e degli ecosistemi della Regione Sardegna – Fase 1: Posizionamento delle stazioni di misura in siti più rappresentativi".

Lo studio aveva a suo tempo evidenziato, per quanto riguarda la salute umana, alcune criticità relative al biossido di zolfo e ai PM₁₀ (e qualche volta all'ozono, sul quale però è più difficile intervenire essendo in parte di provenienza extra-regionale) indicando, complessivamente, come zone/agglomerati da risanare alcune delle zone potenzialmente critiche indicate durante la prima fase di valutazione, precisamente: l'agglomerato di Cagliari, comprendente i comuni di Cagliari, Quartu S.E., Quartucciu, Selargius, Monserrato, la zona di Sarroch, la zona di Portoscuso, la zona di Porto Torres e la zona di Sassari.

Per quanto riguarda gli ecosistemi lo studio aveva invece evidenziato una situazione di rischio moderato ma sufficientemente diffuso per l'ozono e situazioni di elevate concentrazioni di SO₂ nelle aree di Sarroch, Portoscuso, Porto Torres e Sassari, quest'ultima anche per l'influenza delle emissioni dell'area industriale di Porto Torres.

Gli elementi di incertezza che derivavano sia dalle stime modellistiche, sia dai risultati del monitoraggio avevano fatto inoltre ritenere prudente proporre un elenco di aree appartenenti alla "Zona di

Mantenimento” da tenere sotto controllo con un adeguato monitoraggio, oltre naturalmente quelle da risanare.

Queste zone comprendono i territori dei maggiori centri urbani e i comuni nelle cui vicinanze sono presenti attività industriali o comunque pressioni ambientali di rilievo, come porti e aeroporti; nello specifico comprendono i territori di Alghero, Olbia, Siniscola, Nuoro, Ottana, Macomer, Oristano, Nuraminis, Samatzai, San Gavino M., Villacidro, Villasor, Iglesias, Carbonia, Gonnese, Sant’Antioco, San Giovanni Suergiu, Villa San Pietro, Pula, Assemini, Elmas. La zonizzazione per aree omogenee è mostrata nella figura seguente. Il cerchio in rosso individua l’area di interesse ai fini del presente studio.

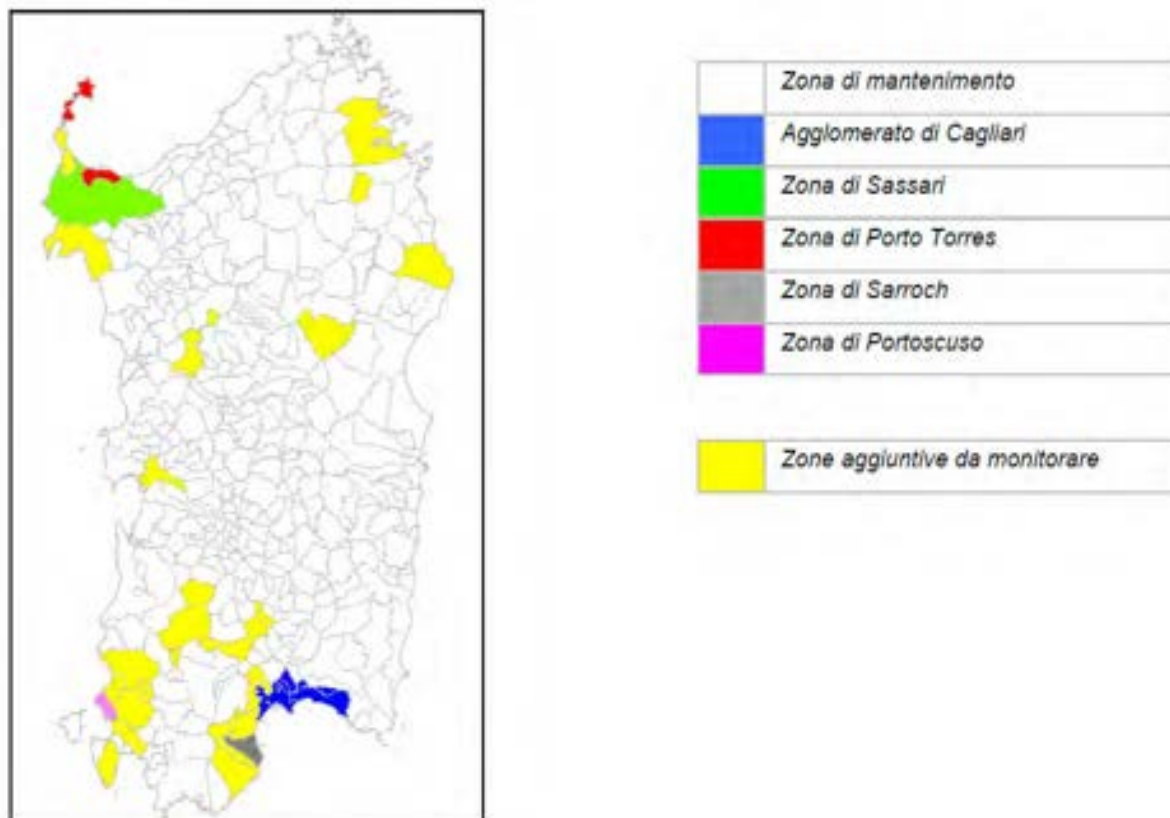


Figura 37: Zonizzazione territorio regionale per il monitoraggio della qualità dell'aria

Per la definizione dello stato attuale della qualità dell’aria nell’area interessata dall’intervento progettuale, è stato considerato in particolare il documento “Relazione sulla qualità dell’aria in Sardegna per l’anno 2013”, realizzato dalla Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Difesa dell’Ambiente e dall’ARPAS - Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Sardegna sulla base dei dati provenienti dalla rete di monitoraggio regionale, gestita dall’ARPAS, e dalla rete del comune di Cagliari.

La seguente tabella riassume i limiti e le soglie di legge, con le relative tolleranze previste per l’anno 2011, per il controllo dei dati di qualità dell’aria. In questa tabella è stato incluso per l’ozono anche il valore obiettivo per la protezione della salute umana, perché ritenuto maggiormente in grado di rappresentare l’esposizione della popolazione a questo inquinante rispetto alla soglia di informazione e di allarme.

Per i limiti normativi si è fatto riferimento a quanto indicato dal D.Lgs. 155/2010 “Recepimento della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria e per un’aria più pulita in Europa”.

Inquinante	Dato utilizzato	Limite 2012	Descrizione
Benzene	Media annuale	5 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
CO	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	10 mg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
NO ₂	Media oraria	200 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile
	Media oraria	400 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media annua	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
NO _x	Media annua	30 µg/m ³	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione
Ozono	Media oraria	180 µg/m ³	Soglia di informazione
	Media oraria	240 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	120 µg/m ³	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare più di 25 per anno civile come media sui tre anni
	AOT40 (*)	18000 µg h/m ³	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione come media sui cinque anni
PM ₁₀	Media giornaliera	50 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte per anno civile
	Media annua	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
PM _{2,5}	Media annua	26 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana per il 2013
SO ₂	Media oraria	350 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile.
	Media oraria	500 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media giornaliera	125 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile
	Media annua	20 µg/m ³	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione
	Media invernale	20 µg/m ³	Livello critico invernale per la protezione della vegetazione

Figura 38: Limiti di legge per la qualità dell'aria (D.Lgs.155/2010)

Nell'area del Sulcis sono attive 8 stazioni di misura della concentrazione degli inquinanti in atmosfera, per la valutazione della qualità dell'aria, così come illustrato nelle figura che seguono.

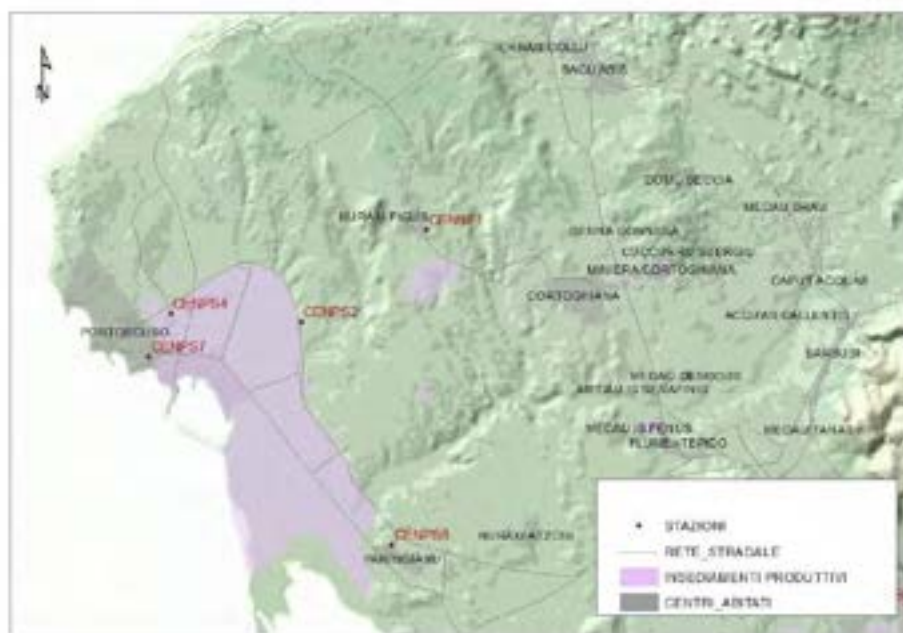


Figura 39: Stazioni di misura nell'area di Portofino

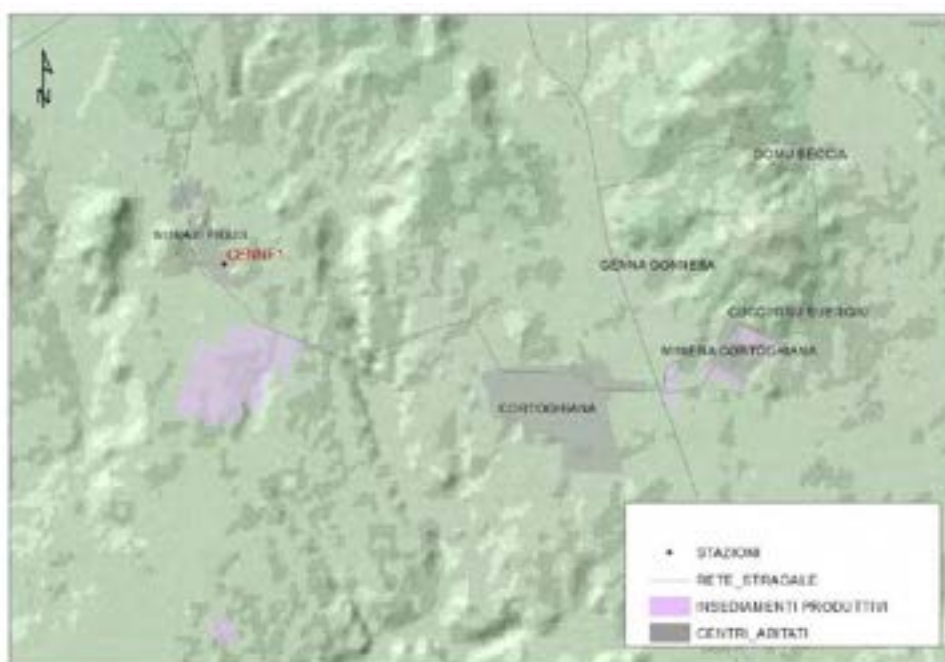


Figura 40: Stazioni di misura nell'area di Gonnese – Nuraxi



Figura 41: Stazioni di misura nell'area di Sant'Antioco

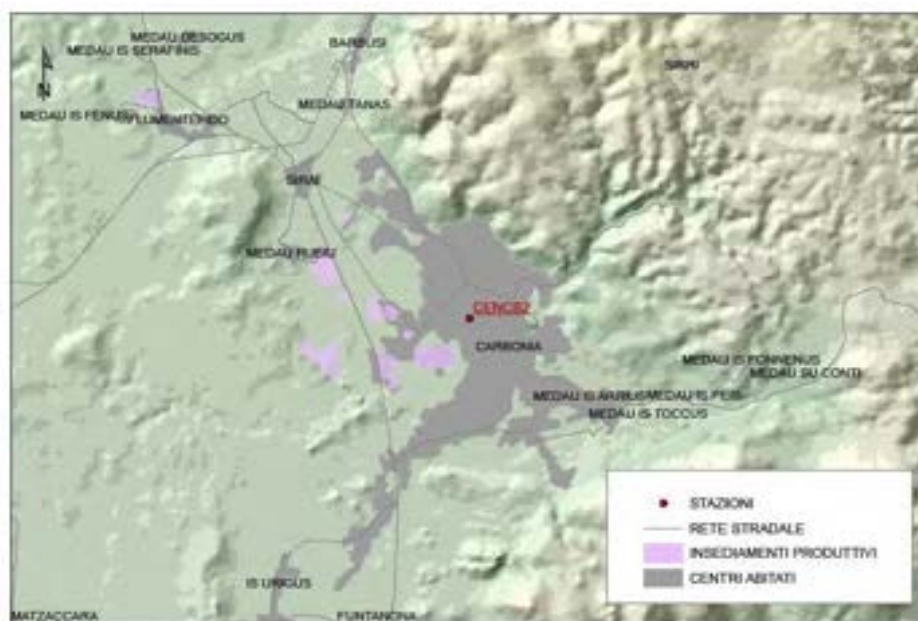


Figura 42: Stazioni di misura nell'area di Carbonia

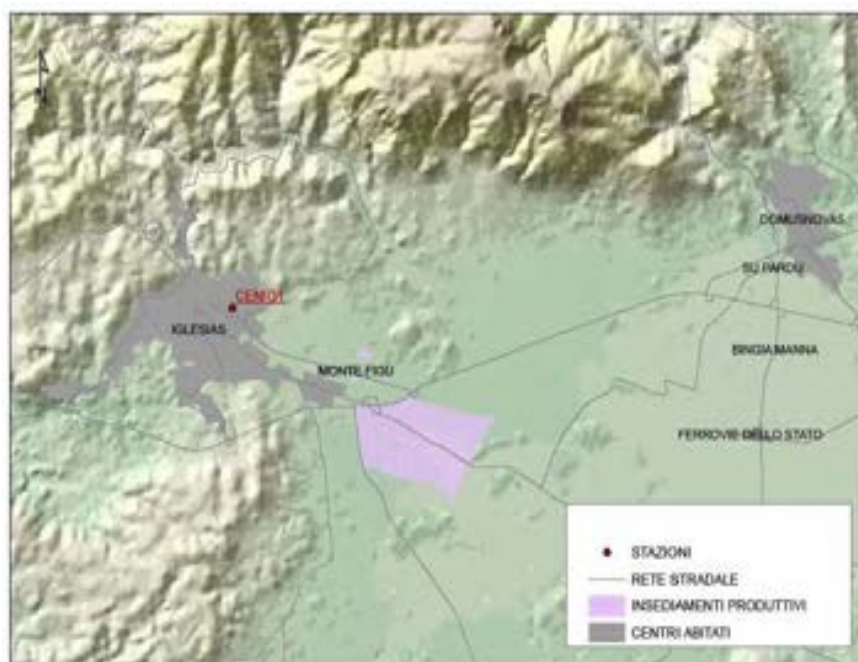


Figura 43: Stazioni di misura nell'area di Iglesias

Come rappresentato nelle figure sopra riportate, quattro stazioni 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 emmissive, la CENPS7 è posizionata nel centro urbano di Portoscuso e la CENPS6 nella frazione di Paringianu.

Le altre quattro stazioni di misura sono dislocate nei centri urbani di Gonnese - Nuraxi Figus (CENNFI1), di Sant'Antioco (CENST1), di Carbonia (CENCB2) e di Iglesias (CENIG1).

Nell'anno 2013 la percentuale media normalizzata di funzionalità delle stazioni di misura è stata del 93%, contro il 94% dell'anno precedente. Nel calcolo, per le stazioni che hanno operato parzialmente, sono state considerate le percentuali di dati disponibili nel relativo periodo di funzionamento.

I parametri monitorati dalle stazioni di misura di Porto Torres sono: C6H6, CO, NO2, O3, PM10, SO2 e PM2,5. Le stazioni di misura hanno registrato nel 2013 il numero di superamenti indicato nella tabella che segue, senza eccedere in nessun caso il numero massimo previsto dalla normativa.

Zona	Stazione	C6H6		CO		NO2			O3			PM10		SO2			PM2,5
		MA	MB	MO	MO	MA	MO	MO	MB	MG	MA	MO	MO	MG	MA		
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU/T		
		5	10	200	400	40	180	240	120	50	40	350	500	125	27		
				18					25 <td>35</td> <td></td> <td>24</td> <td></td> <td>3</td> <td></td> <td></td>	35		24		3			
Sulcis	CENPS2	-	-				-	-	-	12		1				-	
	CENPS4	-	-				-	-	-	4		1				-	
	CENPS6	-	-				-	-	-								
	CENPS7								4	3							
	CENNFI1	-	-				-	-	-	15						-	
	CENST1	-	-				-	-	-	1						-	
	CENCB2		-						17							-	
	CENIG1		-						2	2						-	

Figura 44: Riepilogo dei superamenti rilevati nell'area del Sulcis

Sulla base dell'analisi dei dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria ubicate nell'area del Sulcis, la situazione registrata nell'anno 2013 risulta entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati.

Nell'area industriale di Portoscuso si evidenziano alcune criticità, già rilevate in passato, legate all'anidride solforosa, con alcuni superamenti del limite orario, ed una sostanziale stabilità dei superamenti di PM10.

Caratterizzazione meteoroclimatica

Per la definizione delle caratteristiche meteo-climatiche sono stati considerati i dati riportati nello Studio Sardegna ARPA emesso dal Dipartimento specialistico regionale idrometeoroclimatico.

I dati utilizzati nel presente studio sono stati rilevati su base giornaliera e provengono complessivamente da 259 stazioni appartenenti a tre enti: il Servizio Idrografico Nazionale (245), l'Aeronautica Militare (12) e l'Istituto di Agronomia e Coltivazioni Erbacee della Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari (2).

Quanto al periodo scelto, si sono utilizzati dati compresi fra il 1951 e il 1980 per la precipitazione e per la temperatura, e fra 1951 e il 1993 per tutte le restanti grandezze.

La Figura 45 e la Figura 46 mostrano, su scala regionale, rispettivamente la distribuzione della temperatura massima media annua e quella del numero medio annuo dei giorni con valori di temperatura massima superiore ai 35 °C.

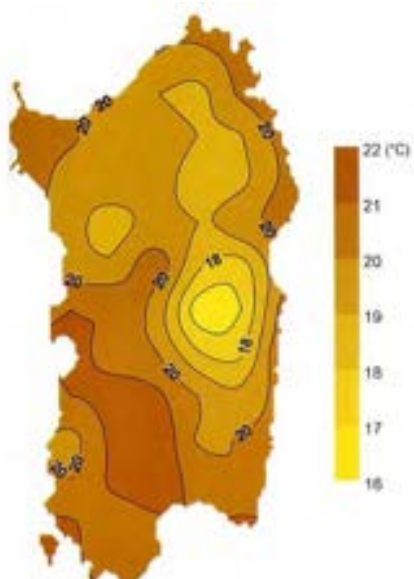


Figura 45: Valore medio annuale della temperatura massima

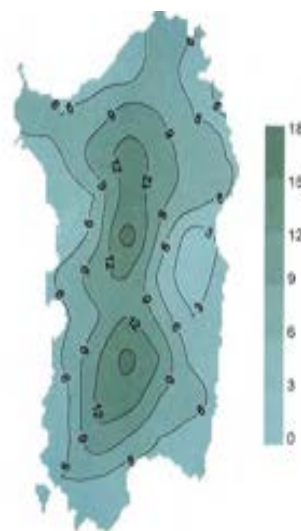


Figura 46: Numero medio annuale dei giorni con valori di temperatura massima superiore ai 35 °C

Riferendoci al valore medio della temperatura massima emerge che la distribuzione spaziale dei valori risente fortemente dell'orografia.

Analizzando i valori medi mensili della temperatura massima, si possono distinguere due periodi: quello della stagione invernale, in cui l'effetto dominante è dovuto al mare, con conseguente continentalità delle zone interne; il periodo della stagione estiva, in cui domina l'effetto stabilizzante delle aree anticicloniche e si evidenzia un gradiente nord-sud nei valori di temperatura. Naturalmente a questi effetti si sommano sempre quelli dovuti alla struttura orografica, la cui complessa distribuzione è la principale fonte di variabilità locale di tutti i fenomeni meteorologici che interessano l'isola.

La deviazione standard che, indice della variabilità del fenomeno, per la temperatura massima è distribuita omogeneamente su tutto il territorio e mostra una leggera tendenza all'aumento nelle zone interne con valori che oscillano tra ± 3 e ± 4 °C.

Dall'analisi del numero medio di giorni con temperatura superiore ai 35° C si rileva che l'incidenza maggiore è legata alla continentalità delle zone interessate, mentre non si notano differenze dovute alla variazione della latitudine.

La distribuzione spaziale dei valori di temperatura minima evidenzia una maggiore stabilità di questo parametro durante i diversi mesi (Figura 47 e Figura 48).

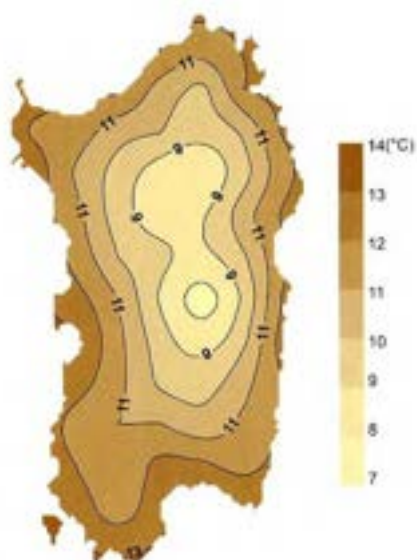


Figura 47: Valore medio annuale della temperatura minima

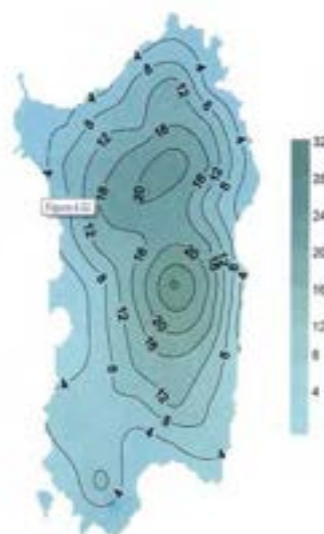


Figura 48: Numero medio annuale dei giorni con valori di temperatura minima inferiore a 0 °C

Tale stabilità è legata alla presenza del mare cui si sovrappone un leggero effetto dovuto alla variazione della latitudine e ai rilievi orografici centro-orientali. Nonostante questa regolarità intermensile, dall'analisi dei dati è emerso che le due stagioni caratteristiche sono ancora ben evidenti seppure in maniera meno marcata. Per quanto riguarda la distribuzione spaziale dei giorni con temperatura inferiore a 0 °C sono stati considerati tutto l'anno ed in particolare il mese di marzo, quest'ultimo per valutare la significatività di eventi che portano a gelate tardive.

In entrambi i casi sebbene dominino l'effetto orografico, il gradiente nord-sud e, naturalmente, la distanza dal mare, risulta che anche a marzo nelle zone pianeggianti è possibile che si verifichino in media 3 giorni con temperature inferiori a 0 °C, rispetto alle medie tipiche di tale periodo che variano tra i 4 e i 10 °C.

La deviazione standard per la temperatura minima mostra un andamento analogo a quello della massima e i suoi valori vanno da ± 2 a ± 3 °C.

Nella seguente Figura 47 è riportato l'andamento delle precipitazioni annuali. Sono evidenti quattro zone piovose: le aree a ridosso del Gennargentu (Barbagie, Ogliastra e zone limitrofe), la parte centrale della Gallura (a ridosso del Limbara), l'altopiano di Campeda e infine l'Iglesiente. La Nurra ed il Campidano si presentano come zone secche, assieme ad una terza, di più difficile delimitazione, localizzabile nella fascia centrale del Nord-Sardegna (attorno al bacino del Coghinas).

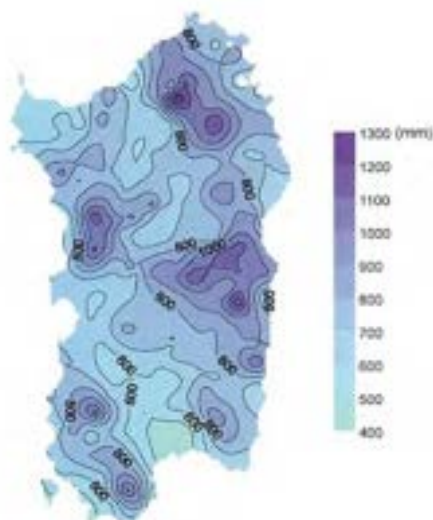


Figura 49: Valore medio annuale delle precipitazioni

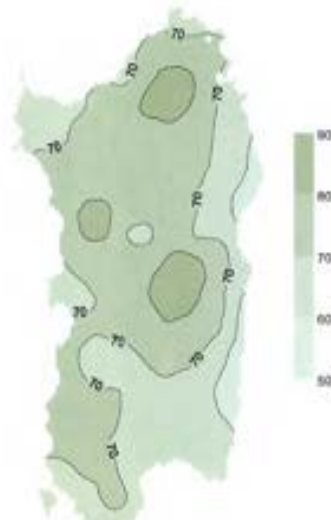


Figura 50: Numero medio annuale di giorni piovosi

Per quel che riguarda le medie mensili si ha le due stagioni cui si è accennato in precedenza: una relativa al periodo che va da ottobre ad aprile, e l'altra che si estende da maggio a settembre. Il passaggio fra le due stagioni è particolarmente marcato fra settembre ed ottobre, in corrispondenza del quale, per le zone piovose, si va da valori di 40-60 mm a valori di 80-160 mm, mentre risulta meno evidente il passaggio fra aprile e maggio.

Il massimo cumulato di precipitazione si ha a dicembre, il quale, assieme agli altri mesi compresi tra novembre e febbraio, ha un andamento che segue quello annuale e si evidenziano le quattro zone piovose già citate, cui a volte si aggiunge una quinta (il Sarrabus), e le due zone secche.

Ottobre e marzo, invece, sembrano scostarsi dal comportamento generale in quanto si osserva un eccesso di piovosità sulla costa orientale della Regione.

Per caratterizzare la frequenza delle precipitazioni sono state considerati solo gli eventi con intensità superiore a 1 mm al giorno, il che ha permesso di eliminare tutti i fenomeni legati a semplici effetti di condensazione. E' stato, quindi, calcolato il numero medio di giorni piovosi in un anno misurati in ciascuna delle stazioni a disposizione. Infine, per avere una migliore caratterizzazione del fenomeno, i valori di precipitazioni sono stati divisi in quattro classi di intensità: da 1 a 10 mm, da 10 a 25 mm, da 25 a 50 mm, oltre i 50 mm.

Nella Figura 50 si osserva che le zone in cui piove più spesso sono il Gennargentu, il Limbara e l'altopiano di Campeda, dove si hanno mediamente più di 80 giorni piovosi all'anno.

In riferimento allo studio del vento, per facilitare le valutazioni e le relative interpretazioni, le direzioni dei venti sono state suddivise in ottanti, corrispondenti agli otto venti della Rosa dei Venti classica (Tabella 17), e le velocità in quattro fasce (Tabella 18).

Tabella 17: Suddivisione del vento per direzione di provenienza

Vento	Direzione di provenienza (geografica)	Direzione di provenienza (gradi sessagesimali)
Tramontana	nord	$0^\circ < d \leq 22.5^\circ$ $337.5^\circ < d \leq 360^\circ$
Grecale	nord-est	$22.5^\circ < d \leq 67.5^\circ$
Levante	est	$67.5^\circ < d \leq 112.5^\circ$
Scirocco	sud-est	$112.5^\circ < d \leq 157.5^\circ$
Ostro	sud	$157.5^\circ < d \leq 202.5^\circ$
Libeccio	sud-ovest	$202.5^\circ < d \leq 247.5^\circ$
Ponente	ovest	$247.5^\circ < d \leq 292.5^\circ$
Maestrale	nord-ovest	$292.5^\circ < d \leq 337.5^\circ$

Tabella 18: Suddivisione del vento per intensità

Fascia	Descrizione	Intensità [m/s]
0	Calma di vento	$v \leq 1.5$
I	Vento di intensità moderata	$1.5 < v \leq 8.0$
II	Vento di intensità intermedia	$8.0 < v \leq 13.5$
II	Vento di forte intensità	$v > 13.5$

Inoltre, per ragioni di semplicità, sono stati assimilati alla calma di vento tutti gli eventi con velocità inferiore ai 1.5 m/s (la cosiddetta bava di vento), nonché il vento di direzione variabile in quanto esso è sempre un vento di debole intensità.

Per ogni combinazione di velocità, direzione e stazione è stata calcolata la frequenza con cui tale combinazione si è verificata nel periodo studiato (1951÷1993).

I dati utilizzati sono relativi al vento di massima intensità misurato nell'arco delle 24 ore e rappresentano l'istante della giornata in cui tale fenomeno ha raggiunto il suo massimo. Ne discende che la statistica ottenuta si riferisce al comportamento del vento dominante in una giornata, ma non a quello misurato istante per istante.



Figura 51: Ubicazione delle stazioni meteorologiche riconosciute dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale

Come si vede nella figura precedente, la stazione di Carloforte risulta essere quella geograficamente più vicina all'area progettuale oggetto del presente studio, ma le dinamiche anemologiche potrebbero presentare differenze degne di nota per via dei caratteristiche proprie delle due aree (la stazione di Carloforte è ubicata sull'omonima isola, mentre l'area di progetto è a ridosso della fascia costiera della Sardegna sud-occidentale). In considerazione di ciò, si riportano anche i dati della stazione di Capo Frasca, ubicata su un tratto di costa a nord dell'area di intervento.

Tabella 19: Valori del vento rilevati nelle stazioni di Carloforte e Capo Frasca

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
<i>Direzione di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)</i>								
Carloforte	15,02	3,83	6,42	10,62	8,98	6,68	10,31	38,14
Capo Frasca	4,12	1,70	3,66	6,29	0,92	3,82	4,72	9,76
<i>Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)</i>								
<i>Fascia I: velocità compresa tra 1,5 e 8,0 m/s</i>								
Carloforte	4,04	1,59	1,77	2,18	4,24	2,37	1,77	4,81
Capo Frasca	3,47	1,28	3,14	4,07	0,52	3,72	10,95	10,36
<i>Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)</i>								
<i>Fascia II: velocità compresa fra 8,0 e 13,5 m/s</i>								
Carloforte	7,10	1,62	2,48	4,92	4,00	2,18	3,38	13,68
Capo Frasca	4,12	1,70	3,66	6,29	0,92	3,82	4,72	9,76

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
<i>Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)</i>								
<i>Fascia III: Velocità superiore a 13,5 m/s</i>								
Carloforte	3,30	0,57	1,92	3,26	0,63	2,00	4,81	18,55
Capo Frasca	2,51	0,89	2,56	5,10	0,51	1,96	3,95	7,54
<i>Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)</i>								
<i>Fascia I: velocità compresa tra 1,5 e 8,0 m/s</i>								
Carloforte	17,76	6,99	7,77	9,56	18,62	10,41	7,77	21,11
Capo Frasca	9,26	3,42	8,36	10,85	1,39	9,93	29,18	27,62
<i>Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)</i>								
<i>Fascia II: velocità compresa fra 8,0 e 13,5 m/s</i>								
Carloforte	18,04	4,13	6,31	12,51	10,15	5,53	8,58	34,75
Capo Frasca	11,78	4,85	10,45	17,98	2,62	10,92	13,49	27,91
<i>Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)</i>								
<i>Fascia III: Velocità superiore a 13,5 m/s</i>								
Carloforte	9,41	1,62	5,47	9,32	1,81	5,70	13,72	52,94
Capo Frasca	10,03	3,55	10,22	20,40	2,04	7,83	15,77	30,16

In merito alla direzione di provenienza del vento massimo è possibile notare come è distribuito il vento nelle varie direzioni, indipendentemente dalla velocità.

Per gli altri valori a seguire sono state riportate le percentuali divise per fasce di velocità. La differenza fra i valori percentuali calcolati sul totale dei dati disponibili e i valori percentuali calcolati sul totale dei dati di ogni fascia sta nel fatto che nelle prime, le percentuali sono state calcolate per mettere in evidenza il comportamento generale, nelle seconde invece, per mettere in evidenza il comportamento all'interno delle singole fasce.

Valutazione degli impatti

A seguito della schematizzazione delle azioni di progetto e relativi fattori di impatto, sono stati identificati per la componente atmosfera i seguenti:

emissione di polveri in atmosfera

emissione di inquinanti organici e inorganici in atmosfera e loro ricaduta

Tra le attività di indagine indiretta, l'unica per cui si possono ipotizzare impatti sulla componente atmosfera è quella di indagine geofisica a causa del modesto incremento di traffico dei mezzi necessari all'energizzazione (attività E, G). Si stima, allo stato della progettazione, la presenza massima contemporanea di tre mezzi pesanti (Vibroseis, a distanza reciproca di 30 m) e due auto di segnalazione dei mezzi per un periodo inferiore ai due mesi per le linee sismiche 1, 2 e 3 e per un periodo compreso tra 1 e 1,5 mesi per le linee nell'area dei sondaggi superficiali.

Per quanto riguarda lo sviluppo di polveri, si sottolinea che i mezzi Vibroseis percorreranno giornalmente distanze assai ridotte e con velocità molto basse, sviluppando quantitativi di polveri assai modesti. Gli spostamenti del personale su strade sterrate saranno ridotti e paragonabili al traffico agricolo che insiste sull'area in esame.

Per quanto riguarda le indagini dirette (attività H, I), che comprendono l'esecuzione dei sondaggi geognostici, le azioni identificate sono quelle che riguardano l'adeguamento di viabilità necessaria all'accesso delle aree di cantiere e le attività di perforazione del sondaggio.

In entrambi i casi si prevede la presenza di mezzi necessari al trasporto della sonda e del gruppo di operatori e tecnici ed altre attrezzature, che si stima saranno presenti in cantiere per un totale di 3 mezzi che non avranno necessità di spostamento continuo durante le attività ma solo per il trasferimento di personale alle aree di lavoro.

Si specifica che allo stato attuale è stata identificata un'area che risponde alle necessità per quanto riguarda la caratterizzazione geologica, tuttavia all'interno del settore utile a scopo di studio saranno selezionate aree minore sensibilità ambientale secondo i seguenti criteri:

- prevalenza di seminativi o prati e assenza di macchia
- accessibilità tramite strade e sentieri esistenti
- distanza adeguata da abitato sparso o nuclei urbanizzati.

Tabella 20: Valutazione degli impatti sulla componente atmosfera

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
E; G; Rilievo sismico <i>Transito dei mezzi</i>	Emissione di polveri in atmosfera e loro ricaduta	breve	discontinuo	breve termine	bassa	locale	bassa
H; I; Sondaggi superficiali e profondi <i>Adeguamento vie di transito</i>		breve	discontinuo	breve termine	bassa	locale	bassa
H; I; Sondaggi superficiali e profondi <i>Esecuzione perforazione</i>	Emissione di inquinanti organici e inorganici in atmosfera e loro ricaduta	<i>superf. breve</i> <i>profonda media</i>	discontinuo	breve termine	bassa	locale	bassa

Sulla base di quanto sopra riportato, ed in particolare del ridotto numero di mezzi impiegati, della temporaneità di ciascuna fase e delle sua breve durata, nonché delle caratteristiche delle aree in cui si inseriranno le indagini e dello stato attuale della componente atmosfera, si ritiene che l'impatto sulla stessa possa essere considerato trascurabile.

3.3.2 Ambiente idrico Superficiale Stato attuale

Il perimetro di ricerca è compreso all'interno della U.I.O. 2 "Palmas", secondo suddivisione del Piano di Tutela delle Acque PTA (rif. par. QP). Tale settore si sviluppa per un'estensione di circa 1299,60 Km² e comprende oltre al bacino principale del Rio Palmas, i bacini delle due isole di Sant'Antioco e San Pietro e una serie di bacini minori situati nella costa sud-occidentale dell'Isola, tra cui si citano per importanza quelli del Rio Flumentepido, del Rio Sa Masa e del Rio de Leunaxiu.

L'area costiera del golfo di Palmas è caratterizzata dalla presenza di aree umide di elevata valenza naturalistica e ambientale che non sono comprese all'interno del permesso di ricerca.

Con riferimento al territorio compreso nel perimetro di ricerca si distinguono i seguenti corsi d'acqua alcuni dei quali canalizzati:

- Rio Murtas
- Rio Ulmus
- Rio Gutturu Nieddu
- Rio Macquarba
- Rio San Milano
- Rio de Monserrato

- Riu Cruxi Caredda
- Breve tratto di Riu Sassu
- Canale sa Corte
- Canale adduttore

Nella U.I.O. del Palmas oltre all'omonimo corso d'acqua significativo ai sensi del D.Lgs. 152/99, vengono monitorati altri quattro corsi d'acqua minori ritenuti di rilevante interesse regionale. Tutti questi corsi d'acqua ricadono in aree in cui storicamente le attività minerarie sono state rilevanti, e dove si riscontrano in alcuni casi evidenze d'inquinamento delle acque dovuti all'esito di queste attività.

Tra i corpi idrici di interesse regionale monitorati vi è quello di Riu Santu Milanu (14,29 Km per un bacino di 48,43 Km²), l'unico che ricade all'interno del Permesso di ricerca Monte Ulmus

Id_Bacino	Nome bacino	Id_Corpo idrico	Nome corpo idrico	Id_Stazione	Giudizio 152	Obiettivo 152 2008	Obiettivo 152 2016
0254	Riu San Milano	CS0001	Riu San Milano	02540701	PESSIMO	SUFFICIENTE	BUONO

Per quanto riguarda lo stato di qualità delle acque superficiali, il monitoraggio effettuato in corrispondenza della stazione 02540701, in località San Giovanni Suergiu, indica uno stato pessimo del corpo idrico.

Valutazione degli impatti

Le attività in progetto non prevedono misure o prospezioni relative alle acque superficiali e non sono previsti prelievi o immissioni di acque per necessità di approvvigionamento o scarichi idrici.

In particolare, riguardo le attività di indagine indiretta che si svolgeranno in prossimità di corsi d'acqua si specifica:

- i profili elettromagnetici, (attività F.) che saranno condotti in transetti perpendicolari alla faglia oggetto di studio, saranno trasversali al canale adduttore, tuttavia non ci saranno azioni che possano indurre alterazione o impatto sul corso d'acqua;
- per quanto riguarda le attività di acquisizione sismica attraverso Vibroseis (attività E), i mezzi seguiranno percorsi già presenti costituiti da strade asfaltate o interpoderali e lo stendimento dei cavi e della strumentazione non interferirà con i corsi d'acqua.

Per completezza si segnala che la linea 1 dell'attività E di caratterizzazione geofisica di area vasta, attraversa, nel settore meridionale del suo percorso, il Riu Maquarba e la fascia di rispetto associata che costituisce anche parte di un'area umida costiera identificata da Piano paesaggistico regionale PPR.

Le attività in quel settore sono stimabili della durata di poche ore e prevedono l'energizzazione in circa 15 punti considerando una distanza di percorrenza nell'area di 450 m e saranno condotte senza alterazione del corpo idrico.

Nell'ambito delle attività indirette non sono previsti scarichi di alcun tipo di conseguenza non ci sarà recapito di reflui su corpo idrico superficiale né su suolo o area sensibile.

Per quanto riguarda l'esecuzione delle indagini dirette in particolare i sondaggi geognostici (attività H e I) non è prevista necessità di approvvigionamento idrico da corpo superficiale in quanto è programmato l'uso di autobotte.

Inoltre in merito ai consumi idrici l'uso di risorsa è ottimizzato in modo da richiedere il minimo quantitativo possibile di acqua. L'acqua di raffreddamento delle perforazioni viene riciclata nel corso della perforazione stessa e, qualora la percentuale di solidi in sospensione la renda ancora utilizzabile, può anche essere trasportata tra una postazione e l'altra per ridurre ulteriormente l'impiego di acqua pulita. La perdita di acqua nel foro dipende dalla permeabilità dell'ammasso roccioso attraversato.

Al termine delle operazioni di sondaggio i fanghi risultanti dalla decantazione delle acque di perforazione e le acque decantate saranno caratterizzati e smaltiti a norma di legge.

3.3.3 Ambiente idrico sotterraneo

Stato attuale

L'assetto idrogeologico dell'area compresa nel permesso di ricerca, è stato definito sulla base di dati di natura bibliografica e dati derivanti da indagini già effettuate nell'ambito di fasi di caratterizzazione pregresse.

Le attività di caratterizzazione del bacino saranno svolte dall'Università di Cagliari.

Nell'area del Sulcis si possono distinguere i seguenti complessi idrogeologici:

- Complesso della copertura recente (costituito da: sabbie marine più o meno addensate; alluvioni sabbiose quarzose con permeabilità medio – alta e alluvioni prevalentemente argillose a scarsa permeabilità).
- Complesso vulcanico;
- Complesso della formazione del Cixerri, pressochè impermeabile, separa gli acquiferi alla base del produttivo dagli acquiferi vulcanici;
- Complesso del Produttivo;
- Complesso carbonatico superiore, caratterizzato da elevata permeabilità. Il Miliolitico è sede di acquiferi confinati con acque che mostrano un termalismo accentuato (42 °C).

Per quanto riguarda la piezometria delle falde, data la complessità geologica e l'eterogeneità litologica dell'area, i rapporti che legano questa con i diversi complessi idrogeologici, non sono facilmente individuabili. Nel bacino del Flumentepido la falda risulta localizzata nei depositi alluvionali in coincidenza dell'asse del bacino e verso il limite meridionale. Nella parte Nord - Occidentale è impostata all'interno delle vulcaniti e sembra assumere un andamento differente.

Nella zona centrale, settore ad est di Cortoghiana e nucleo urbano di Flumentepido, un'area impostata sopra i depositi recenti, la cadente idraulica si mantiene quasi sempre su valori relativamente bassi (2 - 2,5 %), salvo poi aumentare decisamente in prossimità delle due faglie principali, che costituiscono due soglie idrauliche (F. di Cortoghiana e F. di Paringianu, ortogonali fra loro), che isolano questo settore da quello occidentale, raggiungendo valori superiori al 6 %.

A sud ovest dell'abitato di Flumentepido, la falda è impostata su depositi sedimentari aventi un notevole spessore.

In prossimità dello spartiacque idrografico, nel settore meridionale del bacino, è molto evidente una soglia di permeabilità generata dalla Faglia di Monte Ulmus.

L'acquifero impostato sulle vulcaniti è un acquifero fessurato, di modesta potenza, all'interno del quale defluisce una falda freatica con un gradiente decisamente basso (0,5 - 1%) che può aumentare localmente. Questa caratteristica è attribuibile più a variazioni di spessore della falda che a variazioni della permeabilità. L'andamento delle isofreatiche, assumendo una direzione meridiana con la concavità rivolta verso monte, indica un asse di alimentazione con deflusso radiale.

Nel settore preso in considerazione, a parte il bacino del rio Flumentepido, la falda si trova ovunque a profondità che non superano i cinque metri. In queste condizioni l'andamento piezometrico segue nelle grandi linee la morfologia superficiale.

Per quanto concerne i parametri idrodinamici sono stati valutati sulla base delle prove di emungimento a portata costante eseguite su alcuni pozzi profondi censiti. Nelle alluvioni ghiaiose la permeabilità accertata è di $0,7 - 0,8 \cdot 10^{-4}$ m/s e la trasmissività di $0,6 \cdot 10^{-3}$ m²/s su uno strato saturo di 8 m. Non è stata rilevata infatti alcuna differenza tra le piezometrie osservate nei pozzi trivellati nelle vulcaniti e quelle dei pozzi a largo diametro scavati nelle coperture quaternarie.

Le trachandesiti presentano una permeabilità molto varia da 0,16 a $0,016 \cdot 10^{-4}$ m/s; ed una trasmissività altrettanto varia da 0,35 a $1,4 \cdot 10^{-3}$ m²/s per potenze del mezzo saturo comprese tra 80 e 200 m.

Dai risultati delle prove di emungimento risulta che gli acquiferi alluvionali sono quelli che hanno le caratteristiche più omogenee di permeabilità e trasmissività. Dalle vulcaniti si ricavano valori assai variabili, in genere bassi, in relazione alla intensità di fessurazione.

Valutazione degli impatti

Le attività di caratterizzazione idrogeologica in progetto riguardano il prelievo di campioni di acque sotterranee da pozzi irrigui o da punti di prelievo disponibili e già esistenti.

Per quanto riguarda le attività di indagine diretta (attività H, I; Sondaggi superficiali e profondi), l'esecuzione dei sondaggi geognostici comporterà l'intercettazione della falda durante la perforazione ma non ci sarà emungimento di acque o impiego di sostanze potenzialmente inquinanti o alcuna attività che possa comportare alterazione dell'assetto idrogeologico o di quello qualitativo attuale della falda.

Di conseguenza si valuta l'assenza di alterazione dell'assetto idrogeologico a seguito di tali attività.

3.3.4 Suolo e sottosuolo

Stato attuale

Uso del suolo

L'area interessata dal permesso di ricerca vede una distribuzione di utilizzo del suolo influenzata dalla morfologia e litologia. Nel settore nord ovest, interessato dalle indagini di caratterizzazione in progetto, si riconosce una presenza di aree a carattere naturale arbustiva e culturale specializzata, distribuita a ferro di cavallo che circonda il settore alluvionale che si estende all'interno di esso con seminativi semplici e abitato sparso e in nuclei (San Goivanni Suergiu, Mazzaccara, Is Urigus e centri minori)

Lo stralcio che segue è stato estratto dal portale regionale, così come la cartografia allegata (Tavola 11) è stata redatta con i dati disponibili dal portale della Regione Sardegna.



Figura 52: Uso del suolo dell'area interessata dal perimetro del permesso di ricerca;
fonte: <http://www.sardegnaigeoportale.it/webgis>

Come visibile dallo stralcio e dai dati estratti per l'area compresa nel perimetro di ricerca, le aree occupate da vegetazione arbustiva sono circa il 15% le aree boscate costituiscono il 10 %, mentre le aree interessate da colture agricole, seminativi semplici in aree irrigue circa il 30% e seminatrici e colture orticole costituiscono il 18% circa del territorio.

Le aree urbanizzate occupano circa il 2,5% dell'area con maggiore presenza di tessuto rado e nucleiforme su quello compatto.

Per dettagli si rimanda all'elaborato "Carta di uso del suolo" (Tavola 11A e Tavola 11B allegate al presente studio).

Tabella 21: Classi di uso del suolo comprese nel permesso di ricerca e relative superfici

Categoria Uso del suolo	Superficie (mq)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	16.604.516	29,441%
seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	10.120.723	17,945%
gariga	5.840.385	10,356%
vigneti	4.555.281	8,077%
macchia mediterranea	3.891.810	6,901%
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	3.387.985	6,007%
bosco di conifere	1.868.479	3,313%
prati artificiali	1.521.418	2,698%
sistemi colturali e particellari complessi	1.278.170	2,266%
aree con vegetazione rada <5%e>40%	1.000.163	1,773%
aree dunali coperte da vegetazione di ampiezza superiore a 25m	762.020	1,351%
aree a ricolonizzazione naturale	538.207	0,954%
tessuto residenziale rado e nucleiforme	479.361	0,850%
arboricoltura con essenze forestali di conifere	475.256	0,843%
fabbricati rurali	471.150	0,835%
tessuto residenziale rado	450.762	0,799%
tessuto residenziale compatto e denso	422.620	0,749%
acquaculture in lagune, laghi e stagni costieri	397.465	0,705%
aree prev. occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti	376.778	0,668%
aree a pascolo naturale	328.127	0,582%
insediamenti industriali/artig. e comm. e spazi annessi	232.045	0,411%
aree agroforestali	204.437	0,362%
aree estrattive	180.379	0,320%
oliveti	161.773	0,287%
aree a ricolonizzazione artificiale	147.993	0,262%
coltura in serra	145.988	0,259%
paludi interne	139.012	0,246%
colture temporanee associate all'olivo	88.168	0,156%
cantieri	82.466	0,146%
discariche	65.844	0,117%
aree ricreative e sportive	49.227	0,087%
bosco di latifoglie	39.254	0,070%
insediamento di gradi impianti di servizi	38.535	0,068%
colture temporanee associate ad altre colture permanenti	34.101	0,060%
bacini artificiali	12.394	0,022%
reti stradali e spazi accessori	4.409	0,008%
pareti rocciose e falesie	1.715	0,003%

Tabelle di interferenza degli elementi di uso del suolo con le attività in progetto

Nelle tabelle che seguono sono sintetizzati i dati relativi al potenziale interessamento delle categorie di uso del suolo da parte di alcune delle indagini in progetto.

Sono state escluse le attività di studio o di indagine indiretta che per modalità e durata si ritiene non avranno interferenza con gli elementi di uso del suolo.

Sono state al contrario valutate quelle per le quali si ritiene utile fornire elementi aggiuntivi, in particolare:

- linee per rilievo sismico a riflessione con metodo Vibroseis (rif. paragrafi 2.2.2; 0);
- area individuata per le indagini dirette superficiali (rif. paragrafi 0 e 0)
- area individuata per le indagini dirette profonde (rif. paragrafo 2.2.6).

Tabella 22: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 1 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	3960,7	66%
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	866,3	15%
macchia mediterranea	646,0	11%
vigneti	379,4	6%
aree a ricolonizzazione naturale	112,7	2%

Tabella 23: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 2 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	1698,7	56%
seminativi in aree non irrigue	504,7	16%
macchia mediterranea	259,6	8%
vigneti	179,8	6%
sistemi colturali e particellari complessi	167,0	5%
aree a ricolonizzazione naturale	146,4	5%
fabbricati rurali	103,9	3%

Tabella 24: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 3 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	1999,1	86%
vigneti	195,4	8%
sistemi colturali e particellari complessi	64,2	3%
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	61,4	3%

Tabella 25: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 1.1 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	992	70%
arboricoltura con essenze forestali di conifere	418	30%

Tabella 26: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 1.2 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	1263	74%
seminativi in aree non irrigue	398	23%
vigneti	49	3%

Tabella 27: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 2.1 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	1382	47%
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	1106	37%
sistemi colturali e particellari complessi	240	8%
aree a ricolonizzazione naturale	214	7%
gariga	25	1%

Tabella 28: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 4.1 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	2156	69%
vigneti	412	13%
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	302	10%
gariga	130	4%
macchia mediterranea	108	3%
fabbricati rurali	3	0,1%

Tabella 29: Categorie di uso del suolo interessate dalla linea 4.2 (rilievo sismico attività E)

Categoria Uso del suolo	Lunghezza (m)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	1783	72%
vigneti	270	11%
sistemi colturali e particellari complessi	200	8%
gariga	173	7%
fabbricati rurali	38	2%
macchia mediterranea	21	1%

Tabella 30: Categorie di uso del suolo interessate dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette superficiali (attività H)

Categoria Uso del suolo	Superficie (mq)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	767.842	77,4%
vigneti	70.707	7,1%
gariga	63.585	6,4%
sistemi colturali e particellari complessi	62.553	6,3%
aree a ricolonizzazione naturale	16.912	1,7%
olivetti	2.879	0,3%
aree ricreative e sportive	2.764	0,3%
tessuto residenziale rado	2.103	0,2%
aree estrattive	1.910	0,2%
fabbricati rurali	993	0,1%

Tabella 31: Categorie di uso del suolo interessate dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette profonde (attività I)

Categoria Uso del suolo	Superficie (mq)	Percentuale
seminativi in aree non irrigue	4.176.580	44,90%
gariga	1.602.403	17,23%
macchia mediterranea	977.806	10,51%
aree con vegetazione rada <5%e>40%	692.860	7,45%
pioppeti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	451.913	4,86%
vigneti	394.810	4,24%
bosco di conifere	312.529	3,36%
prati artificiali	278.555	2,99%
sistemi colturali e particellari complessi	152.839	1,64%
aree prev. occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali importanti	94.092	1,01%
aree a ricolonizzazione naturale	88.198	0,95%
aree estrattive	38.106	0,41%
fabbricati rurali	14.678	0,16%
aree ricreative e sportive	12.360	0,13%
aree a pascolo naturale	9.478	0,10%
oliveti	5.233	0,06%

Geologia

La maggior parte dell'ossatura geologica del Sulcis è costituita dai terreni metamorfici della sequenza cambrica, per una potenza visibile di 2000 metri. Alla fine del Cambriano questi sedimenti sono emersi dal mare dopo essere stati deformati e dislocati dai prodromi del ciclo orogenetico caledonico che vanno sotto il nome di "Fase sarda". Alla fase tettonica è seguita la deposizione di altri depositi che vengono successivamente interessati dal corrugamento ercinico, al quale è da ricollegare la messa in posto della massa granitica tardo orogenetica, con annesse fasce termometamorfiche e corteo filoniano, sviluppati soprattutto sui lati nord e nord orientale.

Nella successiva fase continentale, che localmente continua anche nel Mesozoico, si verifica lo smantellamento progressivo dei rilievi formati e un intenso carsismo di quelli calcarei, facilitato anche dalle favorevoli condizioni climatiche presenti nella regione in questo periodo. Nel Trias medio, al di sopra di queste spianate si instaurano condizioni ambientali da lagunare confinato a evaporitico, rappresentate da una più o meno spinta dolomitizzazione epigenetica (dolomia gialla) e da depositi conglomeratici dolomitici in genere poco potenti, come a Campumari. Si susseguono poi di cicli di emersione e trasgressione marina fino al Paleocene superiore per una nuova trasgressione marina di grande estensione (fino ai primi rilievi paleozoici interni, che delimitano verso nord e nord est il cosiddetto "bacino lignitifero del Sulcis" e spintasi verso est nella depressione tettonica del Cixerri) a cui si affiancano ulteriori episodi vulcanici. I depositi quaternari, localizzati ai piedi dei rilievi e nelle zone pianeggianti circostanti, sono costituiti da alluvioni ciottoloso-sabbiose-argillose, che assumono colorazione rossastra nei termini più antichi, terrazzati e, lungo le coste ed in particolare nell'Arburese, da depositi eolici sabbiosi.

Nell'area del Sulcis sono presenti, seppur non affioranti, le seguenti unità litologiche principali in successione stratigrafica:

- basamento paleozoico plurideformato;
- arenarie di "Monte Margiani" con potenza da 0 a 30 m;;
- calcari a milioliti con potenza da 40 a 70 m;

- formazione carbonifera (formata da alternanze di Calcari, Calcari marnosi e Marne, Argille, Scisti e Carbone) con potenza da 20 a 100 m;
- formazione del Cixerri (formata da arenarie intercalate ad argille, conglomerati e livelli conglomeratici) con potenza complessiva da 300 a 400 m;
- complesso vulcanico (ignimbriti e andesiti).

Dal punto di vista strutturale, l'area del Sulcis risulta interessata da una serie di fratture a carattere regionale con direzione prevalente NO-SE, NE-SO e subordinatamente E-O (Valera, 1966; Diana G.F., 1985) ricollegabili agli eventi tettonici che hanno interessato la Sardegna meridionale a partire dal Miocene e fino al Quaternario.

Tali linee strutturali, possono rappresentare delle zone di debolezza che potrebbero dare luogo a fenomeni di infiltrazione, risalita e/o migrazione di fluidi.

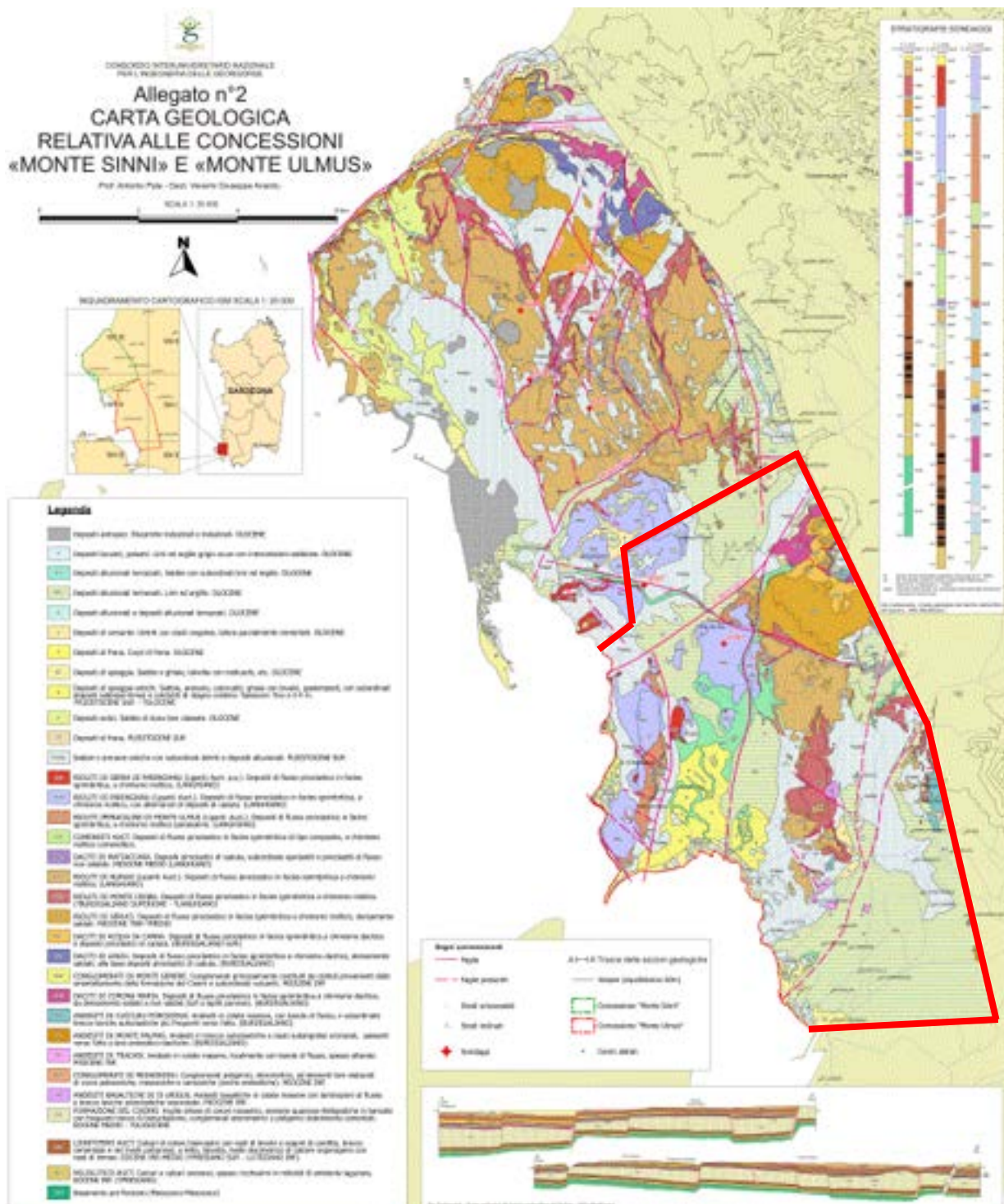


Figura 53 - Cartografia geologica dell'area del Bacino Carbonifero del Sulcis; (Sotacarbo, Università di Cagliari)

La carta geologica allegata allo studio, (tavole 9A e 9B) è stata redatta con il dato disponibile presso la Regione Sardegna; al dato litologico sono state aggiunte le lineazioni tettoniche di maggior dettaglio provenienti dalla cartografia geologica dell'area del bacino del Sulcis rappresentata in figura Figura 53.

Sismicità strumentale e storica

Il settore sud-occidentale della Sardegna è caratterizzato da una bassa sismicità strumentale. Negli ultimi 20 anni sono stati registrati pochi eventi sismici di piccola magnitudo nel graben del Campidano ed un evento

di magnitudo moderata (M_L 4.1) nel golfo di Cagliari. La copertura della rete sismica nazionale, che include due sole stazioni permanenti (Cagliari- Monte Serpeddi (CGL) e Villasalto (VSL) nel cagliaritano, rispecchia la bassa sismicità dell'area (Figura 53 e Tabella 32).

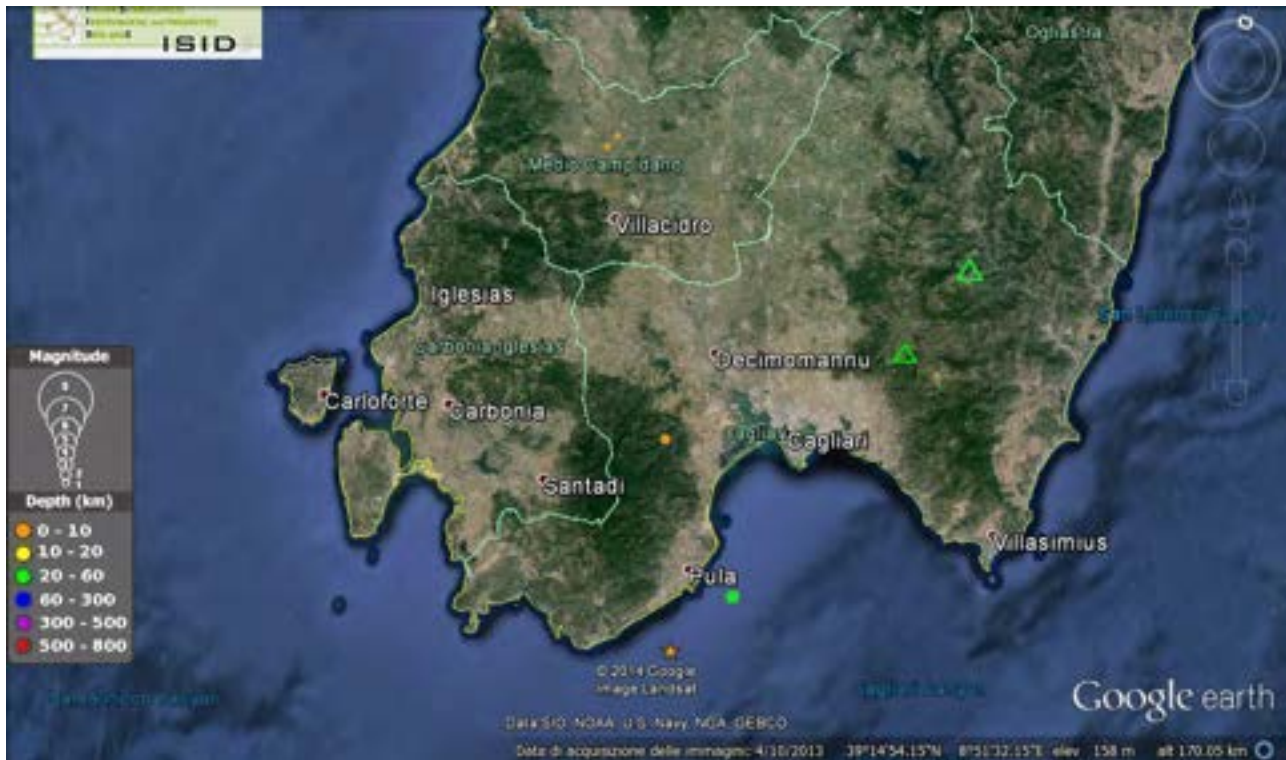


Figura 54: Mappa della sismicità strumentale dal catalogo ISIDE dell'INGV.

I pallini rappresentano gli epicentri dei terremoti, la cui dimensione è proporzionale alla Magnitudo M_L ed il colore è scelto in funzione della profondità. La stellina rappresenta terremoti con $M_L > 4.0$

Tabella 32: Eventi avvenuti dall'aprile 2004 ad oggi nella parte meridionale della Sardegna

Evento YYY-MM-DD HH:MM:SS	Latitudine	Longitudine	Profondità (km)	Magnitudo (M_L)
2007-10-02 08:51:53.290	39.575	8.714	10.0	1.4
2007-04-23 09:47:06.670	39.557	8.701	10.0	1.4
2006-07-13 02:06:29.440	39.181	8.912	10.0	2.7
2006-03-24 10:43:47.670	38.898	9.0	8.6	4.1
2006-03-22 22:45:20.090	38.989	9.088	23.3	3.4

Per quanto riguarda la sismicità storica la parte meridionale della Sardegna, l'evento più antico menzionato nel catalogo storico si è verificato nell'area di Cagliari nel 1610 (Boschi et al., 1997).

Il suo epicentro potrebbe essere in relazione con le faglie estensionali che bordano il Golfo di Cagliari (e.g. Capoterra Fault). La sismicità localizzata nel settore nord-occidentale della provincia di Cagliari sembra essere invece legato al sistema di faglie del Graben del Campidano. Tali strutture sembrano essersi riattivate negli eventi del 1835 e del 1855, chiaramente avvertiti dalla popolazione nella città di Cagliari, anche se la mappa delle isolinee sismiche non fornisce una chiara indicazione riguardo la posizione effettiva delle sorgenti sismiche.

Nel settore sud-occidentale un'altra sorgente sismica viene delineata tra le isole di Sant'Antioco e San Pietro, con gli eventi del 1771 (Boschi et al. 1997), a cui va aggiunto un altro evento di bassa energia verificatosi

nell'isola di Sant'Antioco nel 1923 (Ingrao, 1928). Infine a 50 km dalla costa, a sud di Cagliari, un evento di $M=5.2$ è avvenuto nell'agosto del 1977. L'evento è stato localizzato nei pressi del Monte Quirino, un rilievo marino calcareo (Finetti and Morelli, 1973). Gasparini et al. (1986) hanno calcolato il meccanismo focale che risulta di tipo strike-slip con direzione NW-SE.

Dal punto di vista morfologico il Sulcis presenta un rilievo poco marcato, con morfologie generalmente dolci, in particolare in corrispondenza degli argilloscisti, leggermente più accentuato nelle arenarie, nella "puddinga" ordoviciana e nei graniti. Nelle zone calcaree e dolomitiche si hanno invece forme talora aspre, con pareti verticali. L'area risente di un'erosione protrattasi per tempi molto lunghi, culminata localmente con una peneplanazione e successiva ingressione triassica, e seguita da dislocazioni che non hanno tuttavia cancellato la morfologia antecedente ad ampi penepiani, presenti in particolare nell'area a sud della miniera di San Giovanni.

Le valli principali e minori sono influenzate dalle direttrici tettoniche E-W e N-S, che hanno determinato, in particolare a sud e sud est dell'area in esame, la formazione di bacini subsidenti riempiti da sedimenti eocenici-oligocenici e quaternari, e dai lineamenti tettonici E-W che li tagliano trasversalmente.

In merito al territorio specifico sono stati consultati gli elaborati del PAI dell'Autorità dei bacini regionali e il catasto dei fenomeni franosi ISPRA (IFFI) verificando che non si riscontrano aree soggette a dinamiche geomorfologiche attive o aree a rischio idrogeologico.

Valutazione degli impatti

In merito alla componente suolo superficiale si ritiene che le attività di indagine indiretta (identificate A-G) non comporteranno possibilità di impatto in termini di occupazione di suolo seppure temporaneo quanto condotte lungo transetti o stendimenti in continuo movimento.

Unica eccezione è costituita dalla rete di rilevamento della sismicità baseline con una singola centralina (S06), ricadente nell'area del permesso ma che si stima occupare una superficie di

Per quanto riguarda le indagini dirette comprensive di perforazioni e allestimento di area di cantiere, l'occupazione di suolo sarà limitata allo spazio strettamente necessario all'installazione della sonda e delle strutture a supporto.

La scelta dell'area di perforazione all'interno della macroarea sarà basata oltre che da necessità tecniche da quelle ambientali preferendo localizzazioni pianeggianti con buona accessibilità e distanza da nuclei abitativi.

Non sarà necessaria la preparazione delle aree di lavoro in termini di asportazione di terreno e livellamento dell'area, nel caso di asportazione di terreno vegetale sarà accantonato per il ripristino post operam.

Nelle perforazioni superficiali e profonde, si procederà al campionamento di tutto il materiale (carote); nella perforazione deviata, si avanzerà a distruzione di nucleo e il catting sarà caratterizzato e smaltito secondo normativa vigente.

La sintesi delle valutazioni per ciascun fattore di impatto è schematizzata nella tabella che segue.

Tabella 33: Valutazione degli impatti sulle componenti suolo e sottosuolo

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
H; I; Sondaggi superficiali e profondi <i>Allestimento delle aree di perforazione e cantiere</i>	Occupazione di suolo	Breve/media	discontinua	Breve/terminale	Bassa	Locale	Bassa
H; I; Sondaggi superficiali e profondi <i>Esecuzione perforazioni</i>	Produzione di terre e rocce da scavo	Breve/media	discontinua	Breve/terminale	Bassa	Locale	Bassa

Si sottolinea che la durata delle operazioni di indagine diretta è stata valutata media in quanto sebbene con conseguenzialità i sondaggi saranno eseguiti singolarmente, di conseguenza la distribuzione temporale delle attività può essere considerata discontinua in un arco di tempo maggiore.

3.3.5 Vegetazione, fauna ed ecosistemi Stato attuale

Fonte dati: Carta della natura della regione Sardegna. (ISPRA); Piano Forestale Ambientale Regionale della Sardegna; Rete ecologica provinciale; sito web LIPU

In Sardegna la vegetazione è distribuita in relazione all'altitudine e al clima ed è possibile riconoscere cinque aspetti fondamentali, individuati come fitoclimi, che orientano anche la comprensione e l'interpretazione del grande mosaico di tipologie esistenti. Si tratta di fasce di vegetazione che a partire dal livello del mare si suddividono in:

- vegetazione delle boscaglie termo-xerofile litoranee, rappresentate dalle garighe litoranee, dai ginepri costieri e dalle garighe litoranee;
- vegetazione dei boschi termoxerofili, rappresentati dalle boscaglie di sclerofille sempreverdi e dalle numerose tipologie derivanti dal degrado delle macchie;
- vegetazione delle leccete termofili, rappresentate dai boschi di leccio con gli elementi della macchia di sclerofille nel sottobosco;
- vegetazione delle leccete mesofile, rappresentate dai boschi con specie arbustive e arboree a foglie caduche;
- vegetazione degli arbusti montani prostrati, rappresentati dai ginepri a ginepro nano e dalle garighe di suffrutici spinosi di altitudine.

Oltre alle tipologie fondamentali esistono numerosi aspetti di vegetazione azonale, come la vegetazione degli stagni e delle lagune, dei corsi d'acqua permanenti o temporanei, che non rientrano nei fitoclimi precedenti.

Tuttavia, la vegetazione presenta un'articolazione a mosaico di gran lunga più varia di quanto sopra teoricamente indicato, con centinaia di tipologie, in relazione ai processi evolutivi naturali, ma soprattutto in funzione delle utilizzazioni antropiche del territorio.

Arbusteti e macchie costituiscono i tipi di vegetazione più diffusi in Sardegna. In massima parte, essi derivano dalla degradazione di preesistenti formazioni forestali a causa di deforestazione o incendio, o per intercalazione di fasi di ceduzione e pascolo. In genere aggregati sotto il nome di "macchia mediterranea", gli arbusteti mediterranei comprendono, in realtà, differenti fisionomie e associazioni di vegetazione che rispecchiano diverse condizioni pedoclimatiche.



Figura 55: Stralcio dalla carta della vegetazione della regione Sardegna; fonte portale cartografico regionale

Nei settori collinari più prossimi alla fascia costiera si rinvencono microboschi misti a *Olea europaea* varo *sylvestris*, con numerosi elementi termofili. Su queste formazioni ha avuto un forte impatto l'attività agro-pastorale. Tra gli elementi tipici di questa fascia possiamo indicare *Quercus calliprinos*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea angustifolia*, *Calicotome villosa* e *Asparagus albus*.

Il paesaggio della fascia costiera è caratterizzato dalla presenza di elementi termofili litoranei come *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*, *Chamaerops humilis*, *Pinus halepensis* ed *Euphorbia dendroides*, che costituiscono boscaglie e macchie seriali. In particolare le pinete sono tutte concentrate nella parte sud-occidentale dell'Isola nell' Arcipelago Sulcitano e nella fascia costiera compresa tra Buggerru a nord e Porto Botte a sud. I ginepri sono invece diffusi in tutta la fascia costiera e su tutti i substrati litologici. Alle coste rocciose si intercalano i litorali sabbiosi di varie dimensioni, la maggior parte dei quali corrispondono al fondo dei golfi più ampi (Asinara, Cagliari, Oristano e Palmas) e alle fronti delle pianure litoranee costruite dai fiumi. Il paesaggio delle dune costiere è dominato da specie psammofile quali *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* che caratterizza le boscaglie delle dune stabilizzate. Sulle dune grigie dominano *Crucianella maritima*, *Armeria pungens* ed *Ephedra distachya*, mentre *Ammophila arenaria* subsp. *australis* ed *Elymus farctus* subsp. *farctus*, con l'endemica *Silene succulenta* subsp. *corsica*, caratterizzano le dune bianche ed embrionali.

Discorso a parte meritano le formazioni legate agli ambienti acquatici, siano essi d'acqua dolce o salmastra. Nelle aree costiere di tutta la Sardegna rivestono particolare importanza le formazioni alofile e alonitrofile, caratterizzanti gli stagni, le lagune e i laghi salsi. Queste sono distribuite pressoché

uniformemente su tutto il territorio, ma rivestono grande importanza nelle aree del Golfo di Oristano e in quello degli Angeli a Cagliari.

I corsi d'acqua e i bacini interni sono caratterizzati da una vegetazione diversificata in funzione della portata e del regime dei corpi idrici, del chimismo delle acque e dell'ossigenazione delle stesse. Nelle aree dove dominano i substrati non carbonatici i boschi sono prevalentemente costituiti da *Alnus glutinosa*. Dove invece si ha sedimentazione massiccia e le acque perdono velocità si rinvencono boscaglie a *Salix purpurea*. I pioppeti e i saliceti a *Salix alba* tendono a prevalere invece nelle aree carbonatiche o dove le acque divengono più eutrofiche. Boschi e boscaglie planiziali a *Populus alba*, *Fraxinus oxycarpa* e *Ulmus minor* subsp. *minor* si rinvencono anche in talune aree impaludate, specie nella Sardegna meridionale. Boscaglie e macchie a *Nerium oleander*, *Vitex agnuscastus* e *Tamarix* sp. pl. si rinvencono lungo i corsi d'acqua a regime torrentizio soggetti a periodi di secca prolungati. Tali formazioni tendono a rarefarsi nella parte settentrionale dell'Isola.

L'area di interesse ai fini del presente studio è analizzata, anche dal punto di vista vegetazionale, nella Scheda del distretto "Isola Sulcitane", nell'ambito del Piano Forestale Ambientale Regionale della Sardegna (PFAR). Il distretto si estende nella parte occidentale del sottosettore biogeografico Sulcitano (settore Sulcitano-Iglesiente), caratterizzato da un elevato sviluppo costiero e dall'assenza di rilievi con quote che di rado superano i 600 m.

La Tavola 3 allegata alla scheda del distretto classifica il territorio secondo le serie di vegetazione. La figura sotto costituisce uno stralcio di tale carta, con focus sull'area interessata dal permesso di ricerca Monte Ulmus.

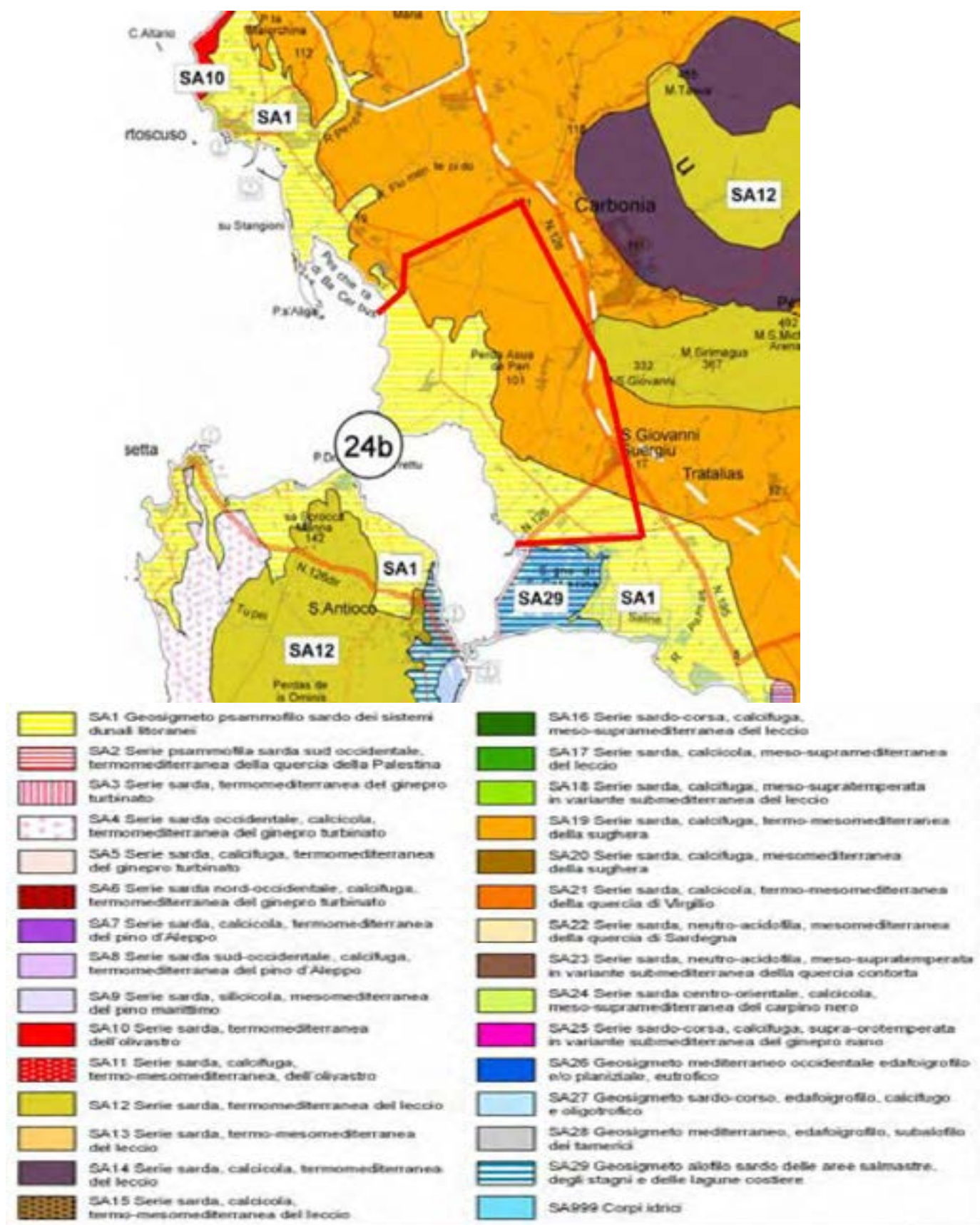


Figura 56: Carta delle serie di vegetazione; fonte Tav. 3 Da Scheda distretto Isole Sulcitane disponibile sul sito della regione Sardegna

Le serie di vegetazione che caratterizzano l'area del permesso di ricerca Monte Ulmus sono le seguenti:

SA1: geosigmeto psammofilo sardo dei sistemi dunali

SA19: serie sarda, calcifuga, termomediterranea del ginepro turbinato.

Tra le due serie identificate la seconda è maggiormente rappresentata nel perimetro di ricerca e in riferimento alla localizzazione delle attività in progetto che si svolgeranno a distanza dalla costa.

Vengono presentate a seguire, le caratteristiche principali della serie sarda termomediterranea.

Fisionomia, struttura e caratterizzazione floristica dello stadio maturo: microboschi o formazioni di macchia alta a dominanza di *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* ed *Erica arborea* con *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus unedo*, *Asparagus acutifolius* e *Myrtus communis*. Nello strato erbaceo, discontinuo, le specie più frequenti sono *Brachypodium retusum* e *Arisarum vulgare*. Tra le lianose sono presenti *Smilax aspera* e *Rubia peregrina*.

Caratterizzazione litomorfologica e climatica: in Sardegna la serie è presente lungo la fascia costiera su substrati granitici, nel piano bioclimatico termomediterraneo secco, su versanti esposti ai venti dei quadranti settentrionali, dove la temperatura può raggiungere valori bassi anche durante la stagione estiva.

Stadi della serie: le formazioni di sostituzione sono rappresentate da arbusteti a *Erica arborea* ed *E. scoparia* (*Ericetum scopario-arboreae* Mateo 1983); da formazioni di gariga con *Genista corsica*, *Stachys glutinosa* e *Rosmarinus officinalis* (*Stachydi glutinosae-Genistetum corsicae* subass. *rosmarinetosum* Gamisans & Muracciole 1984).

La prima fase di colonizzazione, su sottili strati di materiale detritico che si deposita sulla roccia, è costituita dalle formazioni terofitiche a *Sedum caeruleum*. Le fasi successive di colonizzazione sono rappresentate da pratelli terofitici dell'associazione *Tuberario guttati-Plantaginetum be/lardii* e da praterie perenni riferibili all'associazione *Asphodelo microcarpi-Brachypodietum retusi*.

Tabelle di interferenza degli elementi di vegetazione con le attività in progetto

Nelle tabelle che seguono sono sintetizzati i dati relativi al potenziale interessamento delle categorie di vegetazione del suolo da parte di alcune delle indagini in progetto. Sono state escluse le attività di studio o di indagine indiretta che per modalità e durata si ritiene non avranno interferenza con gli elementi vegetazionali. Si è ritenuto di non analizzare puntualmente le linee sismiche di caratterizzazione della faglia di Matzaccara, (attività G) in quanto localizzate in transetti trasversali alla faglia oggetto di studio e disposti prevalentemente lungo strada esistente.

Sono state valutate in particolare:

linee per rilievo sismico a riflessione con metodo Vibroseis (rif. paragrafo 2.2.2 0);

area individuata per le indagini dirette superficiali (rif. paragrafo 0 e 0)

area individuata per le indagini dirette profonde (rif. paragrafo 2.2.6).

Per dettagli si rimanda all'elaborato "Carta della vegetazione" (Tavola 10A e Tavola 10B allegate al presente studio).

Tabella 34: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 1 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Vegetazione dei canneti e di specie simili	95	2%
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	3935	66%
Vigneti	506	8%
Piantagioni di conifere	784	13%
Piantagioni di eucalipti	645	11%

Tabella 35: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 2 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Piantagioni di eucalipti	1290	42%
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	1124	37%
Piantagioni di conifere	247	8%
Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	205	7%
Vigneti	194	6%

Tabella 36: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 3 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	1940	84%
Vigneti	298	13%
Vegetazione dei canneti e di specie simili	82	4%

Tabella 37: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 1.1 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	1305	93%
Piantagioni di eucalipti	104	7%

Tabella 38: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 1.2 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Vegetazione dei canneti e di specie simili	1186	69%
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	524	31%

Tabella 39: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 2.1 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	1299	44%
Piantagioni di eucalipti	916	31%
Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	404	14%
Cave	347	12%

Tabella 40: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 4.1 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	1844	59%
Vigneti	663	21%
Piantagioni di eucalipti	323	10%
Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	282	9%

Tabella 41: Tipologie di vegetazione interessate dalla linea 4.2 (stendimenti rilievo sismico Attività E)

Classe di vegetazione	Lunghezza (m)	Percentuale
Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	1323	53%
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	1162	47%

Tabella 42: Tipologie di vegetazione interessate dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette superficiali (Attività H)

Classe di vegetazione	Superficie (mq)	Percentuale
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	794.823	80,1%
Vigneti	103.260	10,4%
Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	92.502	9,3%
Cave	1.663	0,2%

Tabella 43: Tipologie di vegetazione interessate dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette profonde (Attività I)

Classe di vegetazione	Superficie (mq)	Percentuale
Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	4.850.498	52,1%
Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	2.994.482	32,2%
Piantagioni di conifere	631.633	6,8%
Piantagioni di eucalipti	429.753	4,6%
Vigneti	217.469	2,3%
Vegetazione dei canneti e di specie simili	105.031	1,1%
Cave	54.868	0,6%

Classe di vegetazione	Superficie (mq)	Percentuale
Prati mediterranei subnitrofili (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale)	18.576	0,2%
Città, centri abitati	129	0,001%

3.3.6 Caratteristiche della fauna e avifauna costiera

Il territorio delimitato dal permesso di ricerca è inserito in un contesto provinciale di grande rilievo e interesse faunistico.

Nel territorio provinciale sono presenti numerose specie, in particolare avifaunistiche, contenute nell'Allegato I della direttiva 79/409CEE riscontrabili nelle numerose zone umide costiere localizzate esternamente al limite sud e nord del permesso di ricerca, e costituite dalla laguna di S. Caterina, l'adiacente Salina di S. Antioco e l'area di Punta S'Aliga.

L'area lagunare e stagnale di Santa Caterina, risulta delimitata a nord dall'istmo che collega l'isola di S. Antioco alla terraferma, ad ovest dalla stessa isola di S. Antioco e ad est dai territori di S. Giovanni Suergiu, Tratalias, Giba e Villarios, mentre risulta separata dal mare da un esteso cordone sabbioso che corrisponde alla penisola di Corru Longu e di Su Caderanu.

La dinamica delle correnti marine che regola la distribuzione dei sedimenti in questo tratto di costa ha dato luogo alla formazioni di estesi cordoni sabbiosi emersi in seguito alle fluttuazioni del livello del mare riferibili alle ultime fasi trasgressive e regressive del Pleistocene.

L'origine della laguna di S. Caterina e delle saline di S. Antioco è da mettere in relazione proprio con l'emersione di uno di questi cordoni di sabbia emersi durante l'ultimo evento trasgressivo versiliano.

La profondità massima della laguna si aggira intorno ai 2 metri, mentre gli apporti idrici da parte dei corsi d'acqua sono assicurati dal Rio Palmas, dal Rio Sassu e dai numerosi canali di bonifica che costituiscono una fitta rete di drenaggio intorno alla zona.

L'elevato contenuto salino delle acque e dei suoli circostanti determinano l'instaurarsi di una vegetazione tipica di ambienti salmastri, con netta dominanza di specie alofile della famiglia delle Chenopodiaceae. Le specie più diffuse sono *Atriplex portulacoides*, *Halocnemum strobilaceum*, *Sarcocornia fruticosa*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*, *Plantago crassifolia*, *Hordeum marinum*, *Spartina juncea*.

Tra le idrofite sommerse, sono presenti in minima percentuale, date le caratteristiche saline delle acque, solo *Althenia filiformis* e *Ruppia drepanensis*.

L'elenco floristico conta 187 entità specifiche suddivise in 43 Famiglie e 128 Generi; lo spettro biologico vede una netta dominanza di Terofite (De Martis & Loi, 1989).

Si segnala che l'*Halocnemum strobilaceum*, quasi scomparsa da S. Gilla e che presenta qui l'unico popolamento consistente della specie per la Sardegna (Massoli Novelli & Mocci Demartis, 1989), viene considerata specie minacciata insieme alla *Spartina juncea* (Consorzi Ambiente Sardegna, 1992), conferendo valore alla flora del sito.

Lo Stagno di S. Caterina viene inserito da Camarda (1989) tra le "aree costiere di rilevante interesse botanico nella redazione dei Piani Paesistici della Sardegna" e nel "sistema di aree di interesse botanico per la salvaguardia della biodiversità floristica della Sardegna" (1995).

Per quanto riguarda le specie di avifauna migratoria (All. I Dir. 79/409 CEE e 91/744 CEE), i dati disponibili segnalano le seguenti presenze: Cormorano, Tarabusino, Nitticora, Sgarza ciuffetto, Garzetta, Airone bianco maggiore, Airone rosso, Spatola, Fenicottero, Falco di palude, Falco pescatore, Pellegrino, Voltolino, Cavaliere d'Italia, Avocetta, Occhione, Pernice di mare, Piviere dorato, Combattente, Piro piro boschereccio, Gabbiano roseo, Gabbiano corso, Sterna zampenere, Beccapesci, Sterna comune, Fraticello, Mignattino piombato, Mignattino, Martin pescatore, Calandra, Calandrella, Calandro, Pettazzurro, Forapaglie castagnolo, Magnanina sarda, Magnanina.

Riguardo ai vertebrati riproductentisi di interesse comunitario, (All. I Dir. 79/409 CEE e 91/744 CEE; All. II e IV Dir. 92/43 CEE) si segnalano i seguenti:

ANFIBI: Discoglossio sardo, Rospo smeraldino, Raganella sarda

RETTILI: Testuggine d'acqua, Lucertola campestre, Gongilo ocellato, Biacco
 UCCELLI: Tarabuso, Tarbusino (N-prob.), Garzetta (N-prob.), Airone rosso (N-prob.), Falco di palude (N-prob.), Pollo sultano, Cavaliere d'Italia, Avocetta, Occhione, Pernice di mare (N-poss.), Gabbiano roseo (N-prob.), Sterna zampenere, Sterna comune, Fraticello, Martin pescatore (N-prob.), Calandrella, Calandro

Le aree umide protette presenti a nord esternamente del permesso di ricerca sono caratterizzate da specie di interesse conservazionistico concentrate nel sistema lagunare costiero di Boi Cerbus e dello Stagno 'e Forru.

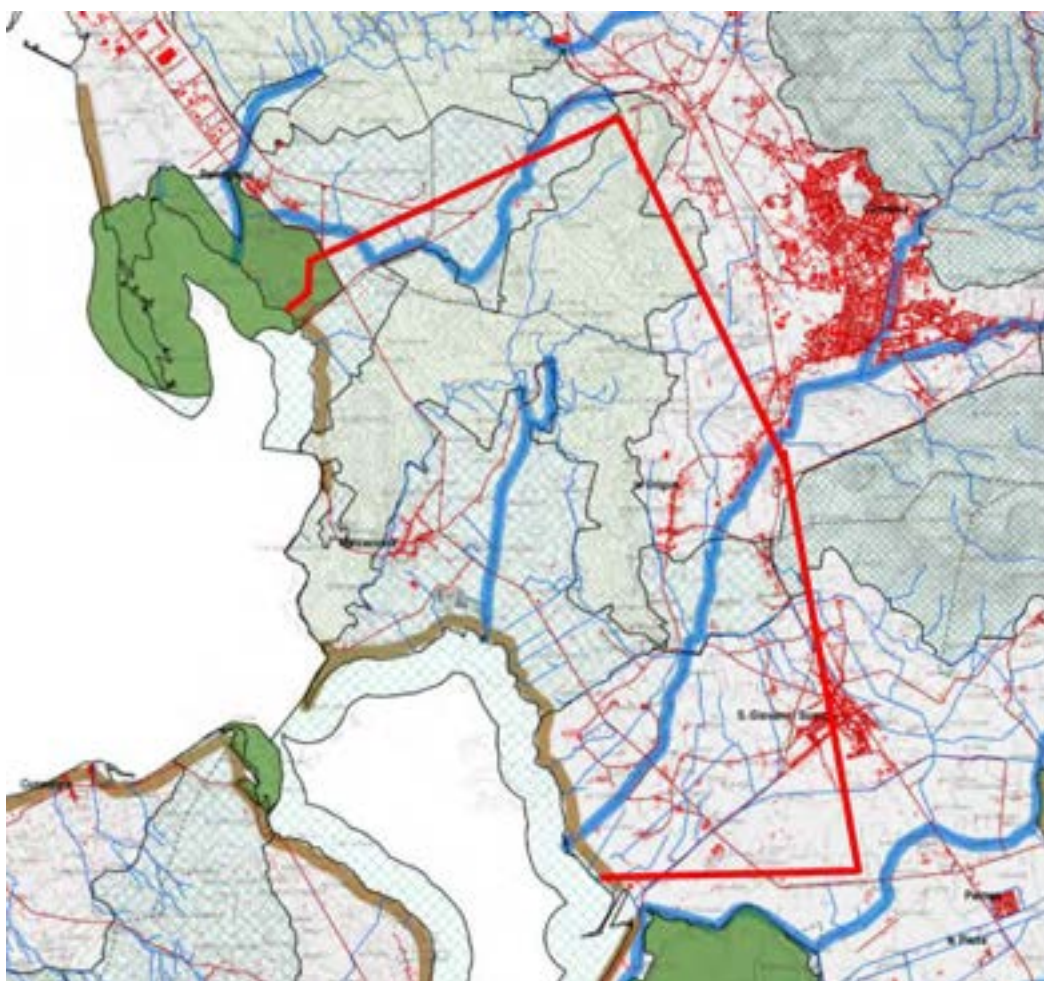
Fra le specie riproductentisi quelle di maggiore rilievo sono il Pollo sultano, il Fistione turco e l'Airone rosso. Il Pollo sultano (specie prioritaria) è una specie rara a livello europeo, che nel contesto nazionale si riproduce solo in Sardegna con una popolazione complessiva stimata fra le 450 e le 600 coppie (Grussu, 1995; Schenk, 1995); le 5-10 coppie stimate per il complesso Boi Cerbus - Stagno 'e Forru rappresentano un contingente di rilevanza nazionale. Il Fistione turco è una specie in declino a livello europeo (Tucker & Heath, 1994; Hagemeijer & Blair, 1997) e non globalmente minacciata. In Italia è molto rara e localizzata, con una popolazione stimata in 20-25 coppie (Brichetti & Meschini in Meschini & Frugis, 1993). Nidifica stabilmente solo nelle zone umide dell'Oristanese e, saltuariamente, in varie zone della Penisola italiana. La sua nidificazione nel sistema costiero di Boi Cerbus - Stagno 'e Forru è stata indicata da Grussu (1996) e confermata nel corso dei sopralluoghi sul campo. L'Airone rosso è una specie considerata vulnerabile a livello europeo e regionale (Tucker & Heath, 1994; Schenk, 1995). In Sardegna nidifica in alcune zone umide costiere con una popolazione complessiva di 65-85 coppie (Grussu, 1995). Il contingente nidificante nel sistema costiero di Boi Cerbus - Stagno 'e Forru (1-5 coppie) ha una importanza almeno regionale.

Anche la presenza di importanti contingenti di uccelli acquatici conferiscono al sistema costiero un interesse conservazionistico di rilievo. Il sistema dell'entroterra presenta anch'esso una notevole ricchezza di specie che è in accordo con l'elevato numero di tipologie ambientali di origine seminaturale e artificiale. Le comunità animali che vi si riscontrano sono quelle della macchia, degli ambienti rocciosi, dei coltivi e delle aree urbane. Fra le specie che si riproducono con certezza nel sistema dell'entroterra nessuna è particolarmente rara o localizzata sul territorio regionale. Risultano rare alcune specie la cui riproduzione nell'area è però ritenuta possibile o probabile: Testuggine d'acqua (riproduzione possibile nel Canale Paringianu), Testuggine comune, Tarantolino, Algiroide nano, Colubro ferro di cavallo, Pellegrino e Lepre sarda.

3.3.7 Caratteristiche degli ecosistemi

Il territorio interessato dal permesso di ricerca non è direttamente interferente con aree protette come già specificato, ma si inserisce in un contesto ecosistemico di tipo naturale e seminaturale, che fa parte di una rete ecologica identificata a livello provinciale.

La rete ecologica costituisce un riferimento per la definizione delle caratteristiche, l'individuazione e la disciplina dei corridoi ecologici al fine di costruire una rete di connessione tra le aree protette, i biotopi le aree naturali e i fiumi.



SISTEMA DELLA TUTELA E DELLA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE

Modello della Rete Ecologica Provinciale

Le principali componenti nodali del modello di rete sono rappresentate da aree più o meno ampie, connesse da una elevata integrità e qualità specifica dei caratteri di qualità ambientale, in grado di soddisfare requisiti di multifunzionalità in termini ecologici.

Riassunto all'interno di questa categoria:

- Nodi primari:** aree di interesse naturalistico-ambientale attualmente riconosciute e soggette a differenti forme di tutela ad in periferia.
 - Siti di Importanza Comunitaria ai sensi della Direttiva 609/CEE
 - Zone di Protezione Speciale ai sensi della Direttiva 79/409/CEE
 - Riserve naturali ai sensi della L.R. 21/86
 - Monumenti naturali e Aree di rilevante interesse naturalistico ed ambientale ai sensi della L.R. 21/86
 - Oasi Permanenti di Protezione Faunistica
- Aree di integrazione nodale:** settori caratterizzati da condizioni di elevata qualità e valore ambientale, le cui esigenze di tutela naturalistica sono compatibili alle loro importanti funzioni di completamento ed integrazione dei nodi primari.

I fondamentali elementi del tessuto connettivo della rete costituiscono le componenti del modello in grado di assicurare le essenziali funzioni di connettività ecologica alla scala territoriale. Questi sono rappresentati da:

- 5** **corridoi di connettività estensiva:** questi sono caratterizzati estensivamente e pervasivamente da condizioni di alta qualità ambientale diffuse ad elevata funzionalità e connettività ecologica territoriale. Sono riconoscibili corridoi strutturali in grado di integrare (1) l'esistenza di requisiti strutturali e funzionali di coerenza rispetto alla efficienza della rete ecologica e corridoi concettuali (2) che riconoscono l'arrivo di processi di recupero ambientale in fase di esprimere la propria potenzialità nell'ambito del modello.
- 2** **aree:** aree caratterizzate al loro interno da condizioni buone condizioni di natura e di qualità delle componenti ambientali presenti, ma isolate rispetto al tessuto di elevata connettività ecologica territoriale provinciale.

aree: aree caratterizzate al loro interno da condizioni buone condizioni di natura e di qualità delle componenti ambientali presenti, ma isolate rispetto al tessuto di elevata connettività ecologica territoriale provinciale.

aree e fasce di connettività: sono aree che presentano, anche frammentariamente, residui caratteri di continuità della copertura naturale e seminaturale del suolo in grado di svolgere funzioni di connessione ecologica. Il loro assetto spaziale e strutturale appare in grado di sopprimere strategicamente una rilevante potenzialità in funzione del raggiungimento di una elevata efficienza ecologica della rete alla scala territoriale.

corridoi ecologici: sono caratterizzati da una struttura prevalentemente lineare e da una funzionalità, in termini di collegamento del modello nazionale, di tipo concentrato ed intensivo. La funzione essenziale delegata a tali elementi della rete risulta quella di permettere e veicolare il trasferimento e lo scambio di organismi, materia ed energia da un punto della rete all'altro, sottoporre per determinate specie e in specifiche porzioni del corridoio ecologico possono essere soddisfatte condizioni tali da fare assumere all'area funzioni di maggiore complessità ecologica. Sono attualmente individuate due tipologie di corridoi:

corridoi nodali: con andamento lungo l'asse portante fluviale provinciale, su asse che attraversa, e connette alle componenti fluviali e ambientali più direttamente connesse alle interazioni costiere dovute tra processi marini e processi della terra ferma.

principali corridoi fluviali: l'individuazione si è basata sul riconoscimento delle principali linee del reticolo idrografico in grado di assicurare una serie di requisiti tra cui: rilevanza idrografica, sviluppo e continuità lineare, ampiezza e sviluppo del sistema alluviale e degli apparati ripari, affluenza e distribuzione spaziale pervasiva e ramificata sul territorio, efficienza nell'interconnessione nodi della rete ovvero elementi nodali costituiti da singoli habitat o aree con caratteristiche di naturalità e seminaturalità e connettività ecologica diffusa (queste possono assumere alla funzione di aree rifugio ovvero possono assumere un ruolo ecologico specifico e di rilevanza superiore alla loro attuale condizione propria in relazione alla loro integrazione nell'ambito della rete).

Figura 57: - Stralcio dalla Rete ecologica provinciale; fonte piano urbanistico provinciale Carbonia-Iglesia (PUP)

Dall'esame dello stralcio dell'area compresa nel permesso di ricerca, si nota la presenza di alcuni elementi caratterizzanti:

- elementi fondamentali del tessuto connettivo della rete: contesti parzialmente destrutturati e frammentati che si estendono lungo la fascia occupata da macchia che si estende dal promontorio di Punta Trettu a ferro di cavallo in direzione Carbonia Is Urigus
- areali e fasce di connessione localizzabili lungo tutta la fascia costiera antistante S. Antioco
- corridoio costiero
- corridoio fluviale

Gli elementi della rete presenti nell'area del permesso di ricerca sono classificati come parzialmente frammentati e necessitano di recupero ambientale per esprimere la potenziale funzionalità di connessione ecologica.

Le fasce di connessione sono aree che presentano residui caratteri di continuità della copertura naturale e seminaturale in grado di svolgere funzioni di connessione ecologica.

I corridoi ecologici (costiero e fluviale) sono caratterizzati da una struttura lineare e funzionale a veicolare lo scambio da un punto della rete all'altro.

Ulteriore elemento di importanza faunistica ed ecosistemica è la presenza lungo tutta la fascia costiera antistante l'isola di Sant'Antioco di un'area come IBA (Figura 58).

Le Important Bird Areas (IBA) sono state individuate come aree prioritarie per la conservazione, definite sulla base di criteri ornitologici quantitativi, da parte di associazioni non governative appartenenti a "BirdLife International".

L'inventario delle IBA di BirdLife International è stato riconosciuto dalla Corte di Giustizia Europea (sentenza C-3/96 del 19 maggio 1998) come strumento scientifico di riferimento per l'identificazione dei siti da tutelare come ZPS.

In Italia il progetto è curato da LIPU (rappresentante italiano di BirdLife International): il primo inventario delle IBA (Aree Importanti per l'Avifauna) è stato pubblicato nel 1989 ed è stato seguito nel 2000 da un secondo inventario più esteso. Una successiva collaborazione tra LIPU e Direzione per la Conservazione della Natura del Ministero Ambiente ha permesso la completa mappatura dei siti in scala 1:25,000, l'aggiornamento dei dati ornitologici ed il perfezionamento della coerenza dell'intera rete. Tale aggiornamento ha portato alla redazione nel 2003 della Relazione Tecnica "Sviluppo di un sistema nazionale delle ZPS sulla base della rete delle IBA", (fonte:<http://www.lipu.it/iba-e-rete-natura>).

Con il loro recepimento da parte delle Regioni, le aree IBA dovrebbero essere classificate come ZPS (Zone di Protezione Speciale) ai fini del completamento della Rete Natura 2000.

Attualmente, ci sono circa 10.000 IBA nel mondo, in circa 100 paesi. L'individuazione dei siti spetta al BirdLife International, che ha sviluppato il programma. Questi siti sono sufficientemente piccoli da essere completamente conservati e differire dagli habitat circostanti per caratteristiche, habitat o importanza ornitologica. In Italia sono state classificate 172 IBA, per una superficie complessiva di 4.987 ettari.

Spesso le IBA sono parte di una rete di aree protette già esistenti in un paese, essendo pertanto tutelate dalla legislazione nazionale. Il riconoscimento legale e la protezione delle IBA che non rientrano nelle aree protette esistenti sono diverse da paese a paese. Alcuni paesi si sono dotati di una Strategia Nazionale di Conservazione delle IBA, mentre in altri non vi è alcuna forma di tutela.

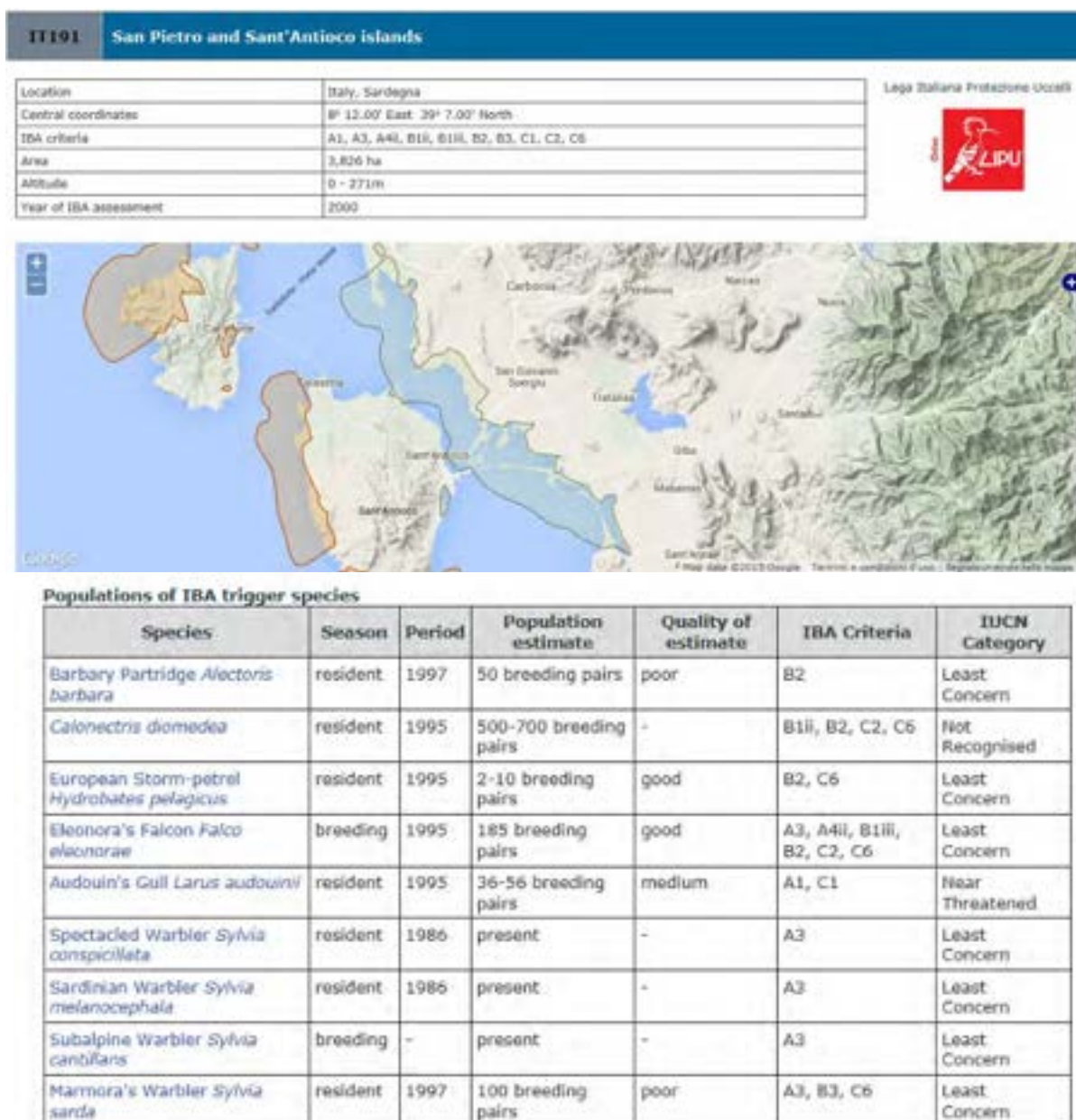


Figura 58: Scheda area IBA; fonte <http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2825>

Valutazione degli impatti

L'analisi dello stato ante operam delle componenti Vegetazione e flora, ha messo in luce una distribuzione della vegetazione naturale e seminaturale frammentaria ma che necessita in alcuni settori di tutela e azioni di conservazione.

Per quanto riguarda la componente fauna ed ecosistemi, è stato messo in luce come sebbene siano assenti all'interno del perimetro aree protette SIC e ZPS, l'area costituisca elemento di connessione lineare e areale.

L'inserimento delle attività in un contesto che rivela una certa sensibilità, è tuttavia possibile attraverso la progettazione attenta delle attività e la prevalente scarsa significatività delle attività stesse.

Tra le attività in progetto quelle identificate durante l'analisi preliminare come potenzialmente interferenti sono:

- le indagini sismiche relative alla caratterizzazione geofisica di area vasta e dell'area di Matzaccara (attività E e G)
- le indagini dirette superficiali e profonde (Attività H e I)

La progettazione delle linee di indagine sismica di area vasta è stata effettuata per prevedere interferenza esclusiva in aree occupate da seminativi o prati incolti e in minima misura da vegetazione naturale.

Lo sfalcio della vegetazione potrà essere utilizzato esclusivamente per creare varchi di accesso per il personale e per consentire le operazioni di stendimento del cavo e il posizionamento dei geofoni.

Tale eventualità risulta verificabile nei seguenti punti:

- linea 1 (attività E) nel tratto evidenziato prima dell'incrocio con la linea 3 potrà essere effettuato il taglio di una fascia adiacente alla linea della larghezza di circa 2,5 metri, in modo tale da garantire il transito a piedi del personale incaricato per le operazioni di tracciamento, stendimento, e registrazione del dato sismico;
- linea 2 (attività E) nel tratto finale; al fine di consentire le operazioni di registrazione e di energizzazione mediante Vibroseis saranno necessari degli interventi di pulizia del sentiero per circa 400 metri

Per quanto riguarda le indagini sismiche relative alla caratterizzazione geofisica dell'area di Matzaccara (attività G) saranno realizzate lungo strade esistenti e non interferiranno con vegetazione naturale.

In merito alle attività di indagine saranno localizzate in corrispondenza di aree scelte opportunamente e ricadenti su tipologia vegetazionale incolta o a seminativo e in prossimità di accessi esistenti per evitare la relizzazione o l'adeguamento di sentieri.

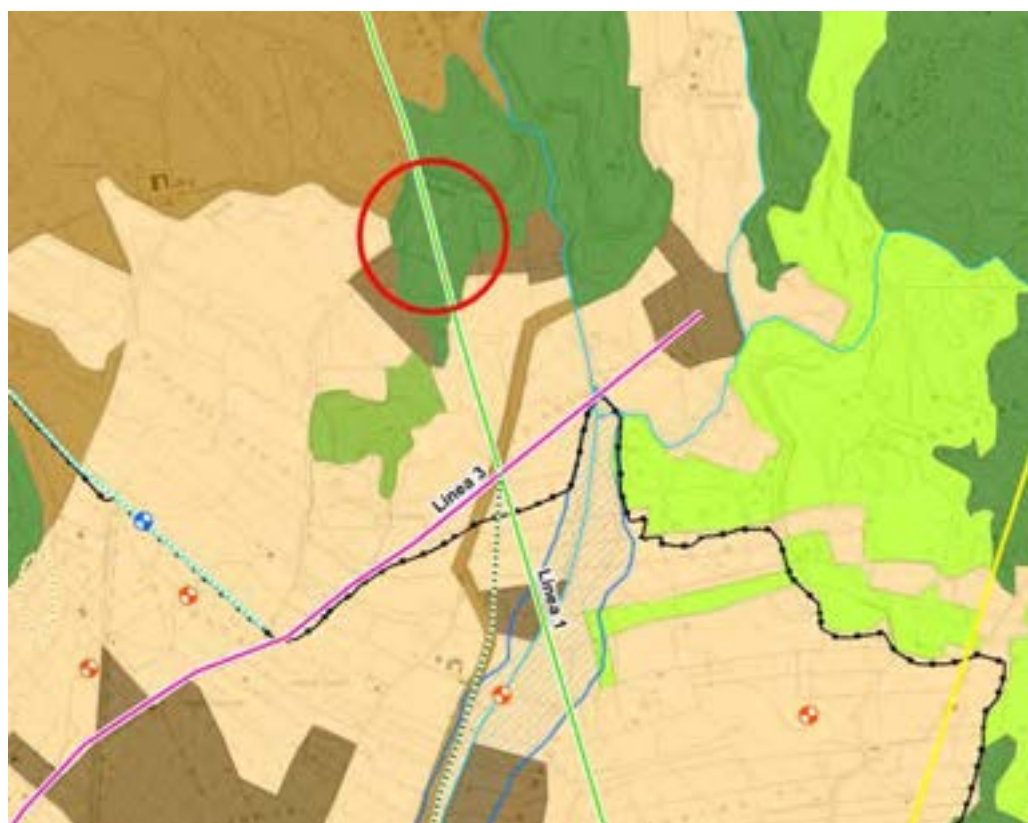


Figura 59: Stralcio interferenza tra la Linea 1 e area occupata da macchia secondo cartografia Piano paesaggistico regionale; fonte (PPR)



Figura 60: Stralcio interferenza tra la Linea 2 e area occupata da macchia secondo cartografia Piano paesaggistico regionale; fonte (PPR)

Tabella 44: Valutazione degli impatti sulle componenti flora e vegetazione

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
E; G; Rilievo sismico: <i>Adeguamento vaibilità interpoderale</i>	Sfalcio danneggiamento di vegetazione	Breve	Discontinua	Breve termine	Bassa	Localizzata	Bassa e media
E; G; Rilievo sismico: <i>Stendimento di cavi e infissione di geofoni</i>		Breve	Discontinua	Breve termine	Bassa	Localizzata	Media
H; I; Sondaggi superficiali e profondi <i>Allestimento delle aree di lavoro</i>		Breve/media	Discontinua	Breve termine	Bassa	Localizzata	Bassa
H; I; Sondaggi superficiali e profondi <i>Adeguamento vie di transito</i>		Breve/media	Discontinua	Breve termine	Bassa	Localizzata	Bassa

Tabella 45: Valutazione degli impatti sulle componenti fauna ed ecosistemi

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
E; G; Rilievo sismico: <i>Energizzazione</i>	Disturbo alla fauna	Breve	Discontinua	Breve termine	Bassa	Localizzata	Bassa
H; I; Sondaggi superficiali e profondi <i>Esecuzione perforazione</i>		Breve/media	Continuo	Breve termine	Bassa	Localizzata	Bassa

Sulla base delle valutazioni espresse in merito alla sensibilità della componente, in funzione della brevità delle attività e degli accorgimenti localizzativi in particolare rispetto alle indagini dirette, si ritiene che l'impatto indotto sia trascurabile. Si sottolinea che è stata attribuita una sensibilità della componente vegetazione e fauna bassa nel caso delle attività di indagine in quanto si presume che saranno localizzate in aree non di pregio.

3.3.8 Salute pubblica e sistema antropico

Stato attuale

L'organizzazione dell'insediamento urbano e infrastrutturale del Sulcis Iglesiente può essere sinteticamente descritta attraverso l'identificazione di alcuni principali contesti (fonte: PUC-PTC Carbonia-Iglesias):

il sistema delle centralità insediative di Carbonia e Iglesias, con i centri minerari di fondazione di Carbonia, Bacu Abis e Cortoghiana; il centro urbano di Iglesias con il sistema delle miniere di Monteponi, San Giovanni, Monte Agruxiau, Bindua;

l'organizzazione infrastrutturale e produttiva nella fascia periurbana di Iglesias;

il sistema insediativo del Cixerri, con i centri di Villamassargia, Musei e Domusnovas disposti a presidio della valle;

il sistema insediativo costiero, caratterizzato dai centri urbani di fondazione di Carloforte, Calasetta, Sant'Antioco e Portoscuso;

i centri minerari e costieri di Gonnesa, Buggerru, il sistema delle strutture minerarie, delle laverie e dei porti e la singolarità montana di Fluminimaggiore;

la rete dei centri minori disposti sulla piana di Santadi, con i centri di Narcao, Nuxis, Perdaxius, Santadi, Villaperuccio caratterizzato per la presenza diffusa di nuclei sparsi di origine rurale, i medaus e i furriadroxius;

la rete dei centri disposti sulla piana agricola costiera del Golfo di Palmas con i centri di Sant'Anna Arresi, Masainas, Giba, San Giovanni Suergiu, localizzati in riferimento ai rilievi vulcanici, l'antico abitato di Tratalias e gli abitati di Pàlmas e Villariòs, trasferiti in seguito alla creazione del lago artificiale di Monte Pranu;

il sistema delle infrastrutture del polo produttivo del Consorzio Nucleo Industriale Sulcis- Iglesiente e dello scalo portuale di Portovesme.

L'area del permesso di ricerca Monte Ulmus ricade in parte nel sistema dei centri sulla piana del Rio Palmas (area meridionale – San Giovanni Suergiu) e in parte nel distretto urbano e produttivo e portuale di Portoscuso e degli insediamenti industriali di Portovesme (area più settentrionale del permesso, che

non interessa però l'area industriale e portuale di Portoscuso). Di seguito si riporta un breve inquadramento dei due sistemi di interesse.

Il sistema dei centri sulla piana del Rio Palmas

Il sistema della piana costituisce il referente ambientale che presiede ai processi di organizzazione dello spazio. La piana costituisce un elemento connettivo che raccorda le relazioni fra gli insediamenti ed il territorio costiero attraverso gli usi agricoli dominanti, la proiezione verso il comparto turistico e la permanenza delle attività tradizionali della pesca e dell'itticoltura, e quelle legate alle tradizioni rurali dell'interno attualmente orientate verso una valorizzazione delle risorse storico-culturali e naturalistiche ai fini della fruizione.

Il distretto urbano e produttivo e portuale di Portoscuso e degli insediamenti industriali di Portovesme

Il territorio costiero, lo sfondo dei rilievi dell'Iglesiente e del Terraseo Rosas costituiscono i referenti ambientali per l'organizzazione del modello insediativo nel quale dominano la polarità di Carbonia, come città di fondazione legata all'estrazione del carbone, ed il complesso sistema urbano, portuale ed industriale di Portoscuso e Portovesme.

Il tessuto connettivo della piana è interessato da una diffusione di nuclei insediativi e di abitato sparso che gravita attorno al sistema delle attività dominanti.

Popolazione

La provincia di Carbonia Iglesias è stata istituita in seguito alla legge regionale n. 9 del 2001 e successive integrazioni, che ha previsto una nuova ripartizione del territorio della Regione Sardegna, portando il numero delle province da quattro (Cagliari, Nuoro, Oristano, Sassari) a otto (Cagliari, Carbonia Iglesias, Medio Campidano, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Sassari). Essa è costituita da 23 comuni appartenenti alla vecchia provincia di Cagliari: Buggerru, Calasetta, Carbonia, Carloforte, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Tratalias, Villamassargia, Villaperuccio.

La figura che segue riporta una rappresentazione dei dati ISTAT dal 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni (dati al 9 ottobre 2011), sulla distribuzione della popolazione in Sardegna.

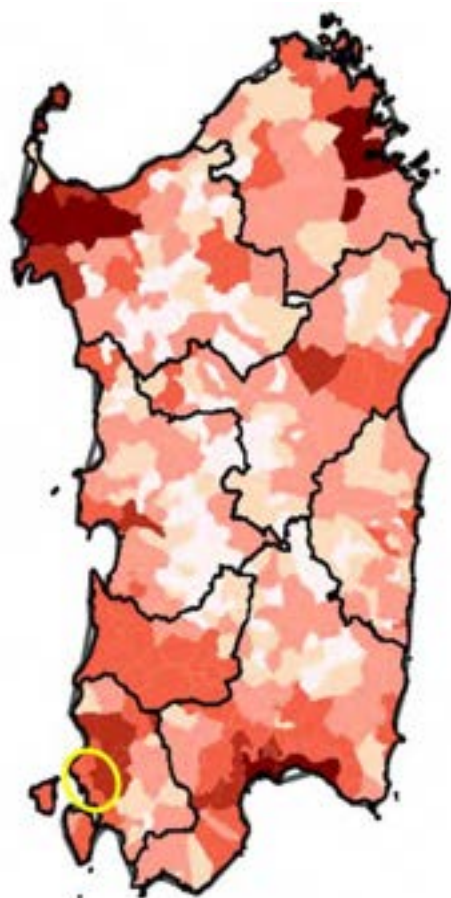


Figura 61: Ampiezza demografica dei comuni in Sardegna (dati 2011)

Sistema economico

Fonti dati: PPR, schede d'ambito PPR, PEARS, ISTAT

L'area in esame è stata sede di importanti attività estrattive che per decenni hanno costituito il motore dell'economia del Sulcis stimolando sia processi di popolamento sia le attività di filiera e di indotto del settore minerario.

Sant'Antioco, Carbonia, Gonnese, Portoscuso e San Giovanni Suergiu sono i comuni riguardati direttamente dalle alterne vicende del settore industriale sulcitano.

Il Sulcis-Iglesiente ha subito, a partire dalla fine degli anni 70, un forte processo di deindustrializzazione che ha prevalentemente interessato il comparto minerario e metallurgico, con conseguente significativa diminuzione del numero degli occupati.

Tuttavia l'area conserva una specializzazione relativa dell'attività industriale, come testimoniano i dati più recenti raccolti in occasione dell'ultimo Censimento dell'industria e dei servizi. Il settore assorbe infatti nel Sulcis Iglesiente il 32,5% della manodopera, mentre la media regionale e quella provinciale si collocano solo al 24%.

Alcune realtà hanno costituito negli anni delle vere e proprie città industriali. A Portoscuso, secondo i dati riportati nel PPR, al momento della sua stesura circa il 78% degli addetti lavorava nel comparto, a Gonnese il 64% circa. Mentre Portoscuso si è specializzata nel settore metallurgico, Gonnese ha trovato nell'industria estrattiva l'attività di riferimento.

A partire dal 2008, con l'emergere della crisi economico-finanziaria, si è registrato un netto arretramento dell'industria ed il forte calo della domanda ha reso più evidenti preesistenti debolezze strutturali. Analogamente a quanto osservato a livello nazionale, le imprese maggiormente integrate nel ciclo produttivo internazionale (ad esempio quelle dei settori chimico e metallurgico) hanno sofferto inizialmente più delle altre; successivamente, con il perdurare e l'approfondirsi della crisi, le difficoltà si

sono aggravate ed estese all'intero comparto industriale. Nel volgere di pochi anni si è verificata una netta riduzione del numero delle imprese e degli addetti.

Il valore aggiunto è diminuito del 21,6% dal 2007 al 2011 e il contributo del settore è sceso dal 13,0 al 10,5 %. Il valore delle esportazioni risulta pari a circa la metà di quello registrato prima della crisi, gli addetti nel settore industriale sono diminuiti costantemente dal 2007 al 2012 e la flessione complessiva è stata di quasi un quarto (la quota sull'occupazione in regione è passata dall'11,8 al 9,1 %).

Le informazioni censuarie dell'archivio Asia dell'Istat sul numero delle unità produttive e sugli addetti consentono di verificare l'evoluzione della consistenza del settore industriale anche nel periodo precedente la crisi. Nel complesso, dal 2004 al 2010 il numero delle imprese si è ridotto da oltre 12 mila a circa 9 mila 500 unità e gli addetti sono calati da 55 a 44 mila unità. Le tendenze sono confermate per il 2011 e per il 2012 dai dati dell'archivio Movimprese, che indicano una contrazione del numero delle unità attive pari al 4,3% nel biennio. Nell'ultimo decennio, quasi tutti i comparti manifatturieri sono stati interessati da variazioni significativamente negative: le imprese della meccanica, quelle alimentari e quelle attive nel settore del legno hanno contribuito maggiormente alla complessiva flessione in termini di unità produttive (rispettivamente per il 16,2, il 22,6 e il 19,6 %). Il calo degli addetti ha riguardato anche i comparti del tessile-abbigliamento e della lavorazione dei metalli, nei quali sono presenti imprese di dimensione maggiore rispetto alla media.

La crisi industriale ha coinvolto pressoché tutto il territorio regionale: in tutti i Sistemi locali del lavoro (SLL) si è registrato dal 2005 al 2010 un calo delle unità locali.

Le aree complessivamente più colpite sono il Sassarese, la Sardegna centrale e in parte i SLL del Sulcis e del Cagliaritano; in Gallura l'evoluzione è stata meno negativa. Nelle prime due aree hanno pesato principalmente il ridimensionamento delle produzioni chimiche e di quelle tessili; nella Sardegna meridionale ha inciso in prevalenza la chiusura di attività nella lavorazione dei metalli e nella meccanica. I dati segnalano pochi casi di variazioni positive degli addetti nel periodo considerato, che hanno riguardato in prevalenza le aree dell'Ogliastra, dell'Iglesiente e della Gallura: in queste aree ha inciso soprattutto la crescita del comparto energetico e delle utilities idriche e in parte quella delle imprese meccaniche e della chimica. L'impatto della crisi dell'industria è stato complessivamente mitigato da una migliore evoluzione nel settore dei servizi; la dinamica appare tuttavia differenziata sul territorio.

Lo sviluppo delle attività nel terziario ha generalmente compensato l'indebolimento della presenza industriale nelle aree costiere e in quelle urbane, ad eccezione di quella di Sassari. Nel nord ovest dell'isola, nel Sulcis e nelle aree interne si è registrato invece un complessivo impoverimento della struttura produttiva.

Nel settore agricolo le realtà più importanti nell'area dell'ambito di interesse sono San Giovanni Suergiu e Calasetta.

Nei centri maggiori con buona presenza delle attività industriali e di servizio - Carbonia, Portoscuso, Carloforte - l'incidenza dell'occupazione agricola può dirsi bassa, mentre negli altri, l'economia negli anni ha fatto molto affidamento sul settore primario.

I seminativi, per quanto riguarda l'utilizzo delle superfici comprese nell'ambito di paesaggio Carbonia e Isole sulcitane, occupano circa il 50% delle superfici coltivate. Vi sono alcuni centri in cui tale destinazione d'uso assorbe quasi integralmente le superfici utilizzate. Tra questi Carloforte e San Giovanni Suergiu.

Sistema infrastrutturale e insediamenti produttivi

Il sistema delle infrastrutture viarie della Provincia di Carbonia Iglesias si struttura in riferimento alla Strada Statale 130 che rappresenta, attraverso la valle del Cixerri, la connessione fondamentale della provincia con il resto della rete stradale regionale.

La SS 130 fa parte della rete di interesse regionale di primo livello, avente la funzione di collegare tra loro le province ed i principali centri urbani e le stesse con i principali nodi di interscambio, a completamento della rete fondamentale.

Nella classe di primo livello vengono fatti rientrare anche gli itinerari che presentano particolare interesse per lo sviluppo socio-economico dell'isola a sostegno dei sistemi produttivi, turistici ed insediativi; la S.P.

2, S.P. 86, la S.S. 126 fanno parte delle rete di interesse regionale di primo livello e consentono la connessione di Carbonia e Sant'Antioco con la S.S. 130 e, quindi, con la restante rete stradale regionale. Il tratto occidentale della S.P. 2, oltre Carbonia, consente il collegamento della rete principale con il polo produttivo del Consorzio Nucleo Industriale Sulcis-Iglesiente e dello scalo portuale di Portovesme.

Il sistema viario provinciale presenta un sistema di itinerari che svolgono funzioni di connessione dei sistemi territoriali locali con la rete stradale di interesse regionale di I livello.

Questo sistema costituisce la rete di interesse regionale di II livello che svolge inoltre la funzione di asse portante dei sistemi locali, integrando le aree costiere con le aree interne e in modo più efficiente le aree interne con la rete fondamentale.

La SS 293 connette Giba, Nuxis, Siliqua (lungo il corridoio ambientale di Campanasissa) e consente l'innesto con la S.S. 130 e la comunicazione del basso Sulcis con la Sardegna centro-settentrionale, fungendo anche da infrastruttura di supporto del sistema insediativo della piana di Santadi.

La SS 195 (da San Giovanni Suergiu a Pula fino a Cagliari) realizza un itinerario al servizio degli insediamenti residenziali, produttivi e turistici della Sardegna sudoccidentale e collega il basso Sulcis con il sistema urbano e infrastrutturale dell'area di Cagliari fungendo da supporto alle iniziative turistico - balneari della costa.

Ulteriori tragitti che completano la rete viaria principale della provincia sono la S.S. 126 che consente il collegamento dell'arburese guspinese sino a Carbonia attraverso Fluminimaggiore e Iglesias. L'itinerario connette le aree costiere sud-occidentali in un territorio a bassa accessibilità e notevoli valenze ambientali. Rappresenta la principale connessione di Fluminimaggiore e Buggerru con le centralità insediative di Iglesias e Carbonia e, attraverso Arbus, con la viabilità fondamentale regionale (S.S. 131).

La SS 126 consente inoltre l'integrazione tra la portualità di Calasetta e quella promiscua trasporto passeggeri ed industriale di Portovesme.

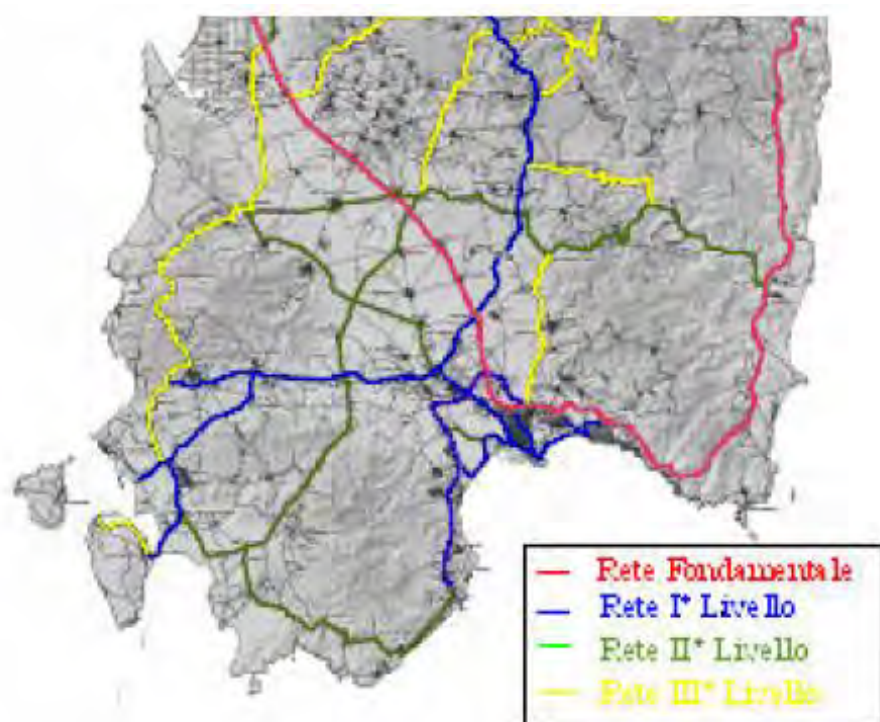


Figura 62: Rete stradale provinciale (Fonte: PUP-PTC Carbonia Iglesias su elaborazioni CIREM)

Nell'area di interesse ai fini del presente studio i principali assi viari sono costituiti dalla SP2 a nord, dalla SP75 nel settore ovest, dalla SS126 nella zona centro-meridionale del permesso di ricerca e dalla SS195 nel settore sud-est (Sa Giovanni Suergiu).

In relazione al sistema della portualità i principali poli industriali vedono dei porti non ricompresi nell'area del permesso di ricerca in esame.

L'area del permesso, inoltre, non comprende grandi aree industriali; la più prossima è quella che si sviluppa tra Portoscuso e Paringianu.

Alcuni insediamenti produttivi rientrano nell'area del permesso di ricerca, in particolare nella zona a sud di Matzaccara (Guardia Craboni), Campu Frassoi lungo la SS195 a nord di San Giovanni Suergiu, Is Cordeddas lungo la SP77 e Santa Caterina in prossimità del confine meridionale del permesso. Queste aree sono rappresentate in viola negli stralci della Carta delle infrastrutture e reti di trasporto (T 1.3.3) del PUP-PTC Carbonia Iglesias.



Figura 63: Insediamenti produttivi in loc. Guardia Craboni e Campu Frassoi (in viola, da PUP-PTC Carbonia Iglesias)



Figura 64: Insediamenti produttivi in loc. Is Cordeddas e Santa Caterina (in viola, da PUP-PTC Carbonia Iglesias)

Carichi ambientali

Fonti dati: PUP-PTC Carbonia Iglesias, Conoscenza di sfondo - Relazioni specialistiche
Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Speciali Sardegna

Il territorio del Sulcis-Iglesiente, per caratteristiche ambientali e aspetti geominerari, ha assunto un ruolo strategico nella produzione dei minerali e nella loro trasformazione primaria, che si è manifestato dai tempi più remoti sino agli anni più recenti con un intenso sfruttamento minerario.

Durante il periodo di esercizio, l'attività mineraria ha generato una modifica dello stato dei luoghi, caratterizzati non solo dalla presenza di infrastrutture (macchinari e fabbricati), ma anche e soprattutto da numerose aree di stoccaggio provvisorio e definitivo di materiali quali rocce inerti, sterili di miniera ed i fini di lavorazione mineraria.

L'attività mineraria ha determinato mutazioni anche sull'assetto idrologico e idrogeologico del territorio. I lavori minerari hanno spesso indotto modifiche del reticolo idrografico e dei profili di equilibrio dei corsi d'acqua, fenomeni di deviazione a cattura degli stessi, intercettazione ed inquinamento delle falde acquifere e creazione di bacini d'acqua superficiali. Sono state rilevate inoltre importanti alterazioni della qualità delle acque di falda a seguito di fenomeni di lisciviazione dei metalli pesanti rimossi nei lavori minerari sotterranei.

Parte di questo territorio, è stato identificato come Sito di Bonifica di Interesse Nazionale (Sulcis-Iglesiente-Guspinese), istituito con D.M. n. 468 del 2001 e perimetrato con Decreto del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio del 12 marzo 2003, comprendente anche una parte del territorio della provincia del Medio Campidano.

A seguito delle difficoltà oggettive sia di natura tecnica e sia autorizzativa riscontrate nel realizzare gli interventi di messa in sicurezza e/o bonifica risolutivi delle svariate problematiche che caratterizzano questo territorio, il Presidente del Consiglio dei Ministri ha provveduto all'emanazione dell'ordinanza n. 3640 del 15 gennaio 2008 recante "Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni determinatisi in conseguenza dell'inquinamento delle aree minerarie dismesse del Sulcis - Iglesias e del Guspinese della Regione Autonoma della Sardegna", che dispone che venga redatto il Piano di bonifica dei siti interessati dalle aree minerarie dismesse e di quelle immediatamente limitrofe, previa perimetrazione.

Tale Piano individua 6 macro-aree, che raggruppano le aree minerarie caratterizzate da analoghi problemi ambientali, al fine di individuare possibili soluzioni comuni. All'interno di ciascuna macro area sono state perimetrare le aree minerarie dismesse, alcune delle quali sono state definite prioritarie in relazione all'intervento di bonifica.

In particolare risultano comprese all'interno del territorio provinciale del Sulcis - Iglesias le seguenti macroaree:

Macro Area Barraxiutta (Comune di Domusnovas)

Macro Area Masua (Comune di Iglesias)

Macro Area Malfidano (Comune di Buggerru)

Macro Area Valle del Rio San Giorgio – Iglesias (Comuni di Iglesias e Gonnese)

L'area del permesso di ricerca Monte Ulmus in esame non ricade all'interno delle aree sopra citate e del SIN Sulcis-Iglesiente Guspinese.

Data la forte antropizzazione e le importanti attività umane che hanno caratterizzato l'area di Carbonia-Iglesias, altro aspetto da tenere in considerazione nell'area del Sulcis è quella dell'inquinamento dell'area è legato alla presenza dell'agglomerato industriale di Portovesme (ricadente nel SIN).

L'ambito territoriale dei Comuni di Portoscuso, Carbonia, Gonnese, Sant'Antioco e San Giovanni Suergiu, a causa dei rilevanti impatti negativi che l'agglomerato industriale di Portovesme ha prodotto nel tempo sul territorio e sull'ambiente, è stato dichiarato "Area ad elevato Rischio di Crisi Ambientale", con delibera del Consiglio dei Ministri del 30 novembre 1990, vista l'istanza presentata dalla Regione Sardegna con DGR n. 22/64 del 16 maggio 1989. I carichi ambientali (atmosferici, idrici, e di rifiuti) legati agli insediamenti riconducibili ai settori energetico e metallurgico dell'agglomerato industriale di Portovesme, hanno infatti effetti anche sull'ambiente circostante.

Da tempo sono state avviate iniziative di recupero del degrado a carico delle matrici ambientali nell'area industriale. Nell'ambito del Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis – Iglesiente si è compiuta una campagna di monitoraggio delle matrici ambientali, i cui risultati hanno portato ad individuare tre distinti fenomeni di contaminazione all'interno dell'area industriale: ingressione marina, inquinamento della falda in alcuni pozzi, inquinamento da metalli pesanti (zinco, piombo e cadmio).

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti speciali, è possibile riferirsi ai dati riportati nel PRGRS, approvato con deliberazione n. 50/17 del 21/12/2012.

A livello di macro-aree territoriali regionali emerge il contributo maggiore in termini di produzione totale di rifiuti speciali dell'area Sud (province di Cagliari, Carbonia Iglesias e Medio Campidano), che incide per il 61% sul totale prodotto in regione, seguita dall'area Nord (province di Olbia Tempio e Sassari) che incide per il 36,4% e infine il Centro (province di Nuoro, Oristano e Ogliastra) che contribuisce solamente per il 2,8% sul totale. I seguenti grafici rappresentano la situazione della ripartizione della produzione delle diverse aree dei flussi di rifiuti non pericolosi e pericolosi.

A fronte di un dato di produzione regionale complessiva valutato pari a 7.534.457 t (di cui si ricorda circa la metà sono rifiuti appartenenti alla famiglia del CER 19), il complesso del dichiarato come gestito, in termini di attività di recupero o smaltimento in regione, ammonta a 7.307.435 t.

Passando a un'analisi dei dati di produzione in funzione della concentrazione di siti industriali presenti in particolari aree del territorio Sardo, sono stati individuati i principali Consorzi Industriali che risultano al 2011 presenti nella regione.

I consorzi industriali regionali sono individuati e definiti dalla legge regionale di riordino delle funzioni in materia di aree industriali (L.R. n. 10 del 2008).

Emerge in particolare che l'84,9% della produzione totale di rifiuti speciali al 2008 proviene da solamente 3 consorzi industriali:

Consorzio CIP in Provincia di Sassari: che con 2.249.284 t prodotte contribuisce per il 29,9% del totale regionale (ben l'81,9% della produzione di rifiuti speciali individuati nell'area Nord della Regione);

Consorzio SICIP in Provincia di Carbonia-Iglesias: che con 2.104.034 t prodotte contribuisce per il 27,9% del totale regionale (il 46% della produzione di rifiuti speciali individuati nell'area Sud della Regione);

Consorzio CACIP in Provincia di Cagliari: che con 2.042.359 t prodotte contribuisce per il 27,1% del totale regionale (il 44,6% della produzione di rifiuti speciali individuati nell'area Sud della Regione).

Il Consorzio Industriale Provinciale Carbonia – Iglesias, istituito con L.R. N° 10 del 27/07/2008, è ubicato a nord dell'area di interesse ai fini del presente studio; interessa circa 700 ettari tra Portoscuso e Paringianu, a ridosso del porto industriale di Portovesme.

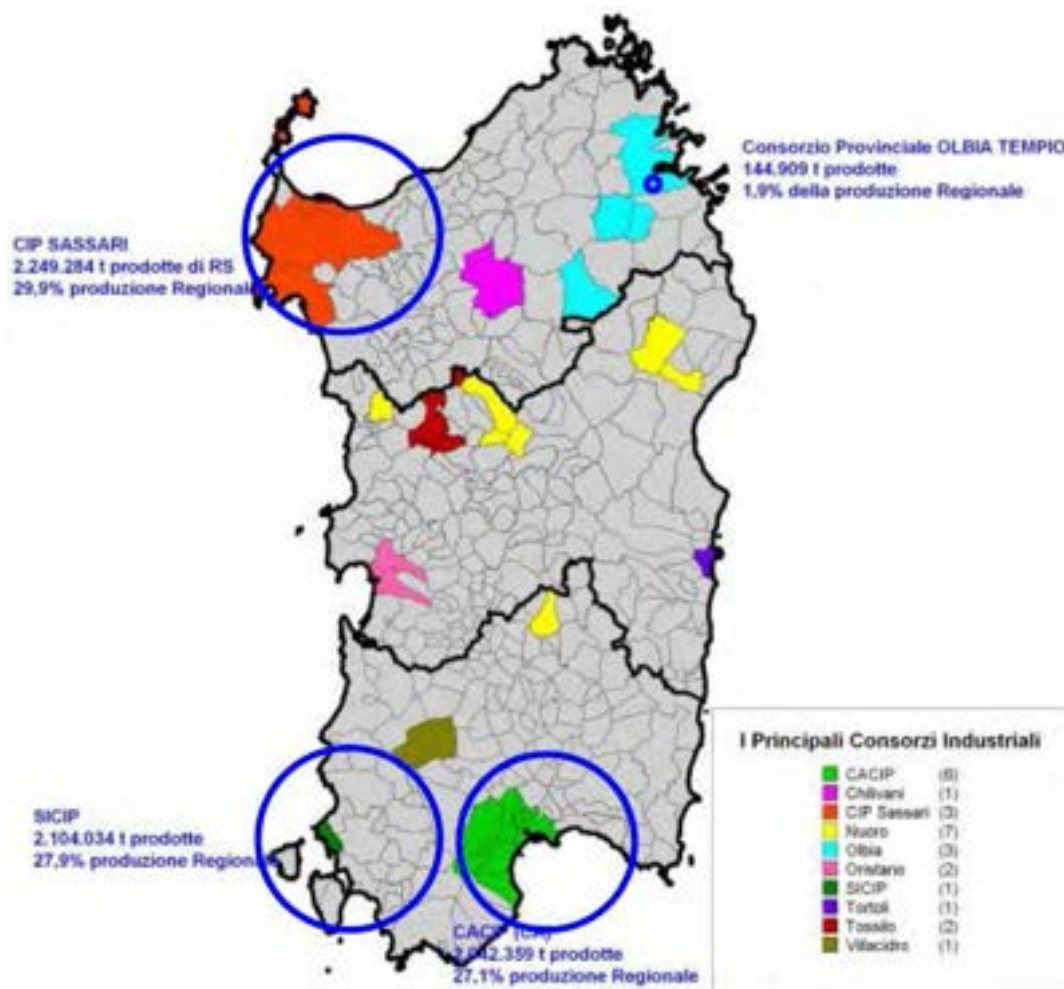


Figura 65: Ubicazione dei Consorzi industriali regionali

Valutazione degli impatti

Sulla base dell'analisi preliminare effettuata attraverso la matrice di Leopold, le attività in progetto che possono generare dei potenziali impatti sulla componente in esame sono:

- rilievo sismico a riflessione (attività E, G);
- esecuzione dei sondaggi geognostici superficiali e profondi (attività H, I)

Le altre indagini indirette previste, prevedono la necessità di ricorrere generalmente ad uno/due veicoli per il trasporto del personale e della strumentazione, che si ritiene non significativo ai fini della valutazione degli impatti sulla componente.

I possibili impatti sulla componente sistema antropico sono legati al traffico indotto e alla produzione di rifiuti.

In relazione al traffico indotto, la conduzione dei rilievi geofisici con tecnologia Vibroseis si prevede che richiederà, come detto, il transito di 3 mezzi Vibroseis (del tipo indicato nell'ambito della descrizione dell'attività nel quadro progettuale), di due mezzi minori di segnalazione che precederanno e seguiranno i Vibroseis e di due veicoli per il trasporto di personale e attrezzature.

Le attività saranno svolte in modo progressivo lungo le linee identificate nel progetto; il numero di mezzi contemporaneamente presente sul territorio non supererà dunque in alcun caso le unità sopra indicate, stazionando per brevi periodi lungo la viabilità esistente.

Si valuterà, di concerto con gli enti preposti alla gestione della viabilità locale, la possibilità di prevedere un senso unico alternato per consentire le operazioni di energizzazione; questo riguarderà brevi tratti di strade che saranno via via liberate dall'ingombro dei mezzi. Non si prevede la necessità di chiudere la circolazione in nessun tratto di strada interessato dal passaggio dei Vibroseis.

Per le perforazioni superficiali si prevede l'impiego di:

1 mezzo gommato per il trasporto della sonda, che percorrerà un viaggio verso l'area di cantiere del sondaggio superficiale deviato per poi spostarsi al termine della perforazione verso le aree di cantiere dei due sondaggi verticali a 200 m dal p.c.;

2 mezzi per il trasporto degli operatori tecnici e del materiale per l'esecuzione dei sondaggi (un viaggio al giorno ciascuno);

una autobotte per l'approvvigionamento idrico, che farà un viaggio per ciascun sondaggio.

Per le perforazioni profonde si prevede l'impiego degli stessi mezzi previsti per il sondaggio superficiale, ad eccezione della sonda che sarà cingolata, ed un aumento del numero di viaggi per la sola autobotte.

Nell'ambito delle indagini dirette si prevede inoltre la possibilità di 1-2 mezzi per il trasporto di materiale e strumentazione per il ripristino ambientale al termine delle attività. Il numero di viaggi sarà comunque limitato al tempo strettamente necessario per i ripristini, che saranno definiti sulla base della natura dei luoghi interessati dai sondaggi.

Per quanto riguarda le attività di perforazione per i tre sondaggi profondi, l'esecuzione delle attività durante il l'esecuzione delle attività di cantiere si prevede possa generare dei rifiuti solidi (imballaggi, RSU), in quantità modeste, e che potranno trasportati in idoneo sito di conferimento al termine delle attività o periodicamente durante i viaggi per trasporto di materiale.

3.3.9 Rumore e vibrazioni

Stato attuale

Inquadramento normativo

A livello nazionale la materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico è disciplinata dalla Legge 26 ottobre 1995, n.447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico. La legge 447/95 prevede, inoltre, decreti attuativi di regolamentazione in materia di inquinamento acustico, tra i quali:

DM Ambiente 11 dicembre 1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo";

DPCM 14 novembre 1997 "Determinazione del valore limite delle sorgenti sonore";

DM Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";

DPCM 31 marzo 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica".

Tale legge, oltre a indicare finalità e dettare obblighi e competenze per i vari Enti, fornisce le definizioni dei parametri interessati al controllo dell'inquinamento acustico. Si riportano di seguito le principali definizioni considerate in ambito acustico:

valore limite di emissione: valore massimo di rumore che può essere emesso da una o più sorgenti sonore misurato in prossimità della sorgente stessa;

valore limite assoluto di immissione: valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori. I

valori limite di immissione sono distinti in:

valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale

valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

valore di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;

valori di qualità: il valore di rumore da conseguire nel breve, medio e lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

La classificazione acustica consiste nella suddivisione del territorio in classi, definite dal DPCM 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore - in cui si applicano i limiti individuati dallo stesso decreto. Nella tabella che segue si riportano tali indicazioni.

Tabella 46: Classificazione del territorio comunale art.1 – DPCM 14/11/97

Classe I	Aree particolarmente protette 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.
Classe II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale 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.
Classe III	Aree di tipo misto 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.
Classe IV	Aree di intensa attività umana 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.
Classe V	Aree prevalentemente industriali Aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI	Aree esclusivamente industriali Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

In relazione alla classificazione acustica del territorio, risultano individuati dalla normativa, ed in particolare dal DPCM 14 novembre 1997, i valori limite di emissione ed immissione, come riportati nella Tabella 47.

La misurazione dei valori di confronto con i limiti indicati nella Tabella 47, deve essere realizzata in accordo ai disposti del DM Ambiente 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico” ed in generale alla normativa vigente all’atto della misurazione stessa.

I limiti differenziali sono definiti in 3 dB durante il periodo notturno e 5 dB durante il periodo diurno. Tali limiti si applicano su tutto il territorio nazionale tranne che nelle aree esclusivamente industriali e qualora il rumore all’interno dei vani dei ricettori disturbati, misurato a finestre aperte/chiuso, sia inferiore a:

50/35 dBA durante il periodo diurno;

40/25 dBA durante il periodo notturno.

Tabella 47: Valori limite definiti dal DPCM 14/11/97

Classi	TAB. B Valori limite di emissione		TAB. C Valori limite assoluti di immissione		TAB. D Valori di qualità		Valori di attenzione riferiti a 1 ora	
	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]
	Diurno	Nott.	Diurno	Nott.	Diurno	Nott.	Diurno	Nott.
I	45	35	50	40	47	37	60	45
II	50	40	55	45	52	42	65	50
III	55	45	60	50	57	47	70	55
IV	60	50	65	55	62	52	75	60

Classi	TAB. B Valori limite di emissione		TAB. C Valori limite assoluti di immissione		TAB. D Valori di qualità		Valori di attenzione riferiti a 1 ora	
	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]	[dBA]
	Diurno	Nott.	Diurno	Nott.	Diurno	Nott.	Diurno	Nott.
V	65	55	70	60	67	57	80	65
VI	65	60	70	70	70	70	80	75

Delibera di Giunta Regionale n. 62/9 del 14 novembre 2008

Con Delibera di Giunta Regionale n. 62/9 del 14 novembre 2008, è stato approvato il documento tecnico "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale", che ha sostituito ed integrato il documento "Criteri e linee guida regionali in materia di inquinamento acustico ambientale", di cui alla D.G.R. n. 30/09 dell'8 luglio 2005.

Il documento tecnico riporta le indicazioni per la redazione e approvazione dei Piani di classificazione acustica, dei Piani di risanamento e per il riconoscimento della qualifica di "tecnico competente in acustica ambientale". In particolare il documento si prefigge lo scopo di fornire alle Amministrazioni comunali una guida metodologica per gli adempimenti di loro competenza, ai sensi dell'art. 6 della legge 447/1005.

Le linee guida indicate nel documento tecnico in esame, fanno riferimento a quanto indicato dalla normativa nazionale.

La parte IV "Impatto acustico e clima acustico" indica i contenuti della documentazione di impatto acustico e le tipologie di opere per le quali viene richiesta la valutazione preliminare dell'impatto acustico a corredo del progetto.

Zonizzazione acustica comunale

Sul sito web Sardegna Ambiente (www.sardegnaambiente.it) è pubblicata una mappatura dello stato di adozione e approvazione dei Piani di Classificazione Acustica Comunali dei comuni della Sardegna.

Sulla base di quanto indicato dalla ricognizione resa disponibile dalla Regione Sardegna, i comuni interessati dal Permesso di ricerca oggetto di intervento non risultano dotati di Piani di Classificazione Acustica, in fase di redazione.

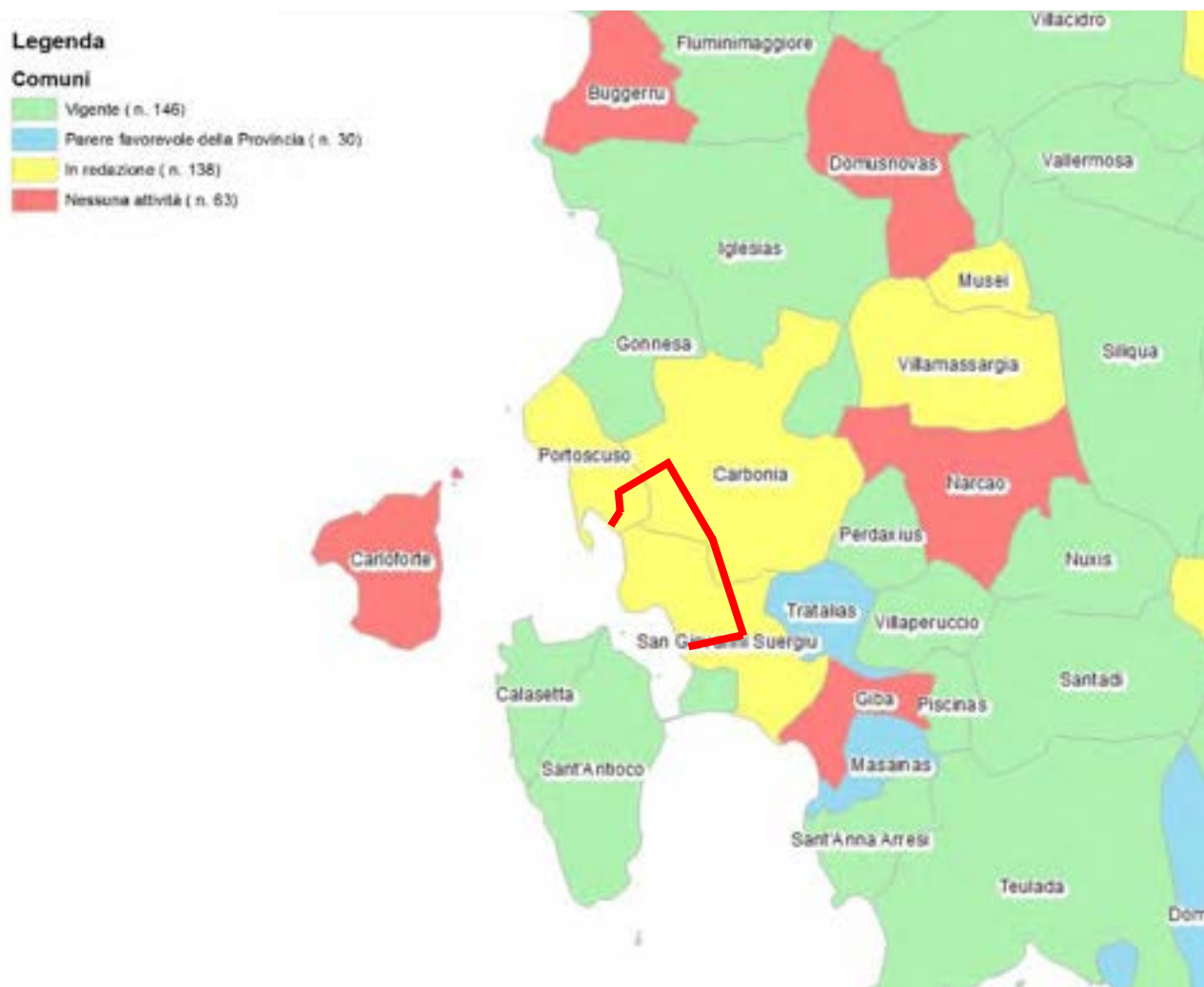


Figura 66: Stato di adozione Piani di zonizzazione acustica nei comuni della Sardegna (fonte: www.sardegnaambiente.it)

Pertanto, ai fini del presente studio, è possibile fare riferimento a quanto indicato nella normativa nazionale, ed in particolare al D.P.C.M. 14/11/1997, relativamente ai valori limite di emissione e di immissione, provocati dalle sorgenti sonore.

In particolare, in considerazione delle caratteristiche del territorio interessato dagli interventi, che vede la presenza per lo più di aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici, si considerano i limiti identificati per Aree di tipo misto (Classe III),

Da tale classificazione derivano valori limite assoluti di immissione acustica pari a 60 dBA in periodo diurno e 50 dBA in periodo notturno (cfr. limiti per zona III riportati nella Tabella 47).

Valutazione degli impatti

Rumore

Per quanto riguarda le indagini indirette le attività che possono produrre emissioni acustiche sono quelle legate alla caratterizzazione geofisica con acquisizione rilievo sismico a riflessione (attività E, G), in relazione in particolare al traffico di mezzi Vibroseis e alle fasi di energizzazione.

Le attività relative all'indagine sismica a riflessione prevedono, come detto, lo stazionamento dei mezzi Vibroseis lungo il bordo delle strade che meglio approssimano il percorso degli stendimenti rappresentati in cartografia; per ogni punto di stazionamento viene utilizzata una piastra vibrante che, da una posizione sollevata, sotto il pianale del mezzo, viene spinta tramite martinetti idraulici contro il suolo per energizzarlo.

I Vibroseis saranno opportunamente posizionati lungo le strade, a distanze di diverse decine di metri da abitazioni.

Le operazioni non avverranno simultaneamente su tutta l'area ma interesseranno progressivamente il territorio interessato dalle linee sismiche identificate, secondo uno schema che sarà definito in fase operativa una volta concordato il piano di attività con le autorità locali e con i proprietari dei terreni attraversati dagli stendimenti.

Le attività di energizzazione si prevede possano avere una durata totale, comprensiva di rilievo topografico, di accordi con le autorità locali e con i soggetti privati dell'area, di preparazione delle aree etc. inferiore ai 2 mesi per le linee sismiche 1, 2 e 3, da collocarsi nell'ambito del periodo identificato nel cronoprogramma.

Per il rilievo sismico nell'area dei sondaggi superficiali si ipotizza un tempo di esecuzione delle attività preparatorie e del rilievo stesso tra 1 e 1,5 mesi.

In considerazione dell'intermittenza e della temporaneità delle attività, della modularità dell'indagine (per uno sviluppo complessivo di circa 11 km per le linee 1, 2 e 3 e di 7 km per le linee nell'area dei sondaggi superficiali) e del fatto che il disturbo connesso al rumore dei Vibroseis, confrontabile con quello prodotto dal traffico stradale, sia di entità paragonabile a quella di un autocarro in transito o di mezzi agricoli utilizzati nell'area di progetto, si ritiene che l'impatto sulla componente rumore legato alle attività di caratterizzazione geofisica sia da considerarsi trascurabile.

Per quanto riguarda le indagini dirette (attività H, I), le emissioni acustiche dovute alle attività del cantiere sono variabili nel tempo, in quanto strettamente connesse alla fase di perforazione, che non impegnerà l'intero sviluppo del cantiere e che genererà impatti di tipo discontinuo. Si ricorda che le perforazioni previste non avverranno in contemporanea, ma saranno affrontate progressivamente nel tempo.

Le moderne macchine perforatrici tipicamente utilizzate per questo tipo di perforazioni determinano un livello di potenza sonora pari a circa 100-110 dB(A). Considerando un livello medio di potenza sonora pari a 105 dB (A), secondo le indicazioni della letteratura tecnica sul calcolo della propagazione delle emissioni sonore, è possibile rilevare che ad una distanza di circa 50 m dalla fonte sonora il livello di immissione è pari a circa 60 dB(A), che costituisce il valore limite di immissione per classi di destinazione d'uso del territorio di tipo III, come quella in esame.

Il valore limite differenziali di immissione, prendendo come riferimento ante operam il valore di 55dB(A) caratterizzante la classe III, risulta pertanto pari a 5dB già ad una distanza di circa 50 m.

Cautelativamente, anche considerando eventuali piccoli variazioni delle caratteristiche della macchina di perforazione, di cui sarà definito il modello specifico in fase più avanzata di progettazione, è possibile prevedere che le ubicazioni puntuali dei sondaggi geognostici saranno mantenute ad una distanza non inferiore ai 60-70m da possibili recettori. Le attività saranno svolte in periodo diurno.

Prima dell'avvio delle perforazioni sarà verificato il rispetto delle norme di riferimento applicabili (come la direttiva macchine 2006/42/CE, la norma tecnica UNI EN 791:2009) e delle distanze da rispettare per il rispetto dei limiti da classificazione acustica.

Vibrazioni

L'analisi relativa alla componente "vibrazioni" ha come obiettivo l'individuazione dei diversi fattori che concorrono a determinare l'entità dei moti vibrazionali attesi presso i ricettori presenti nell'area di potenziale risentimento.

Le vibrazioni, in generale, traggono origine da forze variabili nel tempo in intensità e direzione. Tali forze agiscono su specifici punti del suolo immettendo energia meccanica che si propaga nel terreno e che può essere riflessa da strati più profondi prima di giungere al ricettore.

La normativa nazionale che affronta i rischi legati al fenomeno delle vibrazioni è costituita dal DLgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Testo Unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". Si riporta, inoltre, un elenco delle norme tecniche armonizzate che affrontano il tema delle vibrazioni:

UNI ISO 5982 - vibrazioni ed urti, impedenza meccanica di ingresso del corpo umano

ISO 5349-86 - vibrazioni meccaniche, linee guida per la misurazione e la valutazione dell'esposizione a vibrazione

ISO 8041 - risposta degli individui alle vibrazioni, strumenti di misurazioni

ISO 2631 - guida per la valutazione dell'esposizione umana alle vibrazioni su tutto il corpo

Per la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici è possibile fare riferimento alla norma UNI 9916 per edifici residenziali. I limiti sono differenziati, risultando progressivamente più restrittivi, per:

costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili;

edifici residenziali e costruzioni simili;

costruzioni che non ricadono nelle classi precedenti e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici).

Considerando la tipologia di indagini analizzate nel presente studio, le attività in grado di generare vibrazioni potenzialmente non trascurabili sono:

rilevamento sismico a riflessione per caratterizzazione geofisica (attività E, G)

realizzazione dei sondaggi geognostici superficiali e profondi (attività H, I).

Le vibrazioni emesse dai Vibroseis (attività E, G) durante gli spostamenti da un punto di stazionamento all'altro sono del tutto assimilabili a quelle di un normale mezzo meccanico gommato.

Le vibrazioni prodotte da questo tipo di mezzi durante la fase di energizzazione sono difficilmente percepibili già a pochi metri dalla sorgente (già a 25 m non si percepiscono le onde a bassa frequenza, a 75 m ogni percezione scompare). La ridotta ampiezza delle vibrazioni prodotte permette infatti l'impiego di questa tecnica anche nei centri urbani.

Oltre la distanza di 20-25 m le onde emesse dai Vibroseis hanno solo una rilevanza strumentale.

Le norme tecniche che saranno utilizzate come riferimento, saranno dunque le tedesche DIN 4150-3 (RTF, 1983), riprese anche nelle norme italiane UNI 9916, tra le più diffuse e applicate a livello internazionale per il rilievo delle vibrazioni.

Tali normative prendono in considerazione anche il problema della sicurezza contro il danneggiamento strutturale degli edifici e sono ad oggi tra i riferimenti più completi ed esaustivi per l'analisi degli effetti delle vibrazioni meccaniche. Al fine di descrivere con completezza il fenomeno vibratorio, tali normative internazionali applicano il parametro descrittore della massima velocità assoluta di vibrazione, rilevata indipendentemente in direzione orizzontale o verticale.

Di seguito si riporta una valutazione effettiva della distanza di sicurezza rispetto in caso di uso di Vibroseis, con riferimento alle norme DIN 4150, elaborata per un sito analogo a quello in esame: si nota come la distanza di sicurezza aumenti all'aumentare del numero dei Vibroseis impiegati e alla potenza impiegata.

DISTANZE MINIME DI SICUREZZA (m)								
Categorie di Costruzione [def. DIN 4150]	40 % (Low Force)				80 % (High Force)			
	1 Vib	2 Vib	3 Vib	4 Vib	1 Vib	2 Vib	3 Vib	4 Vib
Opere Industriali (cat. 01)	13,0	15,6	19,5	26,0	19,5	26,0	29,9	32,5
Opere Civili Abitazione (cat. 02)	19,5	19,5	26,0	32,5	26,0	32,5	36,4	40,3
Opere Sensibili (cat. 03)	26,0	32,5	36,4	40,3	32,5	44,2	61,1	78,0

Nell'identificazione puntuale in sito dei punti di energizzazione, saranno rispettate le distanze indicate dalla normativa tecnica; i punti di energizzazione saranno dislocati indicativamente ogni 30 m e l'esatta ubicazione terrà conto della presenza di possibili recettori, secondo le categorie di opere indicate dalla norma DIN 4150.

A seconda della prossimità di recettori saranno inoltre utilizzate più o meno unità di mezzi (da 1 a 3).

Sulla base delle considerazioni effettuate sulle caratteristiche delle vibrazioni prodotte dal rilievo sismico a riflessione con tecnologia Vibroseis, della ridotta ampiezza dell'impulso indotto, del fatto che le operazioni, di breve durata, non avverranno simultaneamente su tutta l'area ma interesseranno progressivamente l'area secondo le linee sismiche individuate nel programma di indagini e della possibilità in fase esecutiva di distanziare opportunamente i punti di energizzazione da potenziali recettori individuati in sito secondo le norme tecniche di riferimento, si ritiene che gli impatti sulla componente vibrazioni provocati dalle attività di caratterizzazione geofisica, siano di entità trascurabile. Per quanto riguarda le attività di perforazione per i sondaggi superficiali (attività H) e profondi (attività I), l'azione meccanica della sonda perforatrice produrrà delle vibrazioni nel terreno il cui effetto sarà rilevabile fino a poche decine di metri dalla sorgente.

Analogamente a quanto detto in relazione alla componente rumore, si verificheranno le distanze di sicurezza dei punti di perforazione da eventuali recettori ed edifici sensibili con riferimento alla normativa del settore, al fine di evitare qualsiasi forma di danno o disturbo.

Nella tabella che segue è riportata la sintesi della valutazione degli impatti sulle componenti rumore e vibrazioni.

Tabella 48: Valutazione degli impatti sulle componenti rumore e vibrazioni

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
E; G; Rilievo sismico: <i>Energizzazione</i>	Emissione di rumore	breve	discontinua	breve termine	bassa	locale	bassa
E; G; Rilievo sismico: <i>Transito mezzi</i>		breve	discontinua	breve termine	bassa	locale	bassa
H; I; Sondaggi superficiali e profondi: <i>Esecuzione perforazioni</i>		breve	discontinua	breve termine	media	locale	bassa
E; G; Rilievo sismico: <i>Energizzazione</i>	Emissione di vibrazioni	breve	discontinua	breve termine	bassa	locale	bassa
H; I; Sondaggi superficiali e profondi: <i>Esecuzione perforazioni</i>		breve	continua	breve termine	media	locale	bassa

Sulla base delle considerazioni sopra effettuate, in virtù della breve durata delle attività e della possibilità di procedere ad una localizzazione puntuale dei punti di perforazione per i sondaggi geognostici in aree con assenza di recettori nelle vicinanze e a bassa sensibilità ambientale, si ritiene che l'impatto del progetto sulla componente "rumore e vibrazioni" possa essere considerato basso.

3.3.10 Paesaggio e patrimonio storico e artistico

Stato attuale

Il paesaggio e il patrimonio storico-architettonico

Il concetto di paesaggio è stato oggetto di interventi legislativi già all'inizio del secolo. La legge n. 778 del 1922 e, successivamente, la legge n. 1497 del 1939 erano improntate a una concezione estetizzante, che identificava il paesaggio con la veduta d'insieme, il panorama, la "bellezza naturale" (come recitavano i testi di legge).

Solo nel 1985 la legge n. 1497/39 è stata integrata dalla legge n. 431 (la cosiddetta "legge Galasso"), che ha a sua volta spostato il fulcro tematico sull'ambiente naturale da preservare. Si è così passati da una concezione percettivo-estetica del paesaggio a una visione fondata quasi esclusivamente su dati fisici e oggettivi.

La distinzione operata in seguito (inizialmente a livello teorico e quindi recepita negli strumenti legislativi) tra "paesaggio" e "ambiente" ha contribuito a definire il primo come prodotto dell'opera dell'uomo sull'ambiente naturale, in una visione quindi improntata alla storicità e in grado anche di recuperare quella dimensione estetica che, in anni anche recenti, sembrava perduta.

Il Codice dei beni culturali e del paesaggio ha fatto propri gli orientamenti più avanzati in merito alla definizione di paesaggio, sancendo l'appartenenza a pieno titolo di quest'ultimo al patrimonio culturale. Un riferimento fondamentale nell'elaborazione del testo di legge è stata la Convenzione Europea del Paesaggio (stipulata nell'ambito del Consiglio d'Europa), aperta alla firma a Firenze il 20 ottobre 2000 e ratificata dal nostro paese nel 2006.

L'aspetto identitario è uno dei punti cardine della Convenzione ed è richiamato dal comma 2 dell'articolo 131 del Codice ("Il presente Codice tutela il paesaggio relativamente a quegli aspetti e caratteri che costituiscono rappresentazione materiale e visibile dell'identità nazionale, in quanto espressione di valori culturali").

Riguardo al patrimonio architettonico, la disciplina giuridica ha accolto le diverse istanze che nel corso degli anni si sono andate formando attorno alla definizione di nuove e particolari categorie di beni architettonici di interesse culturale. L'art. 10 del Codice dei beni culturali e del paesaggio cita espressamente al comma 4, lett. g 'le pubbliche piazze, vie, strade e altri spazi aperti urbani di interesse artistico o storico'. Anche la tutela dell'architettura rurale è inclusa nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (art. 10, comma 4, lettera l); ad essa è anche dedicata un'apposita legge, la n. 378 del 24 dicembre 2003, 'Disposizioni per la tutela e valorizzazione dell'architettura rurale' e la recente direttiva del 30 ottobre 2008 emanata dalla Direzione Generale per la qualità e la tutela del paesaggio, l'architettura e l'arte contemporanee. Tra le categorie oggetto di una specifica menzione nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, a cui è dedicato l'art. 51, ricordiamo gli studi d'artista, anche se non appartenenti esclusivamente ai beni architettonici ma piuttosto da considerarsi come complessi di più tipologie di beni culturali. La legge italiana attribuisce un rilievo particolare alla categoria dei cosiddetti giardini storici, menzionati alla lettera f del già citato comma del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio ('*le ville, i parchi e i giardini che abbiano interesse artistico o storico*'). Esempi di questa tipologia di beni culturali sono i giardini e i parchi annessi alle grandi proprietà nobiliari, gli orti e i giardini botanici, i parchi urbani, le aree verde comprese nei siti archeologici, come pure i piccoli giardini privati, i chiostri e i cortili, i cimiteri, sempre se caratterizzati da rilevanza artistica o storica.

Alle sopra accennate categorie di beni costituenti il patrimonio architettonico si aggiunge anche quella concernente gli immobili riconosciuti di interesse particolarmente importante "*a causa del loro riferimento con la storia politica, militare, della letteratura, dell'arte e della cultura in genere, ovvero quali testimonianze dell'identità e della storia delle istituzioni pubbliche, collettive o religiose*". (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, art.10, comma 3, lettera d). In questo caso il bene oggetto della tutela si distingue non per le sue caratteristiche intrinseche, ma per il suo valore storico testimoniale, riferibile o ad eventi singoli (es. la casa natale di un importante scrittore) oppure ad una significativa destinazione d'uso avuta nel corso del tempo (es. la sede di una famosa istituzione). Nella fattispecie l'evoluzione

normativa ha visto l'ampliamento del concetto di vincolo storico-relazionale contemplato dall'art. 2 della L.1089 del 1939 con l'introduzione, a partire dal D.P.R. 283/2000 art. 2, comma 1, lettera d della tutela di beni culturali aventi valore storico-identitario.

In materia di tutela del patrimonio architettonico merita un cenno l'istituto della c.d. "tutela indiretta", o "vincolo di completamento". Esso, nel perseguimento di una più completa salvaguardia del bene architettonico tutelato in relazione alla cornice ambientale in cui è inserito, ha la funzione di prescrivere *"le distanze, le misure e le altre norme dirette ad evitare che ne sia messa in pericolo l'integrità, ne sia danneggiata la prospettiva o la luce o ne siano alterate le condizioni di ambiente e decoro."* (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, art.45).

Contesto paesaggistico di riferimento

Il PPR individua 27 ambiti di paesaggio, per ciascuno dei quali è stata condotta una specifica analisi di contesto. Per ciascun ambito il PPR prescrive specifici indirizzi volti a orientare la pianificazione subordinata (in particolare quella comunale e intercomunale) al raggiungimento di determinati obiettivi e alla promozione di determinate azioni, specificati in una serie di schede tecniche costituenti parte integrante delle norme.

L'area del permesso di ricerca Monte Ulmus ricade prevalentemente nell'ambito di paesaggio "Carbonia e isole sulcitane" e, in misura minore, nell'ambito di paesaggio "Anfiteatro del Sulcis" nella zona sud-est. La caratterizzazione sotto riportata farà riferimento principalmente all'ambito "Carbonia e isole sulcitane", nel quale ricadono tutte le indagini che prevedono attività in sito, ad eccezione di alcuni campionamenti di acque sotterranee in pozzi e piezometri esistenti, le cui azioni di progetto risultano non significative ai fini della valutazione degli impatti sulla componente.

Ambito di paesaggio "Carbonia e isole sulcitane"

La struttura dell'Ambito di paesaggio "Carbonia e isole sulcitane" è definita dal "mare interno" formato dal sistema insulare del Sulcis, che comprende le Isole di Sant'Antioco e di San Pietro, e dalla fascia costiera antistante che si estende a nord dell'istmo di Sant'Antioco fino alla tonnara di Porto Paglia, oltre il promontorio di Capo Altano (Portoscuso); su questa fascia insiste il nucleo del bacino carbonifero del Sulcis.

Si tratta di un Ambito caratterizzato da un ricchissimo insediamento antico e da una sequenza moderna di centri di fondazione. La diffusione di necropoli a domus de Janas e di stanziamenti nuragici definisce un quadro ampio di occupazione del territorio sia in fase prenuragica, sia in fase nuragica. Nel sito di San Giorgio in comune di Portoscuso è stata individuata la più antica necropoli fenicia della Sardegna, risalente intorno al 750 a.C. e connessa ad un abitato costiero, da cui può ipotizzarsi la fondazione dell'insediamento fenicio del Monte Sirai (Carbonia) poco tempo dopo e la costituzione di un centro fortificato presso il nuraghe Sirai al piede occidentale del Monte. Il centro principale di quest' area fu Sulci, fondata dai fenici intorno al 750 a.C., poi celebre città punica, romana, bizantina.

Dopo una fase di spopolamento tardomedievale il territorio si è arricchito di nuovi grandi progetti fondativi. In età spagnola a Portoscuso, poi con l'impulso del riformismo sabaudo a Carloforte, Calasetta e Sant'Antioco ed infine con il progetto del carbone autarchico a Carbonia, Bacu Abis e Cortoghiana.

La fascia costiera di Portoscuso e San Giovanni Suergiu è caratterizzata nel settore meridionale dal sistema lagunare di Boi Cerbus/Punta s'Aliga e dello Stagno e Forru e dall'insenatura marino litorale racchiusa tra la costa di Sant'Antioco e quella sulcitana, che presenta una spiccata tendenza evolutiva verso condizioni lagunari. Il settore centrale della fascia costiera è interessato dalle infrastrutture industriali e dallo scalo portuale di Portovesme, che vede la compresenza di funzioni industriali e commerciali con l'esercizio dei servizi di trasporto passeggeri verso lo scalo di Carloforte. La presenza della zona industriale ha determinato spesso usi conflittuali delle risorse con la loro naturale evoluzione, attraverso interventi di bonifica idraulica, canalizzazioni, scarico di reflui, intensi emungimenti delle falde, stoccaggio e messa a dimora di scorie industriali, comportando irreversibili alterazioni geomorfologiche dei corsi d'acqua, variazioni idrodinamiche degli acquiferi fino alla compromissione dei sistemi ambientali. A nord, il sistema della costa alta tra Capo Altano e Porto Paglia, delinea un territorio

caratterizzato dalle forme proprie dell'attività magmatica effusiva che caratterizza il bacino carbonifero del Sulcis.

Il settore più interno, individuato morfologicamente dal valico che separa la valle del Cixerri dal territorio del Sulcis, è caratterizzato dalla presenza del bacino carbonifero, oggetto di una complessa infrastrutturazione che ha fortemente segnato il paesaggio dell'Ambito, quale conseguenza di un progressivo addensarsi di processi produttivi, economici e sociali legati all'attività estrattiva e di trasformazione. Il paesaggio agricolo è legato alle coltivazioni agricole di tipo estensivo e a quelle zootecniche.

Il sistema insulare di Sant'Antioco e San Pietro definisce lo spazio marino costiero e rappresenta l'elemento di identità e relazione del complesso sistema di risorse storiche, insediative ed ambientali. L'insediamento è caratterizzato dalla presenza di centri urbani di impianto storico (Carloforte, Calasetta, Porto Scuso, Sant'Antioco), che trovano nello specchio acqueo antistante, l'ambito privilegiato di relazione ed il riferimento di localizzazione originario.

Permangono testimonianze di insediamenti e infrastrutture connesse alla pratica tradizionale della pesca, quali ad esempio il patrimonio storico-architettonico delle tonnare dismesse. L'isola di San Pietro si caratterizza inoltre per una copertura vegetale a gariga, formazioni a Pino d'Aleppo ed endemismi floristici.

Questo Ambito di paesaggio è uno dei pochi che in Sardegna vedono coesistere i centri accorpati con l'edificato diffuso, secondo due modalità distinte. Una prima forma interessa vaste aree costiere e interne delle isole maggiori, e nasce come proiezione nel territorio delle comunità urbane esistenti; connesso storicamente agli usi rurali tradizionali, è attualmente oggetto di riconversione per l'offerta di servizi turistico-ricettivi. Una seconda forma, presente nei territori a cavallo tra il Sulcis e il Cixerri, è quella dei medaus, nuclei insediativi a base familiare che costituiscono la prima modalità di ricolonizzazione degli spazi vuoti, che precede l'insediamento minerario.

[Elementi del sistema paesaggistico e storico-culturale](#)

Tra gli elementi ambientali del sistema paesaggistico dell'ambito "Carbonia e isole sulcitane", interessano l'area in esame i seguenti elementi principali:

il sistema dei rilievi di Monte Sirai-Monte Ulmus, rappresentati da affioramenti rocciosi di origine vulcanica;

il bacino vulcano-sedimentario di Carbonia interessato storicamente dalla coltivazione del carbone attraverso miniere sia in superficie che nel sottosuolo;

l'incisione valliva del Rio Flumentepido e della piana fluviale del Rio Paringianu, interessato verso la piana costiera da importanti interventi di canalizzazione;

la dorsale rocciosa del Monte Matzaccara, che rappresenta la dorsale dei rilievi ignimbrici (che delineano una barriera fisica tra la piana alluvionale-costiera di Matzaccara e il litorale sabbioso di Punta s'Arena per ritrovare la continuità spaziale in prossimità di Punta Trettu);

la piana alluvionale-deltizia del Rio Maquarba, (che comprende l'area subpianeggiante che degrada dolcemente verso mare e caratterizza i versanti alla destra del tratto terminale del Rio Macquarba).

Costituiscono elementi del sistema del paesaggio storico-culturale (tra gli altri elementi non di interesse per la caratterizzazione dell'area di intervento):

il sistema antico di insediamento della fortezza fenicio-punica di Monte Sirai (Carbonia), il centro fortificato presso il nuraghe Sirai al piede occidentale del Monte e le testimonianze archeologiche (resti delle fortificazioni e necropoli punica) di Sulci;

la rete insediativa dei furriadroxius agricoli e dei medaus pastorali, con i raccordi stradali e la partizione fondiaria ad essi relativi, che costituisce un sistema del paesaggio storico insediativo e rappresenta un elemento di permanenza delle consolidate pratiche tradizionali legate all'agricoltura di questo Ambito territoriale.

Dei valori riconosciuti per l'ambito di paesaggio in esame figurano:

paesaggio dei settori minerari di elevato interesse ambientale e storico-culturale;

l'edificato diffuso dei furriadroxius e dei medaus che caratterizzano il paesaggio agrario del territorio del Sulcis;

le emergenze morfologiche e storico-culturali, fondamentale presidio urbano dell'antichità, di S. Antioco – Sulci e di Monte Sirai;
il potenziale culturale costituito dal Parco Geominerario.

Azioni del PPR per le aree di interesse

L'Allegato 1 del PPR "Quadro delle azioni strategiche" delinea le categorie di azioni da attuare per le aree con diverse caratteristiche e valore paesaggistico.

In relazione all'area di interesse, si ritiene che le tipologie di aree siano quelle riportate nella tabella che segue (estratto Allegato 1 PPR), che interessano sia l'area del permesso di ricerca ricadente nell'ambito di paesaggio Carbonia e isole sulcitane, sia l'ambito Anfiteatro del Sulcis.

VALORE PAESAGGISTICO	CARATTERISTICHE DELLE AREE	COMPONENTI DI PAESAGGIO	CATEGORIE DI AZIONI
Forte identità ambientale, storico- culturale e insediativa in presenza di processi di modificazione	Territori che costituiscono sistemi rilevanti naturali e seminaturali, e connotati da relazioni storiche, comprendenti anche marginali interventi urbanistici ed edilizi	Aree seminaturali con limitate modificazioni antropiche (1); Aree ad utilizzo agro- forestale(2); Sistemi di relazioni e funzioni storico culturali	Gestione e trasformazione necessaria alla organizzazione complessiva del territorio prevalentemente orientata all'attività agricola attraverso interventi compatibili con i livelli di valore paesaggistico riconosciuti
Modesta identità ambientale, storico- culturale e insediativa, in assenza di profili di pregio	Territori prevalentemente antropizzati, con eventuale presenza di emergenze di rilievo sotto il profilo paesaggistico e ambientale, che, nel loro complesso, presentano limitati valori ambientali	Aree seminaturali con significative modificazioni antropiche (1); Aree ad utilizzo agro- forestale(2); Aree ad utilizzo urbana o industriale (3)	Trasformazione urbanistica ed edilizia con interventi di recupero e riqualificazione orientati in senso ambientale

Le aree così individuate nelle tavole del P.P.R. sono, in generale, oggetto di conservazione.

Le aree così individuate nelle tavole del P.P.R., in generale costituite da utilizzazioni agro-silvo-pastorali che rappresentano interessanti esempi di paesaggi agrari di particolare valenza o habitat di importanza naturalistica, risultano, in alcuni casi, interessate da criticità o da fenomeni di degrado, per l'eliminazione dei quali occorre procedere ad operazioni di riqualificazione. Tra gli interventi ammessi si è ritenuto di comprendere anche limitate e contenute trasformazioni per utilizzazioni diverse da quelle agricole nei soli casi in cui sia dimostrata la irrilevanza economica e sociale, evitando comunque di interessare suoli ad elevata capacità d'uso o paesaggi agrari di particolare pregio.

Le aree così individuate nelle tavole del P.P.R., in generale costituite da insediamenti residenziali, turistici ed industriali, in considerazione dei caratteri specifici e delle potenzialità di ciascuna area e dei suoi elementi costitutivi, necessitano di azioni aventi lo scopo rispettivamente di tutelare e valorizzare il patrimonio culturale, di migliorare la qualità ambientale del contesto insediativo, potenziandone anche l'efficienza del sistema territoriale, e di rimuovere o mitigare i fattori di criticità, di rischio e di degrado.

Nel seguito i dettagli sulle categorie di intervento relative alle aree sopra richiamate.

Gestione e trasformazioni

Questa categoria di azioni riguarda interventi consistenti in limitate trasformazioni della situazione esistente nell'ambito territoriale interessato, al quale è riconosciuto un alto valore di qualità e tipicità sia dal punto di vista ambientale che da quello storico-culturale ed insediativo.

Le trasformazioni ammesse non devono comunque alterare il raggiunto equilibrio tra gli insediamenti e l'ambiente naturale e/o agricolo, né quello riguardante le singole componenti del territorio, senza aprioristica esclusione di eventuali interventi episodici volti a recuperare singole situazioni di degrado ed al soddisfacimento di carenze di ordine funzionale.

Trasformazione urbanistica ed edilizia con interventi di recupero e riqualificazione

Questa categoria è riferita alle parti di territorio interessate da aree seminaturali con significative modificazioni antropiche e da agglomerati od episodi edilizi diffusi o concentrati che presentano aspetti di forte eterogeneità e disorganizzazione inseriti in un contesto nel quale si riconosce un limitato valore ambientale pur in presenza di isolate emergenze di rilievo sotto il profilo paesaggistico.

Lo stato di degrado e di scadente qualità paesaggistica delle aree interessate dalle attività presenti e dagli episodi edilizi, per le quali non sono riconoscibili né caratteri prevalenti, né uno schema organizzativo del territorio sotto il profilo agro-forestale, né elementi qualificanti degli insediamenti dal punto di vista urbanistico ed edilizio, rendono necessarie operazioni di trasformazione e rinnovamento orientate a conseguire il recupero di tali preesistenze attraverso l'eliminazione delle carenze funzionali, anche con l'inserimento di servizi ed attrezzature indispensabili per la qualificazione degli insediamenti e per l'eliminazione delle eterogeneità delle forme insediative, compatibilmente con una corretta definizione paesistico ambientale dell'insieme.

Valutazione degli impatti

Gli impatti sulla componente beni archeologici e architettonici sono stati valutati con riferimento alle attività per la caratterizzazione geofisica di area vasta (attività E) e dell'area di Matzaccara (attività G), che prevedono indagini sismiche a riflessione con l'utilizzo di mezzi Vibroseis, e alle perforazioni per i sondaggi geognostici superficiali e profondi. Tali attività, infatti, sono quelle che, dall'analisi preliminare condotta attraverso la matrice di Leopold, possono determinare potenzialmente impatti sulla componente in esame, per la produzione di fenomeni vibrazionali nel terreno.

Le interferenze dirette con i beni storici e archeologici non vengono considerate in quanto la scelta dei punti di ubicazione delle indagini sismiche e delle aree di potenziale ubicazione per quanto riguarda le perforazioni, è stata fatta tenendo conto di eventuali presenze, che saranno verificate in sito prima dell'avvio delle attività.

Sono pertanto state escluse interferenze con beni identitari, beni paesaggistici ex art. 136-142, ex art. 143, sia di tipo puntuale che di tipo areale (rif. Tavola 3, Par. 0).

In ogni caso, come anticipato, si procederà a:

per le attività di energizzazione verificare le distanze di sicurezza da opere sensibili, secondo la norma di riferimento (DIN Standard 4150), al fine di accertare l'assenza di potenziali danni alle strutture legati al fenomeno delle vibrazioni;

per l'esecuzione di perforazioni, sia superficiali (attività H) che profonde (attività I), nella identificazione dell'ubicazione puntuale dei punti di perforazione, mantenere una idonea distanza di sicurezza da eventuali beni che dovessero risultare da ricognizioni di dettaglio in campo o da eventuali segnalazioni.

In considerazione di ciò sulla componente beni archeologici e architettonici non si prevedono impatti.

Per quanto riguarda la componente paesaggio, è stata considerata la presenza dell'impianto di perforazione ai fini di valutare possibili interferenze in termini di intrusione visiva.

In considerazione delle caratteristiche dell'impianto di perforazione (2.2.5; 2.2.6; Quadro progettuale), della limitata durata delle attività (massimo 6-8 mesi in caso di variabili meteorologiche o tecniche), del fatto che non sarà condotta contemporaneamente più di una perforazione, nonché tenendo conto delle caratteristiche di bassa sensibilità del contesto e del fatto che all'interno delle aree individuate saranno

selezionati punti di ubicazione nelle aree con basse caratteristiche di sensibilità e fruibilità, si ritiene che la presenza dell'impianto nelle aree di cantiere non possa alterare le caratteristiche del paesaggio e pertanto l'impatto sulla componente può essere considerato non significativo.

Conclusioni

La metodologia adottata per la redazione del presente Studio segue le indicazioni della legislazione di settore. Il livello di approfondimento dei singoli aspetti trattati è stato dettato dalla significatività attribuita agli impatti previsti in conseguenza della realizzazione del Progetto.

Lo Studio ha pertanto inizialmente valutato quali caratteristiche del Progetto possano costituire elementi di interferenza sulle diverse componenti ambientali e si è quindi proceduto con l'analisi della qualità delle componenti ambientali interferite e con la valutazione degli impatti, distinguendone la significatività e approfondendo lo studio in base ad essa.

L'analisi della qualità delle componenti ambientali interferite e la valutazione degli impatti sulle medesime è stata effettuata prendendo in considerazione le caratteristiche del territorio nel quale è collocato il Progetto. Sono stati affrontati gli aspetti programmatici e ambientali e descritti con maggior dettaglio possibile le singole attività per fornire tutti gli elementi necessari agli enti preposti per poter esprimere il parere in merito alla assoggettabilità del progetto.

L'analisi degli impatti condotta ha sottolineato come in virtù della durata delle attività e della natura delle indagini previste gli impatti siano trascurabili o mitigabili con accorgimenti progettuali in prevalenza localizzativi, ciò vale ad esempio per le indagini dirette e la definitiva e puntuale ubicazione che potrà essere identificata solo a valle dell'acquisizione del primo set di informazioni.

ALLEGATO A:
sintesi delle attività' in progetto e relative azioni

Tipologia attività	di	Descrizione attività	Attività in sito
Studi e analisi "desktop"		Elaborazione modello geofisico e geologico con dati esistenti	No
		Definizione proprietà fisiche di campioni di roccia attraverso analisi di laboratorio	No campionamento già effettuato
Indagini indirette	A.	Caratterizzazione geologico strutturale	Sopralluogo e rilevamento delle faglie visibili
	B.	Caratterizzazione geochemica	Soil gas survey: campagna di misure secondo maglia regolare area Matzaccarra
	C.	Caratterizzazione idrogeologica	Campionamento acque sotterranee in circa 50 punti costituiti da pozzi esistenti (catasto regionale pozzi irrigui)
	D.	Studio sismicità naturale dell'area	Installazione rete di 10 centraline temporanee fuori terra, nell'area del Sulcis; una centralina della rete (SU06) ricadrà all'interno del limite del permesso di ricerca
	E.	Caratterizzazione geofisica area vasta	Rilievo sismico a riflessione multicanale a terra con Vibroseis Linea 1: 5.965 m Linea 2: 2.940 m Linea 3: 2.180 m TOTALE 11.085 m

Tipologia attività	di	Descrizione attività	Attività in sito
Indagini dirette	F.	Prospezione elettromagnetica con metodo VLF	4 profili elettromagnetici, per un totale di 4000 m di rilievo
	G.	Caratterizzazione geofisica area Matzaccara	Rilievo sismico a riflessione multicanale a terra con Vibroseis Linee trasversali alla faglia di Mazzaccara Totale 7000 m
	H.	Indagini dirette superficiali (200 m da p.c.)	Esecuzione di: 2 sondaggi geognostici verticali (Prof. 200 m da p.c.) 1 sondaggio geognostici deviato (Prof. 200 m da p.c.) prove geofisiche in foro 2 sondaggi attrezzati a piezometro (profondità 50 m da p.c.) 3 sondaggi attrezzati a piezometro (profondità 15 m da p.c.) 1 pozzo a 10 m per monitoraggio geochimico 50 pozzetti di 1 m per sonde di monitoraggio geochimico
	I.	Indagini dirette profonde (1.200-1.500 m da p.c.)	Esecuzione di 3 sondaggi geognostici (Prof. 1200 - 1500 m da p.c.) prove geofisiche in foro

ALLEGATO B: PROVE GEOFISICHE IN FORO: SPECIFICA TECNICA

PROVE GEOFISICHE IN FORO – SPECIFICA TECNICA

Nell'ambito delle attività dirette si prevede allo stato attuale l'esecuzione di attività di indagine in foro che potranno essere costituite dalle seguenti prospezioni:

Profilo sismico verticale VSP

Log geofisici:

Sonic Log

Gamma Ray

Log Elettrici (Potenziale Spontaneo, Resistivity Log, Dual Lateral Log, Microresistivity Log)

Caliper Log

Nuclear Magnetic Resonance Log

Temperature/Tension/Mud Resistivity Log

Si prevede inoltre l'esecuzione di prove di permeabilità per misurare i parametri idrogeologici delle formazioni permeabili, dopo aver tubato il pozzo e isolato la zona di interesse.

Nella presente appendice saranno descritti brevemente per definirne le principali modalità operative.

Vertical seismic profile (VSP)

IL VSP o profilo sismico verticale, è una misura sismica effettuata in pozzo che permette di investigare le proprietà sismiche delle formazioni geologiche, fornendo misure sismiche ad alta risoluzione che consentono di caratterizzare i riflettori attraversati dal pozzo, sotto e attorno al pozzo stesso, di calibrare la sismica di superficie e le misure di *log* da pozzo.

La realizzazione di un rilievo VSP (Fig. 7) prevede la registrazione di energizzazioni eseguite in superficie, con sensori calati a diverse profondità lungo il pozzo (*wireline VSP*).

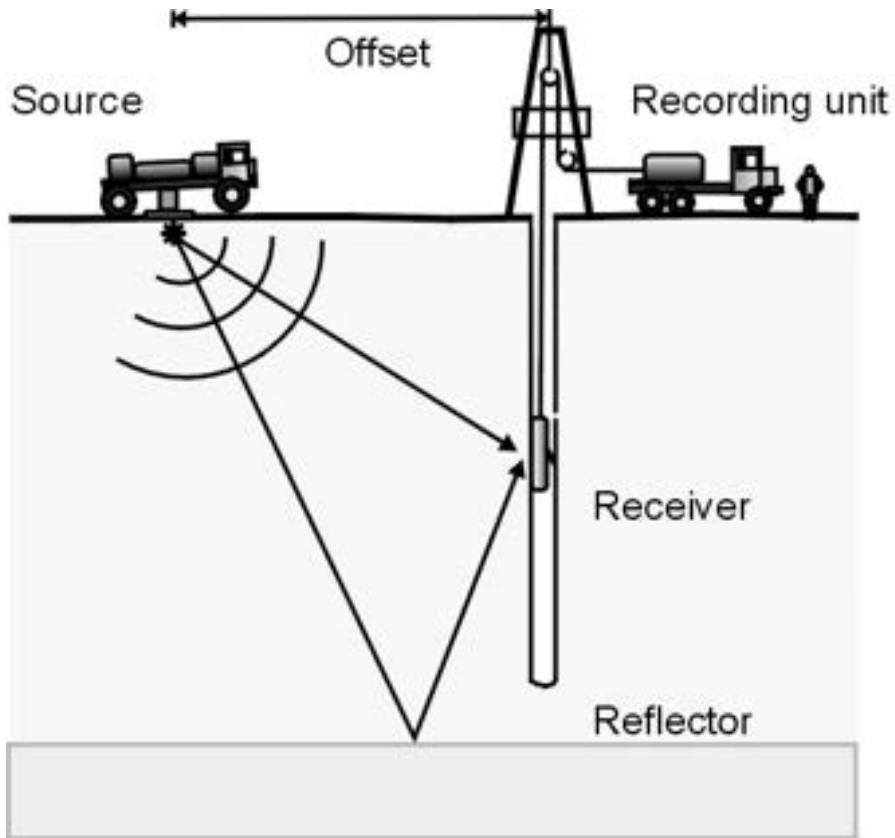


Figura 67 - Sistema di acquisizione VSP

I sensori, solitamente geofoni a 3 componenti, registrano gli eventi sismici diretti che si propagano dalla superficie in profondità (campo *down-going*) e gli eventi sismici riflessi che si propagano verso la superficie (campo *up-going*), generati all'interfaccia tra formazioni geologiche con diversa impedenza acustica. Le energizzazioni vengono fatte vicino al pozzo (VSP *zero-offset* o verticale) oppure a diverse distanze dal pozzo (VSP con *offset*), a seconda delle strutture nel sottosuolo che si intendono studiare.

Il VSP *zero-offset* o verticale misura tipicamente la velocità intervallare delle onde P lungo il tratto di successione geologica perforata dal sondaggio; il VSP con *offset* fornisce tipicamente informazioni anche su onde S e convertite, utili per studiare le proprietà delle rocce, per definire un dettagliato modello di velocità dei litotipi attraversati e per calibrare in profondità il dato sismico a riflessione di superficie (conversione tempi/profondità). Il metodo VSP inoltre, permette di definire la riflettività della successione sedimentaria e valutare l'eventuale presenza di interfacce non stratigrafiche. Il VSP fornisce la migliore visione e l'esatta profondità di ogni riflettore nel tratto di successione perforata, con altissima risoluzione verticale, realizzando un *link* tra *log* di pozzo e sismica (Figure 8 e 9). Esso consente inoltre, di rimuovere efficacemente le riflessioni multiple che spesso complicano l'interpretazione delle sezioni sismiche e può anche essere usato per analizzare le proprietà delle rocce attraverso l'elaborazione dei segnali e lo studio delle onde sismiche.

Per la misura del VSP devono essere valutate le condizioni del foro, che deve esser accessibile, il quale può essere rivestito con *casing* (anche cementato) o scoperto in alcuni casi. Se pianificato all'interno del programma di perforazione, dal punto di vista operativo, il VSP viene tipicamente acquisito a fine pozzo. Prima delle perforazioni, nel caso di zone per le quali sono disponibili scarse informazioni sull'assetto geologico e sulle caratteristiche delle formazioni, possono essere previsti VSP intermedi che consentono di:

- a) ottenere informazioni sulle caratteristiche litologiche delle formazioni non ancora attraversate dalla perforazione;
- b) stimare lo spessore dei livelli da perforare prima di raggiungere l'obiettivo della perforazione identificabile come marker sismico.

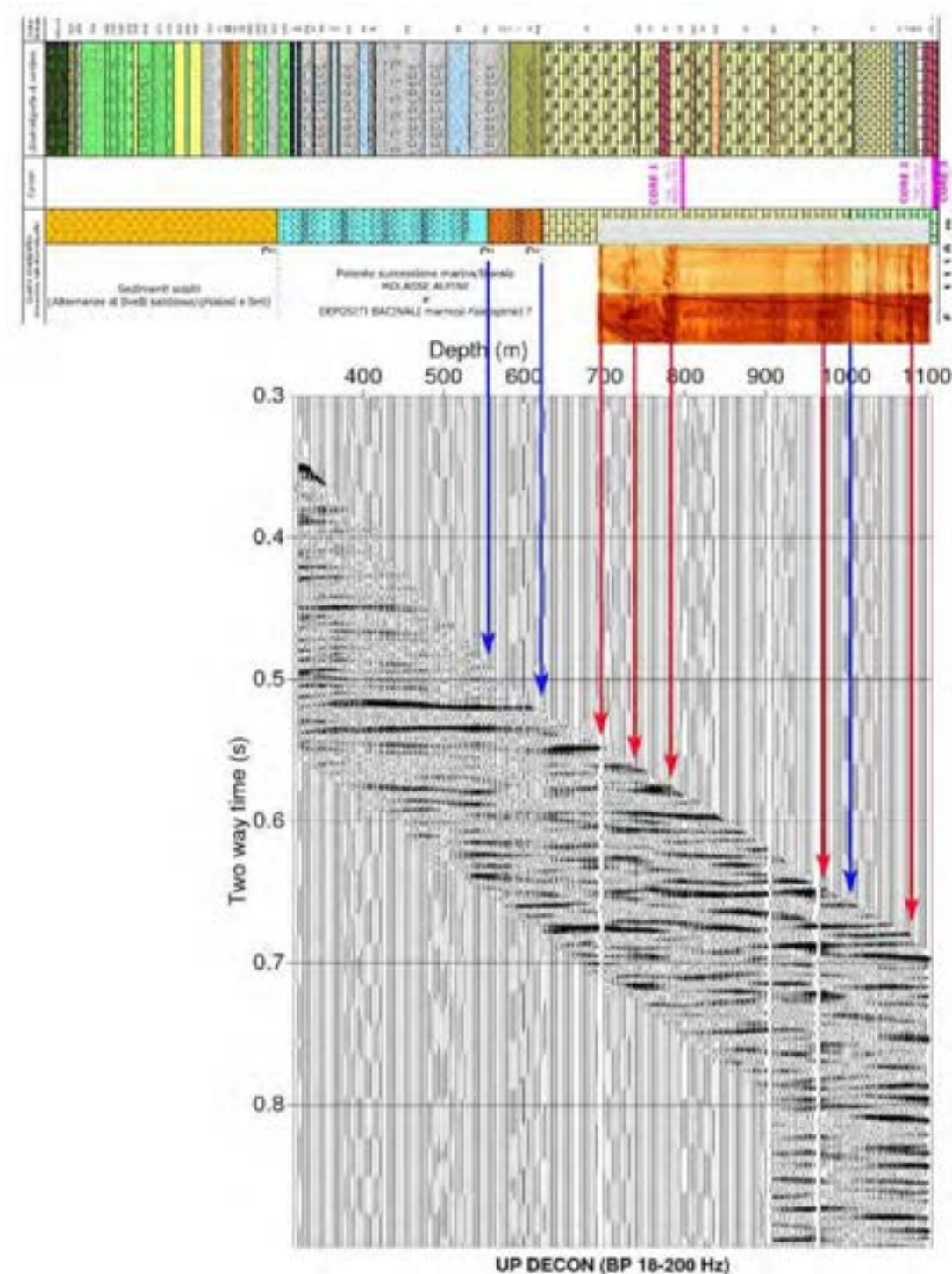


Figura 68 - Esempio di VSP (modificato da Poletto et al., 2013); il campo dei segnali riflessi è espresso in tempi doppi. Il VSP è interpretato e confrontato con i log e i dati di pozzo, rappresentati in profondità sopra il dato VSP

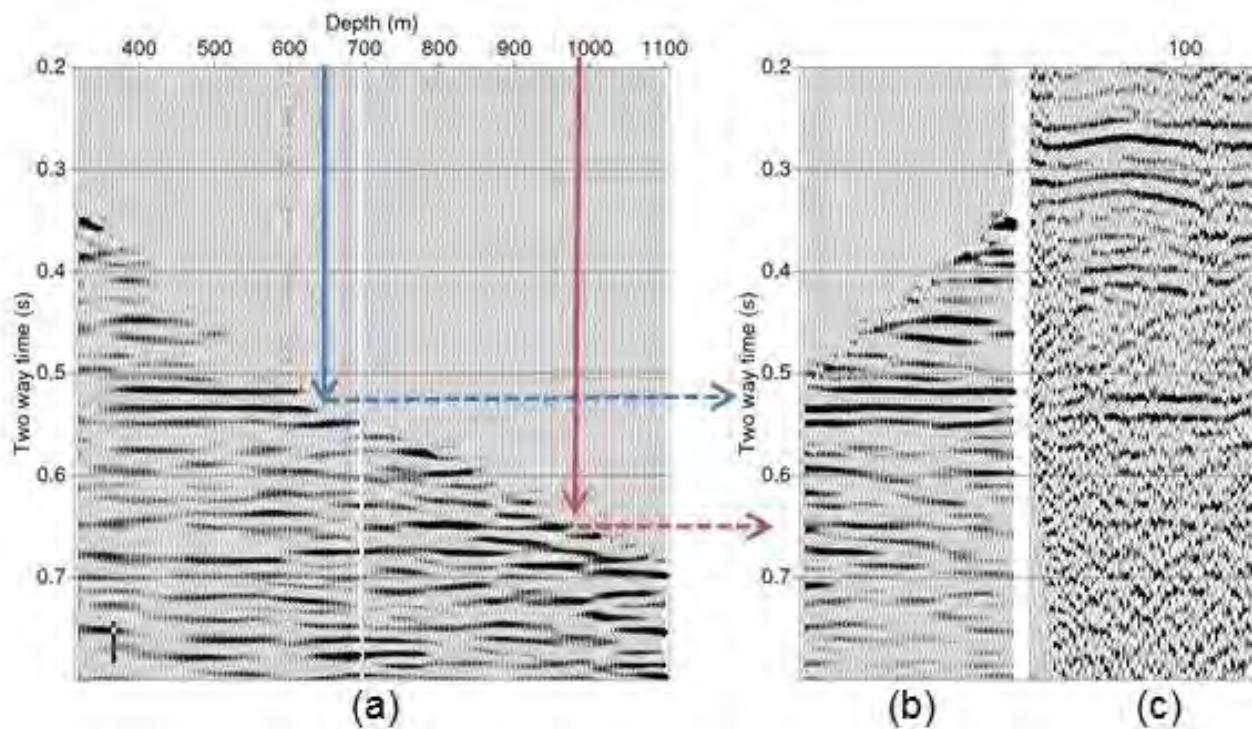


Figura 69 -Esempio di VSP (a e b) interpretato e confrontato con una sezione sismica (c) (modificato da Poletto et al., 2013). Le frecce indicano le corrispondenze tempi-profondità degli eventi misurati in pozzo e nel dato sismico

Log geofisici

Durante la perforazione dei pozzi è possibile effettuare una serie di *log* che permettono di determinare parametri fisici e chimici indispensabili per la caratterizzazione di *reservoir* e *caprock*. Questi parametri vengono misurati mediante strumenti di registrazione, in genere sonde, calate con un cavo (*wireline logs*) o attraverso le aste di perforazione. I *log* sono strumenti di alta qualità che permettono di ottenere dati anche in mancanza di carotaggi diretti. In particolare, essi consentono di ottenere informazioni sulla profondità e sullo spessore degli strati ed anche sulle caratteristiche dei fluidi presenti. I *log* permettono di effettuare un'analisi pressoché continua di una formazione geologica analizzando un volume di roccia che è più grande (circa 1 m all'intorno del pozzo) di quello prelevato da una carota e quindi fornendo dati spesso più rappresentativi delle proprietà medie delle rocce. I *log* consentono di identificare e correlare le formazioni geologiche presenti nel sottosuolo.

I *log* geofisici possono essere effettuati in pozzi di nuova perforazione e/o nei pozzi già esistenti, se il loro stato lo rende possibile.

Di seguito si fornisce una sintesi delle informazioni ricavabili dai principali *log* di pozzo (Fig. 10):

il *Sonic log* e il *Density log* consentono, insieme al VSP descritto nel paragrafo precedente, di effettuare la correlazione tra dati di pozzo e dati sismici mediante la conversione tempi-profondità. In particolare, da essi si ottengono le velocità intervallari, l'impedenza acustica, i coefficienti di riflessione e i sismogrammi sintetici; il *Neutron log*, insieme al *Sonic* e al *Density log*, dà informazioni sulla porosità e sulla litologia delle formazioni attraversate;

il *Gamma Ray log* dà informazioni sulla presenza di argille nella successione attraversata;

i *log* elettrici definiscono in particolare le litologie attraversate dalla perforazione e i tipi di fluidi presenti;

il *Caliper log* misura le variazioni del diametro del pozzo;

il *Temperature/Tension/Mud Resistivity tool* permette di misurare la tensione sul *cable head*, la resistività del fango di perforazione e la temperatura in pozzo;

il *Nuclear Magnetic Resonance log* permette di misurare la porosità e di stimare la permeabilità e le caratteristiche dei fluidi presenti nelle rocce serbatoio.

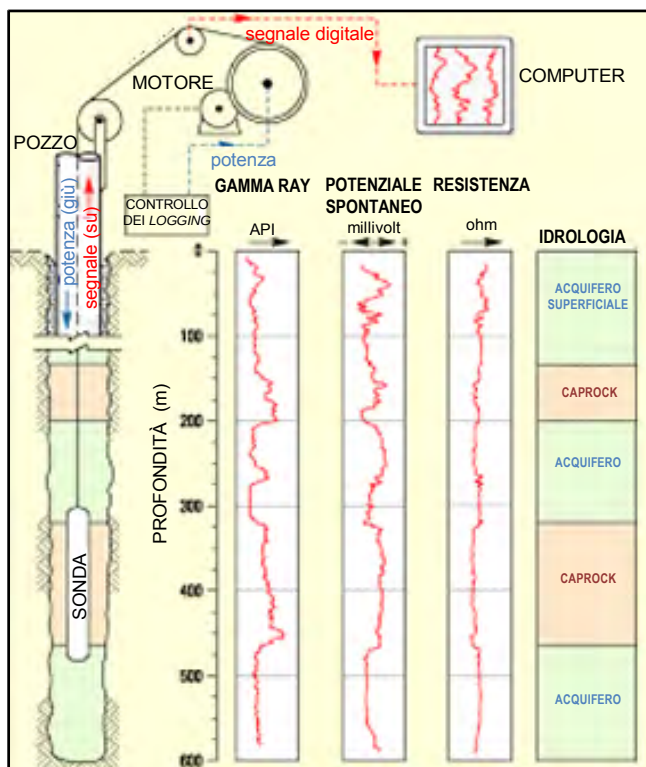


Figura 70 - Schema della strumentazione utilizzata per l'acquisizione di alcuni log geofisici di pozzo e le relative curve misurate (da Olsen, 2003)

Sonic Log (Log acustico)

Il *log* sonico utilizza i parametri della trasmissione del suono nelle formazioni geologiche presenti nel sottosuolo. Una sorgente acustica produce un impulso di pressione che viene trasmesso al fluido presente nel foro e successivamente alle formazioni geologiche. Differenti ricevitori registrano l'arrivo delle differenti tipologie di onde, le quali permettono di calcolare l'inverso della velocità di propagazione delle onde (*slowness*) di compressione (P), di taglio (S) e di Stoneley (St). Lo strumento è utilizzabile all'interno di fori riempiti da fluido. La velocità di propagazione viene generalmente espressa in microsecondi per piede.

Questo *log* permette di valutare (in associazione con *Neutron* e *Density log*) la porosità, di migliorare la correlazione e l'interpretazione dei dati sismici, di identificare zone con pressioni anomale elevate, di avere informazioni sulle litologie attraversate e sul contenuto in argilla, e sull'integrità meccanica (parametri elastici) delle rocce del *reservoir* e di quelle al contorno e, insieme con le informazioni sulla densità, di stimare la permeabilità delle rocce. Questo *log* viene utilizzato anche per la localizzazione di fratture di tipo aperto.

Log elettrici

I *log* elettrici misurano la resistività di una formazione non contaminata dal fango di perforazione e la resistività della zona totalmente spazzata dal fango nelle immediate vicinanze della parete del foro. La resistività, cioè l'attitudine di un materiale ad opporre resistenza al passaggio di corrente elettrica, è un parametro importante per valutare la saturazione in acqua. I *log* di resistività forniscono anche indicazioni sulla litologia e la porosità delle formazioni rocciose attraversate e sulla salinità dei fluidi contenuti nei pori. Lo strumento utilizzato per l'acquisizione di questi *log* funziona sulla base del principio della conducibilità elettrolitica, e può essere usato solamente in fori di sondaggio non rivestiti e riempiti con fluido elettricamente conduttivo. Uno o due elettrodi immettono una corrente elettrica nelle formazioni rocciose, mentre altri due elettrodi misurano la differenza di potenziale. Conoscendo la configurazione degli elettrodi e la corrente immessa è possibile calcolare la resistività delle formazioni rocciose, la quale dipende dalla porosità, dal tipo di fluido e dal contenuto in minerali argillosi.

I *log* elettrici si dividono in due gruppi:

Macrodispositivi distinti in induttivi (Resistività e Potenziale Spontaneo) e a corrente focalizzata (*Dual Lateral Log*);

Microdispositivi (*Microresistivity log*).

I primi, che sono i più importanti, misurano la resistività vera della roccia lontano dalle pareti del foro e dall'influenza del fango di perforazione. I secondi registrano la resistività della roccia nelle immediate vicinanze del foro, nella zona interamente spazzata dal fango. Insieme alle curve di resistività, si registra anche una curva litologica (la curva del potenziale spontaneo), che differenzia gli strati permeabili da quelli impermeabili.

Resistivity Log

L'interpretazione del *log* di resistività si basa sul concetto che le rocce "secche" si comportano da isolanti, e che quindi ogni valore di resistività in un pozzo è legato alla quantità e al tipo di fluido presente nelle formazioni geologiche ed alla struttura geometrica dei pori in cui scorre. Ogni roccia è caratterizzata, al passaggio della corrente elettrica, da valori di resistività (misurata in ohm per metro) che sono funzione della sua costituzione litologica, della sua granulometria e dei fluidi che essa contiene.

Il *log* di resistività permette inoltre una valutazione della permeabilità: a bassi valori di resistività corrispondono bassi valori di permeabilità (ad es. 100 Ω m nelle argille). Si è visto che una formazione rocciosa priva di fratturazione ha un'elevata resistività e una bassa permeabilità, mentre una con fratture aperte ha un'elevata permeabilità e bassa resistività, in quanto l'acqua interstiziale è un buon conduttore e fluisce facilmente nelle fratture. Una formazione rocciosa con fratture riempite di argilla ha bassa resistività e bassa permeabilità perché l'argilla impedisce all'acqua interstiziale di fluire.

Infine, informazioni sulla natura dei fluidi presenti si rivelano particolarmente accurate in strati costituiti da sabbie pulite. Infatti, questi strati, quando sono imbevuti di acqua dolce, hanno valori di resistività molto elevati rispetto ai valori che hanno quando contengono acque salmastre o salate.

In sintesi, il *log* di resistività consente di definire la litologia delle formazioni rocciose e di valutarne qualitativamente la permeabilità e la natura dei fluidi contenuti.

Potenziale spontaneo (PS)

Quando esistono concentrazioni saline (ioniche) diverse tra l'acqua di strato e il fango di perforazione, si crea naturalmente una differenza di potenziale. Questo fenomeno è definito Potenziale Spontaneo (PS). Le forze elettromotrici che lo generano sono originate dallo scambio ionico fra acqua di strato e fango di perforazione. La misura del PS nei pozzi, solamente in fori non rivestiti, viene effettuata per mezzo di due elettrodi di cui uno è in superficie, mentre l'altro, calato in pozzo, viene fatto risalire lentamente mediante un argano. La misura avviene in modo continuo, dal fondo verso la superficie, ed i valori del PS, espressi in millivolt, costituiscono la cosiddetta "curva del PS". In corrispondenza degli strati di argilla, tale curva tende ad avere un andamento rettilineo denominato "linea di base delle argille". In corrispondenza degli strati sabbiosi la curva del PS presenta invece delle escursioni, rispetto alla linea delle argille, i cui massimi tendono a disporsi su una linea detta "linea delle sabbie". Le escursioni della curva del PS sono a sinistra rispetto alla linea delle argille quando le acque di strato sono più salate del fango di perforazione, mentre sono a destra quando tali acque sono meno salate di esso. Se le sabbie non sono pulite, ma contengono una certa quantità di argilla, questa attenua l'entità dell'escursione della curva del PS. Tale curva viene in pratica utilizzata per riconoscere e delimitare con precisione gli strati argillosi impermeabili, per acquisire indicazioni qualitative sull'argillosità e quindi sulla permeabilità delle rocce e per determinare i valori di resistività delle acque di strato, dai quali è possibile ottenere informazioni sulla salinità.

Nel caso di rocce carbonatiche, quali calcari e dolomie, la curva del PS è molto influenzata dalla resistività propria di tali rocce per cui è impossibile ricavare soltanto da essa indicazioni attendibili sulla salinità delle acque di strato.

Dual Lateral log (DLL)

Il *dual lateral log* misura simultaneamente la resistività di una formazione rocciosa a due diverse profondità. Questo *log* deve essere utilizzato, rispetto a quelli ad induzione, in pozzi che attraversano formazioni ad elevata resistività ($>100 \Omega \text{ m}$) e/o nei quali vengono utilizzati fanghi di perforazione saturi in sale e quindi con una conducibilità maggiore delle acque di formazione.

Gli strumenti utilizzati sono costituiti da coppie di elettrodi, mantenuti allo stesso potenziale, che impediscono alla corrente inviata da un elettrodo centrale di “andare in tutte le direzioni”. La corrente entrerà così nella formazione “come un fascio di luce” riducendo notevolmente l’effetto del foro e fornendo un ottimo dettaglio degli spessori degli strati (fino a circa 60 cm) e un valore della resistività molto accurato. Questo *log* può anche dare indicazioni qualitative sulla permeabilità.

Infine, i dati derivanti dal DLL vengono utilizzati per stimare la porosità per fratturazione in rocce carbonatiche (Shi et al., 2004).

Microresistivity log (HIDP)

I dispositivi di microresistività sono usati per misurare la resistività di una formazione nelle immediate vicinanze delle pareti del pozzo e per la loro abilità nell’individuare la presenza di sottili livelli permeabili. Essi si basano sullo stesso principio del DLL e sono anch’essi dispositivi a corrente focalizzata, ma si differenziano da quest’ultimo per il minore raggio d’investigazione.

Caliper log

Questo *log* fornisce una misura continua in profondità della dimensione e della forma di un foro e viene utilizzato comunemente durante la perforazione di un pozzo. Lo strumento *Caliper* misura le variazioni del diametro del foro mentre lo si fa risalire dal fondo del pozzo. Le misure che vengono registrate possono essere un importante indicatore della presenza di vuoti o di rigonfiamenti nel pozzo che possono influenzare i risultati di altri *log*. Inoltre, associato ad altri tipi di *log* può fornire ottime indicazioni riguardo la litologia, lo stato di fratturazione (regime di *stress in situ*) e la presenza di vuoti ed è fondamentale per il calcolo dei volumi necessari per la cementazione dei fori di sondaggio.

Per la misura del diametro del foro si utilizza in genere un calibro meccanico a quattro braccia mentre un calibro digitale viene usato solamente in fori riempiti da fluido.

Temperature/Tension/Mud Resistivity (TTRm)

Questo strumento meccanico ed elettrico misura la tensione sul *cable head*, la resistività del fango di perforazione e la temperatura del pozzo. Questi dati sono usati per il miglioramento delle analisi di altri *log* e per il controllo di qualità/sicurezza delle attività di *logging*. In particolare, può essere applicato per la localizzazione di zone con perdita di circolazione, per la determinazione del gradiente geotermico e per la correzioni di temperatura di altri *log*.

Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

La NMR comprende *log* di tipo elettromagnetico che misurano in modo continuo lungo tutto il pozzo, l’ampiezza del momento magnetico indotto di nuclei di H (protoni) contenuti soprattutto nei fluidi posti all’interno dello spazio poroso delle formazioni attraversate fornendo una registrazione.

La NMR risponde efficacemente alle variazioni di volume, composizione, viscosità e distribuzione di questi fluidi (olio, gas e acqua). La NMR fornisce informazioni sulle quantità di fluidi presenti, sulle loro proprietà (ad es. salinità) e sulle dimensioni e distribuzione dei pori contenenti tali fluidi. Da queste informazioni è possibile dedurre o stimare il volume (porosità) e la distribuzione (permeabilità) degli spazi di poro delle rocce, la composizione delle rocce (litologia, struttura), il tipo e la quantità di fluido presente. I *log* NMR costituiscono il servizio di *logging* più complesso introdotto fino ad oggi e richiedono una attenta pianificazione per garantire un’acquisizione ottimale di dati.

L’ampiezza del segnale NMR è proporzionale alla quantità di nuclei di idrogeno presenti in una formazione e può essere tarata per fornire un valore di porosità che non è influenzato dalla litologia. Inoltre, dall’analisi

del tasso di decadimento dell'ampiezza del segnale NMR si possono ottenere informazioni sulla permeabilità della formazione.

Prove di permeabilità

La misura sperimentale della permeabilità di una roccia può essere effettuata sia in laboratorio su campioni prelevati in pozzo o su analoghi naturali, sia *in situ*. Inoltre, stime della permeabilità possono essere effettuate con i *log* di pozzo che comunque hanno un raggio di influenza di circa 1 m all'intorno del foro di perforazione.

Le misure *in situ* risultano generalmente più significative e quindi preferibili, essendo la permeabilità fortemente influenzata anche dai caratteri macrostrutturali di una formazione geologica. Per le prove in laboratorio la difficoltà maggiore è quella di ottenere un campione il più possibile indisturbato.

Per quanto riguarda le prove *in situ* non risultano controllabili le condizioni al contorno e queste necessitano di un modello semplificativo che non sempre rispecchia la condizione reale. In laboratorio si eseguono prove a carico costante per campioni ad alta permeabilità, e prove a carico variabile per campioni a bassa permeabilità. È inoltre possibile effettuare in pozzo prove di pompaggio ed anche prove a carico variabile e costante utilizzando una presa piezometrica.

ALLEGATO C:
ALLEGATO FOTOGRAFICO



Figura 71 - Localizzazione attività di caratterizzazione geofisica e macroarea indagini dirette superficiali (attività G; H)



Foto 1



Foto 2

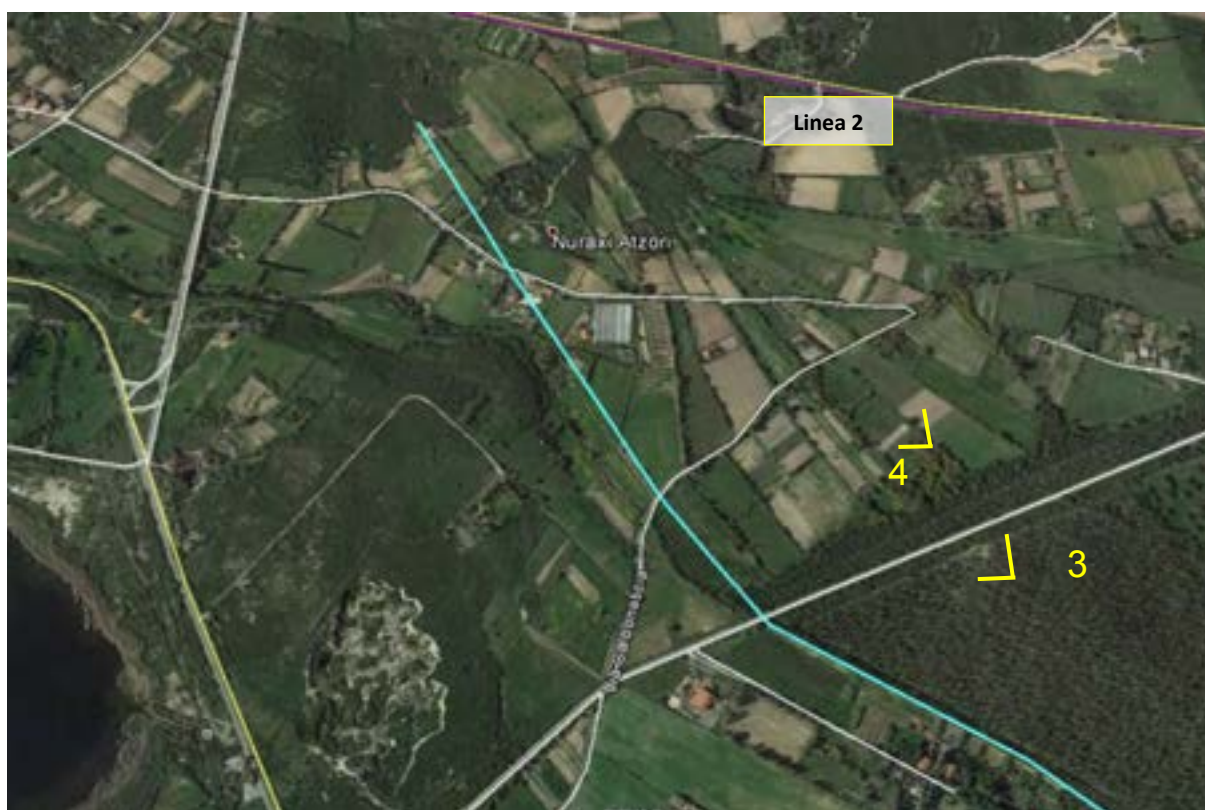


Figura 72 - Localizzazione attività di caratterizzazione geofisica di area vasta (attività E); Linea 2



Foto 3



Foto 4



Figura 73- Localizzazione attività di caratterizzazione geofisica di area vasta (attività E); Linea 1 tratto limitrofo ad area a macchia secondo PPR



Foto 5



Foto 6

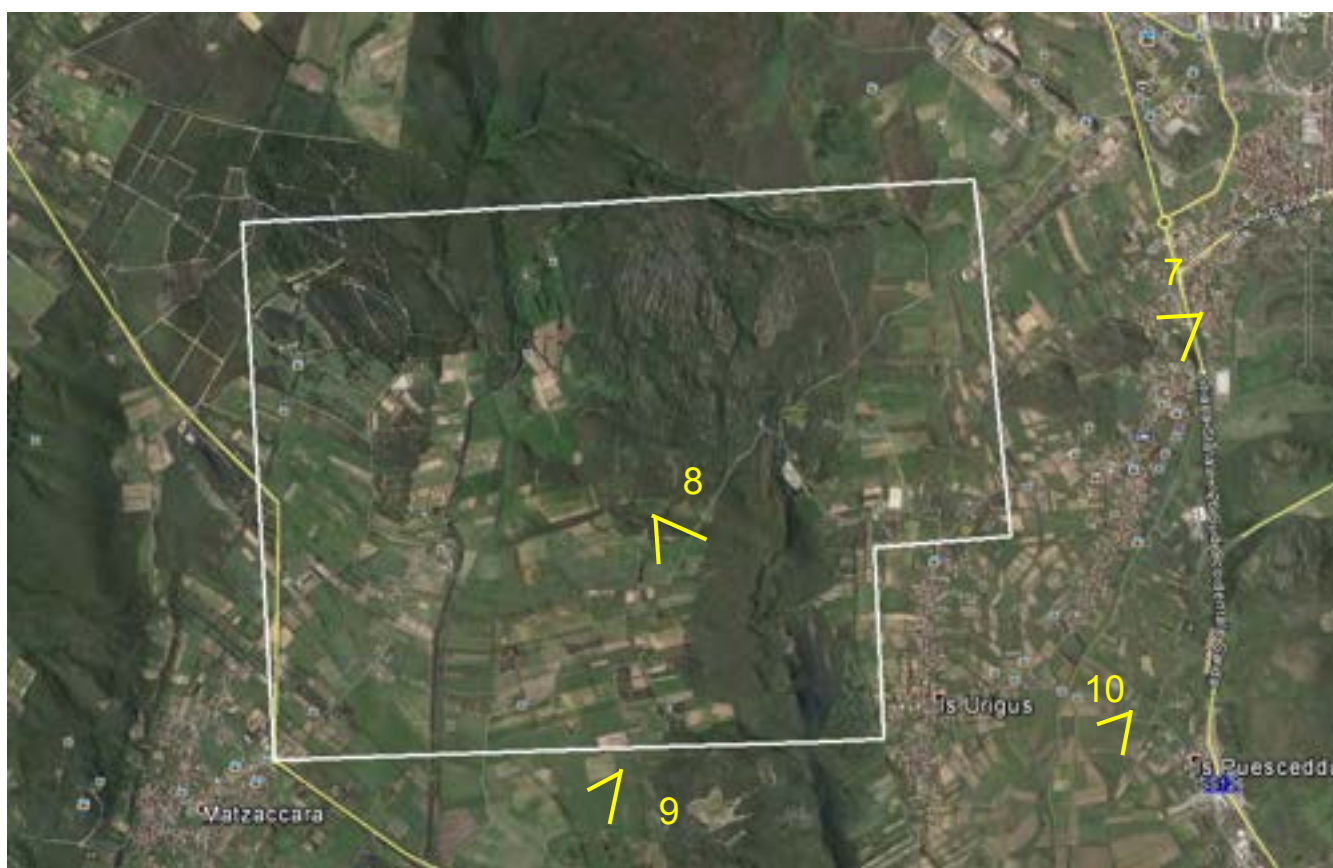


Figura 74 – Localizzazione macroarea individuata per le indagini dirette profonde (attività I)



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10

CARTOGRAFIA

Indice della cartografia allegata allo studio:

Codice	Nome	Scala
Tavola 1A	Carta di inquadramento del progetto su ortofoto – Indagini B,C, D, E	1: 15.000
Tavola 1B	Carta di inquadramento del progetto su ortofoto – Indagini F,G, H, I	1: 15.000
Tavola 2A	Pianificazione regionale – PPR Assetto ambientale – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 2B	Pianificazione regionale – PPR Assetto ambientale – Indagini F,G, H, I	1: 10.000
Tavola 3A	Pianificazione regionale – PPR Assetto storico culturale – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 3B	Pianificazione regionale – PPR Assetto storico culturale – Indagini F,G, H, I	1: 10.000
Tavola 4A	Pianificazione regionale – Assetto insediativo – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 4B	Pianificazione regionale – Assetto insediativo – Indagini F,G, H, I	1: 10.000
Tavola 5A	Carta della pianificazione comunale: Piano Regolatore Generale San Giovanni Suergiu – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 5B	Carta della pianificazione comunale: PRG San Giovanni Suergiu – Indagini F,G, H, I	1: 10.000
Tavola 6A	Carta della pianificazione comunale: PUC Carbonia – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 6B	Carta della pianificazione comunale: PUC Carbonia – Indagini F,G, H, I	1: 10.000
Tavola 7A	Carta della pianificazione comunale: PUC Portoscuso – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 8A	Carta delle aree protette – Indagini B,C, D, E	1: 15.000
Tavola 8B	Carta delle aree protette – Indagini F,G, H, I	1: 15.000
Tavola 9A	Carta geologica – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 9B	Carta geologica – Indagini F,G, H, I	1: 10.000
Tavola 10A	Carta della vegetazione – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 10B	Carta della vegetazione – Indagini F,G, H, I	1: 10.000
Tavola 11A	Carta di uso del suolo – Indagini B,C, D, E	1: 10.000
Tavola 11B	Carta di uso del suolo – Indagini F,G, H, I	1: 10.000