



Ricerca di Sistema elettrico

Studio preliminare ambientale: perforazioni superficiali

A. Plaisant, D. Multineddu
Ciccarelli, Valentini, Curatolo, Palombo



STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE: PERFORAZIONI SUPERFICIALI

A. Plaisant, D. Multineddu (Sotacarbo S.p.A.)
Ciccarelli, Valentini, Curatolo, Palombo (Golder SpA)

Settembre 2017

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2016

Progetto: *Tecnologie e metodologie low carbon e Edifici a energia quasi zero (nZEB)* - CUP: I12F16000180001

Obiettivo: Parte A – Tecnologie per l'impiantistica energetica 'low carbon'

Tema B: Monitoraggio e confinamento geologico della CO₂

Task 1: Studio preliminare ambientale perforazioni superficiali

Responsabile del Progetto: dott.ssa Franca Rita Picchia ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "*Tecnologie e metodologie low carbon e Edifici a energia quasi zero (nZEB)*"

Responsabile scientifico ENEA: ing. Paolo Deiana

Responsabile scientifico SOTACARBO: ing. Enrico Maggio

Indice

SOMMARIO	4
1 INTRODUZIONE	5
1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI	6
2 ALLEGATI.....	8

Sommario

Questo lavoro si inserisce nell'ambito dell'Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico, Piano Annuale di Realizzazione 2016, relativamente al tema di ricerca PARTE A Titolo B: Monitoraggio e confinamento geologico della CO₂, Task.1 "Studio preliminare ambientale perforazioni superficiali".

Le attività realizzate sino ad oggi nel sito nel Sulcis hanno permesso di individuare un'area dove poter realizzare delle sperimentazioni legate all'iniezione di piccole quantità di CO₂ in sottosuolo.

L'attività in esame prevede la prosecuzione delle attività sviluppate sino ad ora. Nello specifico la predisposizione della documentazione che è stata presentata alla Regione Autonoma della Sardegna per l'ottenimento delle autorizzazioni per completare la caratterizzazione dell'area e per poter effettuare la sperimentazione di iniezione della CO₂ in sottosuolo, finalizzata allo sviluppo di sistemi di monitoraggio e controllo.

Introduzione

Per poter portare avanti le attività di ricerca e caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca mineraria per combustibili solidi e acque termali denominato "Monte Ulmus", detenuto da Sotacarbo, è necessario ottenere il nulla osta dell'Assessorato regionale Ambiente sui possibili impatti indotti dalle attività.

Il presente documento costituisce lo Studio preliminare ambientale, parte della documentazione presentata in Regione per la valutazione del progetto di ricerca.

Lo Studio fornisce dati progettuali e ambientali sufficienti per la verifica della eventuale compatibilità ambientale dell'intervento proposto, senza attività di mitigazione o se al contrario si ravvisi la 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.

Le attività sottoposte a valutazione prevedono indagini geognostiche mediante la realizzazione di pozzi esplorativi superficiali e lo sviluppo di sistemi di monitoraggio e controllo della risalita della CO₂ iniettata nel sottosuolo attraverso microiniezioni controllate in pozzo.

Il progetto di caratterizzazione e ricerca insiste su una porzione ristretta dell'area del permesso di ricerca citato, in località Matzaccara nel comune di San Giovanni Suergiu.

Costituisce il completamento e l'evoluzione di una prima fase di indagine già conclusa, effettuata a scopo di caratterizzazione geologica del settore nord-ovest del permesso di ricerca. La fase di indagine, costituita da indagini geognostiche indirette, ha avuto iter distinto di verifica di assoggettabilità regionale e si è conclusa con un parere di esclusione dalla VIA (Delibera di Giunta Regionale n° 62/5 del 9/12/2015).

Si prevede di realizzare due perforazioni esplorative superficiali (250 m) che completeranno la caratterizzazione geologica dell'area. I pozzi esplorativi sono stati progettati sulla base dei risultati ottenuti dalla prima fase conoscitiva già realizzata e saranno successivamente utilizzati per una sperimentazione di migrazione della CO₂ attraverso le rocce. Verranno immesse nel sottosuolo piccole quantità di CO₂ tramite microiniezioni per testare i sistemi di monitoraggio geochimico e geofisico che ne consentono la rilevazione. La sperimentazione consentirà di aumentare il grado di accuratezza dei sistemi di rivelamento delle fughe di CO₂ che sono fra i problemi principali da affrontare nella progettazione di un sistema di stoccaggio di CO₂ a livello commerciale.

1 Descrizione delle attività svolte e risultati

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.

Sono stati utilizzati i dati progettuali del programma di indagini definito da Sotacarbo, i dati bibliografici esistenti a livello regionale per delineare le caratteristiche generali dell'area in esame e informazioni derivanti da indagini effettuate per la definizione dello stato ambientale del sito.

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.



Figura 1: Area del permesso di ricerca Monte Ulmus su ortofoto, con indicazione dei limiti comunali e dell'area di progetto

Il progetto riguarda le attività di caratterizzazione del sito all'interno del Permesso di ricerca Monte Ulmus attraverso la realizzazione di due pozzi esplorativi superficiali e la successiva esecuzione di attività di ricerca. L'esperimento consisterà nella simulazione di perdita di gas da un sito di superficie limitata, mediante iniezioni di piccole quantità di CO₂ da un pozzo a profondità pari a circa 250 metri. Il progetto in esame, si configura quindi come un laboratorio di ricerca sul campo e prende il nome di "Laboratorio della Faglia del Sulcis" (SFL).

Le strumentazioni e gli esperimenti permetteranno di comprendere meglio lungo quali strutture il gas migri di preferenza (tramite osservazioni dirette e modellazione fluidodinamica associata) fornendo preziose indicazioni sul comportamento delle strutture geologiche interessate da iniezione di CO₂, e in questo aspetto, soddisfacendo alle esigenze di caratterizzazione dell'area del permesso.

Il successivo rilascio del gas in superficie permetterà di migliorare le tecnologie di monitoraggio attraverso la sperimentazione di nuove tecniche. Lo sviluppo di tecniche affidabili di monitoraggio geochimico e geofisico sono alla base delle attività di stoccaggio, in quanto ne garantiscono l'efficienza e la sicurezza. Questo aspetto verrà eseguito da Sotacarbo e dagli altri enti partecipanti alla ricerca nell'ambito del progetto ENOS. In particolare, il monitoraggio geochimico e la modellazione geologica e geomeccanica saranno a cura dell'Università La Sapienza di Roma mentre il monitoraggio geofisico sarà a cura di OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale) di Trieste. La progettazione delle attività di sperimentazione e delle infrastrutture necessarie sono sviluppate da Sotacarbo.

Il programma di lavori prevede la perforazione di un pozzo verticale e di uno deviato ad una profondità di 250 m, profondità alla quale intercetteranno il piccolo sistema di faglie individuato negli studi precedenti. Tali pozzi saranno utilizzati per l'esecuzione di test in sito (micro iniezioni di CO₂) e come pozzi di osservazione e registrazione di dati geologici o idrogeologici.

Durante l'esperimento saranno quindi studiate le migrazioni del gas nel sottosuolo a seguito dell'iniezione controllata dalla superficie nel pozzo inclinato.

Son previste attività di perforazione –due pozzi a 250m e 7 pozzetti da 10 m da allestire con piezometri per la valutazione della falda; attività di installazione di sonde multiparametriche di monitoraggio geochimico; installazione del sistema di iniezione e controllo della CO₂.

Le attività di monitoraggio saranno condotte prima, durante e dopo la fine dell'esperimento e comprenderanno: monitoraggio: idrogeologico geofisico in superficie e in pozzo, geochimico di superficie e sulla sismicità naturale e indotta.

2 Allegati



PROGETTO DI PROSEGUIMENTO DELLE ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA "MONTE ULMUS" E ATTIVITÀ SPERIMENTALE COLLEGATA

Studio preliminare ambientale per la verifica di assoggettabilità a VIA

Destinatario:Destinatario:

Servizio SAVI
Settore Valutazioni Ambientali
Assessorato regionale Difesa dell'Ambiente
Via Roma 80
09122 CAGLIARI



Redatto	Verificato	Approvato
Golder A.: Dott. Geol. L. Ciccarelli Ing. S. Valentini	Golder A.: Ing. F. Palombo	Golder A.: Ing. P. Curatolo
Sotacarbo SpA: Ing. D. Multineddu	Sotacarbo SpA: Dott. Geol. A. Plaisant	Sotacarbo SpA: Ing. E. Maggio

Numero Relazione 1667898/R2384

Distribuzione:

- 1 copia elettronica Sotacarbo SpA
- 1 copia elettronica Golder Associates
- 1 copia Servizio SAVI Regione Sardegna



SOTACARBO
SOCIETÀ TECNOLOGIE AVANZATE LOW CARBON S.P.A.

IL PRESIDENTE

Alessandro Lanza





Indice

Contents

1.0	PREMESSA	1
2.0	ITER AUTORIZZATIVO	1
2.1	Inquadramento territoriale del Sito	3
2.2	Caratteristiche generali del Progetto di Ricerca	4
2.3	Scopo e contenuti dello studio	4
2.4	Metodologia generale dello studio	5
2.5	Gruppo di lavoro	5
3.0	QUADRO PROGRAMMATICO	7
3.1	Normativa e Pianificazione in materia energetica e di attività minerarie	7
3.1.1	Normativa del settore minerario	7
3.1.2	La Strategia Energetica Nazionale (SEN)	7
3.1.3	Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (PEARS)	9
3.2	Pianificazione territoriale	11
3.2.1	Vincoli e tutele, il codice dei beni culturali e del paesaggio (DLgs 42/04 e smi)	11
3.2.2	Pianificazione regionale	16
3.2.3	Pianificazione provinciale	30
3.2.4	Pianificazione comunale	32
3.3	Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA	33
3.4	Coerenza del Progetto con la pianificazione territoriale	35
4.0	QUADRO PROGETTUALE	36
4.1	Motivazioni dell'intervento	36
4.2	Aspetti generali in merito all'esperienza	36
4.3	Localizzazione dell'area di progetto	37
4.4	Descrizione delle attività di progetto	39
4.4.1	Perforazioni in progetto	41
4.4.2	Attività di monitoraggio e strutture connesse	45
4.4.3	Esecuzione del test di iniezione CO ₂	48
4.4.1	Sicurezza della prova di iniezione	49
4.5	Programma delle attività	50



5.0	QUADRO AMBIENTALE	51
5.1	Metodologia di analisi ambientale applicata	51
5.1.1	Analisi preliminare dei potenziali impatti	51
5.1.2	Valutazione degli impatti	51
5.2	Verifica preliminare dei potenziali impatti del Progetto	53
5.3	Valutazione degli impatti del Progetto	58
5.3.1	Atmosfera	59
5.3.2	Ambiente idrico superficiale	72
5.3.3	Ambiente idrico sotterraneo	74
5.3.4	Suolo e sottosuolo	76
5.3.5	Vegetazione, fauna ed ecosistemi	83
5.3.6	Salute pubblica e sistema antropico	94
5.3.7	Rumore e vibrazioni	102
5.3.8	Paesaggio e patrimonio storico e artistico	107
6.0	SINTESI DELLO STUDIO	113

TABELLE

Tabella 1:	Analisi del PPR in relazione all'area di progetto	18
Tabella 2:	Superfici occupate dagli elementi del sistema ambientale	19
Tabella 3:	Superfici occupate dagli elementi del sistema storico culturale	20
Tabella 5:	Tabella di valutazione per singolo fattore di impatto identificato	58
Tabella 6:	Suddivisione del vento per direzione di provenienza	68
Tabella 7:	Suddivisione del vento per intensità	69
Tabella 8:	Valori del vento rilevati nelle stazioni di Carloforte e Capo Frasca	70
Tabella 9:	Valutazione degli impatti sulla componente atmosfera	72
Tabella 10:	Valutazione degli impatti sulla componente acque sotterranee	76
Tabella 11:	Eventi avvenuti dall'aprile 2004 ad oggi nella parte meridionale della Sardegna	81
Tabella 12:	Valutazione degli impatti sulle componenti suolo e sottosuolo	82
Tabella 13:	Tipologie di vegetazione interessate dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette	86
Tabella 14:	Classificazione del territorio comunale art.1 – DPCM 14/11/97	103
Tabella 15:	Valori limite definiti dal DPCM 14/11/97	104

FIGURE

Figura 1	–Ubicazione dell'area di progetto	3
----------	-----------------------------------	---



Figura 2: 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/	12
Figura 3: Aree tutelate per legge (Art. 142 del D.Lgs. 42/2004 e smi o ex L. 481/85; fonte: http://sitap.beniculturali.it/	12
Figura 4: Elementi dell'assetto ambientale a valenza naturale del PPR con indicazione dell'area di progetto; fonte dati Geoportale Regione Sardegna, elaborazione Golder.....	20
Figura 5: Stralcio della Carta delle aree a rischio idraulico e geomorfologico con indicazione dell'area di interesse in giallo; fonte Geoportale Regione Sardegna.....	22
Figura 6: Unità Idrografiche Omogenee della Sardegna	24
Figura 7: Unità Idrografica omogenea Palmas	25
Figura 9: Distretti individuati da PFAR (in rosso il distretto che comprende l'area di intervento).....	29
Figura 10: Tavola delle aree protette e della Rete Natura 2000 – Tavola 4 allegata al documento (in arancio il settore che comprende l'area di intervento)	34
Figura 11: Area del permesso di ricerca Monte Ulmus su ortofoto, con indicazione dei limiti comunali della località di Matzaccara e dell'area di progetto.....	38
Figura 12: Disegno schematico dell'area di progetto in pianta (a) e in sezione (b)	41
Figura 13: Esempio di impianto oleodinamico.....	43
Figura 14: Ingombro tipo dell'area di cantiere delle perforazioni	43
Figura 15: Trivella manuale.....	47
Figura 17: Esempio di riflettore artificiale	48
Figura 18: Struttura contenitiva delle bombole di CO ₂	48
Figura 19: Schema di impianto di connessione tra bombola di CO ₂ e testa pozzo.....	49
Figura 20: Matrice di Leopold per l'analisi preliminare degli impatti	57
Figura 21: Zonizzazione territorio regionale per il monitoraggio della qualità dell'aria.....	61
Figura 22: Limiti e soglie di legge per il controllo della qualità dell'aria	62
Figura 23: Stazioni di misura nell'area di Portoscuso.....	63
Figura 24: Stazioni di misura nell'area di Sant'Antioco.....	63
Figura 25: Stazioni di misura nell'area di Carbonia	64
Figura 26: Stazioni di misura nell'area di Iglesias.....	64
Figura 27: Riepilogo dei superamenti rilevati nell'area di Portoscuso	65
Figura 28: Riepilogo dei superamenti rilevati nell'area del Sulcis-Iglesiente	65
Figura 29: Valore medio annuale della temperatura massima	66
Figura 30: Numero medio annuale dei giorni con valori di temperatura massima superiore ai 35 °C	66
Figura 31: Valore medio annuale della temperatura minima.....	67
Figura 32: Numero medio annuale dei giorni con valori di temperatura minima inferiore a 0 °C.....	67
Figura 33: Valore medio annuale delle precipitazioni.....	68
Figura 34: Numero medio annuale di giorni piovosi	68
Figura 35: Ubicazione delle stazioni meteorologiche riconosciute dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale	70
Figura 36 – Superficie piezometrica della falda superficiale nei sedimenti olocenici; fonte Sotacarbo SpA.....	75



Figura 37 – Uso del suolo nell’area di studio; fonte: http://www.sardegnageoportale.it/webgis	77
Figura 38 – Uso del suolo nell’area di progetto; fonte dati Regione Sardegna.....	78
Figura 39 - Cartografia geologica dell’area del Bacino Carbonifero del Sulcis; (Sotacarbo, Università di Cagliari)	80
Figura 40: Mappa della sismicità strumentale dal catalogo ISIDE dell’INGV.....	81
Figura 41: Stralcio dalla carta della vegetazione della regione Sardegna; fonte portale cartografico regionale.....	84
Figura 42: Carta delle serie di vegetazione; fonte Tav. 3 Da Scheda distretto Isole Sulcitane disponibile sul sito della regione Sardegna	86
Figura 43: Grafico di distribuzione degli habitat nell’area di progetto; fonte dati Ispra, Carta della natura	87
Figura 44: - Stralcio dalla Rete ecologica provinciale; fonte piano urbanistico provinciale ex Carbonia Iglesias (PUP)	90
Figura 45: - Scheda area IBA; fonte http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2825	92
Figura 46: - Effetto sulla vegetazione erbacea nei pressi di Latera, la zona centrale del vent ha un diametro di circa 2 metri.	93
Figura 47: Ampiezza demografica dei comuni in Sardegna (dati 2011)	96
Figura 47: Asse viario principale dell’area di progetto	99
Figura 48: Insediamenti produttivi in loc. Guardia Craboni e Campu Frassoi (in viola, da PUP-PTC Carbonia Iglesias).....	100
Figura 49: Stato di adozione Piani di zonizzazione acustica nei comuni della Sardegna (fonte: www.sardegnaambiente.it).....	105



ALLEGATO A - DOCUMENTAZIONE INERENTE L'ITER ISTRUTTORIO

- Data 15/02/2017; mittente Sotacarbo SpA, destinatario Servizio Valutazioni Ambientali Direzione Generale della Difesa Dell'ambiente Assessorato della Difesa dell'Ambiente Regione Autonoma della Sardegna, "Richiesta di parere di competenza del servizio valutazioni ambientali";
- Data 15 /03/2017; mittente Direzione generale dell'Ambiente Servizio delle valutazioni ambientali (SVA), destinatario Sotacarbo SpA;
- Data 06/04/2017 - Prot. 195/17 - mittente Sotacarbo SpA, destinatario Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Direzione generale per le valutazioni e autorizzazioni ambientali (DVA) Divisione II - Sistemi di Valutazione Ambientale (inviata tramite pec); Oggetto: "Richiesta di indicazione di competenza per sperimentazione di sistemi di monitoraggio";
- Data 11/05/2017; mittente Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Direzione generale per le valutazioni e autorizzazioni ambientali (DVA) Divisione II - Sistemi di Valutazione Ambientale, destinatario Sotacarbo SpA "Progetto ENOS - sperimentazione di sistemi di monitoraggio e controllo della migrazione di CO2";
- Deliberazione Regione Sardegna n°62/5 del 9/12/2015 – Oggetto: "Progetto di indagini per la caratterizzazione dell'area del Permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus", nei comuni di Carbonia, Portoscuso e S. Giovanni Suergiu, Provincia di Carbonia-Iglesias. Proponente: SOTACARBO S.p.A. Procedura di Verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) D.Lgs. n. 152/2006;
- Determinazione n° 43076 del 22/12/2015 - Oggetto: Regio Decreto n°1443/27; permesso di ricerca mineraria per combustibile solido e acque termali in località M. Ulmus, in comune di Carbonia, San Giovanni Suergiu e Portoscuso;

CARTOGRAFIA

Codice	Nome	Scala
Tavola 1	Localizzazione dell'area di progetto	1: 5.000
Tavola 2	Pianificazione regionale – PPR	1: 5.000
Tavola 3	Carta della pianificazione comunale: Piano Regolatore Generale San Giovanni Suergiu	1: 5.000
Tavola 4	Carta delle aree protette	1: 25.000
Tavola 5	Carta geologica	1: 5.000
Tavola 6	Carta della vegetazione	1: 5.000
Tavola 7	Carta di uso del suolo	1: 5.000



1.0 PREMESSA

Il presente documento redatto dalla Golder Associates S.r.l. (Golder) per conto e con il supporto della Società Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Low Carbon - S.p.A. (Sotacarbo), proponente del progetto in esame, costituisce lo Studio preliminare ambientale sui possibili impatti indotti dalle attività di ricerca e caratterizzazione dell'area del permesso denominato Monte Ulmus. In particolare, le attività in esame prevedono indagini geognostiche mediante la realizzazione di pozzi esplorativi superficiali e lo sviluppo di sistemi di monitoraggio e controllo della risalita della CO₂ iniettata nel sottosuolo attraverso microiniezioni controllate in pozzo.CO

Il progetto costituisce il completamento e l'evoluzione di una prima fase di indagine effettuata a scopo di caratterizzazione geologica del settore nord-ovest del permesso di ricerca mineraria di combustibile solido e acque termali denominato "Monte Ulmus", di cui Sotacarbo è concessionaria. La fase di indagine, costituita da indagini geognostiche indirette, ha avuto iter distinto di verifica di assoggettabilità regionale e si è conclusa con un parere di esclusione dalla VIA (Delibera di Giunta Regionale n° 62/5 del 9/12/2015).

Il Progetto, oggetto del presente Studio preliminare ambientale, prevede l'interessamento di una porzione ristretta dell'area dello stesso permesso di ricerca all'interno del quale sono state svolte le indagini della prima fase, e sarà situato in località Matzaccara nel comune di San Giovanni Suergiu.

Le attività di ricerca in progetto saranno implementate attraverso la realizzazione di perforazioni superficiali (250 m) e non prevedrà la realizzazione di perforazioni profonde. I pozzi esplorativi sono stati progettati sulla base dei risultati ottenuti dalla prima fase conoscitiva già realizzata e saranno successivamente utilizzati per microiniezioni di CO₂ al fine di sviluppare i sistemi di monitoraggio geochimico e geofisico.

Le attività sperimentali di monitoraggio oggetto del presente studio rientrano nel progetto europeo denominato "ENOS" (*Enabling Onshore CO₂ Storage in Europe*, <http://www.enos-project.eu/>), finanziato con fondi europei nell'ambito del Programma Quadro dell'Unione Europea per la Ricerca e l'Innovazione "Horizon2020", relativo al periodo 2014-2020. Il progetto ENOS, che coinvolge 29 istituti di ricerca provenienti da 17 diversi paesi europei, mira a conseguire avanzamenti rilevanti per le tecniche di monitoraggio e di confinamento on-shore della CO₂, elevandone il grado di maturazione tecnologica attraverso sperimentazioni in quattro differenti siti test in Europa.

2.0 ITER AUTORIZZATIVO

In relazione all'iter autorizzativo del progetto proposto, si riportano nel seguito le considerazioni condotte sulla base dei contenuti della normativa nazionale e regionale che hanno portato il proponente a presentare lo Studio preliminare ambientale per la verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) alle Autorità Regionali.

La procedura di verifica di assoggettabilità a 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.

In tale categoria ricadono le attività di caratterizzazione previste nel progetto del Permesso di Ricerca (pozzi esplorativi superficiali). Il programma di indagini analizzato nel presente Studio preliminare ambientale prevede inoltre attività di microiniezioni di CO₂ e monitoraggio non riconducibili né alla categoria sopra elencata, né ai progetti riguardanti il confinamento geologico della CO₂.

Per la definizione dell'iter corretto da seguire per la parte del test sperimentale (microiniezione e monitoraggio) è stata inoltrata richiesta di parere di competenza alla Regione Sardegna in data 16 febbraio 2017 (protocollo DGDA n. 3374 del 20/02/2017).

La regione nel documento di risposta in data 15 marzo 2017 (n. prot 5399), richiedeva alla Società proponente di verificare la procedura inoltrando la richiesta di parere al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per avere la conferma in merito all'iter da seguire e alla competenza regionale o meno dell'iter stesso.

A tale proposito Sotacarbo (con nota del 06.04.2017, acquisita con prot. 9974 del 28.04.2017), ha inoltrato una richiesta alla Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, per avere indicazioni in merito agli eventuali adempimenti da porre in essere relativamente alla valutazione d'impatto ambientale.

La Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, a seguito della richiesta di parere inoltrata da Sotacarbo e sulla base della relazione tecnica e delle informazioni fornite, ha dichiarato che:

“Relativamente a tali attività, dall'esame delle informazioni fornite, emerge come le stesse interessino una limitatissima porzione di territorio e che saranno realizzate in un altrettanto limitato periodo temporale. Inoltre non è prevista la realizzazione di strutture ad hoc (saranno infatti utilizzati pozzi di ricerca già realizzati) e sarà utilizzata solo strumentazione scientifica, anche su supporto mobile, atta a rilevare parametri utili allo scopo. In definitiva non si rilevano, in relazione a quanto prospettato, possibili elementi perturbativi sull'ambiente.

Ciò premesso, poiché le attività in programma risultano circoscritte nell'ambito della mera sperimentazione scientifica e, pertanto, non sono riconducibili ad alcuna delle categorie progettuali di cui agli allegati II, III e IV della parte seconda del DLgs 152/2006 e s.m.i., si comunica che per la loro realizzazione non vi sono adempimenti in materia di VIA”.

Il progetto non risulta pertanto inseribile fra le categorie di opere di cui all'Allegato II - Parte II D. Lgs.152/2006 e s.m.i, e in particolare al punto 17) *Stoccaggio di gas combustibile e di CO₂ in serbatoi sotterranei naturali in unità geologiche profonde e giacimenti esauriti di idrocarburi.*

Non ricadendo in tale categorie non risulta quindi neppure ascrivibile ai casi previsti dall'art. 20, comma a) del medesimo D. Lgs. 152/2006.

Sebbene non inquadrabile in una delle categorie definite dalla normativa, il presente Studio preliminare si propone di analizzare i possibili impatti indotti dalle attività di progetto per permettere alla Regione Sardegna di esprimere una valutazione in merito.

I documenti citati che contengono le Note tecniche e le Comunicazioni emesse dagli Enti coinvolti sono allegati al presente documento Allegato A.



2.1 Inquadramento territoriale del Sito

Il progetto analizzato nel presente Studio preliminare ambientale sarà realizzato all'interno del permesso di ricerca Monte Ulmus, di cui Sotacarbo è concessionaria.

L'area oggetto del Permesso di ricerca Monte Ulmus, 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.

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.

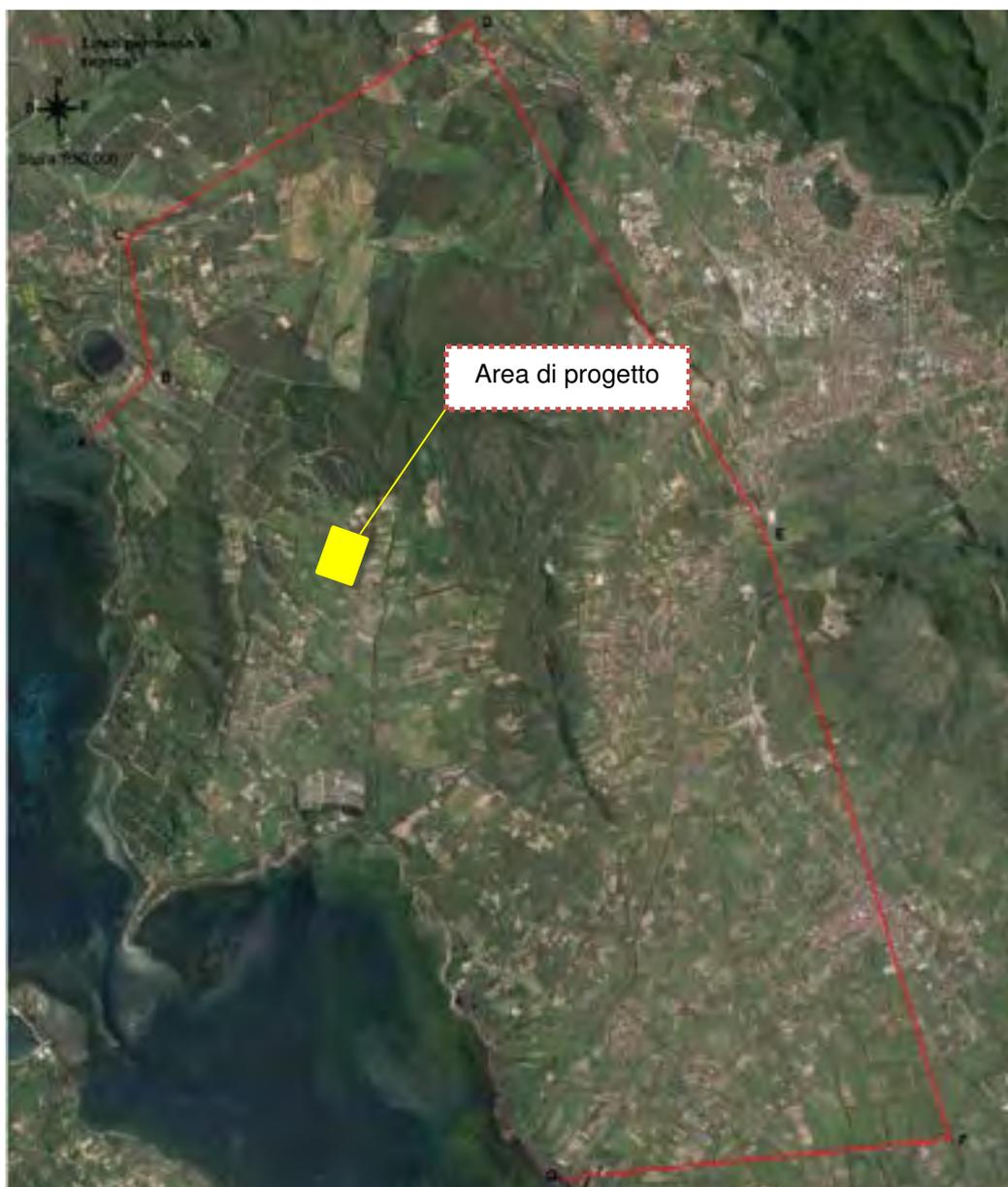


Figura 1 –Ubicazione dell'area di progetto

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.

2.2 Caratteristiche generali del Progetto di Ricerca

Il Progetto oggetto di verifica di assoggettabilità comprende la realizzazione di pozzi esplorativi a profondità variabili tra 200 e 250 m e la sperimentazione di sistemi di monitoraggio della risalita di CO₂ in condizioni controllate.

Il progetto è costituito dalle seguenti attività:

Attività di perforazione:

- Realizzazione di 1 pozzo di iniezione deviato, per indagare le strutture geologiche presenti, profondo 250 m ed equipaggiato con strumentazione geofisica permanente;
- Realizzazione di 1 pozzo verticale di osservazione profondo 250 m, ed equipaggiato con strumentazione geofisica permanente;

Attività di monitoraggio e strutture correlate:

- Esecuzione di 7 sondaggi geognostici attrezzati a piezometro (prof. 10-15 m da p.c.) per il monitoraggio delle acque sotterranee;
- Scavo di 50 pozzetti di profondità di circa 80 cm per installazione di sonde di monitoraggio di CO₂;
- Installazione di una stazione meteorologica;
- Installazione di un sistema di controllo di iniezione di gas/collettore;
- Alloggiamento temporaneo per il personale di ricerca, per la strumentazione scientifica e di manutenzione.

Esecuzione del test di iniezione CO₂

- Installazione di un sistema temporaneo on-site di alloggio delle bombole di CO₂ necessarie per l'esperimento;
- Microiniezioni di CO₂ attraverso il pozzo di iniezione.

Attività di monitoraggio

- Geofisica di superficie e in foro di sondaggio
- Monitoraggio idrogeologico quantitativo e qualitativo
- Monitoraggio geofisico in superficie e in pozzo
- Monitoraggio geochimico di superficie
- Monitoraggio sismicità naturale e indotta

2.3 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.

Per la redazione del presente documento sono stati utilizzati i dati progettuali del programma di indagini definito da Sotacarbo, i dati bibliografici esistenti a livello regionale per delineare le caratteristiche generali dell'area in esame e informazioni derivanti da indagini effettuate per la definizione dello stato ambientale del sito.

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.

2.4 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 dai diversi pesi degli impatti previsti come conseguenza della realizzazione del Progetto.

Lo Studio ha pertanto inizialmente valutato quali caratteristiche possano costituire elementi di interferenza sulle diverse componenti ambientali; 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.

2.5 Gruppo di lavoro

Lo studio è stato redatto da professionisti specializzati nelle diverse discipline ambientali e da tecnici di Sotacarbo che hanno contribuito con la definizione degli aspetti progettuali. Il testo tiene conto dei contributi dei ricercatori del Laboratorio di Tettonica e Chimica dei Fluidi della Sapienza di Roma coinvolti nella realizzazione del progetto ENOS e nelle ricerche di caratterizzazione dell'area del permesso.



Il gruppo di lavoro è costituito dai seguenti professionisti

Sotacarbo SpA

- Alberto Plaisant – geologo
- Diana Multineddu – ing. Ambientale
- Enrico Maggio – ingegnere (Project director)

Golder Associates Srl

- Cesare Castiglia – ingegnere geotecnico
- Laura Ciccarelli – geologo
- Chiara D'Angeli – naturalista, esperta GIS
- Sara Valentini – ingegnere ambientale
- Francesco Palombo – ingegnere (Project manager)
- Pierpaolo Curatolo – ingegnere (Project director)



3.0 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.

3.1 Normativa e Pianificazione in materia energetica e di attività minerarie

3.1.1 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”
- Decreto Direttoriale 15 luglio 2015 “Procedure operative di attuazione del Decreto Ministeriale 25 marzo 2015 e modalità di svolgimento delle attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi e dei relativi controlli”.

3.1.2 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 si incentra sui seguenti quattro obiettivi principali:



- ridurre significativamente il gap di costo dell'energia per i consumatori e le imprese, allineando prezzi e costi dell'energia a quelli europei al 2020, e assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050) non comprometta la competitività industriale italiane ed europea;
- raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020 (cosiddetto "20-20-20") ed assumere un ruolo guida nella definizione ed implementazione della Roadmap 2050;
- continuare a migliorare la sicurezza nazionale di approvvigionamento, soprattutto nel settore gas, e ridurre la dipendenza dall'estero;
- favorire la crescita economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

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 al 2020 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

La SEN individua inoltre delle sfide ambientali di competitività e sicurezza nell'orizzonte di lungo e lunghissimo periodo (2030 e 2050), con l'obiettivo di attuare a livello nazionale una strategia di lungo periodo flessibile ed efficiente per perseguire la scelta di fondo di decarbonizzazione soprattutto attraverso attività di ricerca e sviluppo tecnologico.

In particolare, con riferimento al 2050, la SEN fa riferimento ai contenuti dello studio denominato "Energy Roadmap 2050", la cui previsione è quella di ridurre le emissioni di gas serra del'80-95% entro il 2050 rispetto ai livelli del 1990, con un abbattimento per il settore elettrico di oltre il 95%. I diversi scenari esaminati dalla Commissione per questo percorso assegnano grande importanza all'efficienza energetica e alla produzione da fonti rinnovabili, guardando anche con attenzione all'utilizzo di energia nucleare e allo sviluppo della tecnologia CCS (Carbon Capture and Storage), e prevedendo un ruolo fondamentale per il gas durante la fase di transizione.

In linea con quanto delineato dallo studio citato e ripreso dalla SEN, l'Italia e l'Europa devono adottare una strategia di lungo periodo flessibile ed efficiente, che consenta un adattamento alle evoluzioni tecnologiche e dei contesti di mercato e che sia il più possibile *technology neutral*, ovvero neutra nello sviluppo del mix tecnologico, senza preferenze a priori verso specifiche tecnologie, se non giustificate da "esternalità" importanti. Tale approccio tecnologicamente neutrale dovrà prestare attenzione e seguire attentamente l'evoluzione di alcuni potenziali elementi di discontinuità, come ad esempio lo sviluppo di tecnologie ad oggi non pienamente mature e/o competitive rispetto a quelle tradizionali, ed assegnare le adeguate risorse per la ricerca e lo sviluppo delle soluzioni più promettenti, tra cui:

- lo sviluppo di soluzioni di cattura e stoccaggio della CO₂.

Secondo quanto indicato dalla SEN, questa tecnologia non risulta ancora conveniente da un punto di vista commerciale, poiché comporta elevati livelli di investimento e di consumi energetici. Tuttavia, nel lungo periodo non si può escludere un ruolo importante della CCS nel sistema energetico, non solo per un potenziale rilancio della generazione a "carbone pulito", ma anche in combinazione con sistemi a biomassa e a gas, e per settori



ad elevata intensità di emissioni (es. cemento). L'Italia intende quindi continuare a contribuire alla ricerca in questo campo, monitorando con attenzione l'evoluzione di questa opportunità.

In relazione al progetto ENOS e al programma Horizon 2020, si ricorda che Sotacarbo è tra gli organismi individuati per redigere il Set Plan sul tema *Carbon capture use and storage, che è stato individuato tra quelli della Roadmap europea*.

Il Set-Plan europeo (**Strategic Energy Technology plan**) fissa a livello programmatico le strategie e i punti cruciali degli orientamenti futuri della ricerca nel settore energetico. In particolare nel settore delle rinnovabili e bio-energie, delle smart community, dell'efficienza e del risparmio energetico, dei trasporti sostenibili, delle tecnologie low carbon e della sicurezza nel settore nucleare.¹

3.1.3 Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (PEARS)

La Giunta Regionale con Delibera n. 5/1 del 28/01/2016 ha adottato il nuovo Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna 2015-2030 (PEARS), approvato con D.G.R. n. 45/40 DEL 02/08/2016.

Il PEARS ha il compito di individuare le scelte fondamentali in campo energetico sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria, nazionale e regionale. La sua adozione assume, pertanto, una importanza strategica soprattutto alla luce degli obiettivi che, a livello europeo, l'Italia è chiamata a perseguire entro il 2020 ed al 2030 in termini di 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. Il Piano ha il ruolo di strumento sovraordinato, di coordinamento e di programmazione dell'evoluzione organica dell'intero sistema energetico regionale individuando, coerentemente con le strategie, le entità, i vincoli e le dimensioni delle azioni energetiche a livello regionale.

Le linee di indirizzo del Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna, riportate nella Delibera della Giunta Regionale n. 48/13 del 2.10.2015, indicano come obiettivo strategico di sintesi per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO₂ associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori stimati nel 1990, attraverso quattro seguenti obiettivi generali a cui sono associati obiettivi specifici:

- 1. Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (Sardinian Smart Energy System)
 - integrazione dei sistemi energetici elettrici, termici e della mobilità attraverso le tecnologie abilitanti dell'Information and Communication Technology (ICT);
 - sviluppo e integrazione delle tecnologie di accumulo energetico;
 - modernizzazione gestionale del sistema energetico;
 - aumento della competitività del mercato energetico regionale e una sua completa integrazione nel mercato europeo dell'energia.
- 2. Sicurezza energetica
 - aumento della flessibilità del sistema energetico elettrico;
 - promozione della generazione distribuita da fonte rinnovabile destinata all'autoconsumo;
 - metanizzazione della Regione Sardegna tramite l'utilizzo del gas naturale quale vettore energetico fossile di transizione;

¹ <https://setis.ec.europa.eu/setis-reports/setis-magazine/carbon-capture-utilisation-and-storage>



- gestione della transizione energetica delle fonti fossili (petrolio e carbone);
 - diversificazione nell'utilizzo delle fonti energetiche;
 - utilizzo e valorizzazione delle risorse energetiche endogene.
- 3. Aumento dell'efficienza e del risparmio energetico
- efficientamento energetico nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
 - risparmio energetico nel settore elettrico termico e dei trasporti;
 - adeguamento e sviluppo di reti integrate ed intelligenti nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
 - promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico.
- 4. Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico
- promozione della ricerca e dell'innovazione in campo energetico;
 - potenziamento della "governance" del sistema energetico regionale;
 - promozione della consapevolezza in campo energetico garantendo la partecipazione attiva alla attuazione delle scelte di piano;
 - monitoraggio energetico.

Il Piano regionale cita i contenuti della "Energy Roadmap 2050" con cui la Commissione Europea ha esplicitato le linee guida per il 2050 in relazione agli scenari di medio-lungo termine. In particolare, con riferimento alla milestone 1 del citato documento, che ha ad oggetto la trasformazione del sistema energetico, sono riportate le seguenti considerazioni:

Se la cattura e lo stoccaggio del carbonio (CCS) saranno disponibili su larga scala, il gas potrà diventare una tecnologia a basse emissioni di carbonio diversamente potrebbe essere limitato a quello di risorsa energetica flessibile di sostegno e capacità di bilanciamento delle rinnovabili. Per tutti i combustibili fossili, al fine di conseguire tutti gli obiettivi di decarbonizzazione, la tecnologia CCS dovrà essere applicata a partire dal 2030 nel settore della produzione di elettricità.

Il PEARS rileva come le tecnologie CCS si stiano diffondendo specialmente nei paesi che intendono sostenere il proprio sviluppo industriale e stanno già contribuendo alla riduzione delle emissioni (secondo dati forniti dalla Agenzia Internazionale dell'Energia – IEA).

Il PEARS cita quindi il "Centro Tecnologico Italiano per l'Energia Zero Emission", che Sotacarbo Spa sta sviluppando insieme ad altri partners e l'iter che ha portato alla definizione del "Piano Sulcis" e del documento "Proposta di linee di attività per il Polo tecnologico del Sulcis – Accordo di programma ricerca di sistema elettrico", elaborato da ENEA e Sotacarbo.

Infine, sempre in ambito del tema di CCS, il PEARS cita:

- il progetto **ENabling Onshore CO2 Storage in Europe (ENOS)**, avviato nel settembre 2016 e finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma Horizon2020, che vede coinvolta la Sotacarbo, insieme ad importanti partner europei, nello studio delle tecnologie chiave da utilizzare nel campo dello stoccaggio geologico della CO₂;
- progetto **ECCSEL** (the European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure), la rete europea di laboratori di ricerca sulle CCS di cui l'Italia fa parte con i laboratori di Sotacarbo e dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale.



3.2 Pianificazione territoriale

3.2.1 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 contemporanea 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, e la presenza senza interferenza diretta, ma nel raggio di 500 metri, di aree tutelate per secondo articolo 142 costituite dalla fascia di tutela dei corpi idrici.

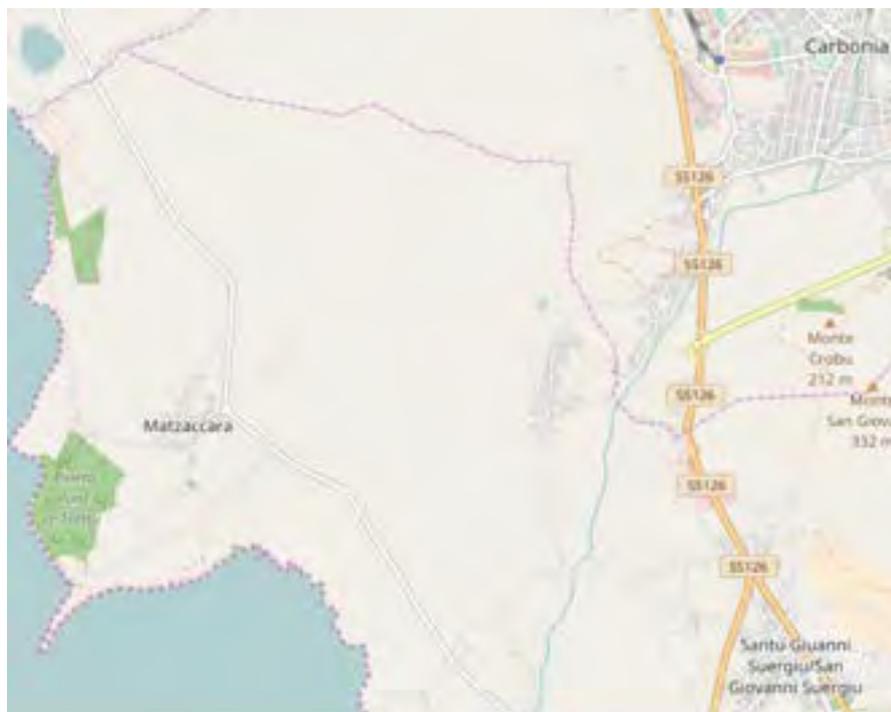


Figura 2: Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (Art. 136 del D.Lgs. 42/2004 e smi) o ex L. 1497/39; fonte: <http://sitap.beniculturali.it/>

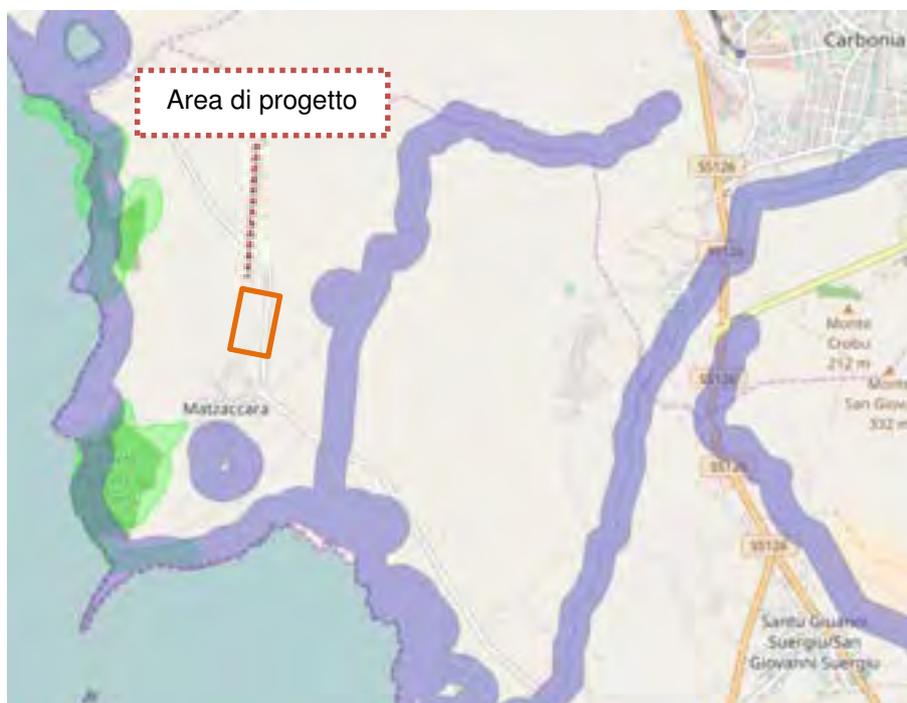


Figura 3: Aree tutelate per legge (Art. 142 del D.Lgs. 42/2004 e smi o ex L. 481/85; fonte: <http://sitap.beniculturali.it/>)

- Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche, e di 300 metri dalla linea di battigia costiera del mare e dei laghi, vincolate ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. a), b), c) del Codice
- Aree boscate acquisite dalle carte di uso del suolo disponibili al 1987 (acquisite per ogni regione in base alle cartografie disponibili), tutelate ai sensi dell'art. 142 c. 1 lettera g) del Codice



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 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 che non sono comprese nell'area di progetto:

- 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
- Immobile Gisterru Maquarba
- Necropoli Preistorica di Is Loccis Santus
- Inseediamento Medievale, Sa Tanca de su Casteddu
- Complesso abitativo e funerario (zona nord area comunale)

È stata inoltre verificata la banca dati dell'Istituto superiore per la conservazione e il restauro e il Repertorio del Mosaico dei beni paesaggistici e identitari i cui dati hanno confermato quelli già presenti dalle altre fonti citate. I documenti che seguono sono stati estratti dal sito web regionale².

² <http://www.sardegnaterritorio.it/j/v/1293?s=265246&v=2&c=7263&t=1>



Num. Prog: 1			
Codice: 4535	Coordinate geografiche: X:	1.456.161	Y: 4.328.074
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: MEDAU IS COLLUS			
Tipologia: MEDAU			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 2			
Codice: 4536	Coordinate geografiche: X:	1.457.135	Y: 4.328.476
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: MEDAU GARAU			
Tipologia: MEDAU			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 3			
Codice: 4623	Coordinate geografiche: X:	1.461.091	Y: 4.328.065
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: PALAINGIAI			
Tipologia: MEDAU			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 4			
Codice: 6154	Coordinate geografiche: X:	1.464.583	Y: 4.326.830
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: NURAGHE MEURRAS			
Tipologia: NURAGHE			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 5			
Codice: 7413	Coordinate geografiche: X:	1.462.405	Y: 4.325.457
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: TOMBA DEI GIGANTI STRACOSCIU			
Tipologia: TOMBA DEI GIGANTI			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 6			
Codice: 7750	Coordinate geografiche: X:	1.462.405	Y: 4.325.457
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: TOMBA			
Tipologia: TOMBA			
Fonte: PPR 2006	Atto:		



REGIONE AUTONOMA DE SARDEGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Num. Prog: 7			
Codice: 7936	Coordinate geografiche: X:	1.459.050	Y: 4.327.500
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: NURAGHE RIO SASSU			
Tipologia: NURAGHE			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 8			
Codice: 7956	Coordinate geografiche: X:	1.462.448	Y: 4.325.386
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: NURAGHE TRULLU			
Tipologia: NURAGHE			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 9			
Codice: 9189	Coordinate geografiche: X:	1.462.673	Y: 4.325.143
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: NURAGHE MONTE PALMAS			
Tipologia: NURAGHE			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 10			
Codice: 9492	Coordinate geografiche: X:	1.451.279	Y: 4.334.510
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: INSEDIAMENTO BRUNCU TEULA			
Tipologia: INSEDIAMENTO			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 11			
Codice: 9493	Coordinate geografiche: X:	1.451.649	Y: 4.334.053
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: INSEDIAMENTO			
Tipologia: INSEDIAMENTO			
Fonte: PPR 2006	Atto:		
<hr/>			
Num. Prog: 12			
Codice: 9766	Coordinate geografiche: X:	1.452.249	Y: 4.334.208
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU			
Denominazione: INSEDIAMENTO S'ACQUA SALIDA			
Tipologia: INSEDIAMENTO			
Fonte: PPR 2006	Atto:		



Num. Prog: 13
Codice: 9767 Coordinate geografiche: X: 1.459.650 Y: 4.324.961
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU
Denominazione: INSEDIAMENTO CORTIOIS
Tipologia: INSEDIAMENTO
Fonte: PPR 2006 Atto:

Num. Prog: 14
Codice: 9929 Coordinate geografiche: X: 1.462.201 Y: 4.325.717
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU
Denominazione: CASTELLO DI PALMAS
Tipologia: CASTELLO/FORTIFICAZIONI
Fonte: PPR 2006 Atto:

Num. Prog: 1
Codice: 5544 Coordinate geografiche: X: 1.461.587 Y: 4.324.459
Comune: SAN GIOVANNI SUERGIU
Denominazione:
Tipologia: CASA CANTONIERA
Fonte: PPR 2006 Atto:

L'area di progetto non interessa direttamente i beni tutelati elencati in precedenza.

3.2.2 Pianificazione regionale

3.2.2.1 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 riveste contenuto descrittivo, prescrittivo e propositivo e in particolare, ai sensi dell'art. 135, "Pianificazione paesaggistica", del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche che indica:

1. Le regioni assicurano che il paesaggio sia adeguatamente tutelato e valorizzato. A tal fine sottopongono a specifica normativa d'uso il territorio, approvando piani paesaggistici ovvero piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesaggistici, concernenti l'intero territorio regionale, entrambi di seguito denominati "piani paesaggistici".

2. Il piano paesaggistico definisce, con particolare riferimento ai beni di cui all'articolo 134, beni paesaggistici, le trasformazioni compatibili con i valori paesaggistici, le azioni di recupero e riqualificazione degli immobili e delle aree sottoposti a tutela, nonché gli interventi di valorizzazione del paesaggio, anche in relazione alle prospettive di sviluppo sostenibile.

Il PPR sulla base di queste direttive principali:

- 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 individui o d'insieme;
- beni paesaggistici individui 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;
- assetto storico- culturale;
- assetto insediativo.

In relazione alle componenti del **sistema ambientale** l'area di progetto comprende i seguenti elementi:

- fascia costiera
- sistema costiero
- laghi invasi
- scavi

In relazione alle componenti del **sistema storico-culturale** l'area di progetto in esame non comprende beni identitari o immobili tutelati ma comprende 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 di progetto ricade in prevalenza in zone non edificate e non classificate, mentre in misura minore si riscontrano aree indicate come:

- Edificato sparso e in nuclei (espansioni fino agli anni 50 ed espansioni recenti in corrispondenza del centro di Matzaccara)
- Rete stradale e condotta idrica



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. L'area interessata dal progetto in esame rientra all'interno dell'ambito costiero n. 6 "Carbonia e Isole Sulcitane". Ai fini del presente Studio sono state analizzate le relative Tavole di ambito n. 564 IV.

Per la visualizzazione della delimitazione degli ambiti di paesaggio di interesse si rimanda alla Tavola 2 allegata al presente studio.

In Tabella 1 sono riportati gli elementi presenti nel territorio compreso nell'area di progetto.

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

Elementi del Piano presenti nell'area di progetto	Disposizioni da Piano (da Norme Tecniche di Attuazione)
---	---

ASSETTO AMBIENTALE - Beni paesaggistici tipizzati e individuati nella cartografia del P.P.R. di cui all'art. 5 e nella tabella Allegato 2, ai sensi dell'art. 143, comma 1, lettera i) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42, come modificato dal decreto legislativo 24 marzo 2006, n. 157

Fascia costiera	Fascia costiera, così come perimetrata nella cartografia del P.P.R. di cui all'art. 5 delle NTA.
Sistema costiero	La Regione disciplina la salvaguardia e la valorizzazione di tali territori in attuazione della Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2002, relativa all'attuazione della "Gestione integrata delle zone costiere" (GIZC) in Europa (2002/413/CE) e del "Mediterranean Action Plan" (MAP), elaborato nell'ambito della Convenzione di Barcellona.
Laghi e invasi	Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi; le prescrizioni sono quelle indicate dagli artt. 26 e 27.

ASSETTO AMBIENTALE - Componenti del paesaggio non vincolate con valenza ambientale (da carta di uso del suolo scala 1:25.000)

Colture specializzate arboree ed erbacee	<p>Art. 28 - Aree ad utilizzazione agro-forestale, definizione</p> <p>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.</p> <p>In particolare tali aree comprendono rimboschimenti artificiali a scopi produttivi, oliveti, vigneti, mandorleti, agrumeti e frutteti in genere, coltivazioni miste in aree periurbane, coltivazioni orticole, colture erbacee incluse le risaie, prati sfalciabili irrigui, aree per l'acquicoltura intensiva e semi-intensiva ed altre aree i cui caratteri produttivi dipendono da apporti significativi di energia esterna.</p> <p>Rientrano tra le aree ad utilizzazione agro-forestale le seguenti categorie: colture arboree specializzate; impianti boschivi artificiali; colture erbacee specializzate.</p>
Praterie	<p>Art. 25 - Aree seminaturali, definizione</p> <p>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.</p> <p>Le aree seminaturali racchiudono un numero di categorie che necessitano, per la loro conservazione, di interventi gestionali: boschi naturali, ginepreti, pascoli erborati, macchie, garighe, praterie di pianura e montane</p>



Elementi del Piano presenti nell'area di progetto	Disposizioni da Piano (da Norme Tecniche di Attuazione)
	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'Al.to I della Direttiva 92/43/CEE e s.m.i.

ASSETTO STORICO-CULTURALE

ASSETTO STORICO-CULTURALE	
Aree della organizzazione mineraria Sulcis-Iglesiente	<p>Art. 57 Aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale, definizione</p> <p>Costituiscono aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale i luoghi caratterizzati da forte identità, in relazione a fondamentali processi produttivi di rilevanza storica.</p> <p>Tali aree costituiscono elementi distintivi dell'organizzazione territoriale. Esse rappresentano permanenze significative 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.</p>
Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna.	<p>Qualsiasi intervento di realizzazione, ampliamento e rifacimento di infrastrutture viarie deve essere coerente con l'organizzazione territoriale</p>

ASSETTO INSEDIATIVO - Componenti del sistema insediativo

Centri abitati - espansione fino agli anni 50	<p>Art. 67 Espansioni fino agli anni cinquanta, definizione</p> <p>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.</p>
Centri abitati - espansioni recenti	<p>Art. 70 Espansioni recenti, definizione</p> <p>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 discontinui di attuazione urbanistica, identificate, anche nel sentire comune, come periferie.</p>
Sistema delle infrastrutture	<p>Artt. 102, definizione</p> <p>Il sistema delle infrastrutture comprende i nodi dei trasporti (porti, aeroporti e stazioni ferroviarie), la rete della viabilità (strade e ferrovie), il ciclo dei rifiuti (discariche, impianti di trattamento e incenerimento), il ciclo delle acque (depuratori, condotte idriche e fognarie), il ciclo dell'energia elettrica (centrali, stazioni e linee elettriche) gli impianti eolici e i bacini artificiali.</p>

Nelle tabelle che seguono sono riportate le superfici, comprese all'interno dell'area di progetto, che interessano gli elementi identificati dal PPR.

Tabella 2: Superfici occupate dagli elementi del sistema ambientale

Elementi del sistema ambientale	Superfici presenti all'interno dell'area di progetto (mq)
Praterie e spiagge	10.941,30
Colture arboree specializzate	107.970,80
Colture erbacee specializzate	70.811,80



Tabella 3: Superfici occupate dagli elementi del sistema storico culturale

Elementi del sistema storico culturale	Superfici presenti all'interno dell'area di progetto (mq)
Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna.	205.252

Gli elementi della tabella 2 sono rappresentati nella figura successiva.

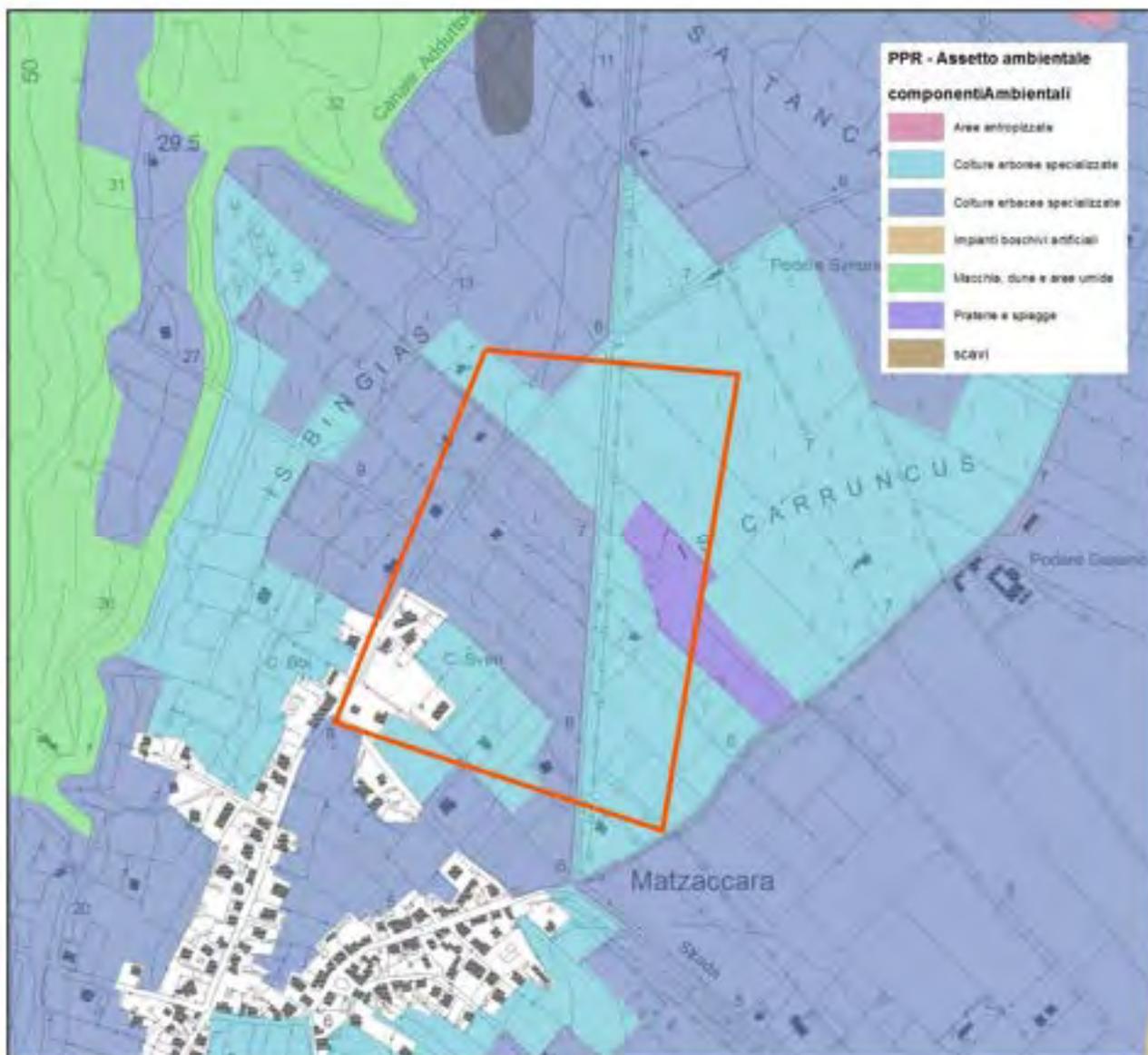


Figura 4: Elementi dell'assetto ambientale a valenza naturale del PPR con indicazione dell'area di progetto; fonte dati Geoportale Regione Sardegna, elaborazione Golder

PRESCRIZIONI E INDIRIZZI

Si richiamano a seguire le norme relative alle aree maggiormente sensibili presenti nell'area di progetto e interessate dalle attività.

Art. 26 - 27 - Aree seminaturali, prescrizioni e indirizzi



Nelle aree seminaturali della tipologia in esame, caratterizzate da utilizzazione agro-silvopastorale estensiva, 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 con particolari restrizioni per le aree boschive come indicato dall'art. 26.

A tale proposito si specifica che l'area di progetto non interessa aree boscate.

Art. 29 – 30 - Aree ad utilizzazione agro-forestale, prescrizioni e indirizzi

Gli indirizzi e prescrizioni relative alle aree ad utilizzo agro-forestale, prevedono

- a) il divieto di trasformazione per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, con le cautele e le limitazioni conseguenti e fatto salvo quanto previsto per l'edificato in zona agricola di cui agli artt. 79 e successivi;
- b) il recupero delle biodiversità delle specie locali di interesse agrario e delle produzioni agricole tradizionali, nonché il mantenimento degli agrosistemi autoctoni e dell'identità scenica delle trame di appoderamento e dei percorsi interpoderali, particolarmente nelle aree perturbate e nei terrazzamenti storici;
- c) preservare e tutelare gli impianti di colture arboree specializzate.

Per quanto riguarda le discipline degli elementi del sistema storico culturale e insediativo le discipline riguardano eventuale interferenza diretta con tali elementi che non è stata rilevata nell'area di progetto.

Si ritiene che le attività in progetto siano coerenti con gli indirizzi di tutela della pianificazione esaminata.

3.2.2.2 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 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 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 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 regionale³ è stata verificata la presenza di aree a rischio e pericolosità idraulica e aree a rischio di frana e degli eventuali elementi a rischio.

L'area di progetto non è interessata da aree di rischio idraulico; non si segnalano inoltre aree a rischio di frana nelle immediate vicinanze. Non si riscontrano incoerenze delle attività di progetto con la pianificazione in materia di rischio idrogeologico.

³ <http://www.sardegnegeoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=pai>

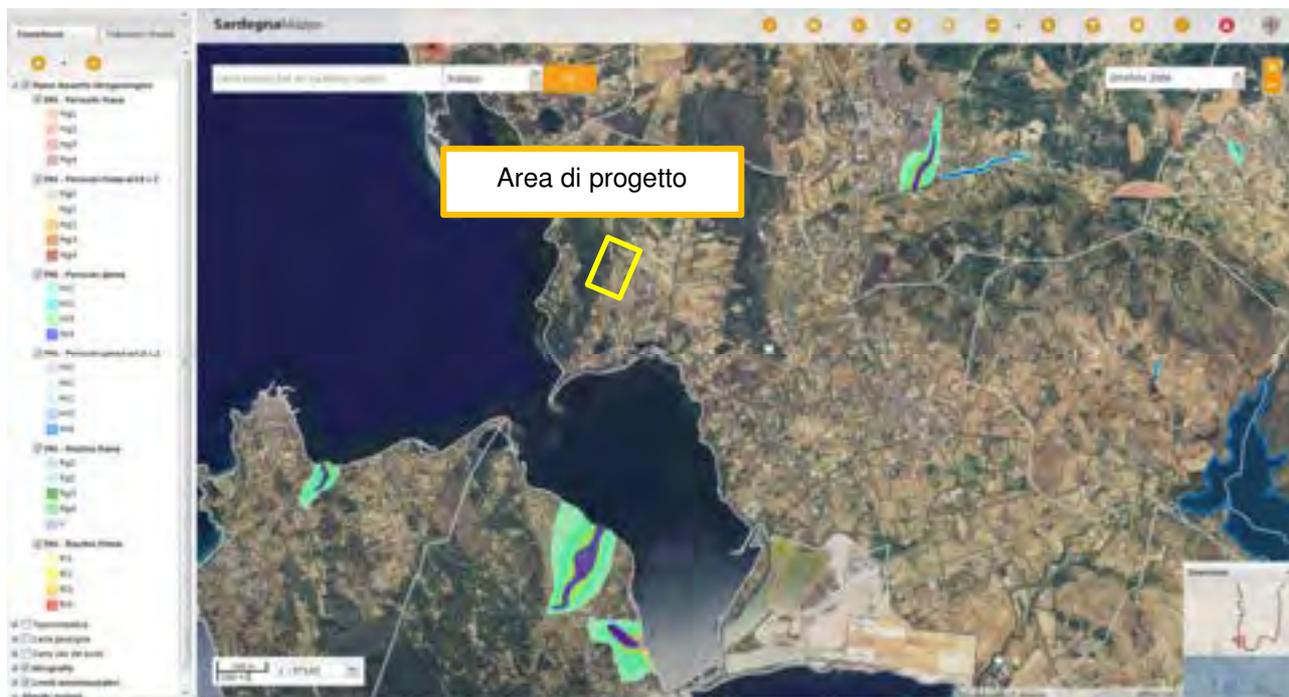


Figura 5: Stralcio della Carta delle aree a rischio idraulico e geomorfologico con indicazione dell'area di interesse in giallo; fonte Geoportale Regione Sardegna

3.2.2.3 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.

3.2.2.4 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:

- 1) 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;
- 2) 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;
- 3) 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;
- 4) 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:



- a) i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei mantengano o raggiungano la qualità ambientale corrispondente allo stato di “buono”;
- b) 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 minori situati nella costa sud-occidentale dell'Isola, tra cui si citano per importanza quelli del Rio Flumentepido, del Riu Sa Masa e del Riu de Leunaxiu.



Figura 6: Unità Idrografiche Omogenee della Sardegna

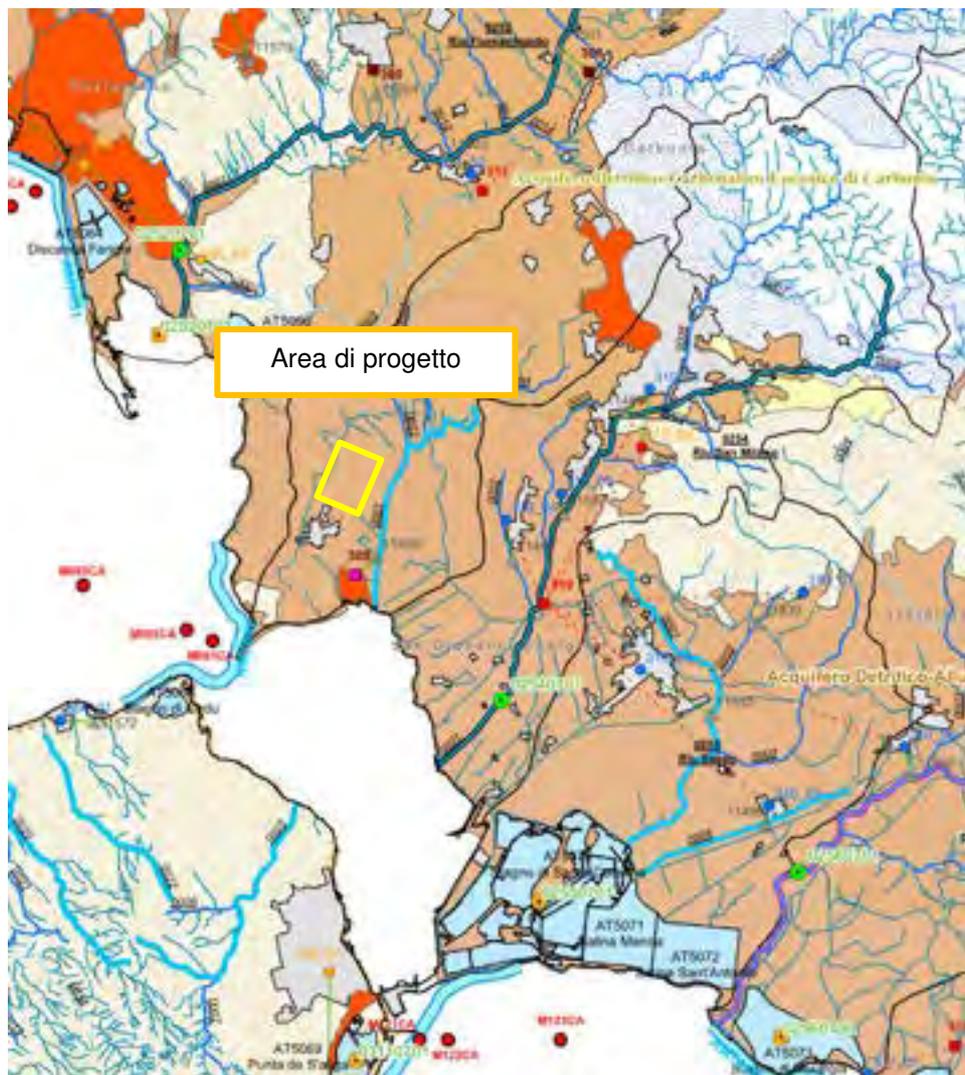


Figura 7: Unità Idrografica omogenea Palmas



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).

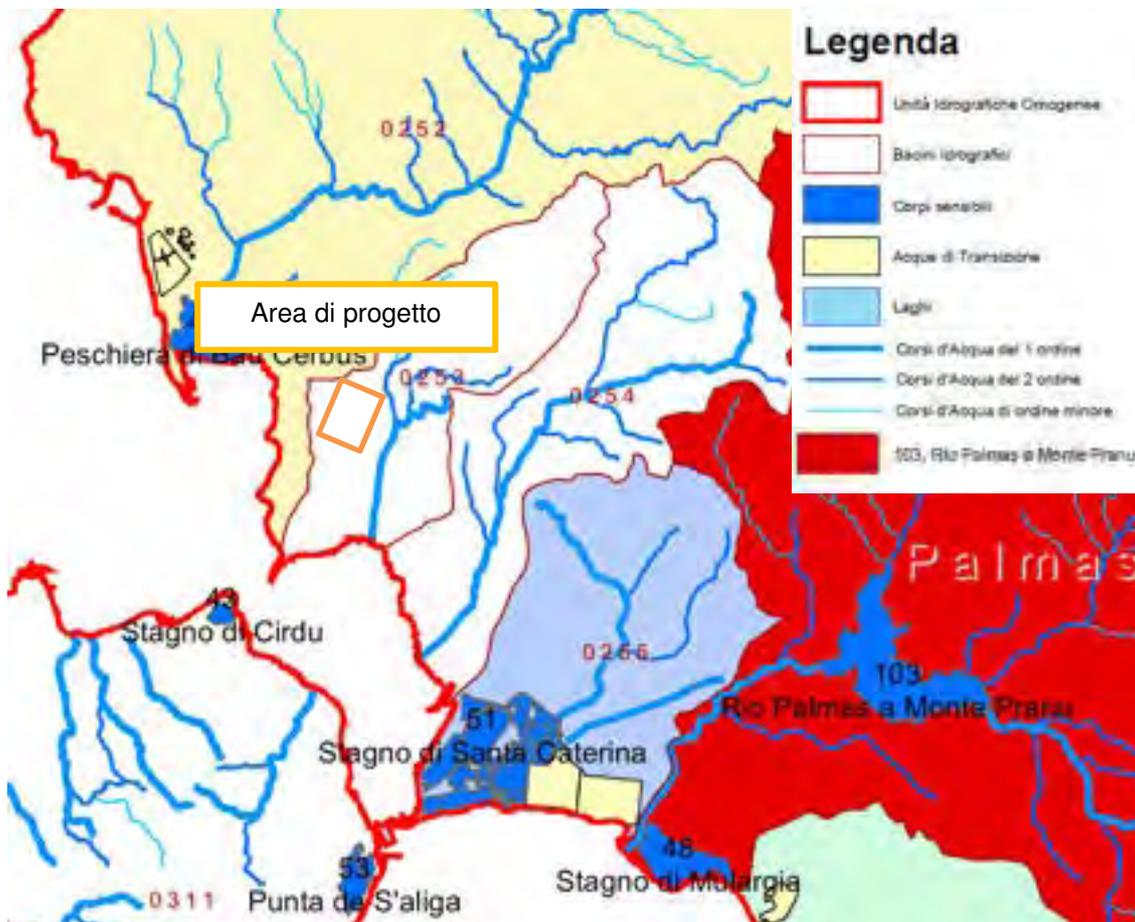


Figura 8: Stralcio dalla tavola 7 del PTA "Aree sensibili" e ubicazione dell'area di progetto in verde

L'area di progetto è compresa nella Unità idrografica omogenea 0253, mentre non sono presenti aree sensibili.

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.

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	CS000 1	Riu San Milano	0254070 1	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.

Si sottolinea che il corso d'acqua non ricade all'interno dell'area di progetto interessata dagli interventi di cui al presente Studio preliminare ambientale.

3.2.2.4.1 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 di progetto non sono previsti scarichi ma il recapito delle acque di perforazione nel fosso recettore posto a bordo strada che attraversa l'area di progetto individuata come idonea all'esecuzione delle attività.

Per quanto riguarda le attività di perforazione dei sondaggi, 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 dei litotipi attraversati.

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.

3.2.2.5 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.

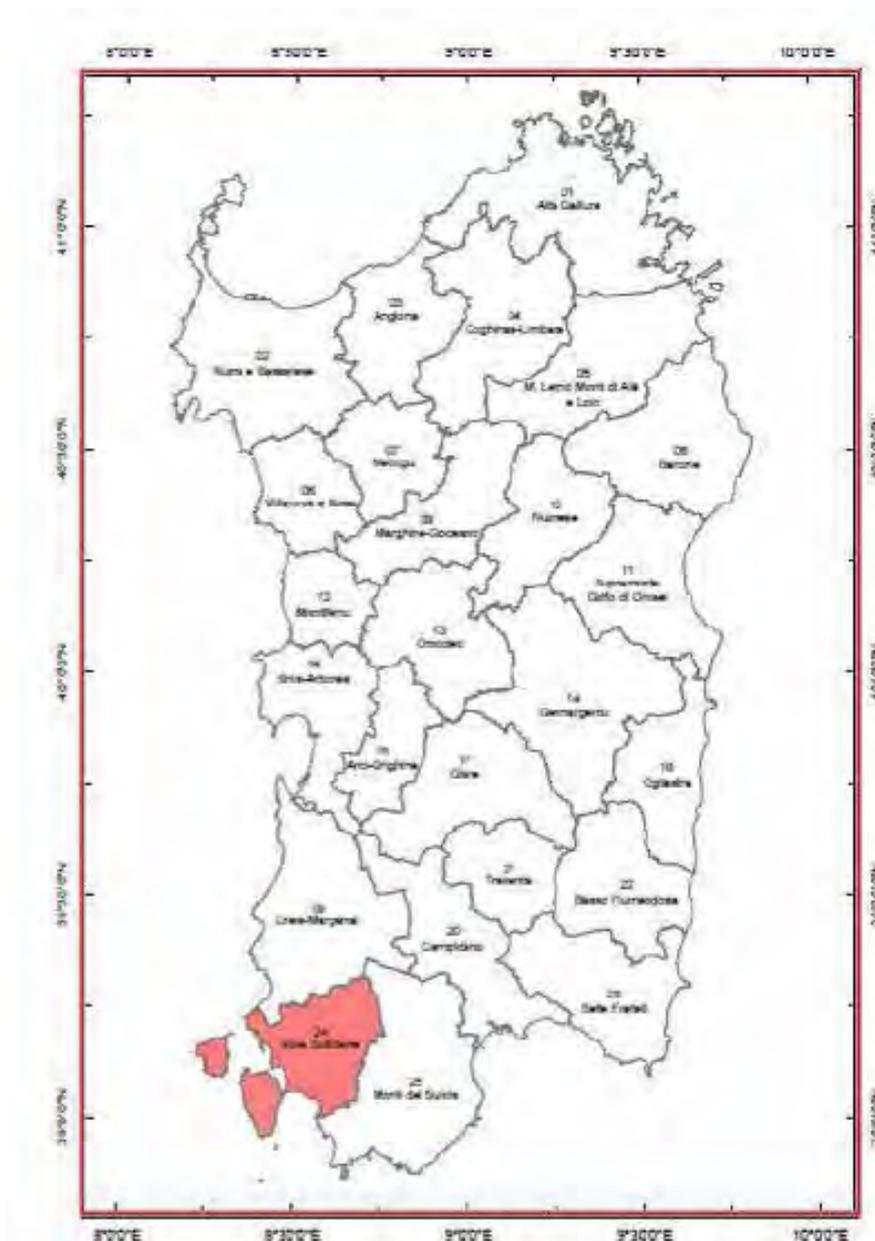


Figura 9: Distretti individuati da PFAI (in rosso il distretto che comprende l'area di intervento)

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).



3.2.3 Pianificazione provinciale

3.2.3.1 PUP/PTC Provinciale

Si fa presente che in data 4 febbraio 2016 è stata istituita la provincia del Sud Sardegna, che accorpa le ex province di Carbonia-Iglesias e Medio Campidano. Nella presente sezione dello studio verranno analizzati gli strumenti di pianificazione vigenti della ex provincia di Carbonia-Iglesias in cui ricade il territorio interessato dal progetto.

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 ex 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 sud Sardegna;
 - 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.

3.2.4 Pianificazione comunale

E' stato analizzato il piano comunale del territorio interessato 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.

Il comune interessato dalle attività in progetto è quello di S. Giovanni Suergiu.

3.2.4.1 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.

L'area di progetto ricade interamente nel territorio comunale e comprende:

- aree agricole (Zona E)



sono presenti abitazioni singole nelle vicinanze che tuttavia non sono identificate in zone specifiche. Le norme tecniche non indicano specifiche prescrizioni per la zona agricola interessata dalle attività.

Sono state verificate le aree comprese nelle tavole di PRG in scala 1:2.000 che descrivono l'abitato, (il perimetro che racchiude l'area a cui si fa riferimento è visibile nella tavola 3) confermando l'assenza di interferenza dell'area di progetto con altre zone omogenee.

Per la visione della zonizzazione del PRG nell'area di progetto si rimanda alla Tavola 3.

3.3 Aree naturali protette, Rete Natura 2000, IBA

L'area del progetto in esame, così come l'intera area del permesso di ricerca Monte Ulmus all'interno del quale questa si colloca, non interessa aree naturali protette nè siti della Rete Natura 2000 (SIC, ZPS) in un raggio di 5 km dall'area di progetto.

I SIC più prossimi all'area di progetto sono:

- SIC Punta S'Aliga (ITB040028)
- SIC (ITB042210)

Le due aree SIC sono poste rispettivamente ad una distanza di circa 2.780 m e 3.765 m dal limite dell'area di progetto.

Le ZPS più prossime (Costa e Entroterra tra Punta Cannoni e Punta delle Oche - Isola di San Pietro; Isola di Sant'Antioco, Capo Sperone) si trovano entrambe ad una distanza di circa 15 km dall'area in esame.

Sulla fascia costiera ad ovest e a sud dell'area di progetto 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 di circa 1,6 km lineari, tale fascia si assottiglia fino a coincidere con la costa nell'area di Matzaccara; la distanza dell'area di progetto rispetto all'area IBA va da un minimo di 600 m ad un massimo di 2150 m.



Figura 10: Tavola delle aree protette e della Rete Natura 2000 – Tavola 4 allegata al documento (in arancio il settore che comprende l'area di intervento)

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.

Per visualizzare in dettaglio l'ubicazione dell'area IBA rispetto a quella del progetto in esame, si rimanda all'elaborato (Tavola 4).



3.4 Coerenza del Progetto con la pianificazione territoriale

L'analisi dell'interferenza e la valutazione di coerenza in merito agli strumenti di pianificazione, tiene conto delle caratteristiche specifiche delle attività di progetto in termini di durata localizzazione reversibilità e l'impossibilità di tali indagini nel costituire ostacolo agli obiettivi di tutela e indirizzo dei piani stessi.

Le attività in sito oggetto di valutazione sono progettate per svolgersi in arco temporale complessivo di circa tre anni, periodo all'interno del quale si svolgeranno fasi di monitoraggio ante operam, preparatorie, logistiche, di prospezione e di elaborazione. Le singole attività in campo saranno arealmente localizzate a un'area molto ridotta e non prevedono un'influenza seppure indiretta in areale più vasto.

Si riassume quanto esplicitato nei paragrafi precedenti sintetizzando i profili di coerenza per ciascun piano.

Piano Energetico Regionale (PEARS)

La Strategia del PEARS prevede una pianificazione focalizzata prioritariamente sullo sviluppo di azioni volte a mantenere la competitività industriale, a raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione prefissati, a garantire elevati standard di sicurezza negli approvvigionamenti e a sviluppare il settore energetico. Sul medio lungo periodo il Piano punta a sviluppare nuove tecnologie per il raggiungimento degli obiettivi, tra cui quelle legate alla cattura e stoccaggio della CO₂.

Le attività proposte sono progettate nell'ambito dei programmi di ricerca e sperimentazione promossi dal PEARS e sono dunque in linea con gli obiettivi del piano stesso.

Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

In relazione alla Pianificazione paesaggistica, le attività in progetto ricadono all'interno di aree definite dal Piano come aree seminaturali costituite da colture arboree e aree incolte per le quali le indicazioni di tutela prescrivono il mantenimento delle colture specializzate (art. 25, 28, 29, 30).

Si rileva come l'area di progetto non sia utilizzata attualmente a scopo agricolo, e che in virtù degli accorgimenti localizzativi e della durata e della reversibilità delle attività, il progetto sia coerente con le finalità di salvaguardia delle aree naturali circostanti.

Aree naturali protette e rete natura 2000

Le attività in progetto non ricadono in aree protette o della Rete Natura 2000, si rileva la presenza dell'area IBA "Stagni di Golfo di Palmas" a 1,6 km di distanza dall'area di progetto.

Si ritiene in ogni caso che le attività siano coerenti con gli obiettivi di tutela faunistici in relazione alla tipologia e alla durata delle attività di monitoraggio in progetto.

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 ex Provincia di Carbonia-Iglesias.

Piano Regolatore Generale (San Giovanni Suergiu)

L'area in cui sono localizzate le attività di progetto non interessano zone a specifica tutela secondo gli strumenti urbanistici vigenti.



4.0 QUADRO PROGETTUALE

4.1 Motivazioni dell'intervento

La Sotacarbo S.p.A. – Società Tecnologie Avanzate Low Carbon S.p.A. - è un Centro di Ricerca i cui azionisti sono al 50% la Regione Autonoma della Sardegna e al 50% l'ENEA. Sotacarbo svolge attività di ricerca e dimostrazione sulle tecnologie di conversione dell'energia a basse emissioni di CO₂, (efficienza energetica; gassificazione di biomasse; altre fonti energetiche rinnovabili) e tecnologie di separazione, riutilizzo e confinamento geologico della CO₂. L'infrastruttura del Centro Ricerche è composta dai laboratori di analisi e caratterizzazione materiali, e da impianti sperimentali con taglie differenti. La società ha sede unica presso la Grande Miniera di Serbariu, a Carbonia.

Lo stoccaggio della CO₂ di origine antropica in reservoir profondi, noto come Carbon Capture and Storage (CCS), è stato oggetto di studi fin dagli anni Novanta, ed è considerato come una tecnologia in grado di contribuire alla riduzione della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera, così come riportato anche nell'ultimo rapporto dell'International Energy Agency (2016)⁴. Per questo motivo, numerose ricerche sono state condotte negli ultimi 20 anni, ampiamente sostenute da progetti a livello europeo, al fine di migliorare la tecnologia del CCS per renderla sempre più sicura ed economicamente competitiva. Tra questi rientra il sopra descritto progetto ENOS.

Il progetto in esame si inserisce in questo contesto di ricerche e pone i gruppi italiani protagonisti del progetto ad un livello assoluto d'avanguardia. Comprende attività che arricchiscono la conoscenza della geologia locale e al tempo stesso la comprensione dei meccanismi generali di migrazione dei fluidi, attraverso attività sperimentali come la microiniezione di CO₂ e il dispiegamento di sistemi di monitoraggio, acquisizione dati per la modellistica, collaborazione con altri gruppi di ricerca europei, coordinamento con le comunità locali. Diversamente dallo stoccaggio, che ha come scopo il confinamento permanente della CO₂ a profondità superiori agli 800 metri, la sperimentazione con microiniezione controllata in pozzi di limitata profondità, viene effettuata per poter osservare la risalita della CO₂, in funzione delle fratture e delle specifiche caratteristiche delle rocce. Questo tipo di sperimentazione è oggi di grande interesse e va a completare tutte le altre attività di caratterizzazione che consentono di capire a quali condizioni lo stoccaggio di CO₂ sia più sicuro, conveniente, efficiente.

Le attività di monitoraggio che costituiscono il progetto si inseriscono nel progetto europeo di ricerca denominato ENOS⁵ che Sotacarbo persegue in collaborazione con Enti di ricerca europei e internazionali a scopo di studio. Nel seguito si indicano i principali partner coinvolti nel progetto: BRGM (Francia), BGR (Germania), British Geological Survey (Regno Unito), CGS (Repubblica Ceca), CIEMAT (Spagna), Fundación Ciudad de la Energía – CIUDEN (Spagna), Flodim Sarl (Francia), Geogreen (Francia), IDIL Sas (Francia), IRIS (Norvegia), Nhazca Srl (Italia), OGS (Italia), Palencia 3 (Spagna), SGIDS (Slovacchia), Silixa Ltd. (Regno Unito), Sotacarbo (Italia), TNO (Olanda), Università di Roma "La Sapienza" (Italia), University of Nottingham (Regno Unito), CO₂GeoNet (consorzio internazionale con sede in Francia)⁶.

Le attività legate al progetto e i sistemi di monitoraggio che saranno sperimentati sono descritti in dettaglio nel presente Quadro progettuale.

4.2 Aspetti generali in merito all'esperimento

Durante la realizzazione delle attività in oggetto nel presente Studio, verranno immerse nel sottosuolo piccole quantità di CO₂, al fine di studiarne la migrazione attraverso le rocce mediante sistemi di monitoraggio geochimico e geofisico. Di seguito sono riportate alcune informazioni sulla produzione naturale della CO₂ al fine di fornire una idea delle quantità coinvolte.

⁴IEA, 2016, *20 Years of Carbon Capture and Storage*

⁵ENabling Onshore CO₂ Storage in Europe - recentemente finanziato dalla Commissione Europea attraverso il programma per la Ricerca e Innovazione Horizon 2020; <http://www.enos-project.eu/>

⁶<http://www.corrierequotidiano.it/1.56967/cronaca/1097/progetto-enos-12-milioni-ue-stoccare-anidride-carbonica;>
<https://www.researchitaly.it/progetti/energia-l-italia-in-campo-per-lo-stoccaggio-di-co2-con-il-progetto-enos/#null>



La CO₂ è prodotta naturalmente e in grandi quantità da processi biologici (superficiali) e geologici (profondi) che avvengono continuamente. La CO₂ prodotta da tali processi nei suoli viene immessa continuamente nell'atmosfera.

L'origine geologica di CO₂ è connessa a processi di degassamento dei magmi o di metamorfismo e alterazione delle stesse rocce. Quando questi avvengono, la CO₂ derivante da tali processi può migrare fino alla superficie terrestre lungo le faglie o zone di frattura.

Le emissioni di CO₂ di origine geologica tendono ad avere valori alti di tasso di emissione (da 50 a >10,000 g/m² d contro i 1-50 g/m² di origine biologica) in zone limitate note come *gas vents*. In Italia centrale l'emissione di grandi quantità di CO₂ sono comuni (Chiodini et al., 2004), e sono messe in relazione con l'attività vulcanica, alti gradienti geotermici, magmi quiescenti e rocce fagliate e fratturate.

Questi valori misurati, riferibili a processi naturali che avvengono in aree densamente popolate dell'Italia centrale o in altre aree del mondo, possono essere presi come riferimento per valutare le quantità di CO₂ che verranno utilizzate nel presente progetto. Si è ritenuto infatti di dover iniettare quantitativi di CO₂ minori rispetto a quelli legati al degassamento terrestre naturale in aree geotermiche e/o vulcaniche dove, nonostante valori alti di degassamento, purtuttavia esiste una elevata attività antropica.

A titolo di esempio come caso di studio in ambito di emissione naturale, si può prendere come riferimento un sito studiato in gran dettaglio localizzato nel Lazio in prossimità del Lago di Bolsena, la caldera di Latera e riconosciuto dal progetto ECCSEL come un laboratorio naturale di riferimento.

Per esempio Annunziatellis et al. (2007) hanno stimato 22 t CO₂ / giorno sulla base del presupposto che la perdita fosse localizzata in gas vent con alte zone di flusso, mentre Chiodini et al. (2007) stimano 350 t CO₂ / giorno in base a una perdita più diffusa arealmente.

Considerando un valore medio tra i due forniti, ad esempio, 100 t CO₂ / giorno, la caldera di Latera emette circa 10 volte più CO₂ in un giorno di quanto sia previsto iniettare per l'intero esperimento di monitoraggio oggetto di valutazione.

Siti di iniezione superficiale, compresa tra i 20 e i 50 metri, finalizzata allo studio dei processi di migrazione sono già presenti, anche in Europa. All'interno dello stesso progetto ENOS è presente un altro sito sperimentale vicino a Nottingham (UK) con finalità e profondità di iniezione simili a quelle previste nel progetto proposto nel Sulcis.

4.3 Localizzazione dell'area di progetto

Le indagini che costituiscono il progetto descritto nel presente Studio preliminare ambientale, seguono una prima fase di indagine conoscitiva effettuata nell'area del permesso e costituita dall'esecuzione di indagini geofisiche e geochimiche di tipo indiretto, ottenute attraverso registrazione di dati in superficie.

I dati ottenuti in tale fase di indagine pregressa hanno consentito di identificare l'area ottimale dove localizzare le attività di perforazione e monitoraggio a scopo di ricerca che costituiscono il progetto proposto. Le indagini sismiche di superficie condotte hanno identificato zone di frattura che possono essere considerate idonee alla migrazione dei gas e di conseguenza alle attività di indagine e al test in progetto.

La Figura 11 riporta il perimetro del permesso di ricerca su base ortofoto, con indicazione (linea tratteggiata in nero) dei confini comunali, l'ubicazione della località di Matzaccara e l'area di progetto.



Figura 11: Area del permesso di ricerca Monte Ulmus su ortofoto, con indicazione dei limiti comunali della località di Matzaccara e dell'area di progetto

L'area di progetto è ampia 20 ettari, mentre le infrastrutture previste per la sperimentazione saranno dislocate all'interno di essa in settore ridotto di circa 2 ettari.



4.4 Descrizione delle attività di progetto

Il progetto riguarda le attività di caratterizzazione del sito all'interno del Permesso di ricerca Monte Ulmus attraverso la realizzazione di due pozzi esplorativi superficiali e la successiva esecuzione di attività di ricerca previste all'interno del progetto europeo ENOS, di cui Sotacarbo è partner. L'esperimento consisterà nella simulazione di perdita di gas da un sito di superficie limitata, mediante iniezioni di piccole quantità di CO₂ da un pozzo a profondità pari a circa 250 metri. Il progetto in esame, si configura quindi come un laboratorio di ricerca sul campo e prende il nome di "Laboratorio della Faglia del Sulcis" (SFL)

Le strumentazioni e gli esperimenti permetteranno di comprendere meglio lungo quali strutture il gas migri di preferenza (tramite osservazioni dirette e modellazione fluidodinamica associata) fornendo preziose indicazioni sul comportamento delle strutture geologiche interessate da iniezione di CO₂, e in questo aspetto, soddisfacendo alle esigenze di caratterizzazione dell'area del permesso.

Il successivo rilascio del gas in superficie permetterà di migliorare le tecnologie di monitoraggio attraverso la sperimentazione di nuove tecniche. Lo sviluppo di tecniche affidabili di monitoraggio geochimico e geofisico sono alla base delle attività di stoccaggio, in quanto ne garantiscono l'efficienza e la sicurezza. Questo aspetto verrà eseguito da Sotacarbo e dagli altri enti partecipanti alla ricerca nell'ambito del progetto ENOS. In particolare, il monitoraggio geochimico e la modellazione geologica e geomeccanica sarà a cura dell'Università La Sapienza di Roma mentre il monitoraggio geofisico sarà a cura di OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale) di Trieste. La progettazione delle attività di sperimentazione e delle infrastrutture necessarie sono sviluppate da Sotacarbo.

Il programma di lavori prevede la perforazione di un pozzo verticale e di uno deviato ad una profondità di 250 m, profondità alla quale intercetteranno il piccolo sistema di faglie individuato negli studi precedenti. Tali pozzi saranno utilizzati per l'esecuzione di test in sito (micro iniezioni di CO₂) e come pozzi di osservazione e registrazione di dati geologici o idrogeologici.

Durante l'esperimento saranno quindi studiate le migrazioni del gas nel sottosuolo a seguito dell'iniezione controllata dalla superficie nel pozzo inclinato.

In sintesi le attività che costituiscono il progetto di ricerca sono elencate a seguire:

■ Attività di perforazione:

- Realizzazione di 1 pozzo di iniezione deviato che interseca la faglia definita tramite indagini sismiche. La profondità di iniezione proposta è 250 m. Il pozzo di iniezione sarà sigillato per prevenire dispersione di gas lungo il pozzo. Il pozzo sarà anche equipaggiato di strumenti geofisici posizionati in maniera permanente all'esterno del rivestimento (*casing*) e a fondo pozzo;
- Realizzazione di 1 pozzo verticale di osservazione per una profondità di 200-250 m equipaggiato con strumenti geofisici che saranno posizionati in maniera permanente all'esterno del rivestimento (*casing*) e a fondo pozzo;
- **Attività correlate al monitoraggio:**
- Esecuzione di 7 sondaggi geognostici attrezzati a piezometro (Prof. 10-15 m da p.c.) per il monitoraggio idrogeologico; due piezometri avranno un diametro più grande per consentire l'inserimento di sensori per misure continue;
- Scavo a mano di 50 pozzetti (profondità 80 cm diametro 10 cm) per installazione sonde di monitoraggio CO₂;
- Installazione di una stazione meteorologica;
- Installazione di un sistema di controllo di iniezione di gas/collettore;
- Alloggio temporaneo del personale di ricerca e della strumentazione informatica e di manutenzione necessaria.



■ Esecuzione del test di iniezione CO₂

- Installazione di un sistema temporaneo on-site di alloggiamento bombole CO₂;
- Microiniezioni di CO₂ attraverso il pozzo di iniezione.

■ Attività di monitoraggio

Le attività di monitoraggio saranno condotte prima, durante e dopo la fine dell'esperimento e comprenderanno:

- Geofisica di superficie e in foro di sondaggio
- Monitoraggio idrogeologico quantitativo e qualitativo
- Monitoraggio geofisico in superficie e in pozzo
- Monitoraggio geochimico di superficie
- Monitoraggio sismicità naturale e indotta.

La localizzazione dei pozzi, delle strutture connesse e l'area coinvolta possono essere schematizzate graficamente come in figura successiva (Figura 12). Le dimensioni dell'area sono di circa 100*250 m

.

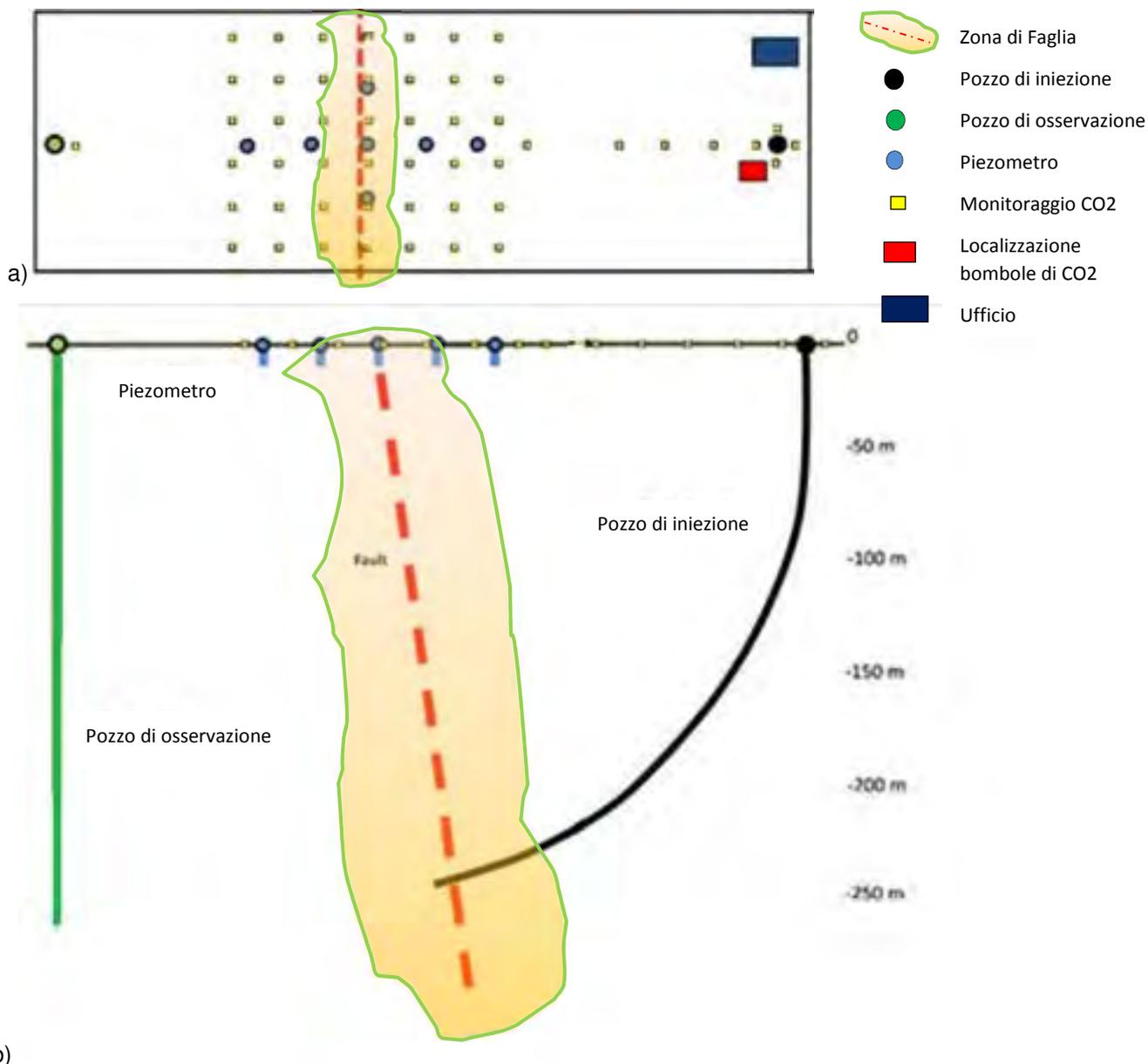


Figura 12: Disegno schematico dell'area di progetto in pianta (a) e in sezione (b)

4.4.1 Perforazioni in progetto

Con riferimento a quanto descritto in precedenza, il progetto di ricerca identificato come “Laboratorio della Faglia del Sulcis” (SFL) consisterà nell’esecuzione di alcuni pozzi descritti a seguire, realizzati con scopi differenti ma modalità e caratteristiche analoghe funzionali a raggiungere l’obiettivo. Le perforazioni saranno spinte a profondità simile e a inclinazione variabile secondo lo scopo prefissato.

Le attività di progetto saranno svolte con la massima accuratezza e nel rispetto delle norme e pratiche ambientali e di sicurezza. Tuttavia va sottolineata la natura innovativa dell’esperienza SFL (iniettare CO₂ lungo un piano di faglia), che sta attirando l’interesse della comunità scientifica internazionale e che valorizza il Sulcis come area di sviluppo di attività di ricerca.



I criteri principali per l'individuazione delle aree idonee per la localizzazione delle postazioni pozzo sono riassunti nell'elenco seguente:

- minimizzazione della distanza tra le postazioni ed il culmine degli obiettivi dei sondaggi;
- minimizzazione dei possibili impatti del cantiere sulle componenti ambientali;
- contenimento delle limitazioni alla fruizione del paesaggio;
- rispetto scrupoloso dei vincoli di legge e delle disposizioni delle diverse Autorità.

Oltre alle valutazioni sopra elencate, la localizzazione delle postazioni è stata definita anche sulla base di altri dati quali:

- condizioni topografiche e morfologiche;
- accessibilità al sito (l'area è raggiungibile tramite l'esistente viabilità);
- superficie libera e l'utilizzo dell'area (l'uso del suolo delle aree di ubicazione delle postazioni consiste attualmente in attività di agricoltura attiva con coltivazioni di erba medica);
- distanza da punti critici, quali:
 - luoghi densamente abitati (non vi sono centri abitati nelle immediate vicinanze);
 - aree protette/sottoposte a vincolo.

Sarà cura di Sotacarbo affidare a personale qualificato la progettazione di dettaglio, la successiva esecuzione delle perforazioni, e dello sviluppo del sito.

I sondaggi saranno realizzati con una sonda meccanica a rotazione, a carotaggio continuo del 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 sarà utilizzata 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 250 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.

Nella programmazione e esecuzione delle attività saranno curati gli aspetti necessari alla progettazione delle attività e alla identificazione dei parametri fondamentali quali necessità del progetto, e le specifiche necessarie per le infrastrutture.

Saranno definiti e documentati aspetti inerenti la progettazione quali profondità diametro del pozzo e materiali idonei e aspetti legati a logistica e sicurezza anche in materia di gestione e smaltimento dei fanghi di perforazione e dei cuttings e l'eventuale chiusura ed abbandono del sito a fine esperimento.

4.4.1.1 *Strumentazione utilizzata per la perforazione dei pozzi*

Per quanto riguarda l'impianto di perforazione, seppur non ancora identificato in quanto sarà selezionato con apposita gara, vengono qui definite le principali caratteristiche considerate ottimali in funzione delle condizioni e dei massimi carichi stimabili per la realizzazione dei pozzi.

In questa fase preliminare, si è ipotizzato l'impiego di un impianto "a funzionamento oleodinamico, installato su Autocarro" del tipo Massenza 150, che rappresenta una scelta ottimale in termini operativi e di minor impatto ambientale.



Figura 13: Esempio di impianto oleodinamico

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 14: Ingombro tipo dell'area di cantiere delle perforazioni



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

La scelta dell'area di progetto è stata effettuata sulla base degli esiti delle indagini geofisiche e escludendo aree oggetto di colture o di vegetazione naturale di pregio, inoltre massima attenzione è stata posta nella massima distanza da abitazioni.

In fase di progettazione esecutiva saranno definiti i dettagli di progetto quali:

- 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).

4.4.1.2 Caratteristiche dei pozzi

Pozzi di iniezione

Il pozzo di iniezione deviato costituisce elemento fondamentale del progetto proposto, in quanto l'obiettivo finale è l'esecuzione di test di iniezione di CO₂ in una zona caratterizzata da fratture nel sottosuolo.

Lo scopo del pozzo deviato è quello di raggiungere la faglia il più possibile ortogonalmente, penetrandola ad una quota verticale di circa 250 m e poi carotarla per un suo certo riconoscimento e caratterizzazione.

Il pozzo verrà quindi utilizzato per il test di iniezione di CO₂ per il periodo necessario al raggiungimento dei risultati previsti dal progetto.

La profondità di iniezione proposte è di 250 m (lunghezza della perforazione circa 280 m), il pozzo di iniezione sarà sigillato per prevenire dispersione di gas lungo il pozzo ciò per rendere ottimale la funzionalità dell'esperimento.

In merito ai pozzi di iniezione aspetti rilevanti e inerenti le tematiche ambientali saranno quelli relativi a scelte sull'uso di fanghi di perforazione biodegradabili e sulle modalità di lavaggio, al fine di garantire che la zona di iniezione rimanga permeabile.

Il pozzo di iniezione sarà equipaggiato con strumentazione utile al monitoraggio di pressione e temperatura che saranno inseriti in alloggiamento precedentemente individuato senza aumento sostanziale del diametro della perforazione.

Pozzo di osservazione verticale

Sarà inoltre realizzato un pozzo verticale di osservazione per una profondità di 250 m dal p.c..

In virtù dello scopo di ricerca e monitoraggio del progetto il pozzo verticale di osservazione sarà equipaggiato con strumenti geofisici appositi per le attività di controllo, che saranno posizionati in maniera permanente all'esterno del rivestimento (*casing*) e a fondo pozzo; le decisioni finali riguardanti tali strumenti determineranno l'eventuale perforazione, il diametro del *casing* e del materiale.

Il pozzo di osservazione sarà perforato prima della perforazione del pozzo di iniezione ciò in quanto è necessario che le misure geofisiche vengano effettuate preventivamente, per avere un'analisi stratigrafica dettagliata attraverso i campioni di carote e una più esatta caratterizzazione della localizzazione ed architettura della faglia attraverso i metodi sismici downhole.



La perforazione dei pozzi verrà eseguita tramite macchina perforatrice, montata su camion gommato, che eseguirà nel primo tratto, un carotaggio geognostico con recupero totale di carote.

Pozzi di monitoraggio della falda

A corredo della realizzazione dei pozzi di iniezione e osservazione saranno eseguiti sette pozzi di monitoraggio delle acque del sottosuolo (piezometri), perforati fino ad una profondità massima di 10 – 15 m, sigillati in PVC.

Tra i sette previsti alcuni dei piezometri avranno un diametro più grande (approssimativamente 10 cm) per consentire l'inserimento di sensori per misure continue a fondo foro per condurre misure di resistività.

Per ciascuno dei sette pozzi si provvederà a fenestrare la porzione corrispondente allo strato poroso più profondo incontrato, in un intervallo dai 50 a 100 cm, a seconda dello spessore dell'unità, per permettere le misure del livello piezometrico. Prima dell'esperimento di iniezione, saranno inoltre eseguite prove di permeabilità e di pompaggio per determinare la permeabilità e la connessione idraulica tra i pozzi.

4.4.2 Attività di monitoraggio e strutture connesse

Le attività di monitoraggio saranno condotte prima, durante e dopo il test di iniezione allo scopo di avere la possibilità di registrare i cambiamenti indotti dall'esperimento. L'attività di monitoraggio geochimico continuerà anche dopo la fine dell'esperimento con un duplice scopo: i) accertarsi che l'ambiente venga ripristinato allo stato pre-esperimento e ii) completare la raccolta di dati necessari alla stesura di un documento di "Best Practice". Questo documento, previsto nel progetto ENOS, verrà condiviso con la comunità scientifica internazionale coinvolta nel progetto e offerto alla Commissione Europea come base per atti legislativi futuri.

A valle della realizzazione dei pozzi saranno condotti anche i test e le indagini utili a dettagliare le caratteristiche dell'area in esame, in particolare di tipo geofisico e idrogeologico preliminari all'esecuzione dei test di iniezione.

Riassumendo quindi le attività di monitoraggio condotte nell'esperimento saranno:

- Monitoraggio geofisico, (sismica a riflessione di superficie, georadar GPR, tomografia elettrica, cross hole - down hole, magnetometrica);
- Monitoraggio idrogeologico, di tipo chimico con campionamenti e fisico attraverso prove di portata;
- Monitoraggio geochimico (del tipo misura concentrazione di CO₂) effettuato tramite 50 sonde di monitoraggio della CO₂ distribuite su una griglia ad una profondità di circa 80 cm.
- Monitoraggio di superficie, monitorare eventuali deformazioni di superficie durante l'iniezione;
- Monitoraggio sismico: per la misurazione della sismicità di background e la sismicità indotta.

Altre strutture connesse al progetto saranno:

- Una stazione meteorologica per misurare il vento, la temperatura, la pressione barometrica e le precipitazioni in relazione a possibili variazioni di CO₂ nel suolo o nei pozzi connesse con eventi meteo di pioggia che possono influire sulle concentrazioni registrate;
- Un'area di sistemazione del gruppo bombole della CO₂ (fig. Figura 18)
- Un Box prefabbricato, da usare come "control room" ad uso del personale di ricerca, computer, strumenti, e connessione internet.

4.4.2.1 Monitoraggio idrogeologico

Il monitoraggio idrogeologico sarà effettuato attraverso la raccolta dati sulla composizione chimica delle acque di base prima e dopo l'esperimento: i dati saranno usati per il modelling geochimico.



Saranno inoltre misurati in continuo nei pozzi i valori della CO₂ disciolta in acqua (pCO₂), T, P, pH, conduttività, Eh.

E' inoltre previsto nell'ambito del progetto il monitoraggio delle variazioni della comunità microbiche nell'acqua di falda causate dalla CO₂ con biosensore basato sul riconoscimento del DNA.

4.4.2.2 Monitoraggio geofisico

Il monitoraggio geofisico consisterà nella misura della migrazione della CO₂ attraverso piani di faglie in sottosuolo.

Le prospezioni saranno condotte usando tecniche di downhole e di superficie per valutare se la migrazione dei fluidi può essere tracciata.

4.4.2.3 Monitoraggio geochimico

Le concentrazioni al suolo di CO₂ e i valori di flusso variano naturalmente a causa di processi biologici, sia nel tempo (a scala diurna e stagionali) che spazialmente (in funzione del tipo di terreno, umidità, ecc.).

Per questo motivo, i campioni saranno raccolti su una griglia regolare nell'area di progetto in due o tre campagne differenti nei mesi che precedono l'iniezione per definire la variabilità basale e le anomalie biogeniche.

Oltre alle misure di flusso di CO₂, tutti i campioni di gas al suolo dovranno essere analizzati per misure di CO₂, N₂, O₂, idrocarburi leggeri, e He mentre un quantitativo di gas dovrà essere analizzato per determinare la composizione degli isotopi stabili di CO₂ ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$). I campioni di gas al suolo verranno raccolti tra 50 e 80 cm di profondità utilizzando un tubo in acciaio inox del diametro di 6 mm, mentre il flusso verrà misurato utilizzando una camera di accumulo posta sulla superficie del terreno.

Il monitoraggio in continuo della CO₂ avverrà con l'uso di sonde GasPro che dovranno essere installate in un punto di monitoraggio sulla griglia almeno un mese prima dell'iniezione per assicurarsi che l'intero sistema funzioni e che i dati di base siano disponibili per l'intera griglia.

Il sensore sarà collegato via cavo ad una scatola impermeabile che ospiterà batterie intercambiabili e una antenna a radio frequenza che comunicherà in modalità wireless con una stazione di controllo centrale.

La stazione di controllo, interrogherà ogni sonda individualmente su base oraria e quindi caricherà i dati a un server centrale presso l'Università di Roma La Sapienza. Il monitoraggio in tempo reale consentirà la rapida scoperta di eventuali errori di sistema e l'eventuale intervento tempestivo.

All'interno dell'area di progetto saranno eseguiti 50 pozzetti profondi 80 cm circa da p.c., scavati con trivella manuale, nei quali saranno ubicate le sonde per il monitoraggio geochimico in continuo.

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



Figura 15: Trivella manuale

Le sonde per il monitoraggio geochimico, saranno disposte secondo una griglia regolare nell'area dei sondaggi superficiali, secondo quanto rappresentato nella figura che segue.

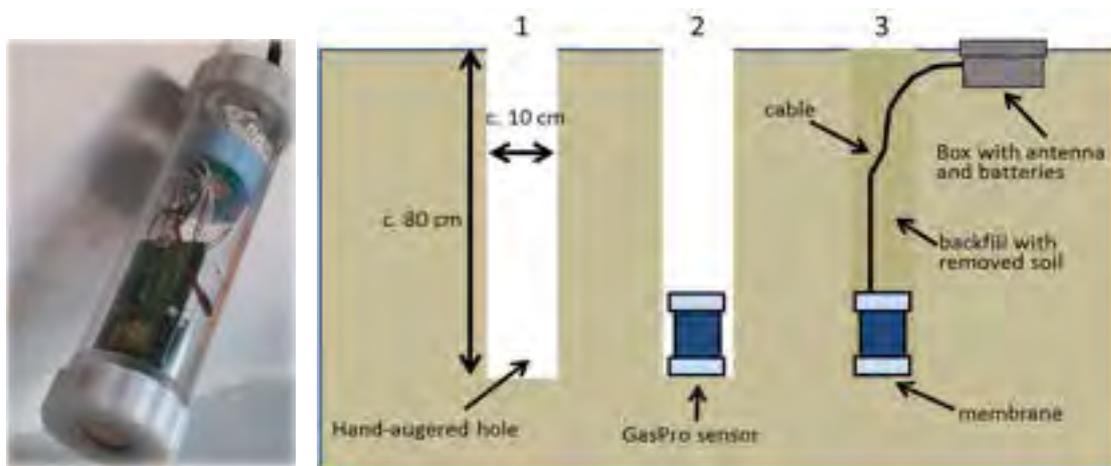


Figura 16: Fotografia di una sonda GasPro di monitoraggio della CO2 (a) e la sua procedura di installazione (b).

4.4.2.4 Monitoraggio di superficie

Ai monitoraggi indicati sarà affiancato un Remote Sensing per monitorare eventuali deformazioni di superficie durante l'iniezione con riflettori artificiali, per riflettere il segnale radar satellitare in modo ottimale e il più possibile costante nel tempo: i riflettori saranno ancorati a terra mediante infissione per battitura di barre di ferro.



Figura 17: Esempio di riflettore artificiale

4.4.2.5 Monitoraggio sismico

Sull'area è già presente una rete sismica temporanea composta di 10 stazioni a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. La rete sismica ha acquisito dati per un lasso di tempo di circa un anno, consentendo di definire la sismicità naturale dell'area. Verrà installata una rete temporanea di micro-array di strumenti, con densità fitta attraverso e lungo la faglia in studio che rimarrà operativa per il periodo del progetto e consentirà un'acquisizione di dettaglio della microsismicità.

4.4.3 Esecuzione del test di iniezione CO₂

4.4.3.1 Sistema temporaneo di alloggiamento bombole CO₂;

Il gas sarà fornito in bombole poggiate su una apposita piattaforma mobile e contenute in una struttura analoga a quella nella figura successiva.



Figura 18: Struttura contenitiva delle bombole di CO₂

I quantitativi necessari alla sperimentazione in progetto sono stimati nell'ordine delle decine di tonnellate di CO₂ pura nell'arco di circa 2 settimane.

Le bombole saranno collegate ai pozzi con un sistema tipo il seguente:

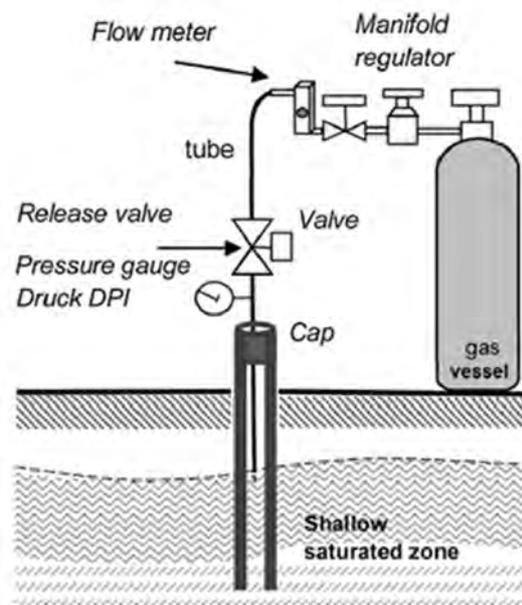


Figura 19: Schema di impianto di connessione tra bombola di CO₂ e testa pozzo

4.4.3.2 Microiniezioni di CO₂ attraverso il pozzo di iniezione.

Le condizioni prevedibili per il test di iniezione sono:

- il volume di CO₂ da iniettare sarà nell'ordine delle decine di tonnellate;
- le pressioni da raggiungere saranno di circa 20 atm (non superiori a 35 atm);
- la portata di iniezione sarà funzione del valore massimo di pressione di 20 atm (stimato intorno ai 100 kg/day);
- l'iniezione durerà al massimo 2 settimane; per l'iniezione non è previsto, al momento, l'uso di compressori;
- la CO₂ da iniettare potrà essere fornita in loco su bombole standard da 80 kg (circa 30 bombole) raccolte su un container aperto (dotato per la sicurezza di un allarme CO₂);

Come accennato, oggetto del monitoraggio è la velocità di diffusione, di risalita e l'influenza con l'ambiente circostante, valutando gli scostamenti rispetto alla condizione di partenza. Il controllo della diffusione sarà effettuato con sistemi di monitoraggio che saranno testati sul campo e validati per poter essere poi utilizzati a livello industriale in altri siti.

Data la natura sperimentale del progetto, a seconda della risposta della struttura e delle formazioni geologiche, saranno possibili delle modificazioni nelle quantità e velocità di iniezione perché il gas iniettato sia leggibile dagli strumenti. Da tali variazioni deriverà il quantitativo globale di gas iniettato.

4.4.1 Sicurezza della prova di iniezione

Il Laboratorio di Tettonica e Chimica dei Fluidi de La Sapienza di Roma è il partner nell'ambito del progetto ENOS che si occuperà del monitoraggio geochimico nelle acque sotterranee e nel suolo.

Il gruppo ha oltre 30 anni di esperienza nello studio di emissioni di CO₂ naturale (Beaubien et alii, 2008; Annunziatellis et al., 2008; Bigi et al., 2013). Ha partecipato a numerosi progetti europei sviluppando sistemi di monitoraggio per lo stoccaggio geologico della CO₂ (Ciotoli et al., 2005; Annunziatellis et al., 2006)⁷; in

⁷ <http://www.dst.uniroma1.it/strutture/laboratori/laboratorio-di-chimica-dei-fluidi>



particolare, è stato autore di un progetto di iniezione della CO₂ lungo una faglia, seppure a profondità minori (Ciotoli et al., 2005)⁸ e di altri 4 prove di iniezione in terreni fagliati e non nel Graben di Siena e nella Caldera di Latera (comunicazione personale) anticipando di oltre 20 anni altri esperimenti analoghi fatti in Europa (Beaubien et al., 2017)

Ha inoltre collaborato a diversi progetti di stoccaggio geologico e di iniezione di CO₂ a fini sperimentali. Il gruppo ha inoltre svolto attività di ricerca in diversi progetti europei finalizzati allo studio dell'impatto sulla vegetazione (ASGARD nel Regno Unito (Smith et alii, 2013); all'impatto sull'ecosistema sottomarino (progetto ECO2) e sugli ecosistemi superficiali (progetti Nascent, RISCs). Infine ha effettuato monitoraggio geochimico per siti industriali di EOR quali Wayburn (Canada) e InSalah (Algeria). Tali informazioni si forniscono a supporto dell'esperienza del gruppo nell'ambito di ricerca specifico.

Durante l'esperimento, nell'ambito del progetto ENOS, avrà luogo un monitoraggio estensivo per determinare le modalità di migrazione e per garantire la sicurezza del lavoro.

Per far fronte a qualsiasi potenziale impatto sulla qualità delle acque sotterranee, saranno installati sette piezometri per monitorare la composizione chimica ad una profondità di circa 10 m.

Due di questi piezometri saranno dotati di sensori che misureranno la concentrazione di CO₂ disciolta ogni 10 minuti, mentre tutti i piezometri saranno campionati in modo intermittente su base regolare per determinare il pH e le concentrazioni maggiori e in traccia.

Per quanto riguarda la CO₂ nel suolo che può influire sulla salute delle piante, saranno posizionati fino a 50 sensori ad una profondità di circa 80 cm che misureranno le concentrazioni di CO₂ nel terreno una volta ogni ora. A questo proposito è bene evidenziare che i tenori di flusso di CO₂ raggiungibili durante l'esperimento saranno di un ordine di grandezza tale che in realtà la CO₂ emessa si comporterà da fertilizzante e favorirà la crescita delle piante stesse come evidenziato dai risultati di altri esperimenti simili e dalla letteratura internazionale (Annunziatellis et alii, 2006; Smith et al., 2013; Smith et al., 2016).⁹

Saranno manualmente raccolti campioni usando sonde in acciaio inserite ad una profondità sempre di 80 cm, posizionandosi tra i sensori per migliorare la risoluzione spaziale; contemporaneamente e sulla stessa posizione saranno effettuate misurazioni di flusso di CO₂ superficiali. Infine sarà utilizzato uno strumento innovativo che misura le concentrazioni di CO₂ presso la superficie del terreno ad altissima risoluzione spaziale (circa una volta ogni metro) per mappare la zona per cercare possibili punti di migrazione verso la superficie.

⁸ G. Ciotoli, G. Etiope, M. Guerra, S. Lombardi, G.A. Duddridge & P. Grainger Migration of gas injected into a fault in low-permeability ground *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 38, 305–320

⁹ Annunziatellis, A., Beaubien, S.E., Ciotoli, G., and Lombardi, S., 2006, *Studies into the migration of gas injected at shallow depths: implications for CO₂ geological sequestration*, 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies (GHGT8): Trondheim, Norway.

Smith, K.L., Steven, M.D., Jones, D.G., West, J.M., Coombs, P., Green, K.A., Barlow, T.S., Breward, N., Gwosdz, S., KrÅger, M., Beaubien, S.E., Annunziatellis, A., Graziani, S., and Lombardi, S., 2013, *Environmental impacts of CO₂ leakage: recent results from the ASGARD facility*, UK: *Energy Procedia*, v. 37, p. 791-799, DOI:10.1016/j.egypro.2013.05.169.

Smith, K.L., Lake, J.A., Steven, M.D., and Lomax, B.H., 2016, *Effects of elevated soil CO₂ concentration on growth and competition in a grass-clover mix*: *International Journal of Greenhouse Gas Control*.



4.5 Programma delle attività

mesi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preparazione cantiere	■																													
Installazione stazione meteorologica	■																													
Perforazione: piezometri (15m)			■																											
Monitoraggio falda con piezometri			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Istallazione sonde GasPro		■	■																											
Monitoraggio geochimico (sonde GASPro)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Perforazione pozzi: 250 m				■																										
Installazione sistema iniezione CO2					■																									
Iniezione Gas						■																								
Baseline geochimica GAS		■								■																				
Campionamenti acqua		■			■		■		■																					
Baseline geofisica					■																									
Monitoraggio geofisico						■	■					■	■																	
Monitoraggio di superficie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



5.0 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 che segue sarà illustrata la metodologia applicata nelle successive valutazioni, a partire dal paragrafo 5.2.

5.1 Metodologia di analisi ambientale applicata

La metodologia adottata da Golder 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.

5.1.1 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.

5.1.2 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 3 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 della componente e considera le caratteristiche specifiche nell'area che la possibilità e l'efficacia di mitigare l'impatto indotto.

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.

5.2 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 costituita dall'installazione dei dispositivi di monitoraggio e dalla realizzazione dei sondaggi, e quella di esercizio costituita dalle attività di monitoraggio e acquisizione dei dati, possono essere considerate coincidenti in quanto sovrapposte tra loro; sarà pertanto considerata un'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.



STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Tabella 4: Sintesi delle attività in progetto, 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>Attività di perforazione</i>	Realizzazione perforazioni superficiali	Realizzazione di 1 pozzo di iniezione deviato (prof. 250 m) Realizzazione di 1 pozzo verticale di osservazione (prof. 200-250 m)	Paragrafo 4.4.1	<ul style="list-style-type: none">Allestimento delle aree di lavoroApprovvigionamento idrico (tramite autobotte)Esecuzione perforazione	<ul style="list-style-type: none">Traffico indotto mezziRimozione localizzata suolo superficialeOccupazione di suoloProduzione terre e rocce (carotaggi)Emissione di rumoreEmissioni in atmosferaVibrazioni indottePresenza strutture di perforazione e di cantiere
<i>Test di iniezione</i>	Esecuzione del test di iniezione CO₂	Alloggiamento sistema di stoccaggio della CO ₂ Microiniezioni di CO ₂ attraverso il pozzo	Paragrafo 4.4.3	<ul style="list-style-type: none">Alloggiamento sistema di stoccaggio e relative connessioniMigrazione della CO₂ in superficie	<ul style="list-style-type: none">Presenza sistema di stoccaggioDanneggiamento della vegetazione al suoloInterferenza con qualità acque sotterraneeEmissioni di CO₂ in atmosfera
<i>Attività di monitoraggio</i>	Monitoraggio idrogeologico	Esecuzione di 7 sondaggi geognostici attrezzati a piezometro (prof. 10-15 m da p.c.) per il monitoraggio idrogeologico	Paragrafo 4.4.2	<ul style="list-style-type: none">Realizzazione piezometriPrelievo campioni di acque sotterranee	<ul style="list-style-type: none">Asportazione di suolo superficialeAlterazione assetto idrogeologico



STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

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
	Monitoraggio geochimico	Realizzazione di 50 pozzetti di profondità di circa 80 cm per installazione di sonde di monitoraggio di CO ₂	Paragrafo 4.4.2	<ul style="list-style-type: none">Realizzazione manuale dei pozzetti superficialiInstallazione manuale delle sondeAcquisizione dati monitoraggio	<ul style="list-style-type: none">Asportazione di suolo superficiale
	Acquisizione dati meteo	Installazione di una stazione meteorologica	Paragrafo 4.4.2	<ul style="list-style-type: none">Installazione stazione meteorologicaAcquisizione dati	<ul style="list-style-type: none">Occupazione di suolo
	Attività di monitoraggio (varie)	Installazione struttura per strumentazione e personale impiegato nel monitoraggio Esecuzione attività di monitoraggio (misure geofisiche, remote sensing, etc.)	Paragrafo 4.4.2	<ul style="list-style-type: none">Installazione edificio prefabbricato e strumentazione con relativi allacci alle utenzeRaccolta e analisi dati di monitoraggio	<ul style="list-style-type: none">Presenza dell'edificioProduzione di rifiuti (RSU) per presenza di personale



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.



STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Attività in progetto		Attività in sito		Azioni		Componenti		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 CO2 in atmosfera	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 (carotaggi)	Interferenza con qualità acque sotterranee	Alterazioni assetto idrogeologico	Danneggiamento di vegetazione	Disturbo alla fauna	Interferenza/danneggiamento beni puntuali o areali	Presenza dei mezzi di perforazione strutture di cantiere	Presenza delle strutture legate ai test di iniezione	Emissione di rumore	Emissione di vibrazioni	Traffico indotto	Emissione di CO2	
Realizzazione perforazioni superficiali	Realizzazione di 1 pozzo di iniezione deviato (prof. 250 m)	Allestimento delle aree di lavoro																						
	Realizzazione di 1 pozzo verticali di osservazione (prof. 200-250 m)	Approvvigionamento idrico (tramite autobotte)																						
		Esecuzione perforazioni																						
Esecuzione dei test di iniezione CO2	Alloggiamento sistema di stoccaggio di CO2	Alloggiamento sistema di stoccaggio e relative connessioni																						
	Microiniezioni di CO2 attraverso il pozzo	Migrazione della CO2 in superficie																						
Monitoraggio idrogeologico	Esecuzione di 7 sondaggi geognostici attrezzati a piezometro (prof. 10-15 m da p.c.) per il monitoraggio idrogeologico	Realizzazione piezometri																						
		Prelievo campioni di acque sotterranee																						
Monitoraggio geochimico	Realizzazione di 50 pozzetti di profondità di circa 80 cm per installazione di sonde di monitoraggio di CO2	Realizzazione manuale dei pozzetti superficiali																						
		Installazione manuale delle sonde																						
		Acquisizione dati monitoraggio																						
Acquisizione dati meteo	Installazione di una stazione meteorologica	Installazione stazione meteorologica																						
		Acquisizione dati																						
Attività di monitoraggio (varie)	Installazione struttura per strumentazione e personale impiegato nel monitoraggio	Installazione edificio prefabbricato e strumentazione con relativi allacci alle utenze																						
		Esecuzione attività di monitoraggio (misure geofisiche, remote sensing, etc.)	Raccolta e analisi dati di monitoraggio																					

Figura 20: Matrice di Leopold per l'analisi preliminare degli impatti



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

5.3 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 5.1.2, 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 5: Tabella di valutazione per singolo fattore di impatto identificato

Attività/azioni di progetto	Fattore di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione 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 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.

Nei paragrafi che seguono sarà descritto lo stato attuale delle componenti ambientali per valutarne la sensibilità e la capacità di inserimento delle attività in progetto; la caratterizzazione generale riguarderà l'area



del permesso di ricerca e, dove necessario per la trattazione, una zona più ampia in entrambi i casi identificabile come area vasta, mentre per la caratterizzazione di dettaglio e l'analisi delle interferenze si farà riferimento all'area di progetto come rappresentata nella cartografia allegata allo studio.

5.3.1 Atmosfera

5.3.1.1 Stato attuale

Qualità dell'aria

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

La Rete Regionale di Monitoraggio della qualità dell'aria nella Regione Sardegna è attualmente costituita da 43 stazioni automatiche (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:

- ex Provincia di Cagliari (ora Città metropolitana di Cagliari): n. 10 centraline: Assemini (3, di cui 2 a Macchiareddu), Cagliari (1), Monserrato (1), Quartu Sant'Elena (1), Sarroch (3), Seulo (1);
- ex Provincia di Carbonia-Iglesias (ora Provincia Sud Sardegna): n. 8 centraline: Carbonia (1), Gonnese (1), Iglesias (1), Portoscuso (4), Sant'Antioco (1);
- ex Provincia del Medio Campidano (ora Provincia Sud Sardegna): n. 3 centraline: Nuraminis (1), San Gavino (1), Villasor (1);
- Provincia di Nuoro n. 5 centraline: Macomer (1), Nuoro (2), Ottana (1), Siniscola (1);
- Provincia dell'Ogliastra n. 1 centralina: Tortolì - Arbatax (1);
- Provincia di Olbia-Tempio n. 2 centraline: Olbia (2);
- Provincia di Oristano n. 3 centraline: Oristano (2), Santa Giusta (1);
- Provincia di Sassari n. 11 centraline: Alghero (1), Porto Torres (4), Sassari (6).

Le centraline relative all'area di interesse sono quelle ricadenti nei territori elencati nei primi due punti dell'elenco precedente.

La rete delle centraline si completa con un centro operativo (C.o.t.) di acquisizione ed elaborazione dati ubicato presso la direzione tecnico-scientifica dell'Arpas. I dati vengono trasferiti in tempo reale al sistema informativo regionale ambientale (S.i.r.a.).

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.

Nell'ambito del POR Sardegna 2000/2006 Asse I Misura 1.7 Monitoraggio ambientale, è stato realizzato un importante intervento di adeguamento e ammodernamento della rete.



L'intervento ha comportato un aggiornamento tecnologico e strumentale tramite la fornitura di nuova strumentazione di misura e la sostituzione di precedenti strumenti ormai obsoleti o non più funzionanti.

Inoltre è stata realizzata una diversa e più rappresentativa dislocazione delle stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria, con l'obiettivo di realizzare una rete di monitoraggio più snella e più qualificata dal punto di vista della qualità dei dati e della rappresentatività spaziale degli stessi per aree omogenee.

Al fine di individuare le nuove posizioni idonee per le stazioni di monitoraggio è stato condotto preliminarmente un accurato studio modellistico, di supporto scientifico per l'individuazione della nuova configurazione della rete, denominato "Posizionamento delle stazioni di misura in siti più rappresentativi".

Accanto all'adeguamento alla rete di monitoraggio costituita dalle stazioni fisse è stata acquisita inoltre una nuova stazione mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria.

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.

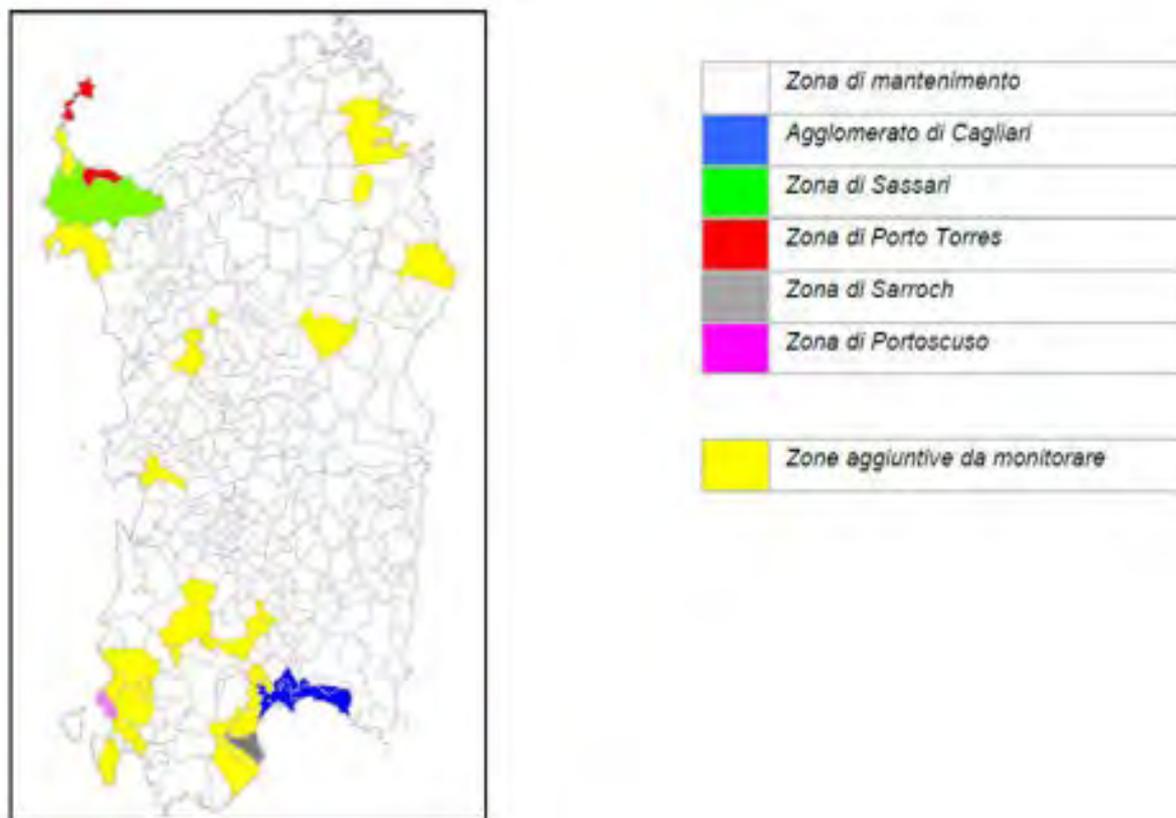


Figura 21: Zonizzazione territorio regionale per il monitoraggio della qualità dell'aria

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 2015", 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 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.



Inquinante	Parametro	Valore	Riferimento
Benzene	Media annuale	5µg/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 16 volte per anno civile
	Media oraria	400 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media annua	40µg/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
	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	120 µg/m ³	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana
	AOT40	18000 µg h/m ³	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione come media sui cinque anni
	AOT40	6000 µg h/m ³	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione
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	25µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
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 22: Limiti e soglie di legge per il controllo della qualità dell'aria

Nel settore del Sulcis Iglesiente, di conseguenza molto più ampio di quanto individuato come area di progetto, sono attive 8 stazioni di misura della concentrazione degli inquinanti in atmosfera, per la valutazione della qualità dell'aria, così come illustrato nelle figure che seguono.



Figura 23: Stazioni di misura nell'area di Portoscuso



Figura 24: Stazioni di misura nell'area di Sant'Antioco



Figura 25: Stazioni di misura nell'area di Carbonia



Figura 26: Stazioni di misura nell'area di Iglesias

Nell'anno 2015 la percentuale media normalizzata di funzionalità delle stazioni di misura è stata del 93%. 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 Portoscuso e dell'area del Sulcis Iglesiente sono: C6H6, CO, NO2, O3, PM10, SO2 e PM2,5.

Le stazioni di misura dell'area di Portoscuso hanno registrato nel 2015 il numero di superamenti indicato nella tabella che segue, eccedendo il numero massimo previsto dalla normativa per quanto riguarda il PM10.



Comune	Stazione	C6H6	CO	NO2			O3			PM10		SO2			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
		5	10	200	400	40	180	240	120	50	40	350	500	125	25
				18					25	35		24		3	
Portoscuso	CENPS2	-	-				-	-	-	37					-
	CENPS4	-					-	-	-	2					-
	CENPS6	-	-				-	-	-						
	CENPS7								80	7					

Figura 27: Riepilogo dei superamenti rilevati nell'area di Portoscuso

Le stazioni di misura dell'area del Sulcis Iglesiente hanno registrato nel 2015 il numero di superamenti indicato nella tabella che segue, non eccedendo il numero massimo previsto dalla normativa per nessuno dei parametri monitorati.

Comune	Stazione	C6H6	CO	NO2			O3			PM10		SO2			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
		5	10	200	400	40	180	240	120	50	40	350	500	125	25
				18					25	35		24		3	
Carbonia	CENCB2		-						60	1					-
Iglesias	CENIG1		-						23	1					-
Gonnese	CENNF1	-	-				-	-	-	1					-
S. Antioco	CENST1	-	-				-	-	-						-

Figura 28: Riepilogo dei superamenti rilevati nell'area del Sulcis-Iglesiente

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 2015 risulta entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati. Nell'area industriale di Portoscuso si evidenziano alcune criticità, già rilevate in passato, legate ai superamenti dei limiti normativi per il PM10.

Caratterizzazione meteo-climatica

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

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 29 e la Figura 30 mostrano, su scala regionale, rispettivamente la distribuzione della temperatura massima media annua e quella del numero medio annuale dei giorni con valori di temperatura massima superiore ai 35 °C.

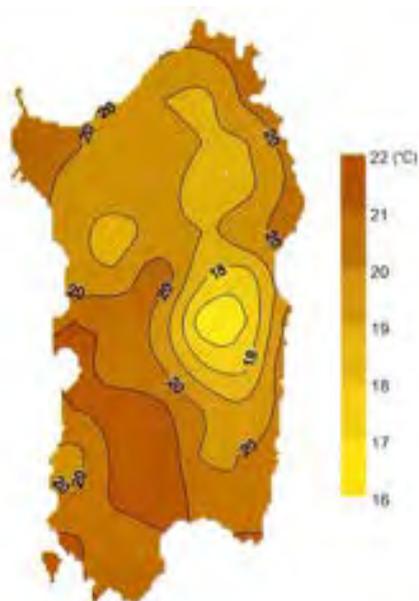


Figura 29: Valore medio annuale della temperatura massima

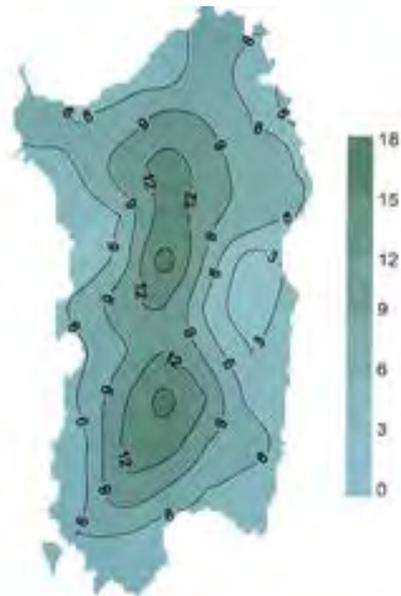


Figura 30: Numero medio annuale dei giorni con valori di temperatura massima superiore ai 35 °C

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 31 e Figura 32).

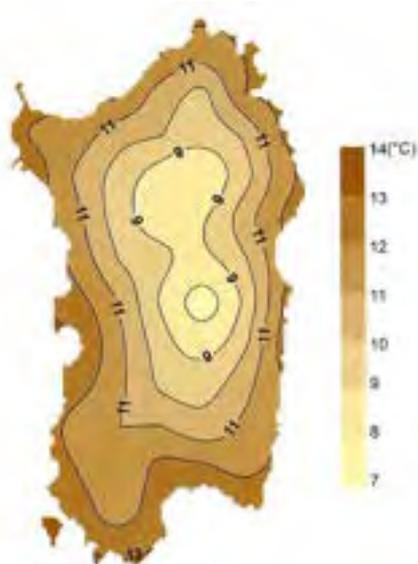


Figura 31: Valore medio annuale della temperatura minima



Figura 32: 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 Figura 31 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, localizzabile nella fascia centrale del Nord-Sardegna.

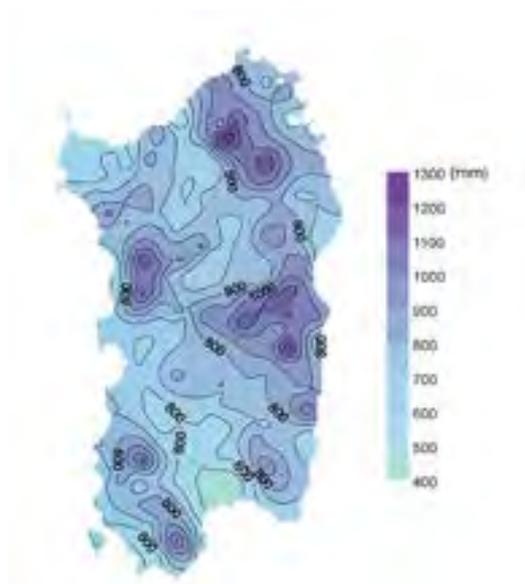


Figura 33: Valore medio annuale delle precipitazioni



Figura 34: 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 34 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 6), e le velocità in quattro fasce (Tabella 7).

Tabella 6: 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	$67.5^\circ < d \leq 112.5^\circ$



Vento	Direzione di provenienza (geografica)	Direzione di provenienza (gradi sessagesimali)
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 7: 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	$8.0 < v \leq 13.5$
III	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 35: 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 8: Valori del vento rilevati nelle stazioni di Carloforte e Capo Frasca

Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
Direzione di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)								
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
Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)								
Fascia I: velocità compresa tra 1,5 e 8,0 m/s								
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
Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)								
Fascia II: velocità compresa fra 8,0 e 13,5 m/s								
Carloforte	7,10	1,62	2,48	4,92	4,00	2,18	3,38	13,68



Stazione	nord	nord-est	est	sud-est	sud	sud-ovest	ovest	nord-ovest
Capo Frasca	4,12	1,70	3,66	6,29	0,92	3,82	4,72	9,76
Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati disponibili)								
Fascia III: Velocità superiore a 13,5 m/s								
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
Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)								
Fascia I: velocità compresa tra 1,5 e 8,0 m/s								
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
Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)								
Fascia II: velocità compresa fra 8,0 e 13,5 m/s								
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
Direzioni di provenienza del vento massimo (percentuali sul totale dei dati di ogni fascia)								
Fascia III: Velocità superiore a 13,5 m/s								
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 sia distribuito 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.

5.3.1.2 Valutazione degli impatti

A seguito della schematizzazione delle azioni di progetto e relativi fattori di impatto, sono stati identificati quelli relativi alla componente atmosfera come riscontrabile nella matrice di Leopold.

Per quanto riguarda le attività di progetto si assume che le azioni che potrebbero comportare produzione di polveri siano quelle relative alla preparazione delle aree di lavoro per la realizzazione delle perforazioni dei pozzi inclinati e verticali e le attività di perforazione stessa.

Il fattore di impatto relativo è stato individuato nel seguente:

- emissione di polveri in atmosfera

In virtù della modesta dimensione delle aree coinvolte per la realizzazione delle attività di perforazione e per la preparazione delle aree di lavoro, si stima che la produzione di polveri sarà di rilievo trascurabile e l'impatto indotto non rilevante e totalmente reversibile, si sottolinea inoltre che non ci sarà necessità di realizzazione di nuovi tratti di viabilità di cantiere in quanto le aree identificate allo stato attuale sono immediatamente raggiungibili dalla strada asfaltata.

In merito all'esecuzione del test di iniezione di CO₂, come descritto nell'inquadramento progettuale, lo scopo stesso del test consiste nella misurazione della migrazione del gas, di conseguenza si assume che un modesto



rilascio di CO₂ in atmosfera si verificherà. Si sottolinea tuttavia come i quantitativi previsti nell'ambito del progetto siano inferiori a quelli che si registrano in condizioni naturali in alcuni contesti specifici.

Di conseguenza per effettuare una valutazione completa è stato considerato come fattore potenziale anche il seguente:

- emissione di CO₂ in atmosfera

Come già indicato nella descrizione di progetto, si ricorda che in aree vulcaniche italiane si registrano valori medi di emissione dal suolo di 100 t CO₂ / giorno contro i 100 kg/d previsti nell'ambito del test di iniezione che si intende intraprendere, di conseguenza con quantitativi 100 volte maggiori in un solo giorno di quanto sia previsto iniettare per l'intero esperimento di monitoraggio oggetto di valutazione.

Sulla base di tali considerazioni, si valuta trascurabile l'impatto potenziale indotto dal rilascio di CO₂ legato alle attività del test di iniezione in progetto.

Si ritiene l'impatto sulla componente atmosfera globalmente trascurabile e completamente reversibile.

Tabella 9: 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
Realizzazione perforazioni superficiali – allestimento aree di lavoro, esecuzione perforazioni superficiali	Emissioni di polveri in atmosfera e loro ricadute	Breve	Discontinuo	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa
Esecuzione test di iniezione CO ₂ – Migrazione della CO ₂ in superficie	Emissione CO ₂ in superficie	Breve	Discontinuo	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa

5.3.2 Ambiente idrico superficiale

5.3.2.1 Stato attuale

Il perimetro del permesso di ricerca all'interno del quale sarà ubicato il progetto è compreso nella 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 Riu Sa Masa e del Riu 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:

- Riu Murtas
- Riu Ulmus
- Riu Gutturu Nieddu



- Riu Macquarba
- Riu San Milano
- Riu 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.

Nell'area di progetto non sono presenti corsi d'acqua di alcun rilievo e non si prevede interferenza di alcun tipo con essi.

5.3.2.2 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.

Per quanto riguarda l'esecuzione delle perforazioni per la realizzazione dei pozzi, 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.

Non si ritiene siano individuabili fattori di impatto relativi alla componente acque superficiali di tipo diretto o indiretto, di conseguenza non si ravvisa possibilità di impatto negativo di alcuna intensità.



5.3.3 Ambiente idrico sotterraneo

5.3.3.1 Stato attuale

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

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), interessato dalle attività in progetto;
- 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.¹⁰

Le trachiandesiti 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.

Nell'area del Foglio 564 – Carbonia possono essere riconosciuti tre acquiferi principali (ISPRA, 2012): nei depositi alluvionali lungo le aree costiere, costituiti da sabbie argillose o depositi sabbioso-ghiaiosi di versante; in rocce vulcaniche con una trasmissività relativamente bassa; e nelle rocce paleozoiche, ed in particolare i carbonati del Cambriano con alta trasmissività. Il regime locale delle acque sotterranee è controllato sia dalla topografia sopra descritta, sia dai contrasti di permeabilità tra le varie litologie.

Le attività saranno ubicate nell'area dove si riscontra la presenza del 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).

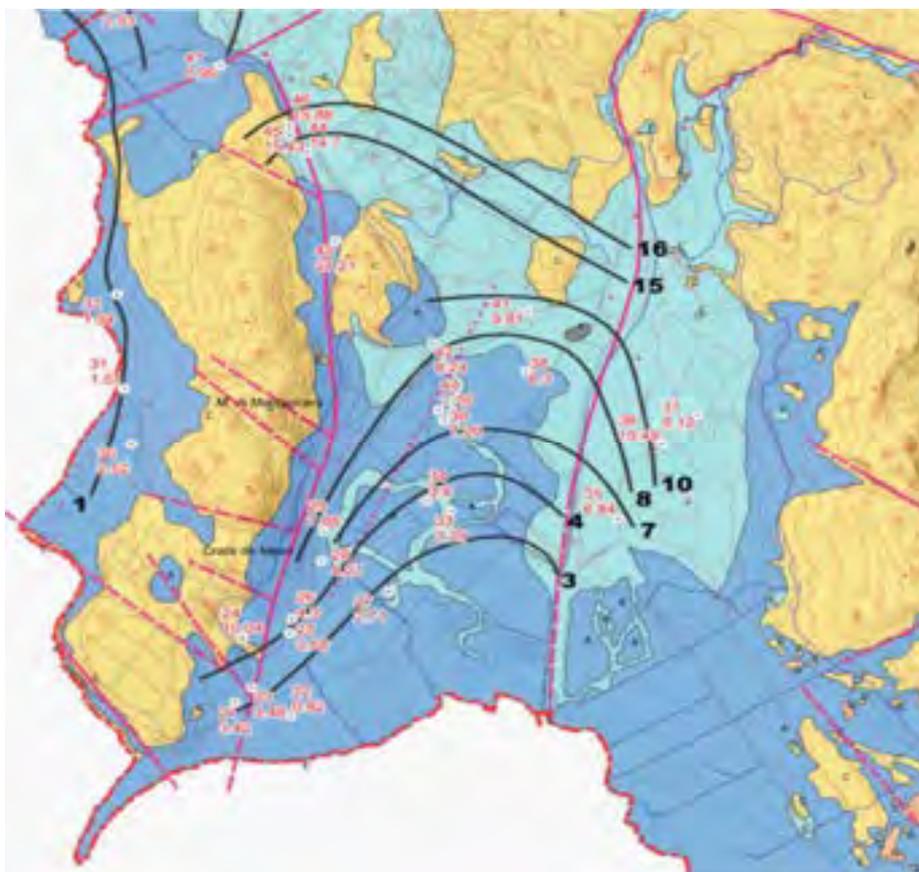


Figura 36 – Superficie piezometrica della falda superficiale nei sedimenti olocenici; fonte Sotacarbo SpA

¹⁰“ Fais, Pala, Anardu (2014) - Caratterizzazione di dettaglio delle formazioni geologiche del bacino carbonifero del Sulcis che possono svolgere il ruolo di caprock e serbatoio ai fini del confinamento geologico del diossido di carbonio: caratteri geologici e idrogeologici dell'area relativa al Permesso di Ricerca di Monte Ulmus”



5.3.3.2 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 già esistenti e dai sette piezometri che verranno realizzati appositamente.

Per quanto riguarda la realizzazione dei pozzi, l'esecuzione dei sondaggi geognostici comporterà l'intercettazione della falda durante la perforazione ma non ci sarà emungimento di acque con conseguente alterazione degli equilibri idrogeologici.

In merito all'esecuzione dell'esperimento di microiniezione di CO₂, tra gli effetti che si ritiene di dover prendere in considerazione è l'alterazione del chimismo della falda.

Numerosi studi hanno esaminato come l'acido debole creato dalla dissoluzione di CO₂ può reagire con le rocce, sedimenti, e minerali di una falda acquifera sotterranea e, successivamente, causare eventuali modifiche della chimica delle acque sotterranee.

I risultati di tali studi (tra cui esperimenti di laboratorio, campagne di prospezione e modelli) sono stati riassunti in numerosi articoli (ad esempio, Lions et al, 2014; Jones et al 2015). I dati derivanti da tali ricerche mostrano che l'impatto sulla qualità delle acque sotterranee dovuto alla presenza di quantità relativamente piccola di CO₂, non comporta alterazione diffusa ma è circoscritto spazialmente, e totalmente reversibile.

Tabella 10: Valutazione degli impatti sulla componente acque sotterranee

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
Esecuzione test di iniezione CO ₂ – Migrazione della CO ₂ in superficie	Emissione CO ₂ in superficie	Breve	Discontinuo	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa
Monitoraggio idrogeologico	Alterazione assetto idrogeologico	Breve	Discontinuo	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa

Di conseguenza si valuta in relazione ai quantitativi in gioco il potenziale impatto come trascurabile e reversibile con l'interruzione delle attività.

5.3.4 Suolo e sottosuolo

5.3.4.1 Stato attuale

Uso del suolo

L'area in cui si inserisce il progetto vede una distribuzione di utilizzo del suolo influenzata dalla morfologia e litologia. Considerando un territorio più vasto si riconosce una presenza di aree a carattere naturale arbustiva e colturale 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 Giovanni Suergiu, Mazzaccara, Is Urigus e centri minori).

Lo stralcio che segue è stato estratto dal portale regionale, così come la cartografia allegata (Tavola 7) è stata redatta con i dati disponibili dal portale della Regione Sardegna.

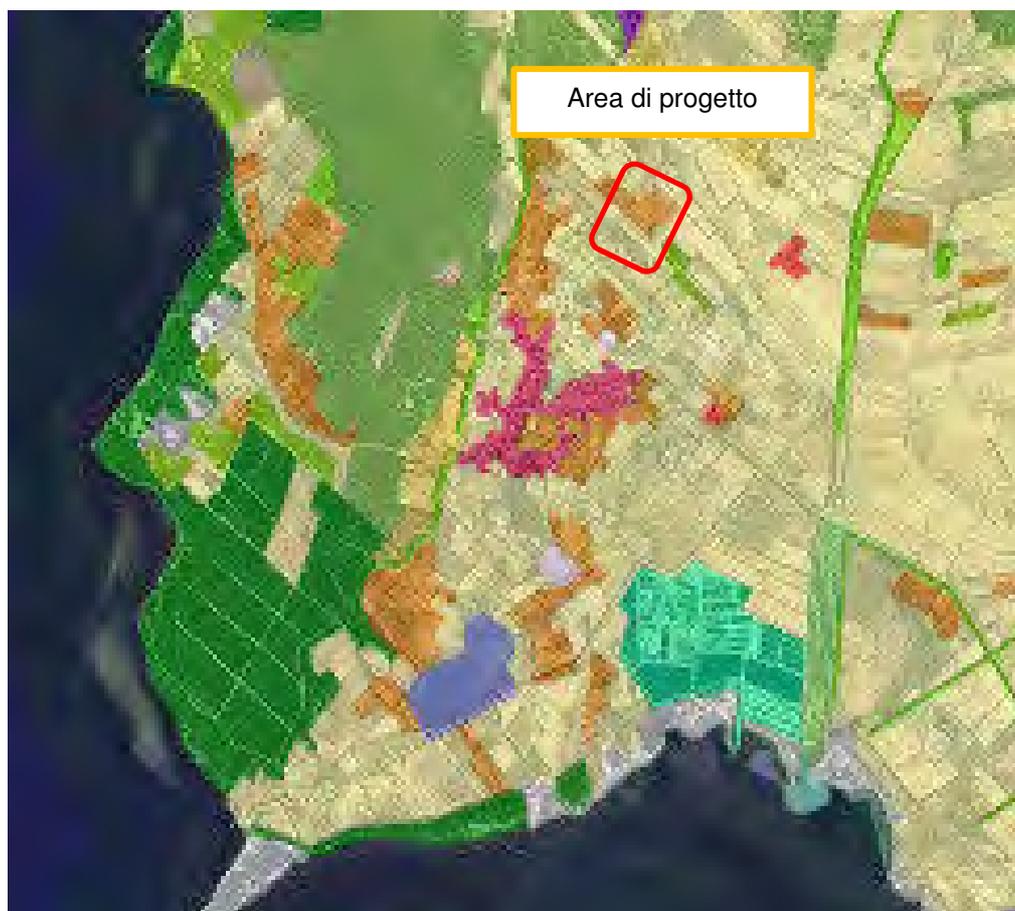


Figura 37 – Uso del suolo nell'area di studio; fonte:<http://www.sardegnaeopitale.it/webgis>

Come visibile dallo stralcio l'area vasta circostante a quella di progetto, è caratterizzata da vegetazione arbustiva con presenza di aree boscate nel settore indicato con colore verde che si estende a ovest dell'abitato di Matzaccara, mentre in corrispondenza dell'area di progetto si riscontrano in prevalenza seminativi in aree non irrigue. Le aree urbanizzate sono presenti nell'area con prevalenza di tessuto rado rispetto a quello compatto, relativamente all'area di progetto si identificano come prevalenti le aree a seminativo.

Per il dettaglio dell'area di progetto è stata redatta una tavola in scala 1:5.000 a cui si rimanda, elaborato "Carta di uso del suolo" - Tavola 7.

Codice	Classe di uso del suolo	Superficie (mq)
221	Vigneti	48140,16
2111	Seminativi in aree non irrigue	146404,30
3241	Aree a ricolonizzazione naturale	10697,55
1421	Aree ricreative e sportive	9,83

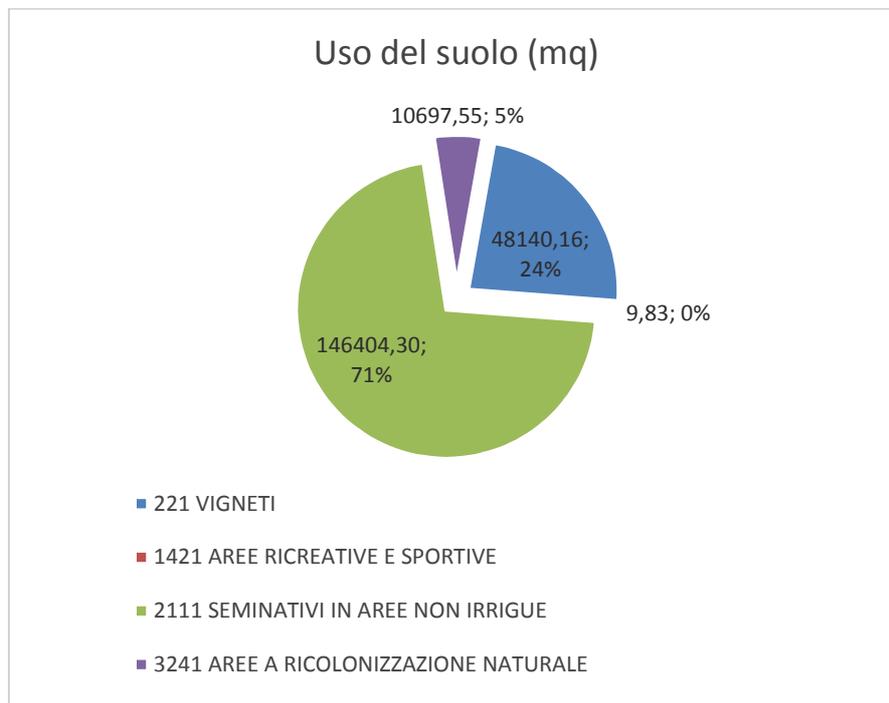


Figura 38 – Uso del suolo nell'area di progetto; fonte dati Regione Sardegna

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 conglomeratico 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;
- 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.

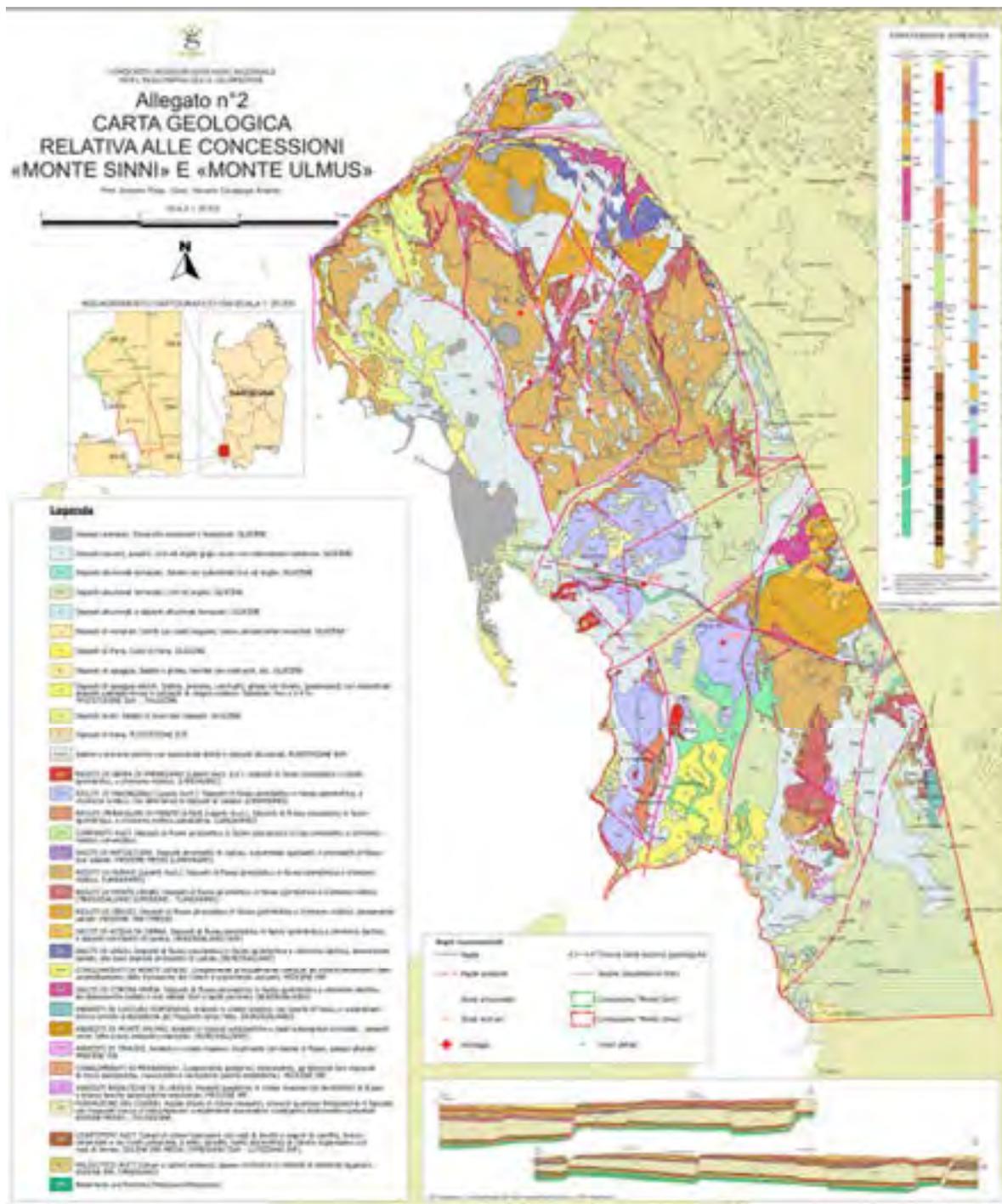


Figura 39 - Cartografia geologica dell'area del Bacino Carbonifero del Sulcis; (Sotacarbo, Università di Cagliari)

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 39 e Tabella 11).

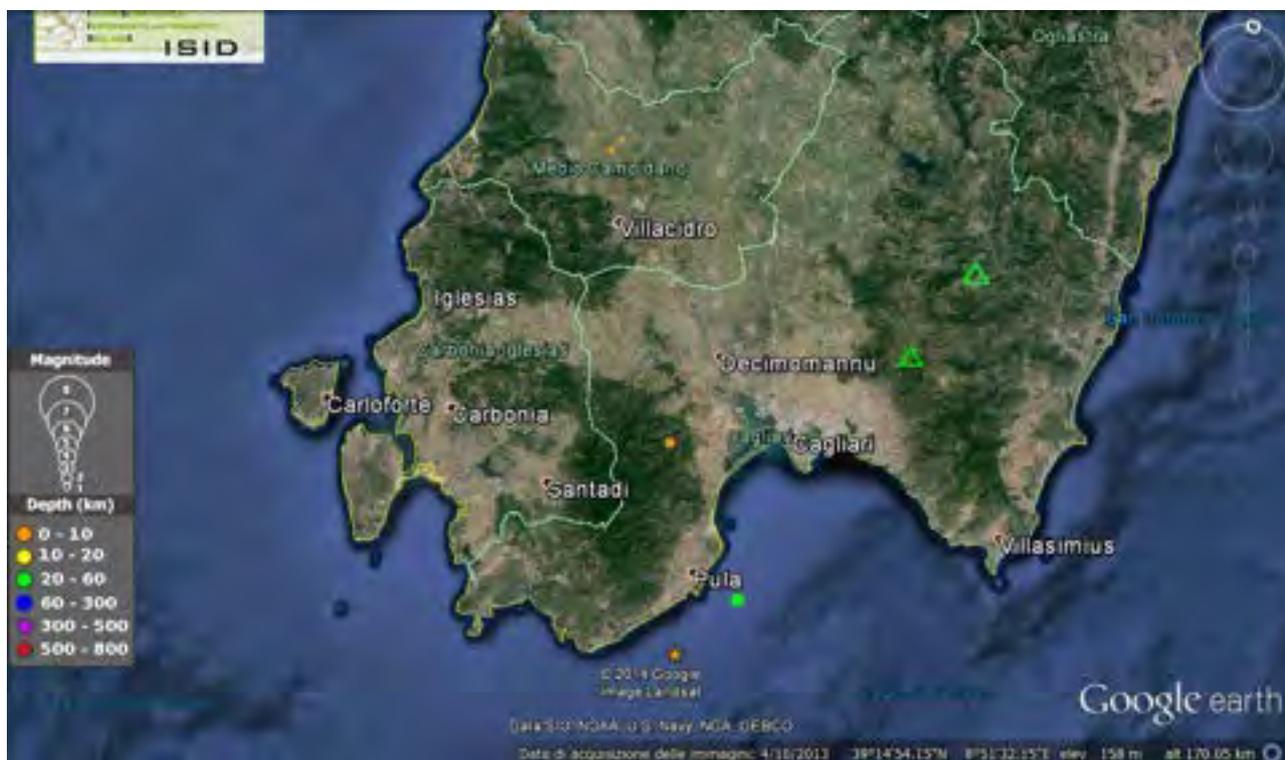


Figura 40: Mappa della sismicità strumentale dal catalogo ISIDE dell'INGV.

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

Tabella 11: Eventi avvenuti dall'aprile 2004 ad oggi nella parte meridionale della Sardegna

Evento YYY-MM-DD HH:MM:SS	Latitudine	Longitudine	Profondità (km)	Magnitudo (ML)
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 alii, 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.

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 ML=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.

5.3.4.2 Valutazione degli impatti

In merito alla componente suolo superficiale si ritiene che le attività di realizzazione dei pozzi e la preparazione delle aree di lavoro legate ai sondaggi geognostici, non comporteranno possibilità di impatto in termini di sottrazione di suolo se non strettamente temporaneo.

L’allestimento dell’area di cantiere e la relativa 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 dell’area di progetto è stata dettata anche da considerazioni logistiche che semplificando le operazioni di movimentazione dei mezzi necessari, minimizzano l’impatto e il disturbo potenziale. La localizzazione individuata è pianeggiante con buona accessibilità dalla strada e distante da nuclei abitativi o singole case.

Non sarà necessaria la preparazione delle aree di lavoro e non si prevede asportazione di terreno e livellamento dell’area, nel caso in cui si rendesse necessario localmente, il terreno vegetale sarà accantonato per il ripristino post operam.

Nell’esecuzione dei pozzi e dei piezometri, si prevede allo stato attuale di procedere al campionamento di tutto il materiale (carote), nel caso in cui per alcuni tratti si dovesse avanzare a distruzione di nucleo, il catting sarà caratterizzato e smaltito secondo normativa vigente.

Si ritiene l’impatto indotto sulla componente suolo basso e reversibile a completamento delle attività di monitoraggio

La sintesi delle valutazioni per ciascun fattore di impatto è schematizzata nella tabella che segue.

Tabella 12: 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
Realizzazione perforazioni superficiali – allestimento aree di lavoro, esecuzione perforazioni superficiali	Occupazione di suolo Asportazione di suolo superficiale Produzione terre e rocce	Breve	Discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa
Monitoraggio idrogeologico – realizzazione piezometri	Asportazione di suolo superficiale	Breve	Discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa
Esecuzione test di iniezione CO ₂ – Migrazione della CO ₂ in superficie	Produzione di terre e rocce da scavo	Breve	Discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa



5.3.5 Vegetazione, fauna ed ecosistemi

5.3.5.1 Stato attuale

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 ginepreti 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 ginepreti 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 41: Stralcio dalla carta della vegetazione della regione Sardegna; fonte portale cartografico regionale

Nei settori collinari più prossimi alla fascia costiera si rinvengono microboschi misti a *Olea europaea* varo *sylvestris*, con numerosi elementi termofili. Su queste formazioni ha avuto un forte impatto l'attività agropastorale. 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 ginepreti 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 pressochè 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 rinvengono 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 che segue costituisce uno stralcio di tale carta, con focus sull'area interessata dal permesso di ricerca Monte Ulmus.

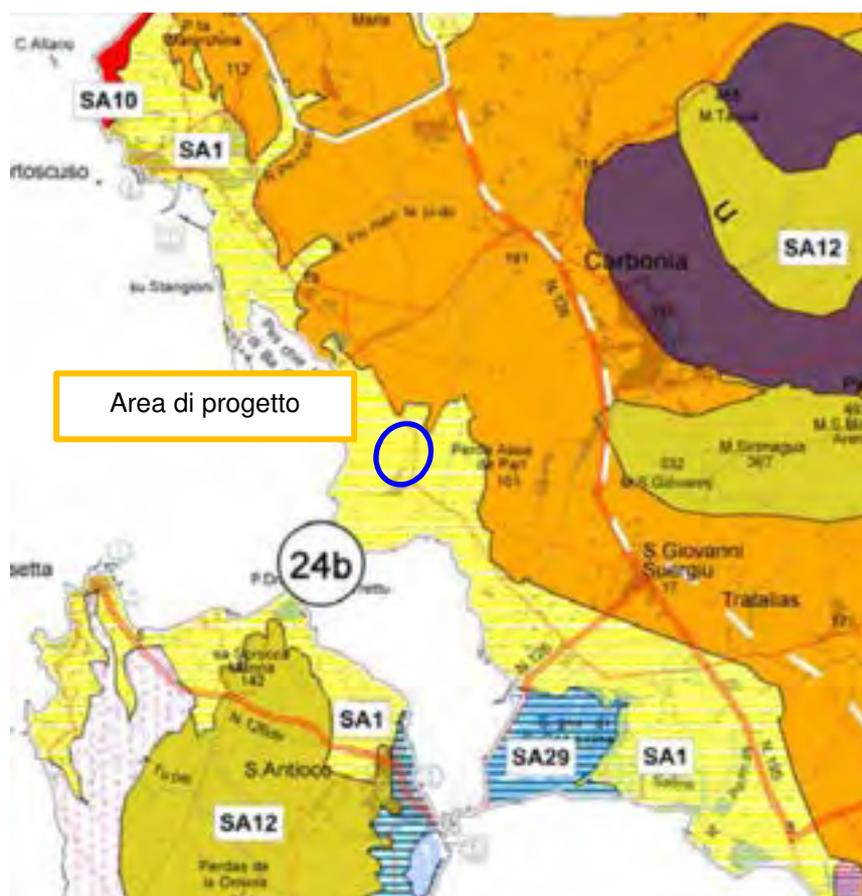




Figura 42: Carta delle serie di vegetazione; fonte Tav. 3 Da Scheda distretto Isole Sulcitane disponibile sul sito della regione Sardegna

5.3.5.1.1 Tabelle di interferenza degli elementi di vegetazione con le attività in progetto

Nelle tabelle che seguono sono sintetizzati i dati relativi alle superfici interessate dall'area di progetto usando come fonte di dati Carta della natura di Ispra.

Tabella 13: Tipologie di vegetazione interessate dall'area individuata per l'ubicazione delle indagini dirette

Codice Corine Biotopes	Classe di habitat	Superficie (mq)	Percentuale
32.3	Garighe e macchie mesomediterranee silicicole	1301,84	1%
82.3	Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	138477,11	67%
83.21	Vigneti	65472,88	32%

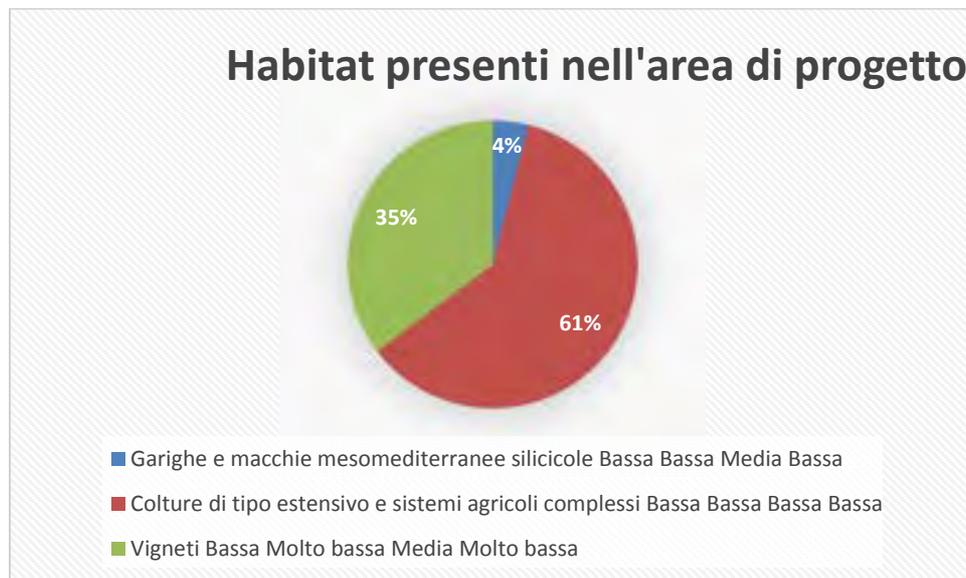


Figura 43: Grafico di distribuzione degli habitat nell'area di progetto; fonte dati Ispra, Carta della natura

Si riporta a seguire la descrizione degli habitat riscontrati nell'area di progetto, come desunta dalla pubblicazione ISPRA 2009 – “Gli habitat in Carta della Natura, schede descrittive per la cartografia in scala 1:50.000”.

Codice Corine Biotopes 32.3 - EUNIS<F5.2

GARIGHE E MACCHIE MESOMEDITERRANEE SILICICOLE:

Si tratta di formazioni arbustive mesomediterranee che si sviluppano su suoli silicicoli. Sono stadi di degradazione o di ricostruzioni legati ai boschi del Quercion ilicis. Anche sulla base dell'articolazione interna del 32.3, si individua un continuum di strutture con le stesse specie dominanti difficili da dividere e da cartografare in modo indipendente. Anche sulla base della posizione sindinamica di queste formazioni si ritiene opportuno tenerle aggregate ad un livello gerarchico alto. Le sottocategorie quindi si basano sulla struttura (macchie alte e basse) e sulla specie dominante. Le diverse macchie possono essere dominate da varie specie di ericacee, cistacee, labiate e composite.

CODICE CORINE BIOTOPES 82.3 EUNIS =I1.3

COLTURE DI TIPO ESTENSIVO E SISTEMI AGRICOLI COMPLESSI

Si tratta di aree agricole tradizionali con sistemi di seminativo occupati specialmente da cereali autunno-vernini a basso impatto e quindi con una flora compagna spesso a rischio. Si possono riferire qui anche i sistemi molto frammentati con piccoli lembi di siepi, boschetti, prati stabili etc.

CODICE CORINE BIOTOPES 83.21 - EUNIS=FB.4

VIGNETI

Sono incluse tutte le situazioni dominate dalla coltura della vite, da quelle più intensive (83.212) ai lembi di viticoltura tradizionale (83.211)

Come già riscontrato per la classificazione di uso del suolo, l'area di progetto è caratterizzata principalmente da colture e sistemi agricoli complessi mentre non si riscontrano tipologie vegetazionali o habitat di maggiore naturalità.

Caratteristiche della fauna e avifauna costiera

Il territorio delimitato dal permesso di ricerca all'interno del quale si localizza il progetto in esame 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 & Mocchi 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.



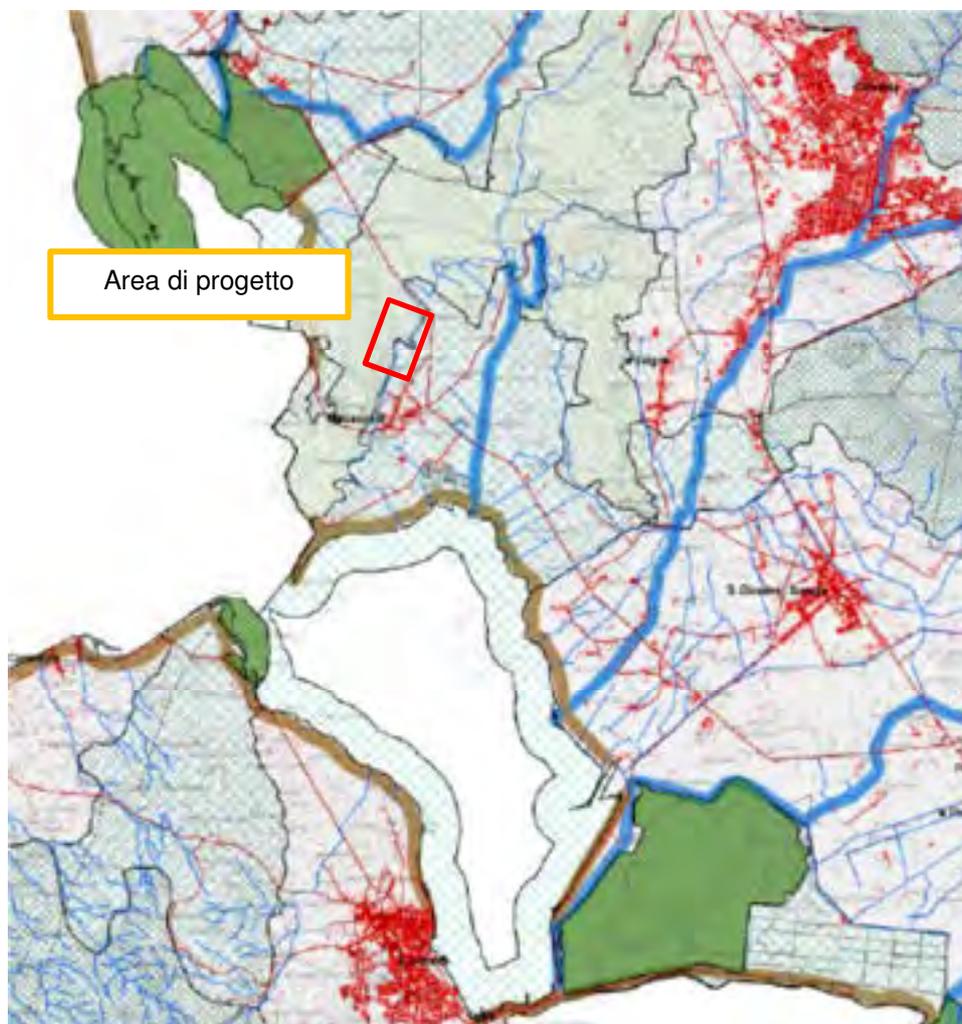
Fra le specie riproducibili quelle di maggiore rilievo sono il Pollo sultano, il Fistione turco e l'Airone rosso. Il Pollo sultano (specie prioritaria) è una specie rara a livello europeo, che nel contesto nazionale si riproduce solo in Sardegna con una popolazione complessiva stimata fra le 450 e le 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; Hagemeyer & 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.

Caratteristiche degli ecosistemi

Il territorio interessato dal progetto 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 TUFELA E DELLA VALCICAZIONE AMBIENTALE

Modello della Rete Ecologica Provinciale

Le principali componenti della rete sono rappresentate da aree più o meno ampie delimitate da una linea (spessa o sottile) costituita dai confini di qualità ambientale, in grado di garantire l'apporto di biodiversità e servizi ecosistemi.

Distinzione di alcune di queste categorie:

- Aree primarie:** aree di elevata biodiversità/risorse naturali (risorse di superficie e sotterranee) formate da:
 - Siti di Importanza Comunitaria ai sensi della Direttiva 92/43/CEE;
 - Zone di Protezione Speciale ai sensi della Direttiva 79/409/CEE;
 - Riserve naturali ai sensi della L. 371/1991;
 - Monumenti naturali e Aree di interesse vinicolo tutelate nei confronti di atti della L. 8/1992;
 - Siti Patrimoni di Protezione Paesaggistica.
- Aree di integrazione locale:** sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.

I fondamentali elementi del tessuto infrastrutturale sono costituiti dal reticolo di corridoi di connessione in grado di garantire la continuità ecologica tra le aree primarie e secondarie.

- 1** Corridoi di connessione primaria: sono costituiti da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 2** Corridoi di connessione secondaria: sono costituiti da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 3** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.

- 4** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 5** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 6** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 7** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 8** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 9** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.
- 10** Aree di integrazione locale: sono costituite da porzioni di suolo verde e valore ambientale, in cui vengono di fatto realizzate tutte le azioni che favoriscono la tutela di ecosistemi ed integrazione dei territori.

Figura 44: - Stralcio dalla Rete ecologica provinciale; fonte piano urbanistico provinciale ex Carbonia Iglesias (PUP)



Dall'esame dello stralcio dell'area compresa nel permesso di ricerca Monte Ulmus, e relativamente all'area di progetto, 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

Gli elementi della rete presenti nell'area di progetto 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.

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 45) e distante centinaia di metri dall'area interessata dalle attività.

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.



IT191 San Pietro and Sant'Antioco islands

Location	Italy, Sardinia	
Central coordinates	31° 12.00' East 29° 7.00' North	
IBA criteria	A1, A3, A4L, B1L, B1H, B2, B3, C1, C2, C5	
Area	3,826 ha	
Altitude	0 - 271m	
Year of IBA assessment	2000	

Populations of IBA trigger species

Species	Season	Period	Population estimate	Quality of estimate	IBA Criteria	IUCN Category
Barbary Partridge <i>Alectoris barbara</i>	resident	1997	50 breeding pairs	poor	B2	Least Concern
Calonectric diomedea	resident	1995	500-700 breeding pairs	-	B1H, B2, C2, C6	Not Recognised
European Storm-petrel <i>Hydrobates pelagicus</i>	resident	1995	2-10 breeding pairs	good	B2, C6	Least Concern
Eleanora's Falcon <i>Falco eleonorae</i>	breeding	1995	185 breeding pairs	good	A3, A4L, B1H, B2, C2, C6	Least Concern
Audouin's Gull <i>Larus audouinii</i>	resident	1995	36-56 breeding pairs	medium	A1, C1	Near Threatened
Spectacled Warbler <i>Sylvia conspicillata</i>	resident	1986	present	-	A3	Least Concern
Sardinian Warbler <i>Sylvia melanocephala</i>	resident	1986	present	-	A3	Least Concern
Subalpine Warbler <i>Sylvia cantillans</i>	breeding	-	present	-	A3	Least Concern
Marmora's Warbler <i>Sylvia sarda</i>	resident	1997	100 breeding pairs	poor	A3, B3, C6	Least Concern

Figura 45: - Scheda area IBA; fonte <http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2825>

5.3.5.2 Valutazione degli impatti



L'area di progetto è caratterizzata da vegetazione erbacea e da assenza di colture protette; di conseguenza l'interferenza potenziale e i fattori di impatto da valutare solo quelli riconducibili all'esperimento di iniezione e al possibile impatto indotto dalla CO₂ liberata dall'iniezione sulla superficie.

A tale proposito è utile richiamare alcuni elementi a riguardo. La CO₂ è prodotta naturalmente in grandi quantità da processi biologici e geologici.

La produzione biologica di CO₂, attraverso i microbi e la traspirazione delle radici nei suoli tende ad aver valori di flusso verso l'atmosfera molto bassi (da 1 a 50 g / m² d) sebbene tale flusso sia diffuso su tutta la superficie.

La CO₂ che proviene da processi geologici di degassamento dei magmi o dal processo metamorfico di alterazione delle stesse rocce può migrare fino alla superficie lungo le faglie e i grandi sistemi di fratture. Le emissioni di questa CO₂ di origine geologica tende ad avere valori alti di tasso di emissione (da 50 a >10,000 g / m² d) in zone limitate note come gas vents.

Questi valori misurati, riferibili a processi naturali che avvengono in aree densamente popolate dell'Italia centrale o in altre aree del mondo, possono essere presi come riferimento per valutare l'impatto delle quantità di CO₂ che verranno utilizzate nell'esperimento del Laboratorio della faglia del Sulcis.

Per esempio un sito che è stato studiato in gran dettaglio è la caldera di Latera, che si trova nel Lazio appena a ovest del Lago di Bolsena. Le stime della quantità totale di CO₂ geogenica che ha raggiunto l'atmosfera all'interno della caldera può variare notevolmente, a seconda di come si separano i contributi biologici e geologici, tuttavia i valori sono comunque molto grandi. Alcuni autori, (Annunziatellis et al. 2007), hanno stimato 22 t CO₂ / d sulla base del presupposto che la perdita fosse localizzata in gas vent con alte zone di flusso, mentre Chiodini et al. (2007) stimano 350 t CO₂ / giorno in base a una perdita più diffuso. Partendo dal presupposto che il vero valore possa essere intermedio tra le due stime (ad esempio, 100 t CO₂ / giorno), la caldera di Latera emette 100 volte più CO₂ in un giorno che quanto sia previsto iniettare per esperimento SFL.

Per quanto riguarda gli effetti sulla vegetazione, nella figura 46 viene mostrato un gas vent nella zona della caldera di Latera dove per ogni zona sono indicati i valori di concentrazione al suolo. Si può notare come sia alta la localizzazione dei valori di concentrazione maggiori del 90% e come diminuiscano velocemente allontanandosi dal punto di emissione. I valori di concentrazione minori del 2% sono valori di concentrazione normali in atmosfera. Tuttavia i valori presenti all'interno del gas vent in esame non sono previsti nel caso dell'esperimento del Laboratorio della Faglia del Sulcis.

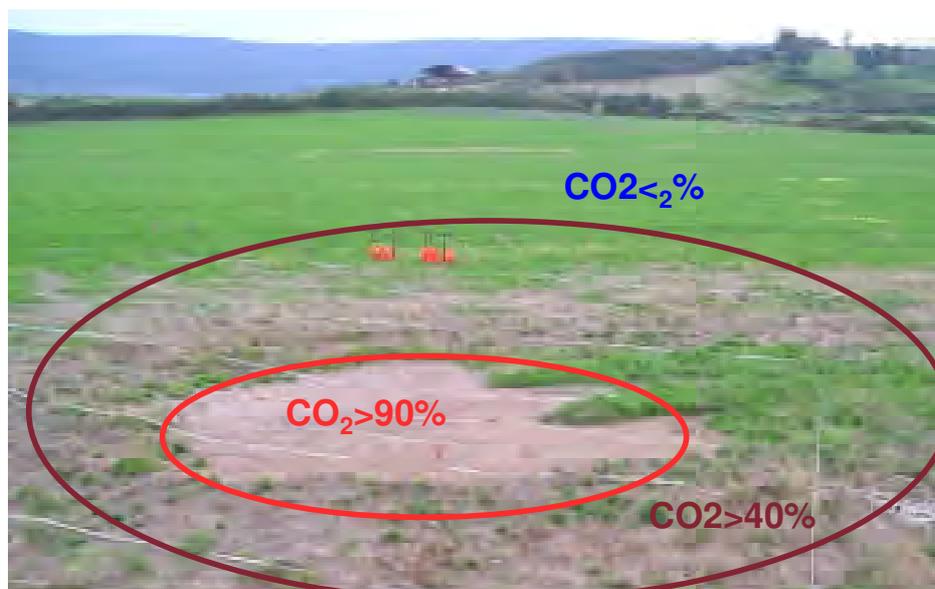


Figura 46: - Effetto sulla vegetazione erbacea nei pressi di Latera, la zona centrale del vent ha un diametro di circa 2 metri.



Alte concentrazioni di CO₂ nel suolo possono influenzare la salute delle piante, soprattutto a causa dello spostamento di ossigeno piuttosto che gli effetti tossici di CO₂. Anche in questo caso numerosi studi sono stati condotti (ad esempio Jones et al., 2015; West et al., 2015). Questi studi hanno dimostrato che la emissione di una quantità di CO₂ come quella prevista per l'esperimento in esame non avrà alcun effetto sulla vegetazione arborea, ma potrebbe avere un effetto temporaneo e locale su graminacee o coperture erbacee.

Per valori molto alti di CO₂ emessa l'impatto su piante erbacee si manifesta come un ingiallimento e l'essiccazione delle foglie, tuttavia una volta che l'emissione di CO₂ si ferma le concentrazioni nel suolo ritornano rapidamente ai valori normali e le piante recuperano (ad esempio, Smith et al., 2013; Smith et al., 2016).

Prendendo come riferimento i dati di progetto, e in riferimento ai quantitativi già indicati di CO₂ previsti nell'ambito dell'esperimento, si ritiene quindi che non saranno imputabili effetti a discapito della vegetazione erbacea presente nell'area di progetto.

Si ritiene quindi l'impatto sulla componente vegetazione trascurabile e reversibile anche in relazione alla durata del test.

La tabella seguente schematizza l'analisi proposta.

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
Esecuzione test di iniezione CO ₂ – Migrazione della CO ₂ in superficie	Danneggiamento vegetazione	Breve	discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa

5.3.6 Salute pubblica e sistema antropico

5.3.6.1 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 Villarios, 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 di progetto ricade nel sistema dei centri sulla piana del Rio Palmas (area meridionale – San Giovanni Suergiu), nella quale sarà realizzato il progetto in esame.

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.

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 era 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.

A seguito del referendum del 2012 per l'abolizione/riforma delle province in Sardegna e con l'approvazione della L.R. n.2 del 4 febbraio 2016 la provincia di Carbonia Iglesias è stata soppressa e dal 20 aprile 2016 è avvenuto il passaggio del territorio amministrato dall'ente alla provincia del Sud Sardegna.

Per la caratterizzazione dell'area si è in ogni caso fatto riferimento ai dati provinciali istituzionali.

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.

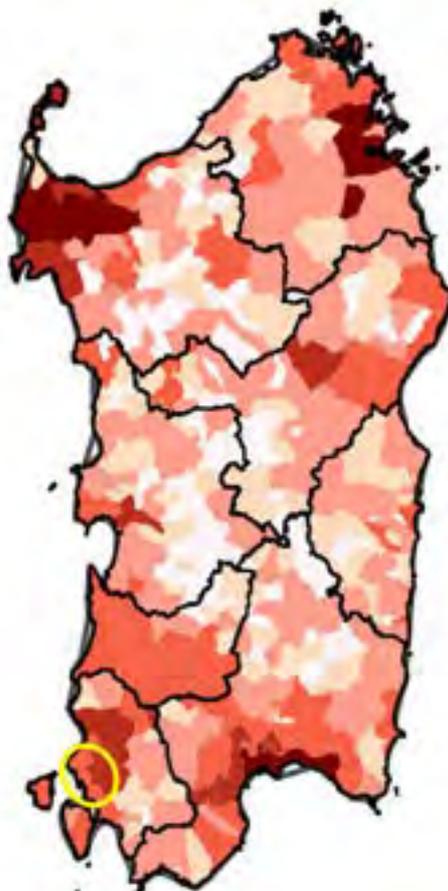


Figura 47: Ampiezza demografica dei comuni in Sardegna (dati 2011)

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 Cagliari; 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 ex 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.

La SS 126 consente inoltre l'integrazione tra la portualità di Calasetta e quella promiscua trasporto passeggeri ed industriale di Portovesme.

Nell'area di studio del progetto in esame il principale asse viario è rappresentato dalla SP75, che si sviluppa in direzione NO-SE passando ad est del centro di Matzaccara.

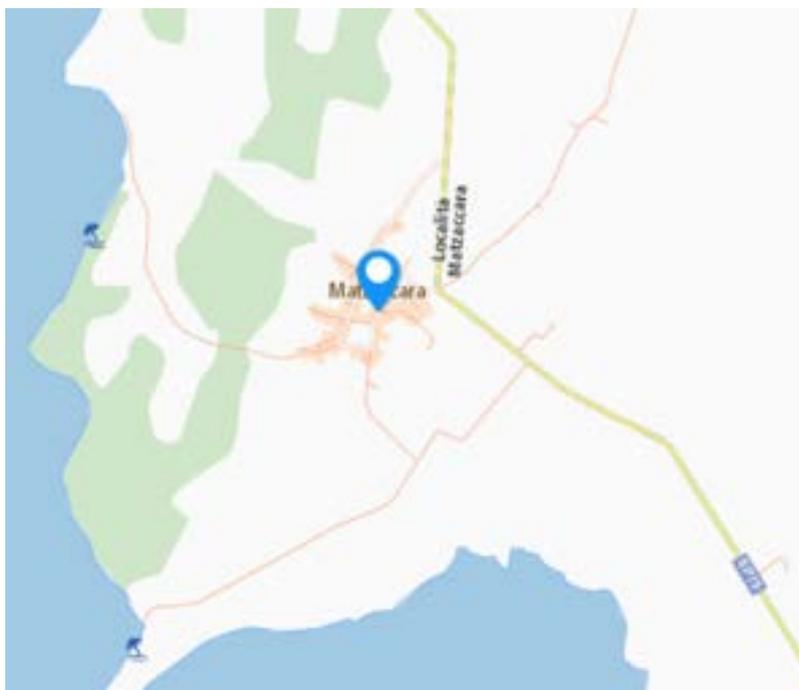


Figura 48: Asse viario principale dell'area di progetto

In relazione al sistema della portualità i principali poli industriali vedono dei porti non ricompresi nell'area di interesse.

L'area di progetto 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 Monte Ulmus ma non interessano direttamente l'area di progetto in esame.

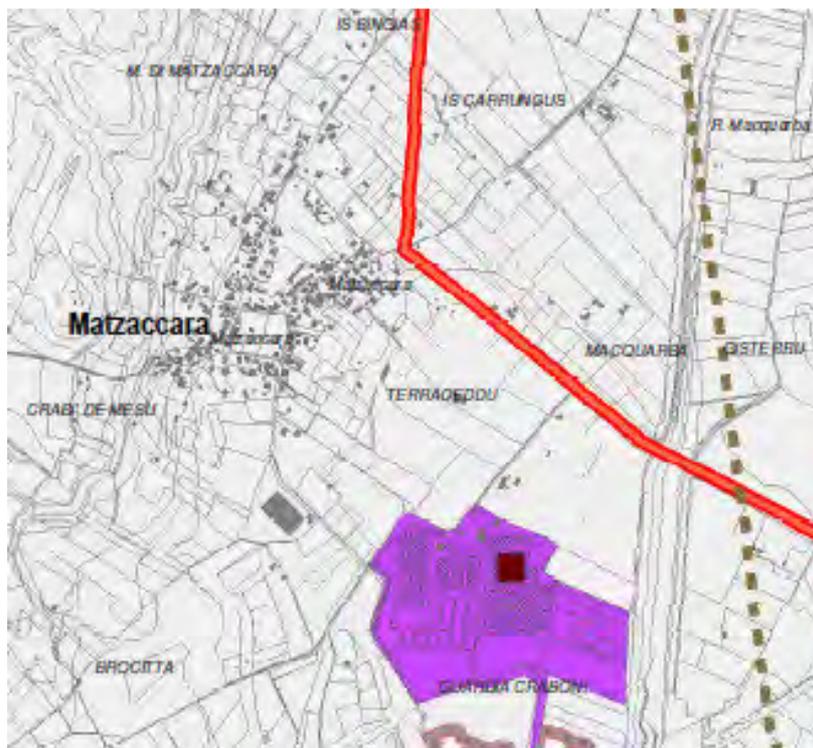


Figura 49: Insediamenti produttivi in loc. Guardia Carboni e Campu Frasso (in viola, da PUP-PTC Carbonia Iglesias)

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 perimetrate 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 - Iglesiente 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, e quindi l'area di progetto in esso ricompresa, non ricadono all'interno delle aree sopra citate e del SIN Sulcis-Iglesiente Guspinese.

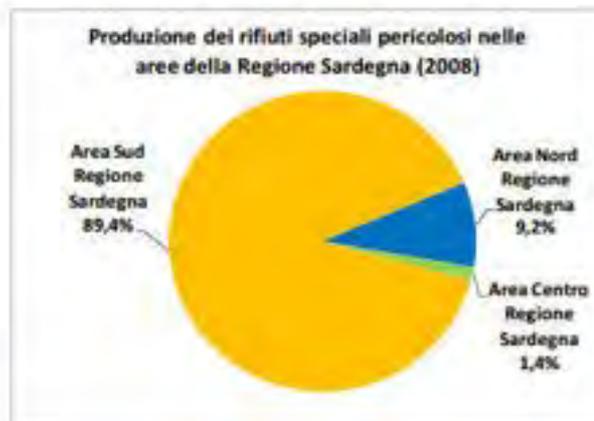
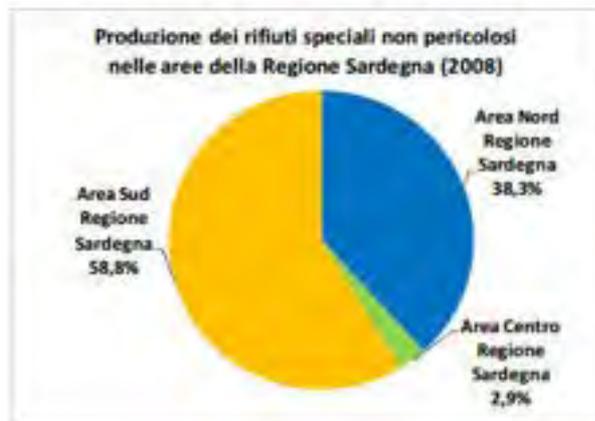
Data la forte antropizzazione e le importanti attività umane che hanno caratterizzato l'area di Carbonia-Iglesias, altro aspetto da tenere in considerazione nell'area del Sulcis è quella dell'inquinamento dell'area è legato alla presenza dell'agglomerato industriale di Portovesme (ricadente nel SIN).

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 (ex 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.

5.3.6.2 Valutazione degli impatti

A valle della caratterizzazione della componente fornita, e in relazione alle attività in progetto, si valuta che l'impatto indotto dalle attività che costituiscono il progetto sia riconducibile al disturbo potenziale dei mezzi che saranno utilizzati per le attività legate alla realizzazione dei pozzi e la preparazione delle aree di lavoro.

Vista la durata complessiva stimata di circa tre mesi si ritiene che il traffico di mezzi sarà limitato a pochi giorni e non comporterà impatto negativo, sarà inoltre reversibile completamente al termine delle operazioni.

Si valuta l'impatto sulla componente antropica trascurabile e reversibile. La tabella seguente schematizza i dati principali di analisi.

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
Realizzazione perforazioni superficiali – allestimento aree di lavoro, esecuzione perforazioni superficiali	Traffico indotto	Breve	Discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa

5.3.7 Rumore e vibrazioni

5.3.7.1 Stato attuale

5.3.7.1.1 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:
 - a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale
 - b) 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 14: 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 15.

La misurazione dei valori di confronto con i limiti indicati nella Tabella 15, 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 15: 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
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, il Comune di San Giovanni Suergiu oggetto di intervento non risulta dotato di un Piano di Classificazione Acustica vigente o in fase di redazione.

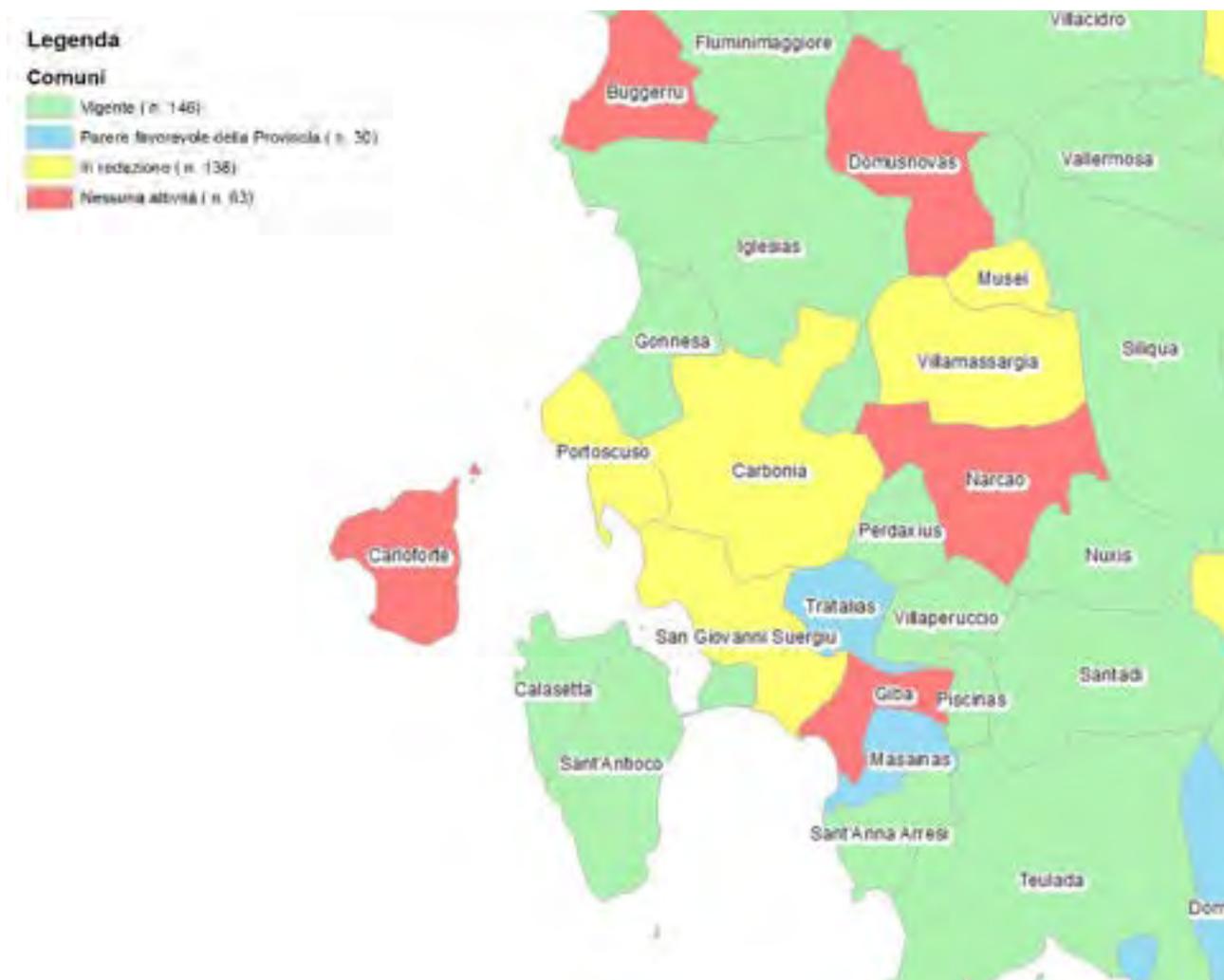


Figura 50: Stato di adozione Piani di zonizzazione acustica nei comuni della Sardegna (fonte: www.sardegnaambiente.it)

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 15).

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).

5.3.7.2 Valutazione degli impatti

Rumore e vibrazioni

L'impatto in dotto per quanto riguarda la produzione di emissione di rumore e vibrazioni è legata alle attività di realizzazione delle perforazioni, nel caso della realizzazione di piezometri per i quali si dovranno raggiungere profondità di 15 m si ritiene l'impatto trascurabile. Mentre si ritiene di maggiore rilievo, comunque basso, quello inerente i pozzi che sebbene superficiali raggiungeranno 250 m circa dal p.c.

Il fattore discriminante per la valutazione proposta è la breve durata delle attività che saranno condotte nell'arco di quattro mesi circa, due per l'esecuzione dei piezometri e due per i pozzi di 250 m.

Si deve sottolineare inoltre la presenza di recettori ad una distanza minima di 100 m. le attività saranno inoltre condotte in orario diurno e nel rispetto dell'abituale orario lavorativo. Si valuta l'impatto indotto di bassa entità e in virtù della durata molto ristretta globalmente trascurabile.

La tabella che segue schematizza le valutazioni per i fattori di impatto specifici.

Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
Realizzazione perforazioni superficiali – allestimento aree di lavoro, esecuzione perforazioni superficiali	Emissione di rumore e vibrazioni	Breve	discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa



5.3.8 Paesaggio e patrimonio storico e artistico

5.3.8.1 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 alle definizioni 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 contemporanea. 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 chioschi 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 sottordinata (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 sabauda 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 di progetto i seguenti elementi principali:

- la dorsale rocciosa del Monte Matzaccara, che rappresenta la dorsale dei rilievi ignimbratici (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):

- 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:

- l'edificato diffuso dei furriadroxius e dei medaus che caratterizzano il paesaggio agrario del territorio del Sulcis;
- 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 l'area vasta che include quella di progetto 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 utilizzazione 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 utilizzazione agro-forestale(2); Aree ad utilizzazione urbana o industriale (3)	Trasformazione urbanistica ed edilizia con interventi di recupero e riqualificazione orientati in senso ambientale

(1) Le aree così individuate nelle tavole del P.P.R. sono, in generale, oggetto di conservazione.

(2) 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.

(3) 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.

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.

5.3.8.2 Valutazione degli impatti

La caratterizzazione della componente paesaggio ha messo in luce una forte connotazione e valore identitario dell'area del Sulcis sia per caratteri antropici e storico culturali sia per aspetti morfologici e naturalistici che ne tracciano una precisa identità.

Relativamente all'area di progetto è già stato argomentato in merito alla scelta che ha guidato la localizzazione, che ha tenuto conti di molti fattori tra cui quello della ricerca della minima interferenza con beni culturali e caratteri sensibili del paesaggio.

Si richiama inoltre l'assenza di beni tutelati nelle immediate vicinanze e l'assenza di interferenza con ambiti naturalistici sensibili o tutelati.

Sulla base di queste valutazioni è stata condotta l'analisi per la verifica del potenziale impatto identificando come fattori potenziali quelli dovuti alla presenza delle strutture legate alle attività di perforazione e alle attività del test di iniezione.

Nel quadro progettuale sono state descritte le strutture necessarie e rispetto alla realizzazione del sondaggi saranno necessarie una sonda perforatrice e alcuni mezzi utili alla logistica di cantiere, si ricorda che la durata stimata di queste attività è di circa tre mesi.

Rispetto al test di iniezione l'ingombro delle infrastrutture sarà ancora minore in quanto sarà limitato alle bombole di CO₂ e alle connessioni tra queste e i sistemi di iniezione collegati al pozzo.

Anche in questo caso la presenza di strutture sarà temporanea e non provocherà modificazioni di alcun tipo una volta rimosse.

Si ritiene che in relazione alla reversibilità completa dell'interferenza delle attività in progetto, non ci saranno modifiche allo stato dei luoghi né alla qualità del paesaggio. Sulla base di tali considerazioni si ritiene l'impatto trascurabile.



Attività/azioni di progetto	Fattori di impatto	Durata nel tempo	Distribuzione temporale	Reversibilità	Magnitudine	Area di influenza	Sensibilità componente
Realizzazione perforazioni superficiali – allestimento aree di lavoro, esecuzione perforazioni superficiali	Presenza dei mezzi di perforazione e delle strutture di cantiere	Breve	discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa
Esecuzione test di iniezione CO2 – Alloggiamento sistemi di stoccaggio e relative connessioni	Presenza delle strutture necessarie al test	Breve	discontinua	Breve termine	Bassa	Locale	Bassa



6.0 SINTESI DELLO STUDIO

Il presente Studio preliminare ambientale è stato redatto per esaminare i potenziali impatti indotti dalle attività relative alla caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca "Monte Ulmus" e dalla successiva sperimentazione di simulazione di perdita di gas da un sito di superficie limitata, mediante microiniezioni di piccole quantità di CO₂ da un pozzo profondo circa 250 metri.

Il proponente, Sotacarbo SpA - Società Tecnologie Avanzate Low Carbon S.p.A., è un Centro di Ricerca i cui azionisti sono al 50% la Regione Autonoma della Sardegna e al 50% l'ENEA. Sotacarbo svolge attività di ricerca e dimostrazione sulle tecnologie di conversione dell'energia a basse emissioni di CO₂, (efficienza energetica; gassificazione di biomasse; altre fonti energetiche rinnovabili) e tecnologie di separazione, riutilizzo e confinamento geologico della CO₂. L'infrastruttura del Centro Ricerche è composta dai laboratori di analisi e caratterizzazione materiali, e da impianti sperimentali con taglie differenti. La società ha sede unica presso la Grande Miniera di Serbariu, a Carbonia.

Il progetto si pone come completamento ed evoluzione di una prima fase di indagine effettuata a scopo di caratterizzazione geologica del settore nord-ovest del permesso di ricerca mineraria di combustibile solido e acque termali denominato "Monte Ulmus", di cui Sotacarbo è concessionaria.

La fase di indagine, costituita da indagini geognostiche indirette, ha avuto iter distinto di verifica di assoggettabilità regionale e si è conclusa con un parere di esclusione dalla VIA (Delibera di Giunta Regionale n° 62/5 del 9/12/2015).

Il Progetto, oggetto del presente Studio preliminare ambientale, prevede l'interessamento di una porzione ristretta dell'area dello stesso permesso di ricerca all'interno del quale sono state svolte le indagini della prima fase, e sarà situato in località Matzaccara nel comune di San Giovanni Suergiu.

Le attività di ricerca saranno implementate attraverso la realizzazione di perforazioni superficiali progettate sulla base dei risultati ottenuti dalla prima fase conoscitiva già realizzata e dalla microiniezione di CO₂ al fine di sviluppare i sistemi di monitoraggio geochimico e geofisico. In questo modo, tutti i dati provenienti dalle perforazioni contribuiranno all'approfondimento delle informazioni geologiche sull'area.

Durante l'esperimento saranno studiate le migrazioni del gas nel sottosuolo a seguito dell'iniezione controllata dalla superficie nel pozzo inclinato e seguite con un programma di monitoraggio con tecniche differenti.

Le attività sperimentali e di monitoraggio rientrano nel progetto europeo denominato "ENOS" (*Enabling Onshore CO₂ Storage in Europe*, <http://www.enos-project.eu/>), finanziato con fondi europei nell'ambito del Programma Quadro dell'Unione Europea per la Ricerca e l'Innovazione "Horizon2020", relativo al periodo 2014-2020. Il progetto ENOS, che coinvolge 29 istituti di ricerca provenienti da 17 diversi paesi europei, mira a conseguire avanzamenti rilevanti per le tecniche di monitoraggio e di confinamento on-shore di CO₂, elevandone il grado di maturazione tecnologica attraverso sperimentazioni in quattro differenti siti test in Europa.

I principali partner coinvolti in ENOS sono: BRGM (F), BGR (DE), British Geological Survey (UK), CGS (CZ), CIEMAT (ES), Fundación Ciudad de la Energía – CIUDEN (ES), Flodim Sarl (F), Geogreen (F), IDIL Sas (F), (Italia), TNO (Olanda), Università di Roma "La Sapienza" (Italia), University of Nottingham (Regno Unito), CO₂GeoNet (F)¹¹.

Nello specifico, le attività oggetto di valutazione saranno eseguite in collaborazione di partner di rilievo tecnico scientifico internazionale, come il gruppo del Laboratorio di Tettonica e Chimica dei Fluidi dell'Università di Roma "La Sapienza" e i ricercatori di OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale) e saranno condotte con la massima sicurezza e professionalità.

In sintesi le attività che costituiscono il progetto di ricerca sono elencate a seguire:

¹¹<http://www.corrierequotidiano.it/1.56967/cronaca/1097/progetto-enos-12-milioni-ue-stoccare-anidride-carbonica;>
<https://www.researchitaly.it/progetti/energia-l-italia-in-campo-per-lo-stoccaggio-di-co2-con-il-progetto-enos/#null>



■ Attività di perforazione

- Realizzazione di 1 pozzo di iniezione deviato che interseca la faglia definita tramite indagini sismiche. La profondità di iniezione proposta è 250 m. Il pozzo di iniezione sarà sigillato per prevenire dispersione di gas lungo il pozzo. Il pozzo sarà anche equipaggiato di strumenti geofisici posizionati in maniera permanente all'esterno del rivestimento (*casing*) e a fondo pozzo;
- Realizzazione di 1 pozzo verticale di osservazione per una profondità di 200-250 m equipaggiato con strumenti geofisici che saranno posizionati in maniera permanente all'esterno del rivestimento (*casing*) e a fondo pozzo;

■ Attività correlate al monitoraggio

- Esecuzione di 7 sondaggi geognostici attrezzati a piezometro (Prof. 10-15 m da p.c.) per il monitoraggio idrogeologico; due piezometri avranno un diametro più grande per consentire l'inserimento di sensori per misure continue;
- Scavo a mano di 50 pozzetti (profondità 80 cm diametro 10 cm) per installazione sonde di monitoraggio CO₂;
- Installazione di una stazione meteorologica;
- Installazione di un sistema di controllo di iniezione di gas/collettore;
- Alloggio temporaneo del personale di ricerca e della strumentazione informatica e di manutenzione necessaria.

■ Esecuzione del test di iniezione CO₂

- Installazione di un sistema temporaneo on-site di alloggio bombole CO₂;
- Microiniezioni di CO₂ attraverso il pozzo di iniezione.

■ Attività di monitoraggio

Le attività di monitoraggio saranno condotte prima, durante e dopo la fine dell'esperimento e comprenderanno:

- Geofisica di superficie e in foro di sondaggio
- Monitoraggio idrogeologico quantitativo e qualitativo
- Monitoraggio geofisico in superficie e in pozzo
- Monitoraggio geochimico di superficie
- Monitoraggio sismicità naturale e indotta.

Il test di iniezione della CO₂ avrà le seguenti caratteristiche:

- il volume di CO₂ da iniettare sarà nell'ordine delle decine di tonnellate;
- le pressioni da raggiungere saranno di circa 20 atm (non superiori a 35 atm);
- la portata di iniezione sarà funzione del valore massimo di pressione di 20 atm (stimato intorno ai 100 kg/day);
- l'iniezione durerà un tempo massimo di 2 settimane;

La CO₂ da iniettare sarà fornita in loco su bombole standard da 80 kg (circa 30 bombole) raccolte su un container aperto (dotato per maggiore sicurezza di un allarme per la eventuale perdita di CO₂).

L'area di progetto è stata identificata dal proponente per minimizzare i potenziali impatti e il disturbo che le attività e la logistica di cantiere potrebbero arrecare ai residenti.



L'area di progetto è stata identificata dal proponente per minimizzare i potenziali impatti e il disturbo che le attività e la logistica di cantiere potrebbero arrecare ai residenti.

L'area di progetto, di 20 ettari circa, due dei quali si stima effettivamente interessati dalle strutture, è stata selezionata su aree a seminativo distanti dal centro abitato. L'area è inoltre facilmente accessibile da strada esistente senza creazione di nuova viabilità a servizio della preparazione delle aree di cantiere.

La caratterizzazione proposta nel presente Studio preliminare ambientale mostra come non siano presenti elementi di sensibilità, e come, in virtù delle caratteristiche di durata e tipologia delle attività di ricerca, si preveda impatto trascurabile e reversibile per tutte le componenti ambientali indagate.

L'analisi programmatica ha inoltre mostrato la coerenza delle attività in progetto con gli strumenti di programmazione vigenti e l'assenza di interferenze di rilievo tra le attività e gli elementi di tutela areali o puntuali eventualmente presenti nell'area. Sono assenti beni archeologico architettonici di rilievo nell'area di progetto così come elementi ambientali sensibili.

A conclusione delle osservazioni qui riportate, si ribadisce la globale valutazione proposta in merito alla reversibilità dell'impatto indotto che si ritiene di grado trascurabile.

A supporto di questa affermazione e in riferimento al test di iniezione in progetto, si sottolinea come le quantità di CO₂ che verranno iniettate siano notevolmente inferiori a quelle emesse naturalmente in diversi siti del territorio italiano; inoltre rispetto ai fenomeni di emissione naturale, è importante sottolineare che l'esperimento verrà condotto con pressioni e condizioni controllate nell'ambito del monitoraggio, tali da non comportare nessun problema dal punto di vista della sicurezza per le persone e per le strutture che si trovano nelle vicinanze.



Golder Associates è una società internazionale che offre, da oltre 50 anni, servizi di consulenza, progettazione e realizzazione nel campo delle scienze ambientali, dell'ingegneria geotecnica e dell'energia. La nostra mission "Engineering Earth's Development, Preserving Earth's Integrity" sottolinea il nostro costante impegno verso l'eccellenza - sia in campo tecnico, sia nella cura del servizio al cliente - e verso la sostenibilità.

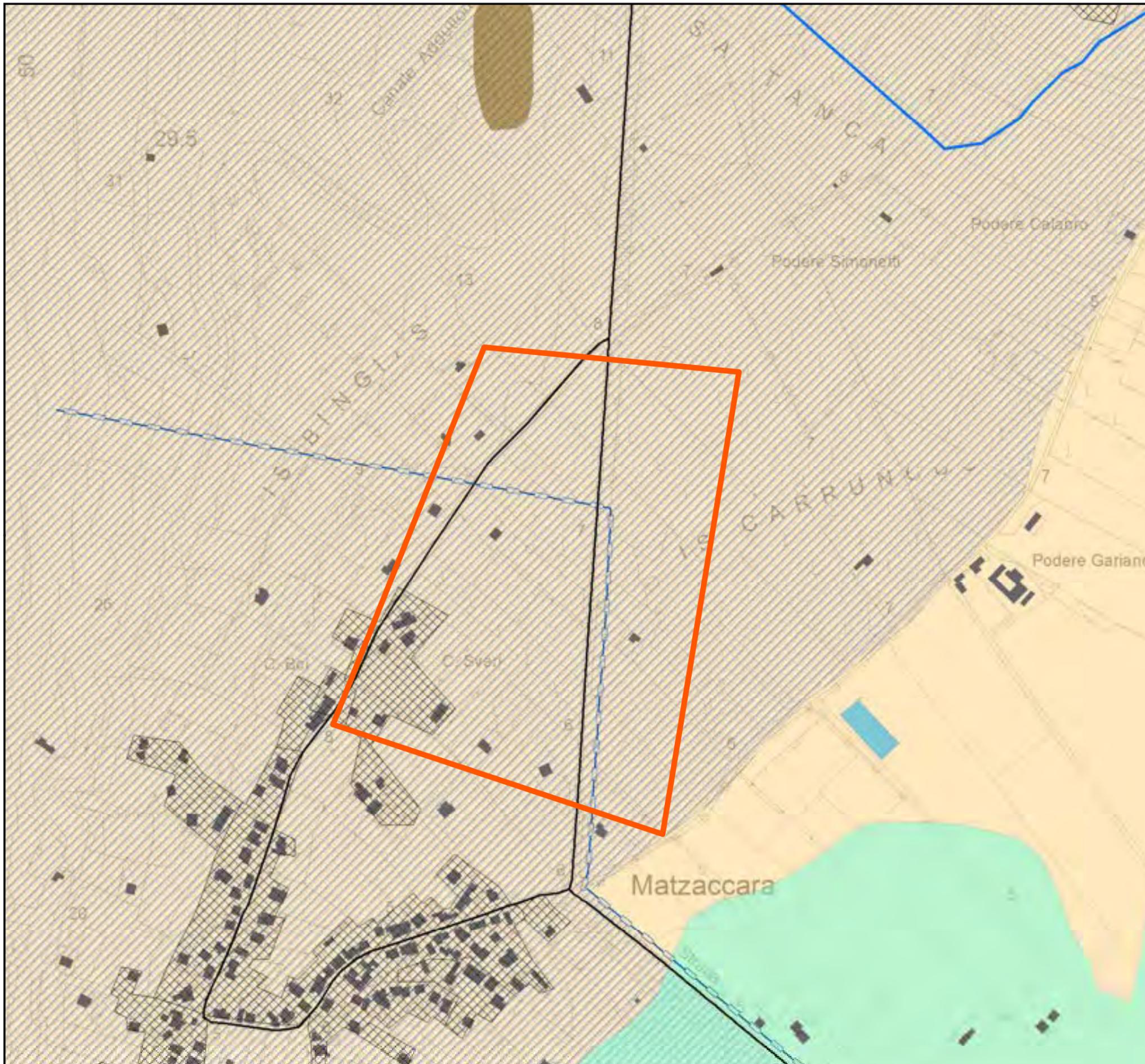
Per maggiori informazioni visitate il sito www.golder.com

Africa	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 8258 5522
Oceania	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 44 1628 851851
America del Nord	+ 1 800 275 3281
America del Sud	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates S.r.l.
Via Sante Bargellini 4
00157 Roma
Italia
T: +39 06 45 22 3111





LEGENDA

area di studio

PPR - Assetto insediativo

condotta idrica

rete stradale

componenti insediativo

edificato

PPR - Assetto ambientale

fascia costiera

laghi, invasi, stagni

scavi

sistemi costieri

PPR - Assetto storico - culturale

aree Organizzazione Mineraria

parco Geominerario Ambientale Storico



SISTEMA DI COORDINATE

Gauss Boaga Fuso Ovest



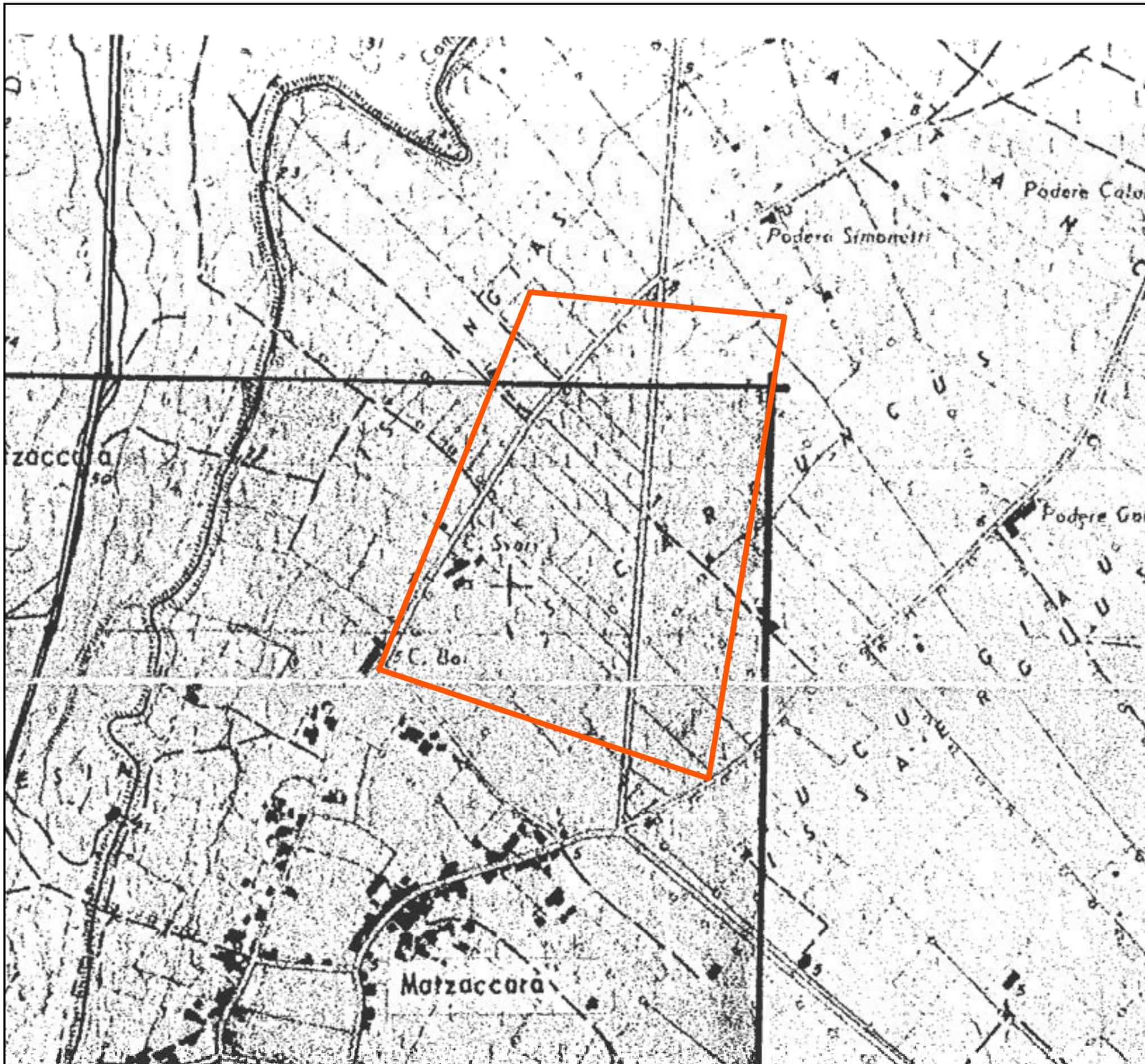
scala 1:5.000

PROGETTO SOTACARBO S.P.A.
Proseguimento delle attività di caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus" e attività sperimentale collegata

TITOLO **Pianificazione regionale - PPR**



COMMESSA	1667898	REL.	R2384	REV.	00	FORMATO	A3
DATA	luglio 2017						Tavola: 2
PREPARATO	CDN						
VERIFICATO	FPA						
APPROVATO	PPC						



LEGENDA

area di studio

LEGENDA

ATTREZZATURE ESISTENTI

- SCUOLA ELEMENTARE
- CIMITERO
- CONFINE COMUNALE

VEDI TAVOLE 1:2000

ZONE OMOGENEE

- ZONA 'B, SATURAZIONE RES.
- " 'D, INDUSTRIALE ESP.
- " 'F₁,
- " 'H
- " 'E, AGRICOLA
- " ARCHEOLOGICA
- E₁ AGRICOLA VINCOLATO
- ZONA INDUSTRIALE ESIST.



SISTEMA DI COORDINATE

Gauss Boaga Fuso Ovest



scala 1:5.000

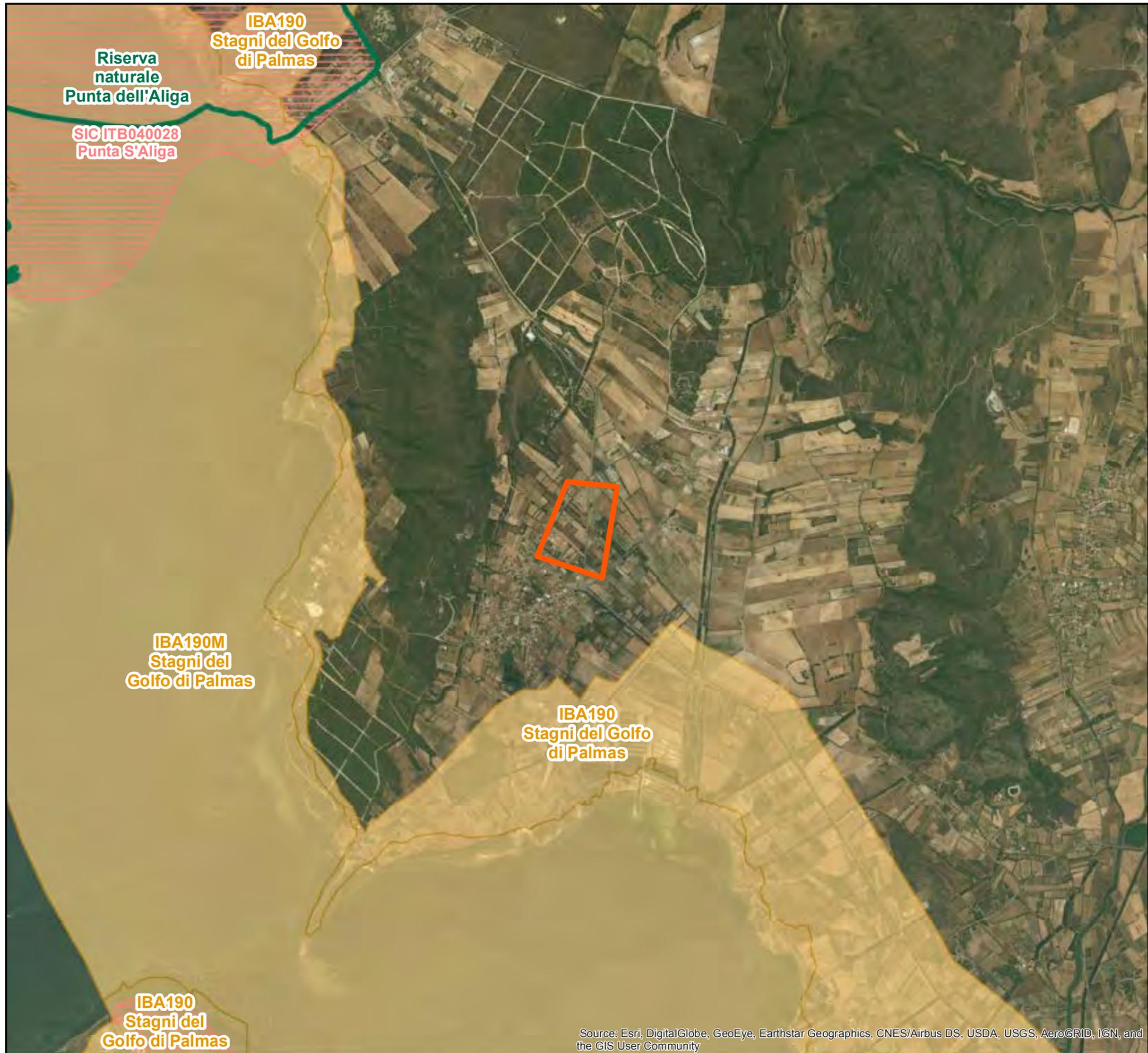
PROGETTO SOTACARBO S.P.A.
Proseguimento delle attività di caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus" e attività sperimentale collegata

TITOLO **Carta della pianificazione comunale:
Piano Regolatore Generale San Giovanni Suergiu**



COMMESSA	1667898	REL.	R2384	REV.	00	FORMATO	A3
DATA	luglio 2017						
PREPARATO	CDN						
VERIFICATO	FPA						
APPROVATO	PPC						

Tavola: 3



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

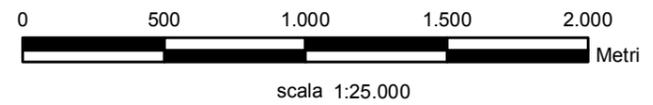
LEGENDA

-  area di studio
-  Riserva Naturale Regionale
-  Sito di Interesse Comunitario (SIC)
-  Area importante per gli uccelli (IBA)



SISTEMA DI COORDINATE

Proiezione: UTM Zona 33 Datum: WGS84



PROGETTO SOTACARBO S.P.A. Proseguimento delle attività di caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus" e attività sperimentale collegata																															
TITOLO Carta delle aree protette																															
	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>1667898</td> <td>REL.</td> <td>R2384</td> <td>REV. 00</td> <td>FORMATO A3</td> </tr> <tr> <td>DATA</td> <td>luglio 2017</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PREPARATO</td> <td>CDN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIFICATO</td> <td>FPA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APPROVATO</td> <td>PPC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	COMMESSA	1667898	REL.	R2384	REV. 00	FORMATO A3	DATA	luglio 2017					PREPARATO	CDN					VERIFICATO	FPA					APPROVATO	PPC				
COMMESSA	1667898	REL.	R2384	REV. 00	FORMATO A3																										
DATA	luglio 2017																														
PREPARATO	CDN																														
VERIFICATO	FPA																														
APPROVATO	PPC																														

FIGURA: 4



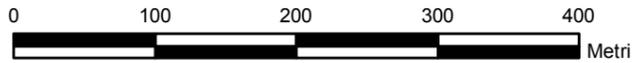
LEGENDA

 area di studio



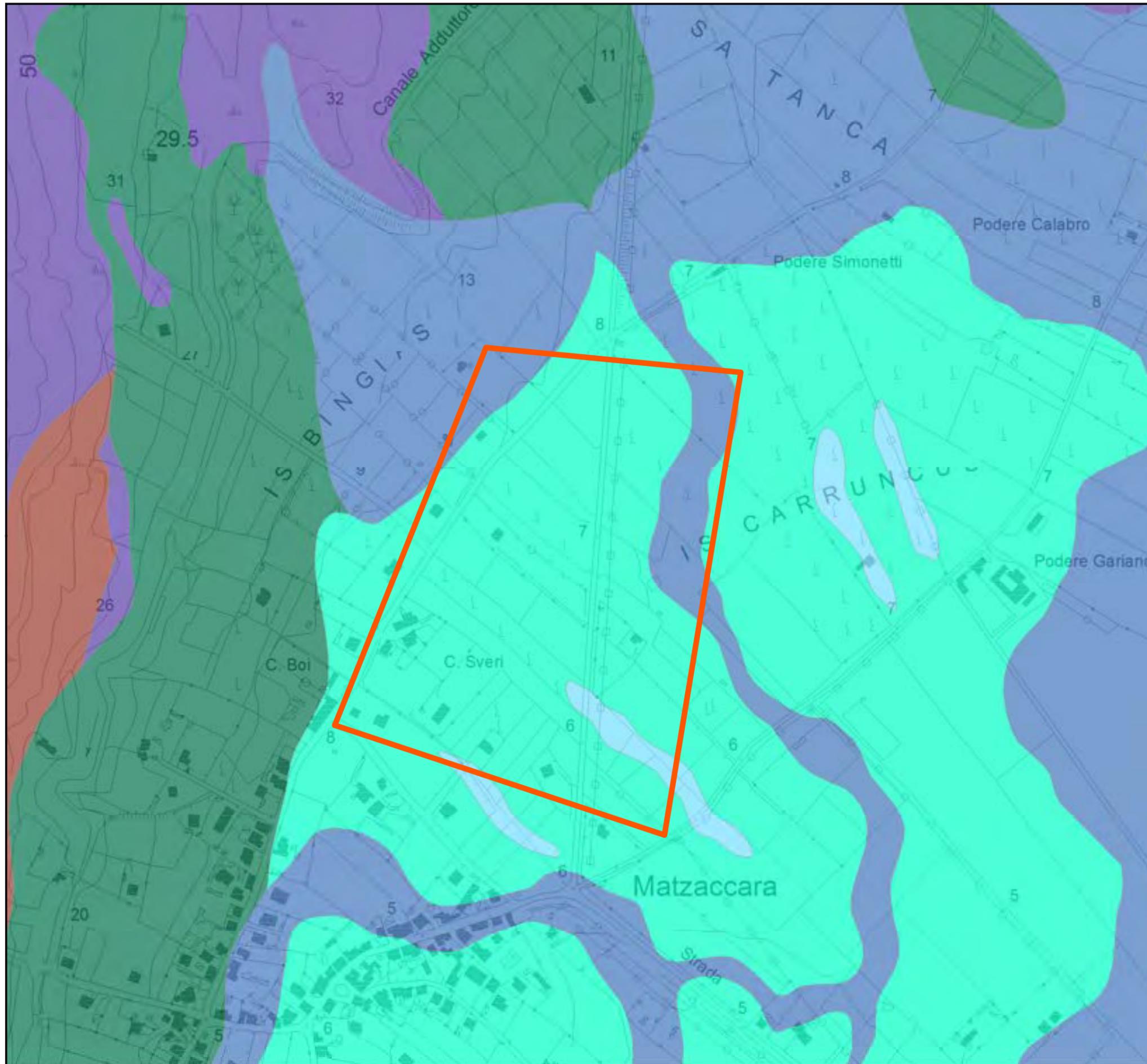
SISTEMA DI COORDINATE

Gauss Boaga Fuso Ovest



scala 1:5.000

PROGETTO	SOTACARBO S.P.A. Proseguimento delle attività di caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus" e attività sperimentale collegata			
TITOLO	Localizzazione dell'area di progetto			
 Torino Italia	COMMESSA	1667898	REL. R2384	REV. 00
	DATA	luglio 2017		FORMATO A3
	PREPARATO	CDN		
	VERIFICATO	FPA		
	APPROVATO	PPC		
				Tavola: 1



LEGENDA

- area di studio
- DEPOSITI OLOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE
- DEPOSITI PLEISTOCENICI DELL'AREA CONTINENTALE
- GRUPPO DI CALA LUNGA
- GRUPPO DI MONTE SIRAI
- SEDIMENTI ALLUVIONALI
- SEDIMENTI LACUSTRI
- SEDIMENTI LITORALI



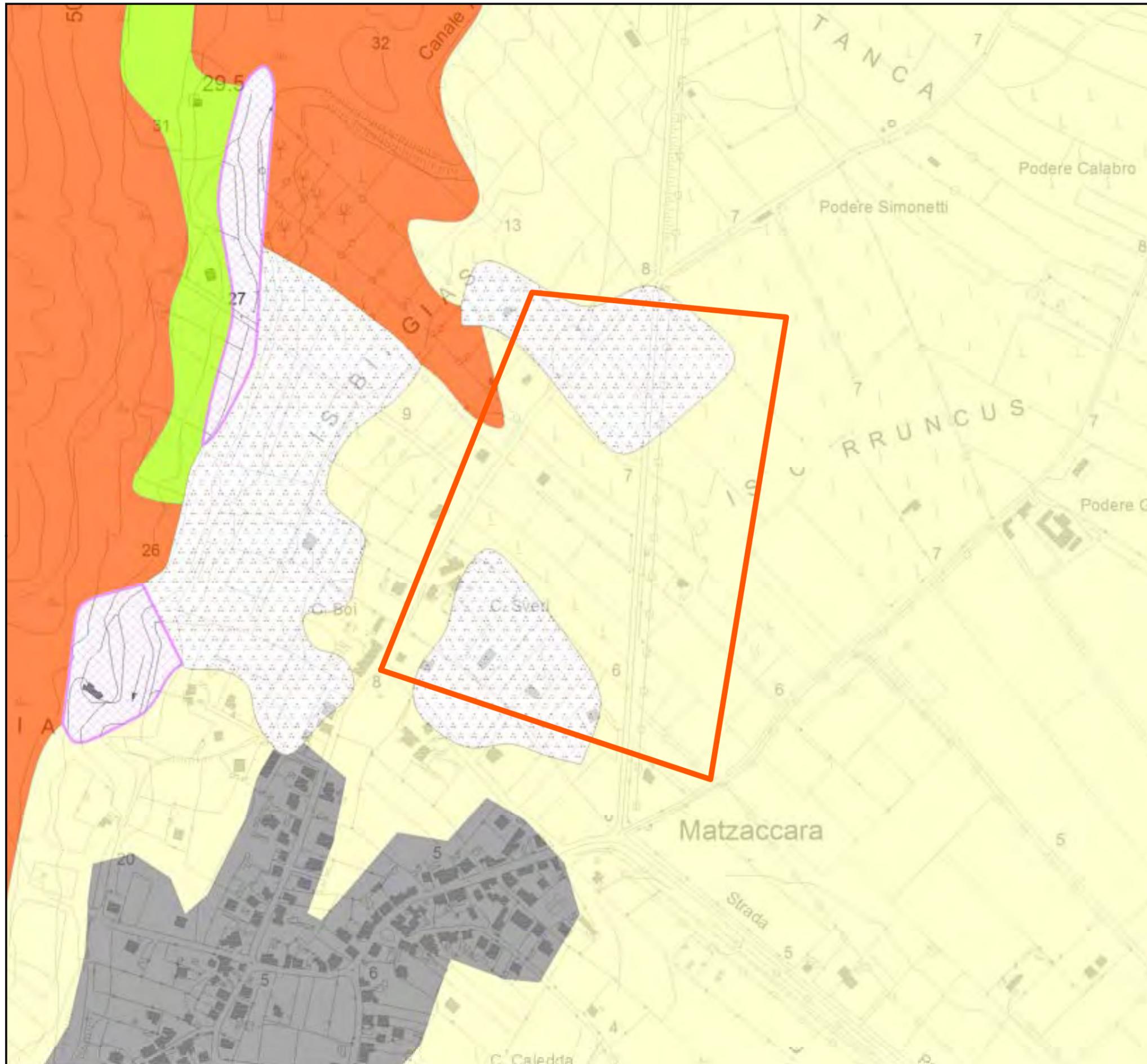
SISTEMA DI COORDINATE

Proiezione: UTM Zona 33 Datum: WGS84



scala 1:5.000

PROGETTO	SOTACARBO S.P.A. Proseguimento delle attività di caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus" e attività sperimentale collegata		
TITOLO	Carta geologica		
 Golden Associates Torino Italia	COMMESSA	1667898	REL. R2384
	DATA	luglio 2017	REV. 00
	PREPARATO	CDN	FORMATO A3
	VERIFICATO	FPA	
	APPROVATO	PPC	



LEGENDA

-  area di studio
- vegetazione (fonte: ISPRA 2013. Dati del Sistema Informativo di Carta della Natura della regione Sardegna)**
-  Città, centri abitati
-  Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi
-  Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
-  Piantagioni di eucalpti
-  Prati mediterranei subnitrofilii (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale)
-  Vigneti



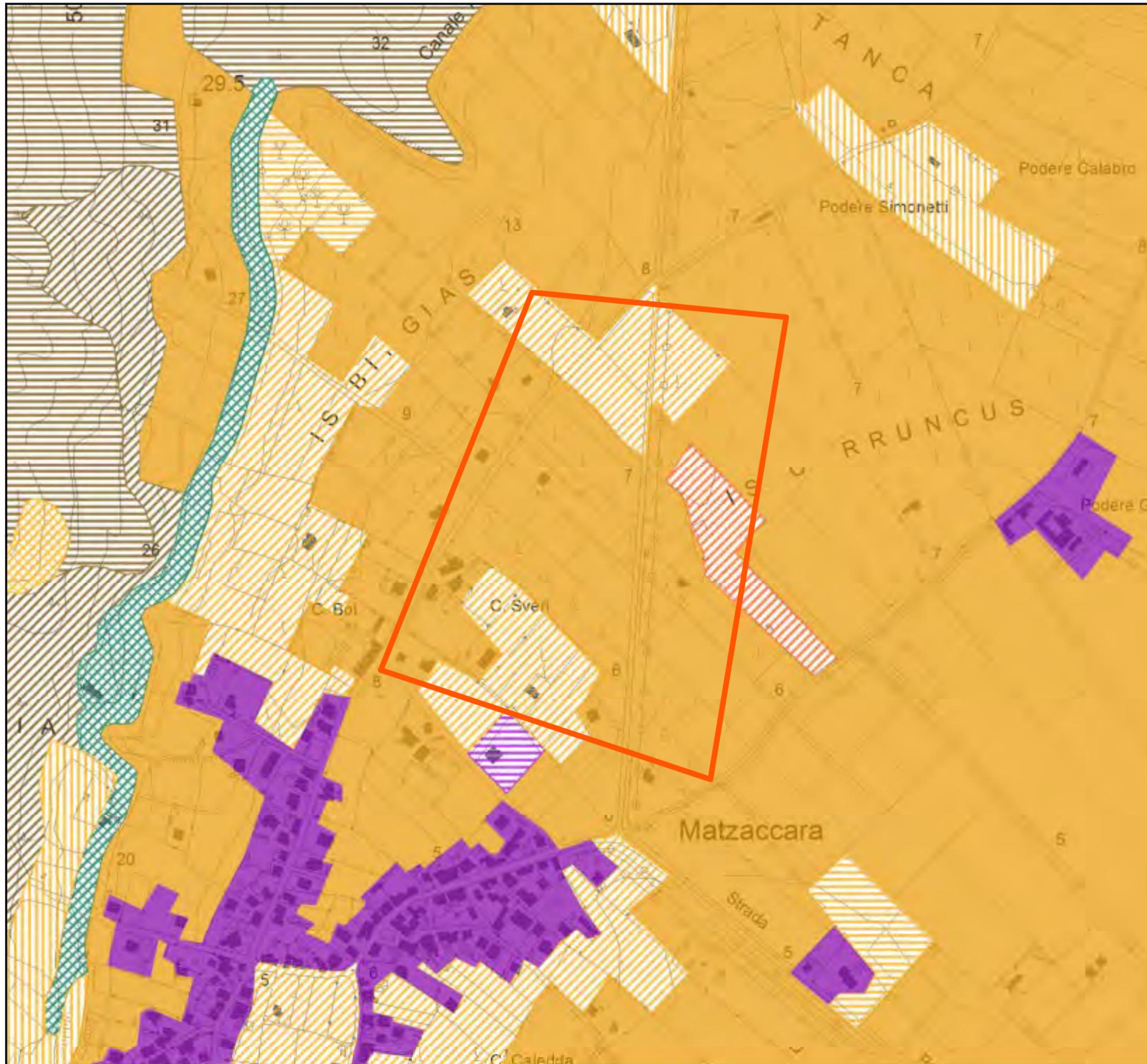
SISTEMA DI COORDINATE

Proiezione: UTM Zona 33 Datum: WGS84



scala 1:5.000

PROGETTO	SOTACARBO S.P.A. Proseguimento delle attività di caratterizzazione dell'area del permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus" e attività sperimentale collegata		
TITOLO	Carta della vegetazione		
 Torino Italia	COMMESSA 1667898 DATA luglio 2017 PREPARATO CDN VERIFICATO FPA APPROVATO PPC	REL. R2384 REV. 00 FORMATO A3	FIGURA: 6



LEGENDA

-  area di studio
-  111, TESSUTO URBANO CONTINUO
-  142, AREE RICREATIVE E SPORTIVE
-  211, SEMINATIVI NON IRRIGUI
-  221, VIGNETI
-  223, OLIVETTI
-  242, SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI
-  244, AREE AGROFORESTALI
-  31121, PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE
-  3231, MACCHIA MEDITERRANEA
-  3232, GARIGA
-  3241, AREE A RICOLONIZZAZIONE



SISTEMA DI COORDINATE

Proiezione: UTM Zona 33 Datum: WGS84



scala 1:5.000

PROGETTO SOTACARBO S.P.A.
 Proseguimento delle attività di caratterizzazione
 dell'area del permesso di ricerca mineraria "Monte Ulmus"
 e attività sperimentale collegata

TITOLO
Carta di uso del suolo



COMMESSA	1667898	REL.	R2384	REV.	00	FORMATO	A3	
DATA	luglio 2017							
PREPARATO	CDN							
VERIFICATO	FPA							
APPROVATO	PPC							

FIGURA: 7