Dipartimento di Scienze della Terra

**Gruppo Informale per la Geotermia e l'Ambiente**
associazione "no profit" riconosciuta

# PERMESSO DI RICERCA GEOTERMICO "SAN GAVINO MONREALE"

Giuliano Gabbani, Giampaolo Mariannelli, Enrico Pandeli, Alessandro Ronconi, Sauro Valentini

## STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Firenze, 10/09/2013

Direzione:

*prof. Enrico Pandeli - Docente di Geologia, di Geologia Regionale e di Geotermia (DST, Università di Firenze)*

Coordinamento:

*prof. Giuliano Gabbani - Docente di Esplorazione Geologica del Sottosuolo, di Idrogeologia e di Idrogeologia Applicata (DST, Università di Firenze)*

Gruppo di lavoro:

*Giuliano Gabbani (DST, Università di Firenze)*
*Giampaolo Mariannelli (G.I.G.A. no profit, Gruppo Informale Geotermia e Ambiente)*
*Enrico Pandeli (DST, Università di Firenze)*
*Alessandro Ronconi (G.I.G.A. no profit, Gruppo Informale Geotermia e Ambiente)*
*Sauro Valentini (G.I.G.A. no profit, Gruppo Informale Geotermia e Ambiente)*

# Sommario

## 1. INTRODUZIONE

In Sardegna, rispetto al resto della realtà nazionale, la mancanza di disponibilità gas naturale e di una adeguata rete di approvvigionamento (gasdotto) e distributiva determina la necessità di ricorrere maggiormente ai prodotti petroliferi (gasolio) ed all'energia elettrica anche per soddisfare i bisogni termici e sanitari, determinando con ciò una maggiorazione dei costi e dell'impatto ambientale.
Allo stesso modo la configurazione della rete di trasmissione dell'energia elettrica pone alla Sardegna serie difficoltà per inserirsi nel libero mercato elettrico e, in pratica, gli impone di dover sopperire da sola alla produzione necessaria per soddisfare il fabbisogno interno, portando la sua dipendenza dai combustibili fossili sopra al 90%.
Di fronte ad una tale situazione è evidente come la possibilità di poter contare su una fonte rinnovabile, assolutamente flessibile e modulabile, come quella geotermica a media entalpia diviene un fattore strategico sul quale occorre favorire ogni forma di ricerca e di applicazione.

Il progetto geotermico denominato "SAN GAVINO MONREALE" ha proprio come obiettivo di prima fase la ricerca e la valutazione delle risorse geotermiche presumibilmente presenti nell'area compresa tra San Gavino Monreale e le aree ad est di Pabilllonis e quelle a sud di Mogoro.

Successivamente, in caso di esiti positivi della ricerca, il progetto proseguirà con la fase di utilizzo di tali risorse a fini di produzione di energia elettrica e/o termica mediante soluzioni tecnologiche ed impiantistiche adeguate alle caratteristiche della risorsa ed alle richieste delle utenze.

A tal proposito questo progetto servirà a valutare tecniche di utilizzazione della risorsa geotermica con centrali a ciclo binario già disponibili in commercio (ciclo Rankine ORC, ciclo Kalina) ed a sperimentare tecnologie innovative nel campo degli scambiatori di calore e dei fluidi di lavoro per ottimizzare il rendimento di questo tipo di centrali.

A termini di legge viene effettuata una richiesta di "Permesso di Ricerca" a scopo geotermico. L'area ricade nel quadrante NE del Foglio I.G.M. 224-225 "Capo Pecora-Guspini", ed amministrativamente ricade nei territori dei Comuni di Collinas, Gonnostramatza, San Gavino Monreale, Sardara, Pabillonis, Mogoro.

L'area oggetto di richiesta del Permesso di Ricerca è ubicata a pochi km dal settore a maggior flusso di calore del potenziale sistema geotermico di Sardara, ove risulta che il flusso di calore sia circa il doppio di quello terrestre e che la temperatura nel serbatoio sia superiore a 50°C.

L'obiettivo della richiesta di "Permesso di Ricerca" è rappresentata dalla possibilità di realizzare di impianti geo-termoelettrici a ciclo binario di potenza inferiore a 4 MW elettrici, per produzione di energia elettrica e di calore a bassissimo impatto ambientale.

Questi impianti constano di uno o più pozzi produttori e di un pozzo reiniettore.

La tecnologia impiegata evita l'immissione in atmosfera ed in idrosfera di qualsiasi refluo gassoso o liquido, mantenendo il fluido geotermico sempre isolato dall'esterno durante tutto il ciclo produttivo. A tal proposito il fluido geotermico viene prelevato dall'acquifero attraverso una pompa di estrazione, fatto passare in uno scambiatore di calore localizzato nell'impianto a ciclo binario, ed infine reimmesso nel serbatoio di provenienza senza subire variazioni, salvo l'estrazione di parte del calore di cui è vettore.

All'interno dello scambiatore il calore estratto dal fluido geotermico viene trasferito ad un fluido di lavoro, detto anche fluido basso-bollente o binario, che è

caratterizzato da una temperatura di ebollizione molto più bassa dell'acqua ed è contenuto all'interno di un circuito stagno, comprendente la turbina ed il sistema di condensazione.

A seguito del riscaldamento ricevuto il fluido di lavoro vaporizza e la forza di espansione del vapore ottenuto fa muovere la turbina che alimenta il generatore di corrente elettrica quindi, quando ha perso gran parte del suo contenuto energetico, il fluido passa all'interno di un sistema di condensazione e, ritornato allo stato liquido rientra in ciclo.

Né il fluido geotermico, che viene totalmente reiniettato nel sottosuolo, né il fluido di lavoro entrano quindi in contatto con l'atmosfera, fatto questo che consente il duplice beneficio di ridurre le emissioni praticamente a zero e mantenere costante la ricarica del serbatoio dal punto di vista idraulico, condizione fondamentale per una corretta gestione della risorsa geotermica.

Il sistema acquifero, pozzi di produzione, scambiatore di calore, pozzo reiniettore vengono mantenuti in pressione per evitare il "flashing" con conseguente liberazione di gas. Per questa centrale a ciclo binario è previsto l'impiego di condensatori ad aria (fig. 1).

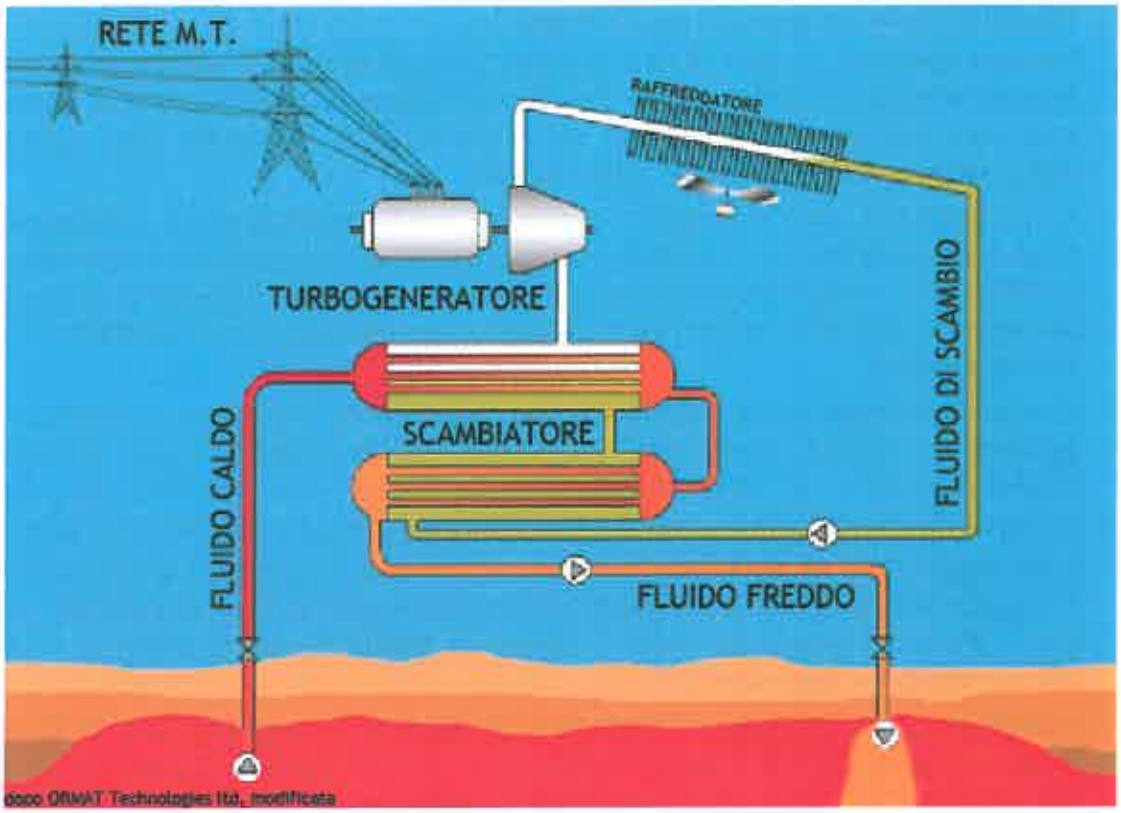



*Figura 1: Schema di funzionamento di una centrale geotermoelettrica a ciclo binario*

Questo progetto pur avendo una importante valenza industriale ed economica, presenta numerosi aspetti di sperimentazione. Si intende infatti utilizzare metodiche e tecnologie innovative a basso costo sia nella fase di esplorazione e valutazione indiretta della risorsa (prospezioni geofisiche e geochimiche dei gas e delle acque), che in quella di produzione, durante la quale verranno posti in sperimentazione nuovi scambiatori e nuovi fluidi di lavoro.

I risultati di queste sperimentazioni saranno messi a disposizione, secondo dettami equivalenti alle licenze Gnu-Gpl, del mondo della ricerca e questo al fine di

favorire la ricerca necessaria per lo sviluppo della produzione di energia elettrica da fluidi a bassa-media entalpia e di una filiera per la produzione di impianti di trasformazione innovativi ed efficienti.

Questa fase riguarderà l'acquisizione delle conoscenze per una corretta valutazione delle risorse geotermiche attraverso la realizzazione di una campagna di prospezioni geofisiche grazie alle quali verrà scelta (se daranno esito positivo) l'ubicazione di pozzetti termometrici a bassa profondità (max 150 m) per definire il gradiente geotermico e di successivi eventuali pozzi esplorativi per i quali verrà, in seguito, avviata eventualmente la relativa procedura di autorizzazione.

Pertanto le indagini saranno effettuate con tecniche non invasive né distruttive del suolo e del soprassuolo, senza apportare modifiche dello stato dei luoghi dal punto di vista morfologico, pedologico, vegetazionale. Per l'esecuzione delle indagini verrà utilizzata la viabilità esistente, preferibilmente quella secondaria.

In particolare non comporteranno:

- il taglio della vegetazione;
- l'apertura di nuove piste;
- modifiche plano-altimetriche e/o preparazione di piazzole;
- l'utilizzo di mezzi meccanici motorizzati di qualunque genere (escavatori, trivelle, etc.);
- l'utilizzo di esplosivi o altre fonti di vibrazione.

*Fig. 2 - esempio di centrale geotermica a media entalpia da 3 Mwh (Altheim, Germany)*

## 1.1. OBIETTIVO DELL'INIZIATIVA

Il progetto geotermico "SAN GAVINO MONREALE" ha come obiettivo la ricerca e la valutazione delle risorse geotermiche presenti nell'area in premessa e il loro eventuale impiego a scopo energetico. Per tale motivo viene richiesto all'Ufficio competente (Regione SARDEGNA, Servizio delle attività estrattive, Via XXIX Novembre 1847, 41 - 09123 Cagliari) un "Permesso di Ricerca" la cui ubicazione è, di seguito, esattamente definita. Le relazioni e gli elaborati costituenti la citata domanda di permesso di ricerca vengono inviati inoltre, per competenza e conoscenza, alla Amministrazione Provinciale di Oristano e del Medio Campidano ed hai comuni che sottendono il territorio interessato dalle ricerche.
L'utilizzo previsto, in caso di esito positivo del programma, prevede la produzione di energia elettrica e/o di energia termica mediante soluzioni tecnologiche ed impiantistiche che, pur dovendo risultare adeguate alle caratteristiche della risorsa, risponderanno ai criteri della sostenibilità ambientale.

## 1.2. AREA DEL PERMESSO DI RICERCA

L'area del permesso di ricerca di circa 84,7 km$^2$ (TAV.1) è stata tracciata secondo le disposizioni dettate dall'art.9 del D.P.R. 27/05/1991 n. 395 ed è individuata dai 4 vertici di tabella 1.

| Vertice | Latitudine N | Longitudine W |
|---|---|---|
| a | 39°40' 00" | 3°43' 00" |
| b | 39°40' 00" | 3°39' 00" |
| c | 39°32' 00" | 3°39' 00" |
| d | 39°32' 00" | 3°43' 00" |

*Tabella 1: Coordinate dei vertici dell'area in esame.*

Tutte le fasi preliminari volte allo studio dell'area d'esame, descritte nei prossimi capitoli comporteranno lo stazionamento, sia pur limitato, di mezzi e persone nell'area del Permesso di Ricerca.

# 2. STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE

## 2.1 STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE REGIONALE

### 2.1.1 Programma Regionale di sviluppo

Strumento principe della programmazione finanziaria ed economica regionale, il PRS determina le strategie e gli obiettivi che la Regione intende perseguire per lo sviluppo economico e sociale.
Attraverso questo piano la Regione garantisce la corrispondenza tra programmazione e bilancio, così che gli indirizzi di governo godano della necessaria copertura finanziaria. In altre parole posiamo definire il PRS come la madre di tutta l'azione pianificatoria, programmatoria, e di governo, che l'Amministrazione regionale intende attuare nel corso della legislatura e che, annualmente e ai fini del rendiconto attuativo e della possibilità di apportare correttivi, si riflette nei DAPEF.
Le interazioni più evidenti tra il progetto di ricerca geotermico, di cui questa relazione costituisce parte integrante, ed il PRS della Sardegna si ritrovano in particolare verso le strategie che interessano l'ambiente e l'energia, mentre secondario o poco significante è l'impatto con il resto del contenuto del piano. Tali strategie di governo trovano comunque attuazione in specifici piani regionali, per cui le interazioni tra questi ed il presente progetto di ricerca vengono dettagliatamente descritte e definite negli apposti paragrafi.
Per quanto riguarda la ricaduta delle attività di ricerca previste da questo progetto è bene notare come questa sia praticamente nulla, come assolutamente non impattante risulterebbe lo sfruttamento delle risorse geotermiche eventualmente rinvenute.
Tale certezza deriva sia dalle metodologie di lavoro che dalle tecnologie innovative che si intende utilizzare sia nella fase di ricerca che nella possibile, ma successiva, fase di produzione. Escludendo la sola perforazione dei pozzi esplorativi, tutte le metodologie d'indagine impiegate saranno di tipo non invasivo, mentre la successiva fase di produzione, che prevede l'escavazione di uno o più pozzi per l'estrazione e la reiniezione del fluido e la realizzazione di un impianto a ciclo binario, rappresenta la metodologia di produzione di energia elettrica meno impattante in assoluto.
Non solo la "buona volontà" degli studiosi e degli operatori economici coinvolti nel progetto, ma soprattutto la tecnologia produttiva prescelta impongono scelte esecutive la cui compatibilità ambientale sia massima.
La necessità di non perdere il calore di cui il fluido geotermico è vettore impone un'accuratissima cementazione delle pareti del pozzo in modo evitare, nel modo più assoluto, che il fluido geotermico entri in contatto con eventuali altri acquiferi superficiali. Allo stesso modo l'interesse economico che deriva dal mantenere inalterata la potenzialità della risorsa utilizzata impone di reiniettare completamente il fluido nel serbatoio originale. La tecnologia di produzione, senza emissioni in atmosfera e produzione di rifiuti solidi o liquidi, prevede quindi la realizzazione di un ciclo chiuso ove circola il fluido geotermico (dal serbatoio geotermico, allo scambiatore di calore, e di qui nuovamente al serbatoio originale) e di un ciclo chiuso ove circola il fluido basso bollente che, acquistato il calore ceduto dal fluido geotermico, va a espandersi in una turbina per poi, ricondensato, rientrare in circolo.
Strategica, e assolutamente compatibile con il PRS e con gli altri piani regionali sardi, è anche la possibilità che la risorsa geotermica eventualmente presente

nell'area che intendiamo investigare consenta la realizzazione di centrali di piccola potenza distribuite nel territorio.
Questo tipo di impianti che, all'occorrenza, possono venir interrati nella loro quasi totalità, risultano i meno impattuosi anche dal punto di vista paesaggistico e, in ogni caso, mantengono la caratteristica di garantire una produzione di energia costante nelle 24 ore, evitando i problemi relativi alla variabilità caratteristica delle rinnovabili e garantendo, nel contempo, l'utilizzo locale dell'energia prodotta.
Tale caratteristica si confà perfettamente con le scelte operate dall'attuale PRS sardo che, pur evidenziando come il "gap" nella disponibilità di energia della regione si sommi all'inadeguatezza del suo sistema di distribuzione , intende promuovere politiche energetiche basate sulla massimizzazione dell'utilizzo delle fer, sul loro sfruttamento nella maniera meno impattante possibile e, contemporaneamente, intende sviluppare occupazione duratura e di qualità e favorire vantaggi economici diffusi.

### 2.1.2 Piano di Azione Ambientale Regionale

In linea con la strategia europea ed italiana per lo sviluppo sostenibile la regione Sardegna, a fine 2009, ha varato il proprio Piano di Azione Ambientale Regionale (PAAR) 2009-2013 che, tra l'altro, assume valenza di strumento atto a tracciare le linee guida per il coordinamento tra i piani ed i programmi regionali in materia di ambiente.
Il piano, in ottemperanza al VI Programma comunitario di Azione in materia di ambiente, fissa 4 aree di azione prioritaria:

- cambiamenti climatici;
- Natura, biodiversità e difesa del suolo;
- Ambiente e salute;
- uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti;

e, seguendone l'impostazione, le 39 azioni individuate per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, vengono raggruppate nelle seguenti 7 macro azioni:
A) sostegno per la mobilità alternativa (Area di azione prioritaria "Cambiamenti climatici");
B) energia sostenibile (Area di azione prioritaria "Cambiamenti climatici");
C) gestione sostenibile del territorio (Area di azione prioritaria "Natura, biodiversità e difesa del suolo");
D) tutela della salute del cittadino (Area di azione prioritaria "Ambiente e salute");
E) gestione sostenibile dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (Area di azione prioritaria "Uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti");
F) tutela della risorsa idrica (Area di azione prioritaria "Uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti");
G) trasversalità ambientale (deriva dagli obiettivi trasversali e dalle relative azioni).
Il piano ambientale sardo individua anche le risorse necessarie per l'attuazione delle azioni previste, suddividendole sulla base delle sette macro azioni e favorendo, in particolare, gli interventi in materia di gestione sostenibile del territorio e, a seguire, quelli necessari per il sostegno alla mobilità alternativa.
Seguendo la stessa linea di ragionamento la regione Sardegna ha attivato le risorse di cui al POR FESR 2007-2013 con le quali, stimolando il pieno coinvolgimento dei tutti gli attori, intende raggiungere gli obiettivi previsti dal piano favorendo un percorso condiviso che incentivi la realizzazione di azioni innovative e

sperimentali, scelte anche sulla base della loro efficacia dimostrativa.
Il ricorso alla risorsa geotermica, la cui consistenza, ubicazione e fruibilità non è però ancora nota, risulta evidentemente in linea con i contenuti e gli obiettivi fissati dal piano ambientale. Diviene quindi interesse strategico per la Sardegna, sussistendo indizi che fanno pensare alla presenza di acquiferi a media entalpia localizzati favorire l'avvio di ricerche scientifiche che, come quella di cui in oggetto, hanno la finalità della loro localizzazione e caratterizzazione, garantendo nel contempo un impatto ambientale praticamente nullo.

### 2.1.3 PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA

Il Piano paesaggistico regionale della Sardegna (PPR), concepito e costruito in maniera coerente ad un più generale modello di sviluppo e crescita economica, rappresenta una delle esperienze di pianificazione più interessanti d'Italia ed è il primo piano paesaggistico approvato secondo le norme del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. Lgs 42/2004).

Poiché il paesaggio quasi incontaminato della Sardegna rappresenta di per se un valore unico che permette a questa regione di aspirare, ponendosi come valida alternativa al mercato dei villaggi turistici, ad un ruolo di leadership nel mercato turistico globale, è assolutamente intelligente che il Piano Paesaggistico punti a favorire lo sviluppo di un modello economico che punti sulla tutela del paesaggio incontaminato della costa e sulla crescita, anche edilizia, dei paesi evitandone contemporaneamente ogni forma di degrado urbano e sociale.

Attraverso tutta una serie di tavoli di concertazione, aperti tra la Regione e i diversi attori istituzionali (Provincie, Comuni, associazioni di categoria, associazioni ambientaliste, ecc.), la regione Sardegna è stata capace di partorire un piano di coordinamento che, tenendo in dovuta considerazione la tutela e la valorizzazione dei vari ambiti paesaggistici, dovrebbe trovare automatica attuazione nella pianificazione provinciale e comunale.

Fondato su un'esaustiva analisi tecnico-scientifica territoriale, ambientale, ed insediativa il Piano Paesaggistico della Sardegna fa chiaro riferimento a tre diversi sistemi, quello ambientale, quello storico-culturale e quello insediativo, dalla cui composizione viene determinato l'assetto del territorio la cui conoscenza è indispensabile per attuare politiche di sistema basate sui principi della sostenibilità.

L'individuazione di precisi ambiti di paesaggio, opportunamente descritti nella ricca cartografia tematica allegata al piano, hanno permesso alla Sardegna di adottare una disciplina unitaria ma opportunamente diversificata sulla base delle esigenze di tutela e di sviluppo delle diverse realtà territoriali. Particolare importanza assume la disciplina generale e le norme tecniche di attuazione che, ad esempio, consentono nelle aree costiere esclusivamente l'effettuazione dei soli interventi di:

- manutenzione ordinaria e straordinaria di consolidamento statico e di restauro; realizzazione di modesti volumi tecnici che non alterino lo stato dei luoghi;
- opere funzionali all'attività agro-silvo-pastorali che non comportino alterazioni permanenti dello stato dei luoghi;
- opere di miglioramento dell'assetto idrogeologico;
- azioni di riforestazione, taglio e riconversione colturale, antincendio e conservazione in base al piano regionale antincendi;
- opere di risanamento e consolidamento degli abitati e delle aree interessate da movimenti franosi, di sistemazione idrogeologica e di bonifica dei siti inquinati.

Significative sono anche le disposizioni a tutela delle aree agricole contenute nel piano ed in particolare gli indirizzi vincolanti per la pianificazione urbanistica comunale che prevedono:

a) il mantenimento dell'equilibrio fra gli insediamenti "a case sparse" ed il contesto ambientale;

b) la possibilità di realizzare nuovi edifici a carattere residenziale riservata ai soli agricoltori e comunque limitata in relazione alla fascia costiera, alle caratteristiche geo-pedologiche dei terreni interessati ed alla disponibilità di un

determinato areale di terreno da mettere a coltura.

Il piano inoltre prevede particolari misure di protezione e di attenzione per i beni paesaggistici, quali le aree archeologiche, le aree di forte interesse naturalistico, ecc.

In questo quadro si comprende come il possibile sviluppo dell'utilizzo dell'energia geotermica rappresenti anche per la Sardegna un fattore strategico che, qualora gli studi in oggetto ne dimostrino una presenza significativa, può ben conciliare la volontà di tutelare efficacemente il territorio e, contemporaneamente, rispondere ai bisogni energetici della regione. In particolare lo sviluppo della produzione di energia da fonte geotermica a media entalpia può rappresentare un fattore di sviluppo che ben si concilia con il PPR sardo per i seguenti motivi:

- le piccole utilizzazioni, rappresentate da impianti di potenza inferiore ai 640KWh, ben si integrano con qualsiasi condizione ambientale in cui opera l'utilizzatore, richiedendo spazi piccolissimi per il loro contenimento, impianti assolutamente non significativi dal punto di vista dell'impatto paesaggistico poiché interrabili, e completa possibilità di allaccio alla rete esistente;
- le centrali di taglio maggiore (1-4 KWh), che come ogni impianto geotermico devono essere ubicate in prossimità dell'area ove giace la risorsa, sono allo stesso modo poco impattanti, esigono poche parti "a vista", richiedono spazi contenutissimi di contenimento, permettono l'interramento delle loro parti, e richiedono minime opere per l'allacciamento alla rete esistente.

Gli impianti di produzione di energia da fonti geotermiche a media entalpia, a parità di potenza installata, sono certamente quelli che comportano il minor impatto ambientale e paesaggistico, tant'è che è normale parlare di *"centrali tendenti all'impatto zero"*.

*Fig. 3 -esempio di centrale geotermica a media entalpia da 2 MWh (Straubin, Germania)*

### 2.1.4 PIANIFICAZIONE ENERGETICA

La Sardegna, non disponendo di giacimenti di metano, di metanodotti e di una rete distributiva opportunamente ramificata, è costretta a ricorrere all'energia elettrica anche per soddisfare i fabbisogni di calore e di acqua sanitaria che, nel resto del Paese, sono ormai diffusamente appannaggio del gas naturale.

Una situazione quindi particolarmente incresciosa per un territorio sostanzialmente incontaminato e vocato al turismo come quello sardo che può essere risolta, in modo efficace e sostenibile, soltanto ricorrendo alla massimizzazione della produzione di energia da fonti rinnovabili ed introducendo forme di uso razionale dell'energia.

Il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna, volendosi porre come strumento di programmazione efficace per superare la forte dipendenza dal petrolio, dà molta enfasi alle fonti rinnovabili ed al risparmio energetico ma, correttamente, ne rimanda l'applicazione ad un corretto studio sul loro impatto sulle diverse realtà territoriali comunque necessitanti della migliore tutela ambientale e paesaggistica.

In quest'ottica il Piano stesso viene sottoposto a Valutazione Ambientale Strategica, attraverso un processo, governato da specifiche linee guida, che dovrà concludersi con l'eventuale adeguamento del Piano e la sua ottimizzazione rispetto agli obiettivi di protezione dell'ambiente e del clima. In attesa delle conclusioni della VAS saranno ammissibili soltanto interventi in materia di energia che risultino in grado di contribuire efficacemente al soddisfacimento del fabbisogno di energia e, contemporaneamente, garantiscano il rispetto degli obblighi e degli obiettivi nazionali e internazionali di protezione dell'ambiente.

Il Piano energetico ambientale regionale (PEAR precisa le misure che la Regione Sardegna intende adottare per raggiungere, al più presto, gli obiettivi fissati con il protocollo di Kyoto che, tra l'altro, prevedono che il contributo delle FER contribuiscano entro il 2020 alla soddisfazione di almeno il 20% del fabbisogno energetico.

Certamente un Piano Energetico che voglia essere attendibile non può esulare dalla realtà nella quale si colloca e la Sardegna, seconda isola del mediterraneo per dimensioni ma prima delle grandi isole per distanza dal continente. L'isola va comunque considerata quasi fosse un sistema se stante che, non potendo contare sulle forniture di metano continentali e su grandi infrastrutture energetiche, deve assicurarsi la massima autonomia energetica e poter contare su una rete produttiva e distributiva diffusa ed intelligente.

Per tale motivo è assolutamente strategico che il Piano Energetico Regionale della Sardegna sia inteso come uno strumento flessibile, capace di definire priorità e ipotizzare scenari facilmente adattabili all'andamento della domanda. E' allora logico che Il piano energetico sardo si ponga l'obiettivo di prevedere lo sviluppo del sistema energetico in condizioni dinamiche, e quindi capace di rispondere in tempi ragionevolmente brevi sia all'evoluzione normativa, che a quella economica e tecnologica.

Tenendo conto della necessità di tempi lunghi per raggiungere una stato di sistema energetico equilibrato, particolarmente interessante sono gli aspetti del piano che riguardano le FER, sia nel senso delle tipologie da considerare strategiche, che in quello di programmazione del trend di incremento e di aggiornamento tecnologico.

Le Regione Sardegna si propone di contribuire al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dal protocollo di Kyoto, dai provvedimenti dell'Unione europea e dalla legislazione nazionale, incentivando nel proprio territorio un massiccio ricorso alle

FER e attuando azioni in materia di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso.

A breve e medio termine il piano energetico conta correttamente di poter avviare tre azioni sostanziali:

- metanizzazione, attivazione del metanodotto Sardegna-Algeria (GALSI);
- attivazione della filiera miniera-centrale nel polo del Sulcis;
- sviluppo delle fer e promozione del risparmio e dell'efficienza energetica;

ed è proprio nell'ultima di queste tre azioni che lo studio in oggetto può davvero trasformarsi in una risorsa strategica di valenza regionale.

Infatti, qualora sia accertata la presenza di giacimenti geotermici a media entalpia sfruttabili al fine della generazione di energia elettrica, la Sardegna potrebbe contare su un contributo energetico costante che, garantendo un impatto ambientale e paesaggistico assolutamente trascurabile anche in comparazione con quelli provocati dal massivo utilizzo delle altre fer, sarebbe capace di soddisfare in auto produzione una parte interessante del fabbisogno energetico regionale.

Anche nel caso in cui i giacimenti geotermici eventualmente individuati non fossero tipologicamente tali per poter essere impiegati direttamente per la produzione di energia elettrica il loro contributo, ai fini della soluzione della "questione energetica sarda" sarebbe tutt'altro che insignificante. L'utilizzo diretto del calore, la dove conveniente, consentirebbe di minimizzare il consumo di energia ai fini del riscaldamento, del condizionamento e della produzione di acqua sanitaria, mentre l'innalzamento della temperatura del fluido ricorrendo all'ausilio di "biomasse povere", delle quali la regione è ricca, consentirebbe la produzione di energia elettrica minimizzando il consumo di combustibili rinnovabile ma, comunque, non privi di lievi effetti climalteranti.

La scelta tecnologica, precostituita e resa obbligatoria dalla tipologia dei giacimenti ricercati e dalle specifiche di progetto comunque rese obbligatorie dall'associazione G.I.G.A., è tale di preservare assolutamente la risorsa che non potrà mai essere posta a rischio di depauperamento poiché, la reiniezione strategica e totale del fluido estratto nell'acquifero di provenienza, è tale da garantirne il continuo e completo reintegro.

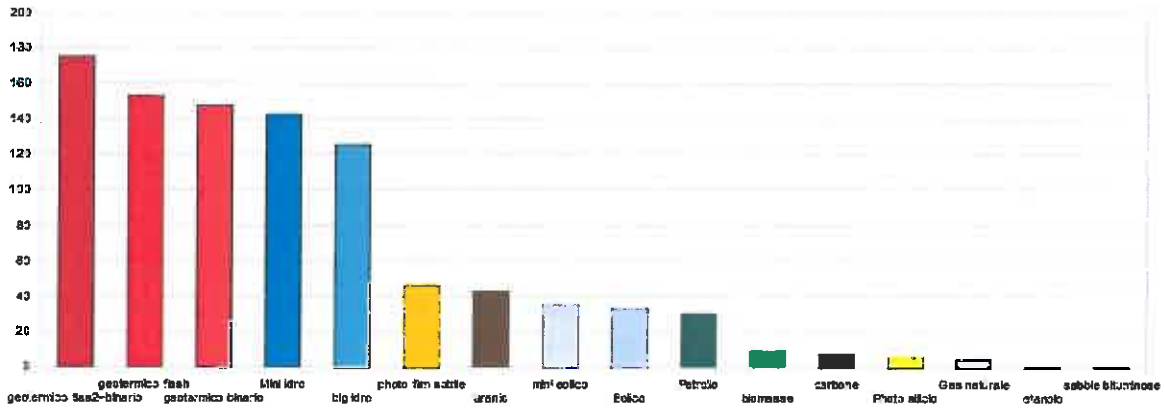



*Fig.4 - confronto tra l'indice EROI delle diverse fonti energetiche (media mediata)*

### 2.1.5 Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

Il Piano rappresenta lo strumento programmatico per la difesa del suolo e si pone i seguenti obiettivi:

- garantire adeguati livelli di sicurezza da eventi idrogeologici e tutelare le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni;
- sviluppare il sistema degli interventi per ridurre o eliminare le situazioni di pericolo e le condizioni di rischio
- creare la base informativa per le politiche e le iniziative regionali in materia di delocalizzazioni e di verifiche sul rischio a carico di infrastrutture, impianti o insediamenti.

Il Piano contiene la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, la definizione dei criteri di salvaguardia e la programmazione delle misure di mitigazione del rischio sull'intero territorio regionale, suddiviso in sette sub-bacini omogenei per caratteristiche geomorfologiche, geografiche ed idrologiche.

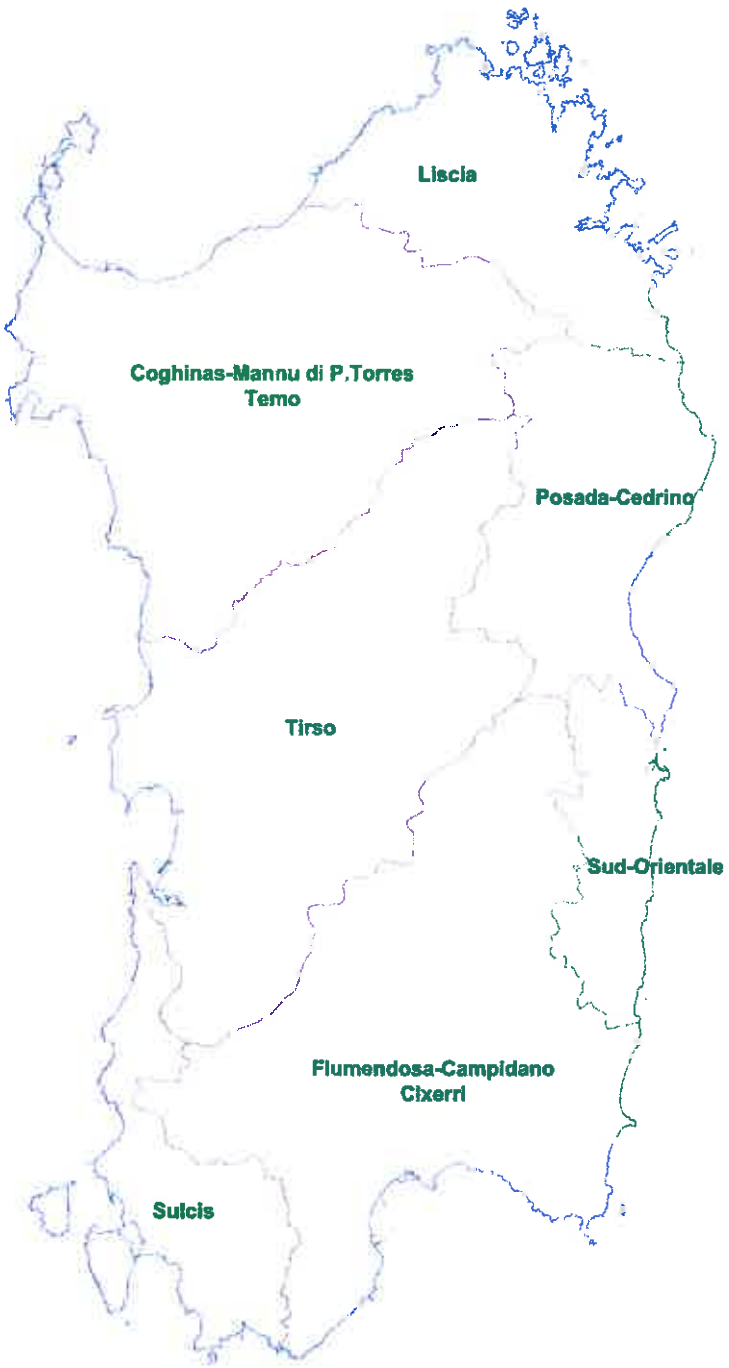
La perimetrazione delle aree a rischio idraulico e di frana è stata condotta facendo riferimento alle seguenti quattro classi di rischio:

- R1, rischio moderato: danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali;
- R2, rischio medio: possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- R3, rischio elevato: possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- R4, rischio molto elevato: possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche.

Il progetto di ricerca oggetto della presente relazione, in quanto tale, non influisce minimamente con il PAI, anche se riflessi positivi potrebbero derivare dalla possibile individuazione di acquiferi non geotermici sconosciuti eventualmente presenti nell'area in studio.

E' evidente come anche l'eventuale fase di utilizzazione dei giacimenti geotermici eventualmente individuati non abbia significative ripercussioni a livello idrogeologico. Oltre ad andare ad emungere serbatoi che, normalmente, risultano isolati dai corpi che alimentano il reticolo superficiale, la tecnologia prescelta è infatti tale da evitare qualsiasi ripercussione negativa sull'acquifero sfruttato.

Com'è noto emungendo acqua da un serbatoio e reimmettendone la stessa quantità poco a valle si forma un circuito chiuso che, non avendo ripercussioni sulla pressione e sul volume totale del corpo idrico, evita automaticamente gli episodi di subsidenza che, spesso accompagnati da fenomeni micro-sismici, accompagnano lo sfruttamento incontrollato degli acquiferi.




*Delimitazione dei Sub bacini Regionali Sardi*

L'idrografia regionale è caratterizzata dalla quasi totale assenza di corsi d'acqua perenni. Infatti, i soli fiumi classificati come tali sono costituiti dal Tirso, dal Flumedosa, dal Coghinas, dal Cedrino, dal Liscia e dal Temo, unico navigabile nel tratto terminale. Inoltre, la necessità di reperire risorse idriche superficiali da tutti i corsi d'acqua disponibili ha portato alla costruzione di numerosissimi invasi artificiali che di fatto hanno completamente modificato il regime idrografico, tanto che anche i fiumi succitati, a valle degli sbarramenti sono asciutti per lunghi periodi dell'anno.
La maggior parte dei corsi d'acqua, presenta caratteristiche torrentizie che, per la

conformazione geomorfologica dei bacini imbriferi, presentano pendenze elevate per la maggior parte del loro percorso, con tratti vallivi, brevi che si sviluppano nei conoidi di deiezione o nelle piane alluvionali. Di conseguenza nelle parti montane si verificano intensi processi erosivi del alveo, mentre nei tratti di valle si osservano fenomeni di sovralluvionamento che danno luogo a sezioni poco incise con frequenti fenomeni di instabilità planimentrica anche per portate non particolarmente elevate.

L'area oggetto del permesso di ricerca fa parte del sub bacino del Tirso che si estende per 5327 Km2 pari al 22% del territorio regionale; sono presenti tredici opere di regolazione in esercizio e numerose derivazioni. La rete idrografica è costituita dai seguenti corsi d'acqua:

- Fiume Tirso, che rappresenta, insieme al Flumendosa, la maggiore risorsa idrica superficiale della regione.
- Rio Mannu di Benetutti, affluente in sinistra dell'alto Tirso.
- Rio Liscoi-Badu Ozzastru, affluente in sponda sinistra, parallelo al precedente.
- Rio Murtazzolu, affluente in sponda destra poco a monte del Lago Omodeo.
- Fiume Taloro, tributario più importante del Tirso in sponda sinistra. Confluisce direttamente nel lago Omodeo ed è interessato da importanti opere di invaso ad uso plurimo.
- Rio Govossai, affluente del Taloro.
- Rio Siddo, tributario della sponda destra del lago Omodeo.
- Rio Araxixi, denominato anche Rio Flumineddu di Allai e Rio Massari, costituisce il secondo importante affluente del Tirso, in sponda sinistra, a valle del Lago Omodeo e in corrispondenza del nuovo lago della diga Cantoniera.
- Rio Imbessu, affluente in sponda sinistra dell'Araxixi.
- Rio Mannu di Simaxis, affluente in sponda sinistra del basso Tirso, poco a monte di Oristano.
- Rio Mannu di S.V. Milis, che riceve il Mannu di Tramatza e il Rio di Cispiri per alimentare lo stagno di Cabras, insieme al Rio Iscas e a piccoli rii minori.
- Rio Salighes, Rio di S. Caterina, Rio Pischinappi; costituiscono una serie di corsi d'acqua costieri dell'estremo nord del bacino.
- Rio di S. Giusta, al di sotto del tratto terminale del Tirso, alimenta l'omonimo stagno.
- Rio Mogoro, che si sviluppa principalmente nella parte settentrionale del Campidano, e sfocia nella laguna costiera di Marceddì, diventandone il principale tributario di acqua dolce. E' regolato da un invaso per la laminazione delle piene.
- Rio Sassu, compreso fra il rio Mogoro, il Mannu di Simaxis e il basso Tirso, è collegato alla rete di bonifica di Arborea-Terralba ed alimenta lo stagno di interesse naturalistico di S'Ena Arrubia.
- Flumini Mannu di Pabillonis, che riceve i due principali tributari costituiti dal Flumini Bellu e il Flumini Malu; l'insieme drena i deflussi dell'Arburese-Guspinese e della piana di Sardara e S.Gavino e alimenta la laguna di Marceddì.
- Rio Sitzerri, già affluente montano in sponda sinistra del Mannu di Pabillonis, separato artificialmente nella parte terminale; insieme a quest'ultimo sfocia nella laguna di Marceddì.

### 2.1.6 Piano Forestale Ambientale Regionale

Costituisce il documento strategico di indirizzo della programmazione regionale nel settore forestale, strumento programmatico per la difesa del suolo collegato al Piano di Bacino Regionale della Sardegna.

L'obiettivo fondamentale del piano è quello di garantire la salvaguardia dell'ambiente, prevedendo una serie di interventi che danno applicazione, in ambito regionale, ai principi formulati a livello internazionale in materia di gestione forestale sostenibile che prevedono, tra l'altro la necessità di salvaguardare tutti i componenti degli ecosistemi.
Il progetto di ricerca in oggetto non influisce assolutamente con nessuna linea d'azione o misura prevista dal PFAR della Sardegna. Gli unici disturbi agli ecosistemi, peraltro momentanei e temporalmente definiti, possono essere rappresentati dalla limitata presenza di operatori addetti alle fasi di ricerca all'interno dell'area delimitata dalla richiesta di permesso e dalla necessità di stendere cavi atti a collegare i sensori alle centraline di misura. Tali attività, assolutamente limitate nel tempo, e i possibili impatti conseguenti sono descritte specificamente in seguito.

### 2.1.7 Piano Regionale Antincendi

Il Piano, che contiene il quadro delle conoscenze tematiche elaborate al fine di pianificare le attività di prevenzione e lotta attiva, è diretto a programmare e coordinare l'attività antincendio svolta degli Enti Pubblici e dal volontariato.
Gli obiettivi che il piano si propone sono i seguenti:

1) riduzione degli incendi boschivi;
2) contenimento dei danni.

Il piano dà molto risalto alla prevenzione coinvolgendo attivamente tutti i soggetti che, direttamente o indirettamente, possono concorrere alla rimozione delle cause di innesco dell'incendio.
Non prevedendo alcuna attività che possa provocare l'innesco di incendi, il progetto di ricerca in oggetto non influisce assolutamente con misura prevista dal Piano Regionale Antincendi della Sardegna.
A titolo di massima precauzione, durante l'uso in ambiente boschivo di apparecchiature portatili a batteria, al fine di evitare qualsiasi possibilità che si generino scintille o eccessivo surriscaldamento dei cavi, sarà cura degli operatori provvedere al contenimento delle batterie all'interno di contenitori stagni ed antideflagranti e di utilizzare cavi adatti a minimizzare l'effetto joule.
Nel caso che il progetto di ricerca in oggetto porti al rinvenimento di giacimenti geotermici interessanti, o comunque tali da permettere la realizzazione di centrali elettriche a ciclo binario, si avrebbe invece una interazione positiva con il piano antincendi. Infatti il fluido di reiniezione (acqua fredda e più o meno salina) potrebbe, in caso di necessità, venir utilizzato per ricaricare velocemente autobotti o, più efficacemente e su precisa richiesta dell'autorità competente, il gestore della centrale potrebbe realizzare un laghetto antincendi mantenuto a livello con dette acque.
Tali azioni, per le quantità del fluido richiesto nel tempo, non avrebbero alcuna effetto depauperante nei confronti dell'acquifero dal quale il fluido viene emunto.

### 2.1.8 Piano di Tutela delle Acque

Il piano rappresenta lo strumento operativo attraverso il quale la Sardegna intende pianificare, attuare e monitorare le misure di protezione, di risanamento e di miglioramento dei corpi idrici superficiali e sotterranei, agevolando l'utilizzo sostenibile della risorsa idrica.

costituendo un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna il PTA, in fase di procedura di Valutazione Ambientale Strategica si

propone i seguenti obiettivi:

- raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
- recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive di quelle turistiche;
- raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità attraverso l'attuazione di misure di conservazione, risparmio, riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche.

Il PTA prevede l'adozione delle seguenti azioni:

- azioni di tipo infrastrutturale volte al contenimento degli impatti sulla risorsa idrica o al ripristino ambientale, che interessino l'intero ciclo integrato dell'acqua, sia per la componente relativa all'utilizzo della risorsa che per quella conseguente e relativa alla restituzione della risorsa all'ambiente;
- azioni di tipo normativo e organizzativo che comportano l'individuazione e l'emanazione di leggi, direttive, norme tecniche e linee guida per la regolamentazione, organizzazione e gestione del comparto idrico regionale, nonché l'individuazione di vincoli e deroghe;
- azioni di promozione, sensibilizzazione, coinvolgimento e concertazione che coinvolgano la cittadinanza e tutti i soggetti portatori d'interesse.

Al fine di raggiungere gli obiettivi che il piano si prefigge vengono adottate le seguenti misure:

- elaborazione di programmi di monitoraggio ambientale e ottimizzazione di quelli esistenti;
- elaborazione di programmi volti al potenziamento e all'organizzazione della struttura gestionale e allo scambio dei dati tra diversi soggetti istituzionali;
- implementazione di sistemi informativi;
- implementazione e ottimizzazione dei sistemi (hardware, software e organizzativi) per la ricostruzione modellistica della fenomenologia ambientale del comparto idrico.

I risultati delle prospezioni previste dal presente progetto di ricerca, ed in particolare di quelle geo-elettriche e tomografiche, risultano strategiche ai fini della migliore attuazione del PTA, almeno per quanto riguarda l'area oggetto di investigazione.

In particolare le ricerche e gli studi che intendiamo effettuare metteranno in evidenza e, a richiesta dell'autorità competente, caratterizzati anche eventuali acquiferi superficiali o profondi che, pur non costituendo interesse dal punto di vista geotermico, potrebbero risultare interessanti a scopo idropotabile o per uso irriguo. In ogni caso, a richiesta dell'Ente istituzionale competente, verranno rilasciati tutti i dati e gli elaborati utili a tal fine.

Differentemente l'eventuale scoperta di giacimenti utili dal punto di vista geotermico e il loro successivo utilizzo, se effettuato adottando le tecnologie descritte, non avranno alcuna ripercussione sulla risorsa idrica e ciò in ragione del fatto che gli acquiferi geotermici non sono normalmente in contatto con quelli connessi al reticolo ed utilizzabili e, comunque, poiché tutto il fluido emunto, una volta che ha ceduto il calore all'interno degli scambiatori, viene reiniettato completamente nel serbatoio di origine.

Tenuto conto del fatto che il fluido estratto viene reimmesso nel serbatoio ad una temperatura compresa tra i 20 e 15°C, qualora il suo chimismo sia compatibile con usi idropotabili, irrigui o altri usi, l'Autorità competente, se dimostrato che ciò non costituisce pericolo di depauperamento per l'acquifero geotermico, potrà decidere di destinarlo all'uso pubblico limitando la reiniezione al minimo indispensabile.

In ogni caso la sola disponibilità a titolo gratuito di dati attendibili e validati tali ampliare le attuali conoscenze della natura del sottosuolo e degli acquiferi ivi contenuti dovrebbe di per se rappresentare motivo di forte interesse per gli Enti e gli Uffici competenti alla programmazione di settore.

### 2.1.9 Piano Regionale di Sviluppo Turistico Sostenibile

Il PRSTS disegna lo sviluppo delle attività turistiche in Sardegna in un quadro di sostenibilità ecologica ed economica.
Evidenziano le attuali criticità del settore, rappresentate sostanzialmente dalla concentrazione stagionale (turismo balneare) e dalla limitata valorizzazione delle potenzialità tradizionali (settore agro-pastorale, artigianato tipico, etc.), il Piano si pone l'obiettivo di sviluppare un'offerta turistica, non elitaria ma comunque di qualità elevata, che facendo leva sul patrimonio naturalistico e culturale della Regione riesca a divenire appetibile oltre la stagionalità senza dover cedere alla concorrenza al ribasso con le altre destinazioni e, contemporaneamente, eviti i danni conseguenti all'eccessiva concentrazione delle presenze in ristretti ambiti spazio-temporali e dalla edificazione incontrollata.
Sicuramente l'aumentata autonomia energetica, a basso impatto ambientale, che deriverebbe dalla scoperta di giacimenti geotermici utilizzabili costituirebbe un fattore indiretto tendente a favorire lo sviluppo sostenibile del turismo, anche se è ovvio che la sua influenza sia assolutamente relativa.
E' però noto che i giacimenti geotermici sono spesso associati ad acquiferi geotermali che, se rinvenuti, potrebbero essere ben utilizzati, in via esclusiva o parziale, per alimentare stazioni termali che, qualora realizzate secondo i criteri della sostenibilità, magari utilizzando tecnologie bio-edilizie che favoriscano l'impiego di materiali e tipologie edilizie tradizionali, potrebbero costituire di per se un'offerta turistica che corre proprio nella direzione indicata dal PRSTS.

### 2.1.10 Altri piani regionali

Se si esclude una possibile, ma limitata, ricaduta favorevole con il piano sanitario regionale, il progetto di studi in questione non interferisce minimamente con le rimanenti pianificazioni regionali. Infatti, ne la fase di ricerca, ne la possibile successiva fase di produzione di energia da fonte geotermica prevedono produzione di rifiuti, rilascio di reflui nel suolo ed emissioni in atmosfera.

L'eventuale presenza di acquiferi geotermici a temperatura superiore ai 40°C, se localizzati in aree che ospitano strutture socio sanitarie, costituirebbero una risorsa per il sistema sanitario sardo consentendo, analogamente a ciò che avviene in Toscana, ed in particolare nelle aree di Pisa, Prato e Grosseto, un risparmio sostanziale nella spesa sostenuta per il loro riscaldamento e condizionamento. La situazione ottimale, corrispondente alla presenza a profondità facilmente accessibili di un fluido caldo e chimicamente adatto come accertato a Pisa e a Grosseto, consentirebbe inoltre di implementare nuove possibilità terapeutiche efficaci come quelle che corrispondono all'uso di piscine termali in ambito riabilitativo.

Va comunque precisato che tali possibilità potranno emergere soltanto al momento in cui, terminati gli studi nelle aree proposte, sarà possibile conoscere e caratterizzare il "termalismo" sardo nel suo complesso.

## 2.2 STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE DELLA PROVINCIA DI ORISTANO

### 2.2.1 Piano Strategico Provinciale

Il metodo della pianificazione strategica rappresenta un metodo all'avanguardia per concepire la gestione delle attività nella Pubblica Amministrazione. Esso prevede la strutturazione di qualsiasi intervento secondo programmi, e può contribuire efficacemente a migliorare la qualità delle decisioni e delle azioni.
Lo strumento di attuazione della pianificazione strategica è il Piano Strategico, strumento di governo territoriale volontario, che la Provincia di Oristano ha inteso attivare per disegnare linee di sviluppo per il medio e lungo periodo.
Il Piano Strategico interagisce costantemente con il Piano Territoriale di Coordinamento, strumento quest'ultimo obbligatorio che, in sinergia con il Piano Paesaggistico Regionale, disegna il futuro del territorio provinciale.
I principi che stanno alla base del Piano Strategico provinciale di Oristano sono:

- lo sviluppo sostenibile;
- l'equilibrio territoriale;
- la cooperazione tra le istituzioni ad ogni livello;
- la concertazione;
- la condivisione;
- la crescita sociale;
- la qualità e l'innovazione.

Il piano strategico oristanese punta verso uno sviluppo fondato sulle caratteristiche locali, ed in particolare vede l'ambiente e la cultura come le risorse fondamentali per la crescita sociale ed economica della provincia.
In questo quadro l'incentivazione alla costituzione di imprese innovative diviene fondamentale, poiché esse rappresentano la base per costruire un modello in cui incremento occupazionale, inclusione sociale, e partecipazione siano costituenti imprescindibili.
Compito del PSP è anche la messa a punto del Programma Provinciale di Sviluppo che, d'intesa con la regione, dovrà individuare definire le scelte prioritarie per la Provincia da inserire nel Documento Unitario di Programmazione che andrà ad integrare il Piano Regionale di Sviluppo.
Il PSP, frutto di un'attenta analisi che ben descrive e identifica le componenti fondamentale sulle quali basare lo sviluppo sostenibile della provincia, attraverso numerose fasi di concertazione con le parti sociali, intende fondare lo sviluppo locale sulle seguenti azioni strategiche:

- monitoraggio continuo degli interventi sul territorio e realizzazione di un sistema premiante per il raggiungimento degli obiettivi fissati;
- valutazione dei risultati delle politiche di sviluppo utilizzando come indice il miglioramento della qualità della vita;

Il piano, attivando cooperazione e sinergia, trova la sua espressione in:

1. Infrastrutture e viabilità
2. Attività produttive
3. Energia e Industria
4. Ambiente e Turismo
5. Cultura
6. Istruzione - Università - Dispersione scolastica
7. Relazioni sociali - Misure contro lo spopolamento
8. Agricoltura - Allevamento
9. Qualità urbana
10. Sanità

e, ovviamente, influenza e si integra con i rispettivi piani e azioni di settore.

Per ogni settore sono stati fissati gli obiettivi da raggiungere e sono state decise le azioni che dovrebbero consentirne il raggiungimento. In particolare per i campi che più da vicino interagiscono con il progetto di studio qui proposto vediamo:

- Energia e Industria
- Obiettivo: favorire l'utilizzo diffuso di fonti di energia alternative per promuovere nel lungo periodo l'autosufficienza energetica e la sostenibilità ambientale anche attraverso l'Agenzia per l'Energia di supporto al territorio per la gestione delle tematiche energetiche che sono costantemente in evoluzione e prospettano nuovi, interessanti e talvolta complessi e delicati scenari di applicazione. Inoltre, la gestione efficiente dell'energia è ormai una tematica trasversale che coinvolge famiglie, imprese ed enti pubblici.
- Azioni: rafforzare i servizi in campo energetico e l'offerta di forme integrate di energia anche attraverso l'attività dell'Agenzia dell'Energia della Provincia di Oristano; realizzazione di un sistema insediativo provinciale per le imprese integrato, attrazione di imprese e creazione di servizi avanzati per le imprese anche attraverso un incubatore d'impresa.

E' quindi facile comprendere come l'individuazione e la caratterizzazione di possibili giacimenti geotermici presenti nel territorio provinciale, la cui tipologia può essere tale da permettere la generazione di energia, sia essa sotto forma di elettricità che di calore, non potrebbe che costituire un elemento di grande facilitazione per il raggiungimento di un obiettivo che tende al raggiungimento dell'autosufficienza energetica, ma che intende farlo senza incidere pesantemente su territorio, tutelando l'ambiente, favorendo l'imprenditorialità locale e la crescita occupazionale di qualità e duratura.

Va poi considerato che, anche dal punto di vista dell'impatto paesaggistico, le piccole centrali geotermiche a ciclo binario rappresentano quanto di meno impattuoso sia oggi possibile realizzare, tant'é che in particolari condizioni si può giungere ad interrare tutto l'impianto lasciando a vista il solo punto di collegamento con la rete elettrica esistente.

### 2.2.2 Piano Territoriale di Coordinamento

Rappresenta lo strumento di governo del territorio che fornisce gli indirizzi per la gestione delle trasformazioni territoriali a livello provinciale.

Il PTC ed il Piano Urbanistico Provinciale, che sono in pratica uno strumento unitario, disegnano la strategia da adottare a livello sovracomunale per la tutela e la valorizzazione del patrimonio naturalistico, ambientale e culturale e, adottando criteri di equità e di solidarietà, disciplinano l'uso delle risorse presenti nel territorio della Provincia.

Tutta la pianificazione provinciale si deve quindi armonizzare con questo strumento che, nel rispetto del principio della sussidiarietà amministrativa, deve vedere la coerenza anche piani urbanistici redatti dai comuni che fanno parte della Provincia.

In particolare il PTC regola:

a) l'uso del territorio agricolo e costiero;
b) la salvaguardia dei beni ambientali e culturali;
c) l'individuazione delle aree destinate ad attività produttive industriali, artigianali e commerciali di interesse sovracomunale;
d) le attività ed i servizi che, per delega regionale, sono poste sotto il coordinamento della provincia;
e) la viabilità provinciale;
f) le procedure relative alla determinazione della compatibilità ambientale dei

progetti che prevedono trasformazioni del territorio.
E, a tal scopo, indica:
a) la destinazione d'uso del territorio sulla base della sua vocazione prevalente;
b) la localizzazione delle grandi infrastrutture e delle principali vie di comunicazione;
c) le linee di intervento per la sistemazione idrica, idrogeologica ed idraulico-forestale ed in genere per il consolidamento del suolo e la regimazione delle acque;
d) le aree nelle si intende istituire parchi o riserve naturali.
Il PTC è stato adottato dal Consiglio provinciale di Oristano nel marzo 2005 ma, in conseguenza del riassetto delle Provincie Sarde, l'inclusione nella Provincia di Oristano dei Comuni della Planargia e dell'alto Sarcidano ha determinato la necessità di una revisione completa del PTC appena varato.
La nuova versione del PTC, a seguito dell'entrata in vigore della normativa relativa alla Valutazione Ambientale Strategica e del Piano Paesaggistico Regionale, ha subito interessanti variazione ed è tutt'ora in fase di valutazione strategica.
Al di là del suo percorso istituzionale, il nuovo PTC Oristanese dà ampio risalto alle strategie operative che prevedono:

- la gestione sostenibile dei bacini idrografici;
- la difesa del suolo;
- la rete delle connessioni ecologiche tra i territori provinciali;
- la difesa della biodiversità e la valorizzazione dei parchi fluviali e delle altre aree protette;
- la gestione della fascia costiera attraverso azioni strategiche tese alla riqualificazione delle borgate marine;
- la tutela e la valorizzazione dell'identità territoriale, con particolare riferimento alla valorizzazione del patrimonio culturale e paesaggistico;
- la definizione di un modello di sviluppo turistico sostenibile;
- il riassetto del sistema degli insediamenti produttivi secondo modalità che favoriscano lo sviluppo dei parchi di imprese;
- il riassetto del sistema insediativo secondo i principi della sostenibilità economica ed ecologica;
- la definizione di azioni concrete tese a disegnare un sistema di mobilità sostenibile capace di garantire anche il diritto all'accessibilità diffusa;

Seppure ancora ancora in fase di Valutazione Ambientale Strategica è evidente come il nuovo PTC della provincia di Oristano non potrà esimersi dal dare risposte strategiche circa le criticità che sono emerse dalla fase di valutazione dello stato dell'ambiente.

Per quanto riguarda le interconnessioni tra il PTC ed il progetto di ricerca di cui al presente documento, sicuramente, i possibili impatti ambientali delle attività descritte, e soprattutto della fase di coltivazione dei giacimenti, rappresenta il fattore di massima rilevanza.

La risorsa ambientale è il bene principale della provincia di Oristano ed il suo territorio è caratterizzato da una straordinaria varietà di ambienti naturali, di preziosa rilevanza sia dal punto di vista ecosistemico che paesaggistico, che devono essere accuratamente tutelati.
L'analisi dell'ambiente mostra come un importante motivo di criticità, capace di modificare sensibilmente le dinamiche naturali, sia rappresentato dalla forte variazione subita dal reticolo e dal regime idrografico in conseguenza della realizzazione di pozzi e di invasi artificiali, necessari per rispondere alla sempre crescente richiesta di acqua ad uso irriguo. Se sommiamo tale problematicità con

gli effetti che derivano dall'aratura a rittochino delle aree collinari, dalla forte pressione esercitata dagli allevamenti intensivi, dai frequenti incendi estivi, e dalla pesante antropizzazione del territorio, comprendiamo perché il territorio oristanese sia interessato da fenomeni di instabilità e di dissesto che hanno ormai raggiunto livelli di massima attenzione.
Se la recente adozione dei Piani di gestione delle aree destinate a SIC e a ZPS ha consentito l'adozione di adeguate politiche di tutela di una parte importante di questo patrimonio, è necessario che adeguate politiche di protezione vengano estese all'intero territorio provinciale. In questo quadro i risultati delle indagini che si intendono effettuare per la ricerca di eventuali giacimenti geotermici, ed in particolare i risultati delle prospezioni geofisiche e degli studi idrogeologici, possono rappresentare un patrimonio conoscitivo rilevante ai fini della programmazione delle azioni di prevenzione, di tutela, e di ripristino, che il nuovo PTC vorrà sicuramente mettere in campo.
Come già descritto, e come vedremo in seguito con maggior dettaglio, la fase di ricerca può dirsi praticamente esente da impatti con l'ambiente ma, diversamente a ciò che può accadere nell'utilizzo quantitativo di altre fonti rinnovabili, anche l'attività di coltivazione dei campi geotermici eventualmente rinvenuti, nonché quella di produzione di energia, non costituiscono motivo di rischio ambientale, così come limitatissimo risulterebbe l'impatto sul paesaggio relativo all'installazione e alla protezione degli impianti.

- Azioni tendenti a favorire lo sviluppo di nuove attività produttive:

Nella provincia di Oristano l'attività industriale non rappresenta la vocazione principale ma, tuttavia, si osserva una certa tendenza che sembra orientarsi verso la creazione di attività industriali e artigianali, anche innovative.

- Turismo

rappresenta probabilmente una delle principali "vocazioni" produttive del territorio e un fattore strategico del suo sviluppo, da orientare però verso standard di sostenibilità. In particolare le criticità maggiori sono la pressione del carico turistico sulle coste a fronte di una infrastrutturazione territoriale inadeguata, e la forte concentrazione stagionale e geografica delle presenze, legate quasi esclusivamente alla fruizione balneare. Si pone quindi il problema di una maggiore integrazione delle aree interne e del loro potenziale ambientale e culturale nei flussi turistici. La ricettività alberghiera può considerarsi relativamente sottodimensionata, mentre uno dei punti di forza della provincia è la ricettività diffusa nel modello B&B o agriturismo.

- Urbanizzazione

l'espansione insediativa si attesta su livelli molto elevati a fronte di un trend demografico, come si è visto, prevalentemente negativo. Al censimento del 2001 lo stock di abitazioni in provincia è aumentato di più del 25% rispetto al 1981; quasi la metà di questo incremento è costituito da abitazioni non occupate da residenti. Al 2001 le abitazioni vuote (o solo temporaneamente occupate) sono oltre un quarto del totale degli alloggi censiti. Solo in 13 comuni la quota di patrimonio edilizio non occupato è diminuita, mentre in tutti gli altri (compresi moltissimi piccoli comuni dell'interno coinvolti nei processi di spopolamento) ha continuato ad aumentare. Le borgate marine dei comuni costieri, dove si concentra buona parte dello stock edilizio non occupato utilizzato per vacanza, sono caratterizzate da gravi carenze infrastrutturali e di qualità architettonica. Il radicamento e l'identità delle comunità dei paesini dell'interno sono viceversa minacciati anche dall'abbandono del patrimonio abitativo storico. In alcune aree del territorio (la Planargia, la bonifica di Arborea ...) la tendenza a un modello insediativo diffuso di tipo

"rururbano" rischia di compromettere l'identità paesaggistica e la funzionalità del sistema infrastrutturale. Il consumo abitativo legato ai modelli culturali prevalenti è ovunque molto elevato.

- Trasporti

Il territorio provinciale gode di una posizione strategica, baricentrica all'interno del sistema delle comunicazioni regionale. Il porto industriale e l'aeroporto di Fenosu sono due infrastrutture strategiche ai fini dello sviluppo, non ancora messe adeguatamente in valore. Le diverse modalità di trasporto inoltre non sono ancora state adeguatamente inserite in un sistema integrato e organico in grado di assicurare l'interscambio e l'intermodalità degli spostamenti. Inoltre la mobilità delle persone è affidata per larghissima parte ai mezzi privati: il potenziamento e la razionalizzazione del trasporto pubblico locale è un fattore strategico per l'accessibilità diffusa del territorio, e di conseguenza sia per la qualità della vita dei residenti delle aree interne "a domanda debole", sia per la sostenibilità dei flussi turistici.

- Energia

in Provincia di Oristano i consumi, pur relativamente modesti, sono in continuo aumento. Si sta diffondendo la sensibilità verso le fonti energetiche alternative con l'utilizzo delle fonti rinnovabili, in particolare l'eolica e la fotovoltaica; emerge però con sempre maggiore evidenza anche la potenziale gravità dell'impatto paesaggistico dei relativi impianti, che deve essere studiato con adeguato approfondimento.

Solo dal 2006 la RAS si è dotata di un Piano energetico ambientale regionale, e in provincia di Oristano si è recentemente costituita la SEA (Agenzia per l'Energia Sostenibile).

- Rifiuti

la dinamica recente della produzione di rifiuti urbani mostra un andamento crescente, seppure con ritmi inferiori alla media regionale. Con la chiusura della discarica di Bau Carboni (ormai satura) si è posto il problema della localizzazione di un nuovo impianto di pretrattamento e selezione dei rifiuti urbani. La raccolta differenziata presenta ancora grossi margini di miglioramento. Il problema dei rifiuti speciali agricoli costituisce un nodo strutturale di crescente peso.

- Natura e biodiversità

il territorio provinciale si caratterizza per una straordinaria varietà di ambienti naturali di preziosa rilevanza, con particolare riferimento al sistema delle coste e a quello delle aree umide, ma anche agli ecosistemi fluviali del Tirso e del Temo. Recentemente, con l'adozione dei Piani di gestione delle aree comprese nella rete Natura 2000 (SIC e ZPS), si è dato avvio a una adeguata politica di tutela di una parte di questo patrimonio, caratterizzato da un elevato grado di vulnerabilità, e soggetto in particolare alle pressioni delle attività agricole.

- Paesaggio e Beni Culturali

anche dal punto di vista del paesaggio e del sistema dei beni culturali il territorio provinciale presenta una grandissima ricchezza e varietà. Tale sistema rappresenta una risorsa fondamentale in particolare per lo sviluppo della filiera turistica; tuttavia fino ad ora non è stato sufficientemente valorizzato, e la sua fruizione non è stata adeguatamente messa in rete in un sistema integrato e organico.

- Difesa del suolo e rischio idrogeologico

la forte antropizzazione del territorio (invasi artificiali, canalizzazioni, bonifiche, viabilità, pratiche agricole e pastorali intensive) ne ha modificato profondamente le dinamiche naturali e in molti casi ha intaccato il fragile equilibrio innescando fenomeni di instabilità e dissesto.

All'interno del territorio provinciale la maggior parte dei corsi d'acqua presenta caratteristiche torrentizie.
La parte alta dei bacini è caratterizzata dalla presenza di numerosi piccoli rii, affluenti dei corsi d'acqua principali, che si sviluppano sui versanti relativamente acclivi dei rilievi montani e collinari con corso breve e rettilineo, mentre la parte bassa dei bacini si sviluppa in parte nei conoidi di deiezione e in parte nelle piane alluvionali. Ne consegue che nelle parti montane si verificano intensi processi erosivi, mentre i tratti vallivi sono interessati da fenomeni di sovralluvionamento e conseguente instabilità idrogeologica. Allo stesso modo la concomitanza di caratteristiche geo-litologiche e morfologiche e di interventi antropici ha indotto sul territorio provinciale fenomeni di instabilità dei versanti con conseguenti smottamenti. La diffusa pratica agricola nel territorio provinciale richiede una sempre maggiore disponibilità di risorse idriche che sono state reperite o direttamente dalle riserve locali (pozzi, vasconi freatici e di accumulo) o mediante la realizzazione di invasi artificiali (dighe, laghetti collinari, ecc.).
Gli invasi artificiali dal canto loro hanno di fatto completamente modificato sia il reticolo idrografico sia il regime idrografico, tanto che i fiumi a valle degli sbarramenti sono asciutti per lunghi periodi dell'anno causando la perdita della naturalità degli ambienti fluviali. L'aratura di aree collinari lungo la massima pendenza, l'eccessivo pascolamento di queste aree e i frequenti incendi che caratterizzano la stagione estiva, oltre che esporre i suoli ai processi di erosione, favoriscono ed accentuano il fenomeno. Anche la viabilità nelle zone collinari con il suo intenso reticolo altera l'assetto naturale del territorio causando problemi di instabilità dei versanti e modificando l'idrografia superficiale.

- La forte e diffusa presenza di attività di cava, oltre che essere fonte di possibile impatto ambientale, può anche alterare l'assetto naturale sia dei versanti sia dei corsi d'acqua e innescare fenomeni di instabilità e dissesto Anche la forte espansione urbana e le sue caratteristiche (tendenza all'insediamento diffuso, forte consumo abitativo, diseconomie del sistema delle aree per insediamenti produttivi ...) sta compromettendo in misura significativa la risorsa suolo.
- Agricoltura

è la principale "vocazione" produttiva del territorio provinciale. Il comparto dell'agricoltura e della zootecnia intensiva di Arborea è un polo di eccellenza a livello regionale (per la produzione lattiero-casearia anche nazionale), che ha però determinato gravi impatti sul suolo e sul sistema idrico di tutta l'area e sul golfo. Al "modello" della filiera intensiva del comparto delle bonifiche, basato su processi produttivi tecnologicamente avanzati, si affianca il modello esemplificato dall'area del Montiferru nel quale consolidano e valorizzano le tecniche tradizionali integrando settori produttivi e qualificando luoghi e prodotti d'area all'insegna dell'identità e della sostenibilità. Alcuni di essi infatti originano consolidate filiere produttive e rappresentano elementi distintivi dell'offerta alimentare e culturale territoriale. Fra le filiere strategiche per l'agricoltura provinciale (a parte quelle del comparto di Arborea) sono le produzioni vinicole, il riso, olivicoltura, l'allevamento estensivo dei bovini, i prodotti ortofrutticoli. Tuttavia, la "messa a sistema" delle eccellenze territoriali non è ancora giunta ad un adeguato livello di maturazione per cui continuano a perdurare elementi di disgregazione che limitano le ricadute economiche e la capacità competitiva del "sistema territorio" provinciale; il saldo import/export delle produzioni agricole resta infatti negativo.
Le pratiche agricole hanno notevolissimi impatti sull'ambiente; è dunque indispensabile orientarle verso adeguati standard di sostenibilità ambientale e verso gli obiettivi di manutenzione del paesaggio agrario.

- Incendi

la superficie boscata della provincia tende a crescere, anche se soffre dell'assenza di interventi di pianificazione per una gestione produttiva integrata e durevole. Il fenomeno degli incendi boschivi è in regresso, ma continua a far registrare significative oscillazioni annuali, che non consentono di ipotizzare una reale tendenza alla contrazione di lungo periodo.

- Attività estrattive

ad oggi questa attività risulta notevolmente ridotta, pur avendo dato luogo alla nascita di alcuni significativi poli estrattivi nel Barigadu (ignimbrite), nel Guilcer (basalto) nel Monte Arci (perlite), nel Campidano (argille e sabbie), nel Sinis (arenaria), nel Montiferru (basalti e altre vulcaniti) e nel Sarcidano (argille refrattarie). Parte di queste attività continuano a rappresentare una voce attiva nell'economia locale, seppure all'interno di latenti conflittualità con riferimento alla salvaguardia paesaggistica.

- Siti inquinati

in provincia di Oristano (vecchi confini) al 2005 risultano 98 siti inquinati, per 85 dei quali la fonte sono le discariche. Solo il 7 siti sono oggetto di progetti di bonifica. Un caso a sé è rappresentato dall'inquinamento da nitrati nella zona di Arborea,oggetto di una apposito piano di Programma d'azione.

- Acqua

il territorio provinciale, relativamente al contesto sardo, offre una relativa abbondanza di risorse idriche, in particolare per la presenza del Tirso e del lago Omodeo, oltre che per la rilevanza del sistema degli stagni e delle lagune. Anche le risorse idriche sotterranee rappresentano un patrimonio significativo, che assicura il soddisfacimento del fabbisogno idropotabile.

Lo stato qualitativo delle risorse idriche invece presenta carenze significative, dovute per lo più, in assenza di attività industriali rilevanti, a fonti diffuse di origine agricola e zootecnica. In particolare l'attività agricola intensiva di tipo industriale diffusa nella zona meridionale della Provincia porta ad un uso elevato di diserbanti contenenti fosforo e azoto, che provocano un aumento della proliferazione vegetale nelle aree di scarico, principalmente nelle aree umide; sugli stessi corpi idrici vanno ad incidere i reflui dell'attività zootecnica, in particolare nella piana di Arborea, incrementando il fenomeno dell'eutrofizzazione delle zone umide. I fenomeni di inquinamento delle acque incidono negativamente sia sulla loro qualità che sulla salute dell'ecosistema e su altre attività economiche legate a tali aree, quali il turismo e la pesca.

La funzionalità del sistema depurativo è inadeguata.

- Aria

nella Provincia di Oristano, in relazione alla modesta incidenza dei processi industriali e di fonti di inquinamento in genere, e fatta salva la scarsa disponibilità di dati, la qualità dell'aria può considerarsi buona, in particolare se confrontata rispetto al contesto regionale. Tuttavia il peso relativo dell'inquinamento in ambito provinciale è significativo, anche in relazione alla prevalente attribuzione ai processi di mobilità ed alla dinamica dei consumi dei combustibili fossili.

### 2.2.3 Piano Energetico Provinciale

Pur non avendo ancora approvato un Piano Energetico la Amm. Provinciale di Oristano, su proposta della propria Agenzia Energetica (SEA), ha fatto proprio una proposta che, partendo dall'analisi delle FER e del risparmio energetico nella provincia di Oristano, va a disegnare il futuro scenario energetico per questa importante area della Sardegna.

Come vedremo, nel disegnare tale scenario, la SEA non fa cenno ad un possibile

contributo dell'energia geotermica per la soddisfazione della futura richiesta di energia della provincia di Oristano, ma ciò risulta logico e corretto visto che tale risorsa, perfettamente rinnovabile se utilizzata con le adeguate tecnologie, non è ancora certa e quantificabile.

Diverso è invece il discorso relativo all'uso delle basse entalpie geotermiche, possibile quasi ovunque e capace di dare un contributo importantissimo per l'aumento del rendimento delle pompe di calore. Nella zona in questione, specialmente nelle aree marittime e di pianura, il collegamento delle pompe di calore ad apposite sonde scambiatrici geotermiche in pozzo potrebbe garantire facilmente la produzione di 5 KW termici per ogni KW di energia elettrica consumata. La cosa cambia di poco anche se ragionassimo in termini di frigorie o sulla base di sonde geotermiche superficiali.

La proposta operativa per "Oristano Provincia Sostenibile" prevede un coordinamento provinciale circa gli interventi da effettuare sul territorio ma, nel contempo, lascia completa libertà ai comuni di individuare i punti focali della propria politica energetica all'interno di un progetto condiviso e strutturato di livello provinciale.

Si tratta di una visione assolutamente corretta e sostenibile che certamente l'Amm. Provinciale Oristanese farà propria nella definizione del proprio piano energetico rappresentando, tra l'altro, l'unica azione efficace per coniugare la soddisfazione dei bisogni locali all'interno di un quadro strategico di area vasta.

Allo stesso modo questo documento designa efficacemente gli attori del piano ed il loro ruolo, facendo prevedere che questa Provincia possa davvero divenire un modello riproducibile di sostenibilità.

Il documento infine evidenzia le motivazioni per le quali anche nella provincia di Oristano, similmente a ciò che avviene a livello nazionale, aumentano i consumi di energia elettrica.

La crescente diffusione di apparecchiature elettriche, e fra queste anche i sistemi di condizionamento a "pompa di calore", è oggettivamente la motivazione principale del trend in crescita dei consumi, ma tale trend è ancora più in crescita laddove, come nella Sardegna nord-occidentale, la particolare situazione climatica influisce sulla scelta degli impianti termici e di condizionamento.

Laddove un clima invernale generalmente mite permette di soddisfare i bisogni di riscaldamento ricorrendo ai tradizionali focolari o a stufe alimentate con biomasse vegetali è evidente che la scelta si orienti su sistemi flessibili che, come quelli elettrici, pur avendo un costo di esercizio superiore a quelli tradizionali, fanno risparmiare moltissimo sul costo impiantistico e, riferendoci alle pompe di calore, garantiscono anche l'immediata reversibilità estiva per soddisfare le esigenze di raffrescamento.

Laddove la residenzialità è di tipo stanziale un forte contributo al risparmio energetico, oltre all'ovvio ricorso ai sistemi di coibentazione delle costruzioni, potrebbe essere dato dalla costruzione di reti di distribuzione di gas e, ancor più, dalla incentivazione al ricorso di pompe di calore geotermiche.

Certamente se l'area in esame risultasse, come pensiamo, davvero vocata alla geotermia a media entalpia, la costruzione di una o più centraline geo-termoelettriche a ciclo binario comporterebbe un notevole contributo alla soddisfazione del fabbisogno energetico e, per di più, con un impatto ambientale tendente a zero.

## 2.3 STRUMENTI DI PROGRAMMAZIONE DELLA PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO

### 2.3.1 Piano Territoriale di Coordinamento

Il Piano Urbanistico Provinciale/Piano Territoriale di Coordinamento (P.U.P./P.T.C.) della Provincia del Medio Campidano, elaborato e redatto dall'Ufficio del Piano (UdP), è lo strumento attraverso il quale si indirizza lo sviluppo urbanistico complessivo e le trasformazioni del paesaggio di rilevanza sovracomunale nel territorio della Provincia del Medio Campidano. Su esso si fonda e si coordina la pianificazione del paesaggio nell'ambito di processi di trasformazione territoriali di rilevanza provinciale o sovracomunale sul territorio della Provincia.

L'obiettivo generale del PUP/PTC riguarda lo sviluppo territoriale e paesaggistico ed è dunque un piano in cui sono esplicitati gli indirizzi di sviluppo socio-economico e paesaggistico-ambientale, secondo quanto stabilito dalle leggi vigenti.

Il Piano regola i settori di intervento individuati anche nel Piano della Provincia di Oristano, così come esplicitato dalla L.R. 45/89 anche se, considerando la recente costituzione della Provincia del Medio Campidano, è in corso la fase di adeguamento degli strumenti di pianificazione ai contenuti del Piano Regionale.

Inoltre i contenuti del PUP/PTC tengono conto del comma 3 art. 5 LR 9/2006 che recita:"spettano alle province funzioni e compiti che riguardino vaste zone intercomunali o l'intero territorio provinciale nell'ambito delle seguenti materie:

- difesa del suolo, tutela e valorizzazione dell'ambiente e prevenzione delle calamità;
- tutela e valorizzazione delle risorse idriche ed energetiche;
- valorizzazione dei beni culturali;
- viabilità e trasporti;
- protezione della flora e della fauna, parchi e riserve naturali;
- caccia e pesca nelle acque interne;
- organizzazione dello smaltimento dei rifiuti a livello provinciale;
- rilevamento, disciplina e controllo degli scarichi delle acque e delle emissioni atmosferiche e sonore;
- servizi sanitari, d'igiene e profilassi pubblica;
- compiti connessi all'istruzione secondaria di secondo grado ed artistica e alla formazione professionale, compresa l'edilizia scolastica;
- raccolta ed elaborazione di dati ed assistenza tecnico-amministrativa e, ove necessario, economica e finanziaria, agli enti locali.

La provincia del Medio Campidano presenta importanti caratteristiche ambientali che determinano un'interessante varietà territoriale. Tale situazione è confermata da molteplici provvedimenti legislativi in materia di istituzione di aree protette. In particolare, il processo di realizzazione della Rete Natura 2000 iniziato con la Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE) si traduce nella definizione di un insieme di ambiti di particolare valore protezionistico, relativamente a specie ed habitat di specifica rilevanza dal punto di vista conservazionistico e della tutela della biodiversità.

In relazione alle indagini che si intendono effettuare per la ricerca di eventuali giacimenti geotermici, ed in particolare i risultati delle prospezioni geofisiche e degli studi idrogeologici valgono le stesse considerazioni riportate nel paragrafo dedicato al PTC di Oristano, ovvero rappresentano una opportunità riguardo l'attività conoscitiva e uno strumento indispensabile nella fase pianificatoria comportando un impatto sull'ambiente pressoché nullo. Infine anche l'attività di

coltivazione di eventuali campi geotermici così come descritti in precedenza non costituiscono motivo di rischio ambientale.

## 3. CARATTERIZZAZIONE PAESAGGISTICA

I parametri secondo cui è caratterizzato lo stato attuale della componente paesaggistica relativa all'area del permesso di ricerca sono

- l'individuazione degli ambiti di paesaggio definiti dal Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna;
- l'analisi dei vincoli paesaggistici e territoriali presenti nell'area del Permesso di Ricerca;
- l'individuazione delle fasce territoriali appartenenti alla classificazione delle Aree Naturali Protette;
- l'analisi dell'uso del suolo che caratterizza l'area del Permesso di Ricerca.

### 3.1. I TERRITORI DI MONREALE E DELLA MARMILLA

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) adottato dalla Regione Sardegna è lo strumento che coordina la pianificazione e lo sviluppo sostenibile attraverso la protezione e la tutela del paesaggio naturale e culturale e la relativa biodiversità, salvaguardando il territorio e promuovendo forme di sviluppo sostenibile.

In particolare il PPR intende:

1) garantire uno sviluppo sostenibile del territorio regionale, fondato su un rapporto equilibrato tra i bisogni sociali, l'attività economica e l'ambiente;

2) rilanciare - attraverso la valorizzazione dei centri storici, delle tradizioni culturali ed agroalimentari - la funzione turistica dei centri abitati costieri, mantenendo intatte le zone non edificate.

Per ciascun ambito di paesaggio, individuato dal piano paesaggistico, è prevista una specifica disciplina di tutela, ma tutte condividono gli stessi obiettivi e perseguono un elevato grado di qualità paesaggistica.

L'area del Permesso di Ricerca ricade, per una ristretta porzione compresa tra Is Arensa e il F. Mogoro, nell'Ambito Paesaggistico del Golfo di Oristano individuato nel Piano Paesaggistico.

### 3.2. VINCOLI TERRITORIALI

L'acquisizione della documentazione relativa alla pianificazione regionale territoriale ed ambientale vigente nel territorio considerato ha permesso di esaminare la presenza, nell'area del Permesso di Ricerca, di vincoli territoriali e ambientali. Dai dati acquisiti risulta che l'area di interesse ricade su porzioni di territorio soggette a vincolo idrogeologico.

#### 3.2.1. Vincolo Idrogeologico

Il vincolo idrogeologico (Regio Decreto Legge n° 3267 del 30/12/1923, "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani" e s.m.i.) è finalizzato, essenzialmente, ad assicurare che le trasformazioni operate su tali aree non producano dissesti, o distruggano gli equilibri raggiunti e consolidati, a seguito di modifica delle pendenze legate all'uso ed alla inefficace regimazione delle acque meteoriche o di falda. La presenza del

vincolo comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere che presuppongono movimenti di terra. Tale autorizzazione è necessaria anche riguardo ad interventi di trasformazione colturale agraria tali da comportare modifiche nell'assetto morfologico dell'area o da intervenire in profondità sui terreni.

L'area interessata dall'attività di ricerca ricade all'interno della zona sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi al R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267. La presenza del vincolo comporta la necessità di una autorizzazione per tutte le opere che presuppongono movimento di terre.

Le aree interessate dal vincolo sono soggette al controllo dell'Amministrazione Provinciale competente per quanto concerne ogni intervento che possa comportare variazioni nel regime delle acque o cambiamenti della destinazione d'uso del suolo con mutamenti della copertura vegetale.

Si evidenza comunque che l'attività di ricerca non produce alcun impatto sul territorio come verrà chiarito nei paragrafi successivi.

### 3.2.2. Vincoli Architettonici

Nell'area interessata dalla ricerca non sussistono vincoli architettonici.

## 3.3. AREE PROTETTE

Dall'analisi degli aspetti ambientali storico-culturali e archeologici definiti dal piano paesaggistico regionale nonché delle aree protette ai sensi della normativa comunitaria (92/43/CEE; 79/409/CEE), nazionale e regionale (D.Min.Amb. 25/3/2005; L 394/91; L.R. 31/89), nell'area del Permesso di Ricerca non sono presenti aree naturali protette e nessun parco nazionale. A Nord l'area del permesso ricade per una ristretta porzione nell'area del Parco Geominerario Storico e Ambientale; tale area non verrà interessata né dalle investigazioni di superficie né tanto meno da esplorazione del sottosuolo.

Non sono presenti Zone di Protezione Speciale (ZPS) né Siti di Interesse Comunitaria (SIC).

Tutte le operazioni relative alle Prospezioni propedeutiche saranno comunque effettuate tenendo delle opportune distanze dai siti di interesse archeologico, storico-culturale e ambientale, lasciando inalterate tutte le componenti ambientali coinvolte.

Nell'area di del permesso di ricerca, infine, non sono presenti zone umide né zone costiere.

E' presente, nella fascia compresa tra San Gavino Monreale e Sardara, la zona IBA (Important Bird Area) IBA178 "Campidano Centrale".

L'IBA178 "Campidano Centrale", costituita da un'area di superficie pari a 34,100 ha, comprende una vasta area di pianura importante per varie specie tra cui la Gallina prataiola che è compresa tra Samassi, Villacidro, San Gavino Monreale, Pabillonis, Guspini, Terralba, Marrubiu e la strada statale No. 131 che rappresenta il limite nordorientale.

**Tabella 7.13: Criteri IBA No. 178**

| Criteri relativi a singole specie | | | |
|---|---|---|---|
| **Specie** | **Nome Scientifico** | **Status** | **Criterio** |
| Pollo sultano | *Porphyrio porphyrio* | B | C6 |
| Gallina prataiola | *Tetrax tetrax* | B | C6 |
| Occhione | *Burhinus oedicnemus* | B | C6 |
| Piviere dorato | *Pluvialis apricaria* | B | C6 |
| Calandra | *Melanocorypha calandra* | B | C6 |
| **Specie (non qualificanti) prioritarie per la gestione** | | | |
| Falco di palude (*Circus aeruginosus*) | | | |
| Albanella reale (*Circus cyaneus*) | | | |
| Averla capirossa (*Lanius senator*) | | | |

Legenda

Status: B = specie nidificanti; W = specie svernanti

Criteri singole specie:

C2 = Il sito ospita regolarmente almeno l'1% di una "flyway" o del totale della popolazione della UE di una specie gregaria inclusa in Allegato I della Direttiva "Uccelli" (*).

C3 = Il sito ospita regolarmente almeno l'1% di una "flyway" di una specie gregaria non inclusa in Allegato I della Direttiva "Uccelli" (*).

C6 = Il sito è uno dei 5 più importanti nella sua regione amministrativa per una specie o sottospecie inclusa in Allegato I della Direttiva "Uccelli". Questo criterio si applica se il sito contiene più dell'1% della popolazione nazionale (*).

Nota:

(*) I criteri che prevedono soglie dell'1% non si applicano a specie con meno di 100 coppie in Italia.

## 3.4. USO DEL SUOLO

La carta dell'uso del suolo (Tav 6 degli allegati) mette in evidenza un uso del suolo adibito prevalentemente a seminativi, soprattutto nella zona del Campidano compresa tra Sardara e San Gavino Monreale. Nella porzione Nord dell'area di studio sono presenti aree adibite a colture agrarie e a pascolo, mentre ad est di Ponte Cracaxia si trovano aree ad oliveti. Infine vi sono aree occupate boschi e a vegetazione sclerofilla (macchie e garighe).

Al di fuori della viabilità principale nel territorio si sviluppava una serie di strade campestri e sterrati che delimitano piccoli e medi appezzamenti di terreno coltivati prevalentemente a foraggio oppure incolti. La porzione centrale e centromeridionale del permesso di ricerca è coltivato, le porzioni settentrionali risultano per la maggior parte incolte e il territorio mostra un aspetto più mosso con morfologie che mostrano pendenze sensibilmente maggiori. Tipiche di questo territorio sono le cinture di riparo arboree (frangiventi) che spezzano il frammentato mosaico di campi coltivati. Le coltivazioni e la vegetazione presente lungo i fossi e i canali di drenaggio dei campi, rappresentano gli unici ecosistemi alternativi alla pianura che nel periodo estivo assume una spetto secco e inospitale.

L'attività di ricerca, come specificato nel paragrafo precedente, verrà svolta al di fuori delle porzioni di terreni boschivi ed in ogni caso le metodologie adottate hanno uno scarso impatto sul suolo ed una breve durata.

## 3.5 DISTRIBUZIONE DELLE ATTIVITA' SUL TERRITORIO

Rimandando ai paragrafi successivi per i possibili effetti delle attività in programma sulle varie componenti ambientali, si descrive la posizione delle linee e delle stazioni di misura all'interno dell'area del permesso. I vari "segmenti" di

territorio interessati dalle misure sono stati numerati in progressione e indicati nella Tavola 8 allegata.

L'allineamento 1 (costituito da una linea sismica e 5 postazioni gravimetriche) è ubicata lungo una strada sterrata inserita tra campi coltivati e aree a pascolo lontano da centri abitati.

La linea 2 è costituita da una stesa sismica e 8 stazioni gravimetriche e ubicata lungo una strada secondaria inserita in pascoli e aree coltivate.

La linea 3 seguirà il tracciato della linea ferroviaria, comunque al di fuori dell'area di rispetto. E' costituita da uno stendimento sismico e da 8 stazioni gravimetriche, di cui una in comune con l'allineamento precedente. Anche in questo caso, i terreni interessati sono campi coltivati e aree a pascolo.

La linea 4 segue per un breve tratto la strada che collega Pabillonis a Sardara, per poi staccarsi all'altezza della stazione di Pabillonis e seguire un tracciato secondario tra campi e pascoli. Anche in questo caso non si attraversano centri abitati. Questa linea è interessata da una prospezione sismica e da 6 postazioni gravimetriche.

La linee 5 e 6, più corte, sono anch'esse inserita in campi coltivati e pascoli e seguono il tracciato di uno stradello secondario non asfaltato. Sono formate da linea sismica e 3 postazioni gravimetriche.

La linea 7, lunga solo un chilometro, segue il tracciato di una strada bianca a tratti interrotta, inserita in pascoli e aree a vegetazione sclerofilla.

La linea 8 è inserita in oliveti e aree coltivate e passa vicino chiesa della Madonna di Cracaxia. Si ribadisce come le attività in progetto non abbiamo alcun impatto sullo stato attuale dei luoghi.

La linea 9 è inserita in aree a vegetazione sclerofilla e campi coltivati, lungo il tracciato di uno stradello poderale, ed è costituita da una linea sismica e da 5 stazioni gravimetriche. E' ubicata nelle vicinanze del Nuraghe Arrubiu.

La linea 10 corre lungo il tracciato rettilineo della strada per Gonnostramatza e consiste in una linea sismica e 4 postazioni gravimetriche. I luoghi attraversati sono aree a vegetazione sclerofilla e aree a pascolo.

| Linea | Lunghezza (km) |
|---|---|
| L1 | 2.25 |
| L2 | 3.59 |
| L3 | 8.10 |
| L4 | 3.31 |
| L5 | 1.13 |
| L6 | 0.87 |
| L7 | 1.00 |
| L8 | 1.31 |
| L9 | 1.20 |
| L10 | 1.99 |
| **Totale** | 24.75 |

*Tabella 2: lunghezza degli stendimenti*

Si evidenzia che le attività in programma, laddove intersechino o seguano strade

(seppur di modesta importanza), non interferiranno in alcun modo con il traffico dei veicoli.

# 4. VALUTAZIONE DELLE INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

## 4.1. PREMESSA

L'intervento interesserà un'area di circa 84,7 kmq ricadente nelle Provincia di Oristano e del Medio Campidano, più precisamente, nei Comuni Collinas, Gonnostramatza, San Gavino Monreale, Sardara, Pabillonis, Mogoro.

La presente relazione costituisce lo "studio di valutazione di massima delle eventuali modifiche ambientali con riferimento all'entità e alla tipologia dei lavori programmati, nonché alle opere di recupero ambientale che si intendono eseguire" che, di norma, viene richiesto dagli Uffici competenti quale documento a corredo della istanza per la concessione del Permesso di Ricerca di risorse geotermiche denominato "SAN GAVINO MONREALE".

Seguendo lo sviluppo del programma di esplorazione della risorsa, verranno valutati gli effetti del progetto sugli elementi ambientali tenendo conto delle operazioni che saranno eseguite in ognuna delle fasi previste.

Per ognuna delle operazioni viene quindi analizzata l'entità dei disturbi e dei fattori di rischio ambientale (rumore, calore, vibrazioni, odori, pulviscolo, alterazione fisica, sostanze dannose, ecc) indotti dai lavori nei riguardi degli elementi naturali dell'ambiente (suolo, sottosuolo, acque superficiali acque sotterranee, aria, paesaggio) e nei riguardi degli organismi viventi (flora e fauna), compresa la componente antropica (vita, opere e costruzioni dell'uomo, ecc.).

Le modalità operative alla base della presente richiesta, come per tutte le attività di ricerca ed esplorazione, prevedono che le fasi dei lavori siano conseguenti, correlate ed interdipendenti, ovvero i risultati parziali di una fase potranno condizionare il programma delle successive.

Ciò comporta una conduzione elastica del programma in quanto per i rilievi non è possibile prevedere esattamente le modalità e le tempistiche di esecuzione, così come è probabile che le ubicazioni preliminari dei pozzi esplorativi subiscano variazioni in base ai risultati ottenuti dalle prospezioni.

Modalità operative, ubicazioni e tempistiche riportate in questa richiesta sono pertanto le più plausibili in base alle conoscenze attualmente disponibili.

Si fa comunque presente che nel caso in cui dovessero emergere esigenze di variazione, rispetto al programma presentato, queste verrebbero preventivamente e tempestivamente comunicate agli Uffici Competenti.

Si precisa che, in relazione alle attività previste, ovvero alla realizzazione delle indagini geofisiche di superficie, queste non influiscono negativamente sulla capacità di carico dell'ambiente naturale in quanto, le interazioni con le matrici ambientali sono trascurabili come verrà descritto diffusamente in seguito.

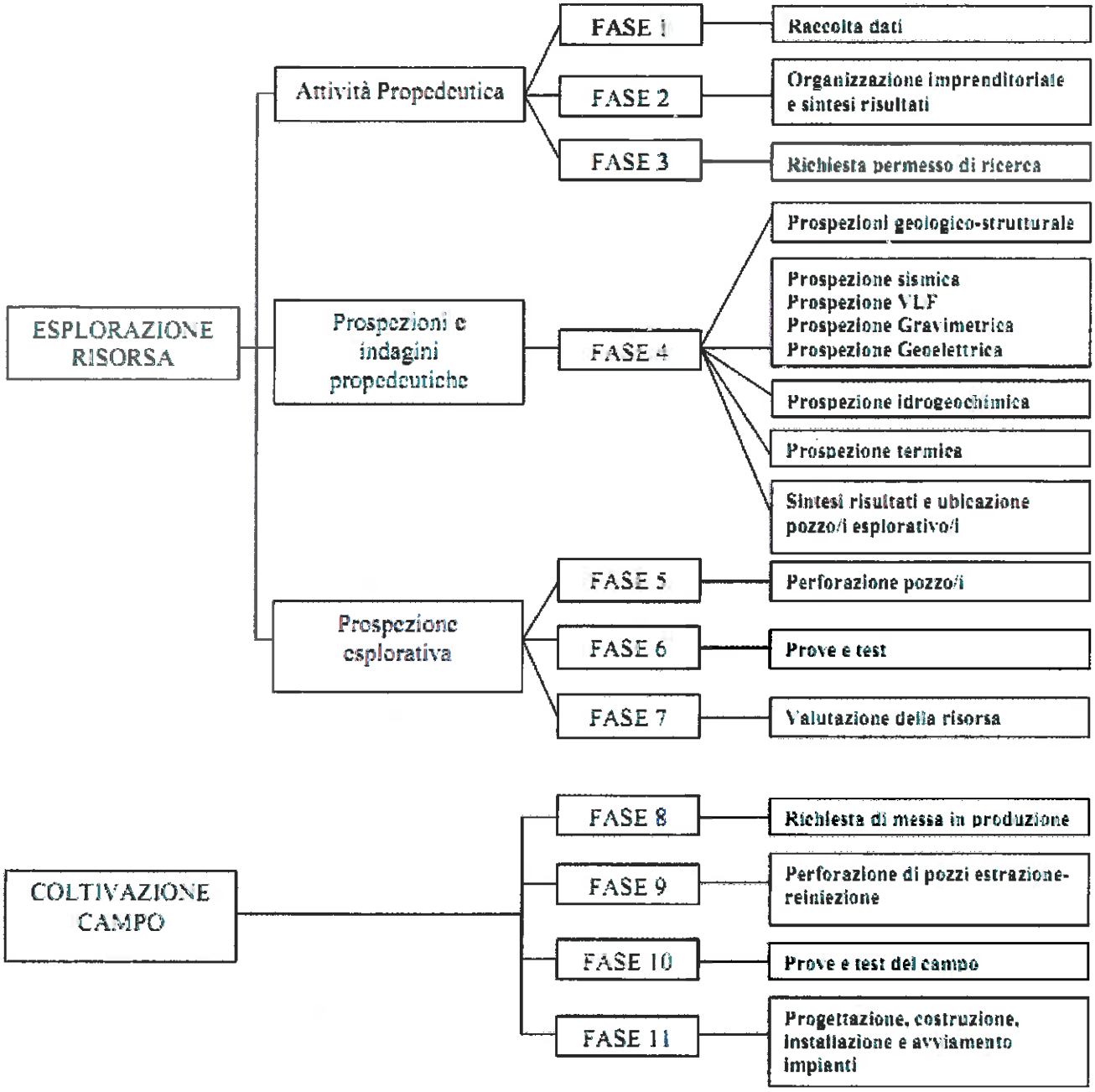



*Figura 8: schema della programmazione dei lavori*

## 4.2. ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE

Il programma prevede una prima fase di attività propedeutiche riconducibili alle seguenti tipologie di operazioni:

- raccolta dati;
- organizzazione imprenditoriale e sintesi dei risultati;
- richiesta di permesso di ricerca.

### 4.2.1. Raccolta dati

Questa fase prevede la conduzioni di studi di carattere tecnico-propedeutici e di prima valutazione dell'iniziativa che iniziano con la raccolta ed esame di documentazione sia di carattere generale e di inquadramento regionale del Permesso di Ricerca sia più particolare inerente a perforazioni esistenti nell'area ed a indagini specifiche quali prospezioni geofisiche e geochimiche, studi stratigrafico-strutturali, ecc. I dati acquisiti verranno trattati al fine di elaborare modelli preliminari sulla cui base verranno fatte ipotesi sulla fattibilità e sulle possibilità di utilizzazione della risorsa.

Verranno inoltre eseguite attività di tipo valutativo ed organizzativo atte a verificare la situazione all'interno del permesso di ricerca (uso del suolo, situazione proprietaria, prescrizioni e piani urbanistici e territoriali, vincoli di qualunque genere, ecc.) e le condizioni logistiche nei riguardi delle operazioni successive (accessi, servizi, operabilità, ecc). Verranno acquisite le conoscenze sulle prescrizioni normative e legislative inerenti al Progetto ponendo attenzione anche a possibili misure incentivanti di carattere pubblico ipotizzando la possibile destinazione delle risorse reperite.

Verranno infine condotte analisi di tipo economico sull'investimento complessivo (da aggiornare con l'avanzamento del programma) in modo da redigere un budget preliminare del progetto con stima di massima dei costi previsti.

### 4.2.2. Organizzazione imprenditoriale e sintesi dei risultati

Nelle "attività propedeutiche" ricade anche la seconda fase del programma che prevede tutte quelle attività di tipo organizzativo, gestionale, economico e finanziario e decisionale necessarie per consentire l'inizio vero e proprio del progetto.

In questa fase verranno analizzati i risultati ottenuti e, se favorevoli, verrà redatto il programma preliminare del progetto con particolare attenzione alle prospezioni ed ai rilievi da eseguire nella fase 4 del programma.

Verrà stabilita la compagnia imprenditoriale e verrà stilata la struttura gestionale del progetto revisionando ed aggiornando il programma, il budget e le modalità esecutive.

### 4.2.3. Richiesta del permesso di ricerca

Il progetto prevede la richiesta di permesso di ricerca delle risorse come previsto dal D.L. del 11 febbraio 2010, n 22 "Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, a norma dell'Art. 27, comma 28, della legge 23 luglio 2009, n 99, e dal D.P.R. 395 del 27 maggio 1991, art. 7 cap. 1", pertanto in questa fase verranno esplicati tutti gli obblighi normativi e burocratici per la richiesta di Ricerca.

### 4.2.4. Effetti ambientali delle attività propedeutiche

Le attività propedeutiche consistono esclusivamente in lavori, principalmente di ufficio, che non richiedono quindi la presenza diretta sull'area del Permesso di Ricerca.

Pertanto per quanto riguarda la Fase 1 "Raccolta dati", la Fase 2 "Organizzazione imprenditoriale e sintesi dei risultati" e la Fase 3 "Richiesta del permesso di ricerca" non esiste alcuna possibilità di incidenza dei lavori previsti sulle componenti di rischio ambientale.

## 4.3. Prospezioni propedeutiche all'ubicazione dei pozzi esplorativi

Questa fase prevede l'esecuzione di indagini integrative sul terreno nell'area ricadente all'interno dei Comuni interessati sopraelencati.

Nei prossimi paragrafi verranno analizzate le attività previste ponendo l'attenzione sui possibili effetti dei lavori sulle componenti di rischio ambientale.

### 4.3.1. Rilievo Geologico-Strutturale

Il rilevamento geologico è necessario per verificare a scala locale quanto riportato nella cartografia geologica già esistente a scala regionale. In questa fase è previsto anche uno studio particolareggiato sullo stato di fratturazione della porzione di serbatoio geotermico eventualmente affiorante, studio finalizzato ad individuare i sistemi strutturali principali e, tramite l'elaborazione di questi, a realizzare un modello predittivo dello stato di fratturazione del potenziale serbatoio geotermico.

Questa fase prevede la presenza sul campo di personale addetto al rilevamento.

Sarà particolarmente curata la caratterizzazione delle unità costituenti il serbatoio geotermico ed i dati ottenuti saranno utilizzati, unitamente a quelli ricavati dalle prospezioni geofisiche, per ricostruire un modello accurato del campo.

#### 4.3.1.1. Effetti ambientali del Rilievo geologico-Strutturale

Non è previsto nessun uso di risorse naturali in quanto questa fase è limitata all'osservazione delle unità affioranti. Il disturbo ambientale è solo quello riconducibile al passaggio di persone nei luoghi. Conseguentemente gli effetti sull'ambiente di questa fase della ricerca sono pressoché nulli ed assolutamente senza alcun effetto sulla morfologia del territorio, sulla flora e fauna, sulle opere antropiche, sull'ambiente in senso generale.

### 4.3.2. Prospezioni Sismiche

Hanno come finalità l'individuazione di orizzonti ad alta riflettività, associabili alle formazioni costituenti il serbatoio geotermico e quindi tali da consentirne la ricostruzione dell'assetto strutturale. Ai fini del progetto verranno effettuati rilievi sismici a riflessione, metodologia che prevede l'energizzazione del terreno tramite un impulso meccanico.

L'impulso energizzante sarà ottenuto attraverso l'impiego di uno o più dei seguenti metodi:

- massa battente, un peso viene fatto cadere sul terreno per una o più volte. Generalmente la massa battente è autocarrata e prevede un sistema di sollevamento e caduta per gravità o spinta;
- massa vibrante la massa viene poggiata sul terreno ed azionata da un sistema per la generazione di vibrazioni, il tutto è montato su veicolo semovente ;

L'energia rilasciata si riflette sugli strati profondi del sottosuolo e torna in superficie ove viene rilevata da geofoni che trasformano il segnale acustico in una corrente elettrica. Il segnale elettrico rilevato viene inviato alle stazioni di misura dove viene elaborato per ottenere un sismogramma, la cui interpretazione permette di ricavare l'andamento bidimensionale degli orizzonti riflettenti in profondità. L'eventuale presenza di sondaggi permette di operare una taratura facendo aumentare e notevolmente l'attendibilità dei risultati.

L'indagine sismica richiede un rilievo topografico preliminare lungo il tracciato dei profili stabiliti. Lungo il tracciato dei profili vengono stesi dei cavi elettrici ad alto isolamento che vengono collegati rispettivamente alla stazione di misura e ai geofoni poggiati sul terreno ad intervalli regolari.

Per ogni profilo sismico si eseguono alcune energizzazioni e, per ognuna di queste, la centralina rileva le risposte effettuando un primo trattamento ed elaborazione dei dati.

L'elaborazione dei dati prosegue poi in maniera più approfondita mediante specifici programmi che consentono la produzione dei sismogrammi, la loro interpretazione, la produzione di sezioni interpretative bidimensionali, lo sviluppo tridimensionale, la costruzione di mappe, ecc.

Oltre alle prospezioni sismiche a riflessione tradizionali verrà fatto ricorso anche alla tomografia sismica, forse il metodo più versatile per la determinazione delle velocità delle onde di compressione Vp e di taglio Vs, oltreché dei parametri elastici del terreno. Tale metodica fornisce attendibili informazioni sull'assetto stratigrafico del sottosuolo, permettendo di ottenere valide indicazioni circa le caratteristiche geologiche e geologico-strutturali del sottosuolo difficilmente individuabili con altre tipologie di indagine.

Tutta l'apparecchiatura (geofoni, cavi di collegamento, strumentazione di misura, sistema energizzante) viene rimossa completamente alla fine del rilievo senza lasciare alcun tipo di traccia sul terreno.

#### 4.3.2.1. Effetti ambientali delle Prospezioni Sismiche

Nessun uso di risorse naturali è previsto per l'esecuzione del rilievo sismico, la maggior parte delle attività consiste in misure di breve durata effettuate sul terreno tramite strumenti portatili e nella successiva elaborazione dei dati.

L'occupazione del suolo è limitata allo stendimento dei cavi ed al posizionamento dei geofoni e persiste per lo stretto tempo necessario all'effettuazione delle misure (poche ore per tratta).

L'energizzazione è l'unica operazione che coinvolge fisicamente il terreno, anche se per una porzione molto limitata (0,2-2 mq). Durante tale procedura, che consiste nel lasciar cadere sul una massa battente di 250 Kg, può essere avvertito del rumore ma per poche frazioni di secondo, essendo di basso livello e di natura assolutamente impulsiva. Inoltre nell'intorno del punto di energizzazione non verranno prodotti rifiuti di alcun genere e rimarranno inalterate le caratteristiche morfologiche dei luoghi.

L'indagine non comporta occupazione di suolo, movimenti di terreno o interventi sulle acque, non ha ripercussioni sulla flora spontanea, sulla fauna stanziale o di passo, e neppure sulle opere antropiche.

Il rischio di incidenti riconducibile all'intralcio dei cavi in corrispondenza di vie di passaggio viene minimizzato ricorrendo a un'attenta scelta dei tracciati ed

all'ausilio di un'opportuna segnaletica, supportata dalla presenza fisica di personale addetto.

Non è presente alcun pericolo di tipo elettrico in quanto i cavi sono isolati e la tensione del segnale è bassissima.

A seguito dell'esame sopra presentato si può ragionevolmente sostenere che tutti i lavori relativi alla Fase 4.2a "Rilievo sismico a riflessione" non producono alcun effetto negativo, diretto o indiretto, sia in corso che dopo l'esecuzione delle prove.

In relazione all'utilizzo della tecnologia "IPDS® " (Infrasonic Passive Differential Spectroscopy) basata sull'analisi spettrale del rumore sismico di fondo, nell'intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 30 Hz attraverso sismografi posizionati in superficie, senza la presenza di cavi, si può escludere qualsiasi tipo di impatto sull'ambiente circostante.

### 4.3.3. Prospezioni VLF

La metodica VLF (Very Low Frequency) sfrutta le onde elettromagnetiche a bassa frequenza, capaci di penetrare in profondità nel sottosuolo emettendo campi secondari in corrispondenza di ogni differenza di densità degli strati attraversati.

Queste onde vengono ricevute da una sonda VLF portatile ed elaborate da un apposito software che permette la produzione di modelli del sottosuolo sia in 2D che in 3D.

La metodica di prospezione VLF non richiede alcuna preparazione preliminare dell'area da indagare e, conseguentemente, i tempi di installazione del sistema e di effettuazione delle misure risultano limitati.

Una volta selezionata l'area di ricerca, mediante picchetti o paline, viene realizzato il reticolo che verrà seguito dalla sonda per la scansione dell'area. Tale scansione è, di norma, effettuata via terra mentre, in caso di aree vaste o particolarmente impervie, essa può essere eseguita posizionando il sistema di rilevazione in un drone, ad azionamento elettrico, capace di volare a bassissima quota.

#### 4.3.3.1. Effetti ambientali delle Prospezioni VLF

Anche in questa fase dell'attività di ricerca non è previsto alcun uso di risorse naturali e l'occupazione del suolo è limitata all'installazione temporanea dei picchetti necessari per realizzare il reticolo di scansione.

Nell'eventualità di indagine aerea l'unico possibile elemento di disturbo è dato dal rumore prodotto dal drone, fattore di disturbo che, anche in ragione della limitatezza dell'area da investigare, risulta comunque di modesta entità. Essendo il drone alimentato elettricamente non sussiste possibilità di produzione di rifiuti o di inquinamento dell'aria.

Il rilievo non comporta occupazione di suolo, movimenti di terreno, interventi sulle acque o azioni tali da alterare, anche minimamente, la morfologia del territorio. Conseguentemente i lavori previsti non avranno effetti sulla flora spontanea, sulla fauna stanziale o di passo e neppure sulle opere antropiche (edifici, strade, muretti, recinzioni, linee elettriche, acquedotti).

Per quanto riguarda il rischio di incidenti, non sussistono rischi connessi alle operazioni che possano sfuggire ad una conduzione delle operazioni secondo normali criteri di prudenza e di controllo.

Gli unici elementi di potenziale rischio o disagio potrebbero ricondursi alla

presenza di picchetti conficcati nel terreno che potrebbero costituire intralcio alle vie di passaggio ma, stante il carattere temporaneo delle installazioni e la limitata antropizzazione dell'area, riteniamo che l'utilizzo di un'idonea segnalazione e di personale addetto sia sufficiente per la sua minimizzazione.

Nell'eventualità di un indagine aerea il rischio è legato alla manovra del velivolo, ma l'impiego di personale abilitato riduce al minimo accettabile ogni rischio.

Stante quanto descritto si può ragionevolmente sostenere che anche gli effetti sull'ambiente e sulla salute relativi alle prospezioni VLF siano nulli sia in corso d'opera che dopo il termine delle attività.

### 4.3.4 Prospezioni Magnetiche

Il metodo magnetico si basa sulla misura delle variazioni locali del campo magnetico terrestre o del suo gradiente. Le variazioni, o anomalie magnetiche, vengono rilevate da magnetometri e riflettono la differenza tra la suscettività magnetica delle strutture geologiche e la suscettività media del terreno incassante.

La prospezione magnetica è una tecnica passiva di prospezione che può rilevare variazioni minime nell'intensità o nella direzione rispetto al campo magnetico terrestre, evidenziando anche anomalie 50.000 volte più deboli del campo magnetico locale.

Le misure vengono effettuate posizionando due sensori posti ad una distanza prestabilita tra loro e mantenuti in asse verticale rispetto al terreno. La portabilità degli strumenti, sommata alla velocità di prospezione, fa si che in una giornata di lavoro si possa investigare, con sufficiente accuratezza, un'area di diversi ha.

#### 3.3.4.1 Effetti ambientali delle Prospezioni Magnetiche

Questa fase della ricerca è caratterizzata dalla semplice esecuzione di misure passive e non distruttive. Anche in questo caso quindi il disturbo ambientale, limitato alla presenza degli operatori per il tempo strettamente necessario, può essere considerato pressoché nullo e, comunque, privo di ogni effetto sulla morfologia del territorio, sulla flora, sulla fauna, sulle opere antropiche, e sull'ambiente in senso più generale.

Quest'attività non comporta particolari rischi, siano essi specifici che generali.

### 4.3.5. Prospezioni Gravimetriche

La misura dell'accelerazione di gravità terrestre permette di rilevare la presenza nel sottosuolo di anomalie attribuibili esclusivamente a fattori geologici.

Sulla base dei precedenti rilievi effettuati da ISPRA per la redazione della carta gravimetrica d'Italia, essendo nel caso in specie essenziale una visione a scala locale, si provvederà a rinfittire opportunamente il reticolo regionale, ubicando nuove stazioni di misura in modo da giungere ad una distribuzione il più possibile uniforme e con densità pari a 3-4 stazioni per $km^2$.

Come per il rilievo sismico verrà effettuato un rilievo topografico preliminare, sostanzialmente riconducibile ad una livellazione altimetrica.

Il rilievo gravimetrico verrà eseguito esclusivamente in superficie, misurando per ogni stazione il valore della gravità tramite un gravimetro portatile. Le misura perdureranno per alcuni minuti ed i dati ricavati verranno elaborati al fine di

ricavare i valori di anomalia rispetto al campo gravitazionale regionale.

#### 4.3.5.1. Effetti ambientali delle Prospezioni Gravimetriche

Anche in questo caso si tratta di analisi passive e non distruttive, quindi, come negli altri casi sopra descritti, il disturbo ambientale, limitato alla presenza degli operatori per il tempo strettamente necessario, può essere considerato pressoché nullo e, comunque, privo di ogni effetto sulla morfologia del territorio, sulla flora, sulla fauna, sulle opere antropiche, e sull'ambiente in senso più generale.

Quest'attività non comporta particolari rischi, siano essi specifici che generali.

### 4.3.6 Prospezioni Geoelettriche

Questo tipo di indagini prevedono l'energizzazione del mezzo attraverso una corrente elettrica trasmessa da elettrodi conficcati, ad opportuna distanza, nel terreno. I dati che si ricavano sono la resistività, misurata tra i due "elettrodi di corrente", e la differenza di potenziale misurata tra due "elettrodi di potenziale".

La disposizione degli elettrodi, ed il conseguente stendimento dei cavi di collegamento, saranno conformi alle configurazioni a "quadripolo" di Wenner e di Schlumberger, che permettono di eseguire sondaggi elettrici "verticali" (SEV), adatti per ricostruire la successione verticale dei terreni, e sondaggi elettrici "orizzontali" (SEO o profili di resistività), per ricostruire sezioni del sottosuolo.

Con l'ausilio di strumenti di computazione elettronica verranno effettuate anche prospezioni tomografiche, che permettono di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo a partire da misure di resistività del terreno.

In questo caso la corrente viene immessa nel terreno attraverso un numero discreto di elettrodi collegati ad un energizzatore e disposti secondo un precisa configurazione (stendimento dipolo-dipolo, configurazione di Wenner-Schlumberger, ecc.).

L'acquisizione del parametro resistività apparente attraverso un elevato numero di misure viene utilizzata per elaborare una pseudosezione del terreno dove con colori diversi, secondo una scala di intervalli di valori, vengono localizzate aree caratterizzate da differenti valori di resistività.

La tecnica è particolarmente indicata per l'individuazione di fluidi, di cavità nel sottosuolo e per la ricostruzione di superfici di contatto tra terreni con proprietà diverse.

#### 4.3.6.1 Effetti ambientali delle Prospezioni Geoelettriche

L' l'attività consiste esclusivamente in misure di breve durata effettuate sul terreno e di successive elaborazioni elettroniche quindi, anche se siamo di fronte a misure di tipo attivo, nessun uso di risorse naturali è previsto per l'esecuzione dei rilievi.

L'occupazione del suolo è limitata all'appoggio su di esso di cavi per il tempo strettamente necessario alle misure, risultando pertanto estremamente limitato.

L'unica operazione che interessa fisicamente il terreno, per altro nella sua porzione più superficiale, è l'infissione degli elettrodi, di lunghezza di circa 15 cm, che trasmettono al terreno la debole corrente elettrica (inavvertibile fisicamente) necessaria per energizzare il terreno. Per la realizzazione di questa indagine possono essere impiegate metodologie che utilizzano corrente continua o a corrente alternata a bassa frequenza.

L'occupazione del suolo è limitata al breve periodo in cui si svolge la misura ed è rappresentata soltanto dall'ingombro dei cavi che collegano gli elettrodi allo strumento di misura. Tale operazione non prevede quindi azioni che possano interferire con lo stato dell'ambiente, ovvero alterare gli equilibri ecosistemici e lo stato delle cose.

Gli unici elementi di rischio potenziale sono riconducibili, anche in questo caso, alla presenza di cavi stesi sul terreno che, escluso come già argomentato il rischio elettrico (il cavo è isolato ed il segnale è a bassissima tensione), possono costituire intralcio in corrispondenza di attraversamento di strade o vie di passaggio.

Tale rischio potenziale verrà evitato adottando le opportune misure di prevenzione (posa dei cavi che eviti il più possibile intralcio, attraversamento tramite tombini o con interramento dei cavi quando risulti ciò inevitabile, fissaggio dei cavi, ecc.) e la necessaria segnaletica, comprendendo anche la presenza fisica di addetti al segnalamento.

Non sussistono comunque rischi di incidenti connessi alle operazioni che possano sfuggire ad una conduzione delle operazioni secondo normali criteri di prudenza e di controllo.

### 4.3.7 Prospezioni Termografiche di superficie

Questo rilievo viene effettuato tramite il mezzo aereo ultraleggero, dotato di termocamera, in dotazione al DST dell'università di Firenze e pilotato da un istruttore di volo all'uopo brevettato.

Le immagini termografiche, elaborate anche con la tecnica dei "falsi colori" mettono in evidenza anche minime variazioni di temperatura del suolo, dando una indicazione indiretta della presenza di corpi caldi.

I dati numerici, una volta computati elettronicamente, permettono invece l'elaborazione di carte tematiche che descrivono l'andamento e la distribuzione delle anomalie di superficie eventualmente riscontrate.

#### 4.3.7.1 Effetti ambientali delle Termografie di superficie

L'unico rischio riconducibile a tale prospezione è quello collegato al volo.

Al di là dell'imponderabile, la tipologia del mezzo ed il suo affidamento ad una persona altamente qualificata (non un semplice pilota ma un istruttore di volo) permettono di minimizzare il rischio, portandolo all'interno di un'area probabilistica assolutamente accettabile.

Oltre a questo, come prescritto dalle norme che regolano la navigazione aerea degli ultraleggeri, verrà evitato scrupolosamente il volo sopra centri abitati, edifici, e simili.

### 4.3.8 Prospezione idrogeochimica

Scopo di questa indagine è lo studio delle emissioni spontanee naturali in fase liquida e/o gassosa provenienti dal sottosuolo la cui composizione chimica, le caratteristiche fisiche, l'equilibrio dei componenti, la presenza di particolari elementi e composti molecolari, i cosiddetti "indicatori", sono in relazione con le condizioni nel sottosuolo e quindi possono dare indicazioni attendibili circa la presenza di serbatoi geotermici e delle temperature del fluido.

Campioni di acque sorgive e di manifestazioni liquide e/o gassose verranno

prelevati da tutte le emergenze naturali, anche in aree vicinali a quella oggetto del presente permesso. Tali campioni, previa filtrazione, verranno suddivisi nelle necessarie aliquote e, se necessario, addittivati con opportuni stabilizzanti.

Tutte le analisi, escluse quelle che che è possibile effettuare sul posto tramite strumenti portatili (pH, la conducibilità, la temperatura, ecc.) verranno effettuate in laboratorio successivamente al prelievo.

Il confronto tra i dati preesistenti e quelli risultanti dalle analisi fisiche e chimiche specifiche verranno poi elaborati con il fine di ricavare diagrammi di equilibrio, modelli fisico-matematici ed indicazioni attendibili circa la caratterizzazione dell'acqua, la sua natura e provenienza, le condizioni genetiche e quelle delle rocce che ha attraversato, il tempo di permanenza nel sottosuolo, ecc.

#### 4.3.8.1 Effetti ambientali della prospezione geochimica

Le analisi geochimiche richiedono il campionamento delle acque sorgive e delle altre emergenze naturali. Il quantitativo di fluidi prelevato è quantitativamente molto limitato e comunque tale da non costituire un uso di risorse naturali significativo.

Tenuto conto del brevissimo tempo di permanenza degli operatori sui luoghi e della tipologia delle operazioni da svolgere, si può affermare che questa attività non comporta impatti ambientali significativi o rilevabili.

L'unico rischio di incidenti e di contaminazioni ambientali è quella conseguente al trasporto degli stabilizzanti necessari per confezionare le aliquote campionarie ma, tenuto conto che trattasi sostanzialmente di pochi cc di acido cloridrico diluito trasportato all'interno di un contenitore di sicurezza e contenuto in un flacone infrangibile e della perizia degli specialisti addetti, si comprende come tale rischio sia esclusivamente teorico o, comunque, davvero minimo.

Da quanto sopra si desume che anche questo tipo di attività,sia in corso d'opera che dopo il termine, non comporta alcun effetto sulla morfologia del territorio, sulla flora, sulla fauna, sugli ecosistemi e/o sulle opere antropiche eventualmente presenti.

### 4.3.9. Prospezioni Termometriche

Il rilievo termometrico ha lo scopo di meglio definire e delimitare le anomalie di temperatura e di gradiente termico che, al momento attuale, sono soltanto supposte o estrapolate da studi preesistenti.

Quest'attività prevede la valutazione del gradiente geotermico locale tramite la misura della temperatura, ai diversi livelli di profondità, entro pozzetti appositamente perforati fino a raggiungere le formazioni impermeabili di copertura.

Verranno quindi perforati un limitato numero di pozzetti termometrici in cui sarà calata una sonda termometrica per misurare la temperatura a diverse profondità. I pozzi termometrici avranno profondità di circa -100 metri dal piano campagna. I pozzi si spingeranno all'interno dei terreni impermeabili per almeno 40 m a foro scoperto.

Il metodo di perforazione sarà a distruzione di nucleo, mediante rotazione con scalpello tricono ad inserti in carburo di tungsteno con il sistema aria/acqua/schiuma (metodo quick foam/air lift). La successione dei diametri di perforazione verrà decisa prima di iniziare le operazioni in funzione anche dell'apparecchiatura di misura che verrà impiegata. A parte l'avanpozzo, la

perforazione verrà tubata solo se richiesto dalla natura e stabilità dei terreni attraversati. Il tratto in falda sarà scoperto e solo per evidenti problemi di stabilità sarà tubato con tubo finestrato.

La planimetria tipo racchiude gli spazi minimali necessari al posizionamento della perforatrice e dell'autocarro di servizio porta aste, affinché il personale di servizio addetto alla gestione dell'impianto e delle attrezzature di corredo possa operare con la massima sicurezza. Gli altri mezzi di servizio, quali l'autocarro con compressore e/o pompa fanghi, l'autobotte per l'approvvigionamento dell'acqua, dei carburanti, degli oli, dei materiali vari necessari alle lavorazioni, nonché gli autocarri per il trasporto della tubazione di lavoro e la relativa auto-gru per la posa in opera della stessa, ove occorra, non sono da considerarsi impiantistica fissa di cantiere.

Dopo il termine delle operazioni di perforazione, non sono previste installazioni stabili nell'area dei lavori.

Fanno eccezione le installazioni comunque a carattere temporaneo costituite dal boccapozzo della perforazione (costituito da un tubo in acciaio di circa 30 cm di diametro sporgente di 50-80 cm fuori terra) e da una recinzione in rete metallica di 3.5x3.5 m di 2.20 m di altezza attorno al bocca pozzo. Tali opere di sistemazione hanno carattere temporaneo e provvisorio (5-6 mesi) e rimarranno in loco solo fino al termine della campagna di misure che avverrà in due serie successive.

La prima serie di misure inizierà immediatamente dopo la fine delle perforazioni. Sui pozzetti verranno eseguiti log di temperatura per punti (generalmente su due o tre livelli spaziati di 5-10 metri) dentro il foro, intervallati di 1-2 giorni per un ciclo di 3 a 6 volte e comunque fino al ristabilimento dell'equilibrio termico del pozzo. La seconda serie verrà effettuata a distanza di 5-6 mesi (per verificare eventuali effetti stagionali) e durerà 1-2 giorni. Finite così le misure il boccapozzo e la recinzione verranno rimossi completamente e verrà ripristinato l'assetto originario della superficie del terreno.

Per quanto riguarda la parte sotterranea verrà effettuata la "chiusura mineraria" del sondaggio, a norma delle vigenti disposizioni di polizia mineraria previste al riguardo.

La misura di temperatura lungo il profilo del pozzo avverrà per punti spaziati di 5-10 metri, mediante uno strumento di tipo passivo senza effetti o rilasci di sostanze.

Per le operazioni di salita e discesa della sonda termometrica verrà usato un avvolgitore su cavalletto azionato manualmente o da motore elettrico. Al termine del rilievo verranno prodotti log termici, la carta delle temperature all'interno della coltre impermeabile su tre isobate, e sopratutto la mappa dei gradienti principali, la mappa del flusso termico, e l'estrapolazione dei gradienti al top della serie permeabile il tutto corredato da considerazioni ed interpretazioni. Queste attività saranno eseguite in ufficio.

#### 4.3.9.1 Effetti ambientali delle prospezioni termometriche

Per quanto riguarda l'utilizzo delle risorse naturali nella prospezione termometrica si avrà solo un impiego di frantumato per livellare le postazioni dei pozzetti, ridotto al minimo sia per la tecnica prescelta sia per complessiva buona costituzione, portanza, e capacità di drenaggio naturale del terreno superficiale nell'area del Permesso di Ricerca.

Per quanto riguarda l'asporto di materiali i pozzetti termometrici per la loro costituzione comportano solo una limitata estrazione di terreno lungo l'asse del

pozzo (nell'ordine di pochi metri cubi).

Relativamente ai materiali provenienti dalle perforazioni (cuttings di perforazione) questi sono costituiti dai detriti macinati delle rocce attraversate e portate a giorno nel corso della perforazione. Si prevedono in circa 5-10 m3 per sondaggio, che qualora non venissero richiesti in aree diverse per lavori di ripianamento o per la manutenzione di strade, sarebbero asportati e conferiti a discarica locale.

Anche l'utilizzo di acqua per gli usi di cantiere sarà ridotto al minimo in conseguenza della tecnica di perforazione che verrà adottata (air-lift o quick foam), così come i detriti provenienti dalla perforazione.

La natura e le modalità di esecuzione delle misurazioni termometriche e la loro durata complessivamente limitata alcuni giorni (mediamente da 4 a 7) non comporta alcun uso di risorse naturali.

Nelle operazioni di perforazione dei pozzetti termometrici possono intravedersi alcuni potenziali rischi riguardo a inquinamento, produzione di rifiuti e disturbi ambientali. Tuttavia questi rischi o rivestono un carattere più teorico che reale o risultano di entità assolutamente trascurabile come appare dalle considerazioni sotto riportate:

- Per quanto riguarda gli effetti di inquinamento per emissioni artificiali, gli unici prodotti dell'impianto di perforazione durante le operazioni saranno i gas di scarico dai motori diesel dei componenti che necessitano di forza motrice ossia: l'autocarro sul quale è montata la perforatrice del gruppo motore, la stessa perforatrice, le pompe asservite all'impianto, il gruppo di generazione elettrica. Queste emissioni esogene risultano entro la norma e di entità limitata, dato che l'impianto è omologato a norma delle vigenti disposizioni e sottoposto a regolare manutenzione e controllo periodico.
- Un altro potenziale rischio di inquinamento potrebbe intravvedersi in possibili emissioni endogene a seguito della perforazione dei pozzetti. In ogni caso, anche se il percorso di tali pozzetti intercettasse una frattura superficiale, o un livello permeabile entro la copertura potrebbe solo verificarsi la fuoriuscita dal pozzo di acqua avente natura, composizione e quantità simili a quelle delle sorgenti di acque termominerali spontanee presenti nella zona di indagine. In ogni caso, il dispositivo di sicurezza di chiusura della testapozzo (Blow Out Preventer) che sarà regolarmente installato, sarà pronto ad intervenire per bloccare eventuali emissioni di acque e gas anomale o incontrollate preservando sia da incidenti al personale di servizio ed alle attrezzature sia dalla diffusione in atmosfera delle pur innocue emissioni.
- Relativamente a possibili rischi di inquinamento da materiali provenienti dalle lavorazioni (cuttings di perforazione) è da evidenziare che questi sono costituiti unicamente dai detriti macinati delle rocce attraversate e portate in superficie nel corso della perforazione. Come già esposto al paragrafo precedente l'entità di tali materiali di risulta è prevista attorno ai 5- 10 m3 per sondaggio, e la loro natura è la stessa delle rocce locali e quindi assolutamente neutra. In ogni caso, come già esposto, qualora non venissero richiesti in aree diverse per lavori di ripianamento o per la manutenzione di strade, sarebbero asportati e conferiti a discarica locale.
- Riguardo al possibile disturbo costituito dall'occupazione del suolo i lavori previsti comportano solo una occupazione temporanea (7-10 giorni) delle postazioni. L'impianto che verrà usato è del tipo autoportato con aste al seguito, per cui non sono previste opere stabili, né precarie, durante l'esecuzione dei lavori e i tempi di approntamento e smobilitazione del cantiere saranno estremamente

ridotti.

- Eventuali possibili disturbi alla viabilità ed alla logistica sono scongiurati dal tipo di mezzi impiegato: macchine ed attrezzature di perforazione del tipo autocarrato semovente gommato. Tutti questi mezzi sono in sagoma stradale e pertanto non è necessario alcun intervento di realizzazione di nuove piste o strade di accesso alle postazioni ove verranno eseguiti i rilievi. In aggiunta a ciò le postazioni verranno ubicate in aree già servite da viabilità (comunque secondaria) esistente. Al massimo potrebbe essere necessario il ripianamento del piano di calpestio con l'aggiunta di riporti di materiali e tipologie locali o l'adeguamento della carreggiata o dei raggi di curvatura. In ogni caso detti adeguamenti saranno quelli strettamente necessari per il passaggio dei mezzi di lavoro e di servizio in condizioni di sicurezza.
- Riguardo al potenziale rischio di alterazione della morfologia dei luoghi l'approntamento delle piazzole di lavoro, (pur realizzate con caratteristiche e dimensioni adeguate alle macchine ed alle attrezzature di lavoro), sarà effettuato senza procedere a movimentazioni di terra o sbancamenti o riporti di terreno ma al massimo con un semplice ripiano, ove occorra, per il posizionamento della perforatrice, che è del tipo autolivellante.
- Per quanto riguarda possibili effetti sulle acque superficiali e sotterranee, si evidenzia che la metodologia di perforazione impiegata, è tale da non provocare alcun effetto di inquinamento o alterazione. Infatti i fluidi di perforazione previsti sono acqua/polimeri normalmente usati per il sistema air-lift/quick foam. Tale sistema è normalmente usato per ricerche idrico-potabili destinate all'uso umano ed è notoriamente il meno invasivo rispetto agli altri metodi in quanto, oltre ad essere rapidamente biodegradabile (la vita delle "schiume" non dura più di qualche ora), non lascia traccia alcuna né in profondità, né in superficie.
- Relativamente al fattore "rumore" si prevede che quello prodotto dall'impianto di perforazione sia avvertibile in un raggio di circa cinquanta metri dalla postazione e in corrispondenza di quest'ultima raggiunga un livello pari a quello di un camion di media potenza.
- Riguardo a possibili effetti di altri fattori di rischio ambientale quali luce, calore, pulviscolo, odori, vibrazioni, radiazioni durante le operazioni di perforazione non si produrrà nessuno di tali fenomeni fisici artificiali di rilevanza tale da costituire un evento anomalo.
- Riguardo a possibili impatti sul paesaggio dopo il termine delle operazioni di perforazione, non sono previste installazioni stabili nell'area dei lavori, a parte una postazione temporanea per 5-6 mesi al massimo, dopo di che terminate le misure entro il pozzo, il tutto verrà rimosso e sarà ripristinato l'assetto originario della superficie del terreno e per la parte sotterranea verrà effettuata la "chiusura mineraria" a norma delle vigenti disposizioni di polizia mineraria.
- Riguardo a possibili incidenze negative rispetto alla flora ed alla fauna locali così come alle opere antropiche quanto esposto sopra rende evidente l'assenza di lavorazioni tali da provocare effetti di rilevanza tale da costituire eventi anomali.
- Per quanto riguarda il rischio di incidenti, per quanto concerne i mezzi d'opera impiegati e la metodologia operativa, i lavori non comportano particolari forme di rischi specifici derivati dalla tecnologia e dalle sostanze impiegate: rischi di incidenti a persone e cose sono quelli di natura e livello assolutamente simile a quelli di qualsiasi cantiere dove si eseguano lavori con impiego di macchinario pesante di tipo elettromeccanico.

La tecnologia impiegata è ampiamente collaudata e matura da oltre un secolo, inoltre per le caratteristiche dell'impianto è richiesta la presenza di operatori specializzati e con lunga esperienza.

Il cantiere sarà adeguato alle norme di sicurezza previste dalla normativa vigente con la produzione del relativo piano di sicurezza e l'applicazione di ogni accorgimento necessario. Il cantiere sarà comunque dotato delle attrezzature di sicurezza e pronto soccorso previste dalla normativa.

Per quanto riguarda possibili emissioni dei pozzetti durante la perforazione, nel paragrafo precedente si è accennato alla scarsa probabilità ed all'assenza di potenziale inquinante. Lo stesso vale per quanto riguarda il rischio di incidenti. In ogni caso a testa pozzo verrà installato il dispositivo di chiusura automatica (Blow Out Preventer) per la salvaguardia e la sicurezza del personale di servizio e delle attrezzature che interviene automaticamente bloccando eventuali fuoriuscite anomale o incontrollate.

A seguito dell'analisi sopra presentata si può ragionevolmente sostenere che gli effetti diretti ed indiretti dei lavori relativi alle prospezioni termiche sono assolutamente trascurabili in corso di esecuzione e nulli dopo l'ultimazione delle attività. Tali lavori non avranno effetti sulla morfologia del territorio, né sulla flora e fauna o sulle opere antropiche o sulle altre componenti dell'ambiente.

### 4.3.10. Quadro ambientale pre-fase di perforazione e coltivazione

Sono previste analisi chimico-ambientali antecedenti la fase di perforazione e successiva (eventuale) coltivazione del campo geotermico individuato. Le analisi verranno effettuate sulle tre matrici ambientali aria, suolo ed acqua nell'area oggetto del permesso di ricerca con il fine di identificare un "bianco" non perturbato dell'area per quanto riguarda alcuni elementi e composti potenzialmente inquinanti.

I suoli verranno analizzati secondo una campionatura regolare per determinare la loro composizione, con particolare riferimento alla presenza di metalli pesanti ed altri elementi potenzialmente inquinanti (Pb, Zn, Cu, Fe, As, Hg, Cd, Sb).

Le acque sorgive saranno analizzate per determinare il loro chimismo, ponendo particolare attenzione al contenuto in metalli pesanti ed altri elementi potenzialmente inquinanti (Pb, Zn, Cu, Fe, As, Hg, Cd, Sb).

L'aria verrà monitorata per rilevare la presenza di elementi o composti chimici potenzialmente inquinanti che potrebbero essere associati all'utilizzo della geotermia per produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla eventuale presenza di Hg, CO2 e H2S nell'aria.

#### 4.3.10.1. Effetti ambientali della pre-fase perforazione e coltivazione

Questa attività prevede esclusivamente il prelievo di alcuni campioni di suolo e d'acqua, mentre l'aria sarà analizzata sul posto tramite centralina. Trattandosi di campioni di poca rilevanza in peso e volume il consumo di risorse naturali è da considerarsi non significativo.

La presenza di operatori nell'area interessata dal Permesso di Ricerca è limitata alla sola fase di prelievo dei campioni mentre tutte le analisi si svolgeranno in laboratorio. Fa eccezione il monitoraggio dell'aria che verrà effettuato sul posto mediante un'apposita strumentazione autotrasportata.

Il disturbo ambientale è quindi relativo alla sola presenza, per un tempo molto limitato, degli addetti al campionamento e allo stazionamento della stazione

mobile per il monitoraggio dell'aria, anch'esso molto limitato nel tempo. Le attività svolte non comportano produzione di rifiuti e non hanno alcun effetto inquinante.

Stante quanto finora descritto si può a ragione definire anche questa attività priva di rischi e di qualsiasi rilevanza dal punto di vista dell'impatto sull'ambiente.

### 4.3.11. Sintesi dei risultati ed ubicazione dei pozzi esplorativi

Una volta effettuate tutte le indagini precedentemente descritte, i dati raccolti verranno elaborati al fine di realizzare un modello del campo geotermico il più dettagliato possibile sulla base del quale verrà deciso il numero e l'ubicazione dei pozzi esplorativi.

Il modello geotermico dell'area sarà sviluppato per descriverne:

- l'assetto stratigrafico e strutturale, con correlazioni stratigrafiche a varie profondità tra i livelli geologici;
- la geometria delle formazioni profonde;
- la distribuzione delle temperature in copertura e soprattutto all'interno del serbatoio geotermico con andamento areale e con la profondità delle isoterme;
- la ricostruzione delle zone di ricarica degli acquiferi ed i collegamenti tra acquiferi superficiali e reservoir profondi;

A seguito dei risultati della modellistica, se necessario, verrà eseguito l'adattamento tecnico ed economico delle fasi successive di progetto.

La corretta interpolazione dei dati ricavati dalle varie prospezioni con il modello del campo geotermico elaborato è sostanziale per stabilire correttamente le caratteristiche dei pozzi esplorativi (numero, ubicazione, profondità, inclinazione, attrezzatura, ecc.) e, conseguentemente, dell'intero progetto.

#### 4.3.11.1. Effetti ambientali della fase di sintesi dei risultati

Le attività di questa fase riguardano l'elaborazione di dati, studi ed interpretazioni che si svolgeranno esclusivamente in ufficio senza nessuna presenza, attività o interventi di alcun genere sul terreno, pertanto non hanno alcuna rilevanza rispetto alle componenti dell'ambiente.

## 4.4. PERFORAZIONE POZZO/I ESPLORATIVO/I

La fase 5 del programma consiste nella perforazione di un pozzo esplorativo denominato "SAN GAVINO 1" con le caratteristiche descritte in seguito. Questa fase comprende tutte le operazioni che vanno dalla scelta dell'ubicazione del pozzo fino al ripristino dell'area di cantiere.

Come precedentemente esposto, la posizione dei siti sarà verificata alla luce delle indagini svolte nonché della logistica, delle normative ambientali, dei vincoli territoriali e della situazione proprietaria dei terreni. Non si può escludere infatti che, al termine delle indagini preliminari della Fase 4, emerga la necessità di apportare modeste variazioni alla posizione del pozzo. In tal caso tale esigenza sarebbe comunicata tempestivamente agli Uffici competenti. Una volta individuata la posizione definitiva verranno redatti programma e profilo del pozzo. Prima di iniziare sarà necessario approntare la postazione di lavoro e solo a questo punto avrà inizio la perforazione vera e propria che sarà continuamente monitorata.

Raggiunti i livelli indiziati e accertata la presenza di condizioni termiche idonee, sarà stimata la produttività del pozzo e sarà effettuata una prima valutazione dei parametri idraulici del "serbatoio geotermico" rilevando le caratteristiche del giacimento e la qualità dei fluidi. Questo comporterà tutta una serie di analisi e valutazioni sui campioni provenienti dal pozzo e di prove e test di carattere speditivo sui fluidi erogati.

Al termine delle operazioni si provvederà allo smontaggio degli impianti e al ripristino ambientale/territoriale dell'area di cantiere in relazione al successo o meno dell'indagine.

Per le fasi di costruzione, montaggio dell'impianto e smontaggio dello stesso si prevedono circa 10-12 trasporti con autocarro pesante, inoltre per il trasporto in loco dei materiali di consumo e dei macchinari sono previsti almeno 2 trasporti di autocarro pesante al giorno. Si deve inoltre segnalare che giornalmente si avrà un traffico veicolare leggero dovuto al raggiungimento del sito da parte degli operatori.

Le perforazioni esplorative hanno lo scopo di raggiungere fisicamente il giacimento geotermico ed accertare la presenza di fluidi sfruttabili e di effettuare una prima valutazione delle caratteristiche del "serbatoio geotermico" e di alcune caratteristiche della risorsa (chimismo, temperatura, pressione, ecc).

Le dimensioni della postazione di cantiere saranno contenute entro i limiti minimi per garantire la funzionalità e l'agevole operatività sia dei mezzi d'opera sia del personale, comprendendo anche le motivazioni di sicurezza (tutto il cantiere sarà compreso indicativamente entro un rettangolo di circa 80x50 metri). L'area del cantiere sarà consolidata con ghiaia al fine di sopportare l'attività dei mezzi impiegati. E' esclusa l'installazione di stazioni fisse di alcun genere fatta esclusione per la cantina del pozzo (avanpozzo), una struttura in calcestruzzo costituita da uno scavo della profondità di circa 1,5m e largo circa 2x2m. Intorno all'avanpozzo verrà realizzata una soletta in calcestruzzo armato idonea a sopportare il carico dell'impianto.

L'esecuzione della perforazione esplorativa richiederà l'impiego di una sonda e delle relative attrezzature di corredo e di supporto con potenza e con caratteristiche tecniche adeguate:

- alle profondità da raggiungere programmate attorno ai 800 metri e quindi mediamente impegnative;
- alla natura delle formazioni geologiche da attraversare;
- ai diametri previsti a fondo pozzo (che potranno variare in funzione dei criteri con cui verrà impostato il programma di perforazione);
- alle particolari condizioni fisiche nelle quali si svolgeranno le operazioni (presenza di alte temperature delle formazioni e dei fluidi liquidi e gassosi che verranno incontrati in profondità);

Al termine della organizzazione del cantiere inizierà la perforazione esplorativa vera e propria.

Il pozzo "SAN GAVINO 1" verrà eseguito con sistema a rotazione e circolazione diretta che prevede:

- Perforazione con diametro di 26" e con casing da 22" per 100-150 metri;
- Perforazione con diametro 17 ½" e con casing 13 3/8" per circa 500 m;
- Perforazione con diametro 12 ¼" e con casing 9 5/8" fino a fondo pozzo;

- Eventuale installazione di liner finestrato Ø 7"- 8" ½ negli ultimi 100 m;

Verrà utilizzato fango di tipo bentonitico per la circolazione con l'aggiunta, quando necessario, di opportuni stabilizzanti e additivi, senza escludere in situazioni particolari (zone a forte perdita di circolazione, orizzonti produttivi nei livelli obiettivo, formazioni particolarmente reattive ai liquidi, ecc) l'impiego di altri mezzi quali aria, schiuma, acqua chiara. Questi fanghi verranno stoccati temporaneamente all'interno di una vasca di circa 250m$^3$ appositamente scavata nel terreno e impermeabilizzata con idonee membrane.

Particolare attenzione dovrà essere posta in corrispondenza dei livelli produttivi ad alta temperatura dove un mezzo di circolazione non idoneo potrebbe ostruire le fessure e le fratture che sono all'origine della permeabilità e quindi della produttività del pozzo. Le modalità di trivellazione (es.: velocità di rotazione, carico al gancio, pressione e composizione del fango, ecc.) saranno stabiliti durante le operazioni in funzione delle caratteristiche litologiche e meccaniche delle formazioni incontrate, degli assorbimenti dei terreni attraversati e della posizione rispetto ai livelli ipotizzati come obiettivo, degli altri parametri connessi all'operatività della sonda.

Particolare cura sarà dedicata al controllo geologico in tempo reale ed alle operazioni di campionamento e studio per poter effettuare, anche in tempo differito, un accurato log stratigrafico.

Oltre al prelievo delle carote che verrà stabilito dal geologo responsabile verrà comunque effettuato il prelievo, ad intervalli regolari, dei cuttings al vibrovaglio che saranno preparati per le ulteriori operazioni di analisi minero-petrografiche-paleontologiche presso laboratori.

L'assistenza geologica di cantiere si occuperà della compilazione del profilo stratigrafico, della conduzione ed interpretazione dei log e dei test, del prelievo, della preparazione delle carote e dello studio petrografico ed eventualmente del riorientamento del programma di perforazione in funzione dei risultati parziali progressivamente ottenuti.

Per tutta la durata delle operazioni sul cantiere sarà presente un laboratorio di campagna minero-petrografico-paleontologico.

Durante le prove di strato su intervalli produttivi sarà effettuata l'installazione dei Preventer ed eventuali silenziatori in dotazione al cantiere.

Al termine della perforazione ed in caso di esito positivo della medesima si procederà ai lavori di completamento della postazione che saranno compiuti in due fasi. Nella prima fase verranno effettuate solo le sistemazioni provvisorie a carattere temporaneo che sono strettamente necessarie per consentire l'effettuazione delle prove e test preliminari e speditivi. Il pozzo sarà comunque recintato con recinzione provvisoria ma invalicabile. Nella seconda fase, che verrà attuata dopo l'esecuzione delle prove e dei test, viene effettuata la sistemazione finale del pozzo comprensiva di testa-pozzo con manometro, punti di spillaggio, valvola con apertura adeguata alla portata massima erogabile dal pozzo ecc. Il tutto a termine dei regolamenti e normative di legge vigenti in materia.

I lavori di sistemazione finale, in attesa delle prove di produzione, termineranno con le altre operazioni sul sito occupato dal cantiere (la bonifica delle eventuali aree inquinate, la rimozione degli ultimi residui di cantiere, il ripristino della morfologia e della vegetazione).

E' evidente che se il pozzo risulterà improduttivo verrà mantenuto con la

sistemazione provvisoria come punto di osservazione ed al termine della ricerca sarà chiuso minerariamente secondo i regolamenti di Polizia Mineraria.

### 4.4.1. Effetti ambientali della fase di perforazione del pozzo esplorativo

L'impiego di risorse naturali per la perforazione del pozzo esplorativo è limitato all'impiego di modesti quantitativi di frantumato per livellare la postazione del cantiere. L'impiego sarà ridotto al minimo sia per l'ubicazione prescelta sia per complessiva buona costituzione, portanza, e capacità di drenaggio naturale dell'area ove verrà ubicato il pozzo esplorativo comprese le due postazioni di riserva e si aggirerà nell'ordine dei 150-200 $m^3$.

L'acqua per gli impieghi operativi del cantiere sarà reperita realizzando un pozzo di servizio estremamente superficiale (pochi metri) nelle immediate vicinanze del cantiere nell'ipotesi probabile dell'esistenza di falde superficiali o eventualmente potrebbe essere presa in considerazione l'ipotesi di un trasporto con autocisterna. Nel caso della realizzazione di un pozzo di servizio si precisa che l'emungimento di acqua sarebbe limitato al tempo delle operazioni di cantiere (uno-due mesi). Relativamente all'asporto di materiali la perforazione esplorativa comporterà l'estrazione di un cilindro di terreno lungo l'asse del pozzo.

Il volume estratto dalle perforazioni, costituito dai detriti macinati delle rocce attraversate, sarà di circa 150 $m^3$. Di questo volume verrà recuperato circa il 60% attraverso vagliatura, che troverà un uso locale come ad esempio materiali per lavori di ripianamento, riempimento o correzione dei suoli agricoli. In caso contrario saranno evacuati e conferiti a discarica locale previa analisi chimica-mineralogica. Il restante 40%, costituito da una miscela di fango e detrito, verrà sottoposto ad un trattamento, mediante filtropressa, in un centro specializzato. La fase solida derivata da questo processo verrà o riutilizzata o conferita in discariche adatte al tipo di materiale previa analisi chimica-mineralogica. La fase liquida, costituita da acqua e residui fini di bentonite in sospensione, verrà se possibile riutilizzata per la preparazione di altro fango di perforazione, altrimenti verrà affidata ad una società specializzata che penserà alla raccolta, al trasporto e alla chiarificazione presso un suo centro.

Legati alle operazioni di perforazione del/i pozzo/i esplorativo/i sono da valutare alcuni potenziali rischi riguardo a inquinamento, produzione di rifiuti e disturbi ambientali. Questi rischi hanno tuttavia il carattere di eventi possibili e potenziali ma con probabilità di accadimento molto remota oppure, quando sono concreti, hanno un'entità quantitativa estremamente limitata, un impatto assolutamente trascurabile ed i loro effetti completamente azzerabili al termine delle operazioni. Nel seguito sono esposti, analizzati e valutati uno per uno tutti i possibili fattori di rischio nei riguardi sia degli elementi naturali dell'ambiente: suolo, sottosuolo, acque superficiali, acque sotterranee, aria; sia degli organismi viventi (flora e fauna); sia della presenza antropica (vita, salute, opere e costruzioni dell'uomo, ecc.).

• Effetti di inquinamento per emissioni artificiali derivano dai gas di scarico da quei componenti dell'impianto che necessitano di forza motrice in fase di lavoro e sono alimentati da motori diesel, ossia: la sonda, l'autocarro sul quale è montata la perforatrice stessa, le pompe asservite all'impianto, il gruppo di generazione elettrica, i veicoli di servizio al cantiere.

Queste emissioni esogene sono di natura uguale a quella di tutti i motori diesel e sono entro la norma, dato che l'impianto è omologato a norma delle vigenti disposizioni e sottoposto a regolare manutenzione e controllo periodico. L'entità

(comunque modesta) di tali emissioni è limitata al periodo di durata delle perforazioni (1,5-2 mesi), tempo che considerando i fermi cantiere per vari motivi si riduce al 70%-80%;

• Un altro potenziale fattore di inquinamento potrebbe intravvedersi in possibili emissioni di fluidi geotermici nel corso e immediatamente dopo la fine delle operazioni di perforazione. Il possibile evento darebbe comunque un effetto limitato alla fuoriuscita dal pozzo di acqua/vapor d'acqua avente natura, composizione e quantità simili a quelle delle sorgenti spontanee di acque termominerali che sono presenti nella zona di indagine. L'acqua in fase liquida sarà versata nei vasconi di cantiere e poi smaltita nel modo più opportuno. Relativamente a possibili rischi di inquinamento da materiali provenienti dalle lavorazioni (cuttings di perforazione) è da evidenziare che la loro natura è assolutamente neutra dato che sono costituiti unicamente dai detriti macinati delle rocce attraversate e portate in superficie nel corso della perforazione. In ogni caso, come già menzionato, qualora non venissero destinati ad usi di utilità in aree diverse sarebbero asportati e conferiti a discarica locale;

• Circa gli effetti fisici sul terreno è evidente che la trivellazione provoca una concentrata, confinata e limitata rimozione del terreno lungo l'asse del foro. Come già esposto al paragrafo precedente l'entità di tali materiali di risulta è prevista attorno ai 150 $m^3$ per sondaggio e sviluppata lungo un asse verticale che non ha nessun effetto fisico né rispetto alla superficie né in profondità;

• In relazione al possibile disturbo per l'occupazione del suolo i lavori previsti comportano solo una occupazione temporanea (1,5-2 mesi) delle postazioni. L'impianto che verrà usato è del tipo autoportato per parti modulari, da montarsi sul posto per cui non sono previste opere stabili, né precarie, durante l'esecuzione dei lavori e i tempi di approntamento e smobilitazione del cantiere saranno abbastanza ridotti;

• Per quanto riguarda possibili disturbi alla viabilità ed alla logistica le postazioni verranno ubicate in aree già servite dalla viabilità secondaria esistente senza la necessità di costruire nuove strade; al massimo potrebbe essere necessario il ripianamento degli accessi con riporti di materiali locali o l'adeguamento della carreggiata o dei raggi di curvatura. In ogni caso detti adeguamenti saranno quelli strettamente necessari per il passaggio dei mezzi di lavoro e di servizio in condizioni di sicurezza e saranno realizzati secondo le tipologie locali. Le macchine ed attrezzature di perforazione sono del tipo autocarrato semovente gommato ed in sagoma stradale ed in caso di difficili attraversamenti di strade o vie di passaggio a scarsa visibilità gli spostamenti avverranno con opportune precauzioni circa la segnalazione e gli avvertimenti. Per le fasi di costruzione, montaggio dell'impianto e smontaggio dello stesso si prevedono circa 10-12 trasporti con autocarro pesante, inoltre per il trasporto in loco dei materiali di consumo e dei macchinari sono previsti almeno 2 trasporti di autocarro pesante al giorno. Si deve inoltre segnalare che giornalmente si avrà un traffico veicolare leggero dovuto al raggiungimento del sito da parte degli operatori;

• Relativamente al potenziale rischio di alterazione della morfologia dei luoghi come è già stato detto in precedenza l'approntamento delle piazzole di lavoro, (pur realizzate con caratteristiche e dimensioni adeguate alle macchine ed alle attrezzature di lavoro), sarà effettuato senza procedere a rilevanti movimentazioni di terra o sbancamenti o riporti di terreno ma solo con minori operazioni di ripianamento. Per tutte le opere verranno preferibilmente utilizzati materiali inerti di recupero al fine di ridurre l'impatto ambientale;

• Circa possibili effetti sull'aspetto paesaggistico finale dell'area la sistemazione definitiva oltre all'assetto finale della testa-pozzo comprenderà la costruzione della postazione definitiva con piazzola e recinzione a termine delle normative di legge. La sistemazione definitiva prevede anche gli altri lavori di sistemazione dell'area del cantiere attorno al pozzo con la bonifica di eventuali aree inquinate, la rimozione degli ultimi residui di cantiere (compreso il frantumato usato per l'approntamento dell'area) ed il ripristino della morfologia e della vegetazione come prima dell'intervento. L'unica opera permanente che rimarrà al termine dei lavori (esclusivamente per i pozzi produttivi) sarà l'area occupata dalla piazzola del/i pozzo/i, ognuna di circa 20-25 $m^2$, costituita dalla piattaforma in c/s, la recinzione ed opere di boccapozzo come precedentemente descritto. Lavori di completamento. L'impatto di tali opere è essenzialmente visivo ed ineliminabile anche se, riteniamo, di lieve entità. Infatti le teste pozzo sono di limitato sviluppo verticale (1,5-2 m) e saranno comunque previste opere di mascheramento in armonia con il paesaggio locale da studiare caso per caso come siepi, terrapieni, muretti a secco, oppure, se necessario e possibile, un intervento più radicale con la costruzione interrata della postazione. Nel caso di abbandono e chiusura mineraria del pozzo invece non verrà eseguita nessuna opera permanente e l'area sarà riportata esattamente allo stato quo-ante ad eccezione del caso in cui venga fatta richiesta di mantenere l'opera da parte del proprietario del terreno, per utilizzarla nella propria attività, oppure da parte delle amministrazioni locali;

• In relazione a possibili effetti sul suolo e sulle acque superficiali e sotterranee, l'impianto di perforazione non può provocare alcun effetto di inquinamento o alterazione dato che il fluido di perforazione previsto sarà normalmente fango bentonitico e su livelli ed in condizioni particolari, acqua chiara o aria. I fanghi verranno stoccati temporaneamente all'interno di una vasca di circa 250$m^3$ appositamente scavata nel terreno e impermeabilizzata con idonee membrane. Il metodo adottato per la realizzazione della vasca denota il carattere temporaneo dell'opera ed il ripristino del terreno al termine delle operazioni. Questi sono i mezzi normalmente usati anche per le ricerche idrico-potabili destinate all'uso umano. L'unico, citato solo per completezza, rischio di inquinamento del suolo e di acque è l'accidentale sversamento di carburanti o oli lubrificanti sul terreno durante le operazioni di rifornimento o in caso di incidenti ai serbatoi di stoccaggio; eventualità sempre presente anche in altri contesti lavorativi che appare abbastanza remota per la collaudata organizzazione del cantiere e l'esperienza del personale;

• Riguardo al rischio di inquinamento delle falde superficiali la contaminazione può essere dovuta a: 1) Perdita di circolazione e quindi immissione di fango in falde superficiali. Si deve sottolineare il fatto che, data la natura dei terreni interessati dalla perforazione, tale possibilità è altamente improbabile.

Anche nell'eventualità di assorbimento di modeste quantità di fango, essendo questo costituito da acqua e bentonite, non può essere motivo di inquinamento;

2) Mescolamento del fluido geotermico proveniente dal serbatoio con le falde acquifere superficiali. Questa eventualità è evitata mediante l'isolamento delle formazioni poste sopra il serbatoio mediante tubazioni in acciaio cementato;

• Relativamente al fattore "rumore" si prevede che quello prodotto dall'impianto nel corso della perforazione sia avvertibile entro un raggio di circa ottanta metri dalla postazione e in corrispondenza di quest'ultima raggiunga un livello pari a quello di un camion di media potenza (circa 98 dB). Si avrà comunque l'accortezza di ubicare la postazione ad una distanza non inferiore ai 100m da eventuali strutture abitative;

• Relativamente al rischio di eventuali emissioni di gas in atmosfera, il livello di allarme prefissato è lontano dall'essere pericoloso per le persone. I valori di soglia adottati sono quelli delle norme API (TLV-Threshold Limit Value) che indicano i valori a cui una persona può essere esposta per otto ore consecutive senza riportare conseguenze. Questi valori sono di 10ppm per $H_2S$ e 500ppm per la $CO_2$. Sul cantiere saranno inoltre installati due indicatori di direzione dei venti che, in caso di superamento dei livelli di soglia, indicheranno agli operatori la direzione di dispersione di tali gas;

• Riguardo a possibili effetti di altri fattori di rischio ambientale (quali luce, calore, pulviscolo, vibrazioni, radiazioni) durante le operazioni di perforazione non si produrrà nessuno di tali fenomeni fisici artificiali di entità tale da costituire un evento anomalo;

• In relazione a possibili danni rispetto alla flora ed alla fauna locali così come alle opere antropiche quanto sopra esposto circa la natura e la conduzione dei lavori rende evidente l'assenza di operazioni suscettibili di provocare effetti di rilevanza tale da costituire eventi anomali.

Per quanto riguarda il rischio di incidenti, i lavori di perforazione che verranno eseguiti nella Fase 5 non comportano forme di rischio specifiche in relazione ai mezzi d'opera impiegati, ai materiali, alla tecnologia ed alla metodologia operativa. Il livello dei rischi di incidenti a persone e cose è, per tipologia e probabilità, assolutamente simile a quello di qualsiasi cantiere dove si eseguano lavori con impiego di macchinario pesante di tipo elettromeccanico e di mezzi d'opera di vario genere.

Le sostanze impiegate nel cantiere (acqua, argilla bentonitica, schiume, lubrificanti,) non rivestono in sé alcun potenziale di rischio ad eccezione di quello per incendio e scoppio per i carburanti, gas di saldatrici ossiacetileniche o contenitori di gas propano. Il livello di rischio per tali elementi è però anch'esso assolutamente al livello di quello di qualsiasi cantiere o officina di lavorazioni elettromeccaniche. La tecnologia impiegata nelle sue linee essenziali è ultra collaudata e matura da oltre un secolo ed i progressi tecnologici ne hanno molto accresciuto i livelli di sicurezza ed affidabilità. L'impianto che verrà usato è di tipo moderno e conforme a tutti i criteri di sicurezza; il livello elevato di tali standard è anche conseguenza delle caratteristiche dell'impianto di perforazione e delle tipiche modalità di svolgimento del lavoro che richiede la presenza sul cantiere di operatori specializzati e con lunga esperienza.

Pertanto il cantiere rispetterà tutte le norme di sicurezza previste dalla normativa vigente con la produzione del relativo piano di sicurezza e l'applicazione di ogni accorgimento necessario (dotazioni di sicurezza per il personale, impianto antincendio, impianto di segnalazione ed allarme per concentrazioni anomale di $CO_2$ e $H_2S$, attrezzature di sicurezza per ogni componente elettrica a rischio folgorazioni, meccanica con parti in movimento e termica con rischio di ustioni, mezzi di pronto soccorso, segnalazioni di pericolo ecc.).

Un'ulteriore garanzia a sostegno della relativa "sicurezza" dei cantieri di perforazione rispetto ad altri è data dalle severe normative sulla sorveglianza,

comprensiva di sopralluoghi, da parte di ispettori degli organi di Polizia Mineraria sia prima, che durante, che al termine dei lavori.

Le sostanze contenute nelle possibili emissioni dal pozzo durante o dopo la perforazione, come già accennato nel paragrafo precedente, non sono tali da comportare rischi di danni alla salute. E' evidente che questo vale se le concentrazioni delle sostanze attese ($CO_2$, $H_2S$) si mantengono inferiori al livello di soglia come è nella normalità dei casi. Il rischio di incidenti di tipo ustionante per eventuali eruzioni impreviste di vapori ad alta temperatura appare piuttosto remoto perché la successione delle temperature attese non è tale da ritenere possibile tale eventualità senza un preliminare innesco esterno che in tal caso porta ad un'eruzione del pozzo in modo guidato e controllato.

In ogni caso, dato che nei lavori in sottosuolo vi è sempre un margine di incertezza, è prevista l'installazione a testapozzo di un idoneo dispositivo di chiusura automatica (Blow Out Preventer) per la salvaguardia e la sicurezza del personale di servizio e delle attrezzature che interverrà automaticamente bloccando eventuali fuoriuscite imprevedibili, anomale o incontrollate sia di gas che di vapori/acqua ad alta temperatura.

Dato che questa è l'unica fase di tutto il Programma in cui sono presenti opere permanenti (le già descritte postazioni definitive dei soli pozzi produttivi) si considerano tra le incidenze sul territorio anche eventuali problemi con i residenti nell'area di cantiere. Relativamente alla temporanea occupazione di suolo connessa alla perforazione del/i pozzo/i, in generale, si procederà alla stipula di accordi con i proprietari dei terreni, con il riconoscimento di un canone per il periodo di permanenza, oltre al pagamento di eventuali danni causati accidentalmente o conseguenti ai lavori del cantiere. Per l'occupazione permanente del suolo occupato dalle postazioni definitive dei soli pozzi produttivi, (le altre saranno smantellate con ripristino ex-ante dell'area), si procederà alla stipula di contratti di lunga durata o all'acquisto delle aree stesse.

A seguito dell'analisi sopra presentata si può ragionevolmente sostenere che gli effetti diretti ed indiretti dei lavori relativi alla Fase 5 "Perforazione pozzo/i esplorativo/i" sono di lieve entità in corso di esecuzione, e praticamente nulli dopo la ultimazione delle attività (a parte la testa dei pozzi produttivi con relativa piazzola e recinzione). A parte questa realizzazione tutti i lavori che verranno eseguiti non provocheranno effetti permanenti o conseguenze negative sulla morfologia del territorio, sulla flora e fauna o sulle opere antropiche e sulle altre componenti dell'ambiente.

## 4.5. PROVE E TEST

La fase 6 del Programma "Prove di produzione e test" costituisce la parte della "perforazione esplorativa" che permette di valutare i risultati dell'esplorazione effettuata e di tirare le conclusioni circa la prosecuzione del Progetto con il passaggio alla parte di "Messa in produzione" del campo geotermico.

La natura delle attività consiste in prove e test sistematici e prolungati (nell'ordine di qualche settimana) sul pozzo/i esplorativo/i per rilevare le caratteristiche fisico, chimiche e termodinamiche (permeabilità del serbatoio, temperatura e pressione dei fluidi) della risorsa geotermica eventualmente reperita. Le prove verranno effettuate calando all'interno del pozzo gli strumenti di misura adatti a determinare i parametri suddetti. Per la determinazione di alcuni parametri sarà necessario effettuare anche dei pompaggi di acqua e pertanto si prevede l'impiego di una pompa sommersa.

Le prove di erogazione di breve durata, che verranno eseguite immediatamente dopo il completamento del/i pozzo/i senza il montaggio di linee di smaltimento o reiniezione e quindi con discarica dei fluidi in vasca, hanno come obiettivo ottenere una prima valutazione delle caratteristiche idrauliche del serbatoio nelle vicinanze di ciascun pozzo, stimare le caratteristiche termodinamiche e chimiche dei fluidi prodotti, fornire dati di input per prime valutazioni sul modello del serbatoio (solo in caso di più di un pozzo), ricavare prime indicazioni sul comportamento del/i pozzo/i nei riguardi dei problemi di corrosione, di scaling e di reiniezione.

Le operazioni previste per le prove di erogazione sono:

- lo spurgo, la pulizia e il completamento dopo la sosta per la stabilizzazione ed il riscaldamento del pozzo;
- l'attrezzamento della testa-pozzo con circuito per l'effettuazione delle prove di portata;
- la messa in erogazione il pozzo (con eventuale stimolazione come ad esempio l'airlift);
- il prelievo dei campioni del fluido geotermico erogato (vapore, acqua calda o più
- probabilmente una miscela delle due fasi) per effettuare analisi di laboratorio;
- la misura in continuo della portata e della pressione secondo diversi regimi di erogazione del pozzo;
- la misura dei contenuti in gas, entalpia ed altri elementi caratteristici in grado di supportare la conoscenza del serbatoio geotermico ecc.;
- la valutazione della distribuzione dei parametri termodinamici ed idraulici significativi nel complesso del campo (pressione, temperatura, entalpia, trasmissività idraulica, capacità di immagazzinamento, zone di influenza dei pozzi, ecc.);
- l'esecuzione di una prima preliminare valutazione del campo geotermico in termine di potenzialità, e destinazioni ottimali della risorsa, eventuali prospettive e programmi di ampliamento della produzione, ecc.

Le operazioni di produzione di breve durata prevedono il rilievo della curva caratteristica di portata, seguirà poi un periodo di erogazione prolungata in forma ridotta la cui durata sarà decisa al momento in base alle caratteristiche dei pozzi, alla possibilità di smaltimento dei fluidi, ecc.

Verranno anche prelevati campioni di acqua che verranno analizzati per rilevare la composizione chimica, eventualmente isotopica ed il contenuto in gas (compresi quelli incondensabili). La composizione chimica e la salinità dei fluidi rinvenuti nel serbatoio geotermico rapprendano parametri particolarmente importanti poiché influenzano considerevolmente la progettazione della centrale geotermica a ciclo binario che verrà realizzata. I campioni verranno prelevati in corrispondenza di perdite di circolazione rilevanti che testimoniano la presenza di una permeabilità legata al raggiungimento del serbatoio. Il campione di acqua viene estratto dal pozzo mediante una pompa sommersa con gas lift.

I fluidi estratti durante le prove sopra elencate verranno temporaneamente raccolti all'interno di vasche impermeabili. Nell'eventualità della presenza di un pozzo di reiniezione i fluidi verranno reimmessi nella formazione rocciosa di provenienza.

Sul pozzo è inoltre prevista una prova di iniettività finalizzata a determinare la

permeabilità delle formazioni che costituiscono il serbatoio geotermico e di conseguenza anche la capacità produttiva del pozzo. Tale prova viene effettuata mediante l'invio di una certa quantità di acqua nel serbatoio attraverso il pozzo stesso.

In questo stadio di esplorazione non è prevista l'esecuzione di prove di interferenza a meno che il programma non si concluda con l'esecuzione di almeno due-tre pozzi esplorativi che risultino essere utilmente convertibili in pozzi di produzione.

Il programma di prove e test sarà invece comunque eseguito nella sua interezza nel corso delle attività di "Messa in produzione del campo" ossia nella Fase 10 del proseguo del Programma dopo la esecuzione dei pozzi di produzione.

### 4.5.1. Effetti ambientali delle prove e dei test

Le attività di questa fase non comprendono operazioni realizzative ma solo misure e prove con l'uso di strumenti e di impianti di misurazione sui pozzi già realizzati, attrezzati e completati.

La natura stessa delle operazioni da compiere esclude quindi l'impiego di alcun tipo di risorse naturali.

Nelle operazioni della Fase 6 esistono comunque alcuni potenziali fattori di impatto riguardo a inquinamento, produzione di rifiuti e disturbi ambientali. Tali disturbi non derivano affatto dai materiali, strumentazione ed apparecchiature impiegate, che sono assolutamente neutre e di impiego temporaneo limitato al periodo di esecuzione delle misure, ma unicamente dall'erogazione dei fluidi geotermici nel corso delle prove di produzione.

Nel seguito sono esposti, analizzati e valutati uno per uno tutti i possibili fattori che possono determinare un impatto ambientale negativo che sono costituiti essenzialmente dalle emissioni nell'ambiente, dal rumore, e possibilmente dall'odore.

Per quanto riguarda le emissioni endogene nell'ambiente la natura stessa delle prove e misure che andremo a eseguire richiede necessariamente la fuoriuscita dal pozzo dei fluidi geotermici.

Questi fluidi, considerando le temperature attese, saranno verosimilmente formati in prevalenza da vapore d'acqua umido e da acqua in fase liquida. E' verosimile pure che la natura, la composizione qualitativa degli elementi disciolti sia abbastanza simile a quelle delle sorgenti di acque termominerali spontanee presenti nella zona di indagine anche se i rapporti quantitativi tra i vari componenti disciolti potrà essere abbastanza diversa.

Anche i gas emessi con il fluido e quelli disciolti in acqua dovrebbero essere in linea con le manifestazioni naturali esistenti in zona ($CO_2$, $H_2S$).

E' da evidenziare che durante l'effettuazione delle prove di produzione sono previsti frequenti campionamenti di acque e gas che verranno tempestivamente analizzati. Pertanto l'eventuale fuoriuscita di sostanze anomale sia per natura che per concentrazione (evento più teorico che realistico) verrebbe rapidamente rilevata.

Nell'area di esecuzione delle prove (attorno al bocca-pozzo) verrà poi installata un'apparecchiatura simile a quella installata sui pozzi durante le perforazioni, ma di tipo più portatile e completo, costituita da un sistema di misura delle concentrazioni dotato di allarme sonoro e visivo per eventuali emissioni di $H_2S$, $CO_2$, $CH_4$, CO al di sopra di una soglia di sicurezza stabilita dalle normative vigenti nel settore minerario.

In ogni caso le emissioni nell'ambiente saranno limitate alle fasi gassose non disciolte in acqua ed al vapor d'acqua in quanto per l'acqua calda in fase liquida è previsto il versamento temporaneo nei vasconi dei fanghi e dell'acqua del cantiere. Considerato il periodo abbastanza limitato previsto per l'esecuzione delle prove si prevede infatti che tali mezzi siano sufficienti (eventualmente con un aumento del numero o della dimensione dei vasconi), per effettuare le misure previste. Lo smaltimento avverrebbe in un momento successivo secondo le modalità più opportune in base alla composizione e concentrazione degli elementi disciolti. Tali modalità saranno comunque preventivamente discusse con i competenti Organi Pubblici deputati al controllo ambientale.

E' da considerare che tra le eventualità va considerato anche il caso che i pozzi esplorativi siano almeno tre. In questo caso, indipendentemente dai risultati, uno di questi potrebbe essere, temporaneamente usato come pozzo di reiniezione per il tempo limitato delle prove, risolvendo così drasticamente il problema dello stoccaggio e dello smaltimento dei reflui.

Un altro potenziale fattore di disturbo ambientale è costituito dal rumore provocato dai fluidi erogati durante le prove di produzione. Il rumore può anche raggiungere livelli alti specialmente durante le prove alla massima apertura ed è insito nelle operazioni ed ineliminabile anche se può essere ridotto notevolmente. A questo scopo sarà applicato ogni accorgimento per mitigare e rendere innocuo tale disturbo. Inoltre durante le prove di produzione verranno adottati tutti i possibili accorgimenti atti a ridurre la diffusione del rumore quali: deviatori di flusso prima della uscita, silenziatori e/o divisori alla bocca di uscita, schermi anti rumore attorno al punto di erogazione. Si conta in tal modo di ridurre a valori modesti il livello del rumore percepito al di là degli immediati dintorni delle piazzole ove si effettuano le prove. Un altro accorgimento, di natura operativa, nella stessa direzione, sarà di ridurre le prove, comunque previste di modesta durata, (10-15 giorni).

Il potenziale impatto su acquiferi superficiali presenti nell'area è da considerarsi nullo dal momento che tali acquiferi non saranno captati e saranno opportunamente isolati.

Riguardo a possibili effetti di altri fattori di rischio ambientale quali luce, calore, pulviscolo, radiazioni, durante le prove di portata non si produrrà nessuno di tali fenomeni fisici artificiali di rilevanza tale da costituire un evento anomalo.

Riguardo a possibili danni rispetto alla flora ed alla fauna locali così come alle opere antropiche quanto esposto sopra circa la conduzione dei lavori e circa gli effetti dei tre fattori fisici potenzialmente o possibilmente impattanti vale anche rispetto a questi componenti viventi dell'ambiente portando a considerare trascurabili danni potenziali nei loro riguardi.

Per quanto riguarda il rischio di incidenti, in questa Fase 6, i possibili rischi di incidenti derivano unicamente dai tre fattori già citati nel paragrafo precedente relativamente ai loro effetti sull'ambiente ossia emissioni nell'ambiente, rumore e odore.

Relativamente alle emissioni di natura endogena nell'ambiente, la cui natura e caratteristiche sono state descritte nel precedente paragrafo, i potenziali rischi di incidenti durante le prove sono costituiti da: ustioni da contatto con vapori o acque ad alta temperatura ed avvelenamenti da gas.

Riguardo al primo si evidenzia che i circuiti e le apparecchiature per la misura delle portate sono di tipo chiuso con scarico all'esterno e non comportano il contatto dei tecnici che eseguiranno le misure con i fluidi geotermici. Inoltre rischi

di ustionamenti a causa dei vasconi contenenti acqua calda sono evidentemente possibili ma abbastanza improbabili per la presenza di misure di sicurezza (barriere e ringhiere) e dall'esperienza del personale.

Riguardo al secondo (effetti negativi dei gas emessi) la probabilità che questi possano costituire rischi di incidenti o di danni per la salute è estremamente bassa per le motivazioni riportate al paragrafo precedente e diventa trascurabile considerando i sistemi di monitoraggio e di allarme presenti sul sito.

Relativamente al fattore "rumore" non si intravedono rischi di incidenti se non nel senso di rischi per la salute. Come riportato nel precedente paragrafo le misure che saranno adottate per mitigare il disturbo, lo dovrebbero rendere totalmente tollerabile per le persone ed animali al di fuori delle vicinanze della piazzola del pozzo.

I tecnici incaricati delle misure ed il personale di supporto che opereranno vicino al pozzo saranno invece maggiormente esposti al rumore (con possibile accompagnamento di vibrazioni nei momenti iniziali delle prove). Per questo, tutti gli operatori vicino al pozzo avranno in dotazione apposite cuffie antirumore oltre alle altre misure di protezione (caschi con visiera, giubbotti imbottiti, ecc).

Relativamente all'ultimo fattore "odore" non si intravedono rischi di incidenti se non nel senso di fastidi di limitata probabilità ed anche in caso di accadimento di entità modesta, temporanea e comunque evitabile.

Sulla base delle analisi sopra riportate si può ragionevolmente sostenere che: gli effetti diretti ed indiretti dei lavori relativi alla Fase 6 del programma hanno un impatto modesto e limitato al periodo di esecuzione, l'impatto diventa nullo dopo l'ultimazione delle attività, che pertanto le operazioni previste non provocheranno effetti permanenti o conseguenze negative sulla morfologia del territorio, sulla flora e fauna o sulle opere antropiche e sulle altre componenti dell'ambiente.

## 4.6. VALUTAZIONE DELLA RISORSA

I dati raccolti mediante il sondaggio esplorativo e i test effettuati dalle prove di pompaggio dai quali si prevede di valutare variazioni di portata e temperatura dei fluidi geotermici, saranno utilizzati per effettuare delle simulazioni numeriche che permetteranno di stimare la risorsa geotermica in termini di volume del serbatoio geotermico, temperature, funzionamento del campo e quantità di fluido estraibile.

### 4.6.1. Effetti ambientali della valutazione della risorsa

Tutte le svariate e diverse attività che compongono la Fase 7 comportano quasi esclusivamente lavoro di ufficio senza nessuna azione diretta sul territorio, anzi senza neppure la necessità di un'ulteriore presenza su di questo.

Dalla natura intrinseca delle attività appare evidente che, per quanto riguarda la Fase 7 "Valutazione della risorsa" non esiste alcuna possibilità di incidenza dei lavori previsti sulle componenti di rischio ambientale di cui in premessa.

## 4.7. FENOMENI DI SUBSIDENZA

Il progetto, una volta realizzato, prevede l'estrazione di fluidi dal terreno e la loro

reiniezione dopo essere stati utilizzati. Per questo motivo deve essere prevista un'eventuale comparsa di fenomeni di subsidenza dovuti principalmente alla fase di pompaggio. Visto il tipo di fenomeno preso in considerazione e vista la tipologia delle varie fasi di lavoro precedentemente illustrate si ritiene che solo le attività che verranno svolte nelle fasi 5 e 6 potranno indurre tali fenomeni.

FASE 5-Perforazione pozzo/i esplorativo/i: costituisce la parte principale del programma e prevede la perforazione di uno o più pozzi esplorativi. La realizzazione del pozzo esplorativo prevede una preventiva preparazione del terreno tramite pulizia e livellazione. Segue poi la perforazione con impianto adeguato per raggiungere la profondità stabilita. Durante la trivellazione verrà rimosso del terreno lungo l'asse del foro che verrà portato in superficie e sistemato in discarica. Questo prelievo non ha evidentemente effetti sulla stabilità del suolo e sottosuolo in quanto la quantità di terreno prelevato ha un volume modesto e per la presenza in foro del casing. Pertanto in questa fase non ci sono rischi connessi a fenomeni di subsidenza.

FASE 6-Prove e test: questa fase consiste in prove e test sistematici e prolungati sul pozzo esplorativo per valutare le caratteristiche fisico-chimiche-termodinamiche della risorsa geotermica.

Durante questa fase verranno effettuate le seguenti operazioni:

a) Pompaggio dal pozzo del fluido geotermico presente in profondità al fine di misurarne la portata, la pressione in diverse condizioni e regimi di erogazione, entalpia;

b) Prelevare dei campioni sui quali effettuare analisi di laboratorio.

Nel caso i pozzi siano più di uno verrebbero anche eseguite prove di interferenza reciproche ed una prima valutazione del campo geotermico in termine di potenzialità, destinazioni ottimali della risorsa, ecc. Questa fase è quella che potrebbe avere la maggiore possibilità teorica di creare fenomeni di subduzione a causa dell'emungimento di fluidi dal sottosuolo, tuttavia questa relazione rimane solo teorica ammettendo che Il basamento metamorfico presenti una alta permeabilità primaria e secondaria per cui si ritiene che non subisca modificazioni anche in caso di emungimenti esasperati;

- Il progetto geotermico "SARDARA" una volta completato prevede che accanto al pozzo di produzione vi sia un pozzo di reiniezione per mezzo del quale i fluidi estratti e passati dalla turbina e/o da impianto di scambiatori di calore vengano reiniettati nel sottosuolo in modo da mantenere l'equilibrio idraulico;
- Le prove effettuate sul pozzo in questa fase hanno una durata comunque limitata nel tempo.

Pertanto sebbene le attività previste nella Fase 6, teoricamente potrebbero indurre fenomeni di subsidenza, i dati a disposizione tendono a far ritenere che non ci una relazione reale tra prove sui pozzi e subsidenza.

## 4.8 CONCLUSIONI

Da tutto quanto esposto nel presente capitolo le operazioni previste dal programma non presentano effetti negativi di rilievo rispetto all'ambiente nel senso più

generale. Questa caratteristica di sostanziale "pulizia" dell'esplorazione geotermica nel suo complesso è insita nel progetto stesso e nelle operazioni da eseguire che hanno di per sé una scarsa "invasività" nei riguardi delle componenti ambientali suolo, acqua, aria, flora, fauna, ecc. Inoltre è consentita dalle modalità operative che verranno adottate nel corso dei lavori che saranno eseguiti con impianti ed attrezzature moderne e dotate di tutti i dispositivi prescritti dalla normative esistenti. Il controllo continuativo di tutte le operazioni da parte di tecnici della società richiedente il Permesso di Ricerca con pluriennale esperienza di argomenti inerenti o collegati alla protezione ambientale garantisce anch'esso la "pulizia" dell'esplorazione geotermica.

Tenendo conto di questi fattori diventano trascurabili o molto modesti anche i residuali disturbi ed effetti sull'ambiente che al termine delle operazioni sono in pratica limitati alla sola presenza della testa pozzo con la prescritta recinzione di protezione nei soli pozzi produttivi.

Le misure di mitigazione che saranno adottate in corso d'opera ridurranno comunque in modo sostanziale la entità dei disturbi anche durante l'esecuzione dei lavori.

## 4.9 BENEFICI DELL'INIZIATIVA

La geotermia fa parte delle risorse energetiche rinnovabili; si tratta di una risorsa autoctona e pulita che ha positivi risvolti sotto il profilo ambientale per il basso livello di emissioni artificiali negative. Poiché il costo dell'energia geotermica prodotta risulta sensibilmente inferiore a quello degli impianti alimentati da combustibili tradizionali risultano positivi anche i risvolti di tipo economico. In tal caso la disponibilità di una risorsa energetica locale e a buon mercato potrà avere anche una positiva influenza sull'economia delle aree limitrofe.

A livello locale se il progetto geotermico complessivo sarà coronato da successo, la disponibilità di una risorsa energetica locale e a buon mercato potrà avere anche una positiva influenza sull'economia delle aree limitrofe.

Un'analisi costi-benefici non può essere sviluppata limitatamente alle prime 7 fasi del progetto che prevedono solo la ricerca e la prima valutazione della risorsa, ma solo nell'ambito dell'intera iniziativa fino alla fase 11.

I dati ad oggi esistenti fanno ritenere che, a seguito di ricerche opportunamente condotte, come quelle previste dal programma sia possibile reperire all'interno dell'area di ricerca "SAN GAVINO MONREALE" un giacimento geotermico a media entalpia a profondità economicamente vantaggiose.

In relazione alle caratteristiche tecniche del giacimento la risorsa estratta potrebbe essere impiegata per la produzione di energia elettrica o per la fornitura di energia termica o per usi combinati delle precedenti.

Nella prima soluzione, considerato il previsto medio livello entalpico, si ipotizza la produzione di elettricità mediante i moderni impianti a fluido binario ad alta efficienza delle ultime generazioni e la sua fornitura in rete.

Nella seconda possibilità si ipotizza un utilizzo più variato e distribuito sul territorio (come ad esempio riscaldamento di edifici, impianti serricoli, industriali, agroindustriali, ecc.). Questa soluzione (o ventaglio di soluzioni) che al momento è tutta da costruire, richiede una fase di programmazione e progettazione da eseguire necessariamente assieme agli enti pubblici locali, operatori economici e possibili utenze del territorio non appena la ricerca darà i primi risultati. Lo stesso in caso di soluzioni miste.

Tale affermazione trova fondamento sulle seguenti evidenze scientifiche:

- gli acquiferi geotermici sono normalmente separati, e normalmente più profondi, da quelli utilizzabili a scopo idropotabile ed irriguo;
- la tecnologia di produzione di energia elettrica mediante "cicli binari" prevede che il fluido geotermico circoli all'interno di un "circuito sigillato" che parte dal pozzo di prelievo e termina con la reimmisione del fluido nell'acquifero di provenienza, tramite un pozzo di reiniezione;
- gli impianti produttivi, sia per motivi legati alla tecnologia, sia per la piccola taglia degli impianti (1-4 MWh), sono di ridotte dimensioni e non impattanti sulle diverse matrici ambientali.

## 4.10 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito vengono riportati i riferimenti normativi che regolano le attività ed i lavori del progetto geotermico:

**Regio Decreto 29 luglio 1927, n.1443**

Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno (Gazz. Uff. 23 agosto 1927, n.194)

**Decreto Presidente della Repubblica 9 aprile 1959, n. 128**

Norme di polizia delle miniere e delle cave Coordinato con D. Lgs. 25 novembre 1996, n. 624 e l'Art. 114.5, della Legge 23 dicembre 2000, n. 388

**Decreto Presidente della Repubblica 18 aprile 1994, n. 485**

Regolamento recante la disciplina dei procedimenti di rilascio di permesso di ricerca e concessione di coltivazione delle risorse geotermiche di interesse nazionale.

**Legge 9 Dicembre 1986, n. 896**

Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche (G.U. 24 dicembre 1986, n.298)

**Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152** (G. U. 14 aprile 2006 n. 88 - S.O. n. 96)

Norme in materia di ambiente. Testo aggiornato, da ultimo, al Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30. (G. U. 04 aprile 2009 n. 79)

**Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4** (*G.U.* n. 24 del 29 gennaio 2008 - Suppl. Ordinario n. 24/L) Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

**Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22**

Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, a norma dell'Art. 27, comma 28, della legge 23 luglio 2009, n 99

**Codice minerario**