

Progetto per la realizzazione
di un impianto geotermico pilota
nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

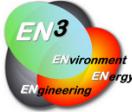
Documento SCA-003-SIA-00-QPT
Quadro di riferimento progettuale



gennaio 2015



EN3
ENvironment
ENergy
ENgineering srl

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	1 / 133
Data 15/01/2015			

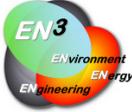
Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
 ai sensi dell'art.23 e sgg.
 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152 e s.m.i.

Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale

REGIONE : Campania
 PROVINCIA : Napoli
 COMUNE : Pozzuoli

SCA-003-SIA-00-QPT	0.0	15/01/2015	Prima emissione	M.Massarò	
Documento	Rev	Data	Descrizione	Coordinamento	Approvazione del Cliente

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	2 / 133
Data 15/01/2015			

INDICE

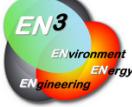
QUADRO PROGETTUALE	6
1. ASPETTI METODOLOGICI E STRUTTURA DEL DOCUMENTO	6
2. CONTESTO DI RIFERIMENTO E MOTIVAZIONI DEL PROGETTO.....	7
2.1. Elementi di base della geotermia.....	7
2.1.1. Cenni storici.....	7
2.1.2. Classificazione dei sistemi geotermici.....	8
2.1.3. La geotermia nel mondo	10
2.1.4. La geotermia in Italia	11
2.1.5. Aspetti tecnici della geotermia convenzionale.....	13
2.2. Gli impianti pilota	14
2.3. Il progetto "Scarfoglio" e l'area dei Campi Flegrei.....	16
2.3.1. Inquadramento geotermico dell'area di progetto.....	18
2.3.1.1. Aree di interesse e perforazioni pregresse	19
2.3.1.2. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area flegrea	22
2.3.1.1. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area di progetto	24
2.3.1.2. Stratigrafia e composizione dei fluidi attese per i pozzi di progetto	26
2.3.2. Potenziale energetico della risorsa geotermica	29
2.3.2.1. Area dei Campi Flegrei	29
2.3.2.2. Area del progetto pilota	32
3. ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO.....	34
3.1. Alternativa "zero"	34
3.2. Alternative tecnologiche	37

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	3 / 133	
Data 15/01/2015			

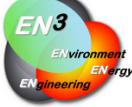
3.3.	Alternative di localizzazione	38
3.3.1.	Scelta della macroarea	38
3.3.2.	Criteri di ubicazione dei pozzi	38
3.3.3.	Criteri di ubicazione della centrale.....	43
3.3.4.	Criteri di scelta del tracciato delle condotte.....	44
3.4.	Scelta della soluzione di progetto	45
4.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	60
4.1.	Caratteristiche tecniche del progetto	60
4.1.1.	Centrale geotermoelettrica	61
4.1.2.	Altre componenti impiantistiche	70
4.1.3.	Infrastrutture e sottoservizi	71
4.1.4.	Aree pozzi	72
4.1.4.1.	Area pozzi SCARFOGLIO 1	74
4.1.4.2.	Area pozzi SCARFOGLIO 2	77
4.1.4.3.	Area pozzi SCARFOGLIO 3	80
4.1.5.	Fluidodotti	82
4.2.	Attività e tecnologie di perforazione.....	88
4.2.1.	Sintesi delle fasi operative	88
4.2.2.	Impianto di perforazione	89
4.2.3.	Fluidi di perforazione	93
4.2.4.	Casing	94
4.2.5.	Apparecchiature di sicurezza.....	94
4.2.6.	Tecniche di tubaggio e protezione delle falde idriche	95
4.3.	Funzionamento dell'impianto e attività in fase di sperimentazione	96
4.3.1.	Prove di produzione	97

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	4 / 133	
Data 15/01/2015			

4.3.1.1.	Prove di iniezione	97
4.3.1.2.	Prove di produzione di breve durata	98
4.3.1.3.	Prove di produzione di lunga durata.....	98
4.3.1.4.	Chiusura mineraria	99
4.3.1.5.	Completamento del pozzo	100
4.3.2.	Sperimentazioni sull'impianto geotermoelettrico e sui fluidi di lavoro	101
4.4.	Attività di cantiere	102
4.4.1.	Pozzi.....	103
4.4.1.1.	Piazzole di perforazione.....	103
4.4.1.2.	Preparazione dell'area.....	109
4.4.1.3.	Opere civili.....	110
4.4.1.4.	Trasporti e montaggi/smontaggi.....	111
4.4.1.5.	Interventi sulla viabilità.....	111
4.4.1.6.	Mezzi di cantiere	112
4.4.2.	Centrale geotermoelettrica	113
4.4.2.1.	Perimetrazione e preparazione del cantiere.....	114
4.4.2.2.	Lavori di scavo e fondazioni.....	114
4.4.2.3.	Realizzazione dei piazzali	115
4.4.2.4.	Realizzazione edificio e montaggio aerotermi.....	115
4.4.2.5.	Trasporto e montaggio impianti	115
4.4.2.6.	Trasporto e montaggio impianti	116
4.4.2.7.	Mezzi di cantiere	116
4.4.3.	Fluidodotti.....	118
4.4.3.1.	Realizzazione della pista.....	118
4.4.3.2.	Scavo della trincea	119
4.4.3.3.	Trasporto, posa e saldatura	120

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	5 / 133
Data 15/01/2015			

4.4.3.4. Mezzi di cantiere	120
4.5. Ripristino territoriale	121
4.6. Monitoraggi e PMA	122
5. FATTORI DI IMPATTO DEL PROGETTO	126
5.1. Identificazione delle azioni di progetto.....	126
5.2. Azioni di progetto e impatti potenziali: nessi causali teorici.....	127
5.2.1. Impatti potenziali in fase di realizzazione ("dimensione costruttiva")	127
5.2.2. Impatti potenziali legati all'esistenza dell'opera ("dimensione fisica")	130
5.2.3. Impatti potenziali legati all'esercizio dell'opera ("dimensione funzionale")	130
5.3. Azioni di progetto e impatti potenziali: esclusioni.....	131
5.3.1. Opera come costruzione	131
5.3.2. Opera come manufatto: selezione delle componenti e fattori ambientali	132
5.3.3. Opera come esercizio: selezione delle componenti e fattori ambientali....	133

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	6 / 133
Data 15/01/2015			

QUADRO PROGETTUALE

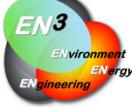
1. ASPETTI METODOLOGICI E STRUTTURA DEL DOCUMENTO

La presente sezione del SIA contiene la descrizione del progetto "Scarfoglio" dal punto di vista tecnico-progettuale, con particolare enfasi sugli aspetti che possono rappresentare potenziali fattori di impatto sull'ambiente o che comunque possono incidere sulle "prestazioni" ambientali del progetto stesso. Per quanto riguarda invece le caratteristiche tecniche di dettaglio si rimanda agli altri elaborati del Progetto Definitivo, di cui il SIA costituisce l'elemento principale ai fini dell'istanza di VIA.

Dal punto di vista metodologico il presente Quadro è stato sviluppato sulla base dei criteri generali descritti nel documento "Inquadramento generale e approccio metodologico", al quale si rimanda quindi per maggiori dettagli al riguardo.

Ciò premesso, il presente Quadro progettuale è così articolato:

- 1) una parte iniziale in cui vengono illustrati i presupposti e le motivazioni del progetto, sia in termini generali che con riferimento specifico al territorio e alle caratteristiche complessive del progetto "Scarfoglio". In particolare, in questa prima parte viene proposto un quadro riepilogativo della situazione dello sfruttamento della risorsa geotermica in Italia e nel mondo, nonché un breve riepilogo dei principali aspetti normativi nazionali. Infine, a chiusura, viene riportata una breve sintesi delle caratteristiche dell'area geotermica dei Campi Flegrei, su cui insiste il progetto, estratta dallo studio effettuato da AMRA e INGV allegato al Progetto definitivo, cui si rimanda per tutti gli eventuali approfondimenti;
- 2) una seconda parte in cui si dà conto del complesso e dettagliato percorso che ha condotto alla scelta della localizzazione e della configurazione del progetto;
- 3) una terza parte in cui vengono descritte le caratteristiche tecniche principali del progetto (per maggiori dettagli si rimanda comunque agli elaborati del Progetto Definitivo), nonché gli aspetti principali relativi alle attività di perforazione, che assumono una rilevanza significativa dal punto di vista operativo ed ambientale. Questa terza parte viene chiusa con la descrizione delle attività di cantiere;
- 4) una parte conclusiva, infine, in cui vengono analizzati i principali fattori di impatto, con le relative Azioni di progetto che li determinano. Ciò, allo scopo di fornire gli elementi necessari per la successiva valutazione ambientale, così come descritta nel Quadro di riferimento ambientale.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	7 / 133
Data 15/01/2015			

2. CONTESTO DI RIFERIMENTO E MOTIVAZIONI DEL PROGETTO

Il progetto "Scarfoglio" si inquadra nelle strategie di sviluppo di nuove iniziative nel settore delle FER, su cui Goelectric è fortemente e specificamente focalizzata, come già visto nel documento introduttivo del SIA. In particolare, la geotermia costituisce la "mission" di base della società, la quale, come visto, è emanazione diretta di un pool di aziende già attive con numerosi altri progetti nel settore delle FER.

In quanto alla scelta della media entalpia, l'elemento motivazionale principale è stato il riordino della normativa in materia di energia da fonte geotermica avvenuta tra il 2010 e il 2011, con le disposizioni di legge già discusse nel documento introduttivo del SIA e nel Quadro programmatico, e che di fatto si sostanziano nel D.Lgs 11 febbraio 2010, n.22 e nelle sue successive modificazioni e integrazioni. Tale scelta, anche da parte del legislatore, riguarda soprattutto le caratteristiche della media entalpia che costituiscono un deciso passo in avanti rispetto alle tecnologie tradizionali:

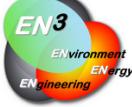
- 1) la possibilità di sfruttare risorse geotermiche a più basso contenuto energetico rispetto a quelle utilizzate dalla geotermia "convenzionale";
- 2) l'assenza di emissioni, il che riduce in modo drastico i possibili impatti ambientali di un progetto a media entalpia.

Per quanto riguarda lo stato attuale della produzione di energia da fonte geotermica, nella prima parte di questa sezione si fornisce un quadro riepilogativo relativo alla situazione nel mondo e in Italia, anche allo scopo di rendere meglio conto delle scelte effettuate. Nella seconda parte, invece, si propone una breve sintesi delle caratteristiche geotermiche dell'area su cui insiste il progetto "Scarfoglio", rimandando per maggiori dettagli all'allegato studio redatto da AMRA in collaborazione con INGV (v. Allegato 01: documento SCA-006-SIA-00-A01).

2.1. Elementi di base della geotermia

2.1.1. Cenni storici

La conoscenza dell'esistenza di fluidi caldi nel sottosuolo e lo sfruttamento di queste fonti di calore risale a tempi molto antichi. Basti ricordare, al riguardo, l'uso intenso che ne fecero già i romani nel Lazio, con l'uso delle risorse termali, anche a scopi terapeutici, delle Acque Albule a Tivoli e delle varie sorgenti nel viterbese. Successivamente, con eccezione del periodo barbarico e medioevale, lo sfruttamento e l'incremento delle attività termali proseguì nel Rinascimento e nell'età barocca, mentre il primo sfruttamento delle risorse geotermiche al di fuori degli ambiti termali o curativi ebbe prevalentemente un carattere industriale e minerario, connesso con il recupero/estrazione dell'acido borico dai "soffioni boraciferi" nel Volterrano.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	8 / 133
Data 15/01/2015			

Nel 1777 il dirigente della "Spezierie del Granducato di Campania", il chimico austriaco Uberto Hoefar, segnalò la presenza di acido borico nei "lagoni" di Pomarance e nei "fumacchi" (soffioni boraciferi), piccoli crateri naturali con acque fangose mantenute in ebollizione da vapore ricco di boro. Lo sfruttamento di questa risorsa mineraria (ancorché connessa con fenomeni geotermici) raggiunse il pieno sviluppo grazie a François de Larderel, fondatore dell'industria e della cittadina di Larderello: grazie a lui ed ai suoi metodi, infatti, l'industria dell'acido borico divenne uno dei colossi mondiali nel settore, posizione che mantenne per quasi un secolo.

Il primo uso "energetico" della risorsa geotermica, in ambito industriale, si ebbe pochi anni più tardi, intorno al 1827, quando la produzione di acido borico migliorò grazie all'uso della "Caldaia Adriana" in cui i vapori geotermici venivano fatti circolare in una serpentina per fare evaporare l'acqua che conteneva le polveri di boro.

Sempre a Larderello, grazie alle ricerche ed agli esperimenti del principe Piero Ginori Conti, genero del nipote di François de Larderel, si ebbe la prima produzione al mondo di energia elettrica da fonte geotermica: il 4 luglio del 1904 Piero Ginori Conti, utilizzando una macchina a vapore a stantuffo, alimentata dal vapore di origine geotermica e accoppiata ad una dinamo, accese cinque lampadine.

2.1.2. Classificazione dei sistemi geotermici

In questa sezione, e nel successivo par.2.2, si riprende, per comodità di lettura, quanto già esposto nel documento "Inquadramento generale e approccio metodologico".

In termini molto semplificati si può affermare che un sistema geotermico è composto da quattro elementi (o sottosistemi):

- una sorgente di calore (costituita da una massa magnetica o rocce che per la propria costituzione geochimica e mineralogica producono calore);
- un serbatoio, costituito da rocce permeabili, al cui interno possono circolare fluidi;
- una copertura del serbatoio, costituita da rocce impermeabili che impediscono al calore di disperdersi;
- una zona di ricarica, dove le acque meteoriche, fredde, si infiltrano nel sottosuolo e vanno ad alimentare il serbatoio.

Una prima classificazione, legata essenzialmente alle caratteristiche termodinamiche del serbatoio geotermico, è quella associata alla composizione dei fluidi. Si hanno quindi "sistemi ad acqua dominante" e "sistemi a vapore dominante": come è facile intuire dalle relative denominazioni, i primi sono caratterizzati dalla presenza, nel fluido geotermico, di una fase liquida importante, che non consente l'invio diretto del fluido in turbina per la produzione di energia elettrica. I secondi, invece, consentono, di principio, tale utilizzo.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	9 / 133
Data 15/01/2015			

Una seconda classificazione si basa sulla entalpia della risorsa, a sua volta dipendente dalla temperatura del fluido geotermico. In particolare, la risorsa si definisce:

- a bassa entalpia, quando il fluido ha una temperatura inferiore a 90°C;
- a media entalpia, quando il fluido ha una temperatura compresa nel range 90-180°C;
- ad alta entalpia, quando il fluido ha una temperatura superiore a 180°C.

I sistemi a bassa e media entalpia sono quasi esclusivamente ad acqua dominante, mentre (solo) al di sopra di 180°C si possono avere sistemi a vapore dominante, come avviene per alcuni degli impianti attualmente in esercizio.

E' importante notare che il range della media entalpia sopra descritto (90-180°C) coincide sostanzialmente con quello entro il quale, per motivi meglio illustrati nel seguito, si rende possibile l'utilizzo della tecnologia del ciclo binario (prevista anche nel progetto "Scarfoglio"). Ciò costituisce un elemento essenziale ai fini dello sfruttamento di risorse a media temperatura, in quanto le tecnologie "convenzionali" attualmente utilizzate presuppongono una risorsa ad alta entalpia e si basano su principi non idonei ad uno sfruttamento economicamente sostenibile di fluidi a temperatura più bassa.

Dal punto di vista normativo, invece, la classificazione dei sistemi geotermici differisce leggermente da quella sopra riportata: infatti, il D.Lgs. 22/2010 prevede, come soglia di separazione tra la media e l'alta entalpia, un valore di temperatura pari a 150°C invece che a 180°C.

Tale differenza, apparentemente poco rilevante, può assumere una connotazione significativa nel caso dei progetti pilota (v.par.2.2), in quanto è obiettivo comune di tali iniziative individuare serbatoi geotermici la cui temperatura si collochi il più possibile in prossimità del limite superiore della fascia di fattibilità tecnica di un impianto a ciclo binario, allo scopo di massimizzarne la resa energetica. Ne segue che il range di temperature tipico di tali progetti è quello compreso tra 140°C e 170-180°C.

E' utile, a questo punto, richiamare le implicazioni normative derivanti dalla classificazione di un impianto geotermico nella categoria della media o dell'alta entalpia:

- titolarità della risorsa (le risorse geotermiche ad alta entalpia, in quanto di "interesse nazionale", sono patrimonio indisponibile dello Stato, mentre quelle a media (e bassa) entalpia, di "interesse locale", sono patrimonio indisponibile delle Regioni, ad eccezione degli impianti pilota, come descritto nel seguito);
- incentivi alla produzione (oltre il limite dei 150°C, gli impianti pilota sono soggetti a riduzioni progressive dell'incentivo al crescere della temperatura);
- canoni da corrispondere per la ricerca e la concessione da parte dei proponenti/concessionari (differenti in base alla classificazione).

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	10 / 133
	Data 15/01/2015		

Tali differenze, pur potenzialmente non trascurabili sotto il profilo economico, non sono comunque in grado di incidere in modo decisivo sulla sostenibilità dell'esercizio di un impianto, laddove questo operi in prossimità della separazione tra alta e media entalpia. Per tale motivo si può concludere che, per questi casi, appare più concreto fare riferimento alla temperatura del fluido geotermico più che alla classificazione in termini di entalpia.

2.1.3. La geotermia nel mondo

La produzione di energia da fonte geotermica nel mondo è quella di **Figura 2-1**, aggiornata al 2013. Da tale situazione si evince che l'Italia, a tale data, si colloca al quarto posto per potenza installata, dietro USA, Filippine e Indonesia.

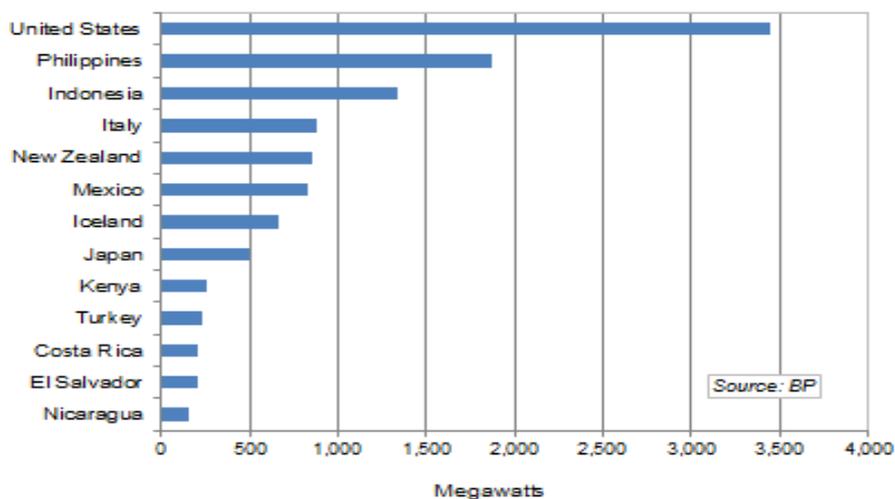
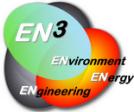


Figura 2-1 Potenza geotermica installata nel mondo al 2013

(fonte: Earth Policy Institute)

E' da notare che, in tale classifica, i primi tre produttori generano circa il 50% dell'energia geotermica complessiva mondiale. Peraltro, negli Stati Uniti (dove la potenza geotermica installata è pari a ben 3.440 MW) l'energia prodotta da tale fonte copre solo l'1% del fabbisogno energetico del paese, mentre in Islanda tale quota arriva al 29%. In questa particolare classifica l'Italia è molto distanziata (circa 2%, v. Tabella 2-1), ma le notevoli risorse geotermiche di cui dispone consentono di ipotizzare importanti sviluppi futuri. Da notare invece le percentuali di El Salvador (25%), Kenya (19%), Filippine (15%), Costa Rica (15%) e Nuova Zelanda (14%), che stanno ulteriormente sviluppando tale risorsa.

Dal punto di vista tecnologico si segnala infine il progetto attualmente in fase di realizzazione nell'isola di Sumatra, la cui taglia è addirittura pari a 330 MW, contro gli ordinari 20-40 MW delle installazioni ordinarie.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	11 / 133
Data 15/01/2015			

2.1.4. La geotermia in Italia

Lo sviluppo della geotermia e della produzione di energia da fonte geotermica in Italia, molto attivo fino al 1945, ha conosciuto fasi alterne, caratterizzate da periodi di crescita soprattutto in corrispondenza delle crisi petrolifere. In Tabella 2-1 è riportata la produzione di elettricità nel periodo 1920-2012, anche in rapporto alla produzione totale nazionale.

Anno	Produzione totale (TWh)	Produzione da fonte geotermica (GWh)	Incidenza % fonte geotermica su produzione totale
1920	5	7	0,1
1930	11	57	0,5
1940	19	536	2,8
1950	25	1.278	5,2
1960	56	2.104	3,7
1970	117	2.725	2,3
1980	186	2.672	1,4
1990	217	3.222	1,5
2000	277	4.705	1,7
2010	302	5.376	1,8
2012	299	5.592	1,9

Tabella 2-1 Produzione lorda elettrica in Italia nel periodo 1920-2012
(fonti: GSE e altri)

Come si vede dalla tabella, a partire dagli anni '80 l'incidenza percentuale dell'energia elettrica da geotermia rispetto all'energia prodotta da altre fonti si è mantenuta sempre al di sotto del 2%, pur in leggerissima crescita (+0,1% circa, ogni 10 anni).

In valore assoluto, invece, l'aumento della produzione geotermica nazionale registrato a partire dal 1980 è stato sicuramente più sostenuto, sebbene esso si sia sostanzialmente arrestato negli anni 2002-2003, con una situazione di stazionarietà dovuta essenzialmente all'assenza di nuove iniziative da parte di ENEL, unico operatore del settore (v.grafici di Figura 2-2 e Figura 2-3), con l'eccezione della centrale "Bagnore 4", avviata a fine 2014.

Per quanto riguarda le ore di funzionamento medie, queste sono state, a livello nazionale, pari a 7.243 (nel 2012), 7.324 (nel 2011), 7.110 ore (nel 2010) e infine 7.355 (nel 2009), come risulta dai rapporti annuali del GSE. Si tratta, quindi, di valori molto elevati, diretta conseguenza del fatto che la fonte geotermica, al contrario di molte altre FER, non dipende da fattori meteorologici o di altra natura esogena.

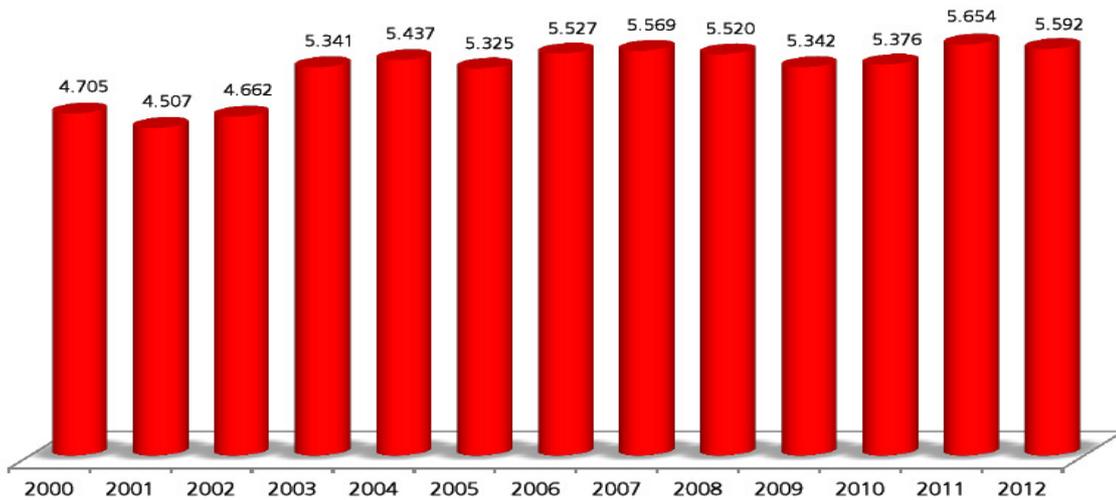


Figura 2-2 Produzione di energia elettrica in Italia (GWh) da fonte geotermica tra il 2000 e il 2012 (fonte GSE – Rapporto Statistico 2012 – Impianti a fonti rinnovabili)

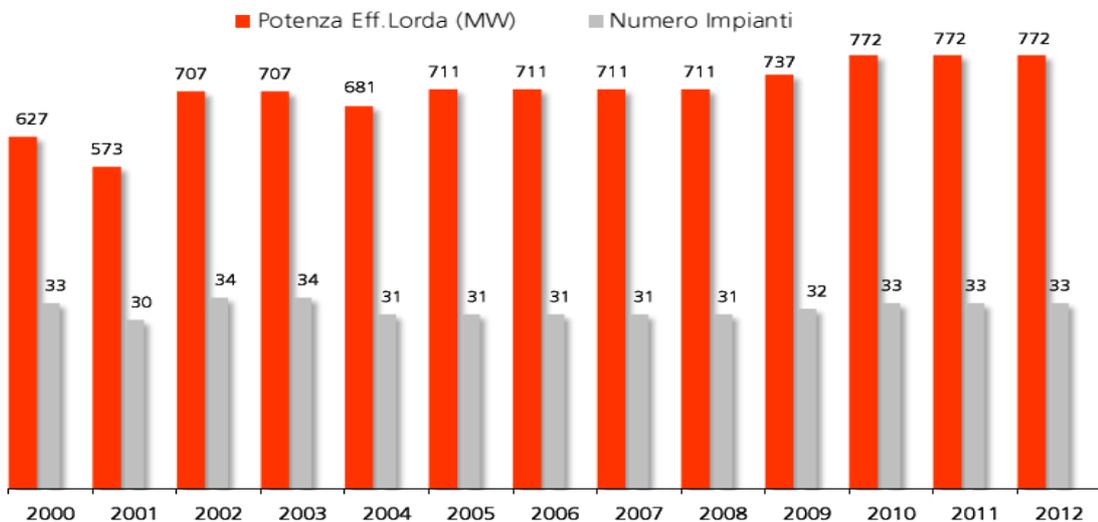
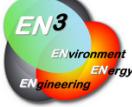


Figura 2-3 Potenza installata e numero di impianti geotermoelettrici in Italia tra il 2000 e il 2012 (fonte GSE – Rapporto Statistico 2012 – Impianti a fonti rinnovabili)

Si ribadisce che, al momento, l'unico operatore presente nel settore della produzione di energia elettrica da fonte geotermica è ENEL Green Power, che detiene il 100% degli impianti in esercizio, tutti ubicati nelle aree toscane di Larderello-Travale-Radicondoli e dell'Amiata e tutti basati sullo sfruttamento delle risorse ad alta entalpia: tali risorse, infatti, in

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	13 / 133
Data 15/01/2015			

considerazione del loro elevato contenuto energetico, consentono di realizzare impianti di taglia maggiore, con tecnologie ormai largamente consolidate, ma al tempo stesso sono caratterizzate da impatti ambientali non irrilevanti e soprattutto limitano, come visto, la crescita dello sfruttamento su larga scala della risorsa geotermica (v. paragrafo che segue).

Questa situazione, tuttavia, con l'avvento dei nuovi impianti a media entalpia, e di quelli "pilota" in particolare, quale quello oggetto del presente SIA, è destinata a cambiare in modo sostanziale.

2.1.5. Aspetti tecnici della geotermia convenzionale

Le tecnologie convenzionali prevedono l'utilizzo in turbina del fluido geotermico in fase di vapore (direttamente, se le condizioni di temperatura e pressione del fluido in uscita di pozzi lo consentono, ovvero previa separazione della fase liquida se questa è presente in percentuale tale (>1-2%) da non poter essere inviata tal quale alla turbina stessa).

La separazione eventuale della fase liquida si realizza attraverso la tecnica del "flash", consistente nel fare espandere il fluido in uscita dai pozzi in rapida depressione in un "separator", causando così l'ebollizione del liquido e la separazione, appunto, del vapore, che viene avviato alla turbina, mentre il liquido estratto viene nuovamente pompato nel serbatoio di provenienza. Il flash può essere singolo o doppio (in serie): in quest'ultimo caso il vapore estratto con il secondo flash viene inviato allo stadio di bassa pressione della turbina, ovvero ad una seconda turbina monostadio.

In quasi tutti i casi, a valle dell'espansione del vapore in turbina è prevista la condensazione del vapore esausto e l'invio a torri evaporative, per una migliore chiusura del ciclo termodinamico (la potenza può arrivare a raddoppiarsi) e la reiniezione del liquido nel serbatoio geologico. In alcuni casi limitati, invece, la condensazione non è presente e il vapore esausto viene immesso direttamente in atmosfera (impianti "a scarico libero", peraltro utilizzati solo per piccole taglie e per applicazioni di basso costo, dato che non richiedono alcuna impiantistica sofisticata, né pozzi di reiniezione, né energia supplementare per il loro funzionamento, a prezzo, però, di uno scarso rendimento, e soprattutto di un elevato impatto ambientale).

Come si vede, dunque, la struttura di un impianto geotermoelettrico è influenzata in modo decisivo dal tipo di risorsa a disposizione. Come si è già visto, si possono identificare due tipi di sistemi/serbatoi geotermici: a vapore dominante e ad acqua dominante, le cui differenze risiedono nel tenore della fase liquida nel fluido che viene estratto, con le conseguenze già viste sopra. Nel mondo sono conosciuti, attualmente, solo sei campi a vapore dominante, uno dei quali è quello di Larderello.

Per quanto riguarda, invece, gli impatti sull'ambiente, si osserva anzitutto che nei fluidi geotermici sono presenti sostanze inquinanti e/o tossiche, oltre che gas serra (da notare,

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	14 / 133
Data 15/01/2015			

però, che le emissioni di gas serra non vengono computate come tali, data la natura di rinnovabilità attribuita alla fonte geotermica). In generale, i gas presenti nel vapore geotermico (in una percentuale complessiva fino al 5%) sono costituiti, in volume, per oltre l'80% (e fino al 90-95%) da CO₂, mentre l'H₂S è dell'ordine dell'1-2% e il metano è intorno al 5-8%. La restante parte, decisamente modesta, è costituita da idrogeno, azoto, ammoniacca, acido borico e altri composti.

Su questo tema, comunque, si torna nel seguito: in questa sede si vuole soltanto evidenziare come nessuna delle configurazioni di impianto di quelle sopra descritte consenta di eliminare le emissioni in atmosfera delle sostanze inquinanti citate, dato che i gas incondensabili, tra cui in particolare il solfuro di diidrogeno, sfuggono, appunto, alla condensazione e vengono liberati in larga parte in atmosfera (pur con i miglioramenti tecnologici registrati negli anni), creando, tra l'altro, il caratteristico odore di "uova marce" che spesso costituisce uno degli elementi di contrarietà da parte delle popolazioni esposte.

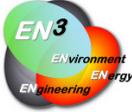
Da questo punto di vista l'uso di fluidi a media entalpia con sistemi binari a ciclo chiuso rappresenta un decisivo passo in avanti nello sviluppo della produzione di energia da fonte geotermica, in quanto, come anticipato, il fluido geotermico non viene mai in contatto con l'ambiente esterno. Inoltre, grazie alla maggiore diffusione geografica dei relativi serbatoi, ancorché di minore potenziale specifico e quindi con costi di installazione relativamente più elevati, le possibilità di sviluppo del settore, e quindi della produzione di energia da tale fonte, aumentano in modo significativo.

2.2. Gli impianti pilota

Come già visto nel documento di inquadramento generale, la necessità di dare impulso alla sperimentazione e allo sviluppo di nuove forme di sfruttamento dell'energia geotermica anche a temperature inferiori a quelle tipiche della geotermia "convenzionale" ha dato luogo all'emanazione di nuove norme specificamente dedicate a questo tema.

In particolare, attraverso la modifica introdotta dal D.Lgs 3 marzo 2011, n.28 al D.Lgs 22/2010, è stata individuata una specifica categoria di progetti geotermici, indicati come "impianti pilota". In particolare, l'art.1, comma 3-bis, del D.Lgs 22/2010 dispone che *"al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di nuove centrali geotermoelettriche a ridotto impatto ambientale di cui all'articolo 9 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, sono altresì di interesse nazionale i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reiniezione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza, e comunque con emissioni nulle, con potenza nominale installata non superiore a 5 MW per ciascuna centrale... (omissis)"*

Tale disposizione, che tra l'altro attribuisce ai fluidi geotermici degli impianti pilota la qualifica di "interesse nazionale" (e quindi li porta nell'ambito del patrimonio indisponibile

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	15 / 133
Data 15/01/2015			

dello Stato), pone l'accento sui seguenti tre aspetti/requisiti fondamentali di un impianto geotermico "pilota":

1. il ridotto impatto ambientale
2. la reiniezione del geofluido nel serbatoio di provenienza dopo il suo utilizzo
3. l'assenza di emissioni.

Per quanto riguarda invece la classificazione in termini di entalpia della risorsa, la norma non pone, di fatto, limiti sostanziali, in quanto nell'alta e media entalpia rientrano di fatto tutte le risorse geotermiche significative ai fini di iniziative di produzione di energia di interesse industriale.

Si è già visto che gli ultimi due requisiti di cui sopra corrispondono alle caratteristiche tipiche degli impianti a ciclo binario, che prelevano l'energia del geofluido attraverso uno scambio termico e non attraverso un utilizzo in turbina, come avviene con le tecnologie "convenzionali". Ciò consente quindi la reiniezione del fluido stesso nel serbatoio di provenienza senza mai porlo a contatto con l'ambiente esterno.

Si osserva, tra l'altro, che la reiniezione del fluido geotermico nella formazione di provenienza dà pieno significato alla qualifica di "rinnovabilità" della risorsa geotermica. Si restituisce infatti al serbatoio stesso la risorsa idrica perché venga di nuovo riscaldata dalla fonte di calore profonda e quindi possa essere di nuovo utilizzata, evitando inoltre alcuni indesiderabili effetti collaterali connessi con il possibile "depauperamento" dei fluidi caldi nel serbatoio geotermico

D'altro canto, come detto sopra, gli impianti a ciclo binario possono operare fino a temperature massime del fluido geotermico di circa 170-180°C. Pertanto, dalla combinazione dei vincoli imposti dalle norme e da limitazioni di tipo tecnico emerge che, allo stato attuale delle tecnologie, un impianto pilota è, in linea di massima, costituito da un ciclo binario operante con fluidi geotermici di temperatura compresa teoricamente tra 90°C e 180°C, ma di fatto, a fini di sostenibilità economica, compresa nel range 140-180°C.

Per quanto riguarda la configurazione di un impianto pilota, questa è caratterizzata, per definizione stessa, dalla presenza di almeno due pozzi:

- un pozzo di "produzione", destinato all'estrazione del fluido geotermico per la produzione di energia;
- un pozzo di "reiniezione", destinato alla reimmissione del fluido geotermico (a temperatura più bassa) nel serbatoio di provenienza, a valle del prelievo di calore per la trasformazione in energia elettrica.

Nella realtà le configurazioni effettive possono differire in modo significativo da questo assetto minimo, anche in relazione al carattere di "sperimentazione" associato ai progetti

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	16 / 133
Data 15/01/2015			

pilota e alle caratteristiche del serbatoio. Resta ferma, comunque, la necessità di disporre, ovviamente, di almeno un punto di prelievo e di almeno un punto di reiniezione.

Proprio in relazione al concetto di sperimentazione è opportuno inoltre osservare che, nel caso dei progetti pilota, le condizioni di coltivazione della risorsa sono già stabiliti in sede di concessione del "Permesso di Ricerca": infatti, mentre per i progetti ordinari è prevista una serie di indagini, prevalentemente di tipo geologico, geofisico e geochimico, volte a individuare la presenza della risorsa geotermica, la sua consistenza e la fattibilità del suo sfruttamento, nel caso dei progetti pilota questi elementi si assumono già acquisiti.

Al riguardo, infatti, la Direttiva del MiSE n.14194 del 1 luglio 2011 afferma che "verranno accettate utilmente solo le istanze per cui il proponente disponga dei dati geotermici necessari per avviare un impianto pilota (esistenza di un pozzo esplorativo o di conoscenze sufficienti della situazione geotermica del sottosuolo) già nel primo periodo di vigenza del permesso". Pertanto, secondo la Direttiva, le "attività di ricerca mineraria sono rappresentate in tali casi esclusivamente dalla sperimentazione dell'impianto pilota, nel cui contesto ricadono anche le specifiche operazioni minerarie di realizzazione dello stesso (geofisica di dettaglio e pozzi di accertamento e di reiniezione)".

Ne segue che le indagini, nel caso di un progetto pilota, sono finalizzate:

- da un lato, ad una più approfondita valutazione delle caratteristiche dei fluidi geotermici e quindi anche alla ottimizzazione delle fasi di produzione e di reiniezione, per salvaguardare la rinnovabilità della risorsa;
- dall'altro, ad una ricerca e sperimentazione impiantistica e tecnologica⁽¹⁾ tale da garantire la fattibilità tecnica di una successiva fase di sfruttamento della risorsa stessa in termini economicamente e ambientalmente sostenibili, e quindi, in particolare, nel rispetto dei vincoli posti dalla norma, e più sopra elencati, come requisito di base di una nuova generazione di impianti.

2.3. Il progetto "Scarfoglio" e l'area dei Campi Flegrei

Come visto in precedenza, la geotermia in Italia è attualmente concentrata per la sua totalità in alcune zone della Toscana. Ciò, come detto, è dovuto a motivi storici (la geotermia, in tali territori, è ormai da molto tempo strettamente integrata nel contesto economico, sociale e produttivo locale), ma anche e soprattutto alle particolari caratteristiche della risorsa nei siti interessati, tenuto anche conto del tipo di tecnologia utilizzata finora per lo sfruttamento della stessa.

(1) La Direttiva n.14194 del MiSE precisa che "La sperimentazione pertanto può riguardare l'intero sistema tecnologico o sue porzioni sia in termini di prodotto che di processo"

Peraltro, come si è visto, l'avvento dei progetti di utilizzo di risorse meno "calde" (cioè, le risorse geotermiche a media entalpia) ha ampliato in misura significativa lo spettro delle zone geografiche candidate ad ospitare impianti di questa nuova generazione, grazie anche alla loro caratteristica – espressamente sancita dalle norme – di assenza completa di emissioni, in aria e in acqua.

Da questo punto di vista la zona dei Campi Flegrei costituisce un'area assai promettente, in quanto all'elevatissimo potenziale geotermico (legato alla particolare natura vulcanica dei siti e già accertato a seguito di numerose campagne esplorative effettuate da alcuni decenni) si associa ora la possibilità di realizzare impianti anche in zone limitrofe ad aree urbanizzate, grazie, appunto, alla assenza di emissioni e di impatti significativi.

Non a caso, dunque, le iniziative in corso in Campania riguardano proprio la macroarea dei Campi Flegrei e si sostanziano in tre istanze di Permessi di ricerca per progetti pilota, due dei quali ("Scarfoglio" e "Cuma") nella titolarità di Geoelectric (v. Figura 2-4), mentre il terzo ("Forio") riguarda l'isola di Ischia, adiacente ai Campi Flegrei ma caratterizzata da un campo vulcanico (monte Epomeo) secondo molti studiosi distinto da quello flegreo.



Figura 2-4 Istanze di Permesso di ricerca pilota di Geoelectric nell'area dei Campi Flegrei

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	18 / 133
Data 15/01/2015			

In particolare, l'area dell'istanza di permesso di ricerca "Scarfoglio", che qui interessa, ha una superficie complessiva di 22,34 km² e, come si vede dalla figura, si estende, in latitudine, dal parallelo 40°51' alla linea di costa a sud, e tra i meridiani 1°40' e 1°44' (coordinate M.Mario). All'interno di tale area è presente il progetto dell'impianto pilota.

Una delle principali caratteristiche della risorsa geotermica nell'area dei Campi Flegrei è costituita dalla possibilità di estrarre fluidi a temperature dell'ordine di 150°C, e più, a profondità molto limitate, dell'ordine di 800-1000 m, il che consente di attuare interventi poco invasivi, rapidi e con una elevata efficienza tecnica, ambientale ed economica.

Il progetto "Scarfoglio", la cui risorsa ha una temperatura media stimata intorno ai 165 °C, si colloca dunque in questo contesto. Inoltre la tecnologia di riferimento, e quindi l'assenza di emissioni, lo inquadrano a pieno nelle previsioni normative relative agli impianti pilota. In quanto, invece, alla classificazione in base all'entalpia, si osserva che, sul piano strettamente normativo (e sempre che le caratteristiche della risorsa si confermino quelle attese), il progetto sarebbe classificabile nel campo dell'alta entalpia, sia pure solo di poco: in questo caso, peraltro, si è già visto nei paragrafi precedenti che le conseguenze sono sostanzialmente limitate, e che il progetto rientra comunque nella disciplina degli impianti pilota, come espressamente previsto dal legislatore. Su tutti questi aspetti, comunque, si torna nel seguito del presente documento.

2.3.1. Inquadramento geotermico dell'area di progetto

L'area dei Campi Flegrei è da lunghissimo tempo oggetto di studi, ricerche e monitoraggi, in relazione ai diversi aspetti che la caratterizzano e la distinguono (soprattutto, vulcanismo, bradisismo, sismicità, idrotermalismo).

Tenuto conto di ciò, nonché di alcune peculiarità specifiche dell'area, Geoelectric ha ritenuto indispensabile supportare il proprio progetto con il contributo dei dati e delle conoscenze di qualificati partner scientifici, quali INGV e AMRA. In particolare, grande importanza assumono, in questo quadro, le vaste conoscenze sviluppate dalla Sezione di Napoli dell'INGV (Osservatorio Vesuviano), il più antico osservatorio vulcanologico del mondo, unitamente alle importanti conoscenze tecniche e scientifiche di AMRA, che, come illustrato nel documento introduttivo del SIA, è a sua volta espressione di importanti enti, tra cui anzitutto l'Università di Napoli "Federico II" e poi lo stesso INGV, l'Università di Salerno, la Seconda Università di Napoli, l'Università del Sannio, l'Università Parthenope di Napoli, la Stazione Zoologica Anton Dohrn e il CNR.

Ciò premesso, AMRA/INGV sono state incaricate da Geoelectric di redigere uno studio relativo all'area dei Campi Flegrei e, in particolare, alle caratteristiche attese della risorsa geotermica e alle eventuali interferenze che lo sfruttamento della stessa nella misura prevista dal progetto "Scarfoglio" potrebbe determinare. A tale studio, allegato al SIA, si rimanda per una caratterizzazione dettagliata dell'area dai diversi punti di vista sopra

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	19 / 133
Data 15/01/2015			

indicati, così come per le valutazioni relative alle potenziali interferenze, le quali sono comunque riprese e sviluppate anche nel Quadro ambientale.

Nel presente Quadro progettuale, invece, la tematica si riprende relativamente alle sole valutazioni in merito alle caratteristiche e alla localizzazione della risorsa, unitamente a quelle relative alle caratteristiche del sottosuolo, che è ciò che soprattutto interessa ai fini degli sviluppi di tipo progettuale (tutto quanto segue è stato estratto in buona parte dallo studio AMRA/INGV sopra citato).

2.3.1.1. Aree di interesse e perforazioni pregresse

In generale, è noto che le numerose manifestazioni idrotermali che si osservano ai Campi Flegrei e nel Golfo di Pozzuoli sono l'espressione in superficie di un esteso sistema geotermale profondo. Le emissioni di vapori ad alta temperatura (fumarole) si distribuiscono in superficie lungo i principali lineamenti tettonici dell'area, ed in prossimità di centri eruttivi. La temperatura delle fumarole in superficie è piuttosto variabile con i massimi nella zona della Solfatarina di Pozzuoli, alla Bocca Grande (circa 160 °C).

Per quanto riguarda i fluidi erogati in superficie, si trovano per lo più sistemi misti "acqua + vapore", generalmente ad acqua dominante, costituiti da miscele di acqua, vapore e CO₂, con altri elementi gassosi in quantità minore.

Le aree di maggiore interesse geotermico, nell'ambito della macroarea dei Campi Flegrei, sono quelle indicate in Figura 2-5: Mofete, S.Vito e Agnano. Tali zone sono state oggetto di perforazioni eseguite, a partire dal 1940, dalle società SAFEN, AGIP ed ENEL, con profondità che hanno raggiunto anche i 3000 metri e che hanno riguardato soprattutto le zone di Mofete, S.Vito e Agnano (cfr. Figura 2-6).

Tali perforazioni sono state specificamente destinate alla caratterizzazione della risorsa geotermica nell'area e hanno fornito risultati di grande interesse. Tuttavia, in considerazione delle tecnologie all'epoca disponibili per gli impianti (e del tipo di risorsa necessaria per alimentarli), nonché dell'elevata urbanizzazione delle aree considerate, a tali ricerche non ha fatto seguito una attività di sfruttamento, che oggi è invece possibile grazie all'utilizzo della tecnologia del ciclo binario e all'impiego di fluidi geotermici a temperature più basse.

Per quanto riguarda gli esiti delle perforazioni, nell'area calderica flegrea sono stati riconosciuti orizzonti permeabili a diversa profondità, caratterizzati dalla presenza di fluidi idrotermali. Nell'area di Mofete un primo importante acquifero è stato individuato alla base del tufo giallo napoletano ad una profondità compresa tra 500 e 1000 metri dal p.c. con temperature variabili da 100 a 130°C. La permeabilità del TGN è determinata dalla fratturazione, mentre alla base dell'acquifero si rinviene un livello di tufiti argillificate impermeabili. Un secondo acquifero è stato rinvenuto nella zona dei silicati di calcio ed alluminio a profondità comprese tra 1.800 e 2000 metri dal p.c. ad una temperatura media di circa 300°C. Infine, un terzo acquifero è stato individuato tra -2500 e -2700 metri.



Figura 2-5 Aree di maggiore interesse geotermico nei Campi Flegrei

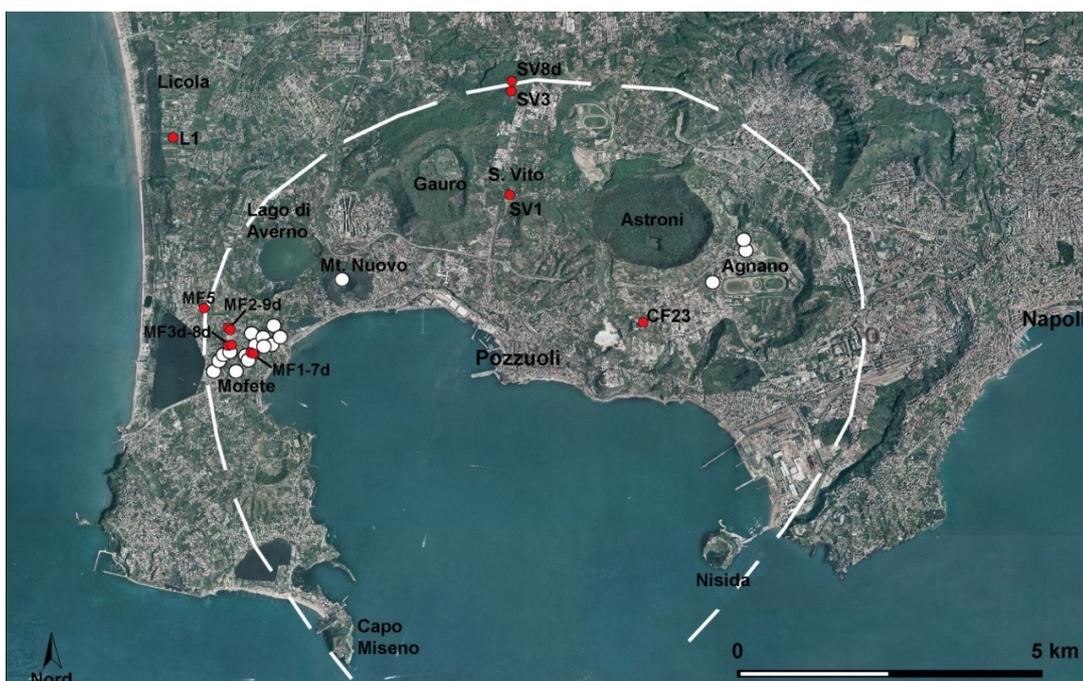


Figura 2-6 Pozzi perforati ai Campi flegrei dal 1940 al 1985 (SAFEN-AGIP-ENEL)

Per la zona di Mofete, dove nel corso delle perforazioni AGIP-ENEL iniziate negli anni '50 furono eseguite 7 perforazioni profonde (MF1, 2, 3d, 5, 7d, 8d, 9d), fino ad un massimo di 2700 al di sotto del p.c., le prove di produzione eseguite sui pozzi menzionati hanno mostrato che i livelli produttivi sono caratterizzati da una miscela acqua-vapore, con percentuale dominante in acqua, come d'altronde mostrerebbero anche i profili di temperatura-profondità, tipici di sistemi ad acqua dominante (cfr.Figura 2-7).

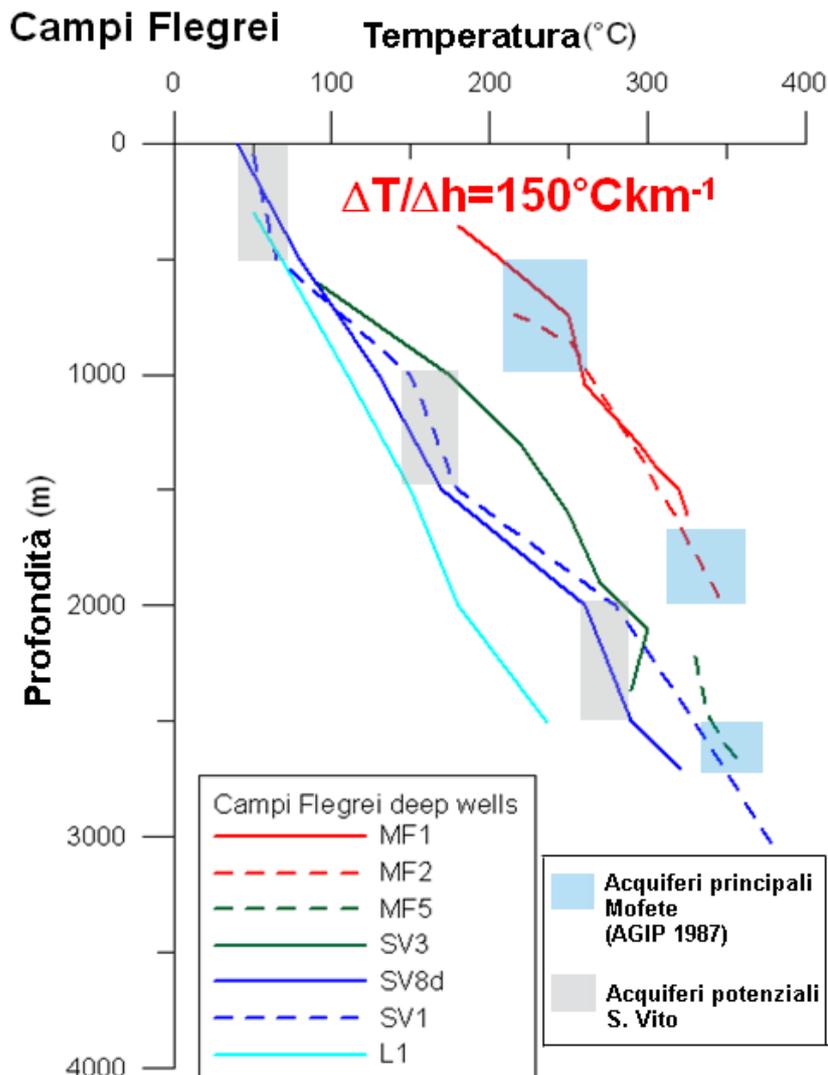


Figura 2-7 - Temperature misurate nei pozzi profondi dei Campi Flegrei

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	22 / 133
Data 15/01/2015			

La miscela acqua-vapore alla bocca dei pozzi produttivi ha mostrato le seguenti caratteristiche: temperatura compresa tra 180°C e 230°C, TDS 20-70 g/l, 2% in peso di gas non condensabili. La portata dell'acquifero più superficiale è risultata pari a 200 t/h, con pressioni massime di 0,8 MPa (8 bar). L'acquifero intermedio è risultato caratterizzato da una portata minore, 70 t/h, ma un contenuto maggiore in peso di vapore (40%), per cui dai dati rilevati risulta che il fluido geotermale ha un valore di entropia pari a 1100 kJ/kg per l'acquifero superficiale e 1600 kJ/kg, per quello intermedio.

Nella zona di S.Vito la circolazione idrotermale è scarsamente definita, anche a causa della mancanza di dati attendibili. Ad eccezione di una falda freatica molto superficiale stratificata nei depositi del TGN, non sembra essere stato rilevato alcun sistema acquifero di una certa importanza almeno fino a 2000 metri di profondità. Tuttavia, dall'andamento dei profili di temperatura-profondità può essere ipotizzata la circolazione di fluidi in regime advettivo, in diversi spessori di roccia, che ne stabilizzano il gradiente di temperatura (cfr. Figura 2-7, in cui sono evidenziati i livelli di falda produttivi e quelli potenziali dedotti dall'andamento delle isoterme).

Per quanto riguarda infine l'area di Agnano (ai margini della quale ricade l'intervento in progetto) i dati dei pozzi suggeriscono la presenza di un sistema acquifero profondo ben sviluppato a circa 1.400 metri di profondità, con temperature che superano i 250°C. Un sistema di falde più in superficie è da correlare alla circolazione dei fluidi caldi all'interno dei tufi fratturati. Misure di temperatura eseguite in alcuni pozzi molto superficiali mostrano gradienti di temperatura di circa 1,5°C ogni 10 m.

2.3.1.2. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area flegrea

Come indicato da AMRA/INGV nello studio allegato, il modello concettuale del serbatoio geotermico dei Campi Flegrei più recente prevede una sorgente magmatica profonda (a circa -8 km), che avrebbe uno spessore di circa 1 km ed un diametro pari a quello della caldera (Zollo et al., 2008), con un contenuto in calore (Q) per unità di superficie pari a $6 \cdot 10^{12}$ J/m². Questa è la sorgente primaria del calore fornito agli strati di roccia sovrastanti.

I modelli fluidodinamici pubblicati fino ai tempi più recenti (Troiano et al., 2011 e rif. interni) forniscono inoltre valori di permeabilità della parte più interna della caldera dell'ordine di 10^{-15} m², e di 10^{-16} m² della zona più esterna della caldera. Questi valori sono attendibili fino a temperature che garantiscono un regime elastico delle rocce ed al disotto del punto critico dell'acqua (375°C). Oltre i 400°C circa è atteso un rapido decremento della permeabilità, verso valori inferiori a 10^{-17} m² (Hayba and Ingebritsen, 1997). Tali condizioni si incontrano a profondità di circa 3-4 km, dove può essere ipotizzata anche la presenza di una transizione reologica delle rocce da fragile a duttile.

Il sistema geotermale sarebbe quindi caratterizzato da una circolazione di fluidi molto lenta al disotto del livello della transizione fragile-duttile, con regime di trasporto del calore

prevalentemente conduttivo. Al contrario, nelle zone più superficiali, tra 0 e 2 km di profondità, i valori di permeabilità, associati prevalentemente all'elevato grado di fratturazione del mezzo, consentono la persistenza di un sistema geotermale con un importante trasferimento di fluidi verso la superficie e con regime dominante di trasporto del calore di tipo advettivo.

La circolazione della falda all'interno della caldera sembra seguire un pattern radiale, con linee di deflusso dirette dal centro verso l'esterno. Le isolinee di carico idraulico mostrano un movimento dell'acqua da nord verso la costa, riflettendo anche la topografia dell'area. La falda più profonda scorre dalle zone di ricarica (i contrafforti carbonatici che bordano la Piana Campana) verso la costa, perpendicolarmente alle linee di uguale carico idraulico. Gran parte dell'acqua di falda circolante nell'area flegrea recapita quindi in mare.

I dati relativi alle perforazioni eseguite nel corso della Joint-Venture AGIP-ENEL evidenziano che le falde acquifere, ad alta temperatura, sono sovrapposte tra loro, da 500 m fino a oltre 2500 m di profondità, e con temperature del reservoir generalmente superiori a 250°C.

Per quanto riguarda l'andamento delle temperature dei fluidi, successivi studi eseguiti su pozzi nell'area flegrea, a diverse profondità, mostrano un decremento del gradiente geotermico a mano a mano che dal centro della caldera ci si sposta verso nord, con valori più bassi nella zona di Quarto. In generale, le aree in cui si rileva il più elevato gradiente geotermico sono quelle di Mofete (180°C/Km) ad est di Baia, S. Vito (150°C/km), Monte Nuovo (140°C/Km) e quella di Solfatara e di Agnano (140°C/Km).

Uno sketch del sistema geotermale dei Campi Flegrei è riportato in Figura 2-8.

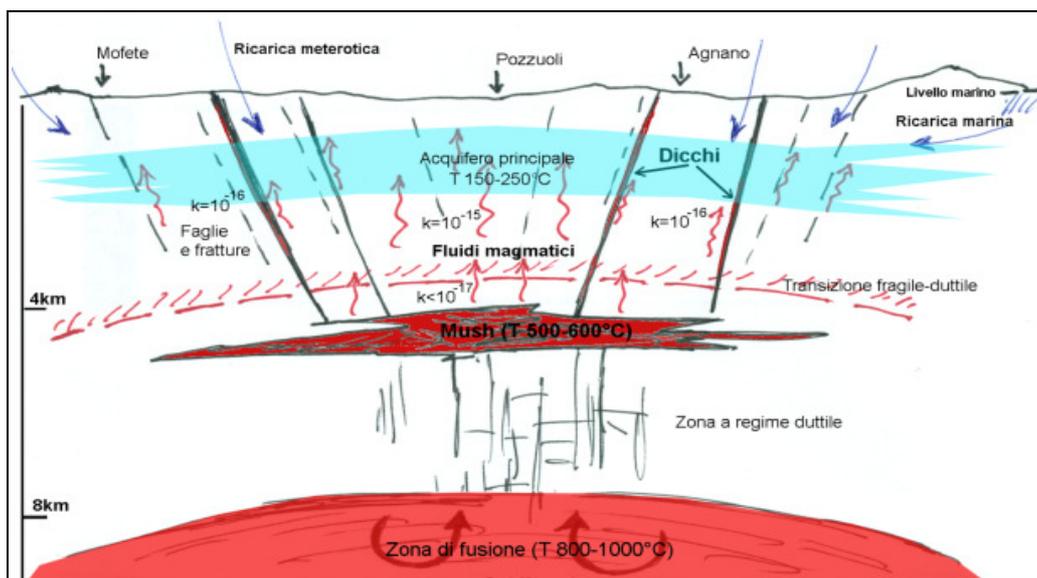


Figura 2-8 Modello concettuale del serbatoio geotermico dei Campi Flegrei

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	24 / 133
Data 15/01/2015			

2.3.1.1. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area di progetto

I dati raccolti ed elaborati consentono di modellare il potenziale serbatoio geotermico dell'area di interesse per l'impianto.

Anche se la mancanza di pozzi profondi sul sito non ha consentito di effettuare misurazioni dirette, le caratteristiche dell'area adiacente, ben indagate da un punto di vista geochimico e geofisico, e la riconducibilità dei fenomeni geotermali dell'area al sistema di alimentazione di fluidi di Solfatara-Pisciarelli rendono attendibile il modello ipotizzato. In particolare, tale sistema è caratterizzato da un flusso di calore e di gas in superficie molto elevato e da gradienti di temperatura estremamente alti nei primi 50-80 m. Al confine tra questa zona e l'area di ubicazione dei pozzi sono stati misurati flussi medi di CO₂ pari a 8*10⁻⁵ mol/m² s.

I pozzi utilizzati per la caratterizzazione del serbatoio sono il pozzo CF23, perforato tra il 1953 e il 1954 e molto prossimo all'area del progetto pilota (circa 250 m dal fondo del pozzo di progetto più vicino), come più avanti descritto, nonché il pozzo Hotel Tennis (Pisciarelli), la cui ubicazione è riportata nella figura che segue, e infine i pozzi superficiali nella Solfatara.



Figura 2-9 Ubicazione del pozzo Hotel Tennis

Su tali basi, e con riferimento a quanto più in dettaglio descritto nella relazione AMRA/INGV, è stato possibile individuare l'andamento delle isoterme, la stratigrafia e l'andamento delle falde acquifere più profonde (quest'ultimo dato è ricavato anche dalle misure CSAMT-MT effettuate sul sito stesso). In particolare, in corrispondenza dell'area di progetto si individuano temperature tra 80 ed 85°C in corrispondenza del livello del mare, con l'isoterma di 150°C ubicata tra 800 e 900 m di profondità e quella di 300°C intorno ai 1900 m. Oltre alla falda acquifera molto superficiale, che non interessa ai fini del progetto, si individua il top della prima falda più profonda intorno a 400 m (sempre riferita rispetto al livello del mare), mentre una seconda falda si rinviene intorno ai 1100 m. La prima falda dovrebbe avere uno spessore pari a circa 500 m, mentre per la seconda non è possibile definire il livello del bottom. Entrambe si attestano comunque nelle formazioni di tufo grigio e tufo verde da mediamente a molto fratturato (Figura 2-10). In base a quanto descritto è possibile definire il target massimo di profondità del pozzo geotermico, che dovrebbe attestarsi intorno a 1.000 m dal p.c.

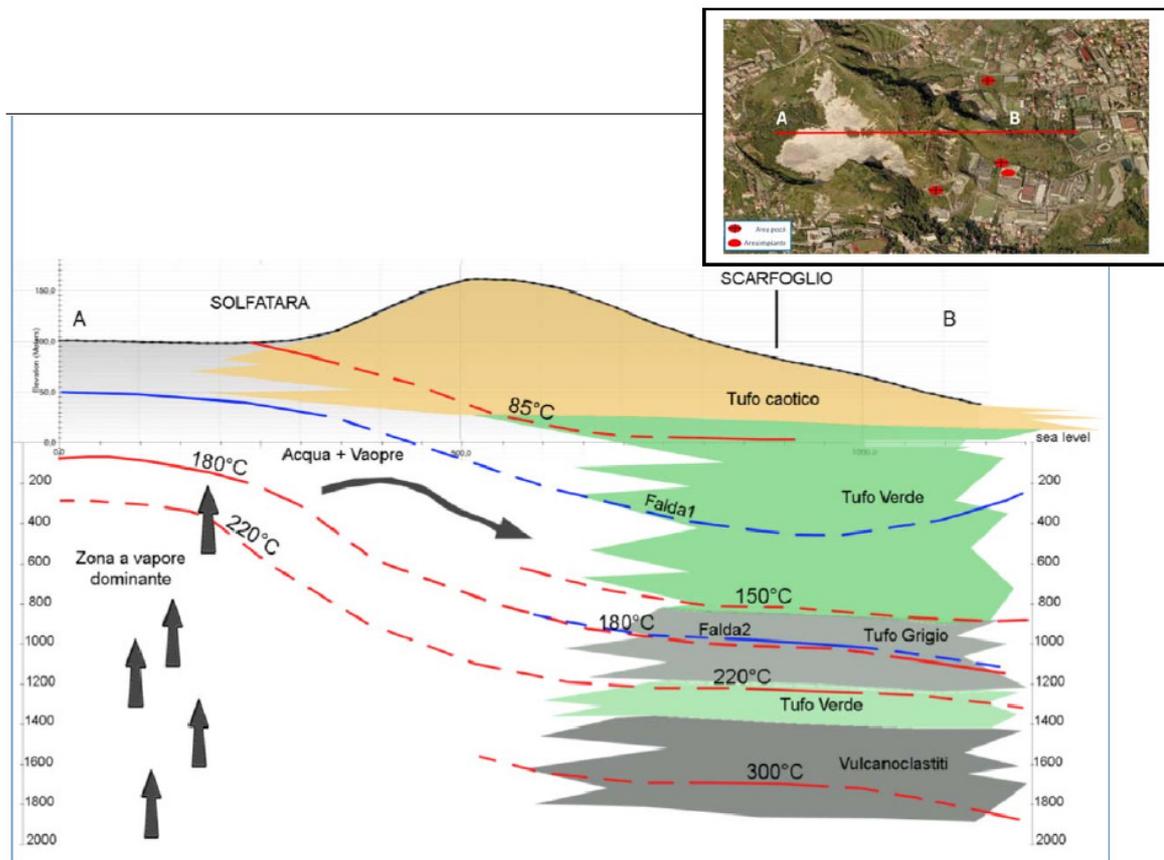
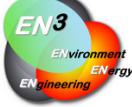


Figura 2-10 Modello puntuale del serbatoio geotermico dell'area del progetto "Scarfoglio"

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	26 / 133
Data 15/01/2015			

Da notare che nella figura precedente le linee rosse rappresentano le isoterme a diversa temperatura (la linea, dove è continua, indica le zone dove le temperature sono state misurate, mentre le parti tratteggiate indicano le zone dove le temperature sono state dedotte da altri dati o correlate). Le linee blu indicano i due livelli di falda rinvenuti dalle analisi CSAMT-MT e dai LOG del pozzo CF23 e da misure eseguite nel pozzo Hotel Tennis.

2.3.1.2. Stratigrafia e composizione dei fluidi attese per i pozzi di progetto

Ai fini dello sviluppo del progetto si è assunta, come riferimento per la stratigrafia, quella derivata dal pozzo CF23 che, come visto, è il più vicino (di adeguata profondità) al sito di progetto. All'esito della perforazione dei primi pozzi, le caratteristiche dei pozzi successivi potranno essere affinate di conseguenza.

Di seguito si riporta la stratigrafia del pozzo CF23.

- 0-110 m Tufi flegrei e campani
- 110-130 m Lave
- 130-990 m Tufo verde
- 990-1200 m Tufo grigio con intercalazioni di sedimenti lacustri
- 1200-1440 m Tufo verde
- 1440-1446 m Lave
- 1446-1840 m Materiale clastico ad elementi vulcanici.

Dal confronto delle litologie osservate per gli altri pozzi situati nel settore più orientale della caldera è verosimile ipotizzare che i processi di alterazione idrotermale siano confrontabili. Inoltre, dal confronto dei gradienti di temperatura e della geochimica dei fluidi circolanti osservati per gli altri settori si riscontra una buona corrispondenza tra i dati.

Per quanto riguarda invece il chimismo delle acque idrotermali, si rimanda alla relazione AMRA/INGV. In analogia, comunque, a quanto esposto per i fluidi prodotti durante le prove di emungimento e reiniezione ai pozzi MF1, MF7d e di "purge test" effettuate a SV1 è possibile, in prima approssimazione, definire la composizione chimica dei fluidi che potrebbero essere intercettati nell'area oggetto di studio provenienti dal serbatoio. Da un punto di vista puramente classificativo si può definire la composizione dell'acqua estratta di tipo cloruro-calcica. In particolare, possono essere prese come riferimento le composizioni chimiche dei fluidi estratti al separatore primario e relative alla fase di stabilizzazione del pozzo di MF1 durante le prove di emungimento (AGIP, 1987).

Sulla base di tali congetture è possibile ipotizzare la seguente composizione dei campioni di brine che verrebbero intercettate (cfr.Tabella 2-2):

ione	Conc. Media (mg/l)	σ
Na	13280	114
K	1707	66,8
Li	34	0
NH ₄	36,7	5,2
Ca	889	13,5
Mg	7,9	0,6
Sr	48,7	1,2
Ba	3,6	0,1
Mn	10,7	0,08
Fe	1,3	0,05
Cl	24170	467
Br	72	7,8
F	6,1	1,4
SO ₄	52	3,3
HCO ₃	84,2	1
SiO ₂	570	12,3
H ₃ BO ₃	678	30,9
Cu	0,07	-
Pb	0,28	-
Zn	0,07	-
As	16,6	3,1
Hg	<0,0004	-
Cr	0,004	-

Tabella 2-2 Composizione dei campioni di brine

Per quanto attiene invece ai gas incondensabili, sempre durante l'emungimento si sono riscontrate le seguenti concentrazioni (cfr. Tabella 2-3):

Gas	Conc, media % Vol	σ
CO ₂	93,0	0,05
CH ₄	6,7	0,04
N ₂	0,034	0,01
H ₂	0,014	0,005

Tabella 2-3 Concentrazione dei gas incondensabili

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	28 / 133
Data 15/01/2015			

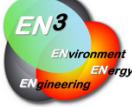
Infine, per quanto riguarda le potenziali interferenze tra pozzi in fase di produzione e reiniezione, nonché l'alterazione della pressione e della temperatura delle acque del serbatoio geotermico produttivo una volta che queste vengono reimmesse nel serbatoio stesso, l'INGV, in collaborazione con AMRA, ha effettuato diverse modellazioni di esercizio dei pozzi per verificare se effettivamente sussistano le condizioni per modificare le condizioni termodinamiche del serbatoio geotermico una volta che l'impianto entrerà in funzione, e, qualora esistano, se queste hanno la possibilità di influire su un eventuale aumento del bradisismo e della sismicità locale.

Nel dettaglio, sono state effettuate cinque simulazioni, al fine di valutare la perturbazione del campo termico e pressorio indotta dalle attività di estrazione dei fluidi e loro reiniezione. La modellazione ha avuto anche lo scopo di individuare la distanza minima tra i pozzi (al fondo), affinché non ci sia alcuna interazione termica significativa tra gli acquiferi in emungimento (fluidi caldi) e quelli in ricezione (fluidi raffreddati). Il modello geologico di base utilizzato è stato estrapolato utilizzando dati di permeabilità, temperatura e flussi misurati da prove dirette in zone limitrofe all'area di interesse (Solfatara, Mofete, San Vito, Agnano, Bagnoli). Da qui è stato possibile ottenere un modello geologico di partenza sulla base del quale sono state eseguite le cinque simulazioni numeriche, utilizzando il codice TOUGH2, e ipotizzando quanto segue: tempi di emungimento di 10, 30 e 60 anni; produzione di 5 MWe; temperatura minima a bocca pozzo ~160°C; target dei pozzi a 1 km di profondità; reservoir produttivo localizzato tra 500 e 1000 m di profondità.

Sotto queste ipotesi è stata anzitutto simulata la distanza minima alla quale i pozzi (sia quelli di emungimento che di reiniezione) devono essere tra loro posizionati (a fondo pozzo) per ridurre l'interferenza reciproca in termini di pressioni e temperature. Tale distanza è risultata non inferiore ad 800 m, per ottenere variazioni il più possibile sostenibili ai fini della produzione.

Nel passo successivo è stata considerata anche la reiniezione, in modo da valutare il campo totale di variazioni e determinare anche il possibile numero di pozzi di reiniezione compatibili, in particolare, con le variazioni di pressione prodotte dalla reimmissione dei fluidi nel serbatoio. Da tali simulazioni è emerso che le variazioni sostanziali di temperatura e pressione sono confinate in volumi poco estesi intorno al fondo del pozzo e che tali variazioni divengono poco significative a distanza di circa 500 m da esso.

Anche le variazioni del campo di pressione sono significative (ovvero sopra la soglia teorica per generare sismicità indotta) soltanto in volumi molto ridotti, che difficilmente possono dar luogo a terremoti significativi. Considerata infatti sia la discontinuità strutturale che l'elevato livello di fratturazione dell'area, soprattutto nei primi 2 km di profondità, lo studio di INGV/AMRA valuta "estremamente improbabile che possano localizzarsi faglie sismogenetiche che coinvolgano l'interno volume interessato dalle maggiori variazioni di pressione."

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	29 / 133
Data 15/01/2015			

Assumendo comunque il caso in cui ciò possa comunque verificarsi, lo studio condotto da AMRA/INGV ha quantificato in 2,5/3,2 (sotto ipotesi del tutto teoriche e conservative) la magnitudo massima di un eventuale fenomeno sismico, precisando che per i Campi Flegrei, considerato che il rilascio di stress durante i terremoti è molto più basso di quello usuale delle aree tettoniche, a parità di superficie la magnitudo-momento massima dovrebbe essere notevolmente minore. In aggiunta, lo studio rileva che tutte queste valutazioni trascurano l'osservazione più generale, supportata dall'esperienza di circa 40 anni di fenomeni bradisismici, che gli strati più superficiali (almeno i primi 1-2 km) sono sostanzialmente asismici. E' questo dunque il vantaggio più evidente di un'area che, avendo un altissimo gradiente geotermico, permette anche per la produzione elettrica di poter operare entro profondità estremamente basse con alti rendimenti.

In definitiva, quanto riportato evidenzia che per le condizioni geologiche e tettoniche del sito ed in considerazione delle variazioni di pressione che si ottengono dalle simulazioni, risulta estremamente improbabile che possano innescarsi terremoti indotti di magnitudo significativa, e comunque maggiore di quella strumentale. In ogni caso, la probabilità del fenomeno sarà monitorata con l'installazione di una rete di sismografi a registrazione in continuo e controllo in remoto, posti in aree sensibili. In questo modo si andranno a registrare anche le minime interferenze sismiche, qualora presenti.

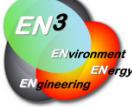
Va notato inoltre che per i pozzi di emungimento le variazioni di temperatura, dopo 30 anni, sono contenute nell'ordine di pochi gradi centigradi. Al contrario, nell'intorno del pozzo di reiniezione, si verificano variazioni negative di temperatura molto più significative, dell'ordine delle decine di gradi. Per questo motivo, tenuto conto del tipo di circolazione del sistema idrico sotterraneo, i pozzi reiniettori sono stati previsti di tipo deviato e diretti verso sud e sud-est, in modo da evitare che il deflusso dell'acquifero delle zone intorno a questi confluisca verso i pozzi di emungimento.

2.3.2. Potenziale energetico della risorsa geotermica

2.3.2.1. Area dei Campi Flegrei

Una valutazione preliminare della potenzialità energetica della risorsa geotermica nell'area di Campi Flegrei fu effettuata durante le già citate campagne di perforazione eseguite dalla joint-venture AGIP-ENEL negli anni ottanta (AGIP, 1987). Essa stimò la produttività elettrica complessiva dei pozzi dell'area di Mofete (Mofete 1, 2, 7d ed 8d) in alcune decine di MWe. Un'ulteriore studio (Marini et al, 1993), partendo dai profili di temperatura in pozzo e dai dati geochimici dei fluidi dell'area dei Campi Flegrei ed Ischia, evidenziò la possibilità economica di sfruttamento del potenziale geotermico delle due aree.

Lo sviluppo in tempi recenti di nuove tecnologie di produzione di energia da fonte geotermica permette, come già evidenziato, lo sfruttamento della risorsa anche nel range

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	30 / 133
Data 15/01/2015			

della media entalpia. Per tale scopo è stato riconsiderato il tema del potenziale geotermico dei Campi Flegrei, utilizzando il classico metodo volumetrico proposto da Muffler e Cataldi (1978). Esso definisce, in primo luogo la stima analitica del calore contenuto in certo volume di roccia nella crosta ad un certa profondità. Tale volume viene suddiviso in diverse unità in base a parametri idrogeologici, geotecnici e geotermici.

Il quantitativo totale di calore geotermico contenuto in certo volume di crosta terrestre (E_t) è uguale alla somma del calore contenuto nella roccia (E_r) e dei fluidi in essa (E_w), secondo le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned}
 E_r &= V_i \cdot (1 - \phi_i) \cdot \rho_{ri} \cdot C_{ri} \cdot (T_i - T_0) \\
 E_w &= V_i \cdot \phi_i \cdot \rho_{wi} \cdot C_{wi} \cdot (T_i - T_0)
 \end{aligned}
 \quad (\text{equazioni 1 e 2})$$

Dove V_i e ϕ_i rappresentano rispettivamente il volume e porosità media della i -esima unità, ρ_i e C_{ri} sono la densità ed il calore specifico della roccia della i -esima unità, ρ_{wi} e C_{wi} indicano la densità e il calore specifico dei fluidi contenuti nella i -esima unità, T_i è la temperatura media della i -esima unità e T_0 è la temperatura di riferimento, che viene fissata a 298 °K.

Ai fini delle valutazioni sulla potenzialità energetica della risorsa bisogna considerare che solo una frazione del calore di origine geotermica può essere estratta. Al riguardo, una quantificazione è complessa e incerta, a causa della difficoltà di caratterizzare il serbatoio geotermico attraverso modelli numerici, e la frazione di energia estraibile (E_e) può essere stimata in maniera deterministica soltanto attraverso la realizzazione dei pozzi e l'effettuazione delle relative prove di produzione. Dati empirici mostrano che un fattore di recupero di energia (definito come $R_f = E_e / E_t$) può essere adottato per ovviare a questa limitazione. In particolare, Muffler e Cataldi (1978), a seguito di una revisione degli studi di estrazione di calore in sistemi geotermici, hanno stimato che il fattore di recupero R_f varia tra 0,05 e 0,15 (5-15%) e che tale valore aumenta passando da sistemi ad acqua-dominante a sistemi a vapore-dominante (Dove et al., 2010; Armstead et al., 2006). E' da notare inoltre che il metodo volumetrico considera solo lo status quo nel sottosuolo (Muffler e Cataldi, 1978) senza vagliare la ricarica del calore fornita da corpi magmatici localizzati a profondità maggiori.

Usando le equazioni (1) e (2) e le approssimazioni dette, è possibile calcolare il potenziale geotermico di zone di cui siano noti i parametri fisici (temperatura, porosità, densità) e chimici (composizione dei fluidi profondi e delle inclusioni fluide) dei serbatoi geotermici profondi. Nel caso dei Campi Flegrei ciò è possibile per le due aree di Mofete e San Vito, grazie alle attività di perforazione più sopra descritte.

In particolare, nel distretto di Mofete sono stati identificati tre serbatoi geotermici così caratterizzati: 500-1000 m b.sl. con 20% vapore; 1800-2000 m con 40% vapore; 2500-2700 m

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENVironment ENergy ENgineering s.r.l.	31 / 133
	Data 15/01/2015		

probabilmente a vapore dominante. Per la definizione del potenziale geotermico di tali serbatoi è stata selezionata un'area di circa 2 km² (v.Figura 2-5).

Diversamente, nell'area di San Vito (pozzo SV1) è stato riconosciuto un gradiente geotermico più basso negli intervalli di profondità di 0-500 m e 100-500 m, dove è possibile ipotizzare la presenza di livelli con maggiore permeabilità sede dei serbatoi geotermici a forte circolazione di fluidi. Lo studio del potenziale geotermico di quest'area è stato limitato a circa 3 Km² (si veda anche qui la Figura 2-5).

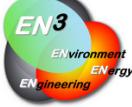
I parametri geologico-fisici utilizzati per lo studio numerico del potenziale per le aree geotermiche sopra individuate sono riportati nella tabella che segue e i risultati derivanti dalla applicazione delle Eq. (1) e (2) nella tabella successiva. Per la definizione del potenziale è stato applicato un fattore di recupero energetico R_f pari a 0,1 per entrambe le aree il quale, da un'analisi approfondita dei dati bibliografici a livello mondiale, rappresenta un valore verosimile (Muffler e Cataldi, 1978).

	Area (m ²)		Spessore dello strato (range di profondità)	Volume (m ³)	Densità roccia (kg/m ³)	T _i media (K)	Φ
Mofete	2·10 ⁶	1	500 (500-1000)	10 ⁹	1759	503	0,28
		2	200 (1800-2000)	0,4·10 ⁹	2459	613	0,1
		3	200 (2500-2700)	0,4·10 ⁹	2459	613	0,1
S. Vito	3·10 ⁶	4	500 (0-500)	1,5·10 ⁹	1759	351	0,3
		5	500 (100-1500)	1,5·10 ⁹	1759	411	0,25

Tabella 2-4 Dati tecnici e geologici per la valutazione del potenziale geotermico

Mofete	E_r strato 1 (J)	E_r strati 2-3 (J)	E_w strato 1 (J)	E_w strati 2-3 (J)	E_t (J)	E_t (kWth)
		2,34·10 ¹⁷	5,01·10 ¹⁷	2,40·10 ¹⁷	1,06·10 ¹⁷	1,08·10 ¹⁸
S. Vito	E_r strato 4 (J)	E_r strato 5 (J)	E_w strato 4 (J)	E_w strato 5 (J)	E_t (J)	E_t (kWth)
		8,81·10 ¹⁶	2,01·10 ¹⁷	1,76·10 ¹⁷	3,12·10 ¹⁷	7,77·10 ¹⁷

Tabella 2-5 Valutazione del potenziale energetico per le aree di Mofete e S.Vito

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	32 / 133
Data 15/01/2015			

Il contenuto totale di energia termica nei serbatoi geotermici nell'area investigata di Mofete è uguale a $1,08 \cdot 10^{18}$ J, mentre l'energia recuperabile è uguale a $3,0 \cdot 10^{10}$ kWh. Il contenuto in energia dell'area di San Vito è pari a $7,8 \cdot 10^{17}$ J, e quella recuperabile è pari a $2,16 \cdot 10^{10}$ kWh.

L'energia recuperabile, tuttavia, non è tutta trasformabile in energia elettrica, e ciò sia a causa del rendimento di conversione dell'impianto, sia a causa del fatto che l'energia effettivamente utilizzabile si può ritenere solo quella dovuta al contributo di fluidi la cui temperatura sia pari ad almeno 130°C. Applicando opportunamente questi fattori di riduzione, si ottiene un valore finale totale (per le due aree) del potenziale di energia elettrica annua pari a circa 4.600 GWh, la cui traduzione in potenza installabile dipende ovviamente dalla capacità di ricarica dei serbatoi e dalla quantità di fluido che eventuali impianti realizzati in tali aree potrebbero estrarre. In astratto, ove fosse possibile estrarre in un anno l'intera quantità di energia termica contenuta nei serbatoi e il sistema geotermico fosse in grado di ripristinare tale quantità nel medesimo arco temporale (ipotesi entrambe chiaramente irrealistiche, per diversi motivi), la potenza installabile si quantificherebbe in circa 575 MWe lordi. All'opposto, ove la ricarica fosse nulla, la reiniezione di grandi quantità di fluido raffreddato porterebbero in tempi abbastanza brevi (comparabili con circa la metà del periodo di sfruttamento della risorsa, in questo caso posto pari ad un anno) all'indisponibilità di una risorsa economicamente e tecnicamente utilizzabile.

Si tratta, come è ovvio, di mere astrazioni, che non tengono conto né dei fattori sopra detti, né del flusso effettivo dei fluidi nei serbatoi e dell'effettiva capacità di recuperarne l'energia termica, né dei vincoli tecnici e/o di quelli legati ai problemi in superficie (urbanizzazione, vincoli ambientali, ecc.) ed altro ancora.

Alcuni autori (ad es. Mendrinis) hanno proposto un modello statico, in cui di fatto si assume che in un determinato arco di tempo, in genere ragionevolmente lungo, l'intera quantità di energia recuperabile contenuta nel serbatoio venga estratta ed utilizzata per produrre energia termica. Tale modello, che non ipotizza cali di temperatura per tutto il periodo dello sfruttamento, condurrebbe, per il caso delle due aree sopra indicate e per un periodo di esercizio pari a 25 anni, ad un valore di potenza installabile pari a circa 25 MWe netti. Anche questa ipotesi, ovviamente, risulta affetta da diverse semplificazioni, di modo che, alla fine, si può ragionevolmente concludere che il potenziale geotermico effettivo (cioè, concretamente sfruttabile per un periodo di almeno 20-30 anni) delle due aree considerate si colloca nel range di alcune (/diverse) decine di MWe lordi, coerentemente, come visto, con quanto stimato anche da AGIP-ENEL all'epoca delle relative perforazioni.

2.3.2.2. Area del progetto pilota

In questo paragrafo conclusivo di questa sezione si specializzano al caso dell'area del progetto "Scarfoglio" alcune delle valutazioni effettuate nel paragrafo precedente con

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	33 / 133
	Data 15/01/2015		

riferimento alla macroarea dei Campi Flegrei. In particolare, sulla base delle considerazioni svolte in precedenza, lo studio AMRA/INGV attribuisce ai fluidi e al sottosuolo dell'area di progetto i seguenti parametri:

- Temperatura acqua a testa pozzo: min 150°C, max 250°C;
- Portata media pozzo: 55 kg/s (ca. 200 t/h);
- Calore specifico del fluido geotermico: 3 kJ/kg K (con T=180°C)
- Densità: 1,08 kg/l (con T=180°C);
- Salinità: 30.000 ppm di TDS nel reservoir (T=247°C e profondità di 500-900m);
- Percentuale vapore: 30-40%;
- Incondensabili: <2% in peso;
- Pressione a testa pozzo: 8 bar;
- Profondità massima del target: circa 1000 m (valore atteso: 900-950 m).

Tali parametri vengono di seguito assunti come riferimento per la progettazione, tenendo comunque conto che la portata teorica dei pozzi è maggiore di quella qui indicata (v.capitoli successivi) e che per la temperatura si è assunto un valore di circa 165°C, compatibile anche con le caratteristiche tecniche dell'impianto.

Per quanto riguarda invece il potenziale energetico, si sono applicati i dati sopra riportati, integrati come segue:

- Superficie del serbatoio interessata dal progetto: 5,2 km² (per ciascun pozzo produttore si è assunto, coerentemente con quanto detto sopra, e in modo del tutto cautelativo, un raggio di 800 m entro il quale prelevare la risorsa, al netto delle reciproche interferenze e sovrapposizioni)
- Spessore dello strato produttivo "utile" (cioè, con temperature superiori a 130°C): 250 m
- Rendimento dell'impianto: 12%.

Su queste basi, in gran parte cautelative, risulta che l'energia recuperabile è pari a 9,85·10⁶ MWeh e la potenza lorda (ipotizzando una durata minima pari a 25 anni di sfruttamento della risorsa) è in un range in cui il limite inferiore è pari a circa 9 MWe e quello superiore (del tutto teorico e ovviamente irrealistico, come visto sopra) è addirittura pari a 148 MWe. Ne segue che anche in questo caso una stima dell'ordine di 15-18 MWe è da ritenersi sufficientemente cautelativa e comunque tale da soddisfare pienamente, in un regime di completa sostenibilità per la risorsa, le esigenze di alimentazione dell'impianto pilota del progetto "Scarfoglio".

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	34 / 133
Data 15/01/2015			

3. ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI PROGETTO

In generale, le alternative considerate ai fini dell'avvio del progetto e della definizione delle sue scelte principali sono state dei seguenti tre tipi:

- alternativa "zero"
- alternative tecnologiche
- alternative localizzative

Di seguito si riporta in dettaglio l'esito di ciascuna delle fasi di definizione e analisi di tali alternative.

3.1. Alternativa "zero"

Come noto, l'alternativa "zero" (o anche "opzione zero") corrisponde allo scenario del "non fare", cioè del mantenere la situazione in essere, valutandone la maggiore "qualità" in un'ottica di sostenibilità e di costi-benefici ambientali rispetto all'attuazione del progetto.

Naturalmente, per un progetto che introduce una perturbazione, sia pure modesta, dell'ambiente circostante, non si tratta di effettuare semplici valutazioni comparate dirette dello stato delle matrici ambientali locali ante e post operam (in generale, per lo più sfavorevoli, per ovvii motivi, allo scenario relativo alla realizzazione di un nuovo progetto), ma piuttosto di inquadrare l'intervento in un contesto più ampio, in cui i benefici su scala più ampia, nonché le misure mitigative e compensative previste, rendano conto della "convenienza" complessiva del progetto rispetto alla situazione pre-esistente.

Da questo punto di vista alcuni elementi di valutazione sono già stati esposti in altre parti di questo studio. Tuttavia, in questa sede si ritiene opportuno riepilgarli e integrarli, per dare conto della validità del progetto anche rispetto alla "alternativa zero":

- 1) Anzitutto, il progetto dà attuazione ad un indirizzo ormai consolidato a tutti i livelli, e in tutto il mondo, della pianificazione di uno sviluppo economico sostenibile, attraverso lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabili, come anche ampiamente discusso nel Quadro programmatico. Ciò, per diversi motivi, alcuni dei quali afferenti direttamente alla sfera delle problematiche ambientali, altri che incidono su di esse in modo indiretto, anche se talvolta non meno significativo.

Per quanto riguarda, in particolare, i primi, il principale fattore di interesse è rappresentato dalla possibilità di produrre energia senza depauperare le risorse naturali e limitando il ricorso a fonti fossili, che presentano un elevato tasso di inquinamento ambientale, sebbene sicuramente ridotto dai più recenti sviluppi tecnologici. Si ha, cioè, un effetto di "sostituzione" di energia "inquinante" con energia "pulita", che in concreto si traduce, stante anche la normativa attuale e le sue linee di tendenza, nella

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	35 / 133
Data 15/01/2015			

progressiva dismissione di impianti energetici alimentati da fossili a favore di impianti alimentati da FER.

Va detto, naturalmente, che la rinnovabilità della risorsa non ne implica l'automatica qualifica di fonte "pulita", se non dal punto di vista delle emissioni di gas serra, al cui incremento le FER non contribuiscono, ritenendosi parte di un ciclo naturale in cui tali gas hanno un "bilancio" teorico pari a zero.

Su quest'ultimo punto, in realtà, vale la pena soffermarsi, in quanto, secondo alcune posizioni, non tutte le "FER" possono considerarsi in senso stretto "rinnovabili", sia per effetto del ciclo di vita associato alla loro concreta fruizione (Life Cycle Assessment, o LCA), sia perché le emissioni di gas serra che il loro sfruttamento comporta non si ritengono rientrare nella logica del "ciclo naturale" (alla base, ad esempio, delle FER da biomassa). Questo, ad esempio, è proprio il caso della geotermia ad alta entalpia, in cui la CO₂ e il metano immessi in atmosfera non sembrano potersi ragionevolmente ritenere "restituiti" all'ambiente secondo un ciclo naturale di "cattura-restituzione", in quanto tale ciclo, come per gli idrocarburi, è caratterizzato da scale temporali del tutto non confrontabili con quelle di interesse concreto ai fini della valutazione e del contenimento dei cambiamenti climatici.

Da questo punto di vista, invece, la geotermia a media entalpia e il ciclo chiuso binario rappresentano un fondamentale salto in avanti, data l'assenza di qualunque emissione in atmosfera, ed anche l'effettivo carattere di rinnovabilità, derivante dalla integrale restituzione dei fluidi geotermici al serbatoio di provenienza.

In aggiunta, l'utilizzo della media entalpia azzerava anche le emissioni "convenzionali", che in diversi altri impianti alimentati a FER sono invece presenti (ad esempio, quelli a biomasse, o anche la stessa geotermia ad alta entalpia).

Quindi, il progetto "Scarfoglio" implementa uno sviluppo da FER realmente "rinnovabili" e ad "impatto zero" dal punto di vista emissivo;

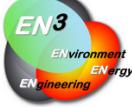
- 2) Per quanto riguarda gli effetti "indiretti" dello sviluppo delle FER si ritiene siano significativi anche i benefici che ciò comporta per lo sviluppo dell'economia in una direzione di sostenibilità, i cui vantaggi, quindi, non sono solo di tipo socio-economico (i quali, comunque, sono in ogni caso rilevanti in sé, nel bilancio complessivo dell'iniziativa). Inoltre, con specifico riferimento alla situazione italiana, il progetto è finalizzato ad incrementare l'utilizzo di una delle poche fonti energetiche di cui il Paese dispone, e la cui potenzialità, ove opportunamente sviluppata e sostenuta da politiche adeguate, può rappresentare un punto di riferimento significativo nella produzione di energia da FER, anche nell'ottica della riduzione della dipendenza energetica dall'esterno. Sul punto, in particolare, vale la pena sottolineare ancora come un adeguato sfruttamento della risorsa geotermica nell'area flegrea sia da considerarsi un elemento di particolare valenza, data la potenzialità di tale area;

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	36 / 133
Data 15/01/2015			

- 3) La produzione da fonte geotermica, contrariamente a molte delle più diffuse applicazioni energetiche da FER, è caratterizzata da una continuità produttiva quasi assoluta, il che la rende tra l'altro idonea ad essere inserita nella rete nazionale come energia "di base", e senza complessi adeguamenti della gestione della rete stessa. Inoltre, la resa energetica per unità di superficie effettivamente occupata è significativamente più elevata di quella associata al fotovoltaico o allo stesso eolico, mentre rispetto alle biomasse prevale l'assenza di emissioni e di "materie prime" da portare nel sito, con conseguente assenza di impatti dovuti al traffico veicolare e alle attività connesse alla "produzione" di tali materie prime;
- 4) Il carattere innovativo del progetto "Scarfoglio" porta in sé notevoli potenzialità anche per quanto riguarda lo sviluppo tecnologico, sia di tipo "verticale" (cioè, riferito allo specifico settore della geotermia), sia di tipo "orizzontale" (in quanto, ad esempio, le tecnologie ORC sono utilizzate anche in altri settori della produzione di energia da FER, ed inoltre le problematiche legate all'efficienza dello scambio termico sono un tema di interesse diffuso a fini di ottimizzazione dei sistemi energetici in diversi settori);
- 5) Infine, la diversa e più diffusa ubicazione delle fonti geotermiche a media entalpia consente di ipotizzare uno sviluppo non più concentrato in poche aree e riservato a pochissimi operatori, ma un allargamento ad ambiti territoriali molto più vasti, con la possibilità di accesso da parte di numerosi e nuovi operatori, e quindi anche con la creazione di una concorrenza che può svolgere la funzione di importante volano per lo sviluppo di tali risorse. Il tutto, anche con gli evidenti benefici ambientali che derivano dalla riduzione della concentrazione in pochi siti dell'intera produzione geotermica.

Per tutto quanto sopra, in definitiva, appare evidente come la mancata realizzazione del progetto sia da ritenersi una opzione del tutto negativa, contribuendo a mantenere uno *status quo* in cui:

- non si dà attuazione alle linee di indirizzo europee, nazionali e regionali in materia di energia, ambiente e sviluppo;
- la sostenibilità ambientale complessiva del sistema energetico nazionale e regionale viene ad essere fortemente penalizzata dalla presenza di impianti molto più impattanti;
- il sistema economico non si sviluppa, o lo fa secondo modelli ambientalmente (e non solo) errati; inoltre, gli sviluppi tecnologici in un settore fondamentale come quello delle FER (e della geotermia in particolare) restano fermi, o ancorati a logiche "vecchie", nonché ad ambiti territoriali circoscritti, e perciò anche penalizzati sul piano ambientale.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	37 / 133
Data 15/01/2015			

3.2. Alternative tecnologiche

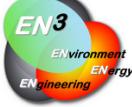
Lo sfruttamento della risorsa geotermica presenta ad oggi un ventaglio di possibili scelte tecnologiche assai limitato, il quale è a sua volta orientato in modo decisivo dal tipo e dalla qualità della risorsa con cui ci si confronta.

Si è già visto che fino ad oggi, almeno in Italia, la produzione di energia elettrica da fonte geotermica è stata monopolizzata dagli impianti "convenzionali" e dallo sfruttamento delle risorse ad alta entalpia, con conseguenze negative in termini di sviluppo del settore e di difficile accesso da parte di altri operatori. In questo senso, quindi, la scelta della media entalpia appare lo sbocco naturale di nuove iniziative in questo settore, data anche la possibilità, per gli operatori, di usufruire di un regime incentivante e di norme specifiche che rendono l'opzione praticabile.

In questo ambito la scelta della tecnologia a ciclo binario risulta pressoché inevitabile per un progetto che si pone come obiettivo quello della produzione, a medio termine, di energia elettrica da fonte geotermica. Infatti, ad oggi, non risulta l'esistenza di tecnologie altrettanto mature per un impiego industriale. E, comunque, è da notare che l'elevatissimo grado di compatibilità ambientale di tali impianti li rende assolutamente idonei ad un utilizzo del tipo detto: tale caratteristica, anzi (del resto, formalizzata anche dalle norme sugli impianti pilota e confermata dalla diffusione che tali impianti stanno avendo nel mondo), è da ritenersi un elemento di fondamentale importanza a favore della scelta operata. Nello specifico, inoltre, è da notare che Geoelectric si avvale del know-how tecnologico e operativo di una società leader del settore, quale la Turboden, con conseguente, ulteriore valore aggiunto per l'iniziativa.

Per quanto riguarda le altre parti del progetto (pozzi e condotte), si tratta di tecnologie ormai sperimentate e consolidate da anni, purché affidate ad operatori esperti ed utilizzando impianti idonei. Al riguardo, stanti anche gli spazi a disposizione per la perforazione, nonché la limitata profondità dei pozzi, l'impianto da utilizzare è stato identificato, al momento, nel Corsair 300 PDB, meglio descritto sia nel seguito che nei documenti del Progetto Definitivo. In sede di attuazione del progetto, tuttavia, Geoelectric si riserva eventuali modifiche di tale scelta, comunque senza alterare – se non in senso eventualmente migliorativo – i parametri tecnici e/o ambientali del progetto di perforazione qui illustrato.

In merito, poi, alla realizzazione delle condotte di collegamento tra i pozzi e la centrale, si è optato anche in questo caso per tecnologie e criteri di progettazione consolidati. Particolare attenzione è stata posta all'inserimento delle condotte nel contesto ambientale locale, minimizzandone sia la lunghezza che gli attraversamenti di aree critiche, nonché prevedendo un esteso (quasi integrale) interrimento delle stesse.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	38 / 133
Data 15/01/2015			

Infine, per quanto riguarda la sperimentazione dei fluidi di lavoro per l'impianto binario, è la natura stessa del progetto – oltre che le norme di riferimento – a garantire che ci si muoverà nella direzione di una scelta caratterizzata da massima efficienza e sostenibilità ambientale.

3.3. Alternative di localizzazione

L'analisi delle alternative di localizzazione ha condotto ad una lunga e approfondita fase di valutazione, caratterizzata da una serie di modifiche e ottimizzazioni successive che hanno fortemente risentito, da un lato, delle peculiarità della macroarea del Permesso di ricerca (urbanizzazione, morfologia, presenza di fenomeni superficiali, disponibilità dei terreni, vincoli, ecc.), dall'altra dell'obiettivo di una progettazione di elevata qualità ambientale, posto alla base dell'intera attività sin dall'inizio. Infine, si è tenuto conto anche dell'esigenza di rispettare pienamente le caratteristiche del progetto valutato e approvato dalla CIRM in sede di pre-selezione delle iniziative ammesse ai benefici previsti dalla disciplina degli impianti pilota.

In considerazione di quanto sopra le alternative di progetto esaminate sono state numerose. Nel seguito si descrivono perciò soltanto le più significative.

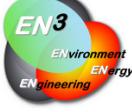
3.3.1. Scelta della macroarea

In relazione alla scelta della macroarea di interesse si deve anzitutto ribadire che, come ampiamente illustrato nel precedente Cap.2 e nella allegata relazione di AMRA/INGV, la fattibilità del progetto è basata sulla presenza già accertata, nell'area dei Campi Flegrei, di risorse geotermiche idonee ad uno sfruttamento energetico di interesse economico. Da questo punto di vista, quindi, la scelta operata risulta perfettamente in linea con una delle fondamentali (ed ovvie) esigenze di un progetto geotermico, e cioè la disponibilità di una risorsa adeguata dal punto di vista delle qualità, della quantità e della accessibilità.

Naturalmente, risorse geotermiche a media entalpia sono disponibili anche in altre regioni geografiche, ma le caratteristiche peculiari dei Campi Flegrei rendono quest'area particolarmente interessante e, in qualche misura, unica rispetto alle altre. In aggiunta, va considerato che, contrariamente a tali regioni, in cui è possibile ipotizzare – data anche la distribuzione dei Permessi di ricerca – un certo "sovraffollamento" di impianti, l'area dei Campi Flegrei è del tutto esente da tale eventuale problema.

3.3.2. Criteri di ubicazione dei pozzi

Una volta individuata la macroarea di interesse, e quindi anche l'area del Permesso di ricerca, l'elemento fondamentale ai fini della localizzazione del progetto sul territorio è rappresentato dai vincoli relativi all'ubicazione dei pozzi, la quale dipende soprattutto dalle caratteristiche del serbatoio geotermico.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	39 / 133
Data 15/01/2015			

Come meglio illustrato nella relazione AMRA/INGV, nell'area dei Campi Flegrei sono presenti numerosi "affioramenti" locali, caratterizzati dalla risalita delle isoterme di interesse fino a profondità molto ridotte. Tali aree, che costituiscono, di fatto, i principali sistemi geotermici dei Campi Flegrei, sono, come già visto anche nel Cap.2, quelle di Mofete, San Vito e Solfatarata-Agnano-Pisciarelli. Il progetto "Scarfoglio", come già più volte illustrato, insiste sul terzo di questi sistemi, che vede la Solfatarata come elemento di riferimento principale, in quanto la risalita dei fluidi caldi consente di raggiungere, dall'intero del cratere, temperature superficiali dell'ordine di 90-100°C, con l'isoterma da 180°C che si prevede localizzata a circa -100 m (all'interno del cratere non esistono pozzi di profondità tali da consentire valutazioni più precise). All'esterno del cratere le temperature superficiali scendono intorno ai 40°C o meno, con l'isoterma da 150°C che si ritiene localizzata, come visto, a circa 800 m di profondità.

Pertanto, si può assumere che il "centro" del sistema geotermico Solfatarata-Agnano-Piscicelli si localizzi al di sotto del cratere della Solfatarata (sia pure in termini convenzionali, dato che nel sistema geotermico in questione tale nozione di "centro" non corrisponde ad alcuna entità fisica puntuale, ma vale solo come indicatore di massima di un "nucleo caldo" che ha dimensioni estese. E, del resto, anche la nozione stessa di "centro" della Solfatarata non ha un significato univoco). Utilizzando tale convenzione si può ritenere che la vicinanza dei pozzi a tale "centro" costituisca un indicatore importante da considerare in fase di localizzazione dei pozzi stessi. Di seguito, pertanto, il criterio della minimizzazione dal nucleo caldo del sistema geotermico locale si assume tra quelli di selezione delle aree candidate alla perforazione, fermo restando ancora che, come detto, si tratta di una schematizzazione che va intesa in senso generale e non come parametro quantitativo di dettaglio. Analogamente per il flusso delle temperature, che nel seguito si assume anch'esso centrato sul cratere della Solfatarata e di andamento sostanzialmente radiale.

In generale, i vincoli relativi al raggiungimento del target geotermico costituiscono, ovviamente, il principale criterio di scelta per l'ubicazione dei pozzi produttivi, o meglio del relativo fondo pozzo. Ciò limita fortemente – in generale ed anche nel caso specifico – i gradi di libertà per la scelta dell'ubicazione dei siti in superficie e, conseguentemente, per la localizzazione delle condotte e della stessa centrale geotermoelettrica (è da notare che tale localizzazione è al tempo stesso vincolata e vincolante rispetto a quella dei pozzi, per effetto delle caratteristiche territoriali e ambientali dei siti candidati).

Un ulteriore vincolo può essere rappresentato anche dalla presenza di altri permessi e concessioni già attivi nel medesimo territorio, con conseguente necessità di evitare interferenze in fase di sfruttamento della risorsa. Considerato che tali interferenze possono incidere anche sull'efficienza e la qualità dell'utilizzo di una risorsa pubblica, il D.P.R. 395/1991 ha fissato una distanza minima pari a 500 m tra i pozzi e i confini del relativo Permesso di ricerca di appartenenza (al riguardo è da notare che, pur in assenza di una indicazione esplicita al riguardo, si è qui ritenuto che il vincolo non riguardi solo il sito di

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	40 / 133
Data 15/01/2015			

perforazione, ma si riferisca alla distanza a fondo pozzo, che è quella che effettivamente incide sulla eventuale interferenza tra perforazioni vicine, e che, con il solo limite in superficie, potrebbe essere eluso ricorrendo a pozzi devianti).

Nel caso specifico del progetto "Scarfoglio", tuttavia, il vincolo suddetto non costituisce un problema (v. Figura 2-4), sia per l'estensione delle aree dei Permessi di ricerca "Scarfoglio" e "Cuma" (le uniche presenti nell'area e quindi anche le uniche tra loro confinanti, oltretutto entrambe assegnate a Geoelectric), sia perché, come si vede più avanti, il progetto pilota è stato comunque ubicato a grande distanza dai confini del Permesso.

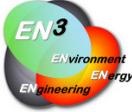
Infine, va anche ricordato che, allo scopo di mantenere la risorsa geotermica il più possibile inalterata a valle del suo prelievo (evitando cali di portata a lungo termine e un raffreddamento eccessivo del fluido nel serbatoio in seguito alla reiniezione), il sistema produzione/reiniezione va ottimizzato, e che in particolare è opportuno che i rispettivi pozzi siano posti ad una distanza minima reciproca che, per il serbatoio in questione, è stata stimata, nell'allegato studio AMRA/INGV, in circa 800 m. Tale distanza, che costituisce, come detto, un obiettivo di ottimizzazione, limita tuttavia ulteriormente la possibilità di scelta arbitraria della posizione dei pozzi.

Riguardo quest'ultimo punto è da notare come la scelta progettuale di prevedere alcuni pozzi devianti, ancorché di costo più elevato, sia stata introdotta nel progetto proprio per disporre di maggiori gradi di libertà nella scelta delle ubicazioni in superficie, in modo da minimizzare, per quanto possibile, gli impatti legati alla localizzazione delle perforazioni ed anche alle conseguenti connessioni a mezzo dei fluidodotti.

Un ulteriore vincolo è costituito poi dall'opportunità che il primo pozzo produttore sia di tipo verticale (per minimizzare gli imprevisti e i costi) e che si proceda subito dopo con la perforazione di uno dei pozzi di reiniezione in posizione possibilmente non distante, per consentire di effettuare le prove di produzione di lunga durata entro tempi piuttosto ridotti e con il minimo delle installazioni di superficie. In aggiunta, appare ovviamente opportuno che il suddetto primo pozzo produttore sia ubicato in zona il più possibile prossima a quella del "nucleo" caldo, in modo da poter caratterizzare al meglio i dettagli relativi alla risorsa e ottimizzare anche le successive perforazioni.

In definitiva, tenuto anche conto di ulteriori considerazioni svolte al riguardo, ai fini della localizzazione dei pozzi sono stati considerati i seguenti elementi, criteri e vincoli:

- Cr1) Livello di urbanizzazione e conseguente presenza di aree disponibili e di estensione minima idonea per la perforazione (le piazzole di perforazione, come più avanti illustrato, richiedono infatti spazi minimi per l'installazione delle macchine, le movimentazioni di cantiere, le distanze di sicurezza, ecc.);
- Cr2) Accessibilità dei siti per il trasporto attrezzature e la movimentazione materiali;

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	41 / 133
Data 15/01/2015			

- Cr3) Disponibilità di aree esenti da vincoli assoluti di tutela ambientale, storico-culturale, paesaggistica o di altra natura;
- Cr4) Esistenza di eventuali vincoli legati alla presenza, nelle immediate vicinanze dei siti di perforazione, di ricettori sensibili ai fini dell'impatto acustico;
- Cr5) Necessità di raggiungere (per i pozzi di produzione) un target profondo che sia il più possibile vicino al nucleo caldo del sistema geotermico dell'area, allo scopo di massimizzare la "resa" energetica ed eventualmente puntare ad una riduzione del numero complessivo dei pozzi stessi;
- Cr6) Necessità di prevedere la perforazione del primo pozzo produttore (preferibilmente, verticale) e del primo pozzo reiniettore in aree sufficientemente vicine tra loro, per consentire le prove di produzione di lunga durata con un interessamento il più possibile limitato di aree e ricettori;
- Cr7) Necessità di rispettare, per tutti i pozzi, il vincolo della distanza minima di 500 m a fondo pozzo dal confine del permesso di ricerca, ex D.P.R. 395/1991;
- Cr8) Necessità di rispettare la distanza minima di 800 m tra pozzi produttori e reiniettori, per evitare interferenze in termini di temperatura e/o pressione, ciò che potrebbe ridurre l'efficienza dell'utilizzo della risorsa. In particolare, data la temperatura di circa 70°C del fluido all'uscita dall'impianto e quindi l'ipotesi di un eventuale "raffreddamento" del fluido estratto, si è ritenuto, nel progetto, di assumere un ulteriore margine rispetto a quanto indicato da AMRA/INGV, puntando ad una distanza minima dell'ordine di 900-950 m. Allo scopo, si è inoltre considerato il flusso della circolazione sotterranea, in modo da evitare "ritorni" dei fluidi reiniettati verso le zone di prelievo;
- Cr9) Necessità di rispettare una distanza minima tra pozzi produttori, per evitare di limitare in modo eccessivo la portata totale di prelievo (pozzi troppo vicini attingerebbero di fatto dalla stessa zona del serbatoio, potendo così determinare una bassa capacità di sfruttare appieno le potenzialità dello stesso, e in parte vanificando la perforazione di pozzi multipli). Anche per questo caso lo studio di AMRA/INGV indica una distanza minima tra pozzi pari a 800 m, che pertanto è stato assunto come riferimento per la progettazione, non sussistendo elementi che possano far ritenere necessari ulteriori margini.

Allo scopo di consentire una corretta valutazione dei criteri suddetti è necessario inoltre tenere conto della massima distanza dal punto di perforazione raggiungibile a fondo pozzo in caso di deviazione del pozzo stesso: gli angoli massimi di deviazione sono infatti dipendenti dalle attrezzature utilizzate e, in alcune situazioni, anche dalla presenza o meno di una pompa sommersa in pozzo, e quindi, data la profondità del serbatoio target, resta definita anche la massima distanza di cui sopra (v. a titolo di esempio le seguenti tabelle).

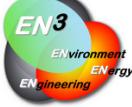
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale			
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina 42 / 133	
	Acc. 2013/0045/OF			
	Data 15/01/2015			

CALCOLO DEVIAZIONE POZZO (no pompa sommersa)					
Dati pozzo					
Profondità fondo pozzo (TVD)	[m]	900	900	900	900
Kick Off Point (K.O.P.)	[m]	150	150	150	150
Pompa sommersa	NO				
Incremento progressivo deviazione	[gradi/10m]	1,0°	1,5°	1,0°	1,5°
Inclinazione massima	[gradi]	45°	45°	60°	60°
Parametri calcolati					
Profondità a inizio curvatura	[m]	150	150	150	150
Profondità a fine curvatura	[m]	547	412	639	473
Profondità totale	[m]	900	900	900	900
Lunghezza arco di curvatura	[m]	440	290	590	390
Lunghezza tratto inclinato	[m]	500	691	523	853
Lunghezza totale	[m]	1090	1131	1263	1393
Scostamento a fine curvatura	[m]	164	108	282	187
Scostamento totale a fondo pozzo	[m]	518	597	735	926

Tabella 3-1a Deviazioni massime a fondo pozzo in caso di assenza di pompa sommersa (elaborazione Geoelectric)

CALCOLO DEVIAZIONE POZZO (con pompa sommersa)					
Dati pozzo					
Profondità fondo pozzo (TVD)	[m]	900	900	900	900
Kick Off Point (K.O.P.)	[m]	400	400	400	400
Pompa sommersa		SI	SI	SI	SI
Incremento progressivo deviazione	[gradi/10m]	1,5°	2,0°	1,5°	2,0°
Inclinazione massima	[gradi]	45°	45°	60°	60°
Parametri calcolati					
Profondità a inizio curvatura	[m]	400	400	400	400
Profondità a fine curvatura	[m]	746	641	777	676
Profondità totale	[m]	900	900	900	900
Lunghezza arco di curvatura	[m]	290	215	390	290
Lunghezza tratto inclinato	[m]	218	367	246	448
Lunghezza totale	[m]	908	982	1036	1138
Scostamento a fine curvatura	[m]	231	139	377	232
Scostamento totale a fondo pozzo	[m]	385	398	590	619

Tabella 3-2b Deviazioni massime a fondo pozzo in caso di presenza di pompa sommersa (elaborazione Geoelectric)

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	43 / 133
Data 15/01/2015			

Tenuto conto delle diverse possibilità di deviazione indicate in tabella, unitamente alla presenza o meno di pompa (prevista, nel progetto Scarfoglio, nei pozzi produttori), si è optato per i seguenti parametri di deviazione medi:

- 500 m per i pozzi produttori
- 900 m per i pozzi reiniettori.

Per quanto riguarda invece altri elementi quali le tecniche di perforazione, gli accorgimenti da adottare in cantiere, ecc., questi rientrano tra le buone pratiche di carattere generale, che vanno comunque implementate, e quindi prescindono dalle scelte localizzative.

Di seguito vengono descritti i criteri e gli elementi relativi anche alle altre componenti del progetto. Infatti la selezione delle possibili alternative di localizzazione (e, a seguire, la scelta finale dell'ubicazione del progetto) discende da un percorso di analisi complessiva che tiene conto in contemporanea di tutti questi elementi. Pertanto la descrizione di tale fase viene rimandata al par. 3.4, che conclude il presente capitolo.

3.3.3. Criteri di ubicazione della centrale

Il posizionamento della centrale non dipende da vincoli di tipo geotermico, né è soggetta a vincoli come quello della fascia dei 500 metri dal confine del PdR (ma solo, da questo punto di vista, alla ovvia necessità di restare all'interno dell'area del Permesso stesso). Il procedimento di scelta, comunque, prevede anche in questo caso la valutazione di diversi fattori, tra i quali:

Cr10) In generale, le centrali geotermoelettriche del tipo qui considerato sono spesso caratterizzate da un layout in cui la sezione di produzione (scambiatori, turbine, generatori e relativi ausiliari) è installata all'esterno, in genere nelle vicinanze (molto spesso, in parte al di sotto) del condensatore, che costituisce la parte volumetricamente più rilevante dell'impianto. Ciò conferisce all'installazione un aspetto poco gradevole dal punto di vista architettonico e comporta in genere una maggiore occupazione di spazio, in quanto, data anche la gamma delle configurazioni possibili per gli aerotermini, sono presenti, in diversi casi, più moduli di condensazione, e i locali tecnici sono frequentemente ubicati separatamente dalle altre componenti. D'altro canto, questa caratteristica consente di limitare la dimensione verticale dell'impianto e, laddove le caratteristiche morfologiche del sito (e, soprattutto, le superfici disponibili) lo consentano, anche di "distribuire" le diverse parti dell'impianto stesso (fermo restando, peraltro, che la distanza dal condensatore, nonché quella tra i diversi moduli di quest'ultimo, è in genere fortemente limitata da esigenze tecniche legate soprattutto al rendimento).

Pertanto, in sede di progettazione la configurazione dell'impianto va attentamente calibrata in funzione delle caratteristiche del sito di installazione, oltre che di

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	44 / 133
Data 15/01/2015			

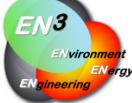
eventuali esigenze di sicurezza (nel qual caso, ovviamente, una installazione indoor degli impianti è da ritenersi comunque preferibile);

- Cr11) E' opportuno massimizzare (compatibilmente con gli altri vincoli) la distanza da zone abitate e da aree di pregio, in modo tale da limitare al minimo il numero di ricettori che possano subire gli effetti degli impatti legati alle emissioni sonore e alle conseguenze di eventi incidentali, ancorché del tutto remoti. Analogamente, ciò consente di ridurre anche l'impatto visivo dell'opera;
- Cr12) Come per qualunque installazione, sono da escludere le aree soggette a tutela, ovvero a rischio idraulico e/o geomorfologico;
- Cr13) Data la sua caratteristica "baricentrica" dal punto di vista funzionale e delle connessioni, l'ubicazione della centrale è da valutare anche in relazione alle esigenze associate alle altre componenti di impianto (soprattutto, alla lunghezza delle condotte);
- Cr14) E' da perseguire, in generale, l'obiettivo di una minimizzazione degli interventi necessari per la realizzazione dell'impianto e, in particolare degli sbancamenti e dei movimenti di terra, anche per limitare al minimo l'eventuale alterazione delle morfologie locali;
- Cr15) E' opportuno ottimizzare la logistica per quanto riguarda l'accessibilità dell'area, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.

3.3.4. Criteri di scelta del tracciato delle condotte

Per quanto riguarda i fluidodotti, i criteri di scelta riguardano essenzialmente la lunghezza, le aree attraversate e il tipo di realizzazione. In particolare:

- Cr16) Soprattutto in situazioni caratterizzate da un elevato livello di urbanizzazione, come nel caso del progetto "Scarfoglio", sono da considerare i vincoli derivanti da questioni di natura logistica (inesistenza di zone idonee per gli attraversamenti, interferenza con numerosi sottoservizi, scarsa conoscenza dell'esatta localizzazione degli stessi, ecc.), ma anche da necessità legate alla manutenzione, alle fasce di rispetto e alle servitù;
- Cr17) E' comunque opportuno limitare quanto più possibile la lunghezza delle pipeline, per ridurre l'occupazione di suolo e limitare eventuali cali di temperatura e perdite di carico, e quindi anche l'incremento degli autoconsumi;
- Cr18) Al fine di ridurre l'impatto visivo ed ottenere una maggiore sicurezza rispetto ad eventi incidentali esterni (dolosi o accidentali) è opportuno che le condotte siano il più possibile interrato, quanto meno nei tratti più accessibili/visibili.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	45 / 133
Data 15/01/2015			

3.4. Scelta della soluzione di progetto

Sulla base dei criteri enunciati nei paragrafi che precedono il procedimento di scelta localizzativa è stato articolato come segue:

- 1) Individuazione della zona di riferimento nell'ambito del Permesso di ricerca "Scarfoglio". Premesso che tale scelta è stata effettuata già in sede di prima istanza, si osserva che il criterio è stato quello di selezionare per i pozzi zone il più possibile vicine al nucleo caldo (Criterio Cr5), senza interferire con aree oggetto di tutela. Conseguentemente è stata selezionata la zona ad est del cratere della Solfatara, in considerazione del minor livello di urbanizzazione (Criterio Cr1), ancorchè comunque elevato, e della vicinanza con una zona commerciale/industriale invece che con quella prevalentemente residenziale ad ovest, corrispondente alla zona periferica dell'abitato di Pozzuoli (Criterio Cr12).

Da notare che, comunque, la zona circostante la Solfatara è a notevole distanza dai limiti del permesso di ricerca, e che quindi il criterio Cr7 è comunque soddisfatto;

- 2) Identificazione dei vincoli presenti, tra i quali soprattutto quelli derivanti dal PAI e dai siti Natura 2000 (SIC/ZPS) (criteri Cr3 e Cr13);
- 3) Individuazione di aree di estensione sufficiente per le installazioni (Criterio Cr1), oltre che ragionevolmente accessibili (Criterio Cr2).

Al termine di queste fasi le aree candidate sono risultate quelle di Figura 3-1. Da notare che l'Area 10 (campita in marrone) è stata selezionata in quanto disponibile, ma ricade interamente in zona R1 (rischio di frana) del PAI, sebbene tale classificazione non risulti ostativa rispetto all'eventuale realizzazione di opere.

Le 11 aree indicate in figura sono le seguenti:

- Area 1): Zona a nord, di superficie pari a circa 5.500 mq, che sembra essere stata originariamente adibita a parcheggio auto a servizio della struttura adiacente, destinata in passato a pista per competizioni sportive/ippiche. L'area è perfettamente pianeggiante e di estensione adeguata, ma sul suo lato ovest (corrispondente ad una parte della ex struttura sportiva) è stata oggetto di insediamenti abitativi;
- Area 2): Zona subito a sud della precedente, di superficie pari a circa 8.300 mq, che risulta annessa ad un capannone adiacente, ben visibile sulla destra. Questa zona dispone di superfici più che adeguate ed è sostanzialmente pianeggiante, con semplici interventi da effettuare per il livellamento del terreno. Inoltre l'area è raggiungibile a mezzo di una viabilità dedicata, attualmente non asfaltata ma di larghezza idonea, stante anche la possibilità di un suo adeguamento;

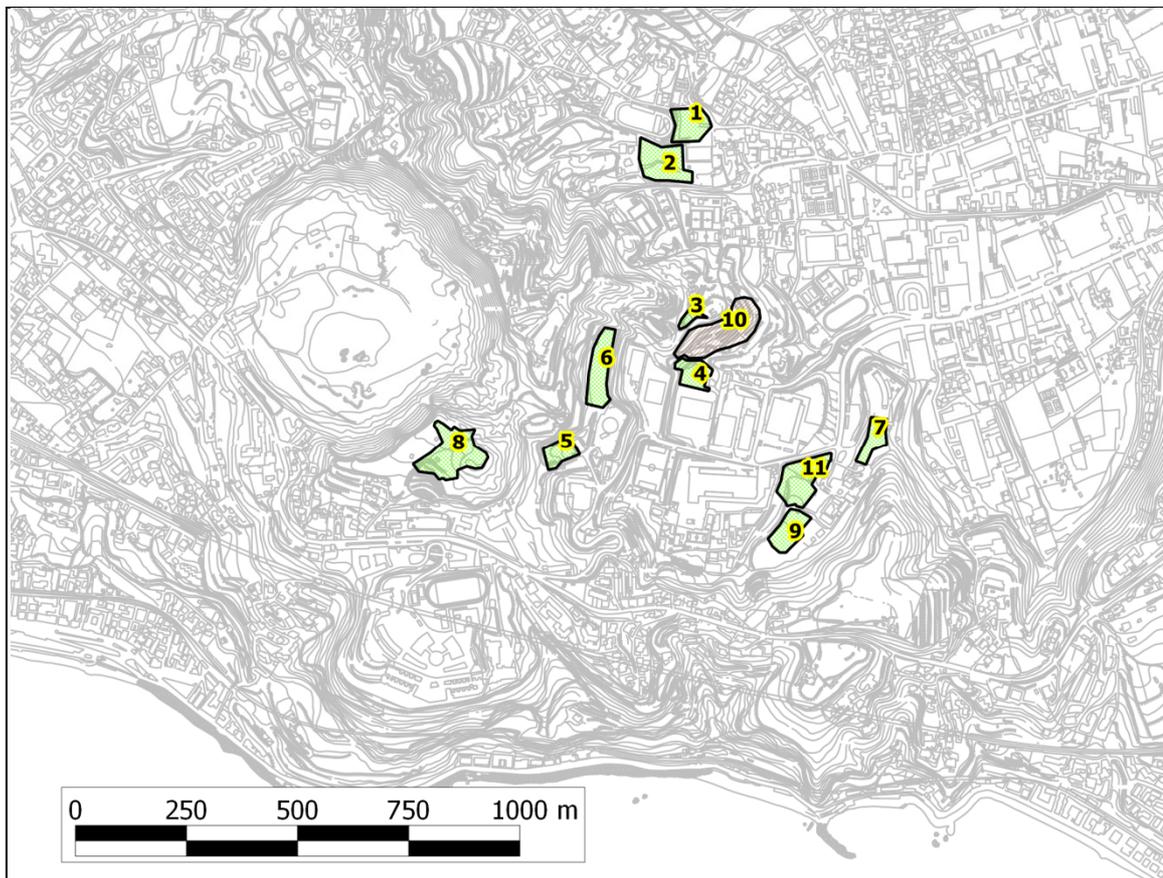


Figura 3-1 Aree candidate per le installazioni del progetto "Scarfoglio"

- Area 3): Zona ubicata in area collinare, alle pendici est del cratere della Solfatara. Viene considerata distinta dall'Area 10 in quanto priva di vincoli geomorfologici e perché pianeggiante. La superficie totale di circa 1.300 mq la rende tuttavia idonea solo per l'installazione di una parte dell'impianto e non per la perforazione di pozzi, a meno di importanti e non opportuni lavori di sbancamento;
- Area 4): Zona attualmente adibita in gran parte ad eliporto, di superficie totale pari a circa 3.400 m² ed ubicata all'interno dell'area industriale/commerciale nella piana adiacente alla Solfatara. L'area è raggiungibile attraverso la viabilità ordinaria (V.Antiniana) e, per un tratto di circa 200 m, attraversando l'area pavimentata del capannone (concessionaria auto) che si affaccia sulla strada. Per questa sua caratteristica, l'area risulta idonea sia per l'installazione dell'impianto che per la perforazione di pozzi, tenuto anche conto della possibilità di sbancamento di un'area di circa 600 m² a nord ovest, senza alcuna interferenza con l'adiacente Zona R1 di PAI;

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	47 / 133
	Data 15/01/2015		

Area 5): Zona attualmente libera, posizionata proprio alle pendici del cratere della Solfatara e di superficie disponibile pari a circa 3.500 m², idonea per la perforazione e, in parte, anche per la centrale, anche se le caratteristiche del suolo, influenzate in modo non trascurabile dalla presenza di emergenze di vapore geotermico nelle vicinanze, non appaiono adeguate a questi fini. L'area è stata oggetto di una edificazione parziale, che risulta essere stata finalizzata alla realizzazione di un albergo e che da tempo è stata bloccata. L'area non ricade in zona soggetta a vincolo ambientale (v. Quadro programmatico) ed è di morfologia pianeggiante;

Area 6): Area di superficie pari a circa 7.300 m² ubicata in posizione analoga a quella dell'Area 5) rispetto alla Solfatara, ma di dimensioni maggiori. L'area coincide con un grande terrazzamento al di sopra della zona industriale, e, nonostante l'ampia superficie, si ritiene idonea per la sola realizzazione di uno o più pozzi, dato che l'eventuale installazione della centrale risulterebbe eccessivamente impattante dal punto di vista visivo (tenuto anche conto della presenza dell'adiacente tensostruttura del concessionario di auto ubicata allo stesso livello, che introduce già in sé un rilevante impatto di tipo paesaggistico). Inoltre va considerata anche la natura del terreno, in parte simile a quella della vicina Area 5), che la rende poco idonea per l'installazione della centrale;

Area 7): Area pavimentata ubicata all'intero del perimetro dell'ex ospedale militare (oggi abbandonato) e originariamente adibita a parcheggio auto. Data questa sua originaria destinazione, l'area è facilmente raggiungibile dalla viabilità ordinaria ed essendo già pavimentata si presta ottimamente alla realizzazione di nuove installazioni. Peraltro, data la verosimile evenienza di un futuro riutilizzo dell'edificio dell'ex ospedale, non tutta la superficie, ma solo una parte pari a circa 3.700 m² è stata resa eventualmente disponibile dalla proprietà per il progetto e quindi è al più ipotizzabile un suo impiego per la perforazione di uno o due pozzi, dato anche che l'installazione definitiva dovrà essere ulteriormente confinata all'area periferica (su cui, tra l'altro, insiste per una parte un rischio di frana R4. Infine, gli eventuali pozzi da realizzare in quest'area sarebbero di tipo reiniettivo, data la distanza di circa 1.200 m dal centro della Solfatara e il criterio Cr5). Da notare anche la difficoltà associata alla realizzazione delle condotte di collegamento tra questa area e quella di impianto, verosimilmente anch'essa ubicata in vicinanza della Solfatara, per motivi legati alla riduzione delle distanze con i pozzi produttori;

Area 8): Grande area privata ubicata sopra la Solfatara, su un esteso falsopiano che si affaccia sulla Solfatara stessa. Quest'area presenta alcune caratteristiche interessanti, tra le quali: la superficie (almeno 12.000 m²), la posizione assai vicina al centro della Solfatara (meno di 400 m) e sopraelevata (circa 120 m al di sopra della quota dei siti sottostanti dell'area industriale, che consente di ottenere una

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	48 / 133
	Data 15/01/2015		

maggior deviazione dei pozzi, anche se a costo di una perforazione più profonda e costosa). Tra gli svantaggi, peraltro, si deve citare la difficile accessibilità (per raggiungere il sito è necessario percorrere una strada molto stretta e ripida tra due file di abitazioni nella parte più periferica di Pozzuoli, il che può costituire un vincolo ostativo rispetto alla possibilità di accesso da parte dei mezzi dedicati al trasporto, soprattutto, dei componenti dell'impianto di perforazione. Inoltre, il passaggio in adiacenza con le abitazioni potrebbe dar luogo a notevoli opposizioni da parte dei residenti. Inoltre, appare piuttosto problematica la realizzazione dei fluidodotti provenienti da altre posizioni (assunto che la centrale si possa installare in quest'area);

Area 9): Area di superficie pari a circa 5.100 m² (quindi, adeguata sia per i pozzi che per l'impianto) ubicata a circa 1.100 m dal centro della Solfatara, in una zona libera da edifici (anche se adiacente ad un gruppo di case sul lato nordest). Come per l'Area 7) la distanza dalla Solfatara rende la zona idonea per i soli pozzi reiniettori, ma, contrariamente a quella, la maggiore superficie consente di ipotizzare anche l'installazione della centrale. Quest'ultima opzione, peraltro, si scontra con la necessità, in tal caso, di realizzare i fluidodotti di connessione con i pozzi produttori (tutti, necessariamente, da ubicarsi a nord, alle pendici del cratere della Solfatara) attraversando la viabilità ordinaria e terreni adibiti ad uso commerciale/ industriale, con tutte le difficoltà logistiche e tecniche che ne conseguono;

Area 10): Area di oltre 13.000 m² ubicata in zona a morfologia ondulata con terrazzamenti, immediatamente al di sopra dell'Area 4). Tale area si presta ad una realizzazione dell'impianto su più livelli, ma presenta l'inconveniente di appartenere (al contrario di tutte le altre aree) ad una zona segnalata dal PAI a rischio di frana (seppure classificata soltanto R1 e quindi utilizzabile comunque). L'area si presenta piuttosto visibile dalla piana, in quanto ubicata in posizione sopraelevata e alle pendici del cratere della Solfatara, e ciò pone alcuni vincoli in merito alla sua utilizzabilità per l'installazione dell'impianto, data anche la necessità di procedere con eventuali sbancamenti non irrilevanti. Inoltre, per quanto riguarda l'accessibilità, questa avviene attraverso una strada stretta non asfaltata, che attraversa anche una zona a "canyon", con conseguente necessità di interventi invasivi in fase di adeguamento per consentire il transito dei mezzi. Infine, va segnalata la presenza di un rudere di cui le Autorità competenti hanno chiesto il recupero (il che, però, comporta diversi problemi, in quanto lo stesso è posizionato in area soggetta, sulla base delle prime ispezioni visive effettuate, a rischio di frana, ancorchè nel PAI indicata soltanto come R1);

Area 11): Quest'ultima area è una ulteriore grande superficie di circa 8.500 m² ubicata nella piana, tra l'Area 7) e la 9), in posizione leggermente più vicina alla Solfatara (circa 1 km dal centro). L'area è recintata e appare del tutto abbandonata, e, data

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	49 / 133
Data 15/01/2015			

l'estensione e la vicinanza con la zona industriale/ commerciale, si presterebbe sia all'installazione della centrale, sia a quella dei pozzi reiniettori. Permangono tuttavia, come per le aree 7) e 9), le difficoltà di attraversamento, da parte dei fluidodotti, di strade ed insediamenti caratterizzati dalla verosimile presenza di numerosi sottoservizi, oltretutto non noti. Inoltre, la disponibilità dell'area appare incerta.

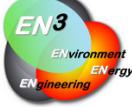
Premesso quanto sopra, il passo successivo del procedimento di scelta del layout è consistito nella selezione di un set di aree tali da rispettare i restanti criteri più sopra indicati.

Al riguardo, peraltro, va precisato che, nella realtà, il procedimento di selezione delle aree (e del layout) ha avuto uno svolgimento piuttosto articolato, che solo per chiarezza espositiva è stato qui riportato secondo uno schema lineare. In particolare, la fase di selezione è stata vincolata soprattutto dalla verifica di disponibilità delle aree suddette, oltre che dall'emergere progressivo di informazioni e vincoli che, alla fine, hanno determinato la scelta in successione di diverse configurazioni (alternative) di progetto, delle quali si riportano qui soltanto le tre più significative:

Alternativa	Area/e di ubicazione della centrale	Area/e di realizzazione pozzi di produzione	Area/e di realizzazione pozzi di reiniezione
1	Areae 3+10 (centrale su più livelli)	Area 10 (2 devianti)	Area 10 (1 deviato)
2	Area 4 (+10) (centrale in unico edificio o, rispettivamente, su più livelli)	Area 5 (1 deviato verso Solfatarata) + Area 1 (1 deviato verso Solfatarata) + Area 10 (1 verticale)	Area 7 o 9 (1 deviato verso sudest)
3	Area 4 (centrale in unico edificio)	Area 4 (1 verticale) + Area 5 (1 deviato verso Solfatarata) + Area 2 (1 deviato verso Solfatarata)	Area 4 (2 devianti verso sud e sudest)

Tabella 3-3 Principali alternative di layout di progetto analizzate

Nelle figure di seguito riportate viene indicata l'ubicazione delle aree e dei pozzi per ciascuna delle tre alternative sopra descritte. Al riguardo si precisa che in tali figure non è presente il tracciato delle condotte in quanto lo stesso è stato sviluppato soltanto per l'opzione scelta. Inoltre, si ricorda ancora che le distanze indicate dal centro del nucleo caldo sono da intendersi come indicatori di massima della vicinanza dei pozzi a zone del

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	50 / 133	
Data 15/01/2015			

serbatoio geotermico particolarmente interessanti in termini di temperatura della risorsa. Pertanto, i valori di tali distanze vanno anch'essi intesi come riferimenti sicuramente indicativi ma non come parametri di valutazione quantitativa assoluta.

Come si può desumere dalla tabella e dalle figure, la configurazione di progetto si è evoluta non soltanto in termini di localizzazione dei pozzi e della centrale ma anche di numero dei pozzi stessi. Infatti, a fronte dell'Alternativa 1, in cui i pozzi erano 3 (di cui 2 produttori), l'Alternativa 4 ha previsto un ulteriore pozzo produttore (per tener conto dell'aumento di potenza – da 5 MWe lordi a 5 MWe netti – consentito dalla modifica del D.Lgs 22/2010) e, infine, sulla base delle indicazioni fornite da AMRA/INGV, l'Alternativa 3 ha introdotto un ulteriore pozzo reiniettore.

La soluzione finale scelta corrisponde all'Alternativa 3.

In Tabella 3-4 si riporta infine una analisi complessiva delle tre Alternative in relazione ai criteri più sopra enunciati, da cui emergono i motivi della scelta effettuata.

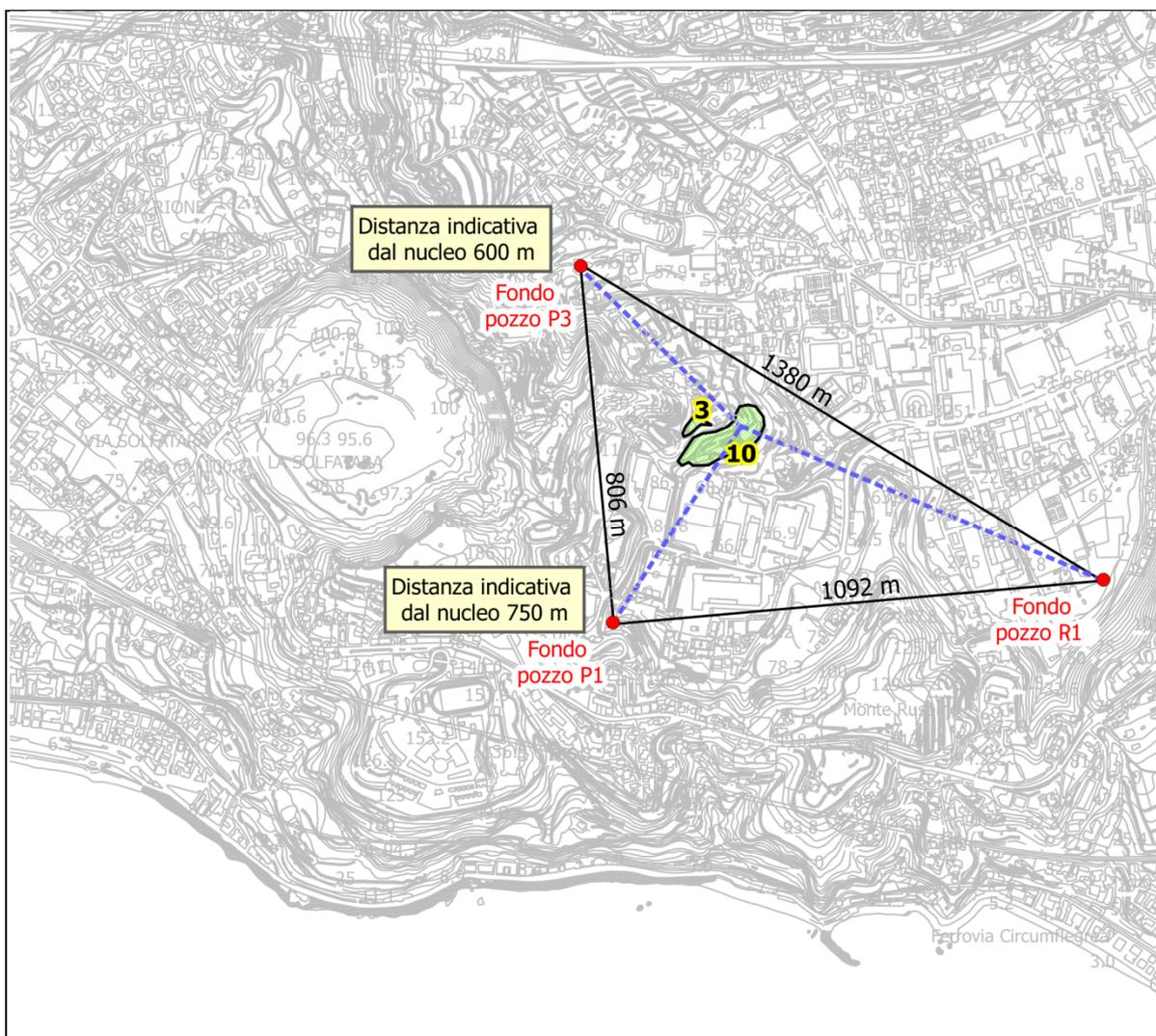


Figura 3-2 Alternativa 1: Ubicazione aree pozzi e centrale
(in nero le distanze, in blu tratteggiato i pozzi devianti, in rosso i fondo pozzo)

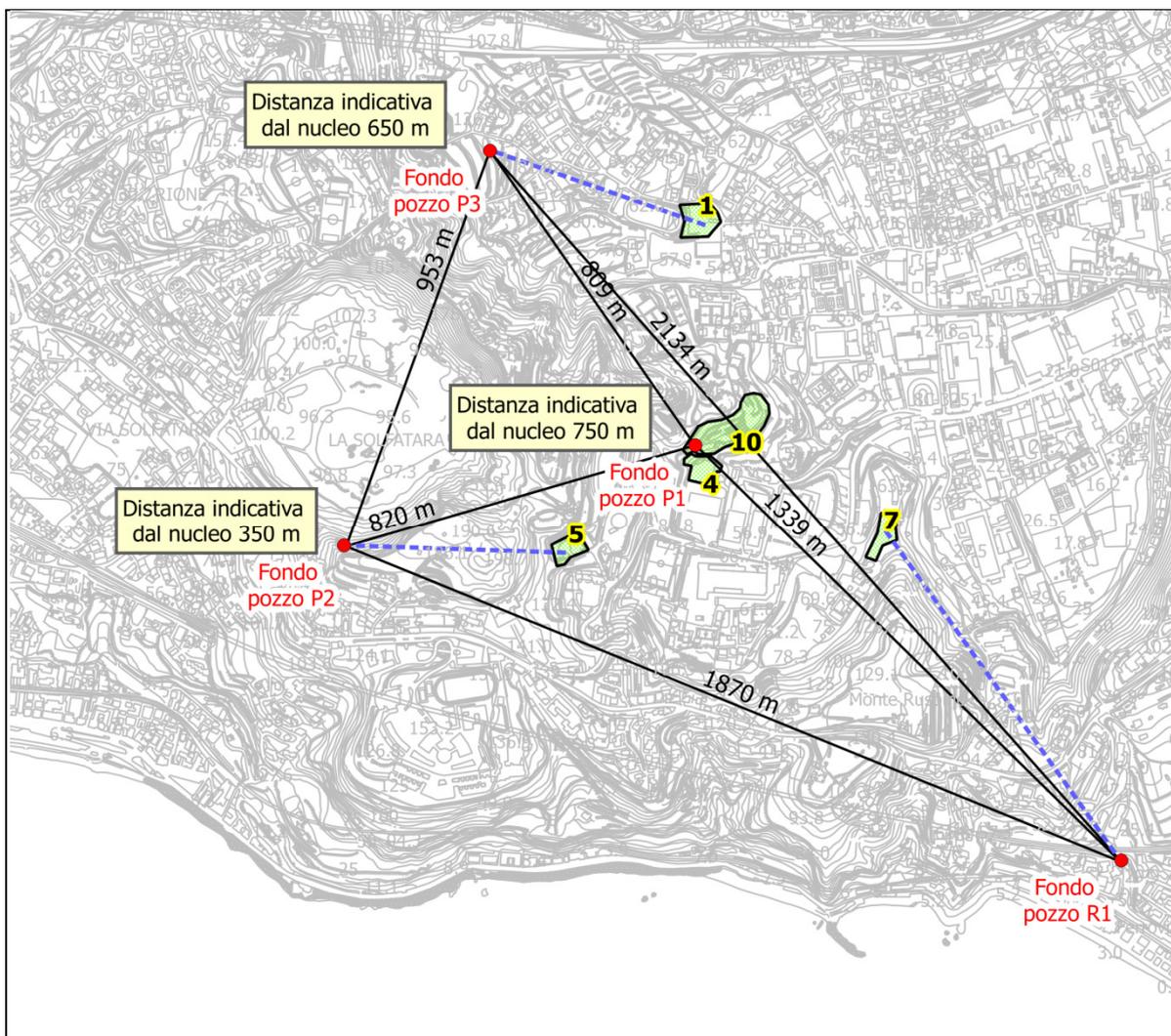


Figura 3-3 Alternativa 2: Ubicazione aree pozzi e centrale
(in nero le distanze, in blu tratteggiato i pozzi deviati, in rosso i fondo pozzo)

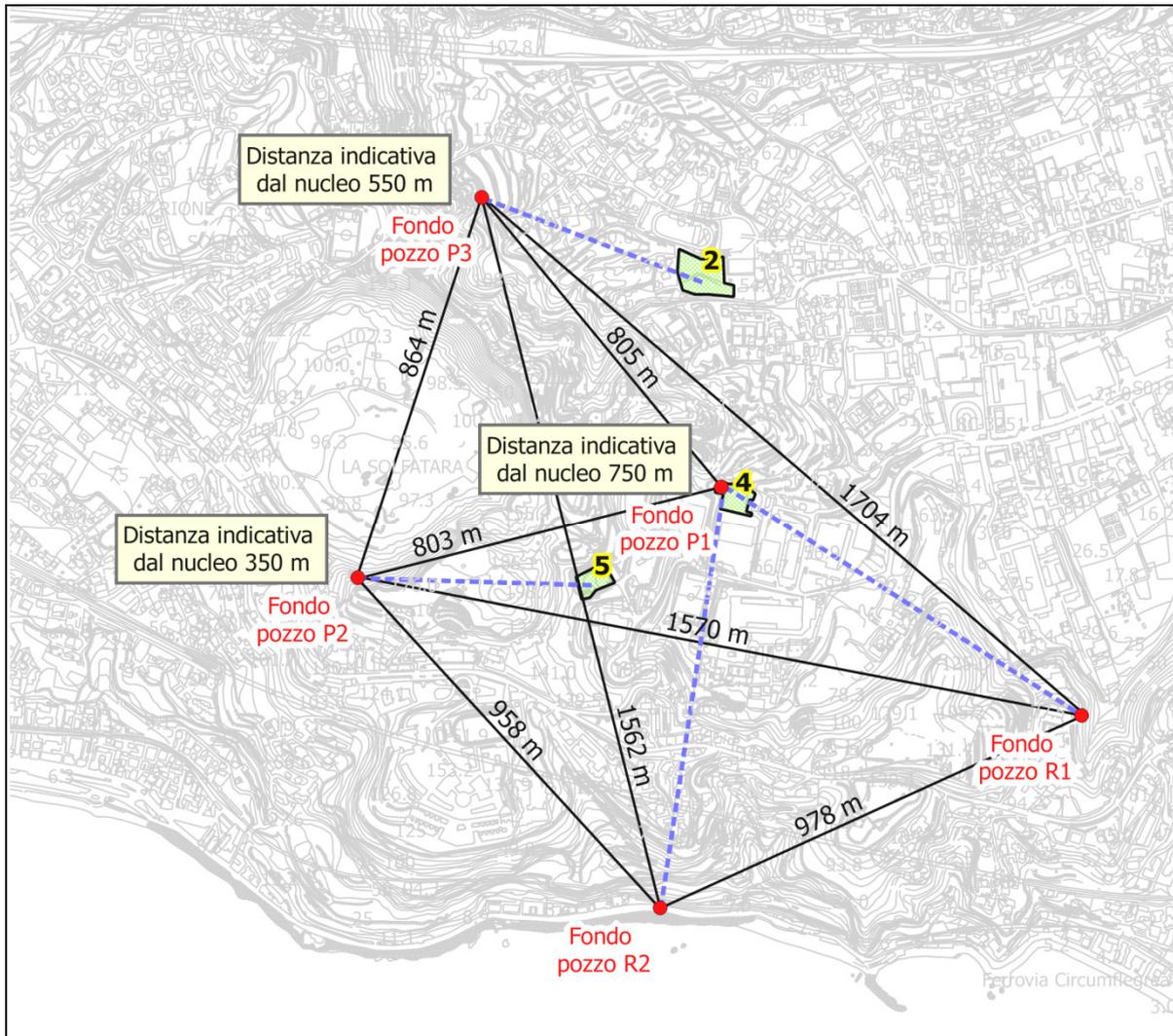


Figura 3-4 Alternativa 3: Ubicazione aree pozzi e centrale
(in nero le distanze, in blu tratteggiato i pozzi deviati, in rosso i fondo pozzo)

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		54 / 133
	Data 15/01/2015		

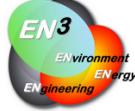
Critero	Alternativa 1: presso Area pozzi SCARFOGLIO 1	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Cr1)	Livello di urbanizzazione e disponibilità di spazi	L'area dell'Alternativa 1 è priva di urbanizzazione ma le superfici disponibili sono limitate e costringono alla ripartizione degli impianti su diversi livelli e aree, con possibili problemi impiantistici	Le aree interessate dall'installazione di pozzi e condotte interessano diversi ambiti urbanizzati, anche se periferici (v.sotto, altri criteri specifici legati a questo tema). Non ci sono problemi di spazi, anche perché la centrale è divisa su due livelli	Soltanto l'Area 2 è inserita in un contesto urbanizzato, anche se periferico. Questa soluzione non comporta però attraversamenti obbligati di aree urbanizzate. Gli spazi sono adeguati, a parte una disponibilità limitata per la centrale
Cr2)	Accessibilità	L'area è raggiungibile attraverso una strada privata che può essere resa idonea attraverso interventi relativamente agevoli. Tuttavia, il passaggio del mezzo di trasporto della torre di perforazione all'inizio di tale strada richiede interventi di una certa rilevanza, per adeguare i raggi di curvatura ed è anche necessario valutare gli attraversamenti urbani, una volta nota la provenienza del mezzo	L'accesso all'Area 5 pone problemi di raggi di curvatura per il mezzo che trasporta la torre. E' necessario che tale mezzo provenga dall'abitato di Pozzuoli e quindi i possibili percorsi vanno verificati alla luce della sua origine. Anche qui è comunque necessario valutare gli attraversamenti urbani, una volta nota la provenienza del mezzo	L'accesso all'Area 5 pone problemi di raggi di curvatura per il mezzo che trasporta la torre. E' necessario che tale mezzo provenga dall'abitato di Pozzuoli e quindi i possibili percorsi vanno verificati alla luce della sua origine. Anche qui è comunque necessario valutare gli attraversamenti urbani, una volta nota la provenienza del mezzo

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		55 / 133
Data 15/01/2015			

Cr3)	<p>Esistenza di vincoli ambientali, storico-culturali e paesaggistici</p>	<p>L'intera area di intervento è ricompresa nel territorio sottoposto a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del D.lgs 42/2004 e denominato "Area comprendente i Campi Flegrei e sita nei comuni di Monte di Procida Bacoli e Pozzuoli".</p> <p>Ai sensi del medesimo decreto l'area ricade inoltre interamente (con perimetro del vincolo coincidente con il precedente) nel territorio dei "Parchi e riserve nazionali o regionali vincolati" (art. 142 c. 1 lett. f) e delle "Aree vulcaniche tutelate" (art. 142 c. 1 lett. l). – v. Quadro Programmatico per la relativa analisi</p> <p>La posizione della centrale è sopraelevata rispetto alle aree urbanizzate sottostanti ed è particolarmente visibile da Via Antiniana, oltre che da tutti i rilievi circostanti.</p>	<p>L'intera area di intervento è ricompresa nel territorio sottoposto a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del D.lgs 42/2004 e denominato "Area comprendente i Campi Flegrei e sita nei comuni di Monte di Procida Bacoli e Pozzuoli".</p> <p>Ai sensi del medesimo decreto l'area ricade inoltre interamente (con perimetro del vincolo coincidente con il precedente) nel territorio dei "Parchi e riserve nazionali o regionali vincolati" (art. 142 c. 1 lett. f) e delle "Aree vulcaniche tutelate" (art. 142 c. 1 lett. l). – v. Quadro Programmatico per la relativa analisi</p> <p>La posizione di parte degli aerotermini è sopraelevata rispetto alle aree urbanizzate sottostanti ed è particolarmente visibile da Via Antiniana, oltre che da tutti i rilievi circostanti.</p>	<p>L'intera area di intervento è ricompresa nel territorio sottoposto a vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 136 del D.lgs 42/2004 e denominato "Area comprendente i Campi Flegrei e sita nei comuni di Monte di Procida Bacoli e Pozzuoli".</p> <p>Ai sensi del medesimo decreto l'area ricade inoltre interamente (con perimetro del vincolo coincidente con il precedente) nel territorio dei "Parchi e riserve nazionali o regionali vincolati" (art. 142 c. 1 lett. f) e delle "Aree vulcaniche tutelate" (art. 142 c. 1 lett. l). – v. Quadro Programmatico per la relativa analisi</p> <p>La centrale è ubicata nell'area industriale e si integra bene con essa, nonostante l'altezza non trascurabile.</p>
------	---	--	--	---



Cr4)	Presenza di ricettori sensibili nelle vicinanze delle aree di perforazione	Non sono presenti nelle vicinanze ricettori abitativi. Tuttavia l'area è tra le poche, nella macroarea di progetto, caratterizzate da una certa naturalità residua, e quindi da potenziali sensibilità faunistiche e/o ecosistemiche	Nelle vicinanze della centrale è presente solo un ricettore abitativo, comunque senza verosimili perturbazioni significative del clima acustico. Tuttavia gli aerotermini installati in posizione sopraelevata possono determinare effetti sugli edifici di pari livello sulle alture circostanti	Nelle vicinanze della centrale è presente solo un ricettore abitativo, comunque senza perturbazioni del clima acustico superiori ai limiti di legge
Cr5)	Vicinanza dei pozzi produttivi (a fondo pozzo) con il "centro" del sistema geotermico	E' possibile posizionare solo due pozzi a distanze accettabili dal "centro". Il pozzo più vicino è comunque a circa 600 m di distanza. Inoltre, con soli due pozzi il progetto potrebbe non raggiungere i 5 MW	Sono presenti due pozzi a distanza di circa 350 e 600 m dal "centro" del nucleo caldo, il primo dei quali al di sotto della Solfatarata. Il terzo pozzo è a 745 metri	E' la soluzione con le migliori potenzialità in termini produttivi, sebbene piuttosto simile alla n.2. Comunque, i tre pozzi sono a distanze pari a 350, 500 e 750 m dal "centro"
Cr6)	Vicinanza primo pozzo produttore (verticale) con primo reiniettore, ai fini delle prove	I due pozzi sono perforati in posizione contigua e quindi rispondono all'esigenza del Cr6)	Il reiniettore è ubicato a notevole distanza e quindi si deve realizzare anche la condotta, peraltro con numerose difficoltà (v.sotto)	I due pozzi sono perforati in posizione contigua e quindi rispondono all'esigenza del Cr6)

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		57 / 133
	Data 15/01/2015		

Cr7)	Rispetto del vincolo di distanza ex D.P.R. 395/1991	I pozzi sono molto lontani dai limiti del Permesso di Ricerca e rispettano pienamente il vincolo	I pozzi sono molto lontani dai limiti del Permesso di Ricerca e rispettano pienamente il vincolo	I pozzi sono molto lontani dai limiti del Permesso di Ricerca e rispettano pienamente il vincolo
Cr8)	Rispetto della distanza minima di 900 m tra pozzi produttori e reiniettori	Il vincolo è rispettato anche con una modesta deviazione del pozzo reiniettore	Il vincolo è rispettato anche con una modesta deviazione del pozzo reiniettore	Il vincolo è rispettato, ma per il pozzo nell'Area 4 lo è solo grazie alla deviazione elevata del pozzo reiniettore
Cr9)	Rispetto della distanza minima di 800 m tra pozzi produttori	Il vincolo è rispettato, ma a scapito della distanza dei pozzi (solo due, peraltro) dal "centro" del nucleo caldo	Il vincolo è rispettato, senza incidere troppo sulla distanza dei pozzi dal "centro" del nucleo caldo	Il vincolo è rispettato, senza incidere troppo sulla distanza dei pozzi dal "centro" del nucleo caldo
Cr10)	Articolazione della centrale su uno o più livelli	Centrale su due livelli. Problemi di visibilità	Centrale su uno o due livelli. Problemi di visibilità	Centrale su un solo livello, senza problemi di inserimento
Cr11)	Massimizzazione distanza da zone abitate e da aree di pregio	L'area di progetto è la più distante da zone abitate ma la centrale è ubicata proprio alle pendici del cratere della Solfatarata	La centrale ricade in parte nell'area dell'Alternativa 1. L'Area 1 è in zona abbastanza densamente popolata. Le altre sono poco abitate	Nessuna delle aree interessate è abitata e vicino alla centrale sono presenti pochi ricettori abitativi. La centrale è in area industriale



Cr12)	Assenza di vincoli di tutela ambientale, ovvero di rischio idraulico e/o geomorfologico	Il progetto ricade interamente in zona R1 del PAI (rischio geomorfologico)	L'area è esterna a zone a rischio idraulico e/o geomorfologico, ad eccezione di una parte degli aerotermini, che ricade in zona R1 del PAI	L'area è completamente esterna a zone a rischio idraulico e/o geomorfologico
Cr13)	Posizionamento "baricentrico" della centrale	La centrale è a poche decine di metri dai pozzi	La centrale è baricentrica, ma la connessione con il reiniettore è compessa	La centrale è baricentrica, e senza problemi di connessione
Cr14)	Minimizzazione degli interventi necessari per la realizzazione dell'impianto	Non prevedendo condotte esterne ed essendo in area non urbanizzata i lavori sono agevoli. Tuttavia grava una indicazione di recupero del rudere presente nell'area	La realizzazione è piuttosto complessa, in particolare per quanto riguarda le condotte, che devono attraversare ambiti urbani piuttosto popolati e urbanizzati	La realizzazione è abbastanza agevole, in quanto non sono interessate aree urbane
Cr15)	Accessibilità dell'area sia in fase di cantiere che in fase di esercizio	A parte gli interventi di adeguamento stradale l'area è ben accessibile in entrambe le fasi, anche se la zona di accesso è alquanto degradata	Le aree sono tutte facilmente accessibili, anche se in fase di cantiere i mezzi pesanti devono attraversare aree piuttosto popolate per raggiungere l'Area 1	Le aree sono tutte facilmente accessibili, anche se in fase di cantiere i mezzi pesanti devono attraversare aree popolate per raggiungere l'Area 2

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		59 / 133
	Data 15/01/2015		

Cr16)	Eventuali vincoli logistici (attraversamenti, interferenza con sottoservizi, servitù, ecc.) e manutentivi	Non si prevedono vincoli legati ad interferenze con servitù, sottoservizi, ecc. Tuttavia può risultare problematica, viceversa, l'assenza di reti pubbliche cui allacciarsi (acquedotto e rete fognaria, soprattutto). Le operazioni di manutenzione sono verosimilmente molto agevoli	Sono presenti vincoli potenzialmente rilevanti legati all'interferenza con le reti pubbliche lungo Via Antiniana, di cui sono oltretutto disponibili informazioni piuttosto approssimative. Analogamente anche per l'Area 1. Non molto agevoli gli interventi manutentivi, a causa degli attraversamenti urbani. Possibili problemi di manutenzione straordinaria sulla condotta dall'Area 5	Non si prevedono vincoli legati ad interferenze con servitù, sottoservizi, ecc. L'allacciamento alle reti pubbliche è agevole. Alcuni problemi potrebbero derivare dall'attraversamento in interrato di un'area adibita a campi sportivi. Si prevede buono l'accesso per la manutenzione, ad eccezione di eventuali interventi straordinari sulla condotta dall'Area 5
Cr17)	Minimizzazione lunghezza pipeline	L'alternativa non prevede pipeline ma solo connessioni interne di poche decine di metri	Sono necessarie 3 pipelines. Il progetto non è stato sviluppato ma si ritiene che lo sviluppo complessivo potesse essere dell'ordine di circa 1.700-1.800 metri totali	Sono necessarie 2 pipelines, per uno sviluppo complessivo di circa 1.100 m
Cr18)	Interramento delle condotte	L'Alternativa non prevede condotte. Quelle interne al sito possono essere agevolmente interrate	Le condotte sono tutte interrabili, ad eccezione, per cautela, di un tratto di circa 200 m	Le condotte sono tutte interrabili, ad eccezione, per cautela, di un tratto di circa 200 m

Tabella 3-4 Principali alternative di layout di progetto analizzate

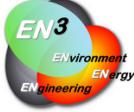
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	60 / 133
Data 15/01/2015			

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

4.1. Caratteristiche tecniche del progetto

Il progetto "Scarfoglio" si compone dei seguenti elementi principali.

Descrizione	N.	Caratteristiche	Ubicazione
Impianto a ciclo binario	1	Potenza totale pari a 5 MWe al netto delle pompe e degli autoconsumi (v.Tabella 4-1)	Area 4) (denominata SCARFOGLIO 1)
Pozzo P1	1	Pozzo di produzione verticale. Profondità circa 900 m dal p.c.	Area 4) (denominata SCARFOGLIO 1)
Pozzo P2	1	Pozzo di produzione deviato. Profondità circa 980 m dal p.c. Deviazione max circa 500 m	Area 5) (denominata SCARFOGLIO 2)
Pozzo P3	1	Pozzo di produzione deviato. Profondità circa 900 m dal p.c. Deviazione max circa 500 m	Area 2) (denominata SCARFOGLIO 3)
Pozzo R1	1	Pozzo di reiniezione deviato. Profondità circa 950 m dal p.c. Deviazione max circa 935 m	Area 4) (denominata SCARFOGLIO 1)
Pozzo R2	1	Pozzo di reiniezione deviato. Profondità circa 950 m dal p.c. Deviazione max circa 935 m	Area 4) (denominata SCARFOGLIO 1)
Fluidodotto FP2	1	Condotta DN300 di trasporto del fluido geotermico dal pozzo P2 al sito di impianto. Lunghezza circa 586 m	Interessa, tra le altre, le Aree 5), 6) e 10)
Fluidodotto FP3	1	Condotta DN300 di trasporto del fluido geotermico dal pozzo P3 al sito di impianto. Lunghezza circa 547 m	Interessa, tra le altre, l'Area 10)
Condotte FP1, FR1, FR2	3	Condotte interne per la connessione dei pozzi P1 (DN300), R1 (DN350) e R2 (DN350)	Area 4) (denominata SCARFOGLIO 1)
Condotte FFR, FFP	2	Condotta interne DN 500 che convogliano l'intera portata da/verso l'impianto	Area 4) (denominata SCARFOGLIO 1)
Elettrodotto E1	1	Cavo interrato tra la Cabina primaria ENEL e la Cabina di consegna. Lunghezza circa 2.315 m	Via Antiniana e altre strade comunali
Elettrodotto E2	1	Cavo interrato tra la Cabina di consegna e l'impianto. Lunghezza circa 190 m	Area privata + area SCARFOGLIO 1

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	61 / 133
	Data 15/01/2015		

In Figura 4-1 si riproduce, per comodità di riferimento, il layout complessivo del progetto sul territorio, già proposto nel documento "Inquadramento generale e approccio metodologico", rimandando ai paragrafi successivi per la descrizione delle singole parti.

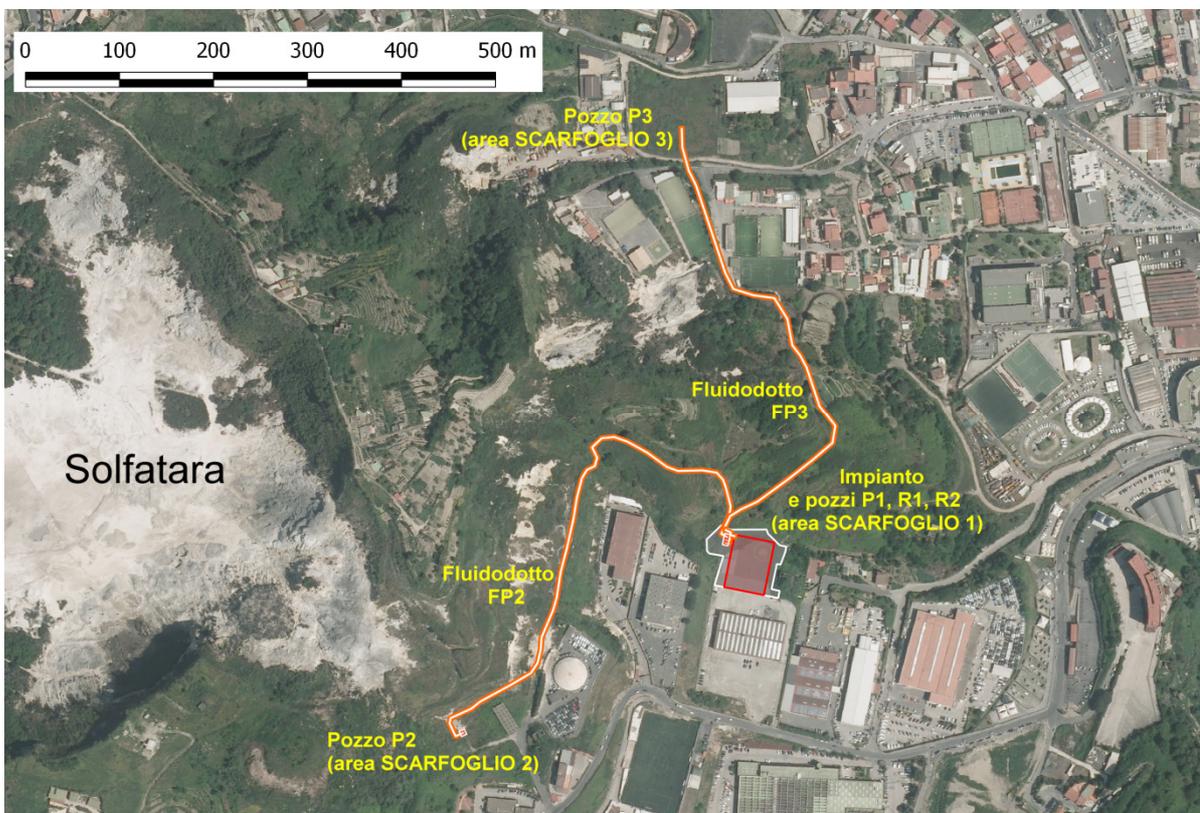


Figura 4-1 Layout del progetto "Scarfoglio" sul territorio
(ortofoto da Portale Cartografico Nazionale)

4.1.1. Centrale geotermoelettrica

La centrale del progetto "Scarfoglio" è costituita dall'impianto di produzione, che ne costituisce la parte principale, nonché dai relativi sottosistemi ausiliari, sistemi di controllo, infrastrutture di servizio, uffici, aree tecniche, servizi e quadri elettrici.

A seguito delle scelte effettuate si è optato per una soluzione che include tutti questi impianti e locali all'interno di un unico edificio. In Figura 4-2 si riporta un esempio di impianto geotermoelettrico binario ORC in esercizio, di caratteristiche simili a quelle dell'impianto previsto per il progetto "Scarfoglio" e realizzato anch'esso dalla Turboden. L'impianto è ubicato a Sauerlach, in vicinanza di Monaco di Baviera.

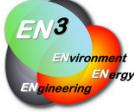
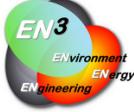
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	62 / 133
Data 15/01/2015			



Figura 4-2 Centrale geotermoelettrica ORC di Sauerlach (Germania)
 (fonte: Turboden Italia)

L'area di centrale è quella denominata SCARFOGLIO 1, la cui superficie complessiva è pari a 4.303 mq e la cui conformazione è stata scelta in funzione delle esigenze operative e dei vincoli esistenti, così come descritti nel capitolo precedente. In particolare, sono presenti all'interno dell'area, come già visto, anche i pozzi P1, R1 e R2.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	63 / 133
Data 15/01/2015			

Il layout complessivo dell'area SCARFOGLIO 1 è quello di Figura 4-5, mentre in Figura 4-3 è riportato un fotoinserimento su immagine satellitare. L'edificio di centrale è invece rappresentato in vista 3D nel modello di Figura 4-6 (per maggiori dettagli si rimanda comunque alla Relazione di Progetto definitivo e ai suoi allegati).

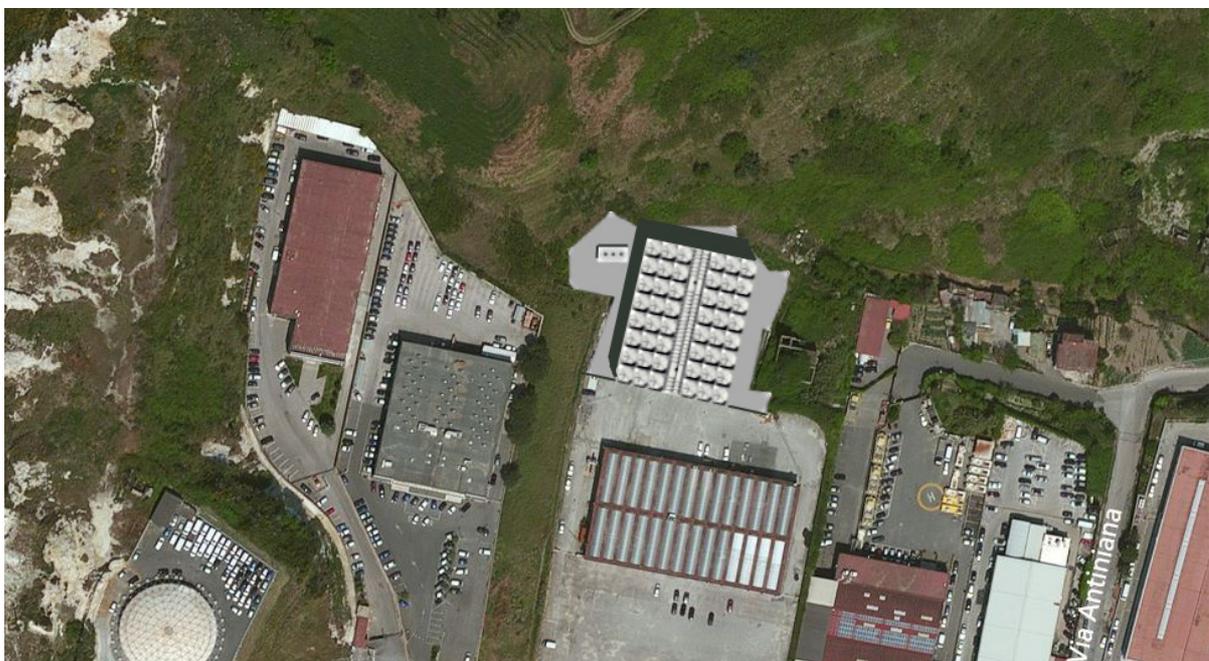


Figura 4-3 Area SCARFOGLIO 1 (fotoinserimento su immagine satellitare)
 (fonte immagine: Bing Maps)

Come si vede dalle figure indicate, e come anticipato, la scelta di prevedere un singolo edificio per allocare l'impianto, il condensatore e tutti gli ausiliari discende dalla necessità di confrontarsi con spazi ridotti, e quindi con il requisito di limitare al minimo l'occupazione di suolo. Ciò comporta, ovviamente, una maggiore dimensione verticale dell'edificio stesso, in quanto alla parte contenente gli impianti (circa 10 m di altezza) viene ad essere sovrapposto il condensatore ad aria (circa 12 m di altezza); di ciò, peraltro, si è tenuto conto proprio nell'ambito della scelta localizzativa, valutando, soprattutto, l'ubicazione in un'area commerciale/industriale caratterizzata dalla presenza largamente predominante di capannoni la cui forma architettonica risulta in linea con le caratteristiche del nuovo edificio, soprattutto in relazione al suo inserimento visivo e quindi agli effettivi punti di possibile osservazione. Su questo punto, peraltro, si rimanda al Quadro ambientale.

Si può inoltre notare, dalle medesime figure, la forma piuttosto irregolare del perimetro del sito, dovuta essenzialmente a:

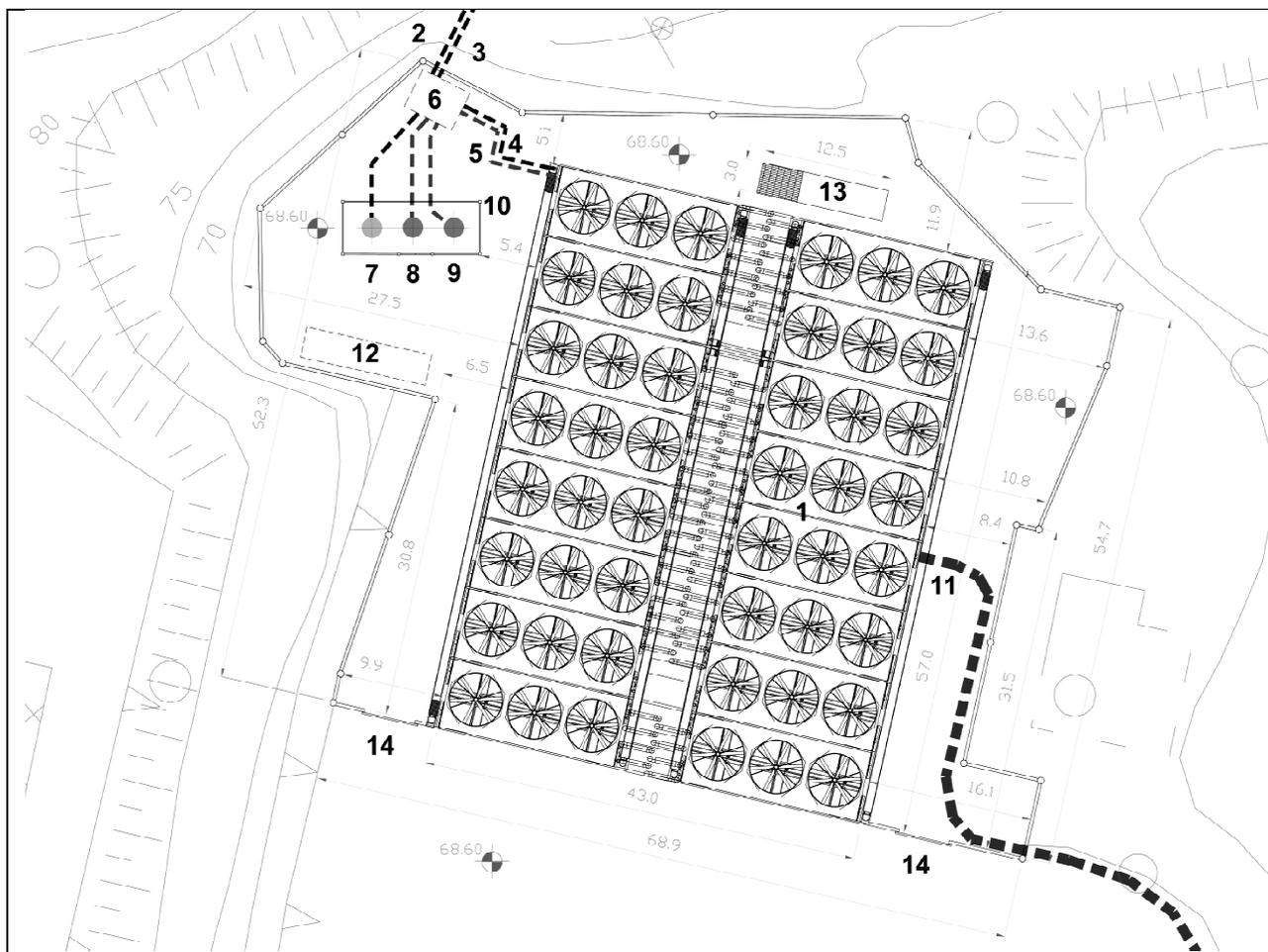
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	64 / 133
Data 15/01/2015			

- la necessità di rispettare (in zona nord) i vincoli del PAI (sebbene relativi soltanto ad una zona a rischio R1);
- la necessità di rispettare le limitazioni imposte dalla presenza del canalone a nord e ad est del sito (si è scelto, infatti, di non intervenire in alcun modo con rimodellamenti o riempimenti di tale canalone, allo scopo di minimizzare le alterazioni della morfologia locale);
- la presenza di un rudere sul lato est della recinzione, la cui area rimarrà nella disponibilità dell'attuale proprietà, per espressa volontà della stessa.

Di seguito si riportano alcune immagini relative allo stato attuale dell'area.



Figura 4-4 Area SCARFOGLIO 1 (stato attuale del sito)



LEGENDA

1	EDIFICIO IMPIANTO
2	PIPELINE FP2 DA POZZO P2
3	PIPELINE FP3 DA POZZO P3
4	PIPELINE FFP DA PRODUTTORI
5	PIPELINE FFR A REINIETTORI
6	CONNESSIONE PIPELINE
7	POZZO PRODUTTORE P1
8	POZZO REINEITTORE R1
9	POZZO REINEITTORE R2
10	AREA POZZI "SCARFOGLIO1"
11	ELETTRODOTTO
12	VASCA DI PRIMA PIOGGIA
13	SERBATOIO ANTIINCENDIO
14	VARCHI DI ACCESSO

Figura 4-5
Layout area SCARFOGLIO 1

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	66 / 133
Data 15/01/2015			

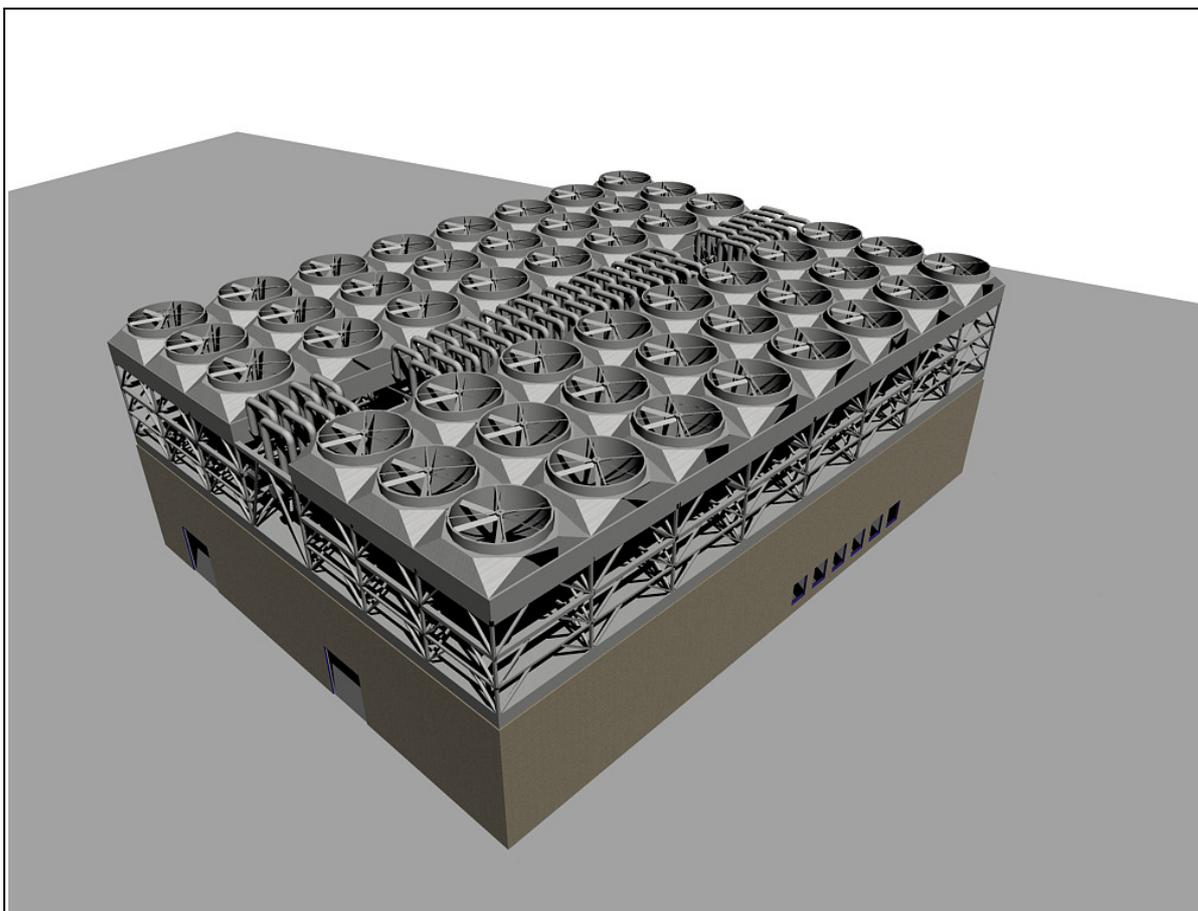


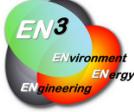
Figura 4-6 Modello tridimensionale dell'impianto geotermoelettrico

Le caratteristiche tecniche principali della centrale sono riportate nella tabella che segue. I dati di progetto del fluido geotermico sono invece elencati nella successiva Tabella 4-2.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	67 / 133
	Data 15/01/2015		

GRUPPO DI GENERAZIONE ORC	
Numero turbine	2 (HT, LT)
Tipo turbine	a vapore monostadio 1.500 rpm
Generatore	10.000 kW – 50 Hz
Tipo di raffreddamento	aria
Pressione massima del fluido di lavoro	40 bar
PRESTAZIONI ENERGETICHE	
Potenza termica in ingresso all'impianto	~64 MWt
Potenza elettrica lorda	8,15 MWe
Consumo pompe sommerse in pozzo	1,5 MWe
Potenza elettrica disponibile lorda	6,65 MWe
Autoconsumi ORC: ausiliari ciclo binario (pompa di circolazione fluido organico, sistema di raffreddamento condensatore)	1,65 MWe
Potenza elettrica netta	5 MWe
Rendimento di conversione energia termica in e.e.	13,1 %
Rendimento totale al netto degli autoconsumi e delle pompe sommerse	7,8 %
Ore di funzionamento annuo previste a regime	8.000
Producibilità nominale annua	40.000 MWh/a
DIMENSIONI	
Impianto	43 x 57m x 22 m (H)
Occupazione complessiva area	4.303 m ²

Tabella 4-1 Caratteristiche tecniche e parametri costruttivi dell'impianto

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	68 / 133
Data 15/01/2015			

CARATTERISTICHE DEL FLUIDO GEOTERMICO (dati di progetto)	
Temperatura in ingresso all'impianto	165 °C
Titolo di vapore	0 %
Pressione a testa pozzo	8 bar
Calore specifico	3 kJ / kg·K
Densità	950 kg/m ³
Temperatura alla reiniezione	70 °C
Portata complessiva (dato di progetto impianto)	150 kg/s
Salinità del fluido geotermico nel serbatoio	30.000 ppm di TDS

Tabella 4-2 Dati di progetto del fluido geotermico

Per quanto riguarda il fluido di lavoro è previsto l'utilizzo di isobutano, che consente di ottenere prestazioni migliori nello scambio termico e nel ciclo termodinamico Rankine implementato nell'impianto ORC. Nel rimandare agli allegati al Progetto definitivo per quanto riguarda le caratteristiche di dettaglio di tale sostanza e della sua gestione, si osserva, in questa sede, che, trattandosi di un gas infiammabile (anche se non tossico e poco corrosivo), in particolare per quanto riguarda lo stoccaggio, che nel caso in questione è peraltro di entità piuttosto limitata, tenuto conto che il volume di fluido complessivo circolante nel circuito chiuso dell'impianto è pari a circa 110 m³. Inoltre, si deve considerare che detto stoccaggio si renderà necessario, salvo guasti, soltanto in occasione delle operazioni di manutenzione periodica dell'impianto (1 anno) e avrà natura strettamente temporanea, in quanto rispondente alla sola esigenza di svuotare il circuito da tutto il fluido per consentirne l'ispezione e gli eventuali interventi connessi. Una volta terminate queste operazioni il fluido verrà reinserito nel circuito ed eventualmente reintegrato, in caso di perdite.

In relazione al tema del rendimento si osserva inoltre che esso costituisce un elemento di particolare importanza, tenuto conto dei valori abbastanza bassi (10-15%) tipici degli impianti del tipo in progetto, a loro volta legati al meccanismo (scambio termico) di trasferimento al ciclo produttivo dell'energia termica in ingresso, la cui efficienza dipende ovviamente, oltre che da fattori di tipo tecnologico, anche dalle caratteristiche del fluido geotermico estratto (Tabella 4-2). Poiché, come già visto, tali caratteristiche potranno essere individuate con certezza solo a valle delle perforazioni (in particolare, in termini di parametri come temperatura, densità, composizione e portata), in fase di dimensionamento dell'impianto si è optato per utilizzare, per tali parametri, un set di valori cautelativi, in modo da consentire di far fronte ad eventuali situazioni indesiderate. In particolare, si è assunto, tra gli altri, un dato di portata ampiamente inferiore a quello

atteso dai pozzi, che sono dimensionati (così come le condotte) per portate superiori (in linea, del resto, con le caratteristiche attese per il reservoir). In tal modo potranno essere evitate eventuali modifiche impiantistiche, e in particolare, data la geometria del sito, quelle connesse ad eventuali ampliamenti della superficie del condensatore.

Per quanto riguarda il funzionamento dell'impianto, in Figura 4-7 si riporta il P&I semplificato dello stesso, dal quale si evince, anzitutto, che lo schema adottato prevede un ciclo a due livelli di pressione, allo scopo di sfruttare al meglio l'energia in ingresso e ottimizzare quindi il rendimento. I due "circuiti" sono funzionalmente analoghi, ma, data la loro connessione in serie, soltanto il primo (HT) è alimentato direttamente dal fluido geotermico proveniente dai pozzi e quindi è la sezione dell'impianto che fornisce la maggior parte dell'energia in uscita (le turbine dei due circuiti sono connesse ad un unico generatore). Infatti, il secondo circuito (LT), pur alimentato a sua volta dal geofluido, opera a più bassa temperatura, in quanto il fluido stesso perviene a valle di due scambi termici:

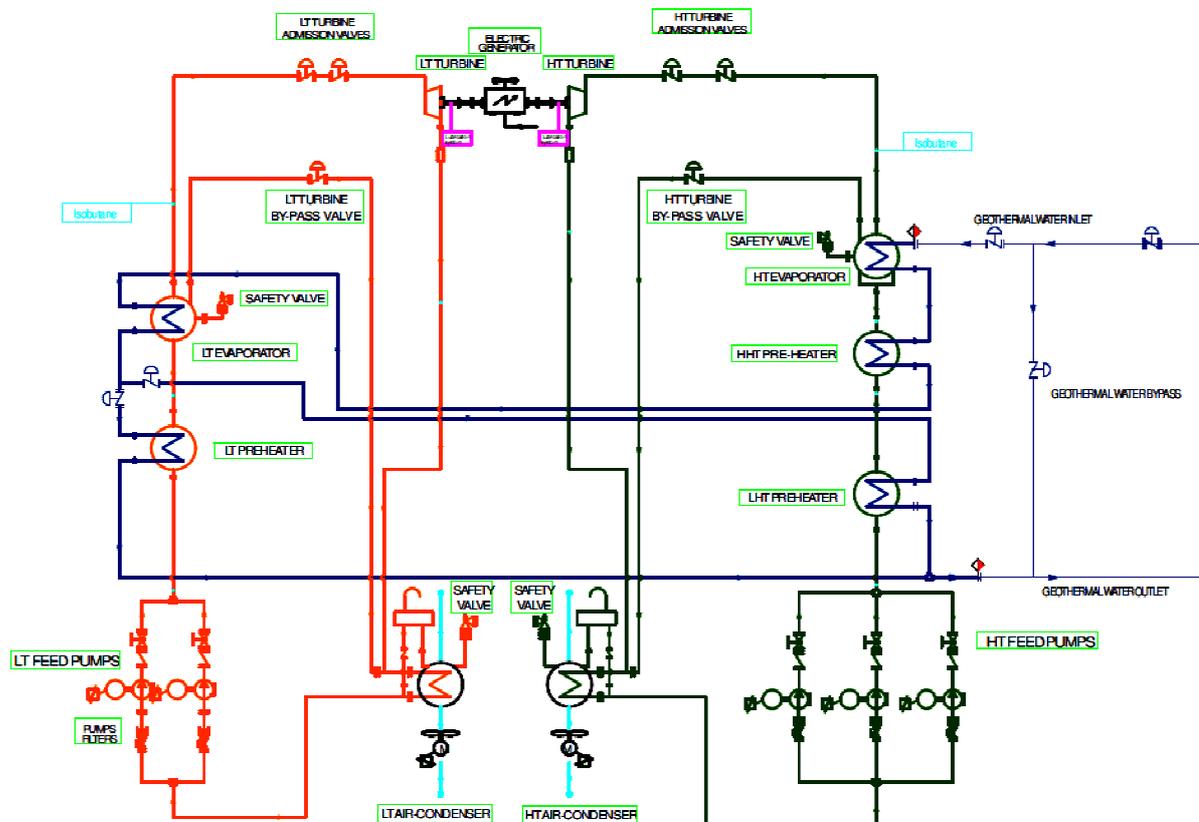


Figura 4-7 P&I semplificato dell'impianto geotermoelettrico (fonte Turboden)

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		70 / 133
	Data 15/01/2015		

- Lo scambio termico primario del circuito HT (HT EVAPORATOR)
- Lo scambio termico destinato al pre-riscaldamento del fluido nello stesso circuito HT a valle della condensazione (HHT PRE-HEATER)

In entrambi i circuiti l'energia termica del geofluido viene trasferita al fluido di lavoro, che per effetto di tale scambio vaporizza ed espande in turbina (HT/LT TURBINE), generando potenza meccanica.

In uscita dalle turbine il vapore esausto viene avviato al condensatore ad aria, anch'esso organizzato in due sezioni (HT/LT AIR-CONDENSER), che permette la dissipazione dell'energia termica necessaria per riportare il vapore espanso alla condizione di liquido saturo (al livello di pressione più basso di ciascun ciclo termodinamico). Complessivamente, il condensatore è costituito da due blocchi, ciascuno dei quali comprendente un array 8 x 3 di ventilatori (*air-cooler*) ad asse verticale, montati sulla cassa d'aria in corrispondenza della quale sono disposti i fasci tubieri entro cui viene fatto circolare il fluido di lavoro, prima sotto forma di vapore, poi nuovamente di liquido, a valle della condensazione.

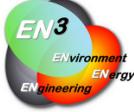
Infine, a valle del condensatore le pompe di circolazione (HT/LT FEED PUMPS) ripristinano il livello superiore di pressione per il riavvio del ciclo.

E' prevista inoltre l'installazione di pompe sommerse nei pozzi produttori, per mantenere il fluido geotermico in pressione ed evitare quindi che gli incondensabili in esso disciolti si liberino durante la sua risalita in pozzo a causa della diminuzione della pressione esterna. In questo modo è possibile gestire il fluido senza cambi di fase e senza separatori, ottimizzando lo scambio termico negli scambiatori, evitando perdite di temperatura dovute al flash del vapore (e quindi anche i fenomeni di scaling nel pozzo) e reimmettendo quindi il fluido nel reservoir con tutti gli incondensabili.

4.1.2. Altre componenti impiantistiche

Lo schema di progetto descritto in precedenza è ovviamente di tipo semplificato. Tuttavia, l'impianto è comunque di architettura abbastanza semplice e quindi non appare qui significativo soffermarsi sui dettagli relativi alle altre componenti impiantistiche, per le quali si rimanda ai documenti progettuali, tenuto anche conto della loro assoluta irrilevanza dal punto di vista ambientale.

A solo titolo di completezza, e limitatamente agli impianti connessi al ciclo produttivo non inclusi nel P&I sopra descritto, ci si limita qui a ricordare che all'interno dell'edificio di centrale è prevista l'installazione, a monte degli scambiatori del circuito HT, di un impianto di filtrazione del geofluido, necessario per rimuovere dal fluido stesso ogni eventuale impurità (tipicamente, particolato derivante sia dal pozzo che da precipitati da sali solubili, come carbonato di calcio, silice amorfa, ecc.). Le caratteristiche di tale impianto saranno

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	71 / 133
Data 15/01/2015			

definite in dettaglio a valle della perforazione del primo pozzo e dei conseguenti test condotti sul fluido geotermico.

Anche per quanto riguarda gli impianti a servizio delle utenze civili e industriali dell'edificio (impianti elettrici, servizi igienici, ecc.) si rileva la sostanziale irrilevanza dei fattori di potenziale ricaduta ambientale.

Per quanto riguarda, infine, il sistema antincendio dell'impianto, questo sarà realizzato secondo le norme vigenti. In particolare, l'ubicazione del serbatoio è prevista nell'area immediatamente a nord dell'impianto.

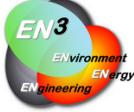
4.1.3. Infrastrutture e sottoservizi

Relativamente a questo tema va anzitutto considerato che la collocazione in ambito commerciale/industriale consente di prevedere l'allacciamento alle reti esistenti.

In particolare, per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico, questo avverrà attraverso acquedotto, sebbene le esigenze in tal senso siano da ritenersi pressochè irrilevanti. Infatti, ricordando che, come già visto, l'impianto non sarà presidiato, i consumi per usi civili saranno di fatto nulli (ad eccezione dei periodi di eventuale presenza di operatori per interventi di manutenzione e/o in situazioni di emergenza), ed anche quelli per usi industriali saranno limitati alle medesime circostanze (tipicamente, per lavaggio impianti e piazzali), oltre che all'alimentazione del serbatoio antincendio.

In merito allo scarico dei reflui la situazione si presenta analoga. E' comunque previsto l'allacciamento alla locale rete fognaria, alla quale saranno recapitate anche le acque meteoriche, opportunamente raccolte attraverso un sistema di collettamento, descritto nel Progetto Definitivo. Tali acque, in quanto provenienti da piazzali di estensione totale inferiore a 2.000 mq e comunque relative ad un impianto industriale non rientrante in nessuna delle fattispecie di cui all'art.3 della Legge Regionale 24 marzo 2006, n.4 della Lombardia (adottata ormai come standard di riferimento da gran parte delle regioni italiane), non risultano ricomprese tra quelle soggette all'obbligo di separazione e trattamento preventivo, e pertanto potrebbero essere recapitate direttamente alla rete fognaria. Tuttavia, tenuto anche conto delle acque provenienti dalla copertura dell'edificio sottostante il condensatore, si è optato per dotare comunque l'area di vasca di prima pioggia, con annessa vasca di disoleazione, dotata di vano di separazione gravimetrica e vano di filtrazione, con filtri adsorbioil e filtro a coalescenza. Anche su questo tema si rimanda alla Relazione generale di Progetto per maggiori dettagli.

La vasca avrà un volume pari a circa 22 mc, calcolato sulla base del criterio fissato dalla medesima norma regionale sopra citata, che prevede un volume atto a contenere i primi 5 mm di pioggia sull'intera superficie interessata (al riguardo si precisa che, anche se non previsto, il calcolo è stato condotto considerando anche l'acqua proveniente dalla

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.
	Data 15/01/2015		

copertura dell'edificio impianto, e quindi anche dai condensatori). Il posizionamento delle vasche è stato previsto in interrato, in vicinanza dell'area pozzi SCARFOGLIO1, all'interno del perimetro di impianto.

E' da notare, infine, che la fase di esercizio sarà pressoché integralmente automatizzata, dato che l'impianto è dotato di un sistema di controllo remoto progettato in modo da garantire il funzionamento in sicurezza anche senza la necessità di un presidio tecnico permanente, e con la possibilità di operare a distanza in modo interattivo anche in caso, entro determinate condizioni, di situazioni impreviste.

4.1.4. Aree pozzi

A premessa di questo paragrafo si ricorda anzitutto che nel presente progetto si indicano come "piazzole di perforazione" le superfici allestite ai fini della realizzazione dei pozzi, all'interno delle quali vengono installate le relative attrezzature: queste aree, in quanto relative alla fase di cantiere, vengono descritte nella sezione dedicata a tale argomento.

Si dicono, invece, "aree pozzi" – e sono qui trattate - le installazioni permanenti da realizzarsi, una volta terminate le operazioni di perforazione e le prove di produzione, per la successiva fase di sperimentazione e di esercizio. Si precisa, inoltre, che le aree pozzi vengono in genere ricavate in fase di dismissione delle piazzole e, in particolare, dalla demolizione della soletta in c.a. realizzata quale fondazione dell'impianto di perforazione, della quale viene lasciata soltanto una parte di dimensioni molto modeste (3 metri intorno a ciascun pozzo), comprensiva del manufatto denominato "cantina"; quest'ultima è una fossa in c.a. di 3 m di profondità che in fase di perforazione viene utilizzata per alloggiare i dispositivi di sicurezza e in fase di esercizio per installare la croce di produzione, come meglio descritto nel seguito e negli altri documenti del Progetto definitivo.

Ciò detto, il progetto, come già visto, prevede la perforazione di 5 pozzi, da realizzarsi in corrispondenza delle tre piazzole SCARFOGLIO 1, 2 e 3 su cui si articola il layout progettuale. In particolare, le aree pozzi SCARFOGLIO 2 e SCARFOGLIO 3 sono caratterizzate dalla presenza di un solo pozzo ciascuna, mentre l'area pozzi 3 include 3 pozzi (P1, R1, R2). Le rispettive dimensioni sono in tutti i casi, come detto, molto modeste (6x14 m per l'area pozzi SCARFOGLIO 1 e 6x6 m per le altre due).

A prescindere dalle dimensioni in pianta, le aree pozzi si caratterizzano per la medesima tecnica realizzativa: in particolare, le teste pozzo (di altezza pari a circa 2-3 m) saranno installate sul basamento in c.a. sopra descritto. Ciascuna area è inoltre perimetrata con rete di recinzione metallica di altezza pari a circa 2,5 m e varco di accesso tale da consentire l'ingresso dei mezzi per eventuali interventi di manutenzione. E' prevista inoltre una apparecchiatura di sicurezza munita di valvole, che permette di isolare il pozzo dall'ambiente esterno.

Date le dimensioni assai ridotte delle installazioni e della loro ubicazione, non ne è prevista, al momento, la messa a verde. Tuttavia tale scelta potrà eventualmente essere modificata, tenuto conto che, anche in dipendenza di ciò che emergerà dalle procedure autorizzative, è prevista anche la possibilità, per motivi di sicurezza, di una realizzazione in muratura.

Infine, per quanto riguarda la testa pozzo, questa è una struttura fissa (v. Figura 4-8) che connette i casing che fuoriescono dal pozzo; in caso di esito positivo delle sperimentazioni, la testa pozzo, come più avanti meglio descritto, rimane installata e viene completata con la croce di produzione, alla quale si collegano le linee che trasportano il fluido geotermico dai pozzi all'impianto, e viceversa.

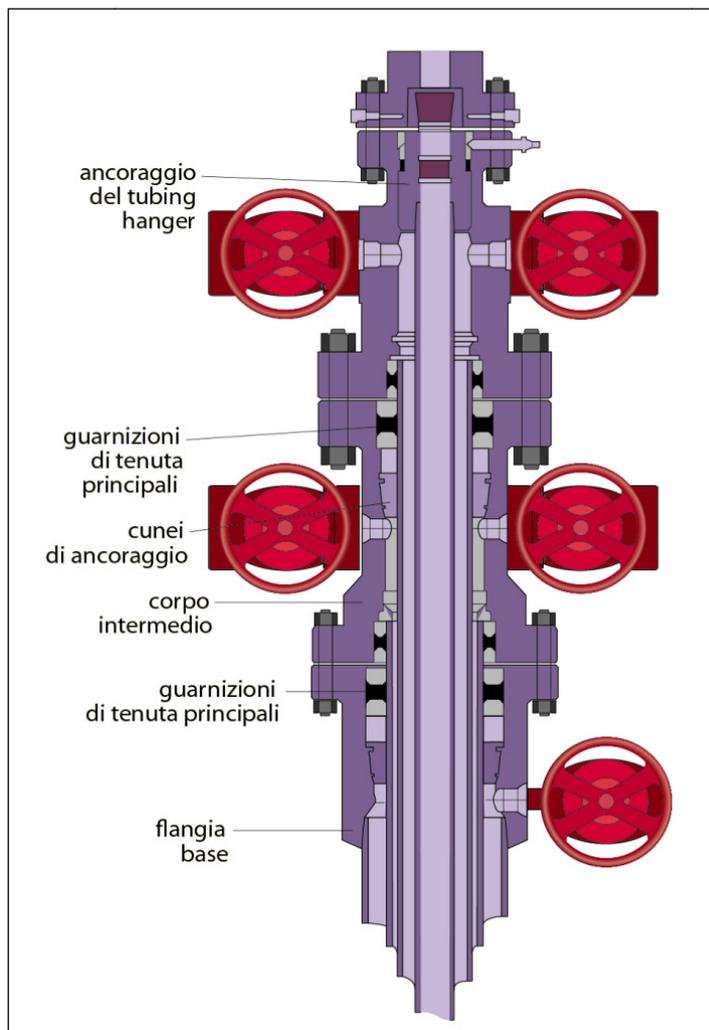
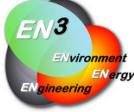


Figura 4-8 Tipico di testa pozzo

(fonte: Enciclopedia degli Idrocarburi, ediz. Treccani)

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	74 / 133
	Data 15/01/2015		

Nei paragrafi che seguono si riportano le descrizioni delle tre aree pozzi, comprensive di una scheda contenente i dati di base e delle seguenti immagini: a) immagine satellitare con sovrapposizione dei pozzi (in rosso) e dell'area pozzi (in bianco), della piazzola di perforazione (in giallo) e della viabilità di accesso; b) immagine aerea in vista 3D (45°) con sovrapposizione dei medesimi elementi; c) foto del sito nell'assetto attuale, ripresa in direzione dei futuri pozzi (il punto di vista utilizzato è riportato in bianco nella prima figura).

4.1.4.1. Area pozzi SCARFOGLIO 1

L'Area pozzi SCARFOGLIO 1 è ubicata all'interno dell'omonima area di progetto, come già visto in precedenza. In particolare, l'area è posizionata a sinistra della centrale, ad una distanza (circa 5,4 m) tale da consentire il transito dei mezzi lungo il perimetro dell'impianto.

Come già visto a proposito dell'analisi delle alternative, la scelta di posizionare l'area pozzi a ridosso della centrale è motivata da esigenze di ottimizzazione del layout di progetto. Tuttavia, tale scelta ha comportato anche alcuni vincoli spaziali, derivanti essenzialmente dall'ulteriore scelta progettuale di Geoelectric di non interferire in alcun modo con la vicina Area R1 (rischio di frana) del PAI, ancorchè tale vincolo non costituisca, anche sulla base delle NTA del Piano e sullo stato dei luoghi, un problema di specifica rilevanza: in particolare, data la disponibilità, a fini di perforazione, della sola area a sinistra dell'edificio di centrale, e tenuto conto della necessità di disporre di uno spazio minimo per operare sul lato anteriore dell'impianto stesso, ne è risultato per l'area pozzi l'assetto descritto.

Le caratteristiche principali dell'area sono riportate nella Tabella 4-3, mentre in Figura 4-9 a,b,c sono riportate le immagini descritte nel par.4.1.4. In Figura 4-10 è riportato invece il varco di accesso al sito.

AREA POZZI SCARFOGLIO 1		
Permesso Pilota	SCARFOGLIO	
Comune	POZZUOLI	
Provincia	NAPOLI	
Regione	CAMPANIA	
Quota piano di campagna	68,6 m s.l.m.m.	
Dimensioni dell'area	6 x 14 m	
Pozzi	Identificativi	P1, R1, R2
	Tipologie	P1: produzione-verticale R1: reiniezione-deviato R2: reiniezione-deviato
	Profondità	900/950/950 m p.c.
	Coordinate (WGS 84 – UTM Fuso 33)	428134,85 E – 4519884,39 N 428137,85 E – 4519884,39 N 428140,85 E – 4519884,39 N

Tabella 4-3 Scheda Area pozzi SCARFOGLIO 1

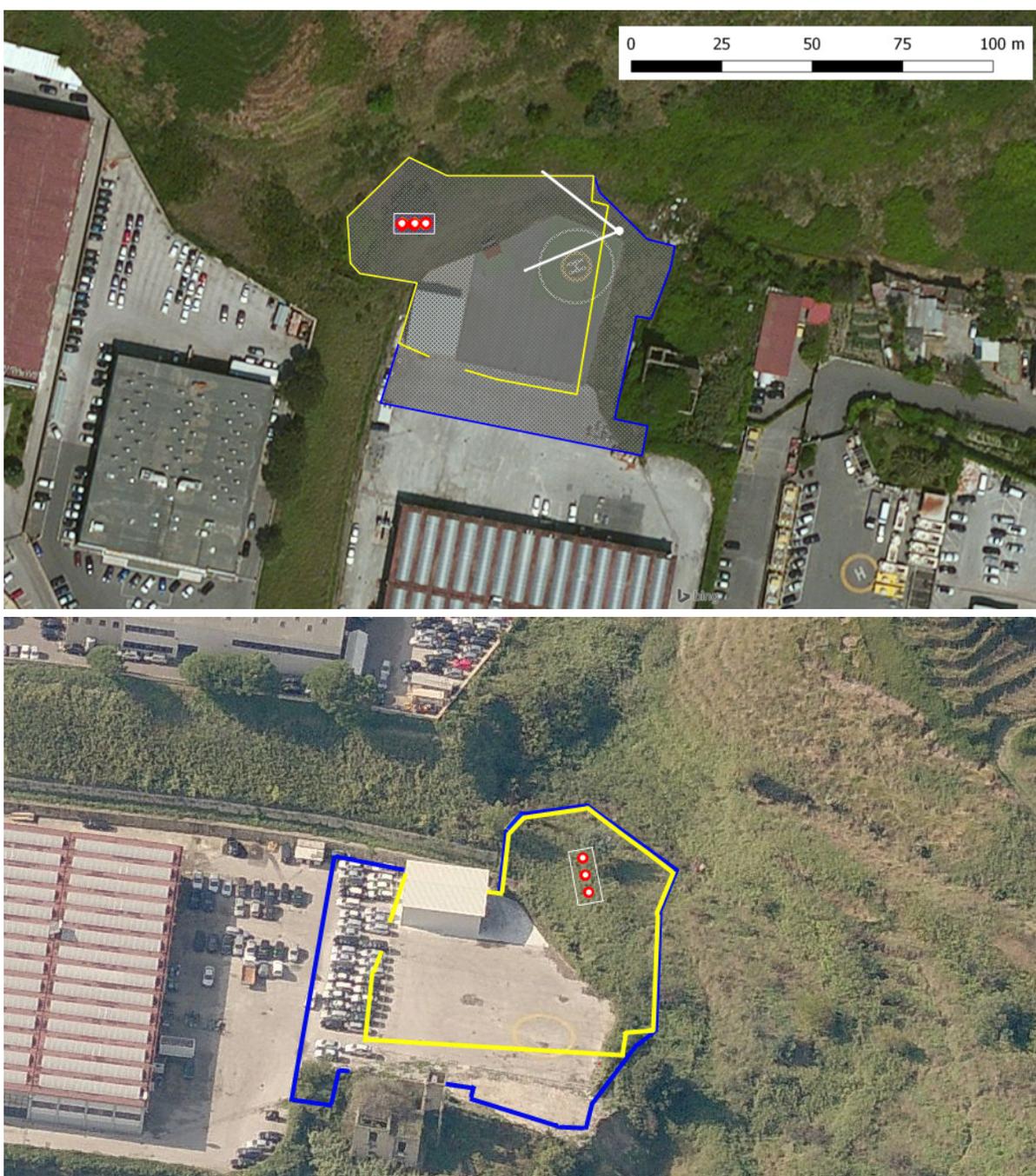


Figura 4-9 a), b) Area SCARFOGLIO 1 – a) Vista su immagine satellitare;
b) Vista su immagine aerea a 45° (elaborazione su immagine Bing Maps)



Figura 4-13 c) Area SCARFOGLIO 1 – Stato attuale del sito



Figura 4-10 Area SCARFOGLIO 1 – Accesso al sito

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	77 / 133
	Data 15/01/2015		

L'Area pozzi SCARFOGLIO 1 è facilmente accessibile da Via Antiniana, attraverso il varco indicato nella figura che precede. Non sono perciò previsti lavori stradali per raggiungere il sito, ad eccezione di una semplice sistemazione dell'area di circa 4 m di larghezza di fronte al varco stesso, oltre il lato opposto della carreggiata, per facilitare le manovre di ingresso e uscita del mezzo dedicato al trasporto della torre di perforazione.

La preparazione dell'area ai fini della perforazione è descritta nel par.4.4 e nel Progetto Definitivo, mentre nell'assetto finale l'area sarà inglobata, come già visto, all'interno dell'area di centrale.

4.1.4.2. Area pozzi SCARFOGLIO 2

L'Area pozzi SCARFOGLIO 2 è ubicata circa 300 m a sud-ovest dell'area SCARFOGLIO 1. In particolare, il sito è in posizione sopraelevata di circa 54 m rispetto a quella dell'Area pozzi SCARFOGLIO 1.

Le caratteristiche principali dell'area sono riportate in Tabella 4-4, mentre in Figura 4-11 a,b,c sono riportate le immagini descritte nel par. 4.1.4. In Figura 4-11 è riportata invece l'attuale strada di accesso al sito.

AREA POZZI SCARFOGLIO 2		
Permesso Pilota	SCARFOGLIO	
Comune	POZZUOLI	
Provincia	NAPOLI	
Regione	CAMPANIA	
Quota piano di campagna	122,4 m s.l.m.m.	
Dimensioni dell'area	6 x 6 m	
Pozzi	Identificativi	P2
	Tipologie	produzione-deviato
	Profondità	980 m p.c.
	Coordinate (WGS 84 – UTM Fuso 33)	427857,91 E – 4519688,91 N

Tabella 4-4 Scheda Area pozzi SCARFOGLIO 2

L'Area pozzi SCARFOGLIO 2 si raggiunge facilmente percorrendo Via Antiniana per circa 250 m dall'Area SCARFOGLIO 1, in direzione Pozzuoli, e poi proseguendo per circa 90 m sulla strada interna che si diparte dal punto raggiunto. Di qui, infine, è necessario adeguare un tratto di circa 50 m di lunghezza per accedere al sito (attualmente questa strada, come si può vedere dalla Figura 4-12, non è asfaltata ed è di larghezza non idonea).

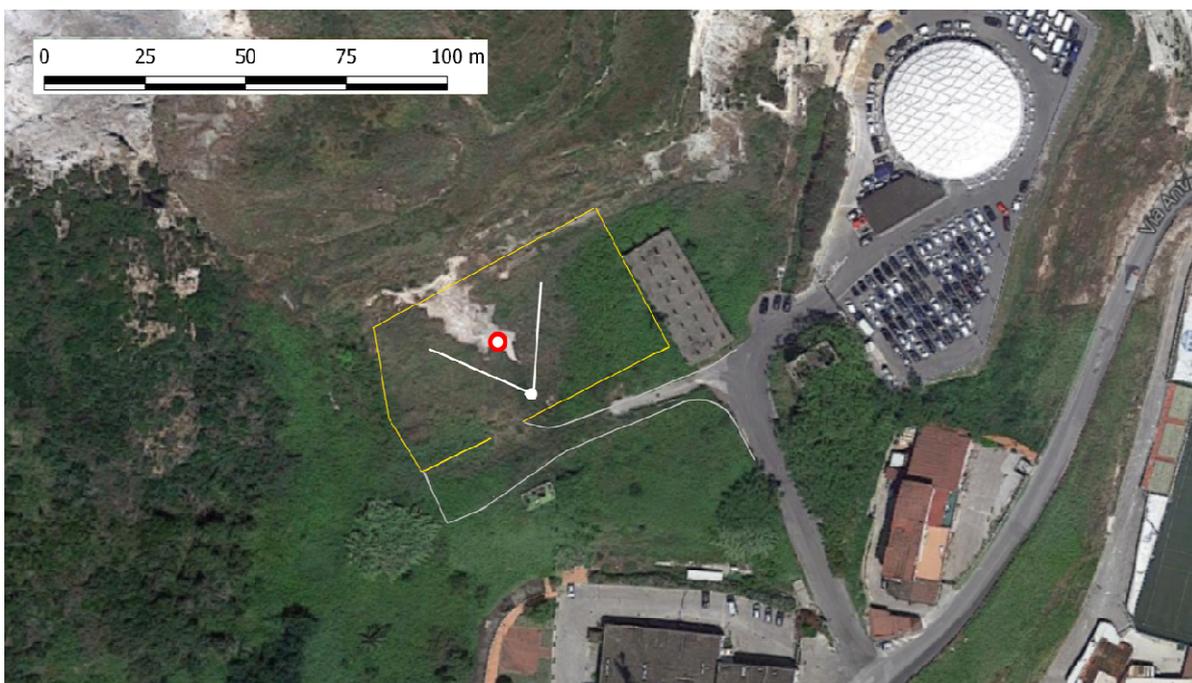


Figura 4-11 a), b) Area SCARFOGLIO 2 – a) Vista su immagine satellitare;
b) Vista su immagine aerea a 45° (elaborazione su immagini Bing Maps)

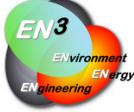
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	79 / 133
Data 15/01/2015			



Figura 4-15 c) Area SCARFOGLIO 2 – Stato attuale del sito



Figura 4-12 Area SCARFOGLIO 2 – Accesso al sito

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		80 / 133
	Data 15/01/2015		

4.1.4.3. Area pozzi SCARFOGLIO 3

L'Area pozzi SCARFOGLIO 3 è ubicata circa 450 m a nord dell'Area pozzi SCARFOGLIO 1, in un ampio spazio erboso attualmente non utilizzato. Il sito ha una quota media di circa 15 metri inferiore a quella dell'area SCARFOGLIO 1. Il pozzo P3 sarà perforato a distanza di circa 100 m dal pozzo "Hotel Tennis", già menzionato nel Cap.3.

Le caratteristiche principali dell'area sono riportate in Tabella 4-5, mentre in Figura 4-13a,b,c sono riportate le immagini descritte nel par. 4.1.4.

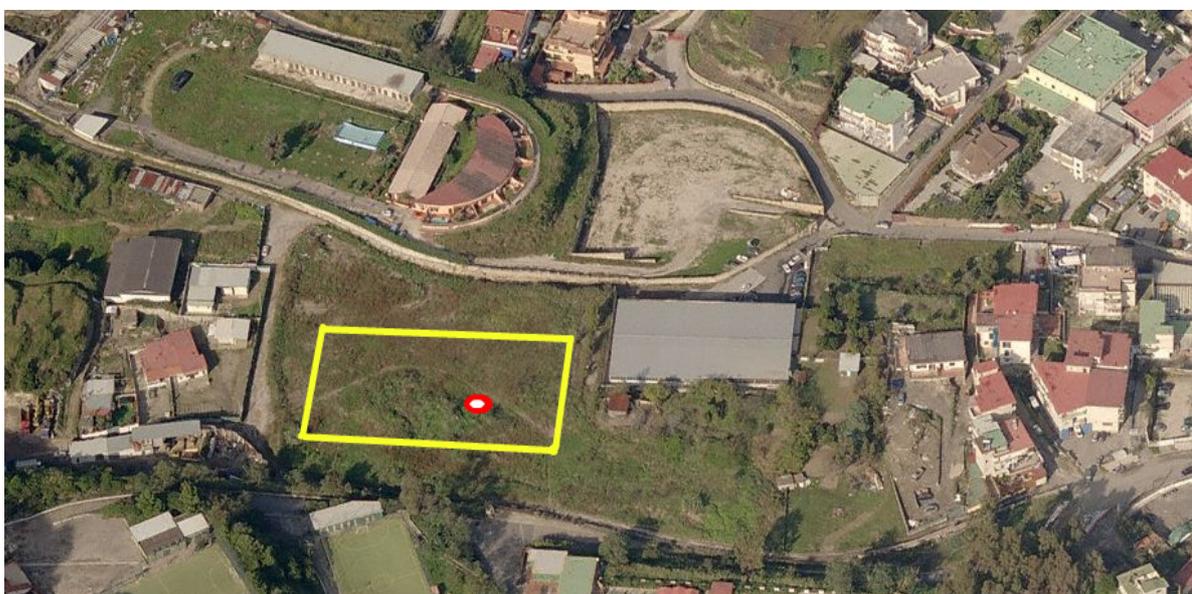
AREA POZZI SCARFOGLIO 3		
Permesso Pilota	SCARFOGLIO	
Comune	POZZUOLI	
Provincia	NAPOLI	
Regione	CAMPANIA	
Quota piano di campagna	54,3 m s.l.m.m.	
Dimensioni dell'area	6 x 6 m	
Pozzi	Identificativi	P3
	Tipologie	produzione-deviato
	Profondità	900 m p.c.
	Coordinate (WGS 84 – UTM Fuso 33)	428100,06 E – 4520326,22 N

Tabella 4-5 Scheda Area pozzi SCARFOGLIO 3

L'Area pozzi SCARFOGLIO 3 è raggiungibile percorrendo Via Pisciarelli prima e Via Traversa Pisciarelli, attraversando il centro abitato ad est. Di qui, attraverso una strada non asfaltata, si costeggia il terreno in questione (a destra).

L'accesso può avvenire ovunque, ma si è previsto di utilizzare il piazzale adiacente al lato ovest del terreno, dove gli spazi di manovra sono ampi, e dove è prevista la realizzazione di un'area di parcheggio a servizio dell'Area pozzi.

Il piazzale in questione è raggiungibile percorrendo circa 400 m della strada sopra citata, che sarà allargata ed asfaltata.



**Figura 4-13 a), b) Area SCARFOGLIO 3 – a) Vista su immagine satellitare;
b) Vista su immagine aerea a 45° (elaborazione su immagine Bing Maps)**

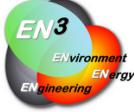
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	82 / 133
Data 15/01/2015			



Figura 4-17 c) Area SCARFOGLIO 3 – Stato attuale del sito

4.1.5. Fluidodotti

La rete di trasporto dei fluidi del progetto "Scarfoglio" è composta, di fatto, grazie alle semplificazioni adottate nella scelta del layout complessivo, da due sole condotte (FP2 e FP3), di lunghezza pari a 586 e 547 m, che, a partire dal sito di centrale (Area SCARFOGLIO 1), collegano, rispettivamente, le due Aree pozzi SCARFOGLIO 2 e SCARFOGLIO 3, ubicate a distanze in linea d'aria pari, nell'ordine, a circa 350 e 460 m.

Complessivamente, quindi, l'area interessata dall'intervento risulta piuttosto modesta e il tracciato delle condotte è stato inoltre sviluppato in modo da ridurre al minimo le interferenze con l'ambiente circostante.

Tra le misure adottate per limitare tali interferenze particolare rilievo assume la scelta di interrare le condotte per gran parte del loro tracciato, e ciò non solo per motivi legati all'inserimento visivo delle stesse nel contesto locale, ma anche per garantire la massima sicurezza di esercizio, ponendo le condotte al riparo da eventi incidentali e/o da atti vandalici, ad ulteriore tutela dell'ambiente (al riguardo si precisa comunque che le condotte sono dotate di un sistema di segnalazione di perdite che, combinato con opportune valvole sezionatrici, consente in ogni caso di interrompere il flusso dai pozzi e di isolare il tratto eventualmente danneggiato).

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	83 / 133
Data 15/01/2015			

Nello specifico, la condotta FP3 è completamente interrata (con un tratto in microtunnel in corrispondenza di una struttura sportiva presso il pozzo P3), mentre la FP2 presenta un tratto fuori terra di circa 200 m di lunghezza, ubicato in corrispondenza di un terrazzamento che sovrasta l'area di centrale e che, pur ben visibile all'osservazione esterna, non consente la vista anche della condotta (comunque, è prevista una verniciatura con colore idoneo a migliorare l'inserimento ambientale nello specifico contesto in cui è prevista l'installazione).

In Figura 4-15 si riporta il layout delle condotte in questione su una foto aerea 3D, nel quale sono stati evidenziati il tratto fuori terra e quello in microtunnel. In Figura 4-14, inoltre, si riporta la sezione del tratto interrato per la condotta DN 300 (cioè, il diametro delle condotte dai pozzi produttori, dato che i reiniettori non hanno tubazioni esterne al sito di centrale).

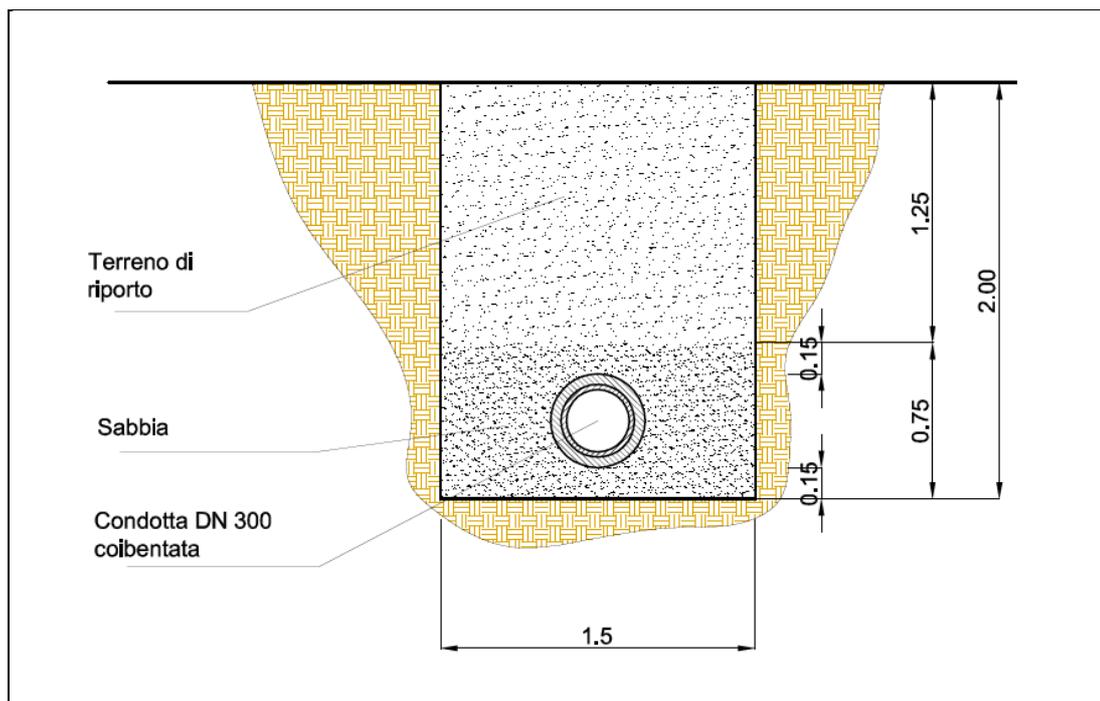


Figura 4-14 Sezione di interrimento condotte

Da notare che nessuna delle due condotte attraversa mai strade o corsi d'acqua, ad eccezione del tratto iniziale della FP3, che, peraltro provenendo da una quota già inferiore a quella del piano strada, attraversa subito la strada stessa di accesso al sito e poi quella, senza uscita, che serve un centro sportivo e un eliporto, per poi proseguire, sempre in interrato, fino alla centrale. Riguardo tali attraversamenti, previsti come detto in microtunnel, eventuali interferenze con sottoservizi esistenti saranno valutate in fase esecutiva.

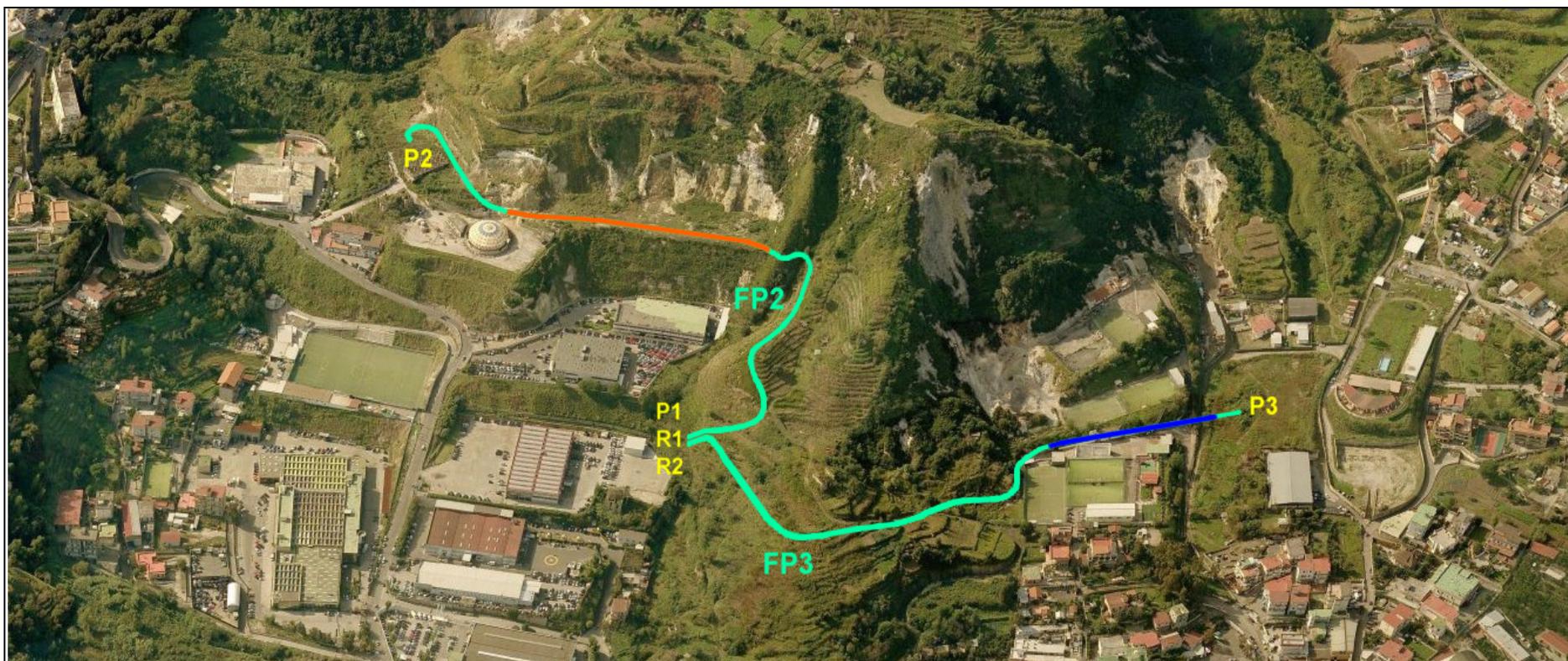
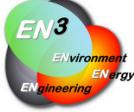


Figura 4-15 Layout fluidodotti FP2 e FP3 (in verde i tratti in interrato, in rosso il tratto fuori terra, in blu il tratto in microtunnel)
(elaborazione su immagine aerea Bing Maps)

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	85 / 133
	Data 15/01/2015		

Ulteriori condotte che fanno parte del progetto sono, inoltre, quelle installate presso il sito di centrale, tre delle quali convogliano i fluidi da e verso i pozzi P1, R1 e R2 (condotte FP1, FR1, FR2), mentre altre due (FFP e FFR) convogliano l'intera portata dei pozzi produttori all'impianto e, viceversa, dall'impianto ai pozzi di reiniezione. Tutte queste condotte hanno lunghezze dell'ordine di 10-15 m ciascuna e sono interrate in un ristretto intorno dell'area pozzi SCARFOGLIO 1 e dell'impianto.

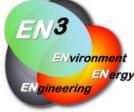
Per quanto riguarda la portata di fluido geotermico prelevata dai pozzi, questa è stata stabilita in base alla temperatura attesa del fluido geotermico, al salto termico che si intende sfruttare nell'impianto e alle caratteristiche produttive attese dei pozzi stessi. In base alla temperatura di reiniezione, e quindi al salto termico scelto, più bassa essa risulta, più bassa è la portata di fluido geotermico da prelevare e maggiore è la superficie di raffreddamento del condensatore ad aria. La scelta della temperatura di reiniezione è inoltre influenzata dalla necessità di impedire la formazione di sali, che possono dare luogo a incrostazioni sia nelle tubazioni sia nel pozzo di reiniezione.

In merito a tali temi si è già detto che il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato su base prudenziale. La portata dei pozzi in esame, dunque, consente ampi margini nel caso si renda necessario un suo incremento e/o nel caso in cui si riesca a soddisfare la richiesta dell'impianto con un minor numero di pozzi.

Le condotte saranno in acciaio, con sovrasspessore idoneo per garantire la protezione dalla corrosione (la quantificazione dello spessore aggiuntivo sarà effettuata in fase esecutiva). Si ricorda, al riguardo, che la zona dei Campi Flegrei, e quella di progetto in particolare (essendo ubicata in vicinanza del cratere della Solfatara) è caratterizzata dalla presenza di venute in superficie di vapore geotermico, che danno luogo a fenomeni come le fumarole e contribuiscono localmente a creare, sia nel suolo (fino alla superficie) sia nell'atmosfera sovrastante, un ambiente che può anche essere aggressivo, con concentrazioni abbastanza elevate di vari composti.

Ciò comporta, in fase di progettazione delle condotte, alcune cautele, soprattutto per ciò che riguarda i tratti interrati e quelli che si trovano immediatamente a ridosso dell'esterno del cratere della Solfatara. In particolare:

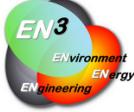
- Per il riempimento dei tratti in interrato, in queste zone, non si è ritenuto opportuno riutilizzare il terreno scavato per il rinterro parziale dopo la posa del tubo (sebbene, su un arco di tempo lungo, sia da prevedersi una nuova infiltrazione dei composti di origine geotermica anche con le terre sostituite). Ad esempio, ciò vale per tutta la parte del fluidodotto FP2 che giace sul versante più ripido del cratere (esterno), mentre il riutilizzo appare possibile nell'ultimo tratto di circa 200 m di lunghezza prima dell'arrivo in centrale. Analogamente, anche per la condotta FP3 il rinterro con il medesimo materiale sembra possibile per l'ultimo tratto, di lunghezza pari a circa 250 m. Ciò comporta, quindi, l'utilizzo di materiale di riporto di provenienza esterna per complessivi

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	86 / 133
Data 15/01/2015			

900 m³ circa, dato che la sezione di scavo è di dimensioni pari a circa 2 x 1,5 m (v. Figura 4-14) e la quota di riutilizzo si può stimare al massimo, in condizioni ordinarie, dell'ordine del 60-65% (relativamente alla possibilità di riutilizzare il materiale scavato durante gli sbancamenti dell'Area SCARFOGLIO 1 - la cui natura sembra essere idonea a tale impiego, sulla base dei sondaggi effettuati - purtroppo la cosa non appare possibile, a causa della notevole distanza temporale che separa le due attività ed anche perché il quantitativo davvero esiguo non sembra giustificare una attività che appare piuttosto onerosa);

- In alcuni tratti che attraversano zone particolarmente "critiche" è preferibile l'installazione fuori terra. Ciò, in particolare, è stato previsto per il tratto di circa 190 m di lunghezza che corrisponde al grande terrazzamento a fianco della tensostruttura a cupola che sovrasta l'area industriale. In tal caso il montaggio avverrà su sostegni a traliccio di altezza variabile, ma complessivamente non superiore a 1 m. I tralicci verranno montati sul terreno mediante bullonatura su plinti di fondazione in calcestruzzo, appositamente realizzati in opera e gettati in scavi nel terreno cercando di limitare al minimo la parte emergente dal piano di campagna. La distanza massima tra gli appoggi sarà pari a circa 10÷12 metri;
- In tutti i casi, comunque, oltre al sovrappessore sopra citato, che è finalizzato a proteggere il tubo dall'azione del fluido che vi scorre all'interno, è necessario prevedere idonee strategie protettive anche per il rivestimento esterno, che, dovendo garantire la coibentazione, dovrà a sua volta essere protetto dalla corrosione da parte degli agenti esterni, per non perdere la sua importante funzione. Allo scopo, sono in corso di valutazione alcune opzioni che sembrano garantire risultati soddisfacenti, basate su rivestimenti di specifiche caratteristiche chimico-fisiche).

In Tabella 4-6 sono riportate le caratteristiche principali delle condotte in progetto e della loro installazione.

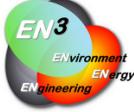
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	87 / 133
Data 15/01/2015			

Descrizione	Valore	U.M.
Temperatura media del fluido geotermico estratto	165	°C
Temperatura media del fluido geotermico da reiniettare	70	°C
Temperatura ottimale di esercizio	200	°C
Max portata massica (DN 300 – produttori)	360	t/h
Max portata massica (DN 350 - reiniettori)	540	t/h
Max portata massica (DN 500 – totale in/out centrale)	1.080	t/h
Sezione di scavo nel caso di installazione in interrato	1,5 x 2 (P)	m
Altezza max dell'installazione fuori terra	1	m
Distanza tra i sostegni in caso di installazione fuori terra	10-12	m

Tabella 4-6 Caratteristiche tecniche e parametri di dimensionamento delle condotte

In merito, invece, alle sicurezze previste, si conferma che le tubazioni saranno dotate di un sistema automatico per la verifica e la localizzazione di eventuali perdite, nonché di valvole sezionatrici, che potranno essere aperte direttamente dal sistema di controllo, sulla base dei segnali ricevuti dai sensori periferici. Al momento è previsto un cavidotto lungo il medesimo percorso delle condotte, nel quale saranno alloggiati i cavi di segnale ed eventualmente quelli di potenza, per l'attuazione remota delle valvole. Data la bassissima incidenza di perdite, non sembra opportuno un sistema controreazionato direttamente sul sensore, che potrebbe condurre a situazioni di blocco indesiderate con frequenza verosimilmente più elevata (la gestione di situazioni di questo tipo è abbastanza complessa e comporta l'intervento di mezzi e tecnici).

I cavi di segnale e di potenza saranno alloggiati all'interno di cavidotti paralleli a quello della condotta che garantiranno a loro volta una efficace protezione da agenti corrosivi presenti nel terreno.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	88 / 133
Data 15/01/2015			

4.2. Attività e tecnologie di perforazione

La perforazione dei pozzi non presenta specifiche criticità, trattandosi di attività le cui tecniche sono ormai consolidate da molti anni. In aggiunta, la ridotta profondità del target geotermico consente di utilizzare impianti relativamente compatti e di prevedere tempi di perforazione contenuti, dell'ordine di circa 1 mese per ciascun pozzo.

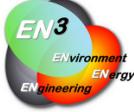
Per quanto riguarda i criteri di individuazione dei pozzi e delle aree di perforazione si rimanda al par.3.3.2 e successivi, in cui tale tema è stato estesamente trattato.

4.2.1. Sintesi delle fasi operative

L'operazione di scavo di un pozzo è realizzata con sistemi a rotazione utilizzando scalpelli di varia forma a seconda del tipo di roccia da perforare, avvitati nella parte terminale di una sequenza di tubi d'acciaio (aste) e messi in rotazione da motori elettrici o a combustione interna. Gli scalpelli sono costituiti da rulli dentati che ruotando frantumano la roccia, o da una matrice compatta munita di inserti in carburo di tungsteno o diamante artificiale che operano sulla roccia un'azione abrasiva. Le aste sono sostenute da una torre (*derrick*) e messe in rotazione da una piastra rotante azionata da un apposito motore elettrico. Le aste di perforazione sono a sezione circolare, cave all'interno, e vengono avvitate l'una all'altra a mano a mano che la perforazione scende in profondità.

Durante l'azione dello scalpello vengono prodotti detriti di roccia (*cuttings*) che devono essere estratti dal foro per poter procedere con la perforazione. Questa funzione è svolta dal fluido di perforazione (fango), che circola in maniera diretta (all'interno delle aste cave quando scende, e tra le aste e le pareti del pozzo quando risale). Il fango ha inoltre altre importanti funzioni quali raffreddare lo scalpello, sostenere le pareti del foro da eventuali crolli e soprattutto creare, grazie al suo peso, una contropressione verso gli strati geologici attraversati contenenti fluidi in pressione e quindi evitare pericolose eruzioni (*blow out*). Una volta tornato in superficie il fango viene setacciato attraverso vibrovagli, eventualmente degassato e rimesso in circolazione nel pozzo. I detriti di roccia riportati in superficie vengono esaminati (*mud logging*) per verificare l'intervallo roccioso che si sta perforando.

Completata ogni fase di perforazione, legata a determinate caratteristiche litologiche, generalmente si procede alla realizzazione di una serie di indagini (*log*), effettuate calando in pozzo apposite sonde. Al termine delle indagini il tratto di pozzo appena perforato può essere intubato calando diverse sezioni di tubi d'acciaio (*casing*), inseriti uno dentro l'altro in forma telescopica, come rivestimento del foro. I tubi di rivestimento vengono cementati alla roccia per isolare i diversi livelli. All'interno del livello produttivo viene solitamente inserito un casing finestrato o viene lasciato a foro scoperto. Alla colonna più superficiale, chiamata "colonna d'ancoraggio" in quanto su di essa sono ancorate le successive colonne di rivestimento, è fissata la testa del pozzo e sono montate le apparecchiature di sicurezza, denominate BOP (*Blow Out Preventer*), il cui funzionamento è descritto più avanti.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	89 / 133
	Data 15/01/2015		

La bocca del pozzo viene dotata di un sistema di valvole che permette l'erogazione controllata del fluido. Se la pressione del fluido non è sufficiente a farlo risalire all'interno dei tubi sino alla superficie, o se si necessita di maggiori pressioni di esercizio, è possibile montare apposite pompe, sia in superficie che in pozzo. Il progetto "Scarfoglio" prevede l'installazione di una pompa sommersa in ciascuno dei pozzi di produzione.

4.2.2. Impianto di perforazione

L'impianto di perforazione è composto da attrezzature e macchinari installati su un piazzale appositamente realizzato e strutturato (piazzola di perforazione). Il cantiere che ospita l'impianto si sviluppa attorno ad un nucleo centrale costituito dalla testa pozzo e dall'impianto di perforazione stesso, nelle cui immediate vicinanze sono situate:

- una zona destinata alla produzione di energia;
- una zona destinata alle attrezzature per la preparazione, lo stoccaggio, il trattamento e il pompaggio del fango;
- una zona periferica con tutto quanto necessario alla conduzione delle operazioni e alla manutenzione dei macchinari.

L'impianto assolve essenzialmente a tre funzioni:

- sollevamento degli organi di scavo (batteria, scalpello);
- rotazione degli stessi;
- circolazione del fango di perforazione.

Tali funzioni sono svolte da sistemi indipendenti, che ricevono l'energia da un gruppo motore comune accoppiato con generatori di energia elettrica.

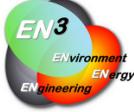
Nel caso del progetto "Scarfoglio" è previsto l'utilizzo dell'impianto di perforazione Corsair 300 PDB: si tratta di un impianto di tecnologia collaudata e di dimensioni compatte, che si presta bene all'utilizzo per la perforazione di pozzi non molto profondi e in caso di disponibilità di spazi non eccessiva, come nel caso del progetto "Scarfoglio".

In Figura 4-16 si riporta un esempio di installazione di tale impianto, mentre nella successiva Tabella 4-7 sono riportati i principali dati tecnici e prestazionali dello stesso.

E' da notare che la quota massima della torre di perforazione è pari a 34 m, sicuramente contenuta rispetto a quella di altri impianti destinati a pozzi di maggiore profondità, che può raggiungere altezze dell'ordine dei 60 m. L'altezza netta della torre, invece, che rileva ai fini del calcolo del cd. "raggio di caduta torre" (area circolare potenzialmente a rischio durante la fase di perforazione, che va recintata per impedire l'accesso a soggetti esterni), è pari a 29,2 m.



Figura 4-16 Vista di una installazione dell'impianto Corsair 300

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	91 / 133
	Data 15/01/2015		

NOMINAL CAPACITY		
IT.	COMPONENTS	C.ty
1	MAST Gross nominal capacity (mt.)	105
2	HOOK LOAD CAPACITY (mt.)	98
3	CROWN BLOCK Rated load cap.(mt.)	105
4	TRAVELLING BLOCK R.L.C.(mt.)	108
5	HOOK BLOCK R. L.C. (mt.)	98
6	SWIVEL HEAD R.L.C (mt.)	125
7	RAKING PLATFORM capacity (ml)	3000
8	RIG FLOOR SET BACKR.L.C.(mt.)	160
9	ROTARY CASING CAP.TY R.L.C.(mt.)	160
10	DRAWWORK: main drum R.L.C.(mt.)	110
11	MAX. pull up (mt.)	90

Tabella 4-7 Principali dati tecnici dell'impianto Corsair 300 PDB

Le caratteristiche tecniche di dettaglio dell'impianto sono riportate in allegato al Progetto Definitivo, mentre l'assetto generale della piazzola di perforazione "tipo" è riportato in Figura 4-17. Da notare che tale assetto è suscettibile di modifiche, in dipendenza delle specificità dei siti di perforazione (geometrie, localizzazione e numero dei pozzi, modalità e vincoli di accesso, ecc.) e quindi è da considerarsi solo come riferimento di massima.

Nel caso del progetto "Scarfoglio", in particolare, soltanto la piazzola 3 dispone di spazio sufficiente per una installazione "ordinaria", seppure di dimensioni più contenute (3.917 m²) di quelle della configurazione della figura che segue, la quale misura circa 70 x 75 m. Per quanto riguarda le altre piazzole, la n.2 è stata ulteriormente compattata (2.608 m²), pur mantenendo la configurazione di base dell'impianto e tenendo conto delle caratteristiche del terreno. Nel caso della piazzola 1, invece, pur trattandosi di area caratterizzata dalla presenza di ampie superfici alle spalle dell'impianto, esistono notevoli vincoli legati allo spazio disponibile per l'effettiva realizzazione dell'area pozzi, a causa, come già visto, della scelta di non interferire con l'area R1 del PAI ad ovest e dell'edificio della centrale ad est (sia pure da realizzarsi in una fase successiva). Nel suo assetto finale tale area pozzi occupa una superficie pari a 2.900 m², e si è reso necessario prevedere l'allocazione del parco tubi

nel piazzale centrale (attualmente destinato ad eliporto) in quanto una configurazione ordinaria non avrebbe consentito di avvicinarsi al confine ovest a sufficienza per lasciare uno spazio adeguato tra l'area pozzi e la centrale.

Sul tema della realizzazione delle piazzole si torna comunque in maggior dettaglio nel seguito del documento.

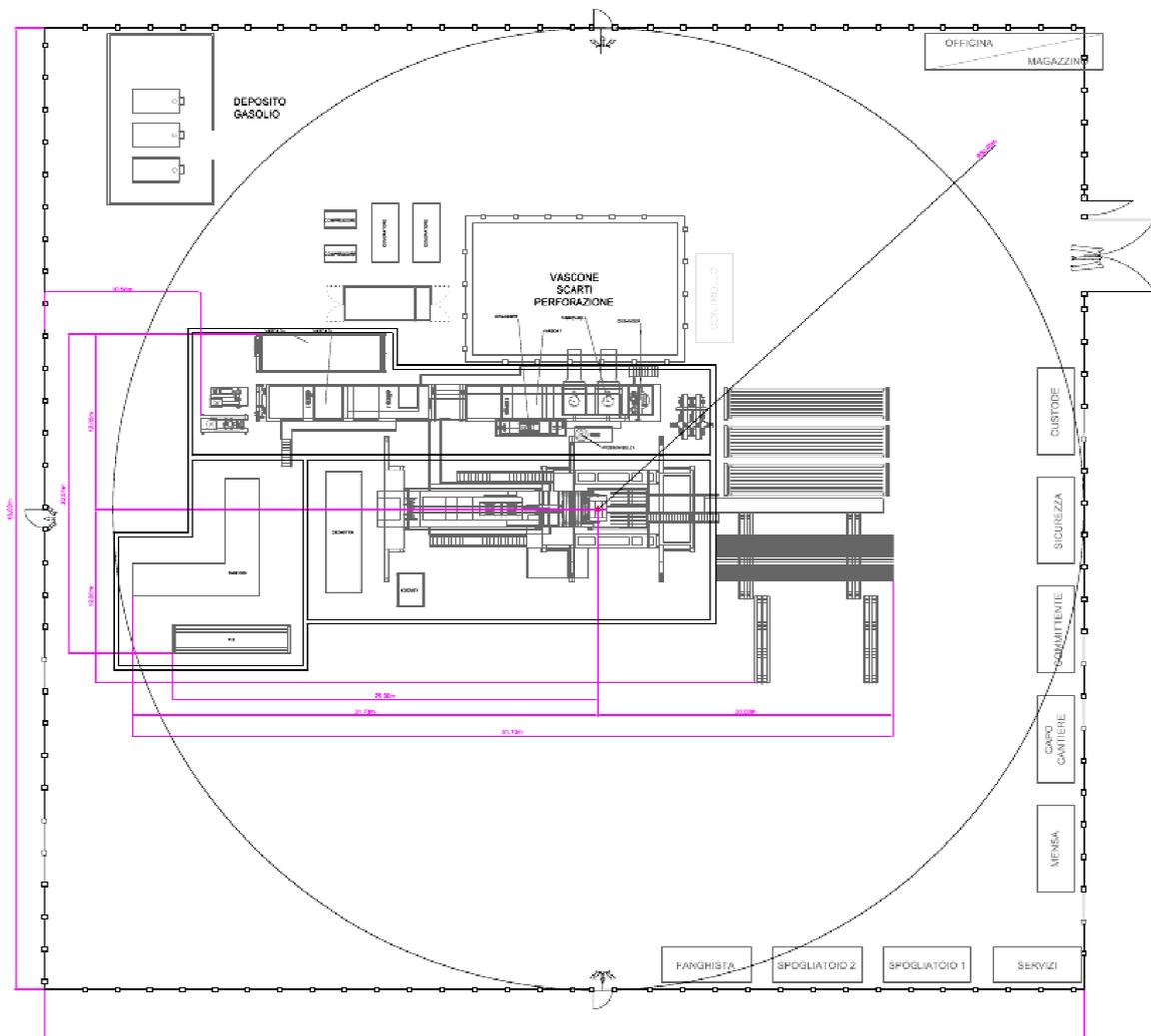
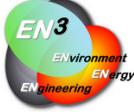


Figura 4-17 Esempio di possibile installazione-tipo dell'impianto Corsair 300 PDB

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	93 / 133
	Data 15/01/2015		

4.2.3. Fluidi di perforazione

Il fluido di perforazione, o fango, è un fluido solitamente a base di acqua o di acqua miscelata a bentonite (argilla) che viene utilizzato per:

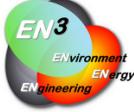
- il sollevamento e rimozione dei cuttings, permettendone la successiva separazione;
- il raffreddamento e pulizia dello scalpello di perforazione e del foro;
- la riduzione della frizione tra le aste di perforazione e le pareti del foro, ossia la lubrificazione dello scalpello e della batteria di perforazione;
- la prevenzione dell'ingresso di olio, gas o acqua dalle rocce permeabili perforate o perdita di fluido attraverso di esse;
- il mantenimento della stabilità delle sezioni del foro scoperto non ancora tubato, prevenendone il collasso;
- il blocco della ricaduta dei cuttings quando si arresta la circolazione;
- la formazione di un sottile pannello di solidi poco permeabile, necessario a ridurre l'invasione del fango nella formazione perforata;
- il bilanciamento della pressione di formazione (la pressione esercitata dal fango deve essere quindi sempre uguale o superiore a quella dello strato);
- la raccolta dei dati geologici della formazione attraversata, per mezzo dell'analisi dei cuttings rimossi.

Le proprietà colloidali necessarie per mantenere in sospensione i detriti e per costituire un pannello di rivestimento sulle pareti del pozzo al fine di evitare filtrazioni o perdite di fluido in formazione vengono fornite da speciali argille (bentonite) e vengono esaltate da particolari prodotti. Gli appesantimenti dei fanghi di perforazione servono a dare ai fanghi stessi la densità opportuna per controbilanciare con carico idrostatico l'ingresso di fluidi in pozzo; di impiego comune è il solfato di bario.

Il tipo di fango (e dei suoi componenti chimici) dipende principalmente dalle rocce da attraversare durante la perforazione e dalla temperatura. Una scelta non adeguata del fango di perforazione può ad esempio provocare franamenti del foro o danni alle formazioni produttive (giacimento).

La circolazione del fango è mantenuta mediante pompe a pistoni che forniscono l'energia necessaria a superare le perdite di carico nel circuito. Le condotte di superficie, insieme ad un complesso di valvole posto a valle delle pompe (*manifold*), consentono di convogliare il fango per l'esecuzione delle funzioni richieste.

Nel circuito sono inserite diverse vasche, alcune contenenti una riserva di fango per fronteggiare improvvise necessità derivanti da perdite di circolazione per assorbimento del

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		94 / 133
	Data 15/01/2015		

pozzo, oltre con fango pesante per contrastare eventuali manifestazioni improvvise nel pozzo stesso.

Tali vasche sono quelle intrinsecamente funzionali alla gestione dei fanghi, ma non esauriscono le necessità di bacini di stoccaggio nell'area di perforazione: è infatti necessario disporre di una vasca cui recapitare i cuttings (che vengono separati dai fanghi in uscita dal pozzo mediante un vibrovaglio in attesa di essere smaltiti in discarica), nonché di ulteriori vasche che possono dipendere dallo specifico contesto considerato.

Nel caso del progetto "Scarfoglio", in particolare, la vicinanza dei pozzi P1 e R1 consente di evitare l'installazione di un apposito bacino per l'effettuazione delle prove sul geofluido estratto dal pozzo (v. par.4.3.1.3), mentre, per quanto riguarda le necessità di acqua, la mancanza di una falda idonea al prelievo della stessa rende necessario valutare l'eventuale esigenza di un bacino di stoccaggio aggiuntivo rispetto alle vasche in "dotazione" all'impianto.

Sulla base dei calcoli effettuati, e data la ridotta profondità dei pozzi, risulta sufficiente, a questi fini, l'impiego di una vasca aggiuntiva in acciaio trasportabile, dello stesso tipo di quella che sarà installata per raccogliere i cuttings. Tuttavia, tenuto anche conto delle possibili perdite di circolazione, e quindi della eventuale necessità di disporre di un corrispondente eccesso di acqua, in fase di progettazione esecutiva si valuterà la possibilità di realizzare un bacino aggiuntivo, che comunque, nel caso, non sarà interrato ma realizzato come opera fuori terra, e quindi di rilevanza ambientale e progettuale del tutto trascurabile nulla.

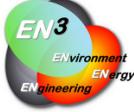
4.2.4. Casing

Come già visto in precedenza il casing è costituito da tubi di acciaio che vengono inseriti nel pozzo a mano a mano che la perforazione procede, con le seguenti finalità:

- isolare le falde idriche superficiali dal fluido di perforazione;
- sostenere le pareti del foro;
- isolare i livelli produttivi da interferenze con fluidi presenti in altri strati rocciosi;
- proteggere il foro dai danni provocati da urti e sfregamenti della batteria;
- funzionare da ancoraggio per le apparecchiature di sicurezza;
- in caso di pozzo produttivo, funzionare da ancoraggio per la testa pozzo.

4.2.5. Apparecchiature di sicurezza

In particolari condizioni geologiche i fluidi di strato possono avere pressioni superiori al gradiente idrostatico: ne consegue un imprevisto ingresso dei fluidi di strato nel pozzo, i quali, con densità inferiore al fango, risalgono verso la superficie. Tale condizione, preludio

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	95 / 133
Data 15/01/2015			

all'eruzione, è detta "kick" e viene testimoniata dall'aumento di volume del fango nelle relative vasche.

In questi casi si procede in automatico alla sequenza di controllo pozzo e, nel caso, entrano in funzione le relative apparecchiature di sicurezza (i BOP, già introdotti in precedenza), che sono, di fatto, grandi valvole collocate sulla testa pozzo durante le operazioni di perforazione e che sono in grado di chiudere completamente il pozzo stesso in poche decine di secondi, e in qualsiasi condizione operativa.

Il gruppo dei BOP ha le seguenti funzioni:

- chiudere la luce del pozzo attorno a qualsiasi tipo di attrezzatura;
- permettere il pompaggio di fango, con pozzo chiuso, attraverso una *kill line*;
- consentire lo scarico dei fluidi di strato già entrati eventualmente nel pozzo;
- permettere la movimentazione, in direzione verticale e in entrambi i versi, della batteria quando il pozzo è chiuso.

4.2.6. Tecniche di tubaggio e protezione delle falde idriche

Il progetto prevede tutti i necessari accorgimenti per prevenire ogni possibile interferenza con le acque dolci sotterranee.

In un primo momento si procede con l'infissione nel primo tratto di foro, di un tubo di grande diametro chiamato "tubo guida" (CP - Conductor Pipe), che ha lo scopo di isolare il pozzo dai terreni più superficiali. Il tubo guida viene infisso a percussione nel terreno a profondità variabile tra 30 e 50 m, o comunque fino a rifiuto. Il tubo guida permette quindi la circolazione del fango durante la prima fase della perforazione, proteggendo le formazioni superficiali. Inoltre la perforazione nelle sue fasi superficiali viene generalmente realizzata con acqua chiara.

Per acquiferi più profondi ci si avvale di schiume o fluidi speciali viscosizzati.

Ad ogni cambio di diametro durante la perforazione si procede, inoltre, alla cementazione della porzione libera tra il casing e le rocce attraversate, impedendo così di mettere in comunicazione diverse falde e quindi la contaminazione delle stesse.

Nel caso del progetto "Scarfoglio" tutte queste tecniche verranno comunque poste in atto, sebbene la natura dell'acquifero locale sia tale da non consentirne, ad esempio, l'uso idropotabile.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	96 / 133
	Data 15/01/2015		

4.3. Funzionamento dell'impianto e attività in fase di sperimentazione

Le scelte progettuali e le verifiche fin qui indicate costituiscono la base di fattibilità del progetto "Scarfoglio": tuttavia, ai fini della sua concreta attuazione, si rende necessario procedere anche con un insieme di attività volte ad identificare le scelte tecniche, tecnologiche e gestionali e la configurazione di impianto idonee all'ottenimento di un rendimento tali da ottimizzare il successivo sfruttamento della risorsa su un arco temporale di almeno 30 anni.

Tali attività includono - pur nella fattibilità di base già accertata per quanto riguarda la presenza della risorsa geotermica - una fase di sperimentazione estesa all'approfondimento di dettaglio sulla risorsa stessa ed alla valutazione operativa delle scelte impiantistiche (tra cui, in particolare, quella del fluido intermedio, nonché le caratteristiche dei sistemi di scambio termico e la configurazione del sistema produzione/ reiniezione).

Le attività del progetto "Scarfoglio" si articoleranno pertanto come segue:

- A. Perforazione della prima coppia di pozzi produzione/reiniezione (P1/R1) ed effettuazione delle relative prove di produzione (il pozzo R1 sarà perforato solo all'esito positivo delle prove di iniezione e di produzione di breve durata sul pozzo P1);
- B. Perforazione dei pozzi successivi sulla base degli esiti delle prove di produzione di cui al p.to A e relative prove di produzione;
- C. Configurazione finale delle aree pozzi, anche sulla base delle prove effettuate;
- D. Realizzazione dell'impianto pilota geotermoelettrico;
- E. Realizzazione della rete di trasporto dei fluidi geotermici;
- F. Messa in esercizio dell'impianto pilota e sperimentazione delle scelte tecniche e gestionali finalizzate ad individuare la configurazione definitiva e i parametri operativi per l'eventuale fase di sfruttamento successiva (quest'ultima, non inclusa nel progetto).

Per i dettagli delle fasi A-E sopra indicate si rimanda ai relativi capitoli ed elaborati del Progetto Definitivo, mentre, per quanto riguarda la fase F, la definizione di dettaglio delle attività di sperimentazione sarà possibile solo nell'ambito (e/o a valle) della fase A.

Per un'analisi più dettagliata delle tempistiche previste per le varie fasi del progetto si rimanda comunque al cronoprogramma delle attività, riportato in allegato al Progetto definitivo.

E' da notare che le fasi sopra elencate non rispondono ad un criterio di mera sequenzialità, sia perché, sulla base degli esiti delle singole attività, saranno possibili aggiustamenti del programma dei lavori, sia perché alcune delle attività (ad esempio, la D e la E) potranno essere sviluppate parzialmente in parallelo.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	97 / 133
	Data 15/01/2015		

4.3.1. Prove di produzione

Si è già detto che la progettazione di una centrale geotermoelettrica a ciclo binario richiede la conoscenza accurata della composizione chimica dei fluidi geotermici (sia della fase acquosa che di quella relativa ai gas incondensabili). In particolare, in funzione della composizione del fluido viene ottimizzata la progettazione e la costruzione del lato geotermico dell'impianto: pozzi produttori, pompe di produzione, evaporatori a fascio tubiero, preriscaldatori, pozzi reiniettori. Viene inoltre progettata "ad hoc" la parte del circuito secondario della centrale, comprendente il circuito del fluido bassobollente con l'evaporatore, la turbina/generatore ed il sistema di raffreddamento/condensazione.

Per utilizzare correttamente le risorse geotermiche di questo tipo è quindi di fondamentale importanza poter caratterizzare preventivamente con accuratezza non soltanto il fluido geotermico presente nella riserva, ma anche il serbatoio nel suo complesso, in termini di portata, temperatura e pressione.

In definitiva, le prove di pozzo che a tal fine devono essere condotte sono di tre tipi:

1. prove di iniezione;
2. prove di produzione "di breve durata" (durata massima di poche ore);
3. prove di produzione "di lunga durata" (durata di circa 2 mesi).

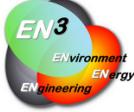
Con le prove di lunga durata si ottengono i parametri termofluidodinamici reali del serbatoio. Con questa metodologia si verifica anche l'effettiva capacità del serbatoio geotermico di ricevere i fluidi reiniettati.

4.3.1.1. Prove di iniezione

Le prove di iniezione servono ad individuare le zone produttive all'interno del serbatoio e a valutarne la capacità di produzione. Tali operazioni vengono effettuate durante la perforazione, nel momento in cui si avvertono perdite di circolazione, presumibilmente legate ad orizzonti fratturati.

Per le prove si applica la seguente procedura:

- Estrazione delle aste di perforazione, mantenendo la portata del fluido di perforazione;
- Discesa di una sonda per l'individuazione delle zone assorbenti;
- Realizzazione di una prova a gradini di circa 8 ore, durante la quale viene gradualmente diminuita la portata del fluido immesso e viene calcolato il rapporto tra la portata e la differenza nel livello in falda. In questo modo viene calcolata la portata ottimale di esercizio ed altri parametri caratteristici dell'acquifero.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		98 / 133
	Data 15/01/2015		

In alternativa è possibile calare nel pozzo una attrezzatura che consente di immettere acqua (in quantità molto modeste) e verificare l'andamento dei parametri caratteristici dei fluidi, per valutare i medesimi indicatori di portata del metodo sopra accennato.

In entrambi i casi la prova di iniezione consente anche di trarre utili indicazioni in merito, come detto, alla capacità del serbatoio di ricevere fluidi.

4.3.1.2. Prove di produzione di breve durata

Queste prove hanno lo scopo di caratterizzare sotto il profilo chimico-fisico il fluido presente nel serbatoio geotermico e valutare la portata del pozzo. Le prove vengono effettuate subito dopo la conclusione della perforazione.

Il fluido estratto dal pozzo viene temporaneamente stoccato nelle vasche dell'impianto e poi reiniettato nel pozzo di estrazione stesso, ovvero, se già realizzato, anche in quello di reiniezione.

Anche in questo caso possono essere effettuate prove a gradini, nonché analisi chimiche e fisiche sul fluido estratto prima della reiniezione dello stesso. Solo all'esito positivo di queste prove è possibile passare alle prove di produzione di lunga durata.

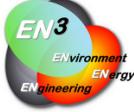
4.3.1.3. Prove di produzione di lunga durata

Una volta realizzati entrambi i pozzi da una postazione, sono previste ulteriori prove, allo scopo di caratterizzare la produttività del pozzo in condizioni di produzione prolungata, per stimare la reale potenzialità della risorsa e verificare la sostenibilità di coltivazione nel tempo.

Le prove verranno eseguite in circuito chiuso, reiniettando il fluido prelevato dal pozzo di produzione P1 nel pozzo R1 della stessa piazzola. E' da notare che nel caso in cui i risultati delle prove di produzione di breve durata comportino la mancata realizzazione del secondo pozzo dalla stessa piazzola, le prove di lunga durata non potranno essere realizzate.

In questa fase sarà elaborato un modello concettuale e numerico del serbatoio, avvalendosi di motori di calcolo potenti e affidabili, come FEFLOW (DHI-WASY) e PetraSim (TOUGH2).

E' da notare, al riguardo, che i modelli numerici sono molto sensibili alla variazione dei parametri termofisici e geochimici dei materiali rocciosi e del fluido circolante. Per questo sarà realizzata anche una campagna di misurazione dei principali parametri e dei coefficienti numerici necessari alla chiusura della simulazione della circolazione, ovvero la porosità (totale ed effettiva), la permeabilità (globale e per direzione), la conduttività termica, il calore specifico e la densità.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvIRONMENT ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		99 / 133
	Data 15/01/2015		

Al termine di questa fase saranno definite con esattezza le caratteristiche quantitative e qualitative delle risorse geotermiche esistenti, consentendo quindi la progettazione e l'ottimizzazione dell'impianto a ciclo binario. La conoscenza accurata della composizione chimica e del contenuto in gas incondensabili del fluido geotermico consentirà invece di affrontare l'ottimizzazione del sistema di produzione.

4.3.1.4. Chiusura mineraria

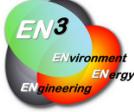
Se l'esito delle prove sopra descritte risulterà negativo (pozzo di produttività non economicamente valida), il pozzo verrà chiuso minerariamente e quindi abbandonato. L'impianto di perforazione sarà smontato e rimosso dalla postazione e si procederà alla messa in sicurezza e al ripristino ambientale della postazione alle condizioni preesistenti l'esecuzione del pozzo.

La chiusura mineraria di un pozzo è quindi la sequenza di operazioni che precede il suo definitivo abbandono. Allorché ciò accade occorre ripristinare le condizioni idrauliche precedenti l'esecuzione del foro, allo scopo di evitare la venuta in superficie dei fluidi di strato e/o l'alterazione della circolazione profonda preesistente; ciò, anche per impedire, inoltre, che da tali alterazioni possa conseguire un inquinamento delle falde e delle acque dolci superficiali. Per fare questo, si ricorre alla applicazione di tappi di cemento e di altri accorgimenti.

Il programma di chiusura mineraria sarà formalizzato al termine delle operazioni di perforazione e sottoposto all'approvazione dalle competenti Autorità Minerarie. In ogni caso, le operazioni di chiusura mineraria dovranno rispettare norme tecniche ben precise, secondo le quali, ad esempio, esiste una differenziazione nel modo di effettuare la chiusura mineraria per il tratto di foro ricoperto da una o più colonne di rivestimento (foro tubato) e per il tratto di foro non ricoperto da colonne (foro scoperto).

Dopo l'esecuzione dei tappi di chiusura mineraria, la testa pozzo verrà smontata, lo spezzone di colonna che fuoriesce dalla cantina verrà tagliato a -1,60/1,80 m dal piano campagna originario e su questo verrà saldata una apposita piastra di protezione, detta "flangia di chiusura mineraria". Ultime, poi, le operazioni di chiusura mineraria e di montaggio e trasferimento dell'impianto di perforazione, si procederà alla bonifica della postazione, con la pulizia e messa in sicurezza della postazione stessa, il ripristino territoriale alla condizione preesistente alla costruzione e la restituzione del terreno bonificato ai proprietari.

Ove la chiusura si renda necessaria, il relativo progetto dovrà essere redatto sulla base della specifica situazione del pozzo e sarà sottoposto, come detto, all'approvazione dell'Autorità competente.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvIRONMENT ENergy ENgineering s.r.l.	100 / 133
	Data 15/01/2015		

4.3.1.5. Completamento del pozzo

Nel caso di esito positivo delle prove il pozzo sarà completato, allo scopo di predisporre il successivo uso in condizioni di sicurezza. I principali fattori che determinano il progetto di completamento sono:

- il tipo e le caratteristiche dei fluidi di strato (gas, presenza di H₂S, CO₂, ecc.);
- la capacità produttiva.

Sono possibili due tipi di completamento:

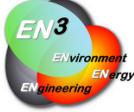
- Completamento in foro scoperto: la zona produttiva è separata dalle formazioni superiori per mezzo di colonne cementate durante la perforazione. E' un sistema utilizzato con formazioni compatte e stabili, che non tendono a franare provocando l'occlusione del foro;
- Completamento con perforazioni in foro tubato: la zona produttiva viene ricoperta con una colonna detta casing o liner di produzione. Successivamente, nella colonna vengono aperti alcuni fori con apposite cariche esplosive ad effetto perforante, che mettono in comunicazione gli strati produttivi con l'interno della colonna. E' il sistema più utilizzato e fornisce maggiori garanzie di stabilità nel corso degli anni.

Nel caso del progetto pilota, poiché l'iter autorizzativo include anche la fase di utilizzo a fini di sperimentazione, il pozzo completato non sarà sigillato temporaneamente ma potrà andare subito in attività di produzione o reiniezione.

La postazione, come visto in precedenza, verrà mantenuta, ma la sua dimensione sarà fortemente ridotta, dovendo far fronte alla sola necessità di alloggiare le attrezzature utilizzate nella fase produttiva del pozzo e di permettere il ritorno sulla postazione di un impianto leggero per eseguire eventuali lavori di manutenzione (*workover*).

Ultimate le operazioni di completamento del pozzo e provveduto allo smontaggio e trasferimento dell'impianto di perforazione, si procederà infine alla pulizia e alla messa in sicurezza della postazione, così articolata:

- Pulizia dei vasconi fango e delle canalette (con trasporto a discarica autorizzata);
- Reinterro vasconi fango e apertura vasche rilevate in cemento per evitare accumuli di acqua piovana;
- Demolizione opere in cemento non più necessarie e relativo sottofondo (con trasporto a discarica del materiale di risulta);
- Protezione della testa pozzo contro urti accidentali (riempimento della cantina con sacchi di sabbia e installazione di una struttura di travi metalliche a copertura della parte di pozzo fuoriuscente dalla cantina);

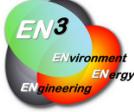
	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	101 / 133
	Data 15/01/2015		

- Ripristino funzionalità recinzione esterna della postazione e chiusura cancello di accesso;
- Sistemazione del suolo vegetale nelle aree lasciate libere.

4.3.2. Sperimentazioni sull'impianto geotermoelettrico e sui fluidi di lavoro

Nei paragrafi precedenti è stata descritta l'attività di test volta a caratterizzare in dettaglio la risorsa geotermica e a porre le basi per la successiva fase di definizione progettuale di dettaglio delle parti dell'impianto dipendenti dall'esito delle prove di produzione.

Successivamente a tale fase, e alla conseguente progettazione esecutiva e costruzione della centrale, sarà dato avvio all'esercizio "sperimentale" (previo espletamento delle procedure autorizzative e realizzazione degli interventi tecnici per l'allacciamento alla rete e l'immissione in rete dell'energia prodotta). Poiché, come detto, l'articolazione delle sperimentazioni dipenderà dall'andamento delle attività precedenti e dalle caratteristiche della risorsa, il relativo programma sarà messo a punto e comunicato entro la fine delle attività di realizzazione della centrale, fermo restando che al momento non si prevedono attività che possano in alcun modo aggiungere fattori di impatto a quelli descritti nei paragrafi che seguono.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	102 / 133
	Data 15/01/2015		

4.4. Attività di cantiere

In questa sezione si descrivono in sintesi le operazioni di cantiere associate alla realizzazione del progetto, con esclusione di quanto già descritto relativamente alla fase di perforazione e completamento/chiusura mineraria dei pozzi.

Per quanto riguarda, invece, la quantificazione e la movimentazione dei materiali da scavo e riporto, si osserva anzitutto che lo stato dei siti di installazione delle piazzole di perforazione prima, e della centrale poi, è tale da favorire le relative operazioni ma, essendo state selezionate aree pianeggianti che non richiedono significativi rinterri, il bilancio complessivo delle terre da scavo sarà tale da determinare una eccedenza non compensabile con operazioni di rinterro. Pertanto, è da prevedersi il conferimento a discarica di gran parte delle terre scavate e ciò implica che, al momento, non risulta necessario il ricorso alle procedure dettate dalla disciplina vigente in materia di terre e rocce da scavo (DM 10 agosto 2012, n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo"). Eventuali soluzioni alternative proposte dalle Amministrazioni locali per destinare tali terre ad altri cantieri o utilizzi potranno essere valutate solo all'atto della loro effettiva sussistenza.

E' anche da notare che nell'area SCARFOGLIO 1 i lavori di scavo associati alla realizzazione della piazzola 1 precederanno quelli di costruzione della centrale di almeno 8-10 mesi, tempo minimo necessario per le seguenti attività (la variabilità è legata alle attività 7 e 8:

1. Effettuazione dei lavori di scavo per l'ampliamento dell'area dell'eliporto verso ovest, necessario per la perforazione dei pozzi (25 gg)
2. Preparazione dell'area della piazzola e relative opere civili (25 gg)
3. Trasporto e montaggio degli impianti e degli allestimenti per la perforazione (15 gg)
4. Realizzazione del pozzo P1 (1 mese)
5. Prove di iniezione e di produzione di breve durata (3 gg)
6. Realizzazione del pozzo R1 (1,5 mesi)
7. Prove di produzione di lunga durata (fino a 2 mesi)
8. Realizzazione del pozzo R2 (1,5 mesi, e solo nel caso in cui il pozzo R1 si riveli insufficiente)
9. Smontaggio e allontanamento impianti (15 gg)
10. Completamento pozzi (o chiusura mineraria), con dismissione parziale piazzola (15 gg)
11. Completamento area per l'installazione della centrale (20 gg).

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	103 / 133
	Data 15/01/2015		

Considerato che le terre da scavo risultanti dalla prima fase di quelle sopra elencate non saranno comunque riutilizzabili per i lavori della centrale, e dato il loro volume (v.dopo) esse dovranno essere allontanate dal sito per il conferimento a discarica entro un termine temporale ragionevolmente breve, anche allo scopo di facilitare le operazioni in un'area che comunque non dispone di spazi sufficienti per depositi temporanei.

Per questo motivo il bilancio delle terre da scavo viene di seguito diviso tra pozzi e centrale secondo la sequenza temporale di realizzazione dei lavori e di produzione/smaltimento delle terre stesse. Analogamente, anche la trattazione dei lavori di realizzazione dei pozzi viene anteposta a quella della centrale stessa, sebbene, in senso stretto, ciò valga solo per i tre pozzi dell'area SCARFOGLIO 1.

4.4.1. Pozzi

La sequenza di realizzazione dei pozzi sarà, per ciascuna delle tre piazzole, all'incirca la stessa sopra descritta per l'area SCARFOGLIO 1, anche se nei singoli casi alcune attività saranno tra loro leggermente diverse, alcune altre mancheranno e infine potranno essere presenti attività non inserite nell'elenco precedente.

Per evitare, peraltro, eccessivi appesantimenti nell'esposizione, nei paragrafi che seguono si riporta, per ogni tema, una descrizione di carattere generale relativa agli aspetti comuni a tutte le piazzole, per poi esporre separatamente le specificità di ciascuna di esse. Si rimanda poi al Progetto definitivo per quanto riguarda gli aspetti connessi al dimensionamento e al profilo dei pozzi.

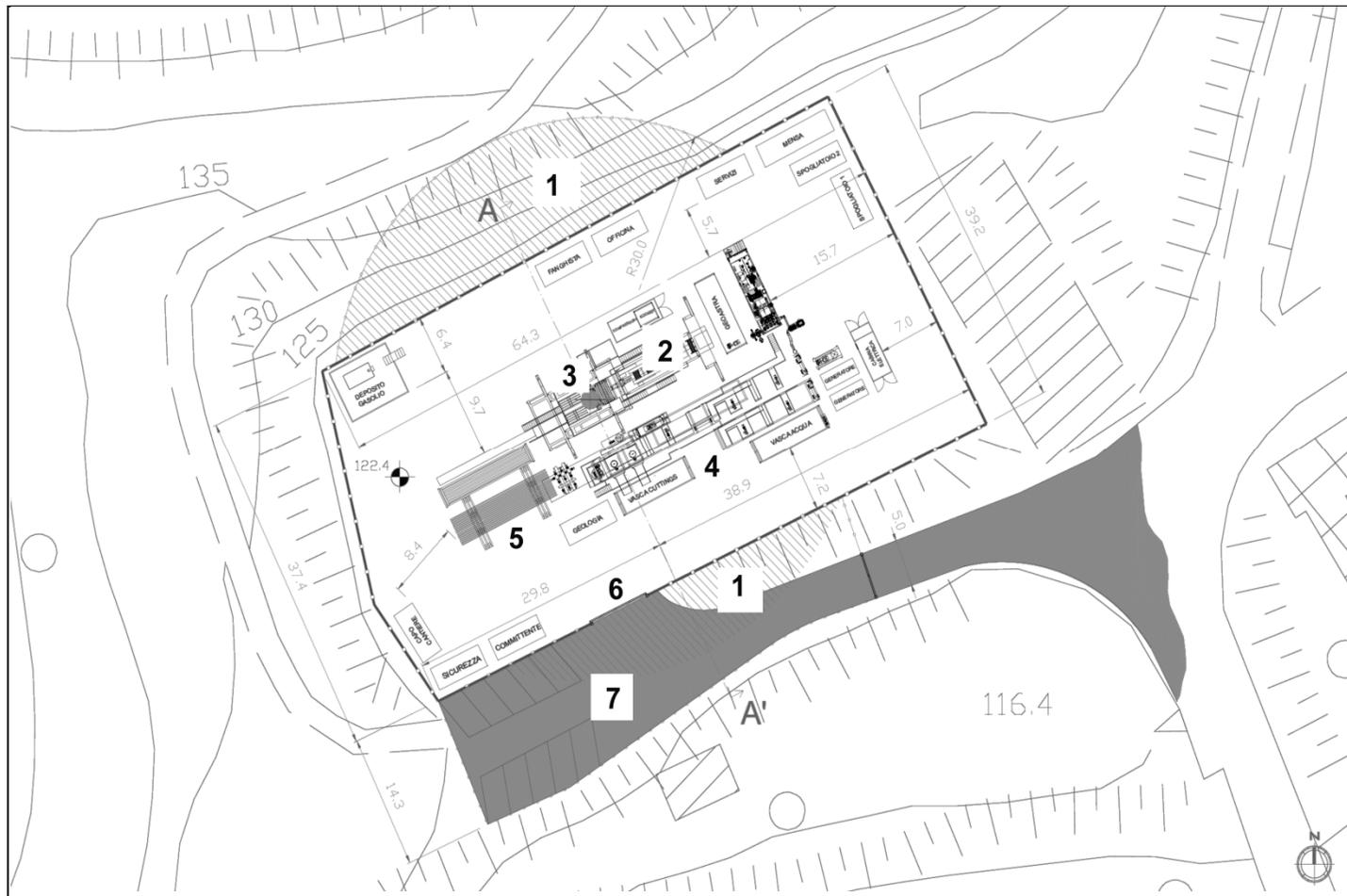
4.4.1.1. Piazzole di perforazione

Le piazzole di perforazione del progetto "Scarfoglio" occuperanno, come visto, un'area variabile tra circa 3.900 mq e 2.600 mq, a seconda del sito considerato, e saranno strutturate come già illustrato, salvo le specificità di ciascuna area, che sono illustrate separatamente nel seguito e riportate in Figura 4-18, Figura 4-19 e Figura 4-20. Di seguito vengono comunque forniti alcuni brevi elementi relativi all'assetto delle piazzole stesse.

In generale, all'interno di ciascuna piazzola si possono individuare le seguenti zone:

- Area riservata alla sonda;
- Area delle vasche (fango, acqua e detriti)
- Area pompe
- Area generatori

Completano il layout l'area di deposito gasolio, le baracche e i container, destinati agli usi civili (spogliatoio, lavanderia, WC, ecc.) ovvero a funzioni di cantiere (magazzini, officine, ecc.).



LEGENDA

1	AREA DI CADUTA TORRE
2	IMPIANTO DI PERFORAZIONE
3	POZZO P2
4	AREA VASCHE E GENERATORI
5	PARCO TUBI
6	VARCO DI ACCESSO
7	PIAZZALE ACCESSO E PARCHEGGI

Figura 4-19
Layout piazzola di perforazione
SCARFOGLIO 2

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	107 / 133
Data 15/01/2015			

Per consentire il regolare svolgimento delle attività, la superficie di appoggio delle attrezzature necessarie alla realizzazione del pozzo e all'esecuzione delle prove di produzione dovrà essere opportunamente preparata, come indicato nei successivi paragrafi.

Impianto di perforazione

Per quanto riguarda le caratteristiche dell'impianto si rimanda a quanto già illustrato in precedenza.

In quanto al posizionamento, questo è stato effettuato, in generale, in modo tale da tener conto della necessità di garantire comunque gli spazi di manovra minimi (oltre che le distanze di sicurezza previste dalle norme). Ciò ha consentito anche di razionalizzare le diverse aree della piazzola, pervenendo infine ad una configurazione in cui gli spazi di manovra frontali e laterali risultano confrontabili con quelli del layout "tipico".

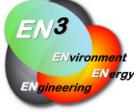
Date le geometrie delle tre piazzole e i vincoli esistenti sul posizionamento dell'impianto, il "raggio di caduta" della torre (pari a 30 m, come per prassi, essendo pari a circa 29 m l'altezza effettiva della stessa dalla piattaforma) ricade in tutti e tre i casi parzialmente al fuori del perimetro delle piazzole. Pertanto, come prescritto, si è prevista una recinzione metallica di raggio 30 m all'esterno delle piazzole, allo scopo di impedire l'accesso ad eventuali persone estranee al cantiere. Tali aree recintate saranno dotate comunque di un'uscita di emergenza, azionabile dall'interno in caso di eventi che richiedano l'allontanamento delle persone attraverso le aree stesse.

Vasche fango, acqua e detriti

In considerazione delle esigenze sopra descritte in termini di spazi disponibili, anche la configurazione delle vasche è stata studiata con l'obiettivo di minimizzare le installazioni.

Tale configurazione utilizza la dotazione tipica dell'impianto Corsair 300 PDB, in cui tutte le vasche sono in acciaio e vengono trasportate e installate direttamente sul sito. Rispetto alla dotazione "standard" già vista in Figura 4-17 è prevista l'installazione di due ulteriori vasche, l'una destinata ai cuttings, l'altra (cd. "vascone") alla raccolta e alla decantazione e disoleazione parziale delle acque dell'area impianti (di lavaggio e meteoriche), nonché di quelle recuperate da altre parti dell'impianto, come quelle provenienti dalla stessa vasca dei cuttings e quelle provenienti dalla vasca fanghi posta a valle dei vibrovagli. Anche queste vasche sono in acciaio e vengono trasportate sul posto a mezzo di autoarticolati.

Per quanto riguarda i fanghi esausti recapitati alla vasca dei cuttings si è previsto, come in altri casi, un recapito diretto, che peraltro comporterà, da parte delle ditte specializzate incaricate dello smaltimento, una fase di ulteriore pre-trattamento.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	108 / 133
	Data 15/01/2015		

E' da notare che la configurazione scelta è comunque limitata in termini di capacità di stoccaggio e trattamento, e quindi l'"autonomia" dell'impianto è piuttosto limitata. Pertanto, soprattutto nelle fasi iniziali della perforazione (quando sono trattate maggiori quantità di materiali e di fanghi e in tempi più brevi) si renderà necessario un servizio di smaltimento all'esterno di frequenza piuttosto elevata (orientativamente, ogni 1-3 gg), che poi si ridurrà progressivamente a mano a mano che la perforazione procederà.

Per quanto riguarda poi la gestione delle acque meteoriche non ricadenti all'interno delle aree impianti/pompe/vasche (cioè ricadenti all'esterno delle solette in c.a., dato che anche per le vasche si è optato per un alloggiamento su soletta armata), non sussistono le condizioni previste dalla pianificazione regionale in materia di tutela delle acque e dalla già citata normativa delle Lombardia per adottare un trattamento differenziato (acque di prima e seconda pioggia) e che pertanto le acque di piazzale, previa raccolta a mezzo di un sistema di canalizzazioni perimetrali e di tubi microfessurati, saranno convogliate all'esterno e disperse nel terreno.

Si segnala infatti, con riferimento al potenziale inquinamento delle acque della piazzola, che, allo scopo di evitare qualunque possibile infiltrazione di inquinanti nel sottosuolo, si è prevista l'impermeabilizzazione di tutte le aree potenzialmente contaminabili, soprattutto in relazione a sversamenti da parte dei mezzi che transitano in tali aree. In particolare, sono state connesse alla rete che recapita al vascone sia la zona (impermeabilizzata e collettata) dei generatori, sia quella antistante al deposito gasolio: infatti, se è vero che quest'ultimo sarà dotato di bacino di raccolta in cemento che impedirà la dispersione nel terreno di eventuali perdite di liquido, è anche da considerare il potenziale inquinamento che potrebbe derivare dalle operazioni di carico e spurgo da parte dei mezzi che periodicamente possono operare in quell'area. Pertanto, anche nell'area antistante al bacino del gasolio si è prevista un'area impermeabilizzata, la cui raccolta è recapitata anch'essa al vascone dell'acqua.

Pompe

Le pompe di impianto non presentano specifiche problematiche, se non la necessità di alloggiarle su solette armate. Nel Progetto definitivo si rende conto di tale scelta, che, come già detto, prevede una soletta separata da quella dell'impianto e una rete autonoma di canalizzazioni perimetrali per il recapito delle acque di lavaggio e meteoriche al vascone.

Generatori

I generatori sono previsti su aree impermeabilizzate e contigue all'area impianto. Non sono presenti specifici problemi, neppure in termini di interazioni con il deposito gasolio.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		109 / 133
	Data 15/01/2015		

Ulteriori aspetti relativi alle piazzole

A completamento di quanto sopra indicato, si precisa che le piazzole saranno dotate di una rete di sensori di rilevamento di H₂S e/o di miscele esplosive, la cui definizione esatta sarà peraltro individuata in una fase successiva.

4.4.1.2. Preparazione dell'area

Le attività previste per la preparazione di ciascuna delle piazzole sono le seguenti:

- scotico del piano di campagna (solo per le piazzole 2 e 3, mentre per la 1 è previsto solo in corrispondenza dello sbancamento ad ovest);
- rimozione di coperture già esistenti (solo per la piazzola 1, e limitatamente, in questa fase, all'area dell'impianto e delle vasche, se necessaria);
- realizzazione di scavi di sbancamento (solo per la piazzola 1 e, in minima parte, anche per la piazzola 2, a ridosso della linea di confine a nord);
- livellamento delle superfici delle piazzole, attraverso operazioni di scavo e riporto, contestuali allo scavo di una fossa di circa 50 cm per tutta l'estensione della piazzola (in corrispondenza della "cantina" lo scavo sarà approfondito fino a -3,5 m);
- preparazione della superficie della piazzola attraverso la stesura, nello scavo, di tessuto non tessuto, materiale inerte stabilizzato e misto granulare stabilizzato. Questo pacchetto costituirà la base per le aree libere della piazzola, ed al suo interno saranno realizzate le solette destinate all'installazione degli impianti e delle vasche.

I volumi di scavo e rinterro derivanti dalle suddette operazioni sono riportati nelle tabelle che seguono:

Area SCARFOGLIO 1:

Descrizione	Quantità (mc)	Quantità (mc)
Scavi per sbancamento a quota 68,6 m	5.568	
Scavi per rimodellamento scarpata a ovest	1.886	
Scavi per livellamento piazzale	100	
Riporti per rimodellamento scarpata a ovest		441
Riporti per livellamento piazzale		80
TOTALI PARZIALI	7.554	521
TOTALE A DISCARICA	7.033	

Tabella 4-8 Materiali da scavo e riporto prodotti per la preparazione della piazzola SCARFOGLIO 1

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	110 / 133
	Data 15/01/2015		

Si precisa che questi movimenti terra sono tutti e soli quelli propedeutici alla realizzazione della piazzola di perforazione, ma che essi sono funzionali anche alla successiva realizzazione della centrale, per la quale, però, sono necessari ulteriori scavi e riporti, che vengono perciò riportati nel paragrafo dedicato, appunto, all'impianto geotermoelettrico.

Come si vede in tabella, resta comunque confermato che le terre in esubero (circa 7.000 mc) saranno conferite a discarica.

In quanto alla metodologia di calcolo adottata per la quantificazione dei valori della tabella, si precisa che è stato costruito un modello digitale del terreno utilizzando in modo combinato il rilievo planoaltimetrico effettuato da Geoelectric nell'area (v. allegati al Progetto Definitivo) e il DTM acquisito dalla Regione Campania.

Area SCARFOGLIO 2:

In questo caso i volumi in gioco sono modesti e si può assumere, data anche la posizione "baricentrica" della piazzola rispetto al sito e alle sue quote rilevate dal DTM regionale, che nell'area si otterrà una compensazione integrale tra scavi e riporti.

Nessun volume significativo in eccedenza è inoltre previsto anche per la realizzazione dell'area del parcheggio e per la sistemazione della strada.

Area SCARFOGLIO 3:

Anche per questo caso valgono considerazioni analoghe a quelle del punto precedente.

4.4.1.3. Opere civili

Per quanto riguarda le opere civili, è prevista anzitutto la realizzazione di una soletta in c.a. di spessore pari a 30 cm che costituirà la base di appoggio per l'impianto di perforazione. Tale soletta sarà separata da quella della vicina area pompe e dell'area generatore e vasche, allo scopo di non innescare tensioni e cedimenti differenziali.

Inoltre, trattandosi di area potenzialmente esposta ad inquinamento da sostanze derivanti dalle operazioni di cantiere nell'area di pozzo, è stata prevista, per ciascuna soletta, un sistema di canalette perimetrali con griglia carrabile, allo scopo di collettare tutte le acque di lavaggio ed anche quelle meteoriche e recapitarle al vascone (v.sopra) nel quale si attuerà un recupero parziale, per poi passare allo smaltimento del residuo in discarica a mezzo di un servizio fornito da ditte esterne.

Per quanto riguarda la "cantina", ne è prevista una per una per ogni pozzo. Tali manufatti di alloggiamento verranno realizzati in interrato, con profondità di 3 m rispetto alla quota

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	111 / 133
Data 15/01/2015			

della piazzola. La cantina poggerà su uno strato di magrone di spessore pari a 10 cm. L'interasse tra cantine per i pozzi in sequenza previsti nell'area SCARFOGLIO 1, e quindi tra i pozzi, è pari a 4 m.

Il dimensionamento delle solette è stato eseguito sulla base dei dati relativi ai carichi dell'impianto e alle caratteristiche del terreno, così come emerse dallo studio geologico-geotecnico in allegato al Progetto definitivo.

La gestione dei reflui civili, infine, avverrà a mezzo di vasca interrata da svuotare con frequenza settimanale.

4.4.1.4. Trasporti e montaggi/smontaggi

L'impianto di perforazione verrà trasportato sul luogo dell'installazione con una serie di trasporti, speciali e non, il principale dei quali sarà quello relativo alla torre di perforazione, le cui parti verranno trasportate con un mezzo appositamente attrezzato allo scopo, per un tempo di montaggio stimato in circa 2 settimane.

Le dimensioni di tale mezzo assumono rilevanza ai fini della progettazione della viabilità di cantiere, trattandosi di ingombri importanti (da notare che, comunque, la sonda è configurata per il trasferimento su strade pubbliche, in modo da scaricare a terra non oltre 12,7 t per asse, secondo le norme del Codice della Strada). Nel caso del progetto "Scarfoglio" si è considerata una lunghezza indicativa di circa 20 m e un raggio minimo di sterzata dello stesso ordine di grandezza.

Per quanto riguarda il trasporto di tutti gli altri componenti dell'impianto, saranno necessari altri 56 viaggi (comprensivi di andata e ritorno), con mezzi di vario peso e natura.

In merito, invece, al montaggio, verrà anzitutto assemblata la sottostruttura, seguendo l'apposita sequenza. Successivamente si procederà con le altre parti, secondo le procedure standard previste e codificate per l'impianto in oggetto. Così come, anche in fase di smontaggio, si osserveranno le indicazioni previste per tale fase.

4.4.1.5. Interventi sulla viabilità

Per permettere ai mezzi di lavoro di raggiungere le aree adibite a piazzola di perforazione sono previsti alcuni adeguamenti della viabilità esistente (piazzole 2 e 3). In nessun caso è prevista una viabilità aggiuntiva.

In tale fase di adeguamento la larghezza della carreggiata sarà portata a circa 5 m ed è prevista la compensazione integrale delle terre di volta in volta scavate.

Per quanto riguarda la gestione delle acque meteoriche, sul perimetro della viabilità verrà realizzato un fossetto di guardia al piede della scarpata (piazzola 2), nonché traversanti con tubo in acciaio per far defluire l'acqua di pioggia secondo il suo naturale corso.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		112 / 133
	Data 15/01/2015		

La progettazione della viabilità tiene conto dei mezzi che vi transiteranno. In particolare, le curve tengono conto degli ingombri massimi del mezzo di trasporto della sonda, di cui si è già detto sopra.

4.4.1.6. Mezzi di cantiere

A completamento della descrizione sopra riportata si individuano, in questo paragrafo, i mezzi che saranno utilizzati per la realizzazione delle piazzole e della nuova viabilità, nonché quelli adibiti al trasporto di materiali e residui. Entrambe queste informazioni sono funzionali alla successiva analisi ambientale, in particolare per quanto riguarda la stima degli impatti sulla qualità dell'aria e sul clima acustico, direttamente o attraverso gli effetti prodotti in termini di traffico veicolare.

Per quanto riguarda i mezzi utilizzati per il movimento terra e per la realizzazione delle opere civili, questi saranno quelli tipici di un cantiere edile. In particolare, verranno utilizzati escavatori, pale gommate o cingolate, compattatori, ruspe, livellatrici, rulli compattatori, autocarri o dumper, betoniere ecc. Per il montaggio delle strutture è previsto l'utilizzo di fork lift e di gru.

In fase di realizzazione delle piazzole Tutti questi mezzi opereranno per 8 ore giornaliere e per 6 giorni a settimana. Successivamente, invece, in fase di perforazione, le attività saranno di tipo continuativo, fino al completamento dei pozzi (in tale fase, peraltro, gran parte delle attività sarà concentrata sull'esercizio dell'impianto di perforazione, e i transiti da e verso l'esterno saranno molto modesti, e limitati al conferimento periodico dei fanghi esausti e dei cuttings, oltre che all'approvvigionamento idrico).

Per quanto riguarda la scansione temporale delle attività, necessaria ai fini delle successive analisi ambientali, si osserva anzitutto che le attività di perforazione non saranno in nessun caso contemporanee tra loro, né con le attività di realizzazione delle altre opere. Ciò significa che i dati relativi all'attività dei mezzi di cantiere, così come quelli relativi ai trasporti, sono da riferirsi a ciascuna piazzola di perforazione separatamente (ovviamente, contestualizzando l'analisi in funzione dell'ubicazione dell'area presa di volta in volta in esame).

In termini del tutto generali, si può comunque considerare che:

- Per ogni piazzola tutte le attività di preparazione e montaggio sono all'incirca le stesse e sono indipendenti dal numero di pozzi;
- Le possibili variazioni sono dovute alla diversa estensione di ciascuna piazzola e alla necessità di riposizionare la testa dell'impianto sullo skid nel caso di perforazione di pozzi multipli (Area SCARFOGLIO 1). Si tratta comunque di variazioni modeste;

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	113 / 133
	Data 15/01/2015		

- La durata delle operazioni di perforazione è all'incirca pari ad 1 mese per ogni pozzo (1,5 mesi per i pozzi devianti), mentre quella legata alla preparazione delle piazzole è pari a circa 25 giorni, al netto dei lavori di sbancamento, dove necessari;
- Il volume dei traffici indotti dalla fase di realizzazione di una piazzola è pari, in condizioni di picco, pari a circa 30 mezzi/giorno, e in media (ma solo per la prima fase) a circa 20 mezzi/giorno;
- Le operazioni di trasporto e montaggio degli impianti per la perforazione hanno una durata complessiva di circa 2 settimane, durante le quali è previsto il transito di circa 4 mezzi/giorno. Analogamente, per gli smontaggi;
- L'allontanamento dei cuttings e degli altri residui in fase di perforazione ha una frequenza che, nel primo periodo di perforazione, può essere anche quasi giornaliera, (al più 2 transiti/giorno);
- L'approvvigionamento idrico richiede circa 250 mc per pozzo (in media), anche in questo caso con 2 transiti/giorno (anche qui si intende che l'accesso non sarà giornaliero ma saranno possibili più transiti in alcuni giorni e nessuno in altri);

I dati relativi ai trasporti sopra indicati, unitamente a quelle dei transiti associati alle altre fasi di lavoro sono riepilogati nella Tabella 4-10, riportata al termine del paragrafo successivo.

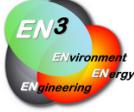
4.4.2. Centrale geotermoelettrica

La fase di realizzazione della centrale inizierà al termine delle operazioni di perforazione dei pozzi P1, R1 e R2. A tale data risulteranno completate, nell'area SCARFOGLIO 1, le seguenti attività:

- Lavori di sbancamento e ampliamento in forma definitiva del sedime
- Lavori di rimodellamento in corrispondenza delle zone di sbancamento
- Realizzazione dei tre pozzi e dell'area pozzi SCARFOGLIO 1
- Rimozione delle solette dell'impianto di perforazione, ad eccezione della zone in corrispondenza dell'area pozzi.

Per effetto di tale scenario la sequenza di attività da svolgere ai fini della realizzazione della centrale sarà la seguente (si omettono le procedure di collaudo e analoghe):

1. Perimetrazione e preparazione del cantiere
2. Effettuazione dei lavori di scavo delle fondazioni e delle fosse e trincee per la vasca di prima pioggia, per lo stoccaggio dell'isobutano e per l'interramento delle condotte e dell'elettrodotto nell'area di sedime
3. Realizzazione dei piazzali

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		114 / 133
	Data 15/01/2015		

4. Realizzazione dell'edificio e montaggio aerotermini

5. Trasporto e montaggio impianto

Di seguito si fornisce una breve descrizione delle attività sopra indicate.

4.4.2.1. Perimetrazione e preparazione del cantiere

Questa attività consiste nelle ordinarie operazioni preliminari di delimitazione delle aree di cantiere e di installazione delle attrezzature, tra cui la gru prevista per i montaggi, tra gli altri, degli aerotermini. E' da ribadire che, a seguito delle attività già svolte preventivamente alla fase di perforazione, il sedime dell'area sarà, a questo punto, ormai già definito.

4.4.2.2. Lavori di scavo e fondazioni

I lavori di scavo in questa fase sono essenzialmente quelli legati alla realizzazione delle fondazioni, per le quali è previsto uno scavo che, dai dimensionamenti preliminari e dai dati dei sondaggi geognostici, risulta di profondità pari a circa 2,5 m.

In questa fase sono previsti anche gli scavi (di entità ovviamente minore) per l'interramento della vasca di prima pioggia (presso l'area pozzi). Verranno inoltre effettuati, in questa fase, gli scavi delle trincee per la posa delle condotte del fluido geotermico interne al sedime (secondo le geometrie già discusse nel precedente par.4.1.5), nonché quelle relative alla posa dell'elettrodotto interrato nell'area del sedime (circa 35 m di lunghezza), conformemente al progetto dello stesso, così come allegato al Progetto definitivo. La parte dello scavo dell'elettrodotto ricadente nell'area esterna al sedime e fino alla cabina di consegna (circa 155 m di lunghezza) sarà realizzata all'atto della posa dello stesso, allo scopo di minimizzare i disagi per i mezzi in transito nell'area commerciale/industriale antistante quella dell'impianto.

Sono previste altresì le opere per la realizzazione, in fase di completamento delle fondazioni, delle canalizzazioni previste dal progetto all'interno dell'edificio per impianti vari (elettrico, fognario, idrico, ecc.) e per il collettamento dei fluidi eventualmente dispersi nell'area di lavoro. Anche per questi temi si rimanda al Progetto definitivo.

Per quanto riguarda i movimenti terra, nella Tabella 4-9 si riportano i dati delle volumetrie calcolate per le operazioni di scavo appena descritte, precisando che anche in questo caso si prevede lo smaltimento in discarica di gran parte delle terre da scavo sotto indicate, tenuto conto della sostanziale assenza di possibili riutilizzi delle stesse (come si vede dalla tabella, è previsto infatti soltanto un reimpiego del tutto marginale di circa 40 m³, derivanti dalle operazioni di riempimento e livellamento in prossimità delle aree limitrofe alla scarpata a nord).

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	115 / 133
Data 15/01/2015			

Analogamente, saranno avviati a discarica/recupero i materiali da demolizione derivanti dalla rimozione e rifacimento parziale della pavimentazione dell'area dell'eliporto.

Descrizione	Quantità (mc)	Quantità (mc)
Scavi per fondazioni edificio centrale	6.128	
Scavi per vasca di prima pioggia e impianti annessi	54	
Scavi per interrimento condotte e connessioni	78	
Scavo trincea elettrodotta	64	
Rinterri parziali vari		40
TOTALI PARZIALI	6.324	40
TOTALE A DISCARICA	6.284	

Tabella 4-9 Bilancio terre da scavo per il completamento dell'Area SCARFOGLIO 1 e la realizzazione della centrale

4.4.2.3. Realizzazione dei piazzali

Il progetto prevede il rifacimento integrale della copertura dei piazzali nelle aree esterne all'edificio di impianto, per una superficie complessiva di circa 1.780 m², al netto dell'area pozzi. Durante questa fase saranno installati anche gli impianti e le opere previsti in interrato nei piazzali (vasca di prima pioggia, locali di stoccaggio, ecc.). Si darà inoltre avvio alla realizzazione della recinzione in muratura dell'area.

4.4.2.4. Realizzazione edificio e montaggio aerotermini

In questa fase saranno completate le opere a terra e realizzate le strutture portanti in acciaio dell'edificio, oltre che le coperture. Successivamente, si procederà all'installazione degli aerotermini.

4.4.2.5. Trasporto e montaggio impianti

Durante lo svolgimento della fase di costruzione dell'edificio, e sulla base delle rispettive esigenze operative di movimentazione e montaggio, prenderanno avvio anche le attività di installazione dell'impianto. La realizzazione delle coperture e delle tamponature dell'edificio saranno sincronizzate con le esigenze di trasporto e installazione dei componenti di maggiori dimensioni dell'impianto, nonché per quelle di sicurezza.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	116 / 133
Data 15/01/2015			

4.4.2.6. Trasporto e montaggio impianti

Durante lo svolgimento della fase di costruzione dell'edificio, e sulla base delle rispettive esigenze operative di movimentazione e montaggio, prenderanno avvio anche le attività di installazione dell'impianto. La realizzazione delle coperture e delle tamponature dell'edificio saranno sincronizzate con le esigenze di trasporto e installazione dei componenti di maggiori dimensioni dell'impianto, nonché per quelle di sicurezza.

4.4.2.7. Mezzi di cantiere

A completamento della descrizione sopra riportata si individuano, in questo paragrafo, i mezzi che saranno utilizzati per la realizzazione della centrale, nonché quelli adibiti al trasporto di materiali e residui. La trattazione è analoga a quella già svolta per le piazzole di perforazione, che comunque si riporta anche qui, per comodità.

In particolare, per quanto riguarda i mezzi utilizzati per il movimento terra e per la realizzazione delle opere civili, questi saranno quelli tipici di un cantiere edile. Verranno utilizzati escavatori, pale gommate o cingolate, compattatori, ruspe, livellatrici, rulli compattatori, autocarri o dumper, betoniere ecc.

Per il montaggio delle strutture è previsto l'utilizzo di fork lift e di gru. Quest'ultima, in particolare, sarà utilizzata per il montaggio delle coperture e degli aerotermini, nonché per la movimentazione di componenti impiantistiche di grandi dimensioni, che richiedano un posizionamento iniziale dall'alto.

Tutti questi mezzi opereranno per 8 ore giornaliere e per 6 giorni a settimana.

Per quanto riguarda invece i trasporti, si prevede la seguente situazione:

- Per i materiali da costruzione: circa 6-8 viaggi/giorno, per circa 20 gg, con un picco giornaliero previsto di circa 10-12 viaggi;
- Per i componenti dell'impianto: da 2 a 6 viaggi/giorno, per circa 40 gg;
- Per il conferimento a discarica/recupero delle terre da scavo: circa 12 viaggi/giorno per circa 3 mesi.

Nella stima che precede si sono assunti per tutti i mezzi di trasporto, come già in precedenza, larghezze massime pari a 2,40 m, con un carico massimo per asse pari a 12 t.

I dati relativi ai trasporti sopra indicati, unitamente a quelle dei transiti associati alle altre fasi di lavoro sono riepilogati nella Tabella 4-10 che segue.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		117 / 133
	Data 15/01/2015		

Descrizione		Q.tà totale materiali		Durata periodi interessati		Numero viaggi	
Attività	Trasporti	(mc)	(t)	Attività (gg solari)	Trasporti (gg effettivi)	media /gg	totali
Preparazione area Scarfoglio 1	Conferimento a discarica/ recupero delle terre da scavo	7.033		25	21	42	879
Realizzazione piazzola perforazione (riferimento a singola installazione da 3.500 mq)	Trasporto nel sito del materiale di preparazione massicciata (sabbia)	1.400		10	8	22	175
	Trasporto nel sito del materiale per il c.a. delle solette	204		5	4	8	25
	Trasposto nel sito dei materiali da costruzione (teli, recinzioni, ecc.)	100		5	4	4	13
	Trasporto nel sito delle parti dell'impianto di perforazione, oltre che di vasche, baracche, ecc.		700	15	10	4	58
Realizzazione centrale	Trasporto nel sito dei materiali per l'asfaltatura piazzali	200		5	4	8	25
	Trasporto nel sito del materiale per il c.a. delle fondazioni	250		10	8	4	31
	Trasporto nel sito dei materiali di costruzione della struttura (travi e pilastri acciaio, ecc.)		250	5	4	6	21
	Trasporto nel sito dei materiali di rivestimento e copertura dell'edificio	345		10	8	6	43
	Trasporto nel sito degli aerotermi		1.104	20	16	6	92
	Trasporto nel sito delle parti di impianto		354	20	15	2	30
	Conferimento materiale da scavo fondazioni a discarica/ recupero	6.284		90	66	12	787
Perforazione	Trasporto cuttings a smaltimento	112		25	7	2	14
	Approvvigionamento idrico	252		25	16	2	32

Tabella 4-10 Riepilogo trasporti materiali progetto Scarfoglio

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		118 / 133
Data 15/01/2015			

4.4.3. Fluidodotti

La costruzione delle reti di trasporto dei fluidi geotermici segue modalità e tecniche ormai collaudate e consolidate. La tecnica viene inoltre continuamente affinata, con l'obiettivo di aumentare la sicurezza e ottenere la minore interazione ambientale possibile.

Le opere saranno realizzate attraverso le seguenti fasi:

- realizzazione della pista
- scavo della trincea (ovvero, realizzazione dei basamenti, se fuori terra)
- trasporto, posa e saldatura
- copertura trincea (se interrato)
- messa in esercizio.

4.4.3.1. Realizzazione della pista

Al fine di consentire le operazioni di scavo e posa della condotta (ovvero, quelle di montaggio fuori terra) è necessario predisporre, lungo il tracciato della stessa, uno spazio dedicato alle operazioni dei mezzi di lavoro, con i quali si procederà allo scavo della trincea, alla posa della condotta, alla sua saldatura, coibentazione e finitura, e infine alla ricopertura della trincea stessa. Ovvero, si provvederà alla gettata dei plinti di fondazione dei sostegni, nonché al montaggio degli stessi e delle condotte.

La pista di lavoro avrà una larghezza media di 4 m. La sua realizzazione sarà in genere abbastanza agevole per gran parte della lunghezza dei tracciati. Alcune cautele sono invece previste per il passaggio della condotta FP2 dal terrazzamento al di sopra dell'area dell'attuale eliporto (dove la condotta è fuori terra) al versante opposto, da realizzarsi con "aggiramento" della sporgenza naturale e del vallone successivo v. Figura 4-15. Per realizzare tale passaggio sarà necessario procedere con una incisione di circa 6 m del versante per una lunghezza di circa 40 m e un passaggio che, al termine delle operazioni, dovrà essere ripristinata con il materiale depositato sul terrazzamento di provenienza e/o con materiale di riporto idoneo per gli scopi di pieno recupero del versante. Il successivo tratto, in pendenza verso la centrale, non pone particolari problemi.

Per quanto riguarda la condotta FP3, il tracciato presenta un profilo altimetrico privo di asperità, ma nella zona iniziale è previsto l'attraversamento, oltre che della stessa strada che conduce al sito dell'area pozzi, una ulteriore strada posta ad una quota circa 5-6 m più elevata e, soprattutto, un'area destinata a campi sportivi, per una lunghezza totale di circa 140 m. Al momento il progetto prevede la realizzazione in microtunnel ma, ove successivi contatti con la proprietà lo rendano possibile, si potrà anche procedere con attraversamento diretto dell'area.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	119 / 133
	Data 15/01/2015		

4.4.3.2. Scavo della trincea

I lavori di scavo procederanno di pari passo con quelli di preparazione della pista. La sezione di scavo è quella già vista in Figura 4-14 e comporterà quindi l'asportazione di materiale in quantità pari a circa 3 m³ per ogni metro lineare di avanzamento. Tale operazione non comporterà particolari difficoltà.

Il quantitativo di terra scavata sarà, in linea teorica, pari a circa 1.758 m³ per la condotta FP2 e circa 1.640 m³ per FP3 (che, si ricorda, non presenta tratti fuori terra).

Considerato quindi il tratto previsto fuori terra, nonché i tratti in cui non è previsto il recupero (parziale) del materiale scavato per il rinterro e considerando infine una quota di recupero, dove possibile, pari a circa i 2/3, la situazione finale delle terre da scavo è la seguente:

Descrizione	Quantità (mc)	Quantità (mc)
Scavi trincea per condotta FP2	1.161	
Scavi trincea per condotta FP3	1.641	
Rinterro parziale trincea condotta FP2 (terreno scavato)		390
Rinterro parziale trincea condotta FP3 (terreno scavato)		488
TOTALI PARZIALI	2.802	878
TOTALE A DISCARICA	1.924	

Tabella 4-11 Bilancio terre da scavo per la realizzazione delle condotte

Descrizione	Quantità (mc)
Riempimento scavo per condotta FP2 (sabbia)	289
Riempimento scavo per condotta FP3 (sabbia)	410
Completamenti rinterri per condotta FP2	424
Completamenti rinterri per condotta FP3	661
TOTALE	1.784

Tabella 4-12 Apporto di materiali dall'esterno per la realizzazione delle condotte

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	120 / 133
Data 15/01/2015			

4.4.3.3. Trasporto, posa e saldatura

L'attività consisterà nel trasporto dei tubi dalle piazzole di stoccaggio e nel loro posizionamento all'interno della trincea, in posizione sopraelevata e testa a testa, per consentire l'accesso per la saldatura e poi calare i tubi progressivamente, a partire dalle sezioni precedenti.

4.4.3.4. Mezzi di cantiere

In particolare, per quanto riguarda i mezzi utilizzati per il movimento terra e per la realizzazione delle opere civili, questi saranno quelli tipici di un cantiere edile. Verranno utilizzati escavatori, pale gommate o cingolate, compattatori, ruspe, livellatrici, rulli compattatori, autocarri o dumper, betoniere ecc.

Per quanto riguarda i viaggi necessari per il trasporto dei materiali di riporto esterni e per l'allontanamento del materiale di risulta va detto che è prevista la creazione di due aree buffer, la prima (per la condotta FP2) in corrispondenza del terrazzamento sopra l'area dell'eliporto, la seconda (per la condotta FP3) nell'Area 10), circa a metà della lunghezza del fluidodotto. In tali aree verranno depositati i materiali suddetti (oltre che le terre accantonate per la realizzazione della pista di cantiere), per consentire l'utilizzo/ l'allontanamento secondo un programma temporale definito. Considerando quindi che l'avanzamento previsto per la posa sarà pari, in media, a circa 35 ml/giorno e, tenuto conto dei tempi necessari per realizzare la pista e la trincea (in media, 40 giorni per ciascun fluidodotto), si può prevedere un flusso massimo di circa 12 viaggi/giorno (in arrivo) e di 6-8 viaggi/giorno (in uscita), che però non saranno contemporanei.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		121 / 133
	Data 15/01/2015		

4.5. Ripristino territoriale

Il programma di ripristino territoriale verrà attuato al termine della concessione di coltivazione successiva alla fase di sperimentazione, nel caso di successo di quest'ultima. Questa fase comprenderà:

- La chiusura mineraria dei pozzi, eseguita secondo procedure analoghe a quelle descritte nel par.4.3.1.4 e sotto il controllo dell'autorità mineraria;
- La dismissione delle Aree pozzi, ad eccezione di quanto residuante dalla chiusura dei pozzi stessi, con ripristino del sito allo stato originario (si osserva, peraltro, che l'estrema esiguità delle dimensioni delle aree pozzi SCARFOGLIO 2 e SCARFOGLIO 3, ubicate all'esterno dell'area di centrale e di superficie pari a soli 36 m² ciascuna) rendono il ripristino pianificabile con facilità anche al momento della sua attuazione, anche in relazione all'uso che si determinerà a tale data per le aree circostanti. Per quanto riguarda invece l'Area pozzi SCARFOGLIO 1, questa seguirà il destino dell'area di centrale (v.p.to successivo);
- per quanto riguarda l'area di centrale, trattandosi di superficie inserita in un contesto commerciale/industriale, ed essendo oggi destinata ad uso "atipico" (eliporto), non sembra plausibile una eventuale indicazione, ad oggi, del suo destino finale, che deriverà necessariamente da un confronto con gli enti e con eventuali soggetti privati interessati, oltre che, ovviamente, dalla destinazione d'uso complessiva dell'attuale area commerciale/industriale che si determinerà a tale data. In generale è comunque prevista la demolizione dell'edificio della centrale, con bonifica e rimozione di tutti gli impianti, che potranno essere recuperati in parte per utilizzi analoghi (ad es., le turbine, che hanno una vita media molto elevata) e in parte come materiale da costruzione o altri usi. Analogamente per le strutture dell'edificio, che già oggi sono state individuate in funzione di un loro futuro recupero quasi integrale (tali temi saranno comunque meglio sviluppati in fase di progettazione esecutiva). Infine, anche le fondazioni saranno rimosse (salvo diverse intese) e sarà ripristinato il piazzale, in attesa di eventuali indicazioni al riguardo. In quanto a possibili fenomeni di contaminazione, si segnala che, dato il tipo di attività, e comunque i criteri di progettazione, non si prevedono situazioni di specifica rilevanza che possano rendere necessari, in fase di dismissione, eventuali interventi di bonifica dei suoli.
- Infine, per quanto riguarda le condotte, queste saranno smontate e anch'esse avviate a recupero, per quanto possibile. Verranno poi demoliti i sostegni e i plinti per il montaggio fuori terra, con ripristino locale della situazione ante operam. Per quanto riguarda le piste di lavoro, si è già detto che esse saranno in parte ripristinate allo stato attuale subito dopo la posa, lasciando soltanto una viabilità minima per la necessaria manutenzione delle condotte in fase di esercizio. Alla dismissione anche questa viabilità sarà recuperata allo stato originario.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	122 / 133
Data 15/01/2015			

4.6. Monitoraggi e PMA

Si è già visto che le caratteristiche del progetto "Scarfoglio" sono intrinsecamente tali da far escludere alterazioni della qualità dell'aria e delle acque superficiali e profonde. Ciò implica che, anche nel quadro dei recenti "Indirizzi metodologici generali" delle Linee Guida prodotte dal MATTM per il PMA (Progetto di Monitoraggio Ambientale) delle opere soggette a VIA (16/6/2014), non si ritiene sussistano gli estremi per prevedere un monitoraggio di tali matrici ambientali, né in fase di cantiere né in fase di esercizio (ad eccezione, ovviamente, dei controlli, di cui si è già detto, previsti in fase di perforazione per eventuali venute in superficie di gas e/o perdite di circolazione dei fanghi).

Per quanto riguarda il rumore, si prevede, sulla base dei già citati indirizzi metodologici, nonché dello specifico Cap.6.5 del 30/12/2014 delle medesime Linee Guida, uno schema di monitoraggio esteso alla fase CO (Corso d'opera) e alla fase PO (Post operam). In particolare, per quanto riguarda la prima, e data la sostanziale uniformità delle attività di perforazione dal punto di vista degli effetti prodotti sul clima acustico, si prevede, in corrispondenza di ciascuna piazzola, l'effettuazione di misure diurne e notturne con periodo indicativamente pari a circa 15 giorni, da attivarsi entro 3-5 giorni dall'avvio delle attività stesse. Ciò consentirà di valutare sin dall'inizio delle perforazioni l'effettiva situazione presso i ricettori e la rispondenza di essa a quanto simulato in fase di progettazione, nonché di attuare, sin dalle prime fasi, eventuali interventi correttivi. La frequenza delle misure sarà comunque da definire in dettaglio sulla base degli esiti dei primi rilevamenti, tenuto anche conto dell'estrema limitatezza della durata dei tempi della perforazione di ciascun pozzo.

In fase PO, invece, il monitoraggio riguarderà esclusivamente le aree limitrofe a quelle di centrale, dato che l'esercizio dei pozzi non comporta alcuna emissione sonora significativa. Allo scopo si prevederà una prima campagna di misura fino ad una distanza di circa 500 m dall'impianto per valutare la rispondenza delle simulazioni preventive con l'effettivo clima acustico. Successivamente, su tale base, si identificheranno i ricettori sensibili eventualmente interessati da impatti significativi e su di essi verrà avviato un monitoraggio su base periodica, indicativamente annuale (tutte le scelte dipenderanno comunque dall'esito delle prime misure), con eventuale attuazione di interventi correttivi, in caso di situazioni critiche, o comunque di superamenti non previsti dei limiti di legge.

Per quanto riguarda il monitoraggio relativo agli effetti delle attività nel sottosuolo (perforazioni ed esercizio dei pozzi), i temi di maggiore rilevanza, ancorché soprattutto teorica, sono i possibili fenomeni indotti di:

- subsidenza
- microsismicità

In merito ad entrambi questi effetti va preliminarmente ricordato – come meglio descritto più sopra, e, soprattutto, nello studio di AMRA/INGV, oltre che nel Quadro Ambientale – che

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		123 / 133
	Data 15/01/2015		

la dimensione degli interventi, e quindi la ridotta consistenza delle azioni di progetto, costituiscono già in sé un primo elemento fortemente rappresentativo della limitatezza degli impatti prodotti, e quindi anche delle caratteristiche dei relativi monitoraggi. In aggiunta, poi, ciascuno dei temi sopra indicati presenta alcune peculiarità che ne riducono ulteriormente la rilevanza, e in particolare:

- per quanto riguarda fenomeni di potenziale subsidenza dei suoli, si ricorda, tra tutti, che la totale reiniezione dei fluidi nel sottosuolo, nonché l'ubicazione della reiniezione stessa a distanze non eccessivamente rilevanti dalle zone di prelievo del fluido geotermico e ad analoga profondità, consentono di operare sulle medesime formazioni profonde, e con completo reintegro del fluido estratto. Pertanto, nessun fenomeno significativo di subsidenza appare ragionevolmente probabile;
- per quanto riguarda la microsismicità, lo studio di AMRA/INGV, oltre a confermare che, sia sul piano teorico che sulla base di riscontri in casi applicativi concreti, l'entità di tale fenomeno per un progetto delle caratteristiche di quello qui esposto è di fatto trascurabile, sia in fase di reiniezione che di produzione⁽²⁾, evidenzia, come già visto, che le condizioni geologiche e tettoniche del sito e le variazioni di pressione che si ottengono dalle simulazioni rendono estremamente improbabile l'insorgere di fenomeni sismici indotti di magnitudo significativa, e comunque maggiore di quella strumentale.

Nonostante quanto sopra, per ciascuno dei fenomeni in questione è prevista comunque una attività specifica e permanente di monitoraggio, per consentire di tenere sotto costante controllo gli effetti delle attività dei pozzi e quindi anche intervenire tempestivamente nell'eventualità (peraltro, assai remota) di situazioni di possibile attenzione o criticità. In particolare:

- per quanto riguarda la subsidenza sarà installata una rete di capisaldi finalizzati a misure verticali di precisione del terreno (0,2-0,3 mm/km);
- per quanto riguarda la sismicità, sarà installata una rete di sismografi a registrazione in continuo e controllo in remoto, posti in aree sensibili. In questo modo, anche attraverso l'interazione con le reti esistenti e la collaborazione con gli esperti dell'Osservatorio Vesuviano, si andranno a rilevare e valutare anche interferenze minime, ove presenti.

I dati rilevati, nonché l'esito delle relative valutazioni, saranno resi disponibili agli Enti di controllo e, da queste, ai cittadini, nel rispetto di criteri di massima trasparenza e collaborazione.

⁽²⁾ Si ricorda anche che, come chiaramente evidenziato anche nella già citata relazione AMRA/INGV, il progetto "Scarfoglio" non prevede alcuna tecnica di fratturazione delle rocce in fase di produzione e che, del resto, tali tecniche sono espressamente vietate dalle norme vigenti

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	124 / 133
	Data 15/01/2015		

In entrambi i casi le reti di monitoraggio saranno installate e avviate sin dalla fase precedente alla realizzazione dell'opera, allo scopo di acquisire i dati relativi al "fondo" naturale dell'area, indispensabile per qualunque confronto in fase di esercizio dei pozzi.

Per quanto riguarda, invece, la progettazione di dettaglio delle reti, questa sarà sviluppata tenendo presenti il più possibile i criteri e le indicazioni contenuti nello studio *"Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche"*, prodotto il 24/11/2014 dal Gruppo di Lavoro istituito presso il MiSE (CIRM) *"al fine di mantenere al più alto livello delle conoscenze gli standard di sicurezza per attività in zone sismicamente attive e in aree dove tali attività possono produrre deformazioni del suolo"*. Infatti, come indicato in tale documento, *"la commissione ICHESE (International Commission on Hydrocarbon Exploration and Seismicity in the Emilia Region) ha evidenziato l'opportunità che le attività di coltivazione di idrocarburi e di produzione di energia geotermica, sia in atto sia di nuova programmazione, siano costantemente monitorate tramite reti ad alta tecnologia, finalizzate a seguire l'evoluzione nello spazio e nel tempo dell'attività microsismica, delle deformazioni del suolo e della pressione di poro. La commissione ha indicato che queste reti dovranno essere messe in funzione prima dell'avvio di nuove attività, al fine di poter verificare e misurare la sismicità naturale di fondo e l'andamento delle deformazioni del suolo in condizioni "non perturbate". La stessa commissione ha inoltre auspicato il miglioramento delle basi informative di dati riguardanti i fenomeni monitorati."*

Relativamente al documento in questione si deve in realtà precisare come esso si rivolga essenzialmente alle attività di coltivazione di idrocarburi e stoccaggio sotterraneo di gas naturale, e comunque a progetti di dimensione assai più rilevante di quelle del progetto "Scarfoglio". Tuttavia, lo stesso MiSE auspica che i criteri in esso espressi si potranno applicare *"attraverso opportuni adattamenti, anche a tutte le attività antropiche che interessano grandi bacini artificiali, attività geotermiche, stoccaggio sotterraneo di CO₂, estrazioni minerarie e più in generale attività di sottosuolo"*.

Per questo motivo, come si può facilmente riscontrare da quanto detto sopra, l'impostazione per il monitoraggio delle attività nel sottosuolo del Progetto "Scarfoglio" è stata adottata in modo da risultare perfettamente in linea, sin dai criteri di natura generale, con l'impostazione del documento del MiSE (il quale, a sua volta, tiene conto anche delle prescrizioni di monitoraggio per la VIA emanate dal MATTM nel 2013). Tuttavia, si è ritenuto che ai fini di una ancor più efficace azione di monitoraggio, risulti opportuno/necessario attendere gli esiti della prima sperimentazione su casi pilota relativi ad attività già in corso, sollecitata dagli stessi esperti del Gruppo di Lavoro, i quali sottolineano la necessità di rivalutare le conclusioni del documento a distanza dalla loro prima applicazione sperimentale, data la presenza di *"alcuni elementi per i quali vi è una scarsa esperienza operativa"*.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	125 / 133
	Data 15/01/2015		

Per tutti questi motivi, dunque (e pur tenendo sempre presenti le differenze comunque esistenti tra i contesti applicativi di riferimento per il progetto, da un lato, e per le linee guida, dall'altro), la definizione progettuale di dettaglio delle due reti di monitoraggio sopra indicate sarà sviluppata in fase esecutiva. Ciò, anche per tener conto di eventuali variazioni del progetto che dovessero intervenire a seguito delle procedure di VIA e di autorizzazione dell'impianto.

Si sottolinea, infine, che sono previsti sin d'ora ulteriori affinamenti anche a seguito delle prime perforazioni e prove di produzione, e che tutte queste attività, unitamente a quelle di analisi dei dati delle sperimentazioni delle Linee Guida del MiSE (le quali, è opportuno evidenziarlo, sono state redatte con il contributo diretto, all'interno del Gruppo di Lavoro, dei massimi esperti di AMRA e INGV, che hanno collaborato anche allo studio del progetto "Scarfoglio").

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		126 / 133
	Data 15/01/2015		

5. FATTORI DI IMPATTO DEL PROGETTO

5.1. Identificazione delle azioni di progetto

Sulla scorta dell'impianto metodologico descritto nel documento "Inquadramento generale e approccio metodologico", il primo passo necessario per consentire le successive analisi ambientali del progetto sin qui descritto consiste nell'individuazione delle "azioni di progetto" potenzialmente significative ai fini di dette analisi.

Nella tabella che segue si riporta perciò un riepilogo di tali azioni che a questo stadio, si ricorda, sono una mera elencazione di attività e situazioni potenzialmente in grado di determinare impatti ambientali nello specifico contesto considerato. Si ricorda inoltre che le azioni di progetto possono in generale attribuirsi a tra diverse dimensioni di analisi: quella "costruttiva" (azioni legate alla fase di realizzazione dell'opera, tipicamente quelle associate alla fase di cantiere), quella "fisica" (azioni connesse alla esistenza stessa dell'opera, come ad esempio la presenza di manufatti che possono incidere sul paesaggio o su fenomeni come la ricarica della falda) e quella "funzionale" (azioni connesse all'esercizio dell'opera).

Dimensione di analisi	Azioni di progetto	
Opera come realizzazione (dimensione "costruttiva")	AC.01	Scotico
	AC.02	Scavo di sbancamento
	AC.03	Formazione rilevati e rinterri
	AC.04	Montaggio impianto di perforazione
	AC.05	Realizzazione pozzo
	AC.06	Esecuzione parti strutturali gettate in opera
	AC.07	Esecuzione parti strutturali/di finitura in elementi prefabbricati
	AC.08	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso
	AC.09	Approvvigionamento materiali costruttivi ed allontanamento di quelli di scarto
Opera come manufatto (dimensione "fisica")	AM.01	Presenza di nuove aree pavimentate
	AM.02	Presenza di nuovi manufatti
Opera come esercizio (dimensione "funzionale")	AE.01	Captazione dal sottosuolo di fluido geotermico
	AE.02	Funzionamento impianto di generazione di energia elettrica
	AE.03	Funzionamento aerotermi

Tabella 5-1 Quadro sinottico delle azioni di progetto

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	127 / 133
	Data 15/01/2015		

5.2. Azioni di progetto e impatti potenziali: nessi causali teorici

Il secondo passo della fase propedeutica alle analisi proprie del Quadro Ambientale consiste nell'identificare i potenziali "fattori di impatto" associabili alle azioni di progetto della tabella precedente e, con essi, gli "impatti potenziali" che ne possono discendere.

Tenuto conto della descrizione del progetto contenuta nel presente documento e nel Progetto definitivo è possibile individuare, con riferimento a ciascuna delle tre dimensioni di analisi sopra indicate, una matrice di correlazione che lega, appunto, le azioni di progetto ai fattori di impatto, e di qui agli impatti potenziali. Tali matrici sono riportate nella successiva Tabella 5-2, Tabella 5-3 e Tabella 5-4.

Ai fini della corretta interpretazione di quanto riportato in tali matrici, si evidenzia che esse non contengono una valutazione in merito alla rilevanza delle diverse azioni, fattori e impatti in esse contenuti, ma solo una elencazione e una correlazione di tutte quelle che, in linea teorica, possono ritenersi presenti nel progetto "Scarfoglio". L'effettiva entità e rilevanza di tali elementi ai fini della valutazione degli impatti sull'ambiente fa parte di una successiva fase, descritta più sotto.

Non ci si sofferma, in questa sede, sul significato degli acronimi utilizzati in tabella per le componenti ambientali, il cui significato appare ovvio ed immediato, e comunque è stato già illustrato nel documento introduttivo del SIA.

5.2.1. Impatti potenziali in fase di realizzazione ("dimensione costruttiva")

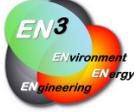
Azioni di progetto		Fattori di impatto	Comp. amb.	Impatti potenziali	
AC.01	Scotico	Produzione emissioni polverulente	ATM	IC _{ATM} 1	Modifica livelli di polverosità dell'aria
			SAL	IC _{SAL} 1	Modifica condizioni di esposizione per la salute
		Sversamenti accidentali di sostanze inquinanti da mezzi d'opera	IDR	IC _{IDR} 1	Alterazione qualità delle acque sotterranee
		Asportazione terreno vegetale	SUO	IC _{SUO} 1	Consumo di suolo
		Asportazione copertura vegetazionale	VEG	IC _{VEG} 1	Sottrazione di fitocenosi
			ECO	IC _{ECO} 1	Sottrazione di habitat
		Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM} 1	Modifica clima acustico
			SAL	IC _{SAL} 2	Modifica condizioni di esposizione per il benessere

Azioni di progetto		Fattori di impatto	Comp. amb.	Impatti potenziali	
AC.02	Scavo di sbancamento	Produzione emissioni polverulente	ATM	IC _{ATM1}	Incremento livelli di polverosità dell'aria
			SAL	IC _{SAL1}	Modifica condizioni di esposizione per la salute
		Sversamenti accidentali di sostanze inquinanti da mezzi d'opera	IDR	IC _{IDR1}	Alterazione qualità delle acque sotterranee
		Innesco di fenomeni gravitativi	SUO	IC _{SUO2}	Incremento del rischio idrogeologico
		Produzione di materiali di risulta	SUO	IC _{SUO3}	Consumo della capacità dei siti di discarica
		Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IC _{SAL2}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere
Danneggiamento beni archeologici	PAE	IC _{PAE1}	Alterazione/perdita beni archeologici		
AC.03	Formazione rilevati e rinterrati	Produzione emissioni polverulente	ATM	IC _{ATM1}	Incremento livelli di polverosità dell'aria
			SAL	IC _{SAL1}	Modifica condizioni di esposizione per la salute
		Sversamenti accidentali di sostanze inquinanti da mezzi d'opera	IDR	IC _{IDR1}	Modifica qualità delle acque sotterranee
		Approvvigionamento inerti	SUO	IC _{SUO4}	Consumo di risorse del sottosuolo
		Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
SAL	IC _{SAL2}		Modifica condizioni di esposizione per il benessere		
AC.04	Montaggio impianto di perforazione	Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IC _{SAL2}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere
AC.05	Realizzazione pozzo	Produzione emissioni inquinanti e polveri	ATM	IC _{ATM2}	Modifica della qualità dell'aria
			SAL	IC _{SAL1}	Modifica condizioni di esposizione per la salute
		Utilizzo di fluido di perforazione additivato con sostanze chimiche	IDR	IC _{IDR1}	Modifica qualità delle acque sotterranee
Messa in comunicazione delle falde	IDR	IC _{IDR1}	Modifica qualità delle acque sotterranee		

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	129 / 133
	Data 15/01/2015		

Azioni di progetto		Fattori di impatto	Comp. amb.	Impatti potenziali	
		Utilizzo di acqua per formazione fluido di perforazione	IDR	IC _{IDR2}	Consumo risorsa idrica
		Produzione di materiali di risulta	SUO	IC _{SUO3}	Consumo della capacità dei siti di discarica
		Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IC _{SAL2}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere
		Presenza impianto di perforazione	PAE	IC _{PAE1}	Intrusione visiva
AC.06	Esecuzione parti strutturali gettate in opera	Sversamenti accidentali di sostanze inquinanti da mezzi d'opera	IDR	IC _{IDR1}	Modifica qualità delle acque sotterranee
		Approvvigionamento inerti per cls	SUO	IC _{SUO4}	Consumo di risorse del sottosuolo
		Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
SAL	IC _{SAL2}		Modifica condizioni di esposizione per il benessere		
AC.07	Esecuzione parti strutturali/di finitura in elementi prefabbricati	Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IC _{SAL2}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere
AC.08	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso	Sversamenti accidentali di sostanze inquinanti da mezzi d'opera	IDR	IC _{IDR1}	Alterazione qualità delle acque sotterranee
		Approvvigionamento inerti per clb	SUO	IC _{SUO4}	Consumo di risorse del sottosuolo
		Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IC _{SAL2}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere
AC.09	Approvvigionamento materiali costruttivi ed allontanamento di quelli di scarto	Produzione emissioni inquinanti e polveri	ATM	IC _{ATM2}	Modifica della qualità dell'aria
			SAL	IC _{SAL1}	Modifica condizioni di esposizione per la salute
		Produzione emissioni acustiche	RUM	IC _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IC _{SAL2}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere

Tabella 5-2 Dimensione Costruttiva: Matrice teorica di correlazione Azioni – Impatti

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	130 / 133
Data 15/01/2015			

5.2.2. Impatti potenziali legati all'esistenza dell'opera ("dimensione fisica")

Azioni di progetto		Fattori d'impatto	Comp. amb.	Impatti potenziali	
AM.01	Presenza di nuove aree pavimentate	Impermeabilizzazione del suolo	IDR	IM _{IDR1}	Diminuzione apporto in falda
		Occupazione di suolo	VEG	IM _{VEG1}	Riduzione di dotazione vegetazionale
		Introduzione di barriere ecologiche	ECO	IM _{ECO1}	Alterazione continuità ecosistemica
AM.02	Presenza di nuovi manufatti edilizi	Impermeabilizzazione del suolo	IDR	IM _{IDR1}	Diminuzione apporto in falda
		Riduzione aree inondabili	IDR	IM _{IDR2}	Incremento del rischio idraulico
		Occupazione di suolo	VEG	IM _{VEG1}	Riduzione di fitocenosi
		Modifica dello skyline	PAE	IM _{PAE1}	Alterazione delle condizioni percettive
PAE	IM _{PAE2}		Alterazione del paesaggio percettivo		

Tabella 5-3 Dimensione Fisica: Matrice teorica di correlazione Azioni – Impatti

5.2.3. Impatti potenziali legati all'esercizio dell'opera ("dimensione funzionale")

Azioni di progetto		Fattori d'impatto	Comp. amb.	Impatti potenziali	
AE.01	Captazione dal sottosuolo di fluido geotermico	Consumo risorse idriche	IDR	IE _{IDR1}	Depauperamento risorse idrotermali
		Reiniezione del fluido geotermico	SUO	IE _{SUO1}	Induzione di microsismicità
		Produzione emissioni inquinanti	RUM	IE _{RUM1}	Modifica clima acustico
SAL	IE _{SAL1}		Modifica condizioni di esposizione per il benessere		
AE.02	Funzionamento impianto di generazione di energia elettrica	Produzione emissioni acustiche	RUM	IE _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IE _{SAL1}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere
AE.03	Funzionamento aerotermi	Produzione emissioni acustiche	RUM	IE _{RUM1}	Modifica clima acustico
			SAL	IE _{SAL2}	Modifica condizioni di esposizione per il benessere

Tabella 5-4 Dimensione Funzionale: Matrice teorica di correlazione Azioni – Impatti

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	131 / 133
	Data 15/01/2015		

5.3. Azioni di progetto e impatti potenziali: esclusioni

Il terzo e ultimo passo della fase propedeutica alle analisi proprie del Quadro Ambientale consiste nell'identificare, nell'ambito delle matrici di correlazione individuate al paragrafo che precede, tutti i nessi di causalità "azione di progetto → fattori di impatto → impatti potenziali" che, sulla base della loro entità e/o degli accorgimenti adottati in fase di progetto, possono essere ritenuti poco significativi e, come tali, esclusi dalla successiva analisi ambientale. Tali esclusioni sono identificate nei paragrafi che seguono (sempre con riferimento alle tre dimensioni di analisi dell'opera), a chiusura del presente Quadro Progettuale.

5.3.1. Opera come costruzione

Stante quanto esposto in merito all'opera in progetto, e a fronte dei criteri adottati per la selezione delle componenti ambientali, i fattori di impatto e i nessi di causalità Azioni-Impatti che si ritiene possano essere esclusi dalla successiva fase di sviluppo del Quadro ambientale sono i seguenti:

Azioni di progetto		Fattori d'impatto	Comp. amb.	Impatti potenziali	
AC.01	Scotico	Asportazione terreno vegetale	SUO	ICSUO1	Consumo di suolo
AC.03	Formazione rilevati e rinterri	Approvvigionamento inerti	SUO	ICSUO4	Consumo di risorse del sottosuolo
AC.05	Perforazione pozzo	Utilizzo di acqua per formazione fluido di perforazione	IDR	ICIDR2	Consumo risorsa idrica
AC.06	Esecuzione parti strutturali gettate in opera	Approvvigionamento inerti per cls	SUO	ICSUO4	Consumo di risorse del sottosuolo
AC.08	Esecuzione di pavimentazioni in conglomerato bituminoso	Approvvigionamento inerti per clb	SUO	ICSUO4	Consumo di risorse del sottosuolo

Tabella 5-5 Dimensione costruttiva - nessi di causalità non pertinenti e/o non significativi

Le ragioni alla base di dette esclusioni sono le seguenti:

- Per quanto attiene al consumo di suolo (ICSUO1) conseguente all'asportazione di terreno vegetale condotta nelle operazioni di scotico, come precisato in precedenza, detto terreno sarà accantonato ai fini del suo successivo riutilizzo nell'ambito degli interventi di

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		132 / 133
	Data 15/01/2015		

ripristino delle aree di cantiere e di mitigazione previsti. A tale riguardo si ricorda che, come detto, l'accantonamento ed il riutilizzo del terreno vegetale asportato consentono, di fatto, di poter ritenere nullo l'impatto derivante dall'azione di scotico.

- Relativamente al consumo di risorse idriche (IC_{IDR2}) determinato dall'utilizzo dell'acqua come liquido di confezionamento del fluido impiegato per la perforazione dei pozzi di produzione e di reiniezione, il quantitativo necessario alla realizzazione, in media, di ciascun pozzo (250 m³) è di esiguità tale da rendere l'impatto in questione del tutto irrilevante.
- Per quanto attiene al consumo di risorse del sottosuolo (IC_{SUO4}), tale impatto è legato alla macro-attività "Approntamento delle aree di cantiere", con riferimento alla formazione di uno strato di materiale inerte stabilizzato e di misto granulare stabilizzato, oltre che alla realizzazione della soletta in cemento armato per l'installazione dell'impianto di perforazione, nonché a quella delle opere di fondazione dell'edificio dell'impianto geotermoelettrico, con relative pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

In ragione della limitata estensione delle aree di cantiere (aree di perforazione ed area di cantiere dell'impianto geotermoelettrico) e delle caratteristiche costruttive dell'edificio dell'impianto (struttura portante in acciaio), i quantitativi di inerti necessari alla esecuzione di dette opere risultano di fatto modesti. Ne consegue che la copertura dei fabbisogni di materiali inerti potrà essere soddisfatta ricorrendo all'offerta corrente del mercato estrattivo, senza con ciò determinare fenomeni distorsivi rispetto alla dinamica definita dalla pianificazione di settore, che a sua volta tutela l'uso sostenibile di tali risorse. A fronte di ciò si è ritenuto quindi che l'impatto in questione possa essere considerato trascurabile e, come tale, escluso dalla successiva fase di approfondimento.

5.3.2. Opera come manufatto: selezione delle componenti e fattori ambientali

Per quanto concerne la dimensione "Fisica", il confronto tra la Matrice di correlazione Azioni-Impatti costruita in via preliminare e le specifiche scelte e soluzioni adottate in sede progettuale ha evidenziato l'impossibilità di operare qualunque esclusione preventiva.

Ne consegue che la matrice prima documentata (cfr. Tabella 5-3) è stata assunta come definitiva, e come tale posta alla delle analisi documentate nel Quadro ambientale.

	Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"		
	Studio di Impatto Ambientale Quadro di riferimento progettuale		
	Doc.SCA-003-SIA-00-QPT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	133 / 133
Data 15/01/2015			

5.3.3. Opera come esercizio: selezione delle componenti e fattori ambientali

Anche per quanto attiene alla considerazione dell'opera in esercizio (dimensione Funzionale) il raffronto tra la matrice di correlazione definita in fase iniziale e l'analisi di dettaglio delle azioni di progetto e delle scelte progettuali non ha posto in evidenza la presenza di nessi di causalità suscettibili di essere trascurati nella successiva analisi ambientale.

Ne consegue che la matrice riportata alla precedente Tabella 5-4 è stata assunta come definitiva, e come tale posta alla delle analisi documentate nel Quadro ambientale.