

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

## **PROGETTO DEFINITIVO**

**Documento SCA-001-PD-00-RT**

**Relazione generale di progetto**



gennaio 2015



EN3  
ENvironment  
ENergy  
ENgineering srl

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	1 / 99
Data 15/01/2015			

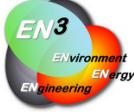
# Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"

## Progetto definitivo

### Relazione generale di progetto

REGIONE : Campania  
 PROVINCIA : Napoli  
 COMUNE : Pozzuoli

SCA-001-PD-00-RT	0.0	15/01/2015	Prima emissione	M.Massarò	
<b>Documento</b>	<b>Rev</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Coordinamento</b>	<b>Approvazione del Cliente</b>

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		2 / 99
Data 15/01/2015			

**Realizzazione del Progetto (\*):**

**EN3 – ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.**

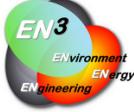
Via Gallia 2 – 00183 ROMA  
 Tel. +39-6-64802925 Fax +39-6-64802925  
 e-mail en3@en3-it.com  
 P. IVA e C.F. 10504591008

**Coordinamento del Progetto:**

Ing. Mario Massaro



(\*) Il progetto dell'impianto geotermoelettrico è di Turboden srl e i layout degli impianti di perforazione sono stati forniti da Geoelectric srl. Gli studi geologici e geotermici sono stati sviluppati da AMRA e INGV-Osservatorio Vesuviano di Napoli

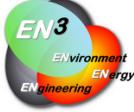
	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvIRONMENT ENergy ENgineering s.r.l.	3 / 99
Data 15/01/2015			

## INDICE

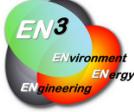
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>1. CARATTERISTICHE DELLA RISORSA GEOTERMICA.....</b>	<b>7</b>
1.1. Inquadramento geotermico dell'area di progetto .....	8
1.1.1. Aree di interesse e perforazioni pregresse .....	9
1.1.2. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area flegrea .....	12
1.1.3. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area di progetto .....	14
1.1.4. Stratigrafia e composizione dei fluidi attese per i pozzi di progetto .....	16
1.2. Potenziale energetico della risorsa geotermica .....	20
1.2.1. Area dei Campi Flegrei .....	20
1.2.2. Area del progetto pilota .....	23
<b>2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>25</b>
2.1. Inquadramento territoriale e layout progettuale .....	25
2.2. Caratteristiche tecniche .....	29
2.2.1. Centrale geotermoelettrica .....	29
2.2.2. Altre componenti impiantistiche .....	39
2.2.3. Edificio di centrale.....	41
2.2.4. Infrastrutture e sottoservizi .....	42
2.2.5. Aree pozzi .....	43
2.2.5.1. Area pozzi SCARFOGLIO 1 .....	45
2.2.5.2. Area pozzi SCARFOGLIO 2 .....	46
2.2.5.3. Area pozzi SCARFOGLIO 3 .....	48
2.2.6. Fluidodotti .....	50

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	4 / 99
Data 15/01/2015			

2.3. Attività di perforazione .....	56
2.3.1. Sintesi delle fasi operative .....	61
2.3.2. Impianto di perforazione .....	62
2.3.3. Fluidi di perforazione .....	66
2.3.4. Casing .....	67
2.3.5. Apparecchiature di sicurezza.....	67
2.3.6. Tecniche di tubaggio e protezione delle falde idriche .....	68
2.4. Funzionamento dell'impianto e attività in fase di sperimentazione .....	69
2.4.1. Prove di produzione .....	70
2.4.1.1. Prove di iniezione .....	70
2.4.1.2. Prove di produzione di breve durata .....	71
2.4.1.3. Prove di produzione di lunga durata.....	71
2.4.1.4. Chiusura mineraria .....	72
2.4.1.5. Completamento del pozzo .....	72
2.4.2. Sperimentazioni sull'impianto geotermoelettrico e sui fluidi di lavoro .....	73
2.5. Attività di cantiere .....	75
2.5.1. Pozzi.....	76
2.5.1.1. Piazzole di perforazione.....	76
2.5.1.2. Preparazione dell'area.....	82
2.5.1.3. Opere civili .....	83
2.5.1.4. Trasporti e montaggi/smontaggi.....	84
2.5.1.5. Interventi sulla viabilità.....	84
2.5.1.6. Mezzi di cantiere .....	85
2.5.2. Centrale geotermoelettrica .....	86
2.5.2.1. Perimetrazione e preparazione del cantiere.....	87

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	5 / 99
Data 15/01/2015			

2.5.2.2.	Lavori di scavo e fondazioni.....	87
2.5.2.3.	Realizzazione dei piazzali .....	88
2.5.2.4.	Realizzazione edificio e montaggio aerotermi.....	88
2.5.2.5.	Trasporto e montaggio impianti .....	88
2.5.2.6.	Trasporto e montaggio impianti .....	88
2.5.2.7.	Mezzi di cantiere .....	89
2.5.3.	Fluidodotti.....	91
2.5.3.1.	Realizzazione della pista.....	91
2.5.3.2.	Scavo della trincea .....	92
2.5.3.3.	Trasporto, posa e saldatura .....	93
2.5.3.4.	Mezzi di cantiere .....	93
<b>3.</b>	<b>RIPRISTINO TERRITORIALE.....</b>	<b>94</b>
<b>4.</b>	<b>AZIONI DI MONITORAGGIO E PMA .....</b>	<b>95</b>
<b>5.</b>	<b>CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....</b>	<b>99</b>
<b>6.</b>	<b>COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E COSTI .....</b>	<b>99</b>

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		6 / 99
	Data 15/01/2015		

## INTRODUZIONE

La società Goelectric S.r.l. ha avviato, ai sensi del D.Lgs 11 febbraio 2010, n.22 e s.m.i., il progetto "Scarfoglio", finalizzato allo sviluppo di nuove modalità di sfruttamento dell'energia da fonte geotermica.

In particolare, il progetto consiste, così come previsto dalla normativa sopra citata, nella realizzazione di un "impianto pilota" a ciclo binario per la produzione di energia elettrica da fluidi geotermici a media entalpia, caratterizzato da:

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

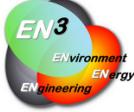
La potenza nominale netta dell'impianto è prevista pari a circa 5 MWe, che costituisce il limite massimo prescritto dalla norma sopra citata per l'immissione in rete di energia elettrica per singolo impianto pilota, unitamente al vincolo di un massimo di energia producibile annua, pari a 40.000 MWh (equivalenti, ad esempio, a 8.000 ore alla potenza massima).

L'attività di sviluppo del progetto prevede, in linea con le norme e le disposizioni in materia, una durata complessiva di quattro anni, prorogabili di altri due, durante i quali è prevista una attività di sperimentazione e ottimizzazione delle componenti del progetto, anche in relazione alle caratteristiche del serbatoio geotermico.

In tale ambito, e ai sensi della norma suindicata, in data 17/7/2012 Goelectric ha richiesto al Ministero dello sviluppo economico (MiSE - Dipartimento per l'Energia - Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche - Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi e le georisorse) il Permesso di ricerca di risorse geotermiche denominato "Scarfoglio", finalizzato alla sperimentazione di un impianto pilota relativamente ad un'area ubicata nel Comune di Pozzuoli (NA).

In data 8/5/2014 il MiSE ha comunicato la conclusione con esito favorevole della procedura di pre-valutazione da parte della Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM), consentendo l'avvio della successiva fase di valutazione del progetto presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nell'ambito della normativa vigente in materia di Valutazione di Impatto Ambientale.

Il presente documento costituisce la Relazione generale del Progetto definitivo dell'impianto pilota "Scarfoglio".

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		7 / 99
	Data 15/01/2015		

## 1. CARATTERISTICHE DELLA RISORSA GEOTERMICA

La geotermia in Italia è ad oggi concentrata per la sua totalità in alcune zone della Toscana. Ciò 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.

Peraltro, l'avvento dei progetti di utilizzo di risorse a media entalpia, come quello oggetto del presente documento, ha ampliato in misura significativa lo spettro delle zone geografiche candidate ad ospitare impianti di questa nuova generazione: questi, infatti, consentono di sfruttare risorse geotermiche anche a più bassa temperatura rispetto a quelle "convenzionali" ed inoltre presentano vincoli ambientali molto minori, grazie soprattutto all'assenza completa di emissioni (espressamente sancita anche dalle norme).

Da questo punto di vista la zona dei Campi Flegrei, su cui insiste il progetto "Scarfoglio", costituisce un'area di grande rilevanza, 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. In Figura 1-1 si riporta il perimetro dell'istanza del Permesso di ricerca al cui interno ricade l'area di progetto, unitamente a quello del Permesso denominato "Cuma", anch'esso nella titolarità di Geoelectric.

In particolare, l'area dell'istanza di permesso "Scarfoglio" ha una superficie complessiva di 22,34 km<sup>2</sup> 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.

E' da notare che 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 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.

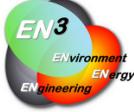


**Figura 1-1 Istanze di Permesso di ricerca pilota nell'area dei Campi Flegrei**

**1.1. 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 a sua volta è 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvIRONMENT ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		9 / 99
	Data 15/01/2015		

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 allo Studio di Impatto Ambientale (SIA), si rimanda per una caratterizzazione dettagliata dell'area dai diversi punti di vista sopra indicati, così come per le valutazioni relative alle potenziali interferenze.

Nel seguito di questo capitolo, che attinge in gran parte dai contenuti del suddetto studio AMRA/INGV, si riprendono invece i soli aspetti connessi alle caratteristiche e alla localizzazione della risorsa, unitamente a quelli relativi alle caratteristiche del sottosuolo, che sono quelli principalmente coinvolti nella definizione del progetto.

### 1.1.1. Aree di interesse e perforazioni pregresse

In generale, è noto che le numerose manifestazioni idrotermali che si osservano nei 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 Solfatarata 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 CO<sub>2</sub>, con altri elementi gassosi in quantità minore.

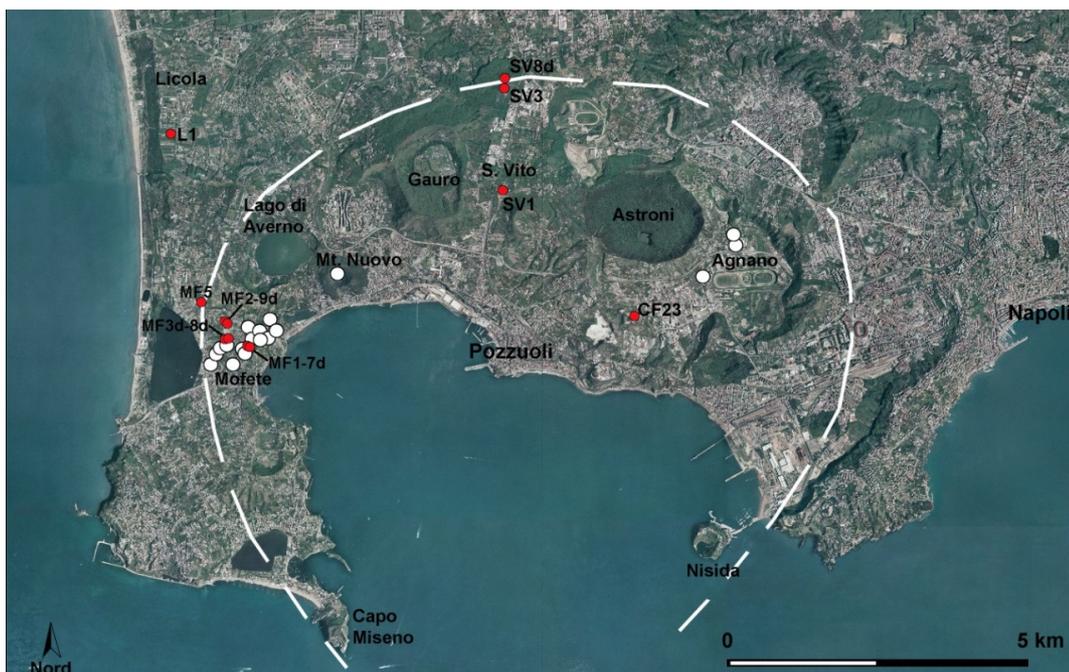
Le aree di maggiore interesse geotermico, nell'ambito della macroarea dei Campi Flegrei, sono quelle indicate in Figura 1-2: Mofete, S.Vito e Agnano. Tali zone sono state oggetto di perforazioni eseguite, a partire dal 1940, dalle società SAFEN, AGIP ed ENEL (v. Figura 1-3), con profondità che hanno raggiunto anche i 3000 metri.

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, che spiega anche la profondità dei pozzi), nonché dell'elevata urbanizzazione delle aree considerate, a tali ricerche non ha fatto seguito una attività di sfruttamento, che oggi è invece diventata possibile grazie, come detto, all'utilizzo della tecnologia del ciclo binario e all'impiego di fluidi geotermici a temperature più basse.

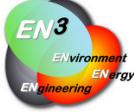
Per quanto riguarda gli esiti delle perforazioni, nell'area calderica flegrea sono stati riconosciuti orizzonti permeabili a diversa profondità, caratterizzati dalla presenza di fluidi idrotermali. In particolare:



**Figura 1-2** Aree di maggiore interesse geotermico nei Campi Flegrei



**Figura 1-3** Pozzi perforati ai Campi flegrei dal 1940 al 1985 (SAFEN-AGIP-ENEL)

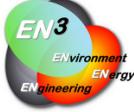
	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	11 / 99
	Data 15/01/2015		

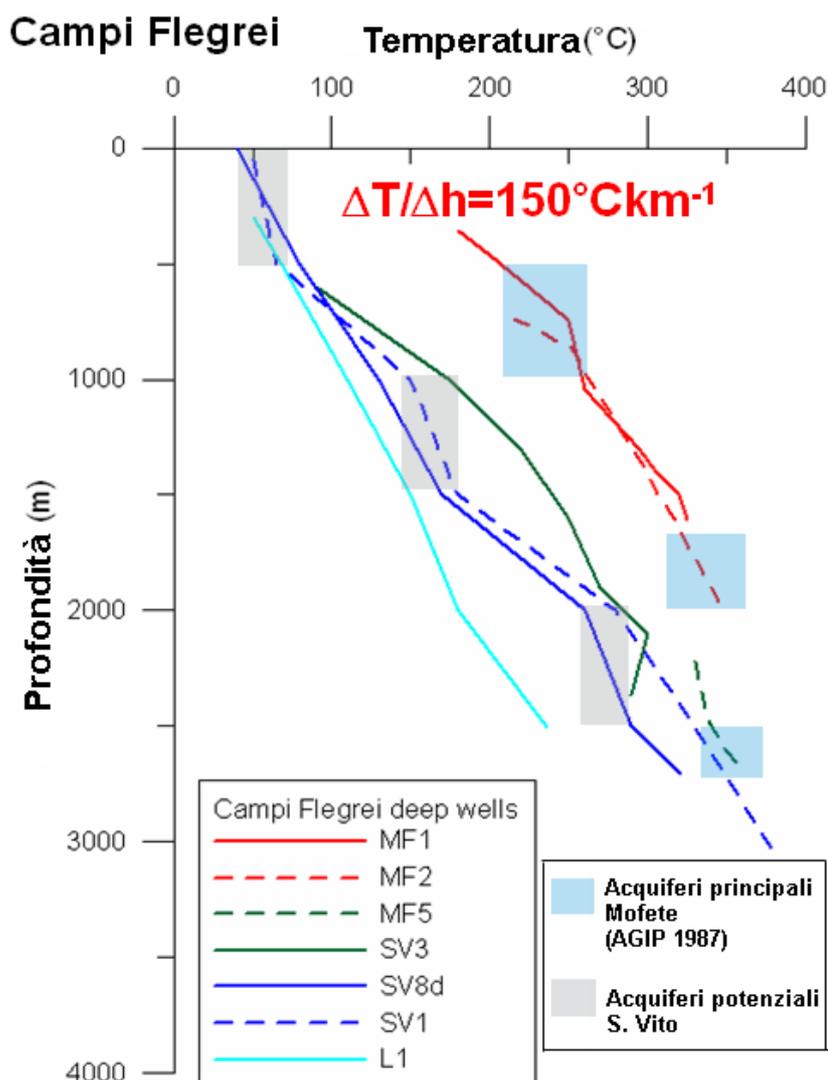
- 1) Nell'area di Mofete un primo importante acquifero è stato individuato alla base del tufo giallo napoletano (TGN) ad una profondità compresa tra 500 e 1000 metri dal p.c., con temperature variabili da 100 a 130°C. La permeabilità del TGN è determinata dalla fratturazione, mentre alla base dell'acquifero 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 m.

Le prove di produzione eseguite sui 7 pozzi profondi (MF1, 2, 3d, 5, 7d, 8d, 9d) perforati da AGIP-ENEL a partire dagli anni '50 fino ad un massimo di 2700 al di sotto del p.c. 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 1-4).

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.

- 2) 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 1-4, in cui sono evidenziati i livelli di falda produttivi e quelli potenziali dedotti dall'andamento delle isoterme).
- 3) Per quanto riguarda infine l'area di Agnano (nell'ambito 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.

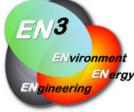
	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	12 / 99
	Data 15/01/2015		



**Figura 1-4 - Temperature misurate nei pozzi profondi dei Campi Flegrei**

### 1.1.2. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area flegrea

Come indicato da AMRA/INGV nello studio allegato al SIA, 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/m<sup>2</sup>. Questa è la sorgente primaria del calore fornito agli strati di roccia sovrastanti.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	13 / 99
	Data 15/01/2015		

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  $10^{-15} \text{ m}^2$ , e di  $10^{-16} \text{ m}^2$  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 ( $375^\circ\text{C}$ ). Oltre i  $400^\circ\text{C}$  circa è atteso un rapido decremento della permeabilità, verso valori inferiori a  $10^{-17} \text{ m}^2$  (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.

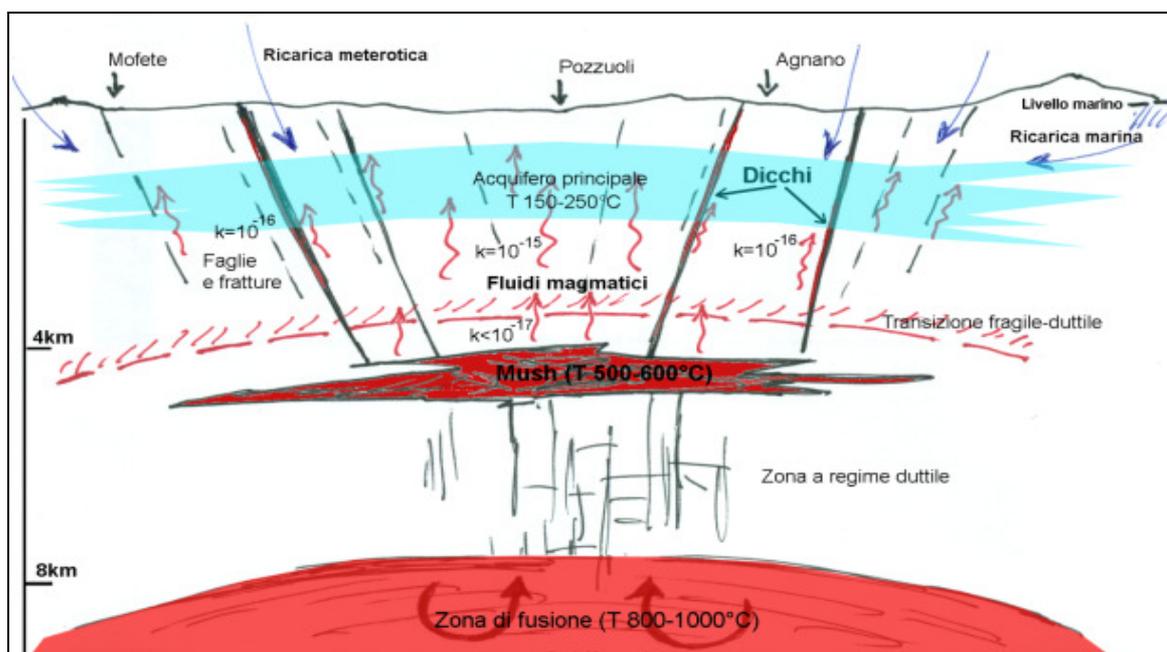
Il sistema geotermale sarebbe quindi caratterizzato da una circolazione di fluidi molto lenta al disotto del livello della transizione fragile-duttile, con regime di trasporto del calore prevalentemente conduttivo. Al contrario, nelle zone più superficiali, tra 0 e 2 km di profondità, i valori di permeabilità, 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  $250^\circ\text{C}$ .

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 man 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 ( $180^\circ\text{C}/\text{Km}$ ) ad est di Baia, S. Vito ( $150^\circ\text{C}/\text{km}$ ), Monte Nuovo ( $140^\circ\text{C}/\text{Km}$ ) e quella di Solfatarata e di Agnano ( $140^\circ\text{C}/\text{Km}$ ).

Uno sketch di massima del sistema geotermale dei Campi Flegrei è riportato in Figura 1-5.



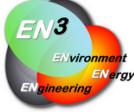
**Figura 1-5 Modello concettuale del serbatoio geotermico dei Campi Flegrei**

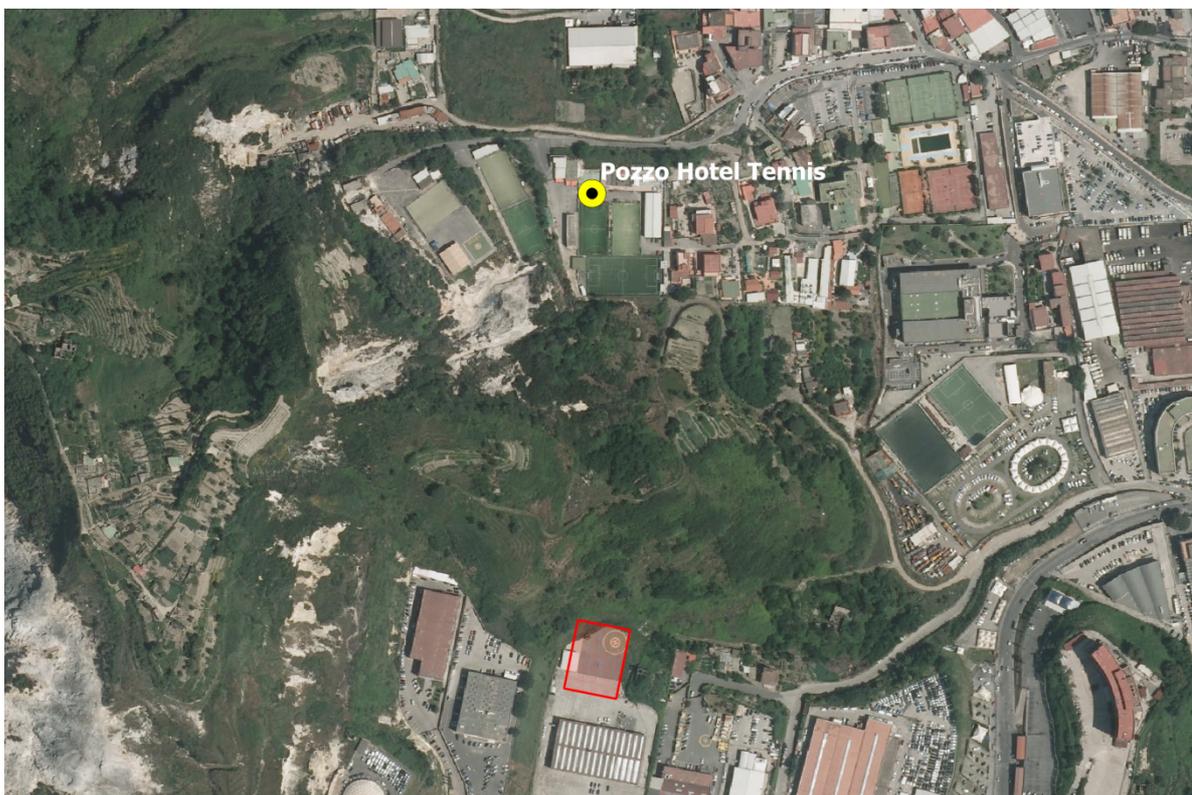
### 1.1.3. Modello concettuale del serbatoio geotermico nell'area di progetto

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 CO<sub>2</sub> pari a 8\*10<sup>-5</sup> mol/m<sup>2</sup> 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	15 / 99
Data 15/01/2015			



**Figura 1-6 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 centrale 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 1-7). 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.

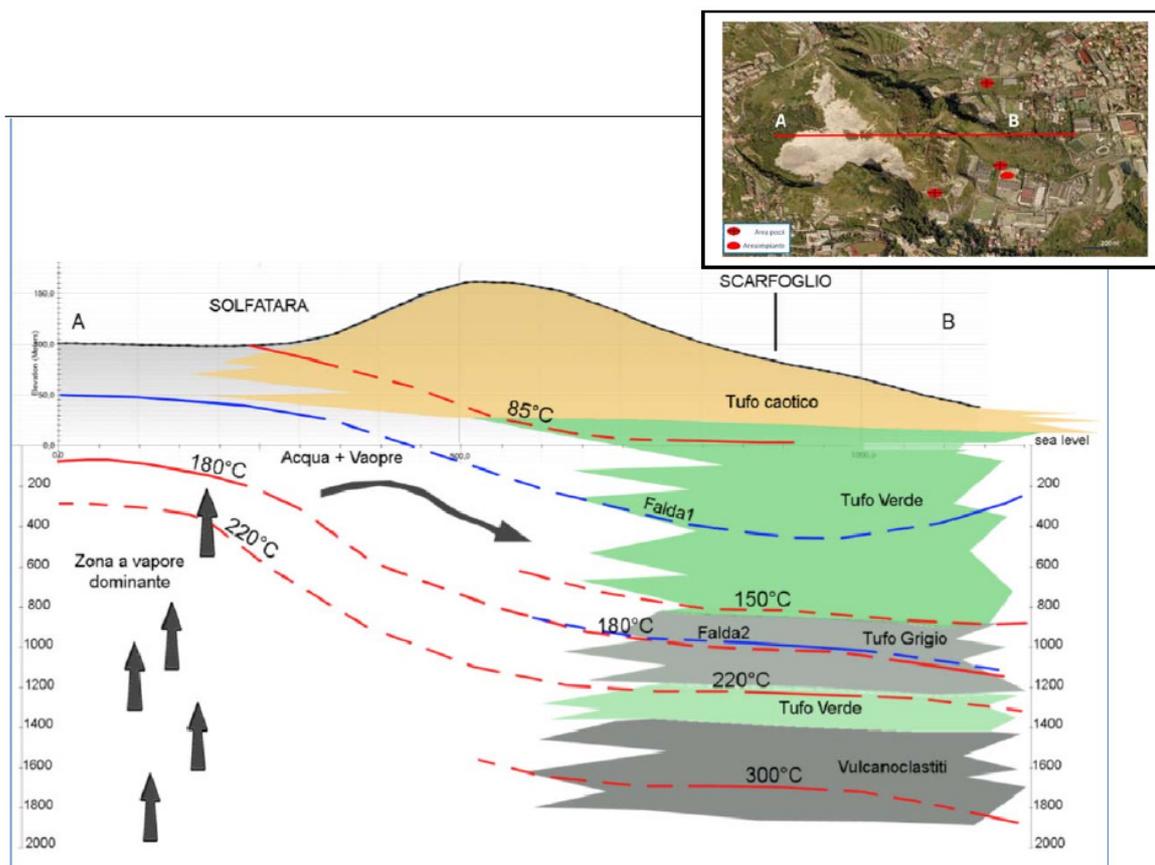


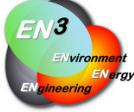
Figura 1-7 Modello puntuale del serbatoio geotermico dell'area del progetto "Scarfoglio"

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.

#### 1.1.4. 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	17 / 99
	Data 15/01/2015		

- 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 1-1):

Ione	Conc. Media (mg/l)	$\sigma$
Na	13280	114
K	1707	66,8
Li	34	0
NH <sub>4</sub>	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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	18 / 99
	Data 15/01/2015		

Ione	Conc. Media (mg/l)	$\sigma$
Br	72	7,8
F	6,1	1,4
SO <sub>4</sub>	52	3,3
HCO <sub>3</sub>	84,2	1
SiO <sub>2</sub>	570	12,3
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	678	30,9
Cu	0,07	-
Pb	0,28	-
Zn	0,07	-
As	16,6	3,1
Hg	<0,0004	-
Cr	0,004	-

**Tabella 1-1 Composizione dei campioni di brine**

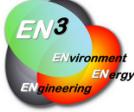
Per quanto attiene invece ai gas incondensabili, sempre durante l'emungimento si sono riscontrate le seguenti concentrazioni (cfr. Tabella 1-2):

Gas	Conc, media % Vol	$\sigma$
CO <sub>2</sub>	93,0	0,05
CH <sub>4</sub>	6,7	0,04
N <sub>2</sub>	0,034	0,01
H <sub>2</sub>	0,014	0,005

**Tabella 1-2 Concentrazione dei gas incondensabili**

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 bradisisma 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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	19 / 99
	Data 15/01/2015		

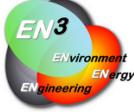
fondo), affinché non ci sia alcuna interazione termica significativa tra gli acquiferi in emungimento (fluidi caldi) e quelli in ricezione (fluidi raffreddati). Il modello geologico di base utilizzato è stato estrapolato utilizzando dati di permeabilità, temperatura e flussi misurati da prove dirette 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."

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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	20 / 99
	Data 15/01/2015		

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 infine 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.

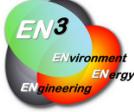
## 1.2. Potenziale energetico della risorsa geotermica

### 1.2.1. Area dei Campi Flegrei

Una valutazione preliminare della potenzialità energetica della risorsa geotermica nell'area dei 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 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:

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	21 / 99
Data 15/01/2015			

$$E_r = V_i \cdot (1 - \phi_i) \cdot \rho_{ri} \cdot C_{ri} \cdot (T_i - T_0)$$

$$E_w = V_i \cdot \phi_i \cdot \rho_{wi} \cdot C_{wi} \cdot (T_i - T_0) \quad (\text{equazioni 1 e 2})$$

dove  $V_i$  e  $\phi_i$  rappresentano rispettivamente il volume e porosità media della  $i$ -esima unità,  $\rho_i$  e  $C_i$  sono la densità ed il calore specifico della roccia della  $i$ -esima unità,  $\rho_{wi}$  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. La quantificazione di tale frazione ( $E_e$ ) è complessa e incerta, a causa della difficoltà di caratterizzare il serbatoio geotermico attraverso modelli numerici, 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  $R_f = E_e/E_i$ ) 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 con 20% vapore; 1800-2000 m con 40% vapore; 2500-2700 m probabilmente a vapore dominante. Per la definizione del potenziale geotermico di tali serbatoi è stata selezionata un'area di circa 2 km<sup>2</sup> (v.Figura 1-2).

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 Km<sup>2</sup> (si veda anche qui la Figura 1-2).

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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	22 / 99
	Data 15/01/2015		

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

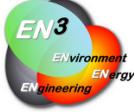
**Tabella 1-3 Dati tecnici e geologici per la valutazione del potenziale geotermico**

<b>Mofete</b>	<b>E<sub>r</sub> strato 1 (J)</b>	<b>E<sub>r</sub> strati 2-3 (J)</b>	<b>E<sub>w</sub> strato 1 (J)</b>	<b>E<sub>w</sub> strati 2-3 (J)</b>	<b>E<sub>t</sub> (J)</b>	<b>E<sub>t</sub> (kWth)</b>
	2,34·10 <sup>17</sup>	5,01·10 <sup>17</sup>	2,40·10 <sup>17</sup>	1,06·10 <sup>17</sup>	1,08·10 <sup>18</sup>	3,00·10 <sup>11</sup>
<b>S. Vito</b>	<b>E<sub>r</sub> strato 4 (J)</b>	<b>E<sub>r</sub> strato 5 (J)</b>	<b>E<sub>w</sub> strato 4 (J)</b>	<b>E<sub>w</sub> strato 5 (J)</b>	<b>E<sub>t</sub> (J)</b>	<b>E<sub>t</sub> (kWth)</b>
	8,81·10 <sup>16</sup>	2,01·10 <sup>17</sup>	1,76·10 <sup>17</sup>	3,12·10 <sup>17</sup>	7,77·10 <sup>17</sup>	2,16·10 <sup>11</sup>

**Tabella 1-4 Valutazione del potenziale energetico per le aree di Mofete e S.Vito**

Il contenuto totale di energia termica nei serbatoi geotermici nell'area investigata di Mofete è dunque uguale a 1,08·10<sup>18</sup> J, mentre l'energia recuperabile è uguale a 3,0·10<sup>10</sup> kWth. Il contenuto in energia dell'area di San Vito è pari a 7,8·10<sup>17</sup> J, e quella recuperabile è pari a 2,16·10<sup>10</sup> kWth.

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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		23 / 99
	Data 15/01/2015		

elettrica annua pari a circa 4.600 GWeh, 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.

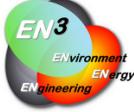
Si tratta, come è ovvio, di mere astrazioni, che non tengono conto né dei fattori sopra detti, né del flusso effettivo dei fluidi nei serbatoi e dell'effettiva capacità di recuperarne l'energia termica, né dei vincoli tecnici e/o di quelli legati ai problemi in superficie (urbanizzazione, vincoli ambientali,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

Alcuni autori (ad es. Mendrinòs) 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.

### 1.2.2. Area del progetto pilota

Nel presente paragrafo conclusivo di questa sezione si specializzano al caso dell'area del progetto "Scarfoglio" alcune delle valutazioni effettuate nel paragrafo precedente con riferimento ad alcune zone della 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);

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		24 / 99
	Data 15/01/2015		

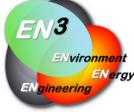
- Salinità: 30.000 ppm di TDS nel reservoir (T=247°C e profondità di 500-900m);
- Percentuale vapore: 30-40%;
- Incondensabili: <2% in peso;
- Pressione a testa pozzo: 8 bar;
- Profondità massima del target: circa 1 km (valore atteso: 900-950 m).

Tali parametri vengono di seguito assunti come riferimento da estrapolare per la progettazione, tenendo conto che per la temperatura si è assunto un valore di circa 165°C, compatibile anche con le caratteristiche tecniche dell'impianto, e che la portata dei pozzi necessaria per alimentare l'impianto stesso è inferiore a quella sopra indicata.

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 km<sup>2</sup> (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 lordo dell'impianto: 12%.

Su queste basi, in gran parte cautelative, risulta che l'energia recuperabile è pari a  $9,85 \cdot 10^6$  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".

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	25 / 99
	Data 15/01/2015		

## 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

In questa sezione e nelle successive si riporta la descrizione dei principali elementi del progetto, che, insieme alle relazioni specialistiche e agli altri allegati (comprensivi del SIA), individuano il Progetto definitivo dell'opera.

### 2.1. Inquadramento territoriale e layout progettuale

Il progetto "Scarfoglio" è ubicato in un'area immediatamente ad est della Solfatara, identificata sulla base di una approfondita valutazione che ha preso in considerazione, da un lato, gli aspetti legati alla posizione e alle caratteristiche della risorsa geotermica, dall'altro le problematiche di tipo tecnico, ambientale e territoriale. La descrizione di tale approfondito processo di valutazione, che ha condotto anche alla individuazione del layout del progetto, è riportata nel Quadro di riferimento progettuale del SIA, al quale si rimanda per i relativi dettagli.

Nelle successive Figura 2-1 e Figura 2-2 si riporta l'inquadramento sul territorio del progetto nella versione selezionata in esito al processo valutativo di cui sopra. Nella seconda di tali figure sono indicati, in particolare, tutti gli elementi principali, così come elencati nella Tabella 2-1, più sotto riportata, precisando, al riguardo, che nel seguito di questo documento si fa soprattutto riferimento all'impianto, ai pozzi e ai fluidodotti, che costituiscono il nucleo principale del progetto. Per quanto riguarda, invece, l'elettrodotto (da realizzarsi in cavo interrato posato al di sotto del piano stradale in ambito urbano), si rimanda ad una breve sezione dedicata di questo documento e, per i dettagli, alla relazione di progetto allegata (Doc. SCA-003-PD-00-RT).

Come si vede dalle figure, la parte "geotermica" del progetto ricade interamente all'interno del territorio comunale di Pozzuoli, mentre nel territorio del Comune di Napoli ricade soltanto la parte terminale dell'elettrodotto, per circa 1.300 m di lunghezza.

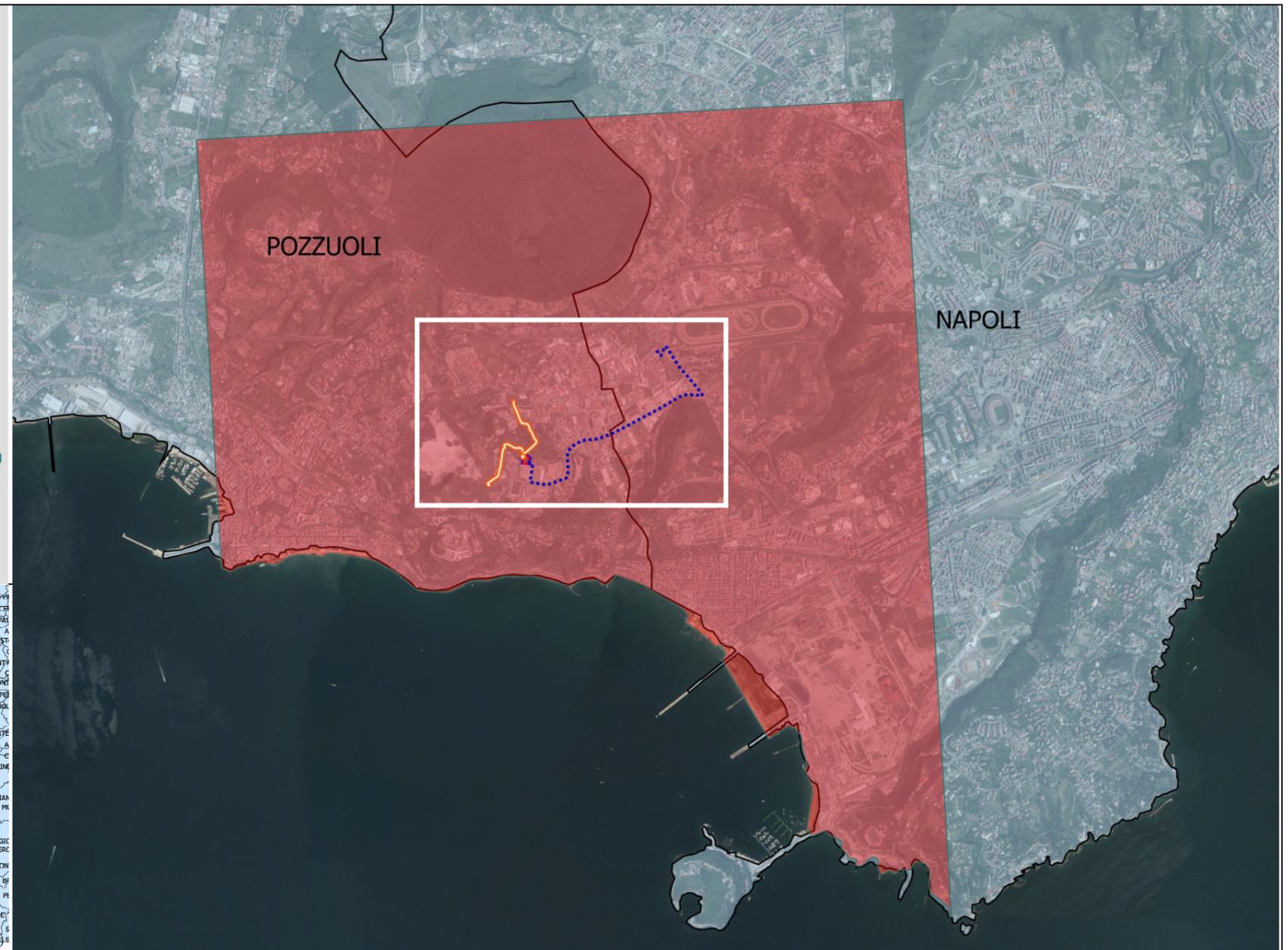
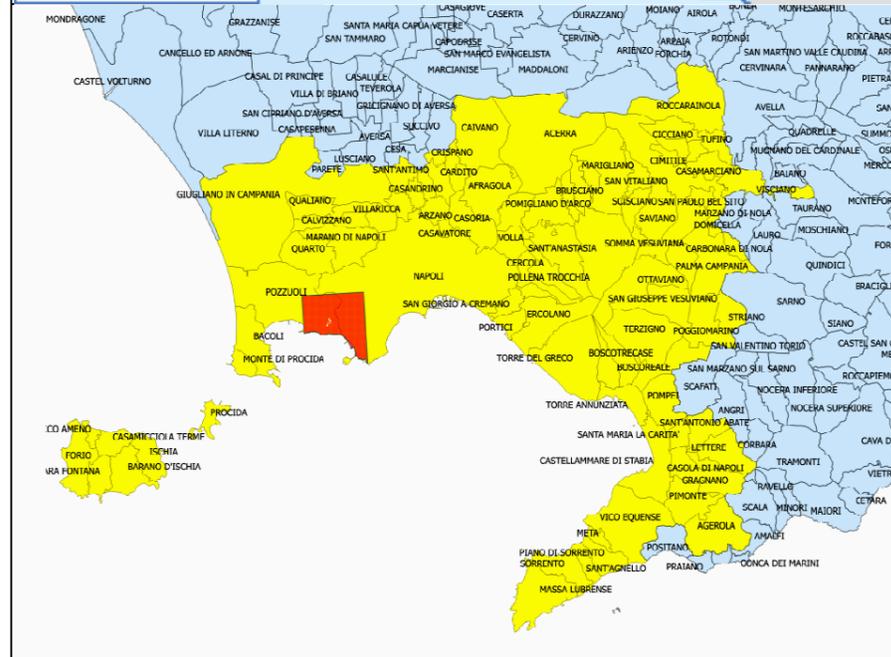
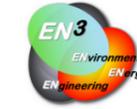
Il sito di impianto ricade all'interno di un'area industriale/commerciale e le condotte e i pozzi periferici interessano zone poste ai margini dell'area urbanizzata ad est. Nessuna parte del progetto interessa aree sottoposte a tutela ambientale, né la Solfatara, che è ubicata ad ovest.

Nella Tavola SCA-0001-PD-00 è riportato, su CTR a scala 1:5000, il layout del progetto per quanto riguarda la sola parte geotermica (escluso, cioè, l'elettrodotto per i motivi detti, ed anche per consentire un adeguato livello di dettaglio nella rappresentazione grafica degli elaborati). La tavola contiene due riquadri, il primo dei quali relativo all'assetto in fase di perforazione, il secondo relativo alla configurazione finale. Al riguardo si precisa che il primo di tali assetti è stato sviluppato per consentire una visione sinottica delle attività di realizzazione dei pozzi, dato che nella realtà operativa non sono previste perforazioni in parallelo e quindi ciascuna di esse procederà in momenti diversi rispetto alle altre.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		26 / 99
	Data 15/01/2015		

Descrizione	N.	Caratteristiche	Ubicazione
Impianto geotermoelettrico a ciclo binario	1	Potenza totale pari a 5 MWe al netto delle pompe e degli autoconsumi (v.Tabella 2-2)	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

**Tabella 2-1 Elenco dei principali componenti del progetto "Scarfoglio"**



**Figura 2-1 – Inquadramento geografico dell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio" (in rosso)**  
(il rettangolo in bianco inquadra l'area di Figura 2-2)

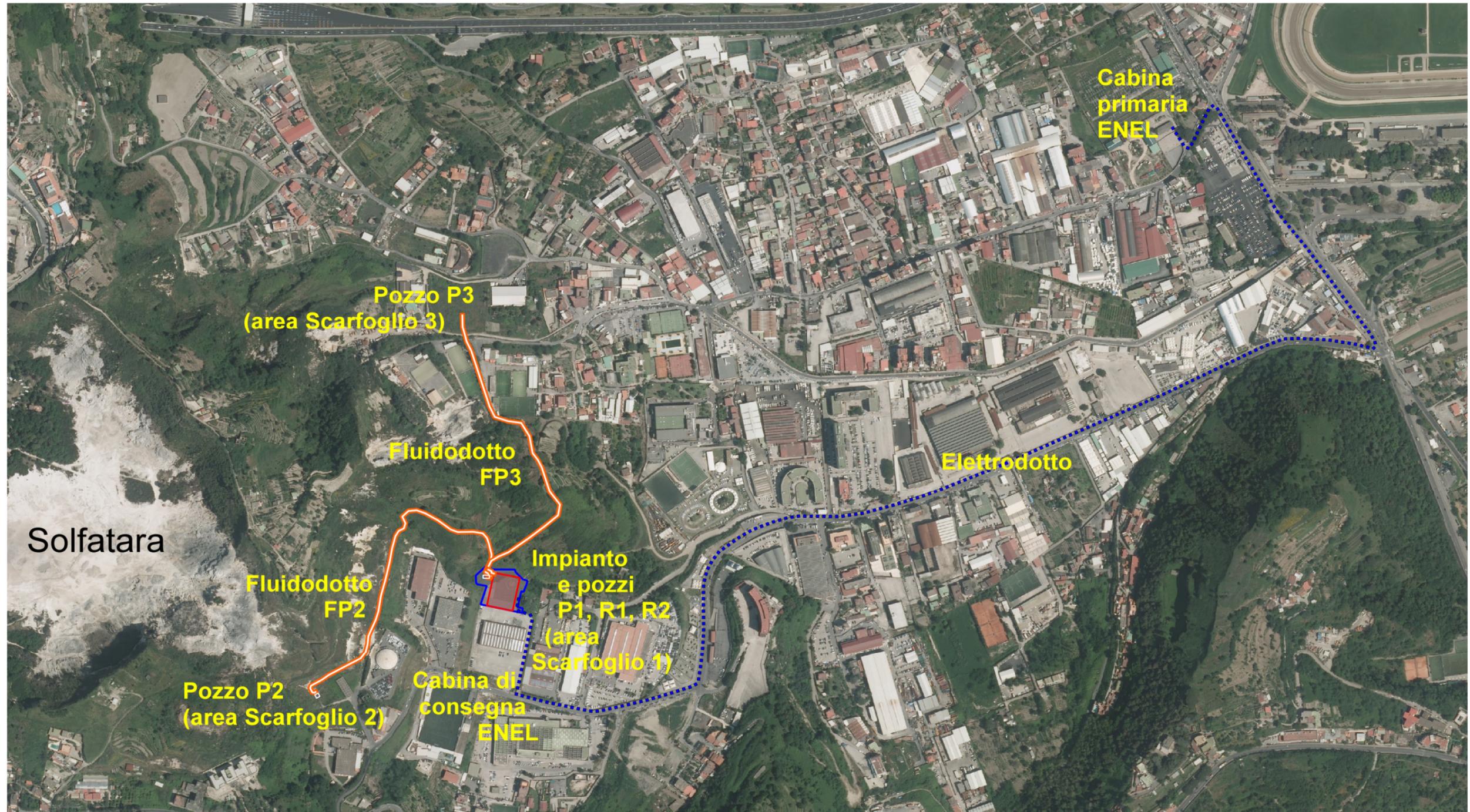
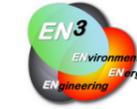
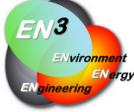


Figura 2-2 Layout del progetto "Scarfoglio" (ortofoto da Portale Cartografico Nazionale)

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	29 / 99
	Data 15/01/2015		

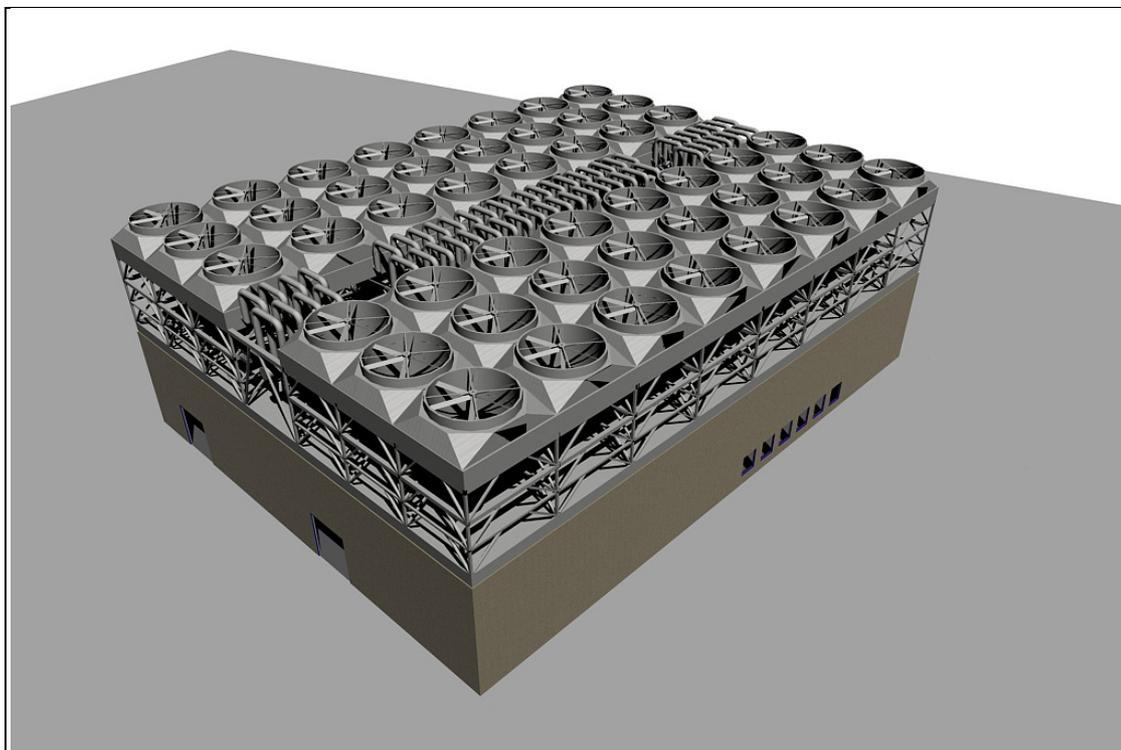
## 2.2. Caratteristiche tecniche

In questa sezione si descrivono in maggior dettaglio le singole parti del progetto, così come indicate nella precedente Tabella 2-1. In particolare:

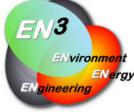
- Centrale geotermoelettrica
- Pozzi
- Fluidodotti
- Elettrodotto

### 2.2.1. 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 quasi tutti questi impianti e locali all'interno di un unico edificio (v. modello 3D di Figura 2-3).



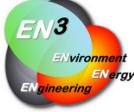
**Figura 2-3 Vista tridimensionale dell'impianto geotermoelettrico "Scarfoglio"**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	30 / 99
Data 15/01/2015			

In Figura 2-4 si riporta invece un esempio di impianto geotermoelettrico binario ORC in esercizio, realizzato secondo criteri ai quali si è ispirato l'impianto del progetto "Scarfoglio" e realizzato anch'esso dalla Turboden (l'impianto è ubicato a Sauerlach, in vicinanza di Monaco di Baviera).

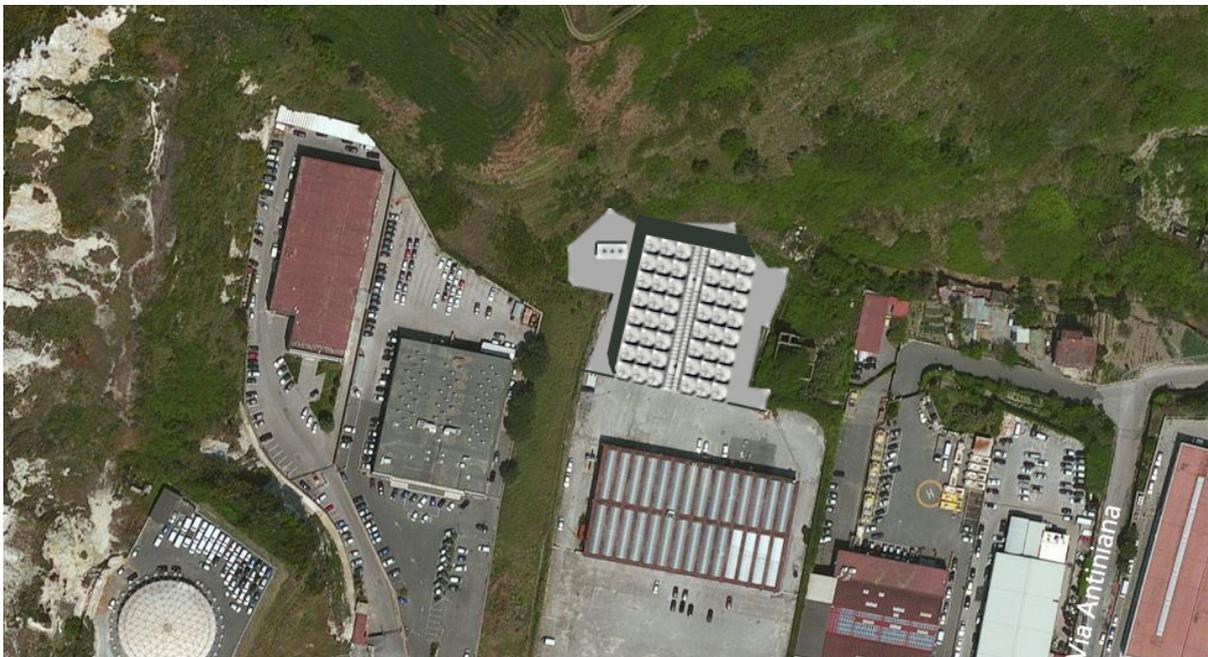


**Figura 2-4 Centrale geotermoelettrica ORC di Sauerlach (Germania)**  
 (fonte: Turboden Italia)

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	31 / 99
Data 15/01/2015			

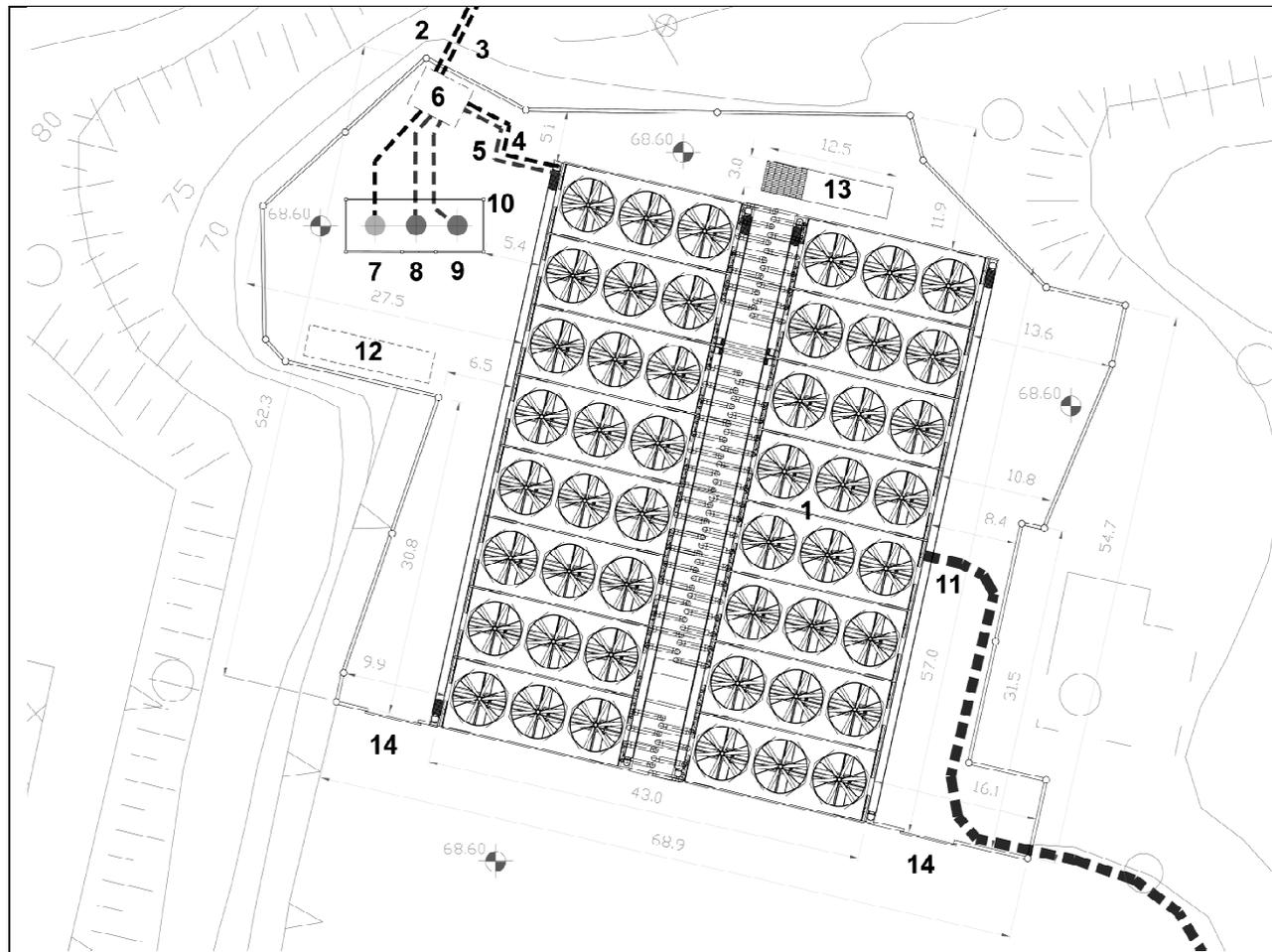
L'area di installazione della centrale è denominata, come visto, SCARFOGLIO 1 e la sua superficie complessiva è pari a 4.303 mq. La conformazione è stata scelta in funzione delle esigenze operative e dei vincoli esistenti, così come descritti nel presente documento e nel SIA. In particolare, sono presenti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

Il layout complessivo dell'area SCARFOGLIO 1 è riportato in Figura 2-6, mentre nella Figura 2-5 che segue si riporta un fotoinserimento su immagine satellitare.



**Figura 2-5 Area SCARFOGLIO 1 (fotoinserimento su immagine satellitare)**  
 (fonte immagine: Bing Maps)

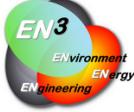
La scelta di prevedere un singolo edificio per allocare l'impianto, il condensatore e tutti gli ausiliari discende dalla necessità di confrontarsi con spazi ridotti, e quindi con il requisito di limitare al minimo l'occupazione di suolo. Ciò comporta, ovviamente, una maggiore dimensione verticale dell'edificio 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 del SIA.



**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 2-6  
Layout area SCARFOGLIO 1**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
Acc. 2013/0045/OF		EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	
Data 15/01/2015			33 / 99

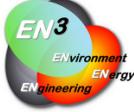
Dalle figure che precedono si può notare la forma piuttosto irregolare del perimetro del sito, dovuta essenzialmente a:

- la necessità di rispettare (in zona nord e ovest) i vincoli del PAI (sebbene relativi soltanto ad una zona a rischio R1) e quelli derivanti dagli insediamenti esistenti;
- 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, 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, estratte dalla allegata Tavola SCA-011-PD-00.



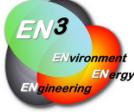
**Figura 2-7 Area SCARFOGLIO 1 (stato attuale del sito)**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENVironment ENergy ENgineering s.r.l.	34 / 99
	Data 15/01/2015		

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 2-3.

<b>GRUPPO DI GENERAZIONE ORC</b>	
Numero turbine	2 (HT, LT)
Tipo turbine	a vapore monostadio
Generatore	Sincrono-trifase 6.000 V - 10.000 kW – 50 Hz
Tipo di raffreddamento	aria
Pressione massima del fluido di lavoro	40 bar
<b>PRESTAZIONI ENERGETICHE</b>	
Potenza termica in ingresso all'impianto	~64 MWt
Potenza termica dissipata dal condensatore	~56 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 disponibile 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
<b>DIMENSIONI</b>	
Impianto	43 x 57m x 22 m (H)
Occupazione complessiva area	4.303 m <sup>2</sup>
<b>PARAMETRI COSTRUTTIVI</b> (D.M. Infrastrutture 14/01/2008, circ. 02/02/2009 n° 617/C.S.LL.PP.)	
Vita nominale in anni (VN)	≥ 30 anni
Classe d'uso (CU)	II
Coefficiente d'uso (CU)	1
Periodo di riferimento (VR)	≥ 30

**Tabella 2-2 Caratteristiche tecniche e parametri costruttivi dell'impianto**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	35 / 99
	Data 15/01/2015		

<b>CARATTERISTICHE DEL FLUIDO GEOTERMICO</b> (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 <sup>3</sup>
Temperatura alla reiniezione	70 °C
Portata complessiva dai pozzi	150 kg/s
Salinità del fluido geotermico nel serbatoio	30.000 ppm di TDS

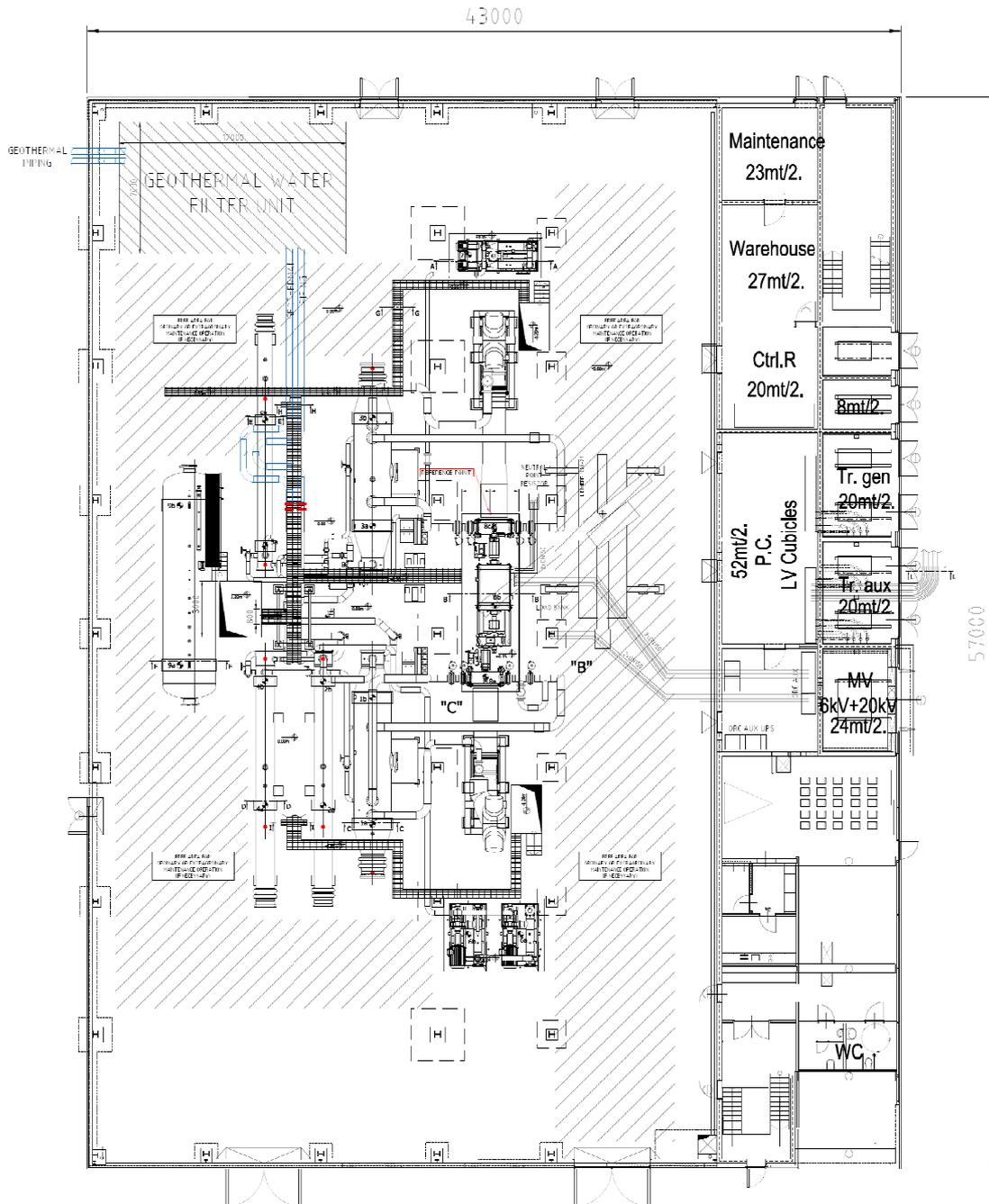
**Tabella 2-3 Dati di progetto per il fluido geotermico**

Per quanto riguarda il fluido di lavoro è previsto l'utilizzo di isobutano (a temperatura massima di esercizio pari a circa 150 °C), che consente di ottenere prestazioni migliori nello scambio termico e nel ciclo termodinamico Rankine, pur richiedendo maggiore autoconsumo di energia. Nella scheda GE-B-A-62-rev.2 allegata alla Relazione tecnica di impianto prodotta dalla Turboden (SCA-002-PD-00-RT) sono riportate le caratteristiche di dettaglio di tale sostanza e della sua gestione (v. Allegati SCA-002-PD-00-A01).

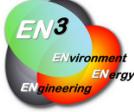
Tenuto conto che l'isobutano è una sostanza infiammabile (anche se non tossica e poco corrosiva), sono previste alcune specifiche cautele, in particolare per quanto riguarda lo stoccaggio, che nel caso in questione è peraltro di entità piuttosto limitata, tenuto conto che il volume di fluido complessivo circolante nel circuito chiuso dell'impianto è pari a circa 110 m<sup>3</sup>. Inoltre, si deve considerare che detto stoccaggio, ubicato all'interno dell'edificio, 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.

E' da notare che l'intero circuito sarà reso stagno attraverso opportuni accorgimenti descritti in maggior dettaglio nella Relazione SCA-002-PD-00-RT, e verrà costantemente monitorato dal sistema di controllo remoto, in modo da rilevare immediatamente qualunque eventuale perdita non trascurabile e, tramite opportune procedure automatiche, provvedere al fermo dell'impianto. Lo stoccaggio è previsto all'interno dell'edificio, in un serbatoio fuori terra ubicato a lato dell'impianto ORC.

In Figura 2-8 è riportato il layout dell'impianto ORC e della sua zona di installazione nell'edificio.



**Figura 2-8 Layout impianto ORC (fonte Turboden)**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		37 / 99
	Data 15/01/2015		

In relazione al tema del rendimento si osserva 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 2-3). 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, nel caso, 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 2-9 si riporta il P&I generale semplificato (estratto dalla Tavola 15-ENG.PPIS-2-rev.0 allegata alla Relazione tecnica di impianto), dal quale si evince, anzitutto, che lo schema adottato prevede un ciclo a due livelli di pressione (che potrà eventualmente essere modificato, ove le successive fasi di sperimentazione ne evidenzino l'opportunità). 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:

- 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). Grazie alle caratteristiche termodinamiche del fluido organico il vapore in uscita dalla turbina è surriscaldato (vapore secco), con conseguente assenza di pericolo di erosione dell'ultimo stadio della turbina.

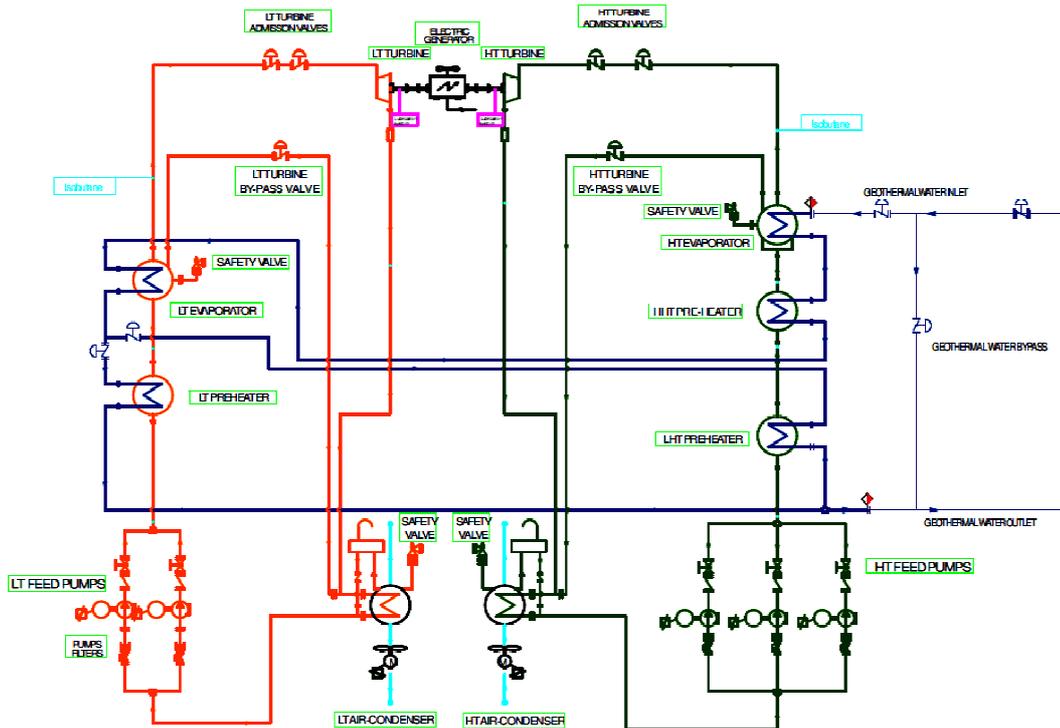
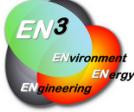


Figura 2-9 P&I generale dell'impianto geotermoelettrico (fonte Turboden)

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. I ventilatori sono regolabili, in modo da esercire l'impianto con un consumo ottimizzato a seconda della variazione della temperatura ambiente.

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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvIRONMENT ENergy ENgineering s.r.l.	39 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.2.2. Altre componenti impiantistiche

L'impianto in progetto presenta una architettura abbastanza semplice, in cui le ulteriori componenti impiantistiche nell'area di centrale sono limitate e si riducono a:

- Tubazioni per il fluido geotermico e il fluido di lavoro tra le componenti del sistema;
- Valvole di ammissione / regolazione del vapore della turbina (arresto, avvio, by-pass);
- Dispositivi di sicurezza;
- Sistemi di raffreddamento delle unità di lubrificazione e del generatore;
- Ausiliari (centraline di lubrificazione, pompe di alimento, pompe di aspirazione, ecc.);
- Quadri elettrici, comprensivi di interruttori, protezioni, controlli delle parti in movimento e in generale dell'intero impianto, con monitoraggio dei parametri di esercizio.

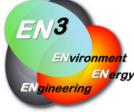
La definizione di dettaglio di tutte queste componenti sarà effettuata in fase di progettazione esecutiva. In questa fase si può comunque osservare che il funzionamento dell'impianto ORC è controllato automaticamente mediante PLC, che adatta il funzionamento del ciclo alle diverse condizioni (eventuali cambiamenti di temperatura e/o portata dell'acqua geotermica e della temperatura ambiente).

L'impianto ORC è dotato di misuratori dell'energia elettrica e della potenza in modo tale da quantificare l'energia lorda del generatore elettrico, nonché il consumo di elettricità dell'intero impianto.

L'esercizio è pressoché integralmente automatizzato, in quanto il sistema di controllo remoto dell'impianto, effettuato tramite una linea ADSL con indirizzo IP dedicato, è in grado di 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.

Per quanto riguarda le situazioni di emergenza (o comunque le fasi transitorie del funzionamento) è previsto un circuito di by-pass, in modo da scaricare la portata geotermica (alla temperatura nominale di ~165 °C) direttamente nel pozzo di reiniezione in caso di riduzione parziale o totale della capacità dell'ORC, come conseguenza, ad esempio, di uno spegnimento dello stesso, o durante le procedure di messa in funzione (fase di riscaldamento). Il circuito di by-pass permette, inoltre, di evitare un danneggiamento precoce degli scambiatori di calore provocato da uno shock termico, ed è realizzato tramite valvole ad azionamento automatico

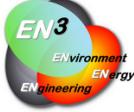
A solo titolo di completezza, e limitatamente agli impianti connessi al ciclo produttivo non inclusi nel P&I sopra descritto, ci si limita qui a ricordare che all'interno dell'edificio di centrale è prevista l'installazione, a monte degli scambiatori del circuito HT, di un impianto di filtrazione del geofluido, necessario per rimuovere dal fluido stesso ogni eventuale

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	40 / 99
	Data 15/01/2015		

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

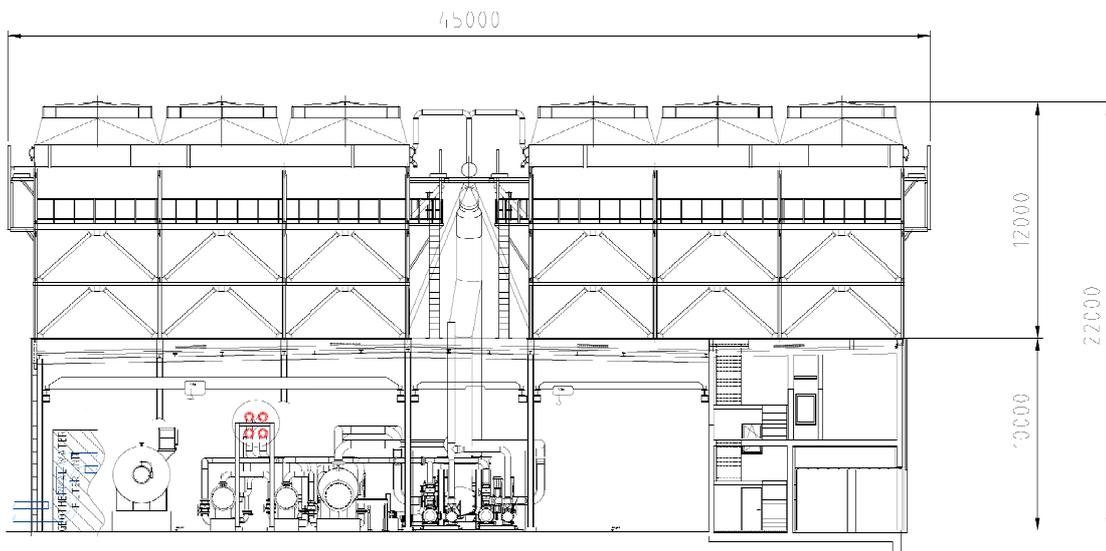
Per quanto riguarda il sistema antincendio dell'impianto, questo sarà realizzato secondo le norme vigenti. In particolare, l'ubicazione del serbatoio è prevista nell'area immediatamente a nord dell'impianto (v. Tavola SCA-002-PD-00).

Infine, gli impianti a servizio delle utenze civili e industriali dell'edificio (impianti elettrici, servizi igienici, ecc.) saranno oggetto di definizione in fase di progettazione esecutiva.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	41 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.2.3. Edificio di centrale

L'edificio sarà realizzato con un corpo centrale con struttura in acciaio e tamponature esterne. La struttura verticale sarà costituita da colonne del tipo HeA, mentre la struttura orizzontale della copertura sarà costituita da travi reticolari, a loro volta sormontate dagli arcarecci cui sarà fissata la lamiera grecata di copertura, a circa +10 m di quota (v. Figura 2-10). Al di sopra di tale struttura sarà montato il condensatore, installato su un sistema reticolare con travi di acciaio (l'assemblaggio avverrà in gran parte in cantiere).



**Figura 2-10 Sezione frontale edificio impianto (fonte Turboden)**

La stabilità sarà assicurata da controventature di falda e da strutture di controvento verticali. Le fondazioni saranno realizzate su plinti con travi antisismiche in c.a.

Al fine di facilitare le operazioni di manutenzione, all'interno dell'edificio sono previste opportune aree di accesso agli impianti e vie carrabili perimetrali, che si svilupperanno come prolungamento degli accessi carrabili del fabbricato. A servizio degli impianti sono inoltre previsti tre carriponte, ciascuno in corrispondenza di una campata, che permetteranno di movimentare le componenti dell'impianto da e verso le vie carrabili.

All'interno dell'edificio troveranno inoltre posto i locali necessari per un corretto funzionamento dell'ORC, tra i quali la sala controllo (25 mq), la sala quadri di bassa tensione (40 mq), la sala quadri di media tensione (25 mq) e i locali per i trasformatori degli ausiliari e del generatore.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	42 / 99
	Data 15/01/2015		

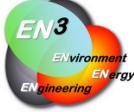
#### 2.2.4. Infrastrutture e sottoservizi

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 quasi 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 (v.Tavola SCA-002-PD-00).

Per quanto riguarda lo scarico dei reflui è previsto l'allacciamento alla locale rete fognaria, alla quale saranno recapitate anche le acque meteoriche, opportunamente raccolte attraverso un sistema di collettamento, riportato nella Tavola SCA-008-PD-00. 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 (v.Tavola SCA-008-PD-00).

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 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	43 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.2.5. Aree pozzi

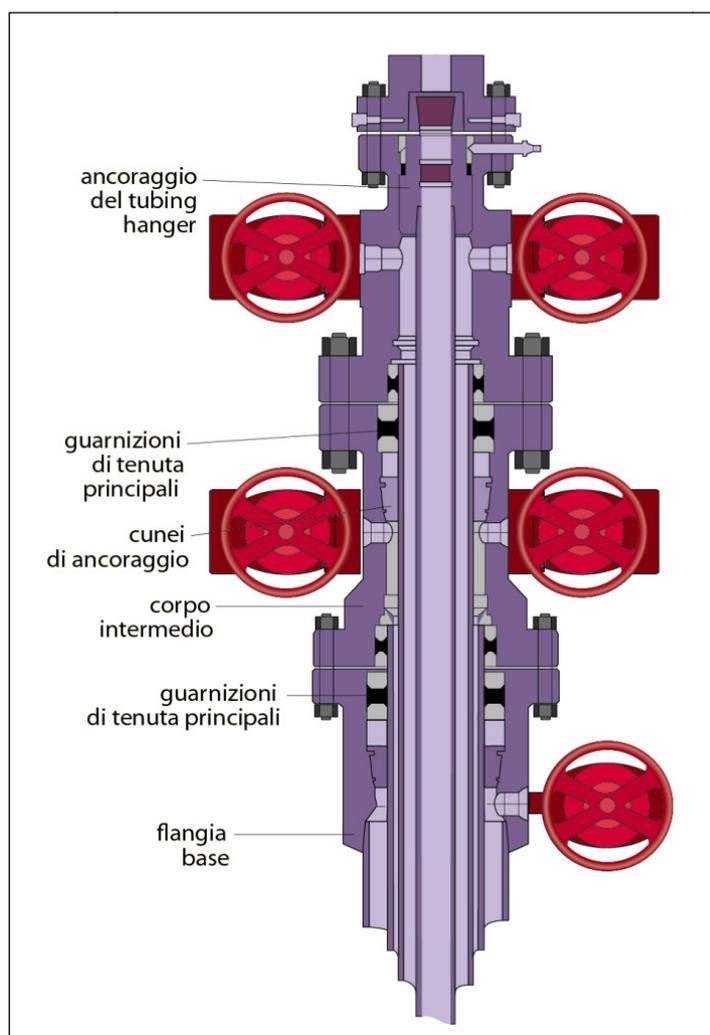
A premessa di questo paragrafo si ricorda anzitutto che nel presente progetto si indicano come "piazzole di perforazione" le superfici allestite ai fini della realizzazione dei pozzi, all'interno delle quali vengono installate le relative attrezzature: queste aree, in quanto associate alla fase di cantiere,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

Si dicono, invece, "aree pozzi" – e sono trattate in questa sezione – 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.

Ciò premesso, 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 sarà 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' anche prevista la possibilità, per motivi di sicurezza, di una realizzazione in muratura. Infine, sarà installata una apparecchiatura di sicurezza munita di valvole, che permetterà di isolare il pozzo dall'ambiente esterno.

Infine, per quanto riguarda la testa pozzo, si tratta di una struttura fissa (v. Figura 2-11) 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 2-11 Tipico di testa pozzo**

(fonte: Enciclopedia degli Idrocarburi, ediz. Treccani)

Nei paragrafi che seguono si riportano le descrizioni delle tre aree pozzi, comprensive di una scheda contenente i dati di base e di una immagine aerea in vista 3D (45°) con sovrapposizione dei pozzi (in rosso), dell'area pozzi (in bianco) e della viabilità di accesso (in grigio), oltre che, per la sola area 1, del perimetro (in blu) dell'assetto finale del sito. Per una visione sinottica si riporta inoltre (in giallo) il perimetro della piazzola di perforazione (descritta più avanti, a proposito delle attività di perforazione). Nella Tavola di progetto SCA-011-PD-00 si riportano invece le immagini relative allo stato attuale dei luoghi.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	45 / 99
	Data 15/01/2015		

La descrizione di dettaglio dei pozzi (al livello possibile in questa fase), nonché quella delle attività di perforazione, è riportata nel successivo paragrafo 2.3.

### 2.2.5.1. Area pozzi SCARFOGLIO 1

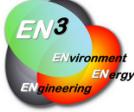
L'Area pozzi SCARFOGLIO 1 è ubicata all'interno dell'omonima area di progetto, come già visto in precedenza. In particolare, l'area è posizionata a sinistra della centrale, ad una distanza (circa 5,4 m) tale da consentire il transito dei mezzi lungo il perimetro dell'impianto.

La scelta di posizionare l'area pozzi a ridosso della centrale è motivata da esigenze di ottimizzazione del layout di progetto (riduzione della lunghezza delle pipeline e quindi anche del relativo impatto paesaggistico, riduzione del numero di siti interessati dal progetto, riduzione degli interventi sulla viabilità esistente, vicinanza tra primo pozzo produttore e reiniettore per le prove di produzione di lunga durata). 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.

Le caratteristiche principali dell'area sono riportate nella Tabella 2-4, mentre in Figura 2-12 è riportata la vista 3D descritta alla fine del paragrafo 2.2.5.

AREA POZZI SCARFOGLIO 1		
Permesso Pilota	SCARFOGLIO	
Comune	POZZUOLI	
Provincia	NAPOLI	
Regione	CAMPANIA	
Quota piano di campagna	68,6 m s.l.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 m p.c. 950 m p.c. 950 m p.c.
	Coordinate (WGS 84 – UTM Fuso 33)	P1: 428134,85 E – 4519884,39 N R1: 428137,85 E – 4519884,39 N R2: 428140,85 E – 4519884,39 N

**Tabella 2-4 Scheda Area pozzi SCARFOGLIO 1**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	46 / 99
Data 15/01/2015			



**Figura 2-12 Vista area SCARFOGLIO 1 su immagine aerea a 45°**  
*(elaborazione su immagine Bing Maps)*

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.2.5, mentre nell'assetto finale l'area sarà inglobata, come già visto, all'interno dell'area di centrale.

#### **2.2.5.2. Area pozzi SCARFOGLIO 2**

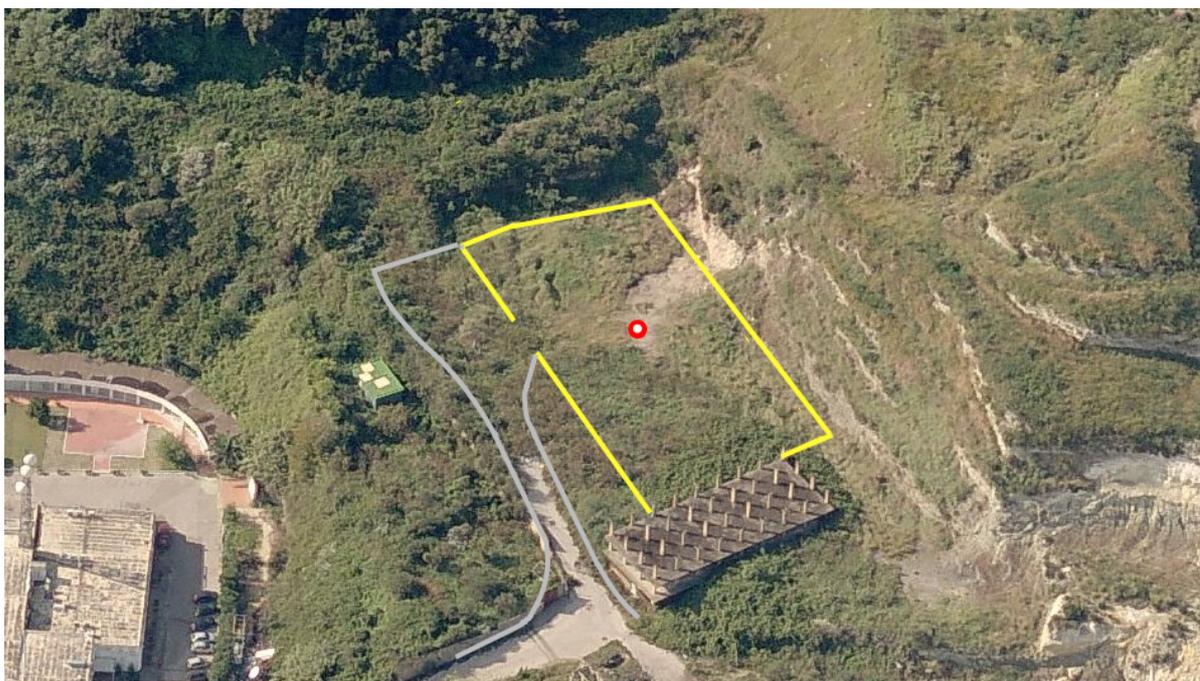
L'Area pozzi SCARFOGLIO 2 è ubicata circa 300 m a sud-ovest dell'area SCARFOGLIO 1. In particolare, il sito è in posizione sopraelevata di circa 54 m rispetto a quella dell'Area pozzi SCARFOGLIO 1.

Le caratteristiche principali dell'area sono riportate in Tabella 2-5, mentre in Figura 2-13 è riportata la vista 3D descritta alla fine del paragrafo 2.2.5.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	47 / 99
	Data 15/01/2015		

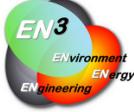
AREA POZZI SCARFOGLIO 2		
Permesso Pilota	SCARFOGLIO	
Comune	POZZUOLI	
Provincia	NAPOLI	
Regione	CAMPANIA	
Quota piano di campagna	122,4 m s.l.m.	
Dimensioni dell'area	6 x 6 m	
Pozzi	Identificativi	P2
	Tipologie	produzione-deviato
	Profondità	980 m p.c.
	Coordinate (WGS 84 - UTM Fuso 33)	427857,91 E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

**Tabella 2-5 Scheda Area pozzi SCARFOGLIO 2**



**Figura 2-13 Vista area SCARFOGLIO 2 su immagine aerea a 45°**  
*(elaborazione su immagine Bing Maps)*

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 non è asfaltata ed è di larghezza non idonea).

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	48 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.2.5.3. 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 20 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.

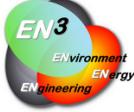
Le caratteristiche principali dell'area sono riportate in Tabella 2-6, mentre in Figura 2-14 è riportata la vista 3D descritta alla fine del paragrafo 2.2.5.

AREA POZZI SCARFOGLIO 3		
Permesso Pilota	SCARFOGLIO	
Comune	POZZUOLI	
Provincia	NAPOLI	
Regione	CAMPANIA	
Quota piano di campagna	54,3 m s.l.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 2-6 Scheda Area pozzi SCARFOGLIO 3**



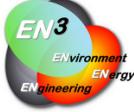
**Figura 2-14 Vista area SCARFOGLIO 3 su immagine aerea a 45°**  
 (elaborazione su immagine Bing Maps)

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	49 / 99
Data 15/01/2015			

L'Area pozzi SCARFOGLIO 3 è raggiungibile percorrendo Via Pisciarelli 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, ed anche, in parte, dei residenti.

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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	50 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.2.6. Fluidodotti

La rete di trasporto dei fluidi del progetto "Scarfoglio" è composta, 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.

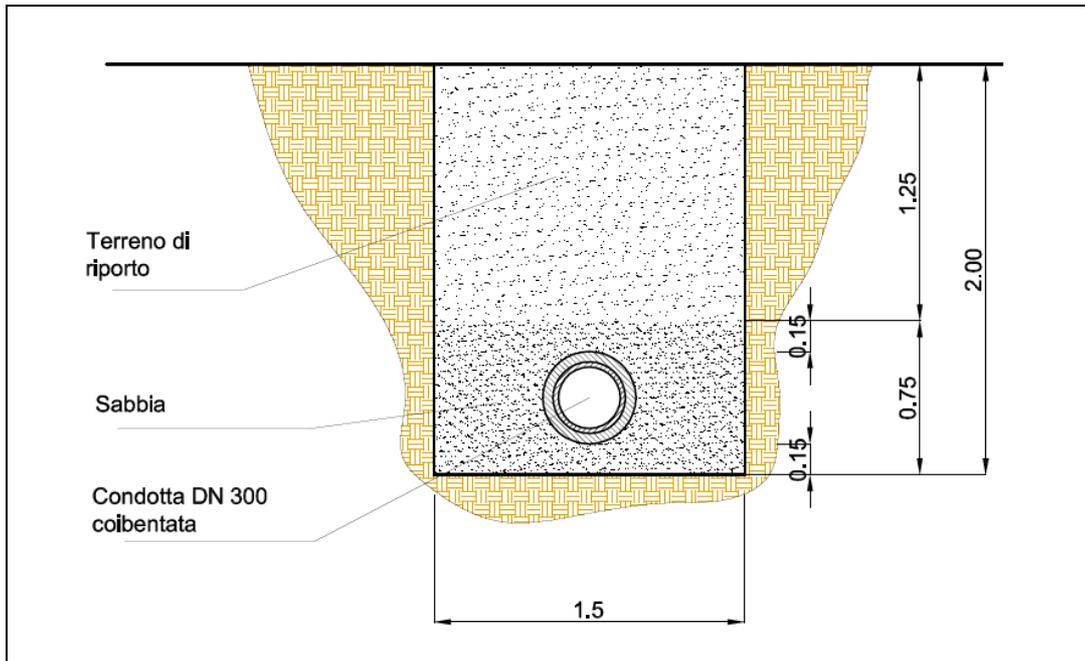
Tra le misure adottate per limitare tali interferenze particolare rilievo assume la scelta di interrare le condotte per gran parte del loro tracciato, e ciò non solo per motivi legati all'inserimento visivo delle stesse nel contesto locale, ma anche per garantire la massima sicurezza di esercizio, ponendo 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).

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).

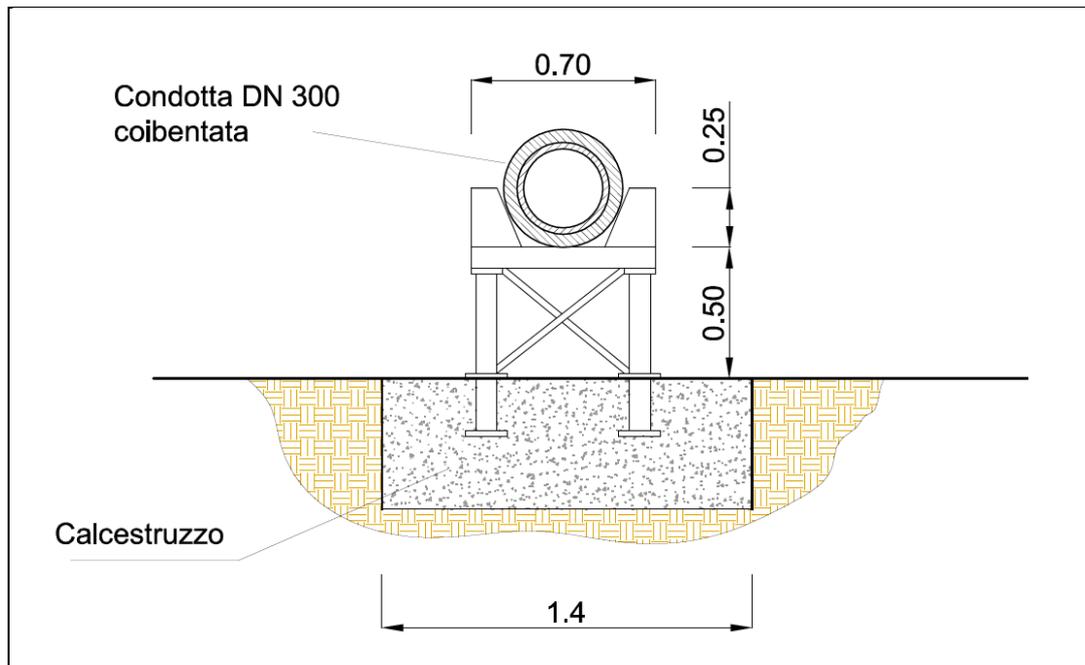
In Figura 2-17 si riporta il layout delle condotte in questione su una foto aerea 3D, nel quale sono stati evidenziati il tratto fuori terra e quello in microtunnel. In Figura 2-15 e in Figura 2-16, inoltre, si riportano, rispettivamente, la sezione del tratto interrato e quella del tratto fuori terra 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).

Nella Tavola di progetto SCA-010-PD-00, infine, sono riportati profili altimetrici e le pendenze delle condotte, da cui si evince come il tracciato sia stato progettato in modo tale da limitare entro i 20° la pendenza (ad eccezione del tratto adiacente al sito di centrale).

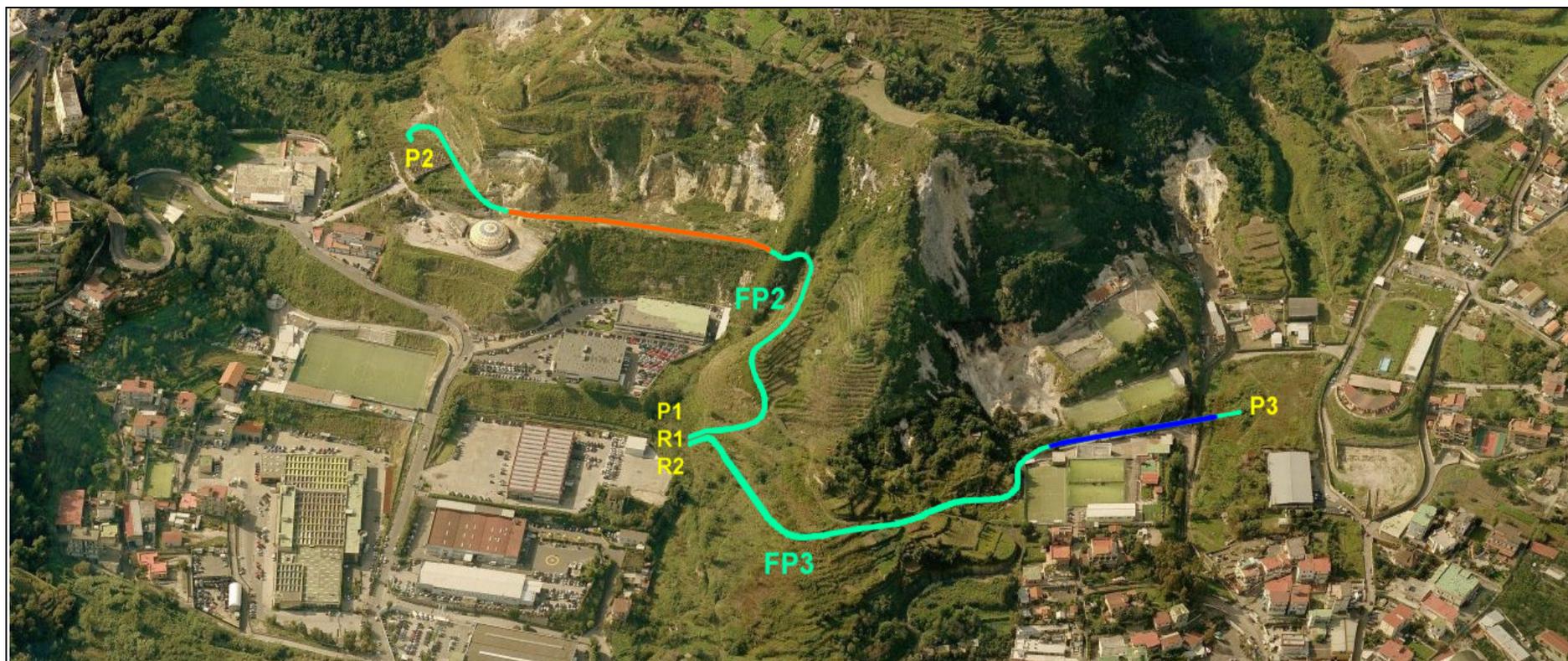
Da notare che nessuna delle due condotte attraversa mai strade o corsi d'acqua, ad eccezione del tratto iniziale della FP3, che peraltro, provenendo da una quota già inferiore a quella del piano strada, attraversa subito la strada stessa di accesso al sito e poi quella, senza uscita, che serve un centro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



**Figura 2-15 Sezione di interrimento condotte**

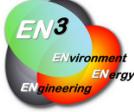


**Figura 2-16 Sostegno condotte fuori terra**



**Figura 2-17 Layout fluidodotti FP2 e FP3 (in celeste i tratti in interrato, in rosso il tratto fuori terra, in blu il tratto in microtunnel)**

(elaborazione su immagine aerea Bing Maps)

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvIRONMENT ENergy ENgineering s.r.l.	53 / 99
	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 interrato in un ristretto intorno dell'area pozzi SCARFOGLIO 1 e dell'impianto: la loro definizione progettuale di dettaglio sarà perciò effettuata in fase esecutiva.

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, ma si prevede, al momento, un valore dell'ordine di 0,6-0,8 mm). 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 presenti nel sottosuolo.

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, nel caso del progetto "Scarfoglio" si è considerato che alcuni dei siti attraversati dalle condotte sono caratterizzati, a distanze anche di qualche decina di metri, da attività fumarolica e, spesso, da suoli che la presenza dei suddetti composti ha reso friabili e potenzialmente aggressivi per il metallo delle condotte. Pertanto:

- 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 tenere in conto una possibile infiltrazione parziale dei

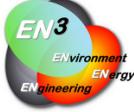
	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		54 / 99
	Data 15/01/2015		

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 (all'esterno di esso), 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 900 m<sup>3</sup> circa, dato che la sezione di scavo è di dimensioni pari a circa 2 x 1,5 m (v. Figura 2-15) 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 risulta piuttosto onerosa);

- In alcuni tratti che attraversano zone particolarmente "critiche" è preferibile l'installazione fuori terra (v. Figura 2-16). 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 la coibentazione esterna, per evitare aggressioni (sia pure, ovviamente, molto meno intense di quelle derivanti dal fluido stesso). Allo scopo, sono in corso di valutazione alcune opzioni che sembrano garantire risultati soddisfacenti, basate su rivestimenti di specifiche caratteristiche chimico-fisiche).

In Tabella 2-7 sono riportate le caratteristiche principali delle condotte in progetto e della loro installazione.

Per quanto riguarda le modalità di posa e il bilancio di scavi e rinterri, si rimanda al successivo par.2.5.3, dedicato alla fase di realizzazione delle opere.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		55 / 99
	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 2-7 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 e garantiranno a loro volta una efficace protezione da agenti corrosivi presenti nel terreno.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		56 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.3. Attività di perforazione

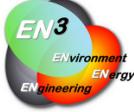
La perforazione dei pozzi non presenta specifiche criticità, trattandosi di attività le cui tecniche sono ormai consolidate da molti anni. In aggiunta, la ridotta profondità del target geotermico consente di utilizzare impianti relativamente compatti e di prevedere tempi di perforazione contenuti, dell'ordine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

Per quanto riguarda i criteri di individuazione dei pozzi e delle aree di perforazione si rimanda a quanto già esposto in precedenza e al Quadro Progettuale del SIA.

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, che, a titolo esemplificativo, è riassunta nelle seguenti due tabelle per alcuni casi di riferimento:

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
<b>Profondità totale</b>	<b>[m]</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>900</b>
Lunghezza arco di curvatura	[m]	440	290	590	390
Lunghezza tratto inclinato	[m]	500	691	523	853
<b>Lunghezza totale</b>	<b>[m]</b>	<b>1090</b>	<b>1131</b>	<b>1263</b>	<b>1393</b>
Scostamento a fine curvatura	[m]	164	108	282	187
<b>Scostamento totale a fondo pozzo</b>	<b>[m]</b>	<b>518</b>	<b>597</b>	<b>735</b>	<b>926</b>

**Tabella 2-8a** Deviazioni massime a fondo pozzo in caso di assenza di pompa sommersa (elaborazione Geoelectric)

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		57 / 99
	Data 15/01/2015		

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
<b>Profondità totale</b>	<b>[m]</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>900</b>
Lunghezza arco di curvatura	[m]	290	215	390	290
Lunghezza tratto inclinato	[m]	218	367	246	448
<b>Lunghezza totale</b>	<b>[m]</b>	<b>908</b>	<b>982</b>	<b>1036</b>	<b>1138</b>
Scostamento a fine curvatura	[m]	231	139	377	232
<b>Scostamento totale a fondo pozzo</b>	<b>[m]</b>	<b>385</b>	<b>398</b>	<b>590</b>	<b>619</b>

**Tabella 2-9b Deviazioni massime a fondo pozzo in caso di presenza di pompa sommersa (elaborazione Geoelectric)**

Tenuto conto delle diverse possibilità di deviazione indicate nelle tabelle, unitamente alla presenza o meno di pompa (prevista, nel progetto Scarfoglio, nei pozzi produttori), nonché di tutti gli altri elementi, relativi al target geotermico, allo studio delle alternative, alle distanze minime a fondo pozzo, ai vincoli tecnici, ecc., sono stati infine individuati i profili dei pozzi, che vengono riportati nella Tavola SCA-009-PD-00 (nelle figure che seguono sono riportati, a titolo esemplificativo, il profilo del pozzo P1 (verticale di produzione) e quello del pozzo R1 (deviato di reiniezione).

In Tabella 2-10 si riporta il riepilogo dei dati dei pozzi risultanti dalla progettazione condotta sulla base dei criteri sopra descritti e di quanto riportato più avanti in questa sezione.

Relativamente ai profili suddetti va comunque precisato che essi discendono da un procedimento di calcolo basato su ipotesi di lavoro che, in sede di perforazione, potranno anche subire variazioni: infatti, come del resto per prassi, gli esiti della perforazione del primo pozzo (sia in termini di fluido geotermico che in termini di stratigrafie di riferimento) potranno incidere, anche in misura significativa, su gran parte dei parametri di progetto dei pozzi, determinando quindi una corrispondente variazione dei profili qui descritti, che devono perciò intendersi come indicativi.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>				
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto				
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da			Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.			58 / 99
Data 15/01/2015					

Tabella dati pozzi						
		P1	P2	P3	R1	R2
Dati pozzo						
Profondità fondo pozzo (TVD)	[m]	900	980	900	950	950
Kick Off Point (K.O.P.)	[m]	-	450	450	250	250
Pompa sommersa		SI	SI	SI	NO	NO
Incremento progressivo deviazione	[gradi/10m]	-	2,0°	2,0°	2,0°	2,0°
Inclinazione massima	[gradi]	-	52°	60°	60°	60°
Parametri calcolati						
Profondità a inizio curvatura	[m]	-	450	450	250	250
Profondità a fine curvatura	[m]	-	668	691	491	491
<b>Profondità totale</b>	<b>[m]</b>	<b>900</b>	<b>980</b>	<b>900</b>	<b>950</b>	<b>950</b>
Lunghezza arco di curvatura	[m]	-	250	290	290	290
Lunghezza tratto inclinato	[m]	-	507	419	919	919
<b>Lunghezza totale</b>	<b>[m]</b>	<b>900</b>	<b>1207</b>	<b>1159</b>	<b>1459</b>	<b>1459</b>
Scostamento a fine curvatura	[m]	-	106	139	139	139
<b>Scostamento totale a fondo pozzo</b>	<b>[m]</b>	<b>-</b>	<b>506</b>	<b>502</b>	<b>935</b>	<b>935</b>

**Tabella 2-10 Dati dei pozzi di progetto**

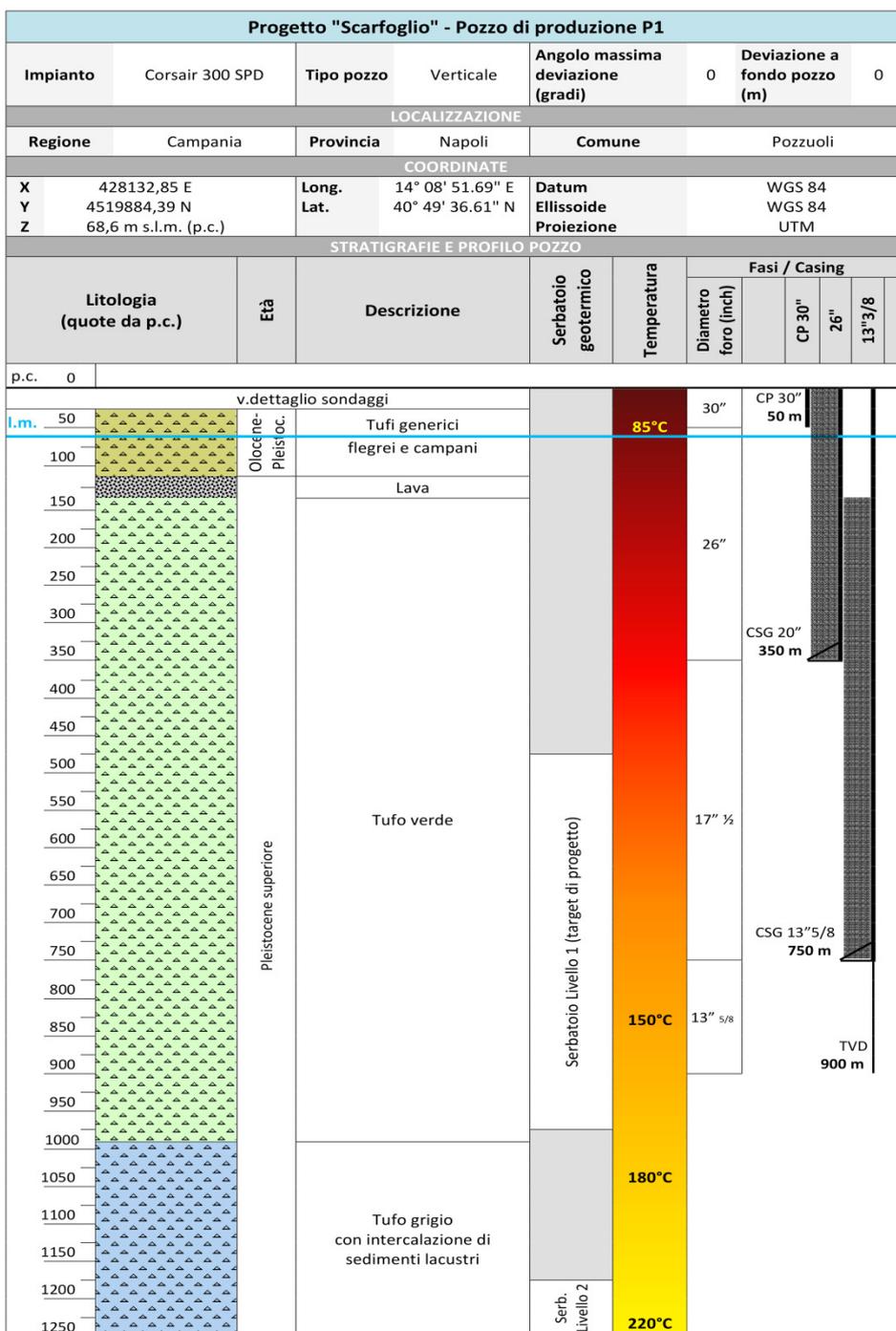


Figura 2-18 Profilo pozzo di produzione P1

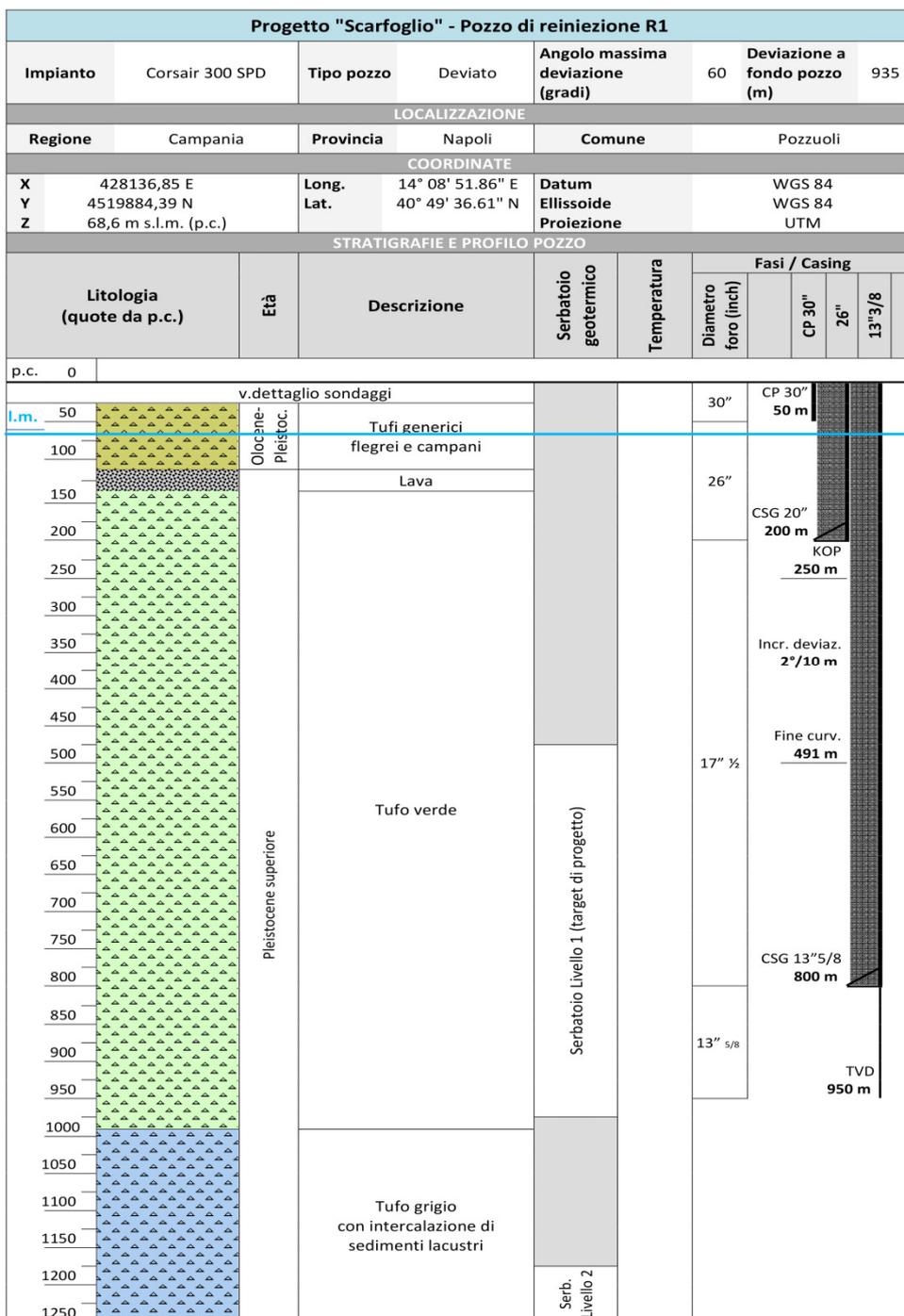
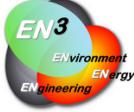


Figura 2-19 Profilo pozzo di produzione R1

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	61 / 99
	Data 15/01/2015		

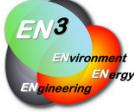
### 2.3.1. Sintesi delle fasi operative

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.

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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	62 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.3.2. 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 2-20 si riporta un esempio di installazione di tale impianto, mentre nella successiva Tabella 2-11 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 2-20 Vista di una installazione dell'impianto Corsair 300

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	64 / 99
	Data 15/01/2015		

<b>NOMINAL CAPACITY</b>		
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

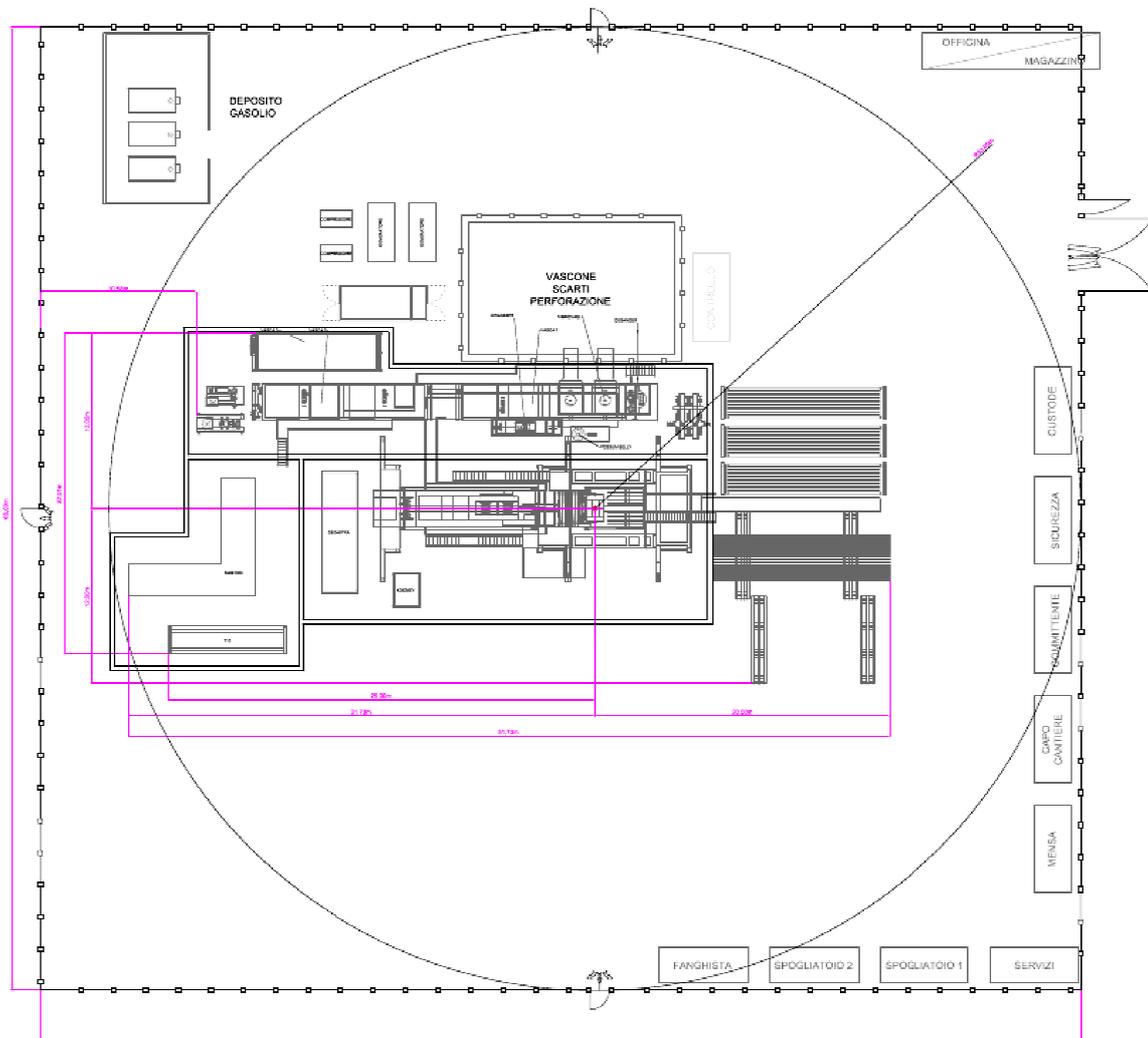
**Tabella 2-11 Principali dati tecnici dell'impianto Corsair 300 PDB**

Le caratteristiche tecniche di dettaglio dell'impianto sono riportate nell'allegato SCA-001-PD-00-A01, mentre l'assetto generale della piazzola di perforazione "tipo" è riportato in Figura 2-21. 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 m<sup>2</sup>) 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 m<sup>2</sup>), 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 m<sup>2</sup>, 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 2-21 Esempio di possibile installazione-tipo dell'impianto Corsair 300 PDB**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	66 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.3.3. 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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	67 / 99
	Data 15/01/2015		

pozzo, altre 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.2.4.1.3), 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.

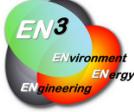
#### 2.3.4. Casing

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.

#### 2.3.5. 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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	68 / 99
	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.

### 2.3.6. Tecniche di tubaggio e protezione delle falde idriche

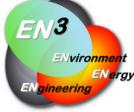
Il progetto prevede tutti i necessari accorgimenti per prevenire ogni possibile interferenza con le acque dolci sotterranee.

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. In particolare, il CP sarà infisso a profondità fino a 50 m (stima indicativa).

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		69 / 99
	Data 15/01/2015		

## 2.4. 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 ad un insieme di attività sperimentali, volte ad identificare le scelte tecniche, tecnologiche e gestionali e la configurazione di impianto idonee all'ottenimento di un rendimento compatibile con la possibilità di un 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 alle altre sezioni di questo documento, 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 (SCA-001-PD-00-A03).

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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	70 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.4.1. Prove di produzione

Per utilizzare correttamente la risorsa geotermica è di fondamentale importanza poter caratterizzare preventivamente con accuratezza non soltanto il fluido geotermico presente nel reservoir, 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 termodinamici reali del serbatoio. Con questa metodologia si verifica anche l'effettiva capacità del serbatoio geotermico di ricevere i fluidi reiniettati.

#### 2.4.1.1. Prove di iniezione

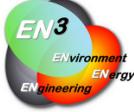
Le prove di iniezione sono finalizzate ad individuare le zone produttive all'interno del serbatoio e a valutarne la capacità di produzione. Tali operazioni vengono effettuate durante la perforazione, nel momento in cui si avvertono perdite di circolazione, presumibilmente legate ad orizzonti fratturati.

Per le prove si applicherà 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.

In alternativa si considererà la possibilità di 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		71 / 99
	Data 15/01/2015		

#### 2.4.1.2. 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 si effettueranno prove a gradini, nonché analisi chimiche e fisiche sul fluido estratto prima della reiniezione dello stesso. Solo all'esito positivo di queste prove sarà possibile passare alle prove di produzione di lunga durata.

#### 2.4.1.3. Prove di produzione di lunga durata

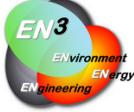
Una volta realizzati entrambi i pozzi da una postazione, sono previste ulteriori prove, allo scopo di caratterizzare la produttività del pozzo in condizioni di produzione prolungata, per stimare la reale potenzialità della risorsa e verificare la sostenibilità di coltivazione nel tempo.

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 dovessero comportare 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.

Al termine di questa fase saranno definite con esattezza le caratteristiche quantitative e qualitative delle risorse geotermiche esistenti, consentendo quindi la progettazione esecutiva 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		72 / 99
	Data 15/01/2015		

#### 2.4.1.4. 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.

In particolare, si ripristineranno 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 che da tali alterazioni possa conseguire un inquinamento delle falde e delle acque superficiali. Per fare questo, si ricorrerà 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.

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". Ultimate, 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 sopra, all'approvazione dell'Autorità competente.

#### 2.4.1.5. Completamento del pozzo

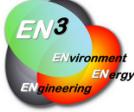
Nel caso di esito positivo delle prove il pozzo sarà completato, allo scopo di predisporre il successivo uso in condizioni di sicurezza.

I principali fattori che determinano il progetto di completamento sono:

- il tipo e le caratteristiche dei fluidi di strato (gas, presenza di H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, ecc.);
- la capacità produttiva.

Sono inoltre 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. Si tratta di un

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		73 / 99
	Data 15/01/2015		

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 "Scarfoglio", 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.

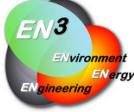
La postazione, come visto in precedenza, verrà mantenuta, ma la sua dimensione sarà fortemente ridotta, dovendo far fronte alla sola necessità di alloggiare le attrezzature utilizzate nella fase produttiva del pozzo e di permettere il ritorno sulla postazione di un impianto leggero per eseguire eventuali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

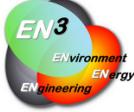
- Pulizia dei vasconi fango e delle canalette (con trasporto a discarica autorizzata);
- Reinterro vasconi fango e apertura vasche rilevate in cemento per evitare accumuli di acqua piovana;
- Demolizione opere in cemento non più necessarie e relativo sottofondo (con trasporto a discarica del materiale 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);
- Ripristino funzionalità recinzione esterna della postazione e chiusura cancello di accesso;
- Sistemazione del suolo vegetale nelle aree lasciate libere.

#### **2.4.2. 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	74 / 99
Data 15/01/2015			

Successivamente a tale fase, e alla conseguente progettazione esecutiva e costruzione della centrale, sarà dato avvio alle sperimentazioni (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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	75 / 99
	Data 15/01/2015		

## 2.5. Attività di cantiere

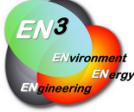
In questa sezione si descrivono in sintesi le operazioni di cantiere associate alla realizzazione del progetto, con esclusione di quanto già descritto relativamente alla fase di perforazione e completamento/chiusura mineraria dei pozzi.

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, non sarà possibile riutilizzare in sito le terre che saranno scavate nell'area della centrale (SCARFOGLIO 1). Pertanto, è da prevedersi il conferimento a discarica di gran parte delle terre da scavo 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).

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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		76 / 99
	Data 15/01/2015		

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.

### 2.5.1. 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.

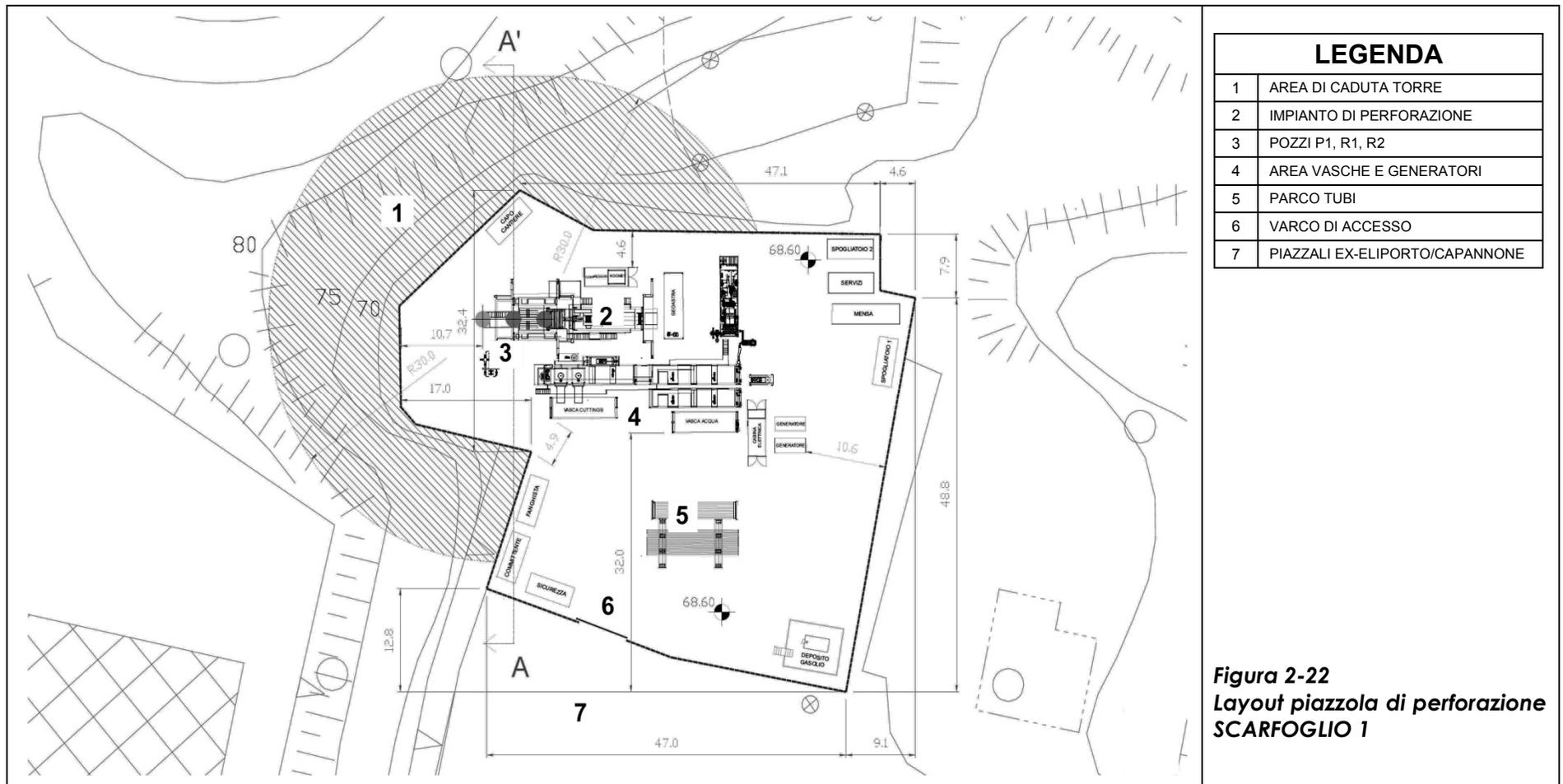
#### 2.5.1.1. Piazzole di perforazione

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 2-22, Figura 2-23 e Figura 2-24. Di seguito vengono comunque forniti alcuni brevi elementi relativi all'assetto delle piazzole stesse.

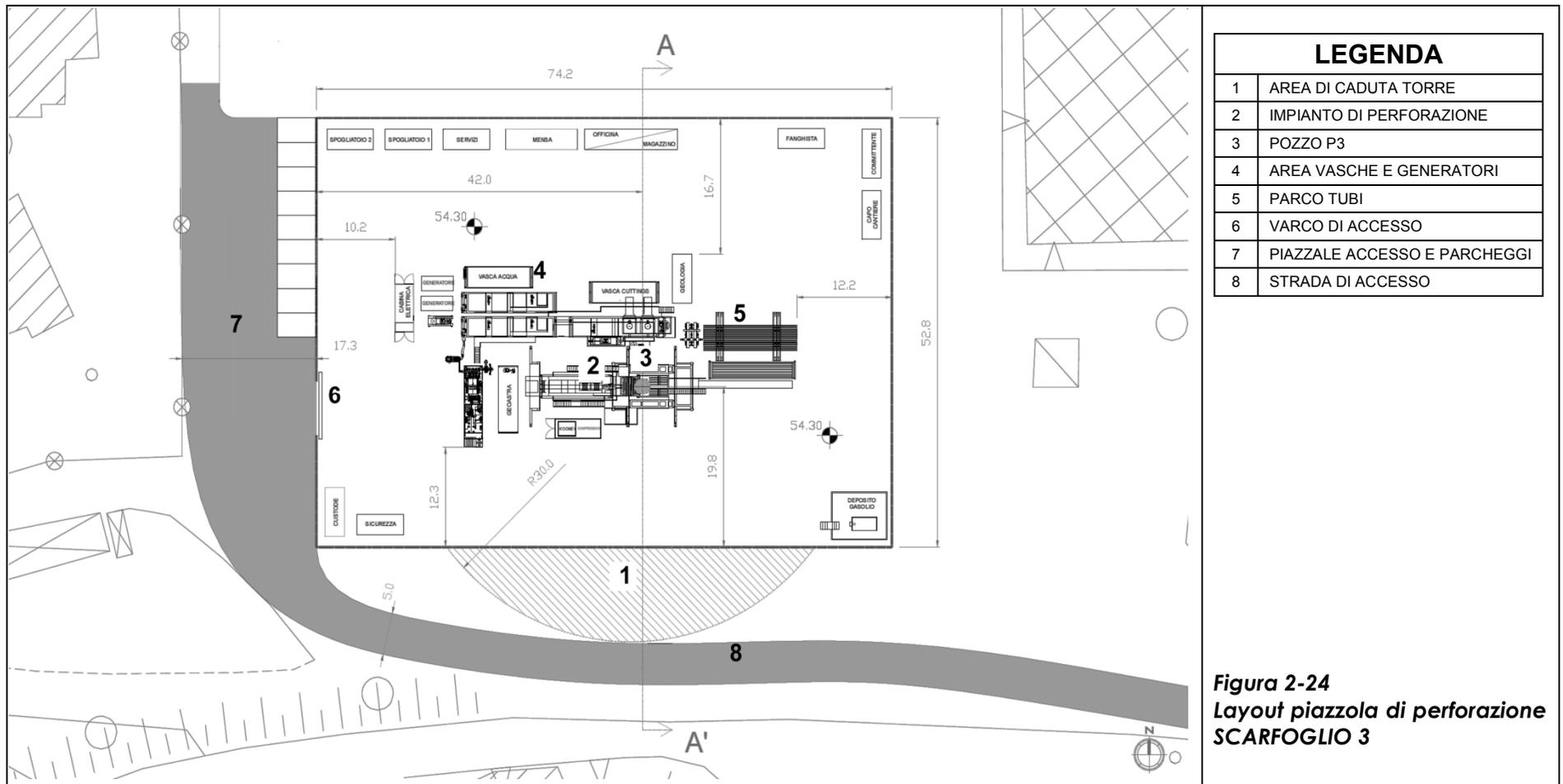
In generale, all'interno di ciascuna piazzola si possono individuare le seguenti zone:

- 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 P3
4	AREA VASCHE E GENERATORI
5	PARCO TUBI
6	VARCO DI ACCESSO
7	PIAZZALE ACCESSO E PARCHEGGI
8	STRADA DI ACCESSO

**Figura 2-24**  
**Layout piazzola di perforazione**  
**SCARFOGLIO 3**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	80 / 99
	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".

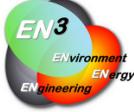
Date le geometrie delle tre piazzole e i vincoli esistenti sul posizionamento dell'impianto, il "raggio di caduta" della torre (pari a 30 m, come per prassi, essendo pari a circa 29 m l'altezza effettiva della stessa dalla piattaforma) ricade in tutti e tre i casi parzialmente al fuori del perimetro 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 2-21 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	81 / 99
	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 con frequenza piuttosto elevata (orientativamente, ogni 1-3 gg), che poi si ridurrà progressivamente a mano a mano che la perforazione procederà.

Per quanto riguarda 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 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.

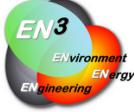
Si segnala infatti, con riferimento al potenziale inquinamento delle acque della piazzola, che, allo scopo di evitare qualunque possibile infiltrazione di inquinanti nel sottosuolo, si è prevista l'impermeabilizzazione di tutte le aree potenzialmente contaminabili, soprattutto in relazione a sversamenti 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 potranno 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, per motivi legati ai carichi coinvolti. Come già detto, è prevista una soletta separata da quella dell'impianto per evitare cedimenti differenziali 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, la cui distanza dalle possibili sorgenti di innesco è conforme alle norme vigenti.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvIRONMENT ENergy ENgineering s.r.l.	82 / 99
	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 H<sub>2</sub>S e/o di miscele esplosive, la cui definizione esatta sarà peraltro individuata in fase di autorizzazione alla perforazione.

#### 2.5.1.2. 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
<b>TOTALI PARZIALI</b>	<b>7.554</b>	<b>521</b>
<b>TOTALE A DISCARICA</b>	<b>7.033</b>	

**Tabella 2-12 Materiali da scavo e riporto prodotti per la preparazione della piazzola SCARFOGLIO 1**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	83 / 99
	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. allegato SCA-001-PD-00-A02) 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:

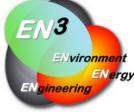
Anche per questo caso valgono considerazioni analoghe a quelle del punto precedente.

#### **2.5.1.3. 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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	84 / 99
	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.

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

#### **2.5.1.4. 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.

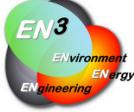
In merito, invece, al montaggio, verrà anzitutto assemblata la sottostruttura, seguendo l'apposita sequenza. Successivamente si procederà con le altre parti, secondo le procedure standard previste e codificate per l'impianto in oggetto. Così come, anche in fase di smontaggio, si osserveranno le indicazioni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

#### **2.5.1.5. 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	85 / 99
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.

#### 2.5.1.6. 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 anche 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.

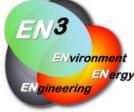
Per quanto riguarda i mezzi utilizzati per il movimento terra e per la realizzazione delle opere civili, questi saranno quelli tipici di un cantiere edile. In particolare, verranno utilizzati escavatori, pale gommate o cingolate, compattatori, ruspe, livellatrici, rulli compattatori, autocarri o dumper,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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	86 / 99
	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 deviati), 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 2-14, riportata al termine del paragrafo successivo.

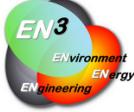
### 2.5.2. Centrale geotermoelettrica

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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		87 / 99
	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.

#### **2.5.2.1. 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.

#### **2.5.2.2. Lavori di scavo e fondazioni**

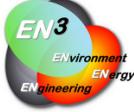
I lavori di scavo in questa fase sono essenzialmente quelli legati alla realizzazione delle fondazioni, per le quali è previsto uno scavo che, dai dimensionamenti preliminari e dai dati dei sondaggi geognostici, risulta di profondità pari a circa 2,5 m.

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), nonché quelle relative alla posa dell'elettrodotto interrato nell'area del sedime (circa 35 m di lunghezza), conformemente al progetto dello stesso, allegato al Progetto (SCA-003-PD-00-RT). 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.

Relativamente ai movimenti terra, nella Tabella 2-13 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 m<sup>3</sup>, derivanti dalle operazioni di riempimento e livellamento in prossimità delle aree limitrofe alla scarpata a nord).

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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	88 / 99
	Data 15/01/2015		

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 elettrodotto	64	
Rinterri parziali vari		40
<b>TOTALI PARZIALI</b>	<b>6.324</b>	<b>40</b>
<b>TOTALE A DISCARICA</b>	<b>6.284</b>	

**Tabella 2-13 Bilancio terre da scavo per il completamento dell'Area SCARFOGLIO 1 e la realizzazione della centrale**

#### 2.5.2.3. 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 m<sup>2</sup>, 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.

#### 2.5.2.4. Realizzazione edificio e montaggio aerotermini

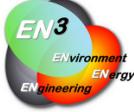
In questa fase saranno completate le opere a terra e realizzate le strutture portanti in acciaio dell'edificio, oltre che le coperture. Successivamente, si procederà all'installazione degli aerotermini.

#### 2.5.2.5. 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.

#### 2.5.2.6. 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

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	89 / 99
Data 15/01/2015			

di installazione dell'impianto. La realizzazione delle coperture e delle tamponature dell'edificio sarà sincronizzata con le esigenze di trasporto e installazione dei componenti di maggiori dimensioni dell'impianto, nonché per quelle di sicurezza.

### 2.5.2.7. 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.

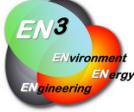
Tutti questi mezzi opereranno per 8 ore giornaliere e per 6 giorni a settimana.

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.

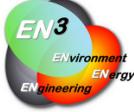
Nella stima che precede si sono assunti per tutti i mezzi di trasporto, come già in precedenza, larghezze massime pari a 2,40 m, con un carico massimo per asse pari a 12 t.

In definitiva, i dati relativi ai trasporti sopra indicati, unitamente a quelle dei transiti associati alle altre fasi di lavoro, sono riepilogati nella Tabella 2-14 che segue.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		90 / 99
	Data 15/01/2015		

Descrizione		Q.tà totale materiali		Durata periodi interessati		Numero viaggi	
		(mc)	(t)	Attività (gg solari)	Trasporti (gg effettivi)	media /gg	totali
Attività	Trasporti						
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 massiccata (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 2-14 Riepilogo trasporti materiali progetto Scarfoglio**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	91 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.5.3. 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.

#### 2.5.3.1. 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 2-17. 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, previa adozione delle necessarie misure volte ad evitare qualunque interferenza con i movimenti di persone nel sito.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da  EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF		92 / 99
	Data 15/01/2015		

### 2.5.3.2. 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 2-15 e comporterà quindi l'asportazione di materiale in quantità pari a circa 3 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> per la condotta FP2 e circa 1.640 m<sup>3</sup> per FP3 (che, si ricorda, non presenta tratti fuori terra).

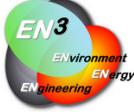
Considerato quindi il tratto previsto fuori terra, nonché i tratti in cui non è previsto il recupero (parziale) del materiale scavato per il rinterro e considerando infine una quota di recupero, dove possibile, pari a circa i 2/3, la situazione finale delle terre da scavo è la seguente:

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
<b>TOTALI PARZIALI</b>	<b>2.802</b>	<b>878</b>
<b>TOTALE A DISCARICA</b>	<b>1.924</b>	

**Tabella 2-15 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
<b>TOTALE</b>	<b>1.784</b>

**Tabella 2-16 Apporto di materiali dall'esterno per la realizzazione delle condotte**

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	93 / 99
Data 15/01/2015			

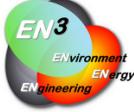
### 2.5.3.3. Trasporto, posa e saldatura

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.

### 2.5.3.4. 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.

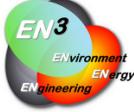
Per quanto riguarda i viaggi necessari per il trasporto dei materiali di riporto esterni e per l'allontanamento del materiale di risulta va detto che è prevista la creazione di due aree buffer, la prima (per la condotta FP2) in corrispondenza del terrazzamento sopra l'area dell'eliporto, la seconda (per 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	94 / 99
	Data 15/01/2015		

### 3. 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.2.4.1.4 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 m<sup>2</sup> 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.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	95 / 99
	Data 15/01/2015		

#### 4. AZIONI DI MONITORAGGIO 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 nel SIA e, soprattutto, nello studio di AMRA/INGV allegato al SIA stesso – che la dimensione

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	96 / 99
	Data 15/01/2015		

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<sup>(1)</sup>, 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.

<sup>(1)</sup> 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

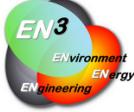
	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	97 / 99
	Data 15/01/2015		

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."*

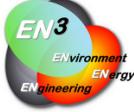
Relativamente al documento in questione si deve in realtà precisare come esso si rivolga essenzialmente alle attività di coltivazione di idrocarburi e stoccaggio sotterraneo di gas naturale, e comunque a progetti di dimensione assai più rilevante di quelle del progetto "Scarfoglio". Tuttavia, lo stesso 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 CO<sub>2</sub>, 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"*.

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b>		
	Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	98 / 99
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").

	<b>Progetto per la realizzazione di un impianto geotermico pilota nell'area del Permesso di Ricerca "Scarfoglio"</b> Progetto definitivo Relazione generale di progetto		
	Doc.SCA-001-PD-00-RT	Redatto da	Pagina
	Acc. 2013/0045/OF	 EN3 - ENvironment ENergy ENgineering s.r.l.	99 / 99
	Data 15/01/2015		

## 5. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Per il cronoprogramma dei lavori si rimanda al GANTT allegato (SCA-001-PD-00-A03).

## 6. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E COSTI

Nell'Allegato SCA-001-PD-00-A04 si riporta il computo metrico estimativo sviluppato sulla base degli elementi di progetto descritti del presente documento e negli altri elaborati del Progetto definitivo.

Da tale computo è stato estratto il riepilogo di sintesi dei costi di cui alla tabella che segue.

DESCRIZIONE	COSTO (€)
<b>COSTI DI REALIZZAZIONE</b>	
Impianto geotermoelettrico, perforazione pozzi, condotte, opere civili	18.416.556
Elettrodotto	193.444
Oneri di sicurezza	250.000
<b>SUB-TOTALE 1</b>	<b>18.860.000</b>
<b>ALTRI COSTI</b>	
Progetto e SIA, direzione lavori, consulenze	280.000
Rilievi, accertamenti e indagini, analisi di laboratorio, monitoraggi	300.000
Collaudi	100.000
Allacciamenti utenze	60.000
<b>SUB-TOTALE 2</b>	<b>740.000</b>
<b>TOTALE COSTO PROGETTO</b>	<b>19.600.000</b>

Come si può desumere dalla tabella i costi di realizzazione complessivi risultano contenuti rispetto alla media dei progetti geotermici di taglia analoga. Ciò, grazie alle caratteristiche peculiari, già viste, del progetto "Scarfoglio", e cioè:

- la disponibilità della risorsa geotermica a profondità molto più ridotte di quelle tipiche di tali opere (profondità in genere comprese nel range 2.500-4.000 m);
- la disponibilità di informazioni sulla risorsa tali da non richiedere ulteriori indagini di approfondimento (le valutazioni di dettaglio sulle caratteristiche del sottosuolo e dei fluidi geotermici potranno essere effettuate direttamente in fase di realizzazione dei primi due pozzi e delle corrispondenti prove di produzione/reiniezione).