

**IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO
TORRE ALFINA**

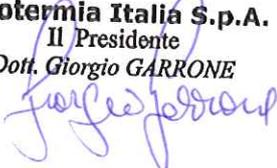
Studio di Impatto Ambientale

Preparato per:
ITW&LKW Geotermia Italia S.p.A.

Maggio 2015

Codice Progetto:
P13_ITW_049

Revisione: 0

ITW & LKW
Geotermia Italia S.p.A.
Il Presidente
Dot. Giorgio GARRONE


STEAM
Sistemi Energetici Ambientali
Lungarno Mediceo, 40
I - 56127 Pisa
Telefono +39 050 9711664
Fax +39 050 3136505
Email : info@steam-group.net



STEAM

ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA S.P.A.

IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO
TORRE ALFINA

Studio di Impatto Ambientale



Ing. Riccardo Corsi

Project Director

Progetto	Rev	Preparato da	Rivisto da	Approvato da	Data
P13_ITW_049	0	APN, CBE, CMO, LAG, LGG, LMA, SBA	RC, AB, FB	RC	04/05/2015

Contributi e Collaborazioni

Responsabile dello Studio di Impatto Ambientale

Ing. Riccardo Corsi



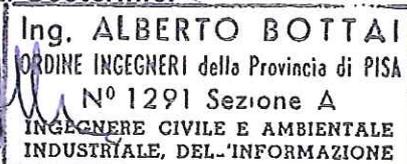
Caratterizzazione Geologica e Chimica

Prof. Franco Barberi



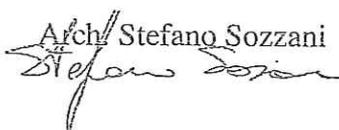
Perforazione Pozzi Geotermici

Ing. Alberto Bottai



Caratterizzazione della Componente Rumore

Arch. Stefano Sozzani

Arch. Stefano Sozzani


Studio di Impatto Ambientale Elettrodotta di Collegamento alla Rete di Enel Distribuzione

Ing. Nicola Mantengoli



INDICE

1	INTRODUZIONE	1
1.1	<i>UBICAZIONE DEL PERMESSO DI RICERCA “CASTEL GIORGIO – TORRE ALFINA” E TITOLI MINERARI PREGRESSI</i>	2
1.2	<i>MOTIVAZIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO</i>	4
1.2.1	<i>Definizione della Localizzazione dell’Impianto ORC</i>	5
1.3	<i>INTERAZIONE TRA I PROGETTI DEGLI IMPIANTI PILOTA GEOTERMICI CASTEL GIORGIO E TORRE ALFINA</i>	7
1.4	<i>ITER AUTORIZZATIVO</i>	7
1.5	<i>STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</i>	9
2	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	11
2.1	<i>PIANIFICAZIONE ENERGETICA</i>	11
2.1.1	<i>Strumenti Nazionali ed Internazionali di Pianificazione Energetica</i>	11
2.2	<i>PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA</i>	13
2.2.1	<i>Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG) e Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) della Regione Lazio</i>	13
2.2.2	<i>Piano Territoriale Paesistico (PTP)</i>	20
2.2.3	<i>Piano Territoriale Provinciale Generale della Provincia (PTGP) di Viterbo</i>	24
2.3	<i>PIANIFICAZIONE LOCALE</i>	30
2.3.1	<i>Piano Regolatore Generale del Comune di Acquapendente</i>	30
2.4	<i>PIANIFICAZIONE SETTORIALE</i>	32
2.4.1	<i>Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)</i>	32
2.4.2	<i>Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Lazio</i>	34
2.4.3	<i>Aree Appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette</i>	36
2.5	<i>CONCLUSIONI</i>	37
2.6	<i>OPERE COMPLEMENTARI</i>	40
3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	41
3.1	<i>IL CAMPO GEOTERMICO DI TORRE ALFINA</i>	41
3.1.1	<i>Inquadramento Geologico</i>	41
3.1.2	<i>Caratteristiche Produttive del Campo Geotermico</i>	42
3.1.3	<i>Caratteristiche Chimiche del Fluido e Capacità Incrostanti</i>	45
3.1.4	<i>Scelta del Numero e dell’Ubicazione dei Pozzi</i>	49
3.2	<i>ANALISI DELLE ALTERNATIVE E UBICAZIONE DELL’IMPIANTO E DEI POZZI PRODUTTIVI</i>	49
3.2.1	<i>Alternativa Zero</i>	49
3.2.2	<i>Criteri di Scelta</i>	50
3.2.3	<i>Scelta Finale</i>	50
3.3	<i>PROGETTO DEI POZZI</i>	51
3.3.1	<i>Pozzi Produttivi</i>	51
3.3.2	<i>Pozzi Reiniettivi</i>	59
3.3.3	<i>Descrizione delle Operazioni di Perforazione</i>	62
3.3.4	<i>Ripristino ambientale - chiusura mineraria dei pozzi</i>	99
3.3.5	<i>Completamento dei pozzi produttivi</i>	100
3.3.6	<i>Completamento pozzi reiniettivi</i>	104

3.4	LA CENTRALE DI PRODUZIONE	104
3.4.1	Criteri Generali di Progettazione	104
3.4.2	Descrizione del Progetto	105
3.4.3	Collegamento Elettrico dell’Impianto Pilota Geotermico: Elettrodotto di Collegamento alla Rete di Enel Distribuzione	122
3.4.4	Bilancio Energetico	123
3.4.5	Uso di Risorse	123
3.4.6	Emissioni in Atmosfera	124
3.4.7	Effluenti Liquidi	125
3.4.8	Rumore	125
3.4.9	Rifiuti	127
3.4.10	Traffico	127
3.4.11	Benefici Ambientali e Opportunità Economiche	128
3.4.12	Fase di Costruzione	129
3.4.13	Analisi dei Malfunzionamenti e dei Rischi	135
3.4.14	Dismissione	141
3.5	OPERE DI MITIGAZIONE	143
4	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	145
4.1	DEFINIZIONE DELL’AREA DI STUDIO E DEI FATTORI E COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO	145
4.2	STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	147
4.2.1	Atmosfera e Qualità dell’Aria	147
4.2.2	Ambiente Idrico	149
4.2.3	Suolo e Sottosuolo	161
4.2.4	Rumore	168
4.2.5	Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi	168
4.2.6	Paesaggio	172
4.2.7	Salute Pubblica	183
4.2.8	Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti	185
4.3	STIMA DEGLI IMPATTI	187
4.3.1	Atmosfera e Qualità dell’Aria	187
4.3.2	Ambiente Idrico	196
4.3.3	Suolo e Sottosuolo	203
4.3.4	Rumore	210
4.3.5	Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi	210
4.3.6	Paesaggio	213
4.3.7	Salute Pubblica	230
4.3.8	Traffico	231
4.3.9	Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti	233
4.3.10	Socio-Economico	234
4.3.11	Opere Complementari	234
5	MONITORAGGIO	235
5.1	RETE DI SISMOGRAFI	235
5.2	MONITORAGGIO FLUSSO DI GAS DAL SUOLO	235
5.3	MONITORAGGIO SPESSORE E INTEGRITÀ TUBAZIONI	235
5.4	MONITORAGGIO ACUSTICO	236
5.5	MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA	237

ALLEGATI

Allegato A - Valutazione Previsionale di Impatto Acustico

Allegato B - Relazione Paesaggistica

Allegato C - Valutazione delle Emissioni Polverulente durante la Fase di Cantiere

Allegato D - Screening di Incidenza Ambientale

Allegato E - Piano di Utilizzo Terre

Allegato F - Subsidenza

Allegato G - Sismicità Indotta o Innescata

Allegato H - Analisi Sismica

Allegato I - Programma di Monitoraggio Geochimico e Sismico

Allegato L - Campagne di Misura del Flusso di CO₂ dal Suolo su Aree Target

Allegato M - Caratterizzazione del Suolo

Allegato N - Caratteristiche della Falda Acquifera e Piano di Monitoraggio

Allegato O - Schede di Sicurezza degli Additivi

Allegato P - Studio di Impatto Ambientale Opere Connesse

Allegato Q - Relazione Idrogeologica

***Allegato R - Allegato R - Sentenza TAR Lazio N. 10436/2015
Reg.Prov.Coll.***

1

INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale riguarda il progetto dell’Impianto Pilota denominato “Torre Alfina”, così come definito dall’art.9 del D.Lgs. n.28 del 03/03/2011, che la società ITW&LKW Geotermia Italia S.p.A. (nel seguito ITW&LKW) intende realizzare nel Comune di Acquapendente, in Provincia di Viterbo (Regione Lazio).

La localizzazione dell’Impianto Pilota in progetto su CTR è riportata in Figura 1a.

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un impianto pilota geotermico, con centrale di produzione elettrica a ciclo organico, capace di generare energia elettrica e calore, con assenza di emissioni in atmosfera sfruttando, come fonte di energia primaria, fluidi geotermici altamente incrostanti. I fluidi geotermici, una volta utilizzati nell’impianto pilota, verranno reiniettati nelle formazioni di provenienza.

L’Impianto Pilota Geotermico denominato “Torre Alfina” è costituito dalle seguenti opere:

- l’impianto ORC;
- n.5 pozzi di produzione localizzati nelle piazzole denominate AP1 (n.3 pozzi), AP2 (n.1 pozzo), AP3 (n.1 pozzo);
- n.4 pozzi di reiniezione localizzati nel polo AP4;
- le relative tubazioni di produzione e di reiniezione dall’impianto ai pozzi appena indicati;
- opere di connessione alla Rete di Enel Distribuzione, costituite da un elettrodotto aereo in Media Tensione a 20 kV, della lunghezza di circa 6,5 km fino alla Cabina Primaria di Acquapendente e dalla cabina di consegna.

L’impianto proposto fa parte di una richiesta di Permesso di Ricerca per due impianti pilota denominato “Castel Giorgio – Torre Alfina” che la società ITW&LKW ha presentato in data 19 Luglio 2011 ai sensi del D.Lgs. n.28 del 03/03/2011 e comprende i Comuni di Castel Giorgio, Castel Viscardo e Orvieto, in Provincia di Terni, e Acquapendente, in Provincia di Viterbo. Il programma lavori associato alla richiesta di Permesso è stato esaminato dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM) del Ministero per lo Sviluppo Economico che ha espresso parere favorevole in data 13/03/2012.

Il MISE ha approvato la richiesta del Permesso di Ricerca in data 11/07/2012 chiedendo alle Regioni interessate ed alla società ITW&LKW di avviare l’iter per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Per il progetto relativo all’Impianto Pilota denominato “Castel Giorgio” è stata avviata da ITW&LKW Geotermia Italia S.p.A. la procedura di Valutazione di



Impatto Ambientale presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare ad ottobre 2013. Tale progetto prevedeva alcune varianti rispetto a quello inizialmente presentato nell'istanza di Permesso di Ricerca di cui sopra, che si erano rese necessarie a seguito di modifiche ed integrazioni del D.Lgs. n.28/2011 (ed hanno riguardato essenzialmente il numero dei pozzi associati al progetto). La variazione del programma lavori è stata ritenuta dal MISE in linea con la precedente richiesta ed è stata approvata, sentita la CIRM, in data 19/03/2014.

La procedura di VIA relativa al progetto dell'Impianto Pilota "Castel Giorgio" si è positivamente conclusa con l'emissione del relativo decreto di compatibilità in data 3 Aprile 2015.

Anche il progetto dell'Impianto Pilota Torre Alfina di cui al presente SIA, ha subito necessariamente alcune modifiche rispetto a quello originario per cui era stato chiesto il Permesso di Ricerca per Impianti Pilota. Per questo motivo in data 19 Dicembre 2014 è stata presentata al Ministero dello Sviluppo Economico istanza di variazione del Programma Lavori anche per il progetto di Torre Alfina.

In Figura 1b sono rappresentati l'Impianto Pilota Geotermico "Torre Alfina", l'Impianto Pilota Geotermico "Castel Giorgio" ed il confine del Permesso di Ricerca "Castel Giorgio – Torre Alfina".

Nello specifico le principali modifiche progettuali proposte con il progetto dell'Impianto Pilota Torre Alfina riguardano:

- l'identificazione di un polo reiniettivo diverso da quello originario costituito da un unico polo di reiniezione CG14 di Castel Giorgio con due ulteriori pozzi devianti;
- identificazione di un nuovo sito per il posizionamento della Centrale ORC utilizzando l'area della cava denominata Le Greppe nel comune di Acquapendente, attualmente in corso di dismissione, in luogo del posizionamento nel vecchio stabilimento della società Consorgas;
- nuova tecnologia di produzione e prevenzione delle incrostazioni in luogo delle pompe sommerse: i pozzi produttivi erogheranno naturalmente una miscela di liquido e gas che saranno reiniettati dopo lo sfruttamento energetico; le incrostazioni saranno prevenute con l'iniezione di un inibitore di incrostazione nei pozzi produttivi;
- l'innesco della produzione dei pozzi avverrà mediante gas lift iniettando azoto in pozzo mediante un coiled tubing dedicato o mediante lo stesso tubing utilizzato per il pompaggio dell'inibitore di incrostazioni.

Si fa infine presente che in data 29/07/2015 è stata depositata presso il TAR del Lazio la sentenza di annullamento della proposta di dichiarazione di notevole interesse pubblico per l'area denominata "Altopiano dell'Alfina" ampliamento del vincolo "Monte Rufeno e Valle del Paglia" emessa dal Ministero per i beni e per le attività culturali ai sensi del decreto legislativo n. 42 del 2004 in data 11 novembre 2010, ricevuta dal Comune di Acquapendente pubblicata in data 20 novembre 2010 sull'albo pretorio e del successivo decreto di dichiarazione di notevole interesse pubblico dell'area sita nel Comune di Acquapendente

denominata “Altopiano dell’Alfina ampliamento del vincolo “Monte Rufeno e Valle del Paglia”, di cui al D.M. 22 maggio 1985, emanato dal Ministero per i beni e per le attività culturali, Direzione generale per i beni culturali e paesaggistici del Lazio, in data 12 maggio 2011 e pubblicato in data 16 maggio 2011 sulla Gazzetta Ufficiale-Serie Generale-parte prima n. 112. Il testo della sentenza è riportato in Allegato R al presente Studio.

Si evidenzia che il presente SIA è stato predisposto precedentemente al deposito della suddetta sentenza e pertanto contempla la sussistenza del vincolo in oggetto nell’area interessata dal progetto proposto e riporta l’analisi delle interazioni ad esso connesse.

1.1 UBICAZIONE DEL PERMESSO DI RICERCA “CASTEL GIORGIO – TORRE ALFINA” E TITOLI MINERARI PREGRESSI

Le opere in progetto si collocano nell’area del Campo Geotermico di Torre Alfina, scoperto da Enel negli '70.

In particolare il Permesso di Ricerca “Castel Giorgio – Torre Alfina”, interessa l’area già relativa alla Concessione mineraria per la coltivazione di fluidi geotermici denominata “Torre Alfina”.

In Figura 1.1a si riportano l’ubicazione ed i limiti della Concessione Torre Alfina che si estendeva nel territorio dei Comuni di Acquapendente (VT), San Lorenzo Nuovo (VT), Castel Giorgio (TR) e Castel Viscardo (TR); in figura è riportata, inoltre, l’ubicazione dei primi nove pozzi geotermici perforati da Enel. Un altro pozzo molto profondo (Alfina 15, 4.826 m) è stato perforato nel 1987-1988 (*Buonasorte et al., 1991*).

La Concessione mineraria di cui sopra aveva scadenza nel 2013, ma con Determinazione del Direttore del Dipartimento di competenza n.3243 del 29 dicembre 2007, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lazio, n.3 – Parte prima, del 21/01/2008, l’area della concessione è stata ridotta da 58,63 km² a 9,84 km², ricadenti interamente nel territorio della Regione Lazio, e la Concessione mineraria per fluidi geotermici è stata trasformata in Concessione mineraria per anidride carbonica ed accordata per 10 anni alla Società Enel Produzione S.p.A.

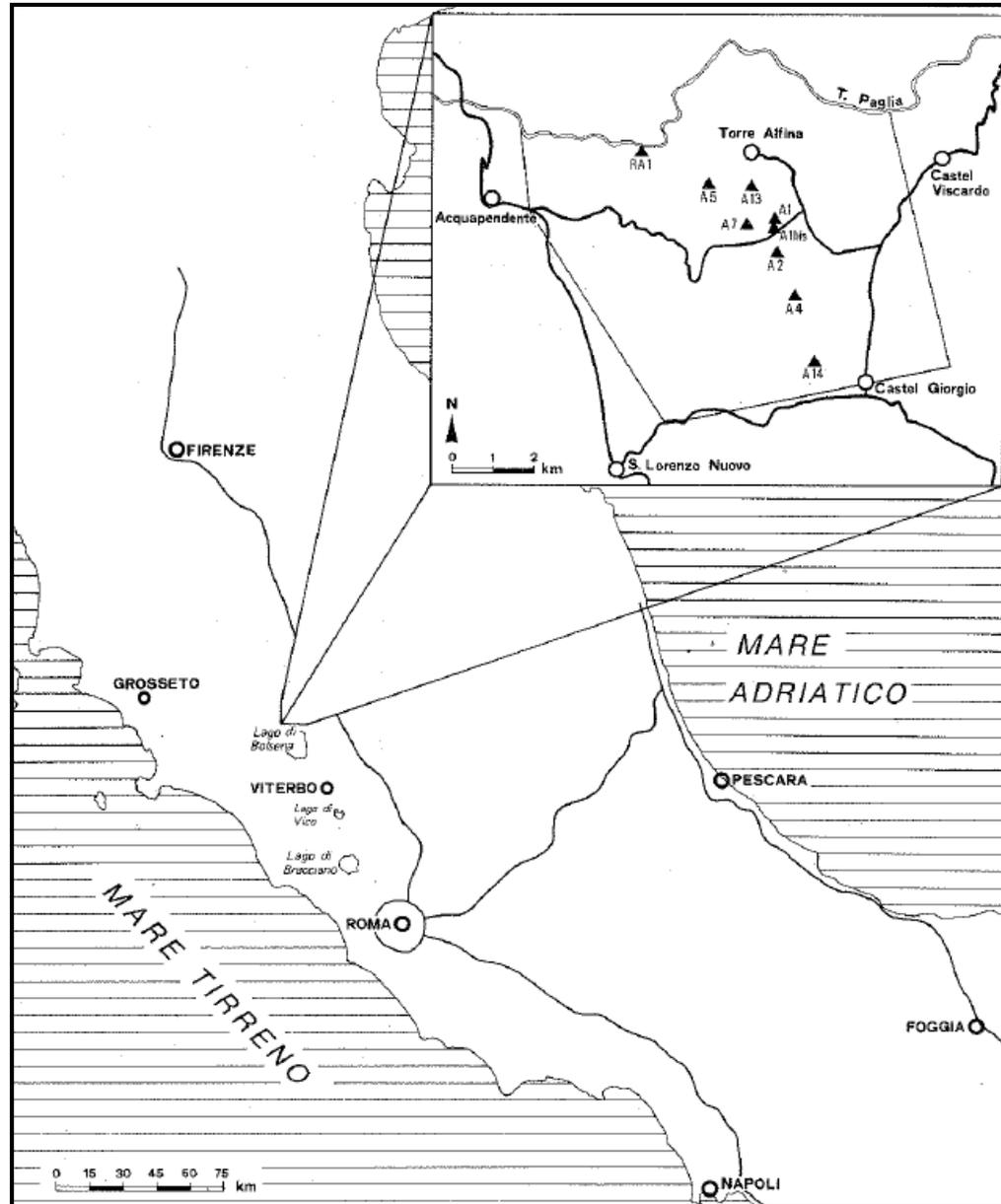
Nella Determinazione sopracitata è stato altresì precisato (art.3) l’obbligo per la Società Enel Produzione S.p.A.:

- a farsi carico, a proprie cure e spese, della manutenzione e del controllo dei pozzi denominati Alfina 4 e Alfina 14 e delle relative pertinenze minerarie site nel Comune di Castel Giorgio (TR) fino a che la Regione Umbria non individui un nuovo soggetto concessionario per lo sfruttamento della risorsa geotermica e comunque non oltre la naturale scadenza dell’attuale Concessione (anno 2013);
- a farsi carico, a proprie cure e spese e su richiesta della Regione Umbria, della chiusura mineraria dei suddetti pozzi, nel caso in cui, entro il predetto

termine, non siano stati individuati nuovi soggetti interessati allo sfruttamento delle risorse geotermiche;

- a non opporsi all'eventuale sfruttamento delle risorse geotermiche reperite o da reperire nel territorio della Regione Umbria già ricadente nella Concessione denominata "Torre Alfina".

Figura 1.1a *Ubicazione dell'Area Geotermica di Torre Alfina*



1.2

MOTIVAZIONI E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Fino ad oggi l'impiego di fluidi aventi le caratteristiche simili a quelli del campo geotermico di Torre Alfina ha avuto in Italia limitate applicazioni senza che queste rispondessero ai vincoli rigorosi posti dal D.Lgs. 03/03/2011 n. 28, ovvero assenza di emissioni e con reiniezione del fluido nelle formazioni di provenienza. Un altro problema emerso nei tentativi di impiego era stata la difficile gestione del

chimismo del fluido e come impedire la formazione delle incrostazioni per effetto dell'elevato contenuto salino.

Il progetto proposto prevede invece di operare una gestione del fluido per produrre energia elettrica impedendo, durante l'intero processo di trasformazione, la formazione di incrostazioni (scaling) e l'emissione di gas nell'atmosfera, assicurando le condizioni termodinamiche atte a permettere la reiniezione dell'intero flusso nel serbatoio carbonatico di provenienza. Queste caratteristiche delineano il contenuto decisamente sperimentale del progetto.

La sua realizzazione permetterà di verificare quanto le attese progettuali si discostano dall'effettiva realtà di produzione e di individuare le problematiche che sarà ancora necessario affrontare per pervenire ad una effettiva ottimizzazione del progetto e ad una sua eventuale estensione su scala più vasta con impianti di maggior potenza, che utilizzino calore endogeno da fluidi aventi caratteristiche simili a quelle del campo di Torre Alfina – Castel Giorgio.

La produzione di energia elettrica si prevede di circa 5 MW per una produzione annuale non superiore a 40 MWh, come stabilito dal D.Lgs 03/03/2011 n. 28 e smi.

Il progetto prevede inoltre di sperimentare la possibilità di mettere a disposizione calore per usi civili o industriali per utenze nel Comune di Acquapendente. Il calore per utenze civili e industriali che il progetto prevede di mettere a disposizione sarà ottenuto modulando il flusso di acqua geotermica in accordo alla domanda di energia termica oppure utilizzando il calore residuo dell'acqua geotermica prima della sua reiniezione.

Il progetto in esame si propone quindi di dimostrare la fattibilità della produzione di energia elettrica da fonte geotermica, che, come descritto successivamente, rappresenta una delle fonti rinnovabili a minor occupazione di suolo per unità di energia prodotta.

Si specifica che il progetto prevede la perforazione di nuovi pozzi nelle vicinanze di quelli perforati da Enel negli anni '70 e '80 e che erano risultati in prevalenza produttivi. In virtù di ciò, anche se gli esiti delle perforazioni potrebbero essere leggermente diversi da quelli ipotizzati, il numero di pozzi previsti e le ipotesi utilizzate per il dimensionamento delle opere e il loro numero dovrebbero risultare "conservativi", nel senso che implicano una condizione ambientale più impattante di quella che molto probabilmente sarà nella realtà.

1.2.1

Definizione della Localizzazione dell'Impianto ORC

L'opera di maggiore ingombro areale dell'Impianto Pilota Torre Alfina è rappresentata dall'Impianto ORC: per favorirne un corretto inserimento in fase progettuale è stato individuato quale sito di realizzazione dello stesso, all'interno del Comune di Acquapendente, un lotto esaurito e ripristinato della cava di basalto sita in località Le Greppe, a circa 2,5 km a sud dell'abitato di Torre Alfina.



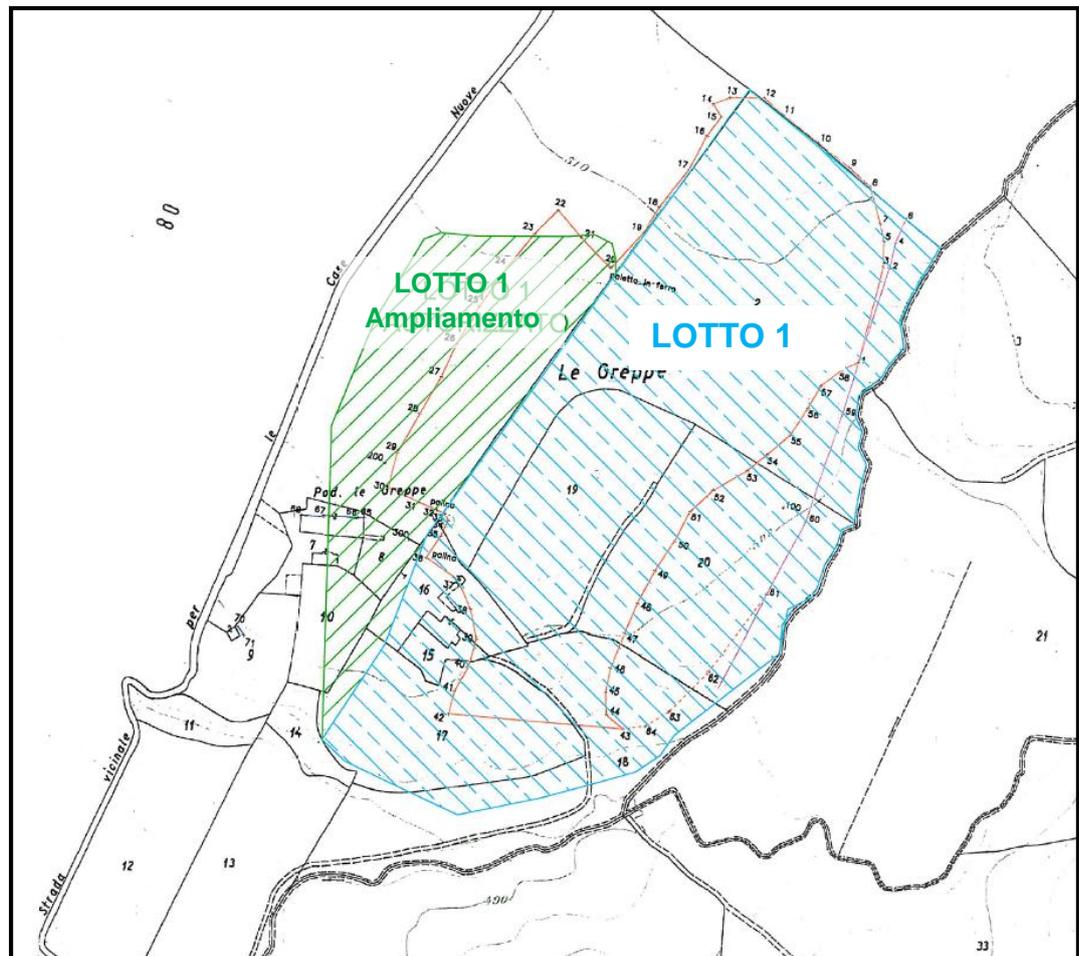
La scelta di collocare l'impianto ORC (che costituisce l'opera di maggior ingombro areale) all'interno della cava è motivata dal fatto che quest'area è stata comunque oggetto di una trasformazione di fatto irreversibile, rispetto allo stato originario del terreno. La disponibilità di superficie all'interno della zona scavata è sufficientemente ampia per accogliere anche una postazione di sonda, pertanto in adiacenza all'Impianto ORC è stata ubicata anche la postazione AP2.

Tale soluzione permette di limitare l'impiego di terreno adibito ad uso agricolo alle sole postazioni di sonda AP1, AP3 e AP4.

La scelta intrapresa consente inoltre di minimizzare l'impatto paesaggistico derivante dalla realizzazione dell'Impianto ORC venendo questo a trovarsi ad una quota inferiore rispetto al piano campagna. La sua visibilità sarà ancor più attenuata se non annullata una volta che le essenze arboree previste nelle opere di mitigazione in progetto avranno radicato ed assunto la conformazione adulta tipica delle specie presenti in zona.

In Figura 1.2.1a si riporta il perimetro dell'area di cava autorizzata, suddivisa nel "Lotto 1" autorizzato con Convenzione con il Comune di Acquapendente Rep.26/1988, e dal suo ampliamento ("Lotto 1 Ampliamento") autorizzato con Convenzione Rep.51/2010.

Figura 1.2.1a *Identificazione dei Lotti della Cava Sita in Località Le Greppe*



In particolare le nuove opere saranno tutte ubicate all'interno dei confini del lotto n.1.

Allo stato attuale, ovvero al momento dell'avvio della procedura di VIA di cui al presente Studio di Impatto Ambientale, le operazioni di coltivazione nel lotto 1 sono esaurite (il termine è scaduto a giugno 2013), è stato completato il recupero ambientale dell'area (le cui operazioni sono terminate a dicembre 2013) ed è in corso il procedimento amministrativo per la ri-attribuzione dell'originaria destinazione d'uso di tipo agricolo.

Le attività estrattive stanno al momento proseguendo nella parte occidentale della cava, nella zona di ampliamento del lotto 1, e anche se teoricamente potrebbero protrarsi al più fino alla decorrenza dei 5 anni dalla data di inizio lavori, lo stato di avanzamento della coltivazione è tale per cui all'avvio dei lavori per la realizzazione dell'impianto ORC (e della postazione di produzione AP2 ad esso adiacente), le attività estrattive nel lotto 1 di ampliamento saranno terminate, i luoghi ripristinati.

Nel presente Studio di Impatto Ambientale lo stato ante-operam è dunque costituito dall'area di cava completamente ripristinata.

1.3 INTERAZIONE TRA I PROGETTI DEGLI IMPIANTI PILOTA GEOTERMICI CASTEL GIORGIO E TORRE ALFINA

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato sviluppato tenendo conto della presenza, in fase di esercizio, dell'impianto Pilota Castel Giorgio indipendentemente dal fatto che quest'ultimo sia o no in esercizio al momento dell'avvio dei lavori di Torre Alfina.

Comunque si prevede che le attività di perforazione dei pozzi dell'impianto Pilota Torre Alfina siano avviate dopo la conclusione di quelle del progetto dell'impianto Pilota di Castel Giorgio, evitando la sovrapposizione delle attività.

Questa scelta permette di "disaccoppiare" in larga misura le due attività costruttive rendendo trascurabili o nulle le interferenze reciproche in fase di costruzione, con particolare riguardo agli effetti dei prelievi di acqua dalla falda idrica per uso in fase di perforazione.

1.4 ITER AUTORIZZATIVO

Il progetto in oggetto (che fa parte del programma lavori associato al Permesso di Ricerca per Impianto Pilota denominato Castel Giorgio - Torre Alfina) rappresenta una fattispecie progettuale nuova ed il suo percorso autorizzativo risulta relativamente anomalo nell'ambito delle energie rinnovabili, reso ancora più complesso a seguito dell'inserimento dell'energia geotermica tra le risorse strategiche ed alle recenti disposizioni introdotte dal Decreto del Fare (D.L. 21/06/2013, n.69 Disp. Urgenti per il rilancio dell'economia (GU n.144 del



21/06/2013-Suppl.Ordinario n.50) che stabilisce espressamente che “*gli impianti geotermici pilota sono di competenza statale*”.

Ricordiamo nel seguito gli articoli di legge che più interessano il progetto.

Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22 e s.m.i.

Articolo 1 comma 3bis

Al fine di promuovere la ricerca e lo sviluppo di nuove centrali geotermoelettriche a ridotto impatto ambientale di cui all'articolo 9 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, sono altresì di interesse nazionale i fluidi geotermici a media ed alta entalpia finalizzati alla sperimentazione, su tutto il territorio nazionale, di impianti pilota con reiniezione del fluido geotermico nelle stesse formazioni di provenienza, e comunque con emissioni nulle, con potenza nominale installata non superiore a 5 MW [...].

Gli impianti geotermici pilota sono di competenza statale (modifica introdotta da dal recente Decreto del Fare (D.L. 21/06/2013, n.69 Disp. urgenti per il rilancio dell'economia (GU n.144 del 21/06/2013-Suppl.Ordinario n.50).

Articolo 3 comma 2bis

Nel caso di sperimentazione di impianti pilota di cui all'articolo 1, comma 3-bis, l'autorità competente è il Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che acquisiscono l'intesa con la Regione interessata; all'atto del rilascio del permesso di ricerca, l'autorità competente stabilisce le condizioni e le modalità con le quali è fatto obbligo al concessionario di procedere alla coltivazione dei fluidi geotermici in caso di esito della ricerca conforme a quanto indicato nella richiesta di permesso di ricerca [...]

Articolo 15 - Dichiarazione di Pubblica Utilità

1. Le opere necessarie per la ricerca e la coltivazione, nonché per il trasporto e la conversione delle risorse geotermiche in terraferma, con esclusione delle aree di demanio marittimo, sono dichiarate di pubblica utilità, nonché urgenti ed indifferibili e, laddove necessario, è apposto il vincolo preordinato all'esproprio a tutti gli effetti del decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n.327 e successive modificazioni, con l'approvazione dei relativi programmi di lavoro da parte dell'autorità competente.

2. I programmi di lavoro approvati sono depositati presso i Comuni dove deve aver luogo la espropriazione, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 8 giugno 2001, n.327, successive modificazioni.

3. Non sono soggette a concessioni ne' ad autorizzazioni del sindaco le opere temporanee per attività di ricerca nel sottosuolo, eseguite in aree esterne al centro edificato (omissis).

Legge 7 Agosto 2012

La Legge 7 agosto 2012, n. 134 “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 22 giugno 2012, n. 83, recante “Misure urgenti per la crescita del Paese” (Gazzetta Ufficiale n. 187 del 11/08/2012), all’art.38ter inserisce gli

impianti per l'estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11/02/2010, n. 22 tra *gli impianti strategici*.

Infatti la sopra citata legge recita: “*all'articolo 57, comma 1, del Decreto Legge 9 febbraio 2012, n.5, convertito, con modificazioni, dalla Legge 4 aprile 2012, n.35, dopo la lettera f) è aggiunta la seguente: «f-bis) gli impianti per l'estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n. 22»*”.

In sostanza le opere necessarie per la ricerca e la coltivazione geotermica non solo sono dichiarate di *pubblica utilità* (cfr art.15 della Legge 10/2010 sopra riportato) nonché *urgenti e indifferibili e non sottoposte a concessioni o autorizzazioni del Sindaco*, ma sono anche *strategiche* e quindi soggette a procedure *accelerate* guidate dai Ministeri competenti, in accordo a quanto previsto dall'articolo 57 della sopra citata Legge 04/04/2012 n.135 (commi da 2 a 4).

Le peculiarità più evidenti riguardano pertanto la competenza nel rilascio dell'Autorizzazione Unica che è del Ministero dello Sviluppo Economico d'intesa con la Regione competente; Ministero che, attraverso il suo organo tecnico Comitato Idrocarburi e Ricerca Mineraria (CIRM), si è già espresso sulla validità tecnica della proposta, riservandosi ulteriori approfondimenti nel corso dell'istruttoria successiva per il rilascio dell'autorizzazione di sua competenza.

Dal punto di vista sostanziale il progetto in oggetto si presenta inoltre come l'unione di due attività, ciascuna potenzialmente soggetta a procedimenti autorizzativi successivi: il primo legato alla *perforazione di pozzi di sviluppo* e la seconda legata alla realizzazione di una *centrale per la produzione di energia elettrica* e relative opere connesse.

Inoltre è di tutta evidenza che, per dar corso completo alla realizzazione degli investimenti e confermare in modo definitivo il progetto stesso, dovranno essere attesi gli esiti delle perforazioni dei pozzi .

Lo *Studio di Impatto Ambientale* presentato si riferisce pertanto necessariamente ad una soluzione progettuale definitiva ma priva dei dettagli progettuali nelle forme che sono generalmente richieste nell'ambito delle procedure di Autorizzazione Unica di altri impianti ad energia rinnovabile (eolico o fotovoltaico spesso non soggetti a procedura di VIA), cui il presente progetto, per quanto detto sopra, si avvicina solo in parte.

1.5

STRUTTURA DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Il presente Studio di Impatto Ambientale è sviluppato in accordo a quanto previsto nell'Allegato VII alla Parte Seconda del D.Lgs 152/2006 e s.m.i. “Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale”.

Oltre alla presente Introduzione, lo Studio di Impatto Ambientale comprende:



- Quadro di Riferimento Programmatico, dove sono analizzati gli strumenti di pianificazione territoriale, paesaggistica e di settore vigenti nel territorio interessato dall'intervento e verificato il grado di coerenza del progetto proposto con le disposizioni e le linee strategiche degli strumenti considerati;
- Quadro di Riferimento Progettuale, in cui sono descritti gli interventi in progetto, le prestazioni ambientali e le interferenze potenziali del progetto nell'ambiente sia nella fase di costruzione che di esercizio;
- Quadro di Riferimento Ambientale, dove, a valle dell'individuazione dell'area di studio, per ognuna delle componenti ambientali interessate dalla realizzazione del progetto è riportata la descrizione dello stato qualitativo attuale e l'analisi degli impatti attesi per effetto delle azioni di progetto. Quando necessario, sono descritte le metodologie d'indagine e di valutazione degli impatti sulle componenti ambientali considerate;
- Monitoraggio, in cui sono descritte le misure previste per il monitoraggio.

Il presente SIA è inoltre accompagnato da una Sintesi Non Tecnica, come previsto dallo stesso Allegato VII sopra citato (punto 7).

In allegato sono inoltre presentati i seguenti elaborati di approfondimento:

- *Allegato A - Valutazione Previsionale di Impatto Acustico;*
- *Allegato B - Relazione Paesaggistica;*
- *Allegato C - Valutazione delle Emissioni Polverulente durante la Fase di Cantiere;*
- *Allegato D - Screening di Incidenza Ambientale;*
- *Allegato E - Piano di Utilizzo Terre;*
- *Allegato F - Subsidenza;*
- *Allegato G - Sismicità Indotta o Innescata;*
- *Allegato H - Analisi Sismica;*
- *Allegato I - Programma di Monitoraggio Geochimico e Sismico;*
- *Allegato L - Campagne di Misura del Flusso di CO₂ dal Suolo su Aree Target;*
- *Allegato M - Caratterizzazione del Suolo;*
- *Allegato N - Caratteristiche della Falda Acquifera e Piano di Monitoraggio;*
- *Allegato O - Schede di Sicurezza degli Additivi;*
- *Allegato P - Studio di Impatto Ambientale Opere Connesse;*
- *Allegato Q - Relazione Idrogeologica;*
- *Allegato R - Sentenza TAR Lazio N. 10436/2015 Reg.Prov.Coll..*

2

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Nel presente Capitolo sono analizzati piani e programmi vigenti nel territorio comunale di Acquapendente (VT) interessato dalla realizzazione dell'Impianto Pilota geotermico denominato "Torre Alfina", con l'obiettivo di analizzare il grado di coerenza del progetto proposto con disposizioni, prescrizioni e linee strategiche degli strumenti considerati.

Come indicato al successivo Paragrafo 2.6, le valutazioni in merito alla coerenza programmatica dell'elettrodotto aereo in Media Tensione di connessione dell'Impianto Pilota alla Cabina Primaria localizzata nel Comune di Acquapendente (VT) sono riportate nell'Allegato P al presente studio, ad esso dedicato.

2.1

PIANIFICAZIONE ENERGETICA

2.1.1

Strumenti Nazionali ed Internazionali di Pianificazione Energetica

La Commissione Europea, con Comunicazione del 10 gennaio 2007, ha pubblicato la "Tabella di Marcia per le Energie Rinnovabili", nella quale è esposta la strategia da adottare, a lungo termine, nell'Unione Europea (UE), in materia di energie rinnovabili, avente il duplice obiettivo di accrescere la sicurezza degli approvvigionamenti energetici e di ridurre le emissioni di gas a effetto serra.

In particolare la Commissione propone di raggiungere, entro il 2020, una produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 20% dell'energia consumata nell'UE e delinea un nuovo quadro legislativo per rafforzare la promozione e l'utilizzo proprio delle energie rinnovabili.

È stato, inoltre, recentemente adottato il Programma Quadro per l'Innovazione e la Competitività (PIC 2007-2013), che favorisce azioni a vantaggio della competitività e della capacità d'innovazione nel sistema energetico, sostenendo in particolare l'utilizzo delle eco tecnologie e delle fonti di energia rinnovabili.

Il PIC sarà composto da tre sottoprogrammi specifici, tra cui il Programma "Energia Intelligente – Europa", che contribuirà ad accelerare la realizzazione degli obiettivi nel settore dell'energia sostenibile, promuovendo il miglioramento dell'efficacia energetica, l'adozione di fonti di energia nuova e rinnovabile e la riduzione del consumo energetico finale. Tale programma garantisce la continuità del precedente "Energia intelligente – Europa" (2003-2006), non più in vigore dal dicembre 2006.

In ambito nazionale, il principale documento di politica energetica nazionale, in cui si definiscono obiettivi e priorità della pianificazione energetica, è costituito dal



Piano Energetico Nazionale. L'ultimo aggiornamento, approvato dal Consiglio dei Ministri nell'agosto del 1988, si riferisce ad un quadro istituzionale e di mercato che nel frattempo ha subito notevoli mutamenti, anche per effetto della crescente importanza ed influenza di una comune politica energetica a livello europeo, e quindi, pur rimanendo valido nell'individuazione degli obiettivi prioritari, risulta un documento ormai datato.

Con Decreto Interministeriale del Ministro dello Sviluppo Economico delle Infrastrutture e dei Trasporti e del Ministro dell'Ambiente dell'8 marzo 2013 è stato approvato il documento di "Strategia Energetica Nazionale".

La Strategia Energetica Nazionale si incentra su quattro obiettivi principali:

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

Tra le azioni da intraprendere per il raggiungimento degli obiettivi sopra citati, la strategia prevede lo sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili in maniera tale da ottenere una riduzione di emissioni e di progredire verso l'indipendenza energetica.

2.1.1.1 Rapporti con il Progetto

L'impianto proposto prevede di ricavare energia elettrica dai fluidi presenti nel serbatoio geotermico pertanto risulta pienamente coerente con gli obiettivi e le strategie dell'attuale politica energetica nazionale da attuare entro il 2020.

La rilevanza degli impianti per l'estrazione di energia geotermica di cui al Decreto Legislativo 11 febbraio 2010, n.22 come quello di Torre Alfina in progetto nell'ambito delle strategie nazionali di sviluppo energetico è confermata dalla Legge 7 agosto 2012, n. 134 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del Paese" (art.38 ter), con cui sono riconosciuti come "*infrastrutture energetiche strategiche*" (art.57, comma 1, lettera f-bis) del Decreto-Legge 9 febbraio 2012, n. 5, convertito, con modificazioni, dalla legge 4 aprile 2012, n. 35).



2.2***PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA*****2.2.1*****Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG) e Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) della Regione Lazio***

Con la Legge Regionale n. 38 del 22/12/1999 “Norme sul Governo del Territorio”, la Regione Lazio si è dotata di uno strumento di disciplina del territorio che assicura lo sviluppo coordinato ed omogeneo delle attività di pianificazione territoriale e urbanistica.

Gli strumenti della pianificazione territoriale a scala regionale sono:

- Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG);
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR).

Con D.G.R. n. 2581 del 19 dicembre 2001 è stato adottato lo Schema di Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG) della Regione Lazio, che definisce gli obiettivi generali e specifici delle politiche regionali per il territorio, dei programmi e dei piani di settore aventi rilevanza territoriale, nonché degli interventi di interesse regionale.

I valori paesaggistici, ambientali e culturali del territorio regionale sono invece oggetto di specifica considerazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR), adottato dalla Giunta Regionale con atti n. 556 del 25 luglio 2007 e n. 1025 del 21 dicembre 2007, ai sensi dell’art. 21, 22, 23 della Legge Regionale sul Paesaggio n. 24/98.

Il Piano Territoriale Paesistico Regionale si configura quale strumento urbanistico territoriale con finalità di salvaguardia dei valori paesistico - ambientali ai sensi dell’art.135 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.: con riferimento all’assetto del governo del territorio, definito dalla legge urbanistica regionale, il PTPR si pone, quindi, quale strumento di pianificazione territoriale di settore, ai sensi degli articoli 12, 13 e 14 della L.R. 38/99 “Norme sul Governo del Territorio”, che costituisce integrazione, completamento e specificazione del Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG).

La redazione di un unico Piano Paesaggistico Regionale risulta finalizzata a superare l’attuale frammentazione normativa e cartografica derivante dai 28 Piani Territoriali Paesistici (PTP) già approvati, vigenti nell’ambito regionale: dopo l’approvazione il PTPR sostituirà, pertanto, sia nella parte normativa che nella parte cartografica, i piani territoriali paesistici vigenti.

Ai sensi dell’art.23 bis della L.R. 24/98, dalla data di pubblicazione dell’adozione del PTPR fino alla data dell’approvazione, per i beni paesaggistici si applicano, in salvaguardia, le disposizioni del PTPR adottato. Per la parte del territorio interessato dai beni paesaggistici, immobili ed aree indicati nell’art. 134 , lettere a) e b) del Codice, fino all’approvazione del PTPR resta ferma l’applicazione delle norme dei PTP vigenti: in caso di contrasto tra le disposizioni dei Piani prevale la più restrittiva.

Il PTPR risulta costituito dalla Relazione Generale, dalle Norme Tecniche, contenenti disposizioni generali, disciplina di tutela ed uso dei singoli ambiti di paesaggio e da alcune Tavole. In particolare le Tavole di Piano sono organizzate in:

- Tavole A, “Sistemi ed Ambiti di Paesaggio”, che contengono l’individuazione territoriale degli Ambiti di Paesaggio, le fasce di rispetto dei beni paesaggistici, le aree e punti di visuale, gli ambiti di recupero e valorizzazione del paesaggio;
- Tavole B, “Beni del Paesaggio”, che contengono la descrizione dei beni paesaggistici di cui all’art. 134 comma 1 lettere a), b) e c) del Codice, tramite la loro individuazione cartografica con un identificativo regionale, e definiscono le parti del territorio in cui le norme del PTPR hanno natura prescrittiva;
- Tavole C, “Beni del Patrimonio Naturale e Culturale”, che contengono la descrizione del quadro conoscitivo dei beni che, pur non appartenendo a termine di legge ai beni paesaggistici, costituiscono la loro organica e sostanziale integrazione. La Tavola C ha natura descrittiva, propositiva e di indirizzo.

Il PTPR, secondo quando riportato agli artt. 5 e 6 delle Norme Tecniche, esplica efficacia diretta limitatamente alla parte del territorio interessato dai beni paesaggistici, immobili ed aree, indicati nell’art.134 comma 1, lettere a), b), c) del Codice.

In particolare sono definiti beni paesaggistici:

- i beni paesaggistici inerenti immobili ed aree sottoposti a vincolo paesaggistico tramite dichiarazione di Notevole Interesse Pubblico con Provvedimento dell’Amministrazione competente di cui all’art. 136 del Codice; in tali beni si applica la disciplina di tutela e di uso degli ambiti di paesaggio;
- i beni paesaggistici inerenti aree tutelate per legge di cui all’art. 142 del Codice; per tali beni si applicano le modalità di tutela di cui al Capo III delle Norme di Piano;
- i beni paesaggistici inerenti immobili ed aree tipizzati, individuati e sottoposti a tutela dal PTPR in base alle disposizioni di cui all’art. 143 del Codice ed ai sensi dell’art. 134 lettera c) del Codice; per tali beni si applicano le modalità di tutela di cui al Capo IV delle Norme di Piano.

Per le parti di territorio che risultano interessate dai beni paesaggistici inerenti immobili ed aree sottoposti a vincolo paesaggistico tramite dichiarazione di Notevole Interesse Pubblico con Provvedimento dell’Amministrazione competente di cui all’art. 136 del Codice, il PTPR presenta *valore prescrittivo* e occorre pertanto consultare la Tavola A del PTPR, relativa ai “Sistemi ed Ambiti di Paesaggio”.

Il PTPR individua per l’intero territorio regionale gli ambiti paesaggistici, definiti in relazione alla tipologia, rilevanza e integrità dei valori paesaggistici presenti:

- Sistema del Paesaggio Naturale e Seminaturale, costituito dai paesaggi caratterizzati da un elevato valore di naturalità e seminaturalità, in relazione a specificità geologiche, geomorfologiche e vegetazionali;
- Sistema del Paesaggio Agrario, costituito da paesaggi caratterizzati dalla vocazione e dalla permanenza dell'effettivo uso agricolo;
- Sistema del Paesaggio Insediativo, costituito da paesaggi caratterizzati da processi di urbanizzazione recenti o da insediamenti storico-culturali.

Ogni Sistema di Paesaggio prevede una specifica disciplina di tutela e di uso che si articola in tre tabelle, in cui sono definite:

- le componenti elementari dello specifico paesaggio, gli obiettivi di tutela e miglioramento della qualità del paesaggio, i fattori di rischio e gli elementi di vulnerabilità;
- gli usi compatibili rispetto ai valori paesaggistici e le attività di trasformazione consentite con specifiche prescrizioni di tutela per uso e tipi di intervento;
- generali disposizioni regolamentari con direttive per il corretto inserimento degli interventi per ogni paesaggio.

I "Beni Paesaggistici", riportati nelle Tavole B del Piano, sono parte integrante del PTPR, ne seguono la procedura approvativa e costituiscono elemento probante la ricognizione e l'individuazione delle aree tutelate per legge nonché conferma e rettifica delle perimetrazioni delle aree sottoposte a vincolo ai sensi dell'art. 134 lettera a) del Codice. È fatta salva la loro individuazione, modifica ed integrazione effettuata ai sensi delle disposizioni dell'articolo 26 della L.R. 24/98 e 15 delle Norme.

Nelle parti del territorio che non risultano interessate dai beni paesaggistici del Codice e nelle aree soggette a tutela paesaggistica ai sensi dell'articolo 134 lettere b) e c), il PTPR costituisce un *contributo conoscitivo* ed ha *efficacia esclusivamente propositiva* e di *indirizzo* per l'attività di pianificazione e programmazione.

2.2.1.1 Rapporti con il Progetto

In Figura 2.2.1.1a è riportato un estratto della Tavola B "Beni del Paesaggio" in cui sono rappresentate le aree vincolate presenti nel territorio interessato dalla realizzazione dell'Impianto Pilota in progetto.

La figura mostra che l'Impianto Pilota Torre Alfina ricade all'interno di un'area dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art.136 del D.Lgs.42/2004 e s.m.i.. In particolare, le opere in progetto interessano l'area denominata "Altopiano dell'Alfina: Ampliamento del vincolo Monte Rufeno e Valle del Paglia", istituita con D.M. 12/05/2011.

La suddetta area vincolata costituisce l'estensione alla Piana dell'Alfina Laziale dell'area di notevole interesse pubblico precedentemente istituita con D.M. 22/05/1985 e denominata "Zona del Monte Rufeno e della Valle del Paglia nei Comuni di Acquapendente e Proceno".

Dall'analisi della Figura 2.2.1.1a emerge altresì l'interferenza dell'area del polo di reiniezione AP4 e di alcuni tratti delle tubazioni di produzione e reiniezione con la fascia di rispetto di un affluente del Fosso del Sabissone, tutelato ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i..

Preme in primo luogo evidenziare che ai sensi dell'art.18-ter della L.R. 24/98, fermo restando l'obbligo di richiedere l'autorizzazione paesistica, *“nelle zone sottoposte a vincolo paesistico sono altresì consentite, anche in deroga alle disposizioni del presente capo (cfr. Capo II “Modalità di tutela dei beni e delle aree sottoposti a vincolo paesistico”, in cui rientrano art.7 “Protezione dei corsi delle acque pubbliche” e art.14 “Classificazione delle aree sottoposte a vincolo paesistico con provvedimento dell’amministrazione competente”, ovvero le due tipologie di vincolo coinvolte dalle opere in progetto), fatte salve eventuali prescrizioni più restrittive contenute nelle classificazioni di zona del PTPR, opere e interventi finalizzati alla produzione e utilizzo di energie derivanti da fonti energetiche rinnovabili, previo espletamento della procedura di valutazione di impatto ambientale, ove prevista, ovvero previa presentazione del SIP ai sensi degli articoli 29 e 30, avendo particolare riguardo alla salvaguardia delle visuali da cui è percepito il sito di intervento”.*

Come già indicato nella parte introduttiva del presente Studio, le opere necessarie per la ricerca e la coltivazione geotermica, non solo sono dichiarate di *pubblica utilità* (cfr art.15 del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n.22 e s.m.i.) nonché *urgenti e indifferibili e non sottoposte a concessioni o autorizzazioni del Sindaco*, ma sono anche *strategiche* e quindi soggette a procedure *accelerate* guidate dai Ministeri competenti, in accordo a quanto previsto dall'articolo 57 della Legge 04/04/2012 n.135 (commi da 2 a 4). Il progetto è infatti sottoposto a procedura di VIA ministeriale, per la quale è predisposto il presente documento. In aggiunta, in virtù dell'interessamento del progetto di aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., è stata predisposta la Relazione Paesaggistica (che fa luogo anche al SIP), costituente l'Allegato B. Ad ogni modo, nel seguito del presente paragrafo si riporta l'analisi completa delle norme del PTPR che evidenzia l'assenza di vincoli ostativi alla realizzazione del progetto in questione.

Si fa inoltre presente che il progetto non prevede la realizzazione di alcuna opera di tipo edilizio bensì consta esclusivamente di strutture ed elementi di tipo impiantistico e locali tecnici. Con riferimento alla fascia di rispetto dell'affluente del Fosso del Sabissone si consideri comunque che: per quanto riguarda la postazione AP4, la soletta di calcestruzzo nella quale saranno alloggiati i pozzi (il resto della postazione è permeabile e inghiaia e/o inerbita) si trova ad una distanza di circa 90 m dal corso d'acqua; per quanto riguarda le tubazioni, trattandosi di opere interrato, la loro realizzazione non comporterà alcuna variazione dei luoghi.

Si anticipa in questa sede che l'analisi condotta nella Relazione Paesaggistica di cui all'Allegato B evidenzia come l'impatto paesaggistico dell'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina sia non significativo, in ragione delle caratteristiche progettuali delle opere previste e delle soluzioni mitigative adottate.

In Figura 2.2.1.1b è riportato un estratto della Tavola A “Sistemi ed Ambiti di Paesaggio” del PTPR.



Come visibile in figura le opere in progetto ricadono all'interno dei seguenti Sistemi di Paesaggio:

- Paesaggio Agrario di Valore: Impianto ORC e pozzi di produzione AP2 e AP3, quasi tutto il tracciato della tubazione di produzione e parte di quella di reiniezione;
- Paesaggio Agrario di Rilevante Valore: pozzo di produzione AP1, polo di reiniezione AP4, gran parte della tubazione di reiniezione e una minima parte di quella di produzione;
- Fascia di Rispetto delle Coste Marine, Lacuali e dei Corsi d'Acqua: per quanto riguarda le fasce di rispetto fluviale riportate in tavola, si evidenzia che esse corrispondono alle fasce di tutela dei corsi d'acqua individuate nella Tavola B "Beni del Paesaggio" (si veda Figura 2.2.1.1a). Tuttavia è proprio la Tavola B quella a cui fare riferimento per la rappresentazione delle aree vincolate in quanto contiene le perimetrazioni aggiornate (in seguito alla pubblicazione della D.G.R. n.620 del 29/12/2010 riguardante la "individuazione di corsi d'acqua irrilevanti ai fini paesaggistici ai sensi dell'art. 7, comma 3 della L.R. 24/98 della provincia di Viterbo"), e dunque corrette, delle fasce di tutela apposte ai corsi d'acqua. In merito a tale interferenza si consideri quanto già esposto nella prima parte del presente paragrafo.

Il Paesaggio Agrario di Valore è costituito da porzioni di territorio che conservano la vocazione agricola anche se sottoposte a mutamenti fondiari e/o colturali, comprendendo anche aree parzialmente edificate. Come specificato all'art. 25 comma 4 delle Norme di Piano, la tutela di tale ambito paesaggistico "è volta al mantenimento della qualità del paesaggio rurale mediante la conservazione e la valorizzazione dell'uso agricolo e di quello produttivo compatibile".

In particolare, la Tabella A dell'art.25 delle Norme di Piano definisce in dettaglio gli obiettivi di tutela e miglioramento della qualità del Paesaggio Agrario di Valore tra cui si ritrova quello di "valorizzare l'energia rinnovabile" a cui il progetto in esame risulta pienamente rispondente.

È stata inoltre consultata la Tabella B che riporta, per ogni Sistema di Paesaggio, una specifica disciplina di tutela e di uso, in funzione della tipologia di intervento.

Si deve precisare che l'impianto pilota non rientra tra le tipologie progettuali considerate dal Piano. Volendo comunque verificare la rispondenza del progetto alle disposizioni del PTPR si è assimilato l'impianto pilota alla categoria di cui al punto n.6 "Uso tecnologico", in particolare 6.5 "Impianti di produzione energia rinnovabile di tipo areale o verticale con minimo impatto", dato che l'Impianto utilizza risorse rinnovabili (geotermiche) presentando un impatto sulle principali matrici ambientali non significativo (come argomentato al Paragrafo 4.3 del presente SIA).

Per la tipologia 6.5 "Impianti di produzione energia rinnovabile di tipo areale o verticale con minimo impatto", il Piano si esprime genericamente specificando che "sono consentiti quelli di pertinenza di edifici esistenti se con essi integrati o parzialmente integrati nel rispetto delle tipologie edilizie". Sembra quindi che il Piano, nel disciplinare le modalità di trasformazione del territorio per gli impianti a

fonti rinnovabili, abbia in realtà considerato solamente gli impianti fotovoltaici, essendo sicuramente la casistica più comune ed a maggiore diffusione al momento della predisposizione del piano stesso.

Non riuscendo quindi neppure con la suddetta assimilazione ad avere un riscontro definito riguardo alla fattibilità dell’Impianto Pilota Geotermico in studio nel Paesaggio Agrario di Valore, si è cercato di capire quale fosse l’entità degli interventi ritenuti ammissibili in tale sistema di paesaggio.

Si è quindi verificato cosa prevedesse il Piano per tipologie progettuali ben più consistenti ed impattanti rispetto all’Impianto Pilota quali la tipologia n. 6.3 *“Impianti per la produzione di energia areali con grande impatto territoriale”*. In merito alla categoria 6.3 il PTPR si esprime consentendone la realizzazione previa valutazione di compatibilità con i valori riconosciuti del paesaggio agrario in sede di autorizzazione, dunque senza porre comunque limitazioni di tipo ostativo.

Per quanto detto si deduce che il PTPR non preclude la fattibilità di progetti come l’Impianto Pilota Geotermico di Torre Alfina, che presenta un impatto ambientale non significativo e che sarà comunque sottoposto ad Autorizzazione Paesaggistica. Per dettagli ed approfondimenti circa la compatibilità paesaggistica delle nuove opere si rimanda all’Allegato B Relazione Paesaggistica.

È stata infine consultata la Tabella C, che definisce alcune disposizioni regolamentari per diverse categorie di elementi del paesaggio. In particolare, l’elemento del paesaggio riferibile al progetto in esame è il n.4 - Morfologia del Terreno, per il quale le Norme di Piano prevedono adeguate opere di sistemazione dei luoghi in caso di interventi quali scavi, sbancamenti, consolidamento del terreno, movimenti terra e modellamenti del terreno. Al riguardo si specifica che i terreni movimentati saranno utilizzati per quanto più possibile per i reinterri degli stessi, minimizzando le variazioni di tipo morfologico delle aree coinvolte. Si evidenzia altresì che le aree impermeabilizzate dell’Impianto Pilota risultano contenute costituendo circa il 21% della superficie totale occupata.

Il Paesaggio Agrario di Rilevante Valore (art.24 delle NTA di Piano) è costituito invece da porzioni di territorio caratterizzate dalla naturale vocazione agricola che conservano i caratteri propri del paesaggio agrario tradizionale. La tutela è volta alla salvaguardia della continuità del paesaggio mediante il mantenimento di forme di uso agricolo del suolo.

Anche in questo caso è stata consultata la Tabella B che, per le tipologie di intervento di cui al punto 6.3, si rivolge esclusivamente agli impianti fotovoltaici, consentendone la realizzazione (analogamente al Sistema di Paesaggio Agricolo di Valore).

Anche in questo caso dunque si è fatto un ragionamento per capire se il progetto in studio fosse coerente o meno con quanto definito dal Piano per il sistema di paesaggio in questione, confrontando le nuove opere con le tipologie di intervento consentite. Poiché il Sistema di Paesaggio Agricolo di Rilevante Valore

è interessato dalla postazione di produzione AP1, dal polo di reiniezione AP4 (e da parte delle tubazioni di produzione e di reiniezione, completamente interrato), caratterizzati da un'esigua occupazione di suolo e da caratteristiche dimensionali fuori terra minime, ovvero con un impatto ambientale decisamente inferiore rispetto a quello di un impianto fotovoltaico, si può concludere che anche in questo caso il PTPR non ponga vincoli ostativi alla realizzazione del progetto in esame.

Si fa infine presente che le soluzioni progettuali adottate e le opere di mitigazione previste (si veda in dettaglio il Paragrafo 4.3.6) concorreranno, nel primo caso, al mantenimento e, nel secondo la valorizzazione del paesaggio agricolo, in linea con gli obiettivi di tutela dei sistemi di paesaggio interessati.

Si rileva infine che la postazione di produzione AP1, quella di reiniezione AP4 e parte della tubazione di reiniezione interessano un'area classificata come "Aree o Punti di Visuali", disciplinata al Capo V art. 49 delle NTA di Piano.

Secondo quanto previsto dal comma 3 dell'art. 49, "per tali aree, quando ricadenti nei beni paesaggistici di cui all'articolo 134 del Codice [...], le richieste di trasformazione devono essere obbligatoriamente corredate di appositi studi delle visuali e previste misure ed azioni volte a salvaguardare i quadri panoramici ed i punti di vista da cui essi si godano anche attraverso l'applicazione delle disposizioni di cui ai successivi commi 5, 6, 7".

Per quanto riguarda le tubazioni, trattandosi di opere completamente interrate, non si riscontra alcuna interferenza con le modalità di tutela previste dal Piano. Per quanto riguarda le postazioni di produzione AP1 e di reiniezione AP4 si precisa che la visione delle opere fuori terra, di per se' poco significativa in quanto limitata sostanzialmente a tubazioni e, nel caso dell'AP1, al silenziatore/separatore di altezza massima pari a 4 m, sarà mitigata dalla presenza di una fascia vegetazionale lungo il suo sviluppo e dunque sarà tale da non costituire un ostacolo visivo tra i potenziali punti di vista e/o percorsi panoramici ed il quadro paesaggistico circostante. Data la tipologia di opere in progetto e considerate le soluzioni progettuali e mitigative adottate, il contesto paesaggistico risulta salvaguardato. Per maggiori dettagli in merito a tali aspetti si rimanda comunque alla Relazione Paesaggistica, riportata in Allegato B al presente documento.

Sempre con riferimento alla Tavola A (Figura 2.2.1.1b) si fa presente che in essa è rappresentata una zona classificata come "Proposta comunale di modifica dei PTP vigenti" in cui ricadono la postazione di produzione AP1 e parte della tubazione di produzione. Secondo quanto riportato in Allegato 3f al PTPR, tale proposta, relativa al Comune di Acquapendente (rif. n.056001_P14g), è stata respinta e dunque la perimetrazione di cui alla Tavola A non ha alcuna validità.

È stata infine consultata la Tavola C del PTPR, di cui si riporta un estratto un Figura 2.2.1.1c. Come già indicato nella parte iniziale del presente paragrafo, la Tavola C ha valenza descrittiva, propositiva e di indirizzo. Essa riporta le perimetrazioni relative ai beni che non appartengono a termine di legge ai beni paesaggistici.

Dall'analisi della suddetta tavola emerge che:

- le aree interessate dalla realizzazione dell'Impianto ORC e dei pozzi di produzione AP2 e AP3 risultano essere libere da vincoli;
- il pozzo di produzione AP1, quello di reiniezione AP4 ed una parte della tubazione di reiniezione, interessano la perimetrazione di aree definite come "visuali - percorsi panoramici", normate dagli artt. 31 bis e 16 della L.R. 24/98. Le disposizioni di salvaguardia delle visuali di cui all'art.16 della L.R. 24/98 sono state riprese dal PTPR nell'art. 49, già discusso per l'analisi della Tavola A; pertanto, per tali aree si consideri quanto esposto sopra;
- le tubazioni di produzione e di reiniezione, per due brevi tratti rispettivamente di circa 40 m e 60 m, attraversano aree classificate come "pascoli, rocce, aree nude". Per tali aree, gli obiettivi di tutela previsti dal PTPR (art.23 delle Norme di Piano) riguardano la "protezione, fruizione e valorizzazione del paesaggio naturale"; in merito a tale interferenza, si specifica che si tratta di opere interrato, e che una volta realizzate, i luoghi saranno completamente ripristinati, dunque senza alcuna alterazione dei luoghi.

2.2.2

Piano Territoriale Paesistico (PTP)

La Regione Lazio, con l'approvazione della L.R. n.24 del 06/07/1998, ha inteso regolamentare la pianificazione paesistica e la tutela dei beni e delle aree sottoposte a vincolo paesaggistico del proprio territorio, attraverso l'approvazione dei Piani Territoriali Paesistici (PTP), adottati in precedenza, e la redazione di un nuovo strumento di pianificazione, rappresentato dal Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) (si veda Paragrafo 2.2.1).

Il PTP in cui ricade il progetto dell'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina è il n.1 "Viterbo", adottato con D.G.R. n. 2266/87.

Il PTP dell'ambito territoriale n.1 "Viterbo" è costituito dalle Norme Tecniche di Attuazione e dagli elaborati grafici, costituiti dalle seguenti tavole:

- Tavola E/1, a carattere analitico e ricognitivo, contenente la rappresentazione delle aree vincolate;
- Tavola E/3, contenente la classificazione delle aree ai fini della tutela;
- Tavola E/5, non disponibile per il Comune di Acquapendente in quanto concernente aspetti di dettaglio relativi solo ad alcune parti di territorio dell'Ambito n.1.

2.2.2.1

Rapporti con il Progetto

In Figura 2.2.2.1a si riporta un estratto della Tavola E/1.1 "Rilievo dei Vincoli Paesaggistici" dove sono rappresentate le aree soggette a vincolo paesaggistico ed ambientale ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i..

La carta è di seguito riportata per completezza formale, dato che il riferimento normativo aggiornato per l'individuazione delle aree sottoposte a tutela ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i., sono le tavole B allegato al PTPR (si veda Paragrafo



2.2.1.1), che riportano tra l'altro, le perimetrazioni aggiornate dei corsi d'acqua sottoposti a vincolo a seguito alla pubblicazione della D.G.R. n.620 del 29/12/2010 riguardante la "individuazione di corsi d'acqua irrilevanti ai fini paesaggistici ai sensi dell'art. 7, comma 3 della L.R. 24/98 della Provincia di Viterbo".

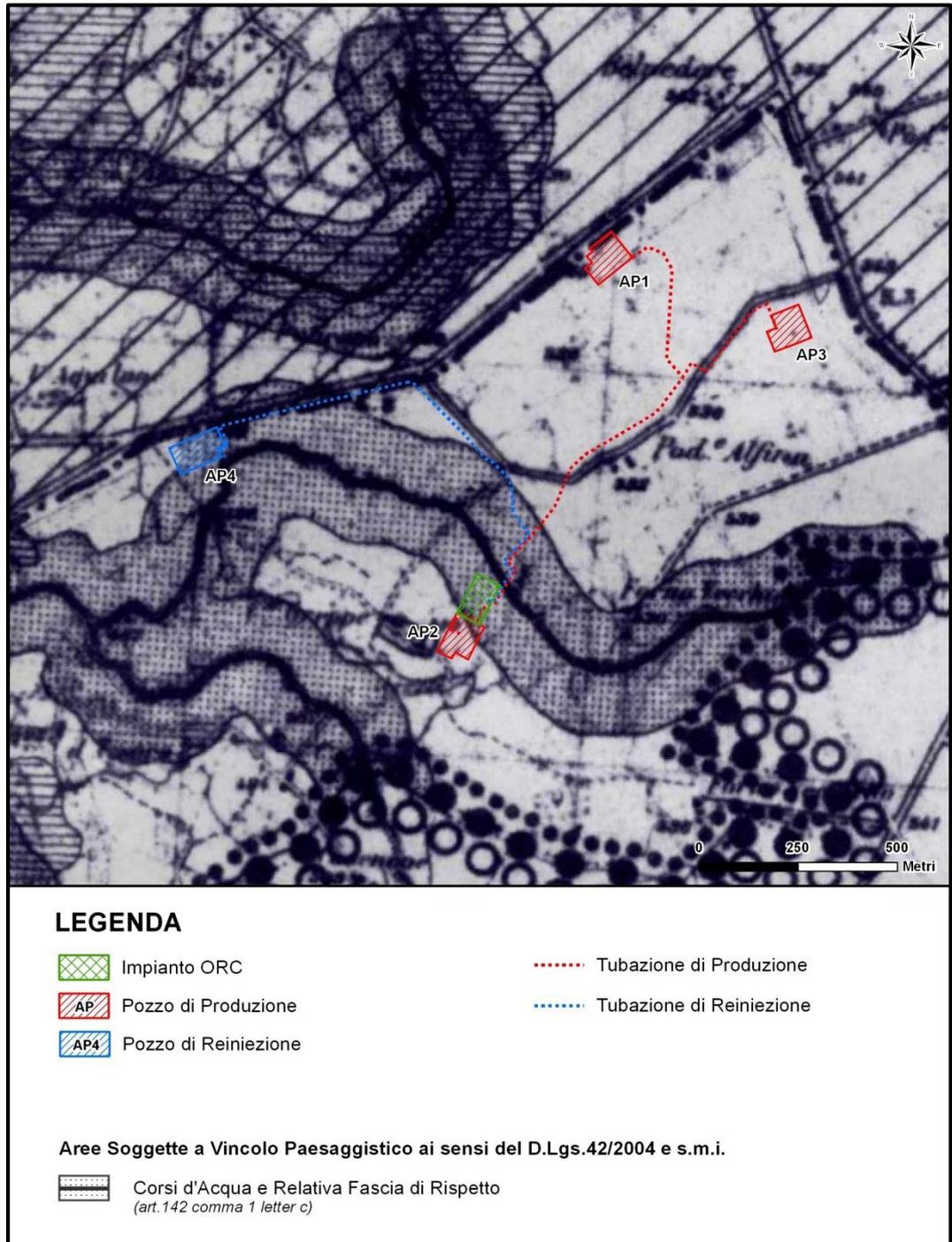
Come emerso dall'analisi della Tavola B di cui al Paragrafo 2.2.1.1, l'Impianto Pilota Torre Alfina ricade all'interno di un'area dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art.136 del D.Lgs.42/2004 e s.m.i.. In particolare, le opere in progetto interessano l'area denominata "Altopiano dell'Alfina: Ampliamento del vincolo Monte Rufeno e Valle del Paglia", istituita con D.M. 12/05/2011.

La suddetta area vincolata costituisce l'estensione alla Piana dell'Alfina Laziale dell'area di notevole interesse pubblico precedentemente istituita con D.M. 22/05/1985 e denominata "Zona del Monte Rufeno e della Valle del Paglia nei Comuni di Acquapendente e Proceno".

In aggiunta l'area del polo di reiniezione AP4 ed alcuni tratti delle tubazioni di produzione e reiniezione (interrati) interessano la fascia di rispetto di un affluente del Fosso del Sabissone, tutelato ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i..

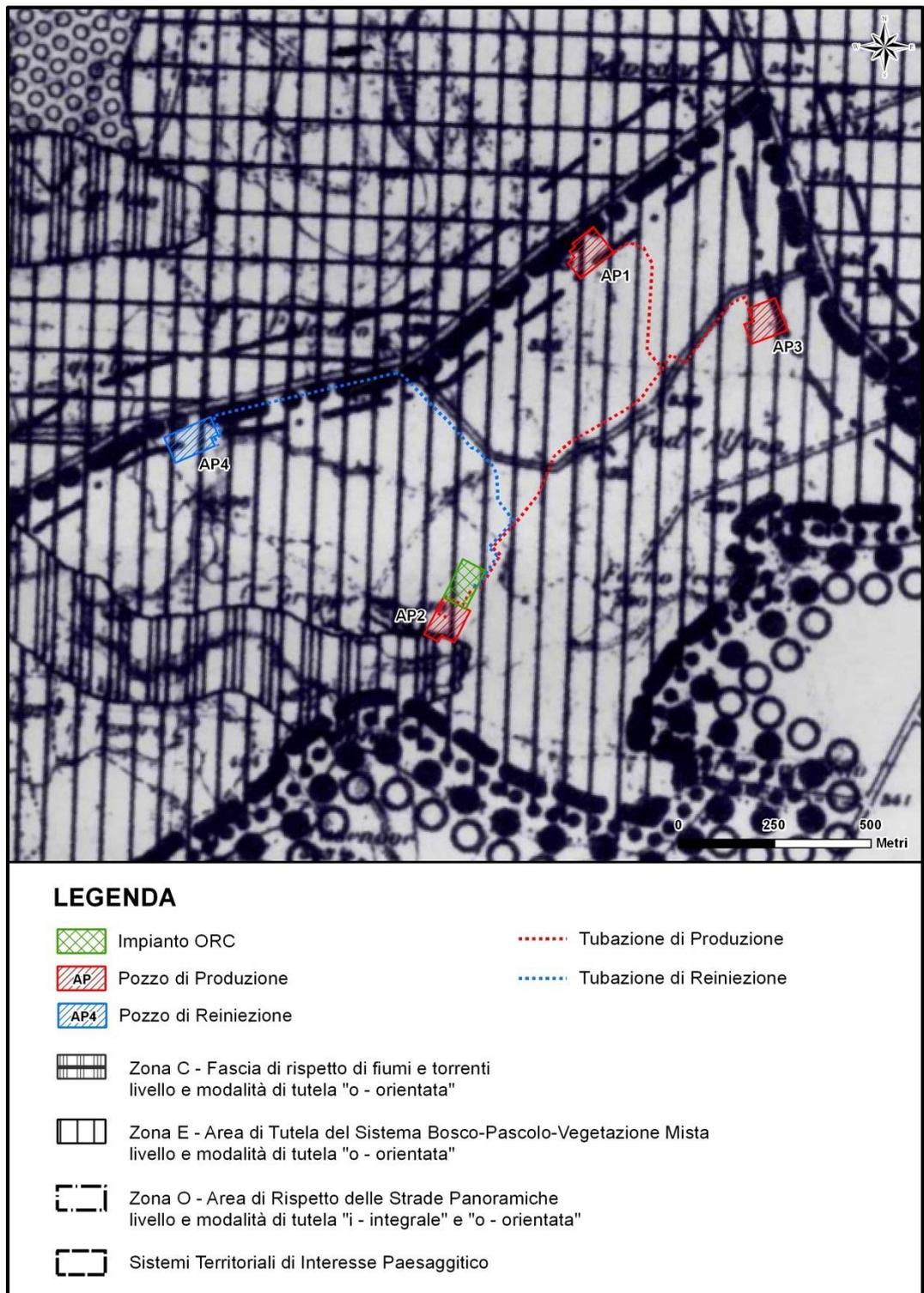


Figura 2.2.2.1a Estratto della Tavola E/1.1 "Rilievo dei Vincoli Paesaggistici" - PTP Ambito n.1 "Viterbo"



In Figura 2.2.2.1b è riportato un estratto della Tavola E/3.1 "Classificazione delle Aree ai fini della Tutela" - PTP Ambito n.1 "Viterbo", relativa all'area interessata dalle opere in progetto.

Figura 2.2.2.1b Estratto della Tavola E/3.1 “Classificazione delle Aree ai fini della Tutela” - PTP Ambito n.1 “Viterbo”



Come visibile dalla figura, l’Impianto Pilota Torre Alfina ricade all’interno di un’area classificata dal Piano come “Zona E - Area di Tutela del Sistema Bosco-Pascolo-Vegetazione Mista” con livello e modalità di tutela “o - orientata”, disciplinata dall’art. 21 delle Norme di Piano.

La Zona E è definita come unità naturalistica e paesistica tipica del territorio collinare dell'Alto Lazio ed è costituita dall'alternanza di boschi, pascoli, colture specializzate e seminativi, inseriti ai margini e nelle radure.

In particolare, secondo quanto riportato al comma a) dell'art. 21 delle NTA, nella Zona Eo (a tutela orientata), relativamente alle parti boscate si applica la normativa di cui all'art.8 del Capo II° "Protezione delle aree boscate".

Come anticipato precedentemente al Paragrafo 2.2.1.1, nessuna delle opere in progetto interferisce con territori boscati tutelati ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera g) del D.Lgs.42/04 e s.m.i..

Inoltre, il comma b) dell'art. 21 riporta i criteri per i quali sono ritenuti ammissibili eventuali interventi edilizi da realizzarsi esclusivamente nelle aree non boscate. In merito a tale aspetto, si precisa che il progetto dell'Impianto Pilota non è categorizzabile come intervento edilizio, in quanto trattasi di impianti e locali tecnici, pertanto la norma risulta non applicabile.

Infine dalla Figura 2.2.2.1b emerge che la postazione di produzione AP1, la postazione di reiniezione AP4 ed un tratto della tubazione di reiniezione ricadono all'interno della "Zona O - Area di rispetto delle strade panoramiche", regolamentata dall'art.28 delle Norme di Piano. Si fa presente che le opere in progetto non risultano in contrasto con le disposizioni dell'art.28. Si rileva che la perimetrazione dell'area classificata come "Zona O - Area di rispetto delle strade panoramiche" è la stessa di quella riportata nella Tavola A del PTPR e classificata come "Aree o Punti di Visuali" (si veda Figura 2.2.1.1b); come già esposto al precedente Paragrafo 2.2.1.1:

- per quanto riguarda le tubazioni, trattandosi di opere completamente interrato, non si riscontra alcuna interferenza con le modalità di tutela previste dal Piano;
- per quanto riguarda le postazioni di produzione AP1 e di reiniezione AP4, si precisa che la visione delle opere fuori terra, di per sé poco significativa in quanto limitata sostanzialmente a tubazioni e, nel caso dell'AP1, al silenziatore/separatore di altezza massima pari a 4 m, sarà mitigata dalla presenza di una fascia vegetazionale lungo il suo sviluppo e dunque sarà tale da non costituire un ostacolo visivo tra i potenziali punti di vista e/o percorsi panoramici ed il quadro paesaggistico circostante. Per maggiori dettagli in merito a tali aspetti si rimanda alla Relazione Paesaggistica, riportata in Allegato B al presente documento.

2.2.3

Piano Territoriale Provinciale Generale della Provincia (PTGP) di Viterbo

Il Piano Territoriale Provinciale Generale della Provincia di Viterbo è stato approvato con atto C.P. n.105 del 28/12/2007 (PTPG con valenza di Piano per l'assetto idrogeologico e Piano di tutela delle acque).

Il PTGP determina, nel rispetto di quanto previsto dall'art.18 della L.R. 38/1999, gli indirizzi generali dell'assetto del territorio provinciale, e si articola in:



1. Disposizioni Strutturali, che stabiliscono:
 - il quadro delle azioni strategiche che costituiscono il riferimento programmatico per la pianificazione urbanistica provinciale e sub-provinciale;
 - le prescrizioni di ordine urbanistico territoriale necessarie per l'esercizio delle competenze della provincia.

2. Disposizioni programmatiche, che stabiliscono le modalità e i tempi di attuazione delle disposizioni strutturali e specificano in particolare:
 - gli interventi relativi ad infrastrutture e servizi da realizzare prioritariamente;
 - le stime delle risorse pubbliche da prevedere per l'attuazione degli interventi previsti;
 - i termini per l'adozione o l'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica sub provinciali.

Seguendo le indicazioni dello Schema del Piano Territoriale Regionale Generale, il territorio della Provincia di Viterbo è stato riorganizzato e analizzato attraverso cinque sistemi:

1. Sistema Ambientale;
2. Sistema Storico Paesistico;
3. Sistema Insediativo;
4. Sistema Relazionale;
5. Sistema Produttivo.

2.2.3.1 Rapporti con il Progetto

L'analisi della coerenza del progetto ai contenuti del PTPG, è stata effettuata consultando in particolare gli elaborati relativi al *Sistema Ambientale* ed al *Sistema Storico Paesistico* in quanto ritenuti più significativi ai fini dell'individuazione di eventuali interferenze del progetto in esame con aree sottoposte a tutela.

Nella seguente Tabella 2.2.3.1a sono riportati i rapporti del progetto con lo strumento urbanistico regionale ed in particolare con quelle Tavole di Piano che riportano le varie forme di tutela paesaggistica ed ambientale presenti sul territorio.

 STEAM	PROGETTO	TITOLO	REV.	Pagina
	P13_ITW_049	ITW&LKW GEOTERMIA ITALIA S.P.A.: IMPIANTO PILOTA GEOTERMICO TORRE ALFINA STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	0	25

Tabella 2.2.3.1a Analisi della cartografia allegata al PTPG

Sistema	Tavola	Rapporti con il progetto	Rif. Figura
SISTEMA AMBIENTALE	Tavola 1.1.2 "Aree Poste a Tutela per Rischio Idrogeologico"	Nelle aree interessate dal progetto non sono individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere zone soggette a pericolo di inondazione e pertanto non è stata predisposta alcuna cartografia. Le aree a pericolosità idraulica più vicine all'area di progetto sono localizzate lungo il corso del Torrente Paglia, ad una distanza di circa 3,2 km in direzione nord-ovest.	-
	Tavola 1.1.4 "Aree Vulnerabili dal Punto di Vista Idrogeologico"	In tavola sono rappresentate le aree sottoposte a dissesto/pericolosità idrogeologica individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere. Come mostrato in Figura 2.2.3.1a, l'Impianto Pilota Torre Alfina non interessa alcuna area riportata nella tavola del PTPG. L'area identificata dal PAI più vicina alle opere in progetto è classificata come "dissesto gravitativo attivo" ed è localizzata ad una distanza di circa 70 m in direzione ovest dal pozzo di produzione AP1, oltre il tracciato della S.P. n.50.	Figura 2.2.3.1a
	Tavola 1.2.1 "Vulnerabilità degli Acquiferi Vulcanici ai Prelievi"	Nelle aree interessate dal progetto non sono perimetrate zone critiche di tutela e salvaguardia della risorsa idrica così come individuate dal "Piano Stralcio relativo all'uso compatibile della risorsa idrica degli acquiferi vulcanici". Non è stata pertanto predisposta alcuna cartografia. L'area più vicina all'Impianto Pilota è classificata come "area sensibile" ed è localizzata ad una distanza di circa 1,5 km in direzione sud-ovest dal pozzo di reiniezione AP4.	-
	Tavola 1.4.1 "Quadro Conoscitivo Ambientale"	Dall'analisi della Figura 2.1.3.1b emerge che le opere in progetto non interessano alcuna area protetta rappresentata in carta. A nord dell'area di intervento, oltre la S.P. n.50, è presente un'area protetta classificata come "di interesse interregionale". Tale perimetrazione corrisponde all'area regolamentata dallo "Schema di Piano dei Parchi e delle Riserve", adottato con D.G.R 8098/92. Lo schema di Piano non è mai stato successivamente approvato ne' tantomeno è stato predisposto un piano vero e proprio: esso costituisce esclusivamente un documento di indirizzo in caso di proposta di nuove aree protette nell'area da esso individuata.	Figura 2.2.3.1b
SISTEMA STORICO PAESISTICO	Tavola 2.1.1 "Preesistenze Storico Archeologiche"	Nelle aree interessate dalle opere in progetto non sono presenti preesistenze storico-archeologiche e pertanto non è stata predisposta alcuna cartografia.	-

Sistema	Tavola	Rapporti con il progetto	Rif. Figura
	Tavola 2.3.1 "Vincoli Ambientali"	<p>In tale elaborato sono rappresentati anche i vincoli paesaggistici, le cui perimetrazioni sono state tuttavia superate dagli aggiornamenti riportati nella Tavola B del PTPR della Regione Lazio. Per le interferenze del progetto con le aree vincolate ai sensi del D.Lgs. 42/04 e s.m.i. si rimanda dunque al Paragrafo 2.2. Si ricorda comunque che il progetto interessa alcune aree sottoposte a tutela ai sensi degli artt.136 e 142 del D.Lgs. 42/04 e s.m.i..</p> <p>Inoltre, come mostrato in Figura 2.1.3.1c, si rileva un'interferenza del progetto con un'area sottoposta a vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23). Si ricorda che tale vincolo non preclude la possibilità di intervenire sul territorio bensì mira alla preservazione dell'ambiente fisico ed all'impedimento di forme di utilizzazione del territorio che possano determinare denudazione, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, ecc. In corrispondenza delle aree interessate dal progetto non sono identificate situazioni di dissesto o condizioni tali da poter essere compromesse dagli interventi in progetto. Si fa altresì presente che trattasi generalmente di aree attualmente destinate a scopi agricoli e che l'entità degli interventi in progetto è tale da non gravare sull'attuale grado di rischio idrogeologico presente.</p>	Figura 2.2.3.1c

Figura 2.2.3.1a Estratto Tavola 1.1.4“ Aree Vulnerabili dal Punto di Vista Idrogeologico” - PTPG Provincia di Viterbo

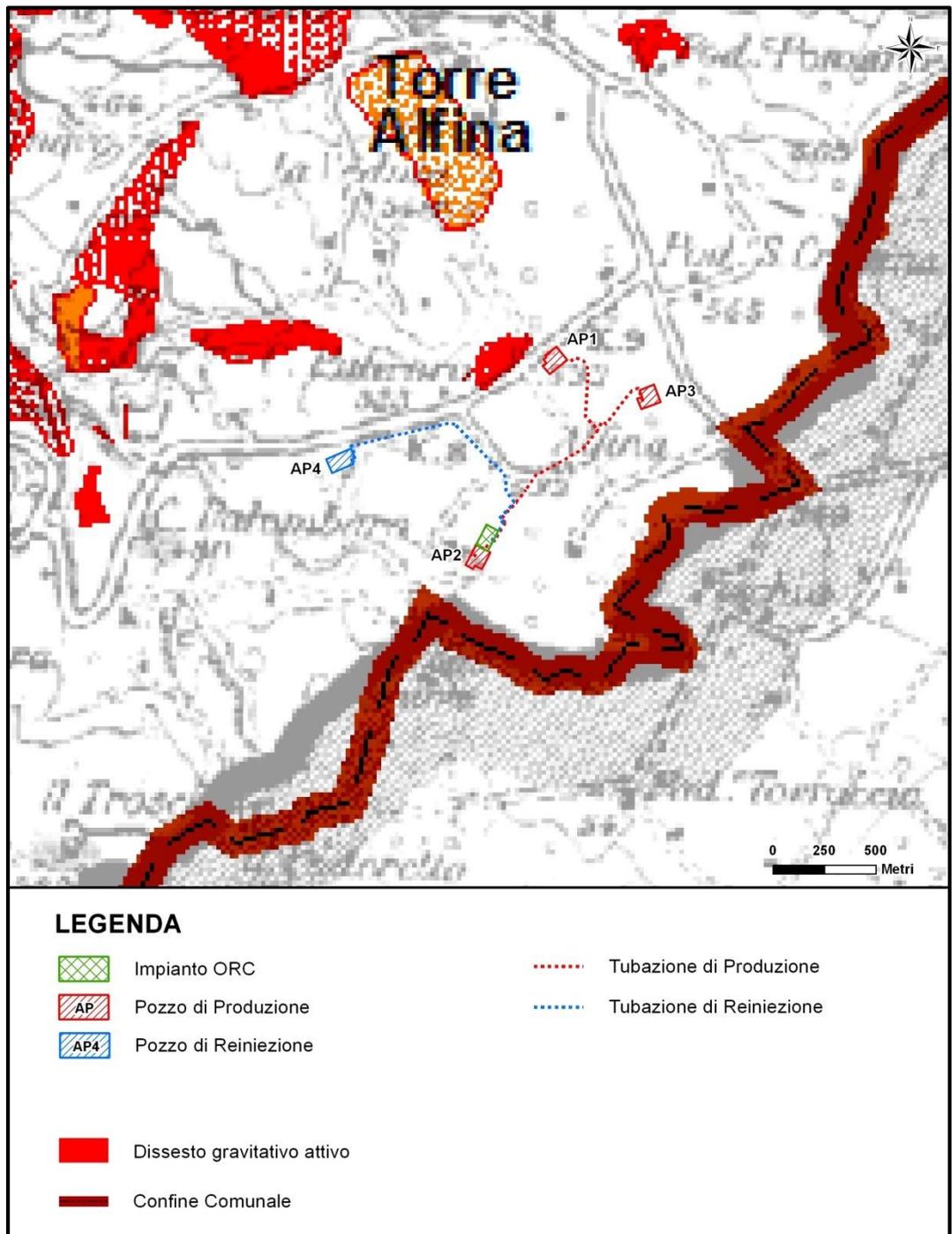


Figura 2.2.3.1b Estratto Tavola 1.4.1 "Quadro Conoscitivo Ambientale" - PTPG Provincia di Viterbo

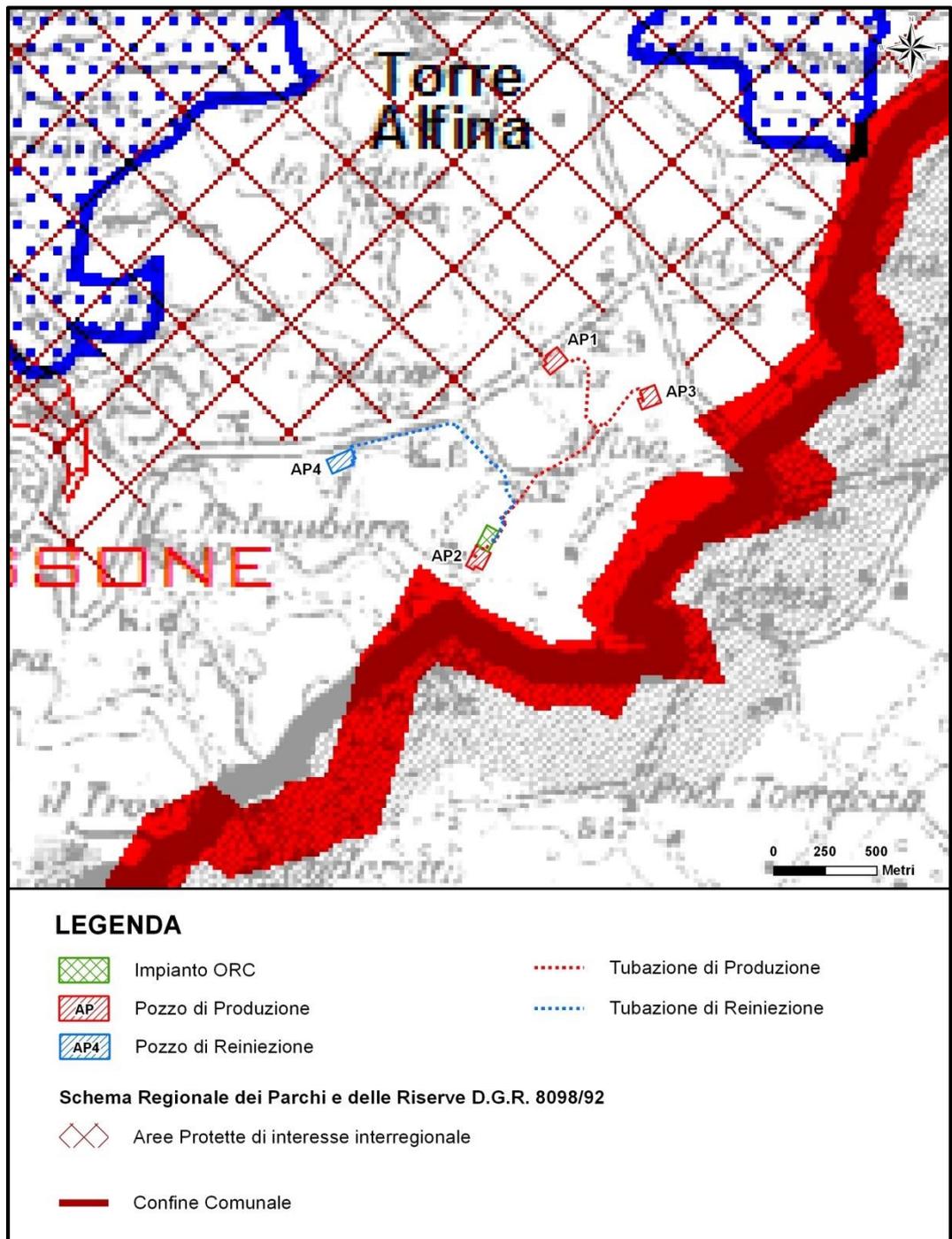
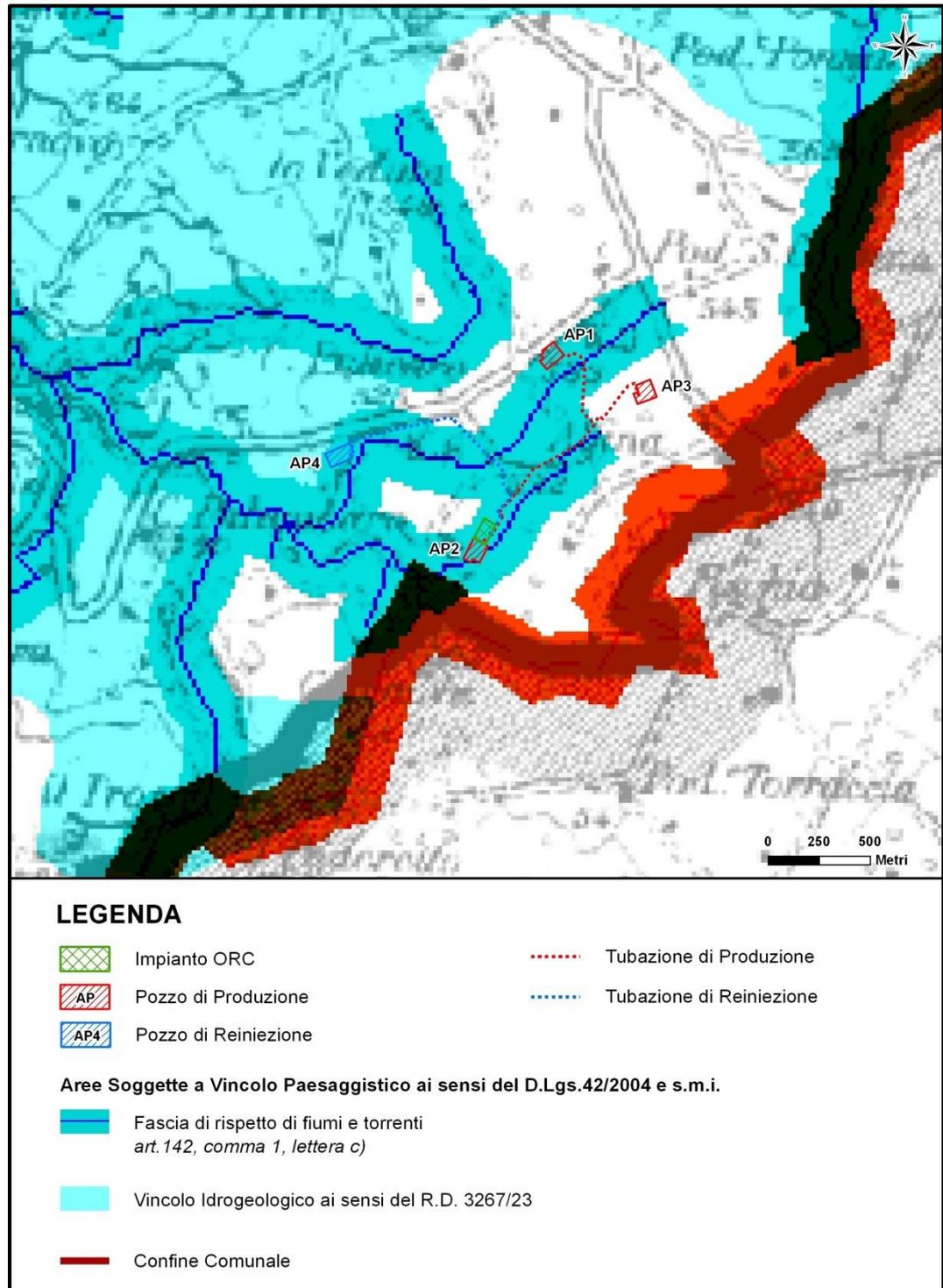


Figura 2.2.3.1c Estratto Tavola 2.3.1 “Vincoli Ambientali” – PTPG Provincia di Viterbo



2.3 PIANIFICAZIONE LOCALE

2.3.1 Piano Regolatore Generale del Comune di Acquapendente

Il Vigente P.R.G. del Comune di Acquapendente è stato adottato con Delibera Consiglio Comunale n° 20 del 12/04/2006, modificato con Delibera Consiglio

Comunale n° 44 del 30/07/2008 (approvazione controdeduzioni) ed approvato in Variante Generale con Deliberazione Giunta Regionale n° 535 del 26/11/2010.

2.3.1.1 Rapporti con il Progetto

In Figura 2.3.1.1a è riportato un estratto della zonizzazione del territorio comunale di Acquapendente.

L'analisi della figura evidenzia quanto segue:

- l'Impianto ORC, la postazione di produzione AP2 ed una parte delle tubazioni di produzione/reiniezione interessano una zona classificata come "Zona D - Attività Produttive Artigianali, Industriali e Commerciali" e, in particolare, la "Sottozona D10 - Area per Attività Estrattive" (art. 10 delle NTA);
- le piazzole per i pozzi di produzione AP1 e AP3, il polo di reiniezione AP4, così come gran parte delle tubazioni di produzione e reiniezione, sono ubicati nella "Zona E - Aree Produttive Agricole", "Sottozona E3 - Aree Produttive Agricole: attività agricole dirette o connesse con il turismo rurale" (art. 11 delle NTA).

Un breve tratto della tubazione di reiniezione si sviluppa lungo la viabilità esistente.

Come indicato nell'introduzione (Paragrafo 1.2.1) al presente SIA, l'Impianto ORC e la postazione di produzione AP2 saranno realizzati nel lotto ad oggi esaurito e già ripristinato della cava Le Greppe. L'adiacente lotto di ampliamento risulta ad oggi ancora in coltivazione ma l'attività di escavazione sarà esaurita al momento della realizzazione dell'impianto di Torre Alfina ed i terreni saranno ripristinati in accordo al piano di ripristino approvato. La cava quindi risulterà completamente ripristinata all'avvio dei lavori dell'Impianto Pilota.

Si rimanda alla Figura 1.2.1a per l'identificazione del perimetro dell'area di cava autorizzata, suddivisa nel lotto 1 autorizzato con Convenzione con il Comune di Acquapendente Rep.26/1988, e dal suo ampliamento autorizzato con Convenzione Rep.51/2010.

Per quanto concerne invece la disciplina degli interventi da realizzarsi nella Sottozona E3, si fa presente che le opere in progetto non risultano in contrasto con quanto disposto dalle Norme di PRG.

Riguardo alla compatibilità urbanistica delle opere in progetto si consideri ad ogni modo che le opere necessarie per la ricerca e la coltivazione geotermica, non solo sono dichiarate di *pubblica utilità* (cfr art.15 del D.Lgs. 11 febbraio 2010, n.22 e s.m.i.) nonché *urgenti e indifferibili e non sottoposte a concessioni o autorizzazioni del Sindaco*, ma sono anche *strategiche* e quindi soggette a procedure *accelerate* guidate dai Ministeri competenti, in accordo a quanto previsto dall'articolo 57 della Legge 04/04/2012 n.135 (commi da 2 a 4).

Infine si ricorda che l'Autorizzazione Unica costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico; pertanto a seguito della procedura autorizzativa per la



costruzione e l'esercizio dell'Impianto Pilota Torre Alfina, la destinazione d'uso del sito di progetto sarà di tipo "produttivo".

2.4 PIANIFICAZIONE SETTORIALE

2.4.1 Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)

L'area interessata dalla realizzazione dell'Impianto Pilota di Torre Alfina si colloca nell'ambito territoriale sottoposto alla pianificazione dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 10 aprile 2013 è stato approvato il "Piano di Bacino del Fiume Tevere - 6° stralcio funzionale - P.S. 6 - per l'assetto idrogeologico - PAI - Primo Aggiornamento", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere con deliberazione n.125 del 18 luglio 2012.

Il PAI persegue la migliore compatibilità tra le aspettative di utilizzo e di sviluppo del territorio e la naturale dinamica idro-geomorfologica del bacino, nel rispetto della tutela ambientale e della sicurezza delle popolazioni, degli insediamenti e delle infrastrutture.

I criteri di assetto del bacino fanno riferimento:

- all"assetto geomorfologico", inteso come l'insieme delle caratteristiche fisiche dei versanti e del sistema di drenaggio dei bacini collinari e montani in considerazione dei movimenti gravitativi, dei processi erosivi e dei processi di trasporto e sedimentazione;
- all"assetto idraulico", inteso come l'insieme delle caratteristiche fisiche delle aree alluvionali del reticolo idrografico in considerazione dei fenomeni di esondazione;
- alle caratteristiche ambientali e di antropizzazione del territorio, ivi compresi i beni culturali e ambientali di cui al D.Lgs. 29 ottobre 1999, n.490;
- alle situazioni di rischio sulla base delle definizioni contenute nell'Atto di indirizzo e coordinamento emanato con D.P.C.M. del 29 settembre 1998.

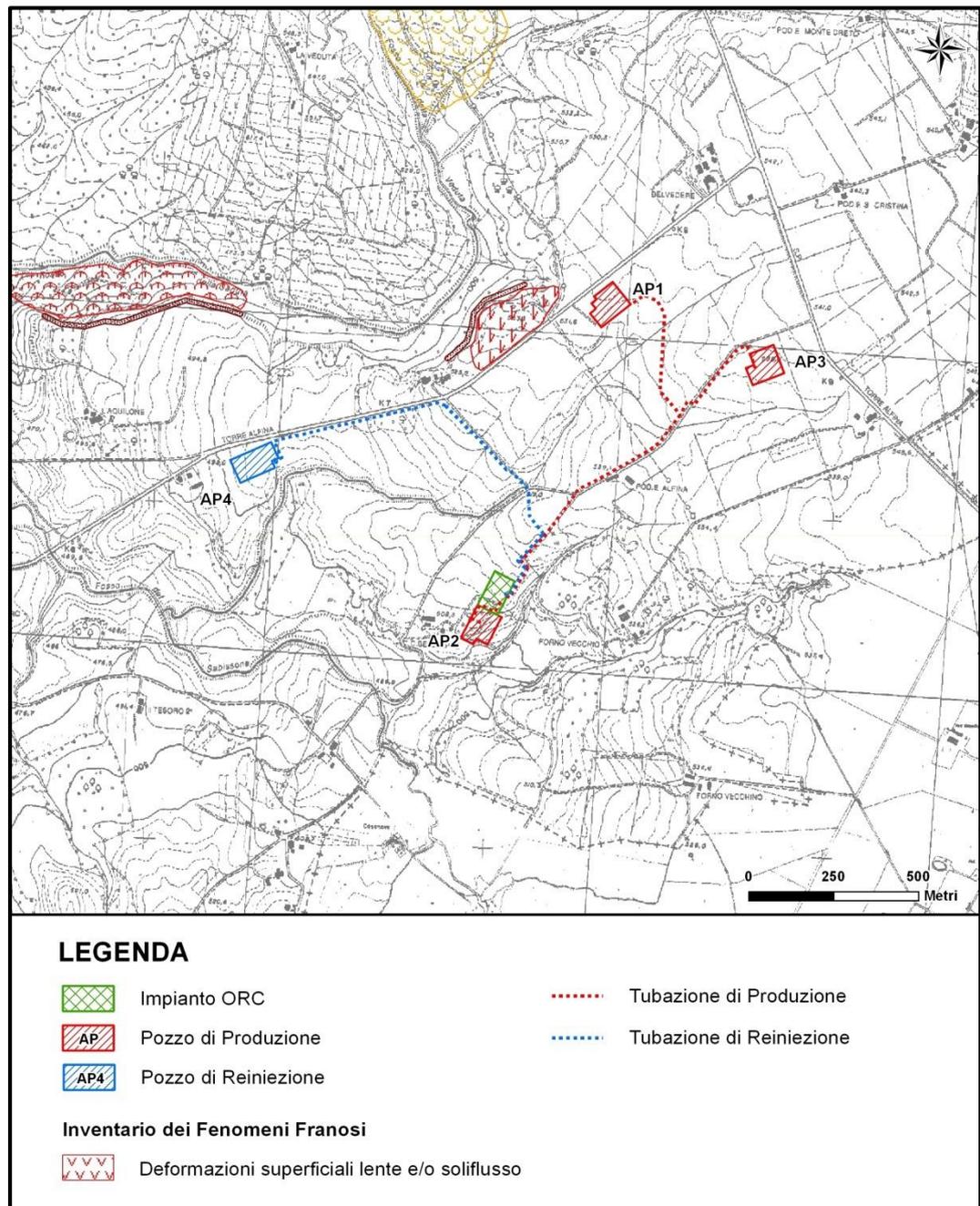
2.4.1.1 Rapporti con il Progetto

Sono stati consultati gli elaborati cartografici del PAI e del Primo Aggiornamento: le perimetrazioni delle aree sottoposte a tutela per dissesto idrogeologico sono rappresentate in Figura 2.4.1.1a.

Come visibile nella suddetta figura l'Impianto Pilota non interessa alcuna area soggetta a rischio idraulico né geomorfologico e nessuna fascia fluviale.

Sono state inoltre consultate le Tavole 157 e 174 "Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana" relativa al PAI, delle quali si riporta un estratto in Figura 2.4.1.1b.

Figura 2.4.1.1b Estratto Tavole 157 e 174 “Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana” - PAI AdB Fiume Tevere



Come emerge dalla figura, le opere in progetto non interessano alcuna area franosa e/o a rischio frana riportata nelle tavole del PAI.

L'area rappresentata in carta più vicina alla zona di intervento è classificata come “deformazioni superficiali lente e/o soliflusso”, a cui è associato un orlo di scarpata di frana presunto, ed è ubicata oltre il tracciato della S.P.n.50 ad una distanza di circa 100 dal pozzo di produzione AP1.

In merito alla presenza della suddetta area di frana, si fa presente che le modifiche morfologiche legate alla realizzazione della postazione di produzione

AP1 sono di limitata entità e strettamente circoscritte all'area di cantiere, e inoltre non sono tali da incrementare lo stato di dissesto delle zone circostanti.

2.4.2 *Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Lazio*

Con Deliberazione del Consiglio Regionale n.42 del 27/09/2007 è stato approvato il Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio.

Il Piano si pone l'obiettivo di perseguire il mantenimento dell'integrità della risorsa idrica, compatibilmente con gli usi della risorsa stessa e delle attività socio-economiche delle popolazioni del Lazio; il PTA contiene, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento e il mantenimento degli obiettivi del D.Lgs 152/2006, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

Il Piano è stato redatto ai sensi della precedente normativa, D.Lgs 152/1999 e s.m.i., in vigore al momento della raccolta, elaborazione e valutazione dei dati, e pertanto sarà oggetto di successive revisioni, in coerenza con gli indirizzi generali e gli atti di coordinamento emanati dallo Stato e dalle Autorità di Bacino distrettuali, e sulla base della verifica dell'efficacia delle misure adottate.

Il Piano di Tutela delle Acque individua:

- lo stato dei corpi idrici superficiali (interni, marini e di transizione) e profondi;
- i corpi idrici soggetti a particolare tutela;
- le norme per il perseguimento della qualità dei corpi idrici;
- le misure necessarie per il perseguimento della qualità dei corpi idrici in generale ed in particolare di quelli con particolare tutela;
- le priorità e la temporalità degli interventi al fine del raggiungimento degli obiettivi entro i tempi stabiliti dalla normativa.

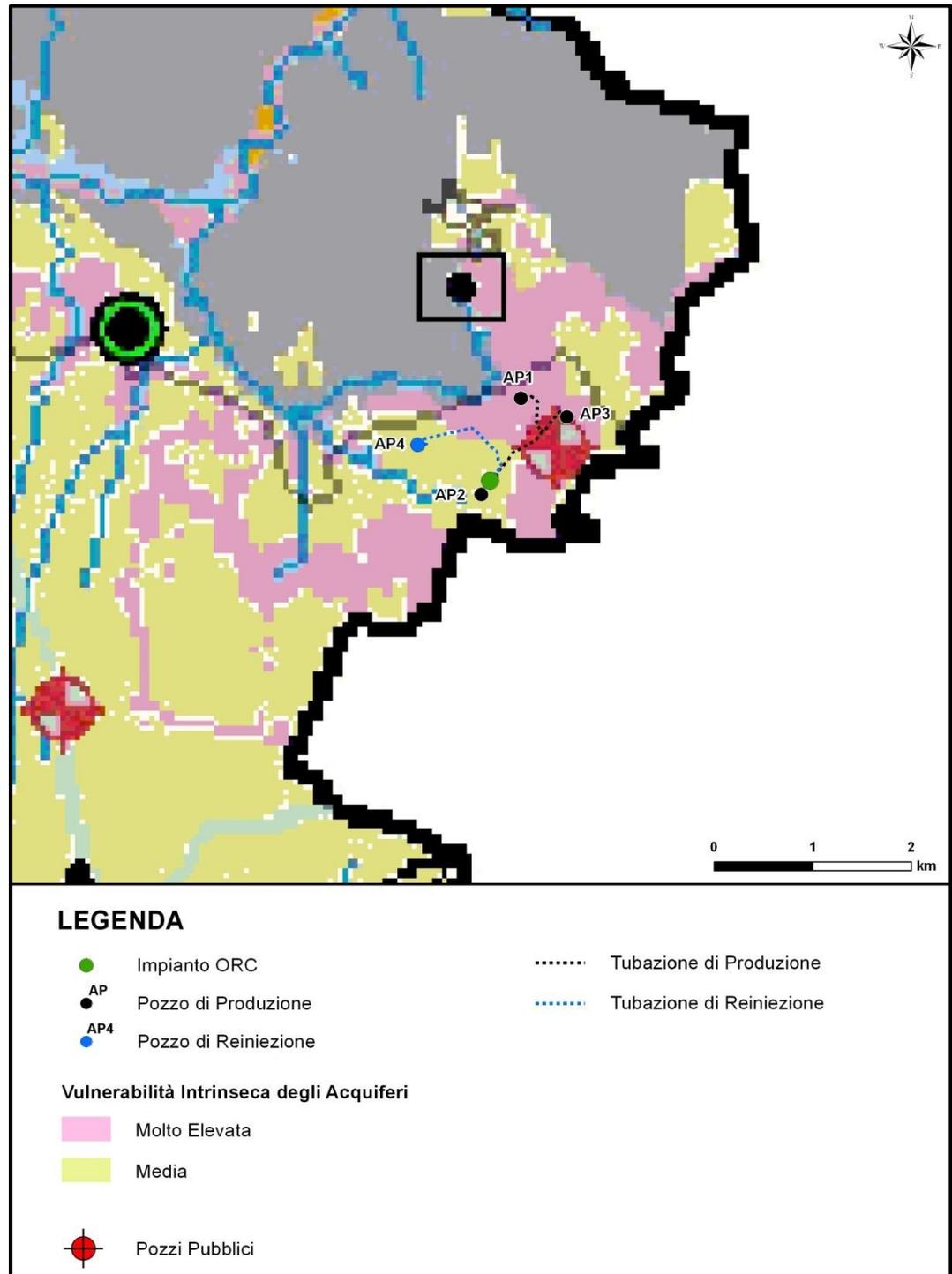
Il Piano Regionale di Tutela delle Acque suddivide il territorio regionale in bacini idrografici al fine di analizzare in maniera più efficace lo stato ambientale delle acque e di tutte le problematiche legate allo sviluppo delle attività antropiche che vanno ad influenzare direttamente e indirettamente i corpi idrici recettori presenti in un determinato bacino idrografico.

2.4.2.1 **Rapporti con il Progetto**

La Tavola 1 "Bacini Idrografici" del PTA mostra che il progetto dell'Impianto Pilota appartiene al bacino del Torrente Paglia.

La Tavola 3 "Carta della Vulnerabilità Intrinseca degli Acquiferi" (si veda Figura 2.4.2.1a) mostra che l'area interessata dalla realizzazione del progetto dell'Impianto Pilota Torre Alfina interessa parzialmente una zona classificata a vulnerabilità molto elevata.

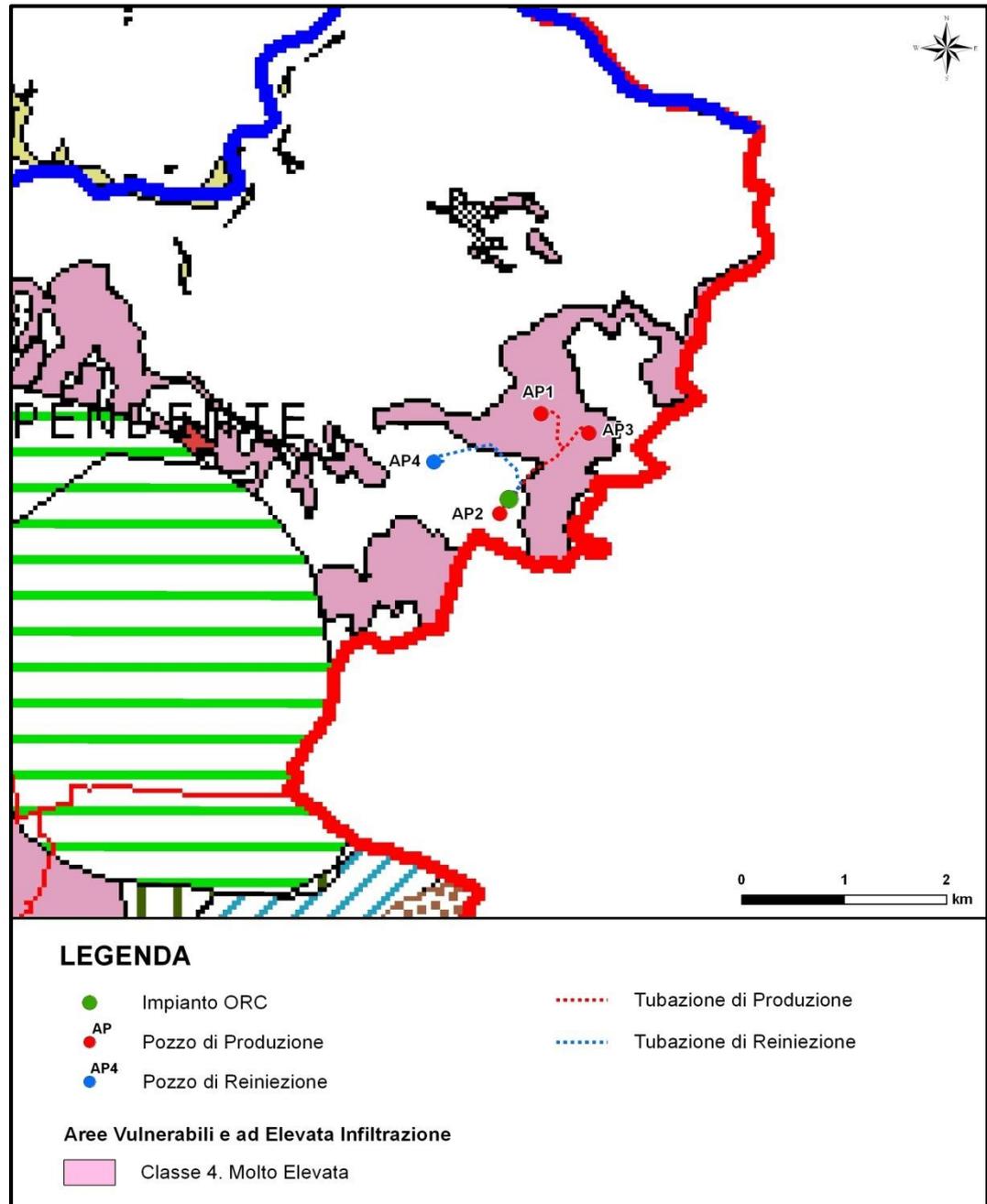
Figura 2.4.2.1a Estratto Tavola 3 “Carta della Vulnerabilità Intrinseca degli Acquiferi” - PTA



Per tali aree, le Norme di Piano non introducono prescrizioni alla realizzazione delle attività in progetto.

Nella Tavola 5 “Aree di Tutela” (di cui si riporta un estratto in Figura 2.4.2.1b) sono rappresentate le aree a specifica tutela (quali aree sensibili, zone di rispetto, zone di protezione ed aree vulnerabili da nitrati) ed aree di tutela quantitativa (quali aree critiche ed aree di attenzione), presenti nel territorio regionale.

Figura 2.4.2.1b Estratto Tavola 5 “Aree di Tutela” - PTA



Dall’analisi della figura emerge la presenza, nell’area di progetto, della medesima zona classificata a vulnerabilità molto elevata, riportata nella Tavola 3 del PTA. In merito all’interessamento di tali aree, si ribadisce che le Norme di Piano non contengono prescrizioni ostative rispetto alla tipologia di progetto in esame.

2.4.3

Aree Appartenenti alla Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette

La Rete Natura 2000 costituisce la più importante strategia d’intervento dell’Unione Europea per la salvaguardia degli habitat e delle specie di flora e fauna. Tale Rete è formata da un insieme di aree, che si distinguono come Siti d’Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), individuate

dagli Stati membri in base alla presenza di habitat e specie vegetali e animali d'interesse europeo.

I siti della Rete Natura 2000 sono regolamentati dalla Direttiva Europea 79/409/CEE (e successive modifiche), concernente la conservazione degli uccelli selvatici, e dalla Direttiva Europea 92/43/CEE (e successive modifiche), relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche. La direttiva 92/43/CEE (direttiva "Habitat") è stata recepita dallo stato italiano con il D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, "Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche".

Per la conservazione delle numerose specie di uccelli soggetti a tutela, in accordo con la Direttiva "Uccelli" n. 409/79, sono state inoltre individuate alcune aree che identificano i luoghi strategicamente importanti per lo sviluppo e la tutela delle popolazioni di uccelli che vi risiedono stanzialmente o stagionalmente, denominate aree IBA (Important Birds Areas).

Con la Legge n. 394/91 "Legge quadro sulle aree protette" le aree naturali protette sono classificate come Parchi Nazionali, Parchi Naturali Regionali e Interregionali, Riserve Naturali.

2.4.3.1 Rapporti con il Progetto

Dall'analisi della cartografia disponibile sul Portale Cartografico Nazionale all'indirizzo www.pcn.minambiente.it, riportata in Figura 2.4.3.1a, emerge che le opere in progetto non interferiscono con alcuna area naturale protetta né con alcun sito appartenente a Rete Natura 2000.

L'area naturale protetta più vicina all'area di intervento è la Riserva Naturale Regionale denominata "Monte Rufeno", localizzata a circa 1 km in direzione nord ovest rispetto al polo di reiniezione AP4.

L'area appartenente alla Rete Natura 2000 più vicina dell'Impianto Pilota in progetto è la SIC/ZPS "Bosco del Sasseto" (codice IT6010002), localizzata ad una distanza di circa 2 km in direzione nord.

Premesso quanto sopra, è stato comunque redatto lo Screening di Incidenza Ambientale, riportato in Allegato D al presente SIA, cui si rimanda per dettagli.

2.5 CONCLUSIONI

La Tabella 2.5a riassume sinteticamente i rapporti tra il progetto dell'Impianto Pilota Geotermico e gli strumenti di programmazione e pianificazione analizzati.

Tabella 2.5a *Compatibilità del Progetto dell'Impianto Pilota con gli Strumenti di Piano/Programma*

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR)	<p>Il PTPR costituisce lo strumento di pianificazione territoriale di settore, ai sensi degli articoli 12, 13 e 14 della L.R. 38/99 "Norme sul Governo del Territorio", e si configura come integrazione, completamento e specificazione del Piano Territoriale Regionale Generale (PTRG). La redazione del PTPR risulta inoltre finalizzata a superare l'attuale frammentazione normativa e cartografica derivante dai 28 Piani Territoriali Paesistici (PTP) vigenti nel territorio regionale.</p>	<p>Dall'analisi della Tavola B "Beni del Paesaggio" emerge che l'Impianto Pilota ricade in un'area dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs.42/04 e s.m.i.. Tale area è denominata "Altopiano dell'Alfina: Ampliamento del vincolo Monte Rufeno e Valle del Paglia", ed è stata istituita con D.M. 12/05/2011.</p> <p>Inoltre, l'analisi della suddetta tavola evidenzia che una parte del progetto (in particolare, il polo di reiniezione AP4 e alcuni tratti delle tubazioni di produzione e reiniezione) interferisce con la fascia di rispetto apposta al corso di un affluente del Fosso del Sabissone, tutelato ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i..</p> <p>In virtù dell'interessamento da parte delle opere in progetto, di aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. ed al fine di richiedere la relativa autorizzazione in accordo al D.Lgs. 42/2004 e s.m.i., è stata predisposta la Relazione Paesaggistica, costituente l'Allegato B, a cui si rimanda per dettagli.</p> <p>Infine, dall'analisi della Tavola A "Sistemi ed Ambiti di Paesaggio" e Tavola C "Beni del Patrimonio Naturale e Culturale" non sono emerse criticità legate alla realizzazione dell'Impianto Pilota.</p>
Piano Territoriale Paesistico (PTP)	<p>I Piani Territoriali Paesistici (PTP) sono stati approvati con la L.R. n.24 del 06/07/1998, con la finalità di regolamentare la pianificazione paesistica e la tutela dei beni e delle aree sottoposte a vincolo paesaggistico del proprio territorio. Con la stessa legge è stata programmata la redazione di un nuovo strumento di pianificazione rappresentato dal Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR).</p> <p>Il PTP in cui ricade il progetto dell'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina è il n.1 "Viterbo", adottato con D.G.R. n. 2266/87.</p>	<p>Dall'analisi della cartografia contenente l'individuazione delle aree soggette a vincolo paesaggistico emerge che parte delle opere in progetto (Impianto ORC, una parte della postazione di produzione AP2, il polo di reiniezione AP4 e una parte delle tubazioni di produzione e reiniezione) ricade nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua apposta ad un affluente del Fosso Sabissone, tutelata ai sensi dell'art.142 comma 1 lettera c).</p> <p>In merito a tale interferenza, si fa presente che per l'individuazione delle fasce di tutela apposte ai corsi d'acqua occorre fare riferimento alla Tavola B del PTPR che contiene le perimetrazioni aggiornate a seguito alla pubblicazione della D.G.R. n.620 del 29/12/2010 riguardante la "individuazione di corsi d'acqua irrilevanti ai fini paesaggistici ai sensi dell'art. 7, comma 3 della L.R.</p>

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
		<p>24/98 della provincia di Viterbo".</p> <p>Come anticipato precedentemente, in considerazione del fatto che le opere in progetto ricadono all'interno di aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. è stata predisposta la Relazione Paesaggistica, costituente l'Allegato B, a cui si rimanda per dettagli.</p>
Piano Territoriale Provinciale Generale (PTPG) della Provincia di Viterbo	<p>Il PTCG costituisce lo strumento di indirizzo e di coordinamento per la pianificazione dell'assetto del territorio provinciale. In esso sono contenute le disposizioni strutturali necessarie alla pianificazione urbanistica a scala provinciale e sub-provinciale, e quelle programmatiche che ne stabiliscono le modalità ed i tempi.</p>	<p>Il progetto risulta compatibile con indirizzi e prescrizioni del Piano in esame.</p> <p>Ad eccezione delle aree soggette a vincolo paesaggistico per la cui corretta individuazione si rimanda alla cartografia allegata al PTPR, dall'analisi delle tavole di PTPG emerge che l'Impianto Pilota interessa unicamente un'area sottoposta a vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23). Come esposto al Paragrafo 2.2.3.1, in corrispondenza delle aree interessate dal progetto non sono identificate situazioni di dissesto o condizioni tali da poter essere compromesse dagli interventi in progetto; l'entità degli interventi in progetto è tale da non gravare sull'attuale grado di rischio idrogeologico presente.</p>
Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Acquapendente	<p>Il Piano Regolatore Generale stabilisce le destinazioni d'uso del proprio territorio suddividendolo in zone omogenee. Il Piano è conforme agli indirizzi, alle direttive ed alle prescrizioni del Piano Territoriale Paesistico – Ambito n.1 "Viterbo".</p>	<p>L'analisi della cartografia allegata alla Variante approvata del PRG rivela che:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'Impianto ORC, il pozzo di produzione AP2 e una parte delle tubazioni di produzione/reiniezione interessano una zona attualmente classificata come "Zona D - Attività Produttive Artigianali, Industriali e Commerciali" e, in particolare, la "Sottozona D10 - Area per Attività Estrattive" (risulta così classificata la cava Le Greppe, all'interno della quale si localizzano le opere indicate); • le piazzole per i pozzi di produzione AP1 e AP3, il polo di reiniezione AP4, così come gran parte delle tubazioni di produzione e reiniezione, sono ubicati nella "Zona E - Aree Produttive Agricole", "Sottozona E3 - Aree Produttive Agricole: attività agricole dirette o connesse con il turismo rurale". <p>In particolare, l'Impianto ORC e la postazione di produzione AP2 saranno realizzati nel lotto ad oggi esaurito e già ripristinato della cava Le Greppe. L'adiacente lotto 1 di ampliamento risulta ad oggi ancora in coltivazione ma l'attività di escavazione sarà esaurita al momento della realizzazione</p>

Piano/Programma	Prescrizioni/Indicazioni	Livello di compatibilità
		<p>dell'impianto di Torre Alfina ed i terreni saranno ripristinati in accordo al piano di ripristino approvato. La cava quindi risulterà completamente ripristinata all'avvio dei lavori dell'Impianto Pilota.</p> <p>Per quanto concerne invece la disciplina degli interventi da realizzarsi nella Sottozona E3, si fa presente che le opere in progetto non risultano in contrasto con quanto disposto dalle Norme di PRG.</p>
Piano di assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Tevere (PAI)	Il PAI si pone come obiettivo la ricerca di un assetto che, salvaguardando le attese di sviluppo economico, minimizzi il danno connesso ai rischi idrogeologici e costituisca un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture ed in generale agli investimenti nei territori che insistono sul bacino del Fiume Tevere.	L'Impianto Pilota non interessa alcuna area soggetta a rischio idraulico ne' geomorfologico e nessuna fascia fluviale.
Aree Rete Natura 2000 e Aree Naturali Protette	L'obiettivo dell'analisi è quello di verificare la presenza di aree designate quali SIC, ZPS, SIR, IBA ed altre Aree Naturali Protette.	<p>L'area naturale protetta più prossima all'area di intervento è la Riserva Naturale denominata "Monte Rufeno", localizzata a circa 1 km in direzione nord ovest rispetto al polo di reiniezione AP4. L'area della Rete Natura 2000 più vicina è la SIC/ZPS "Bosco del Sasseto" (codice IT6010002), localizzata ad una distanza di circa 2 km in direzione nord.</p> <p>Nonostante il sito di progetto sia esterno e ad una distanza minima di 2 km dalle aree della Rete Natura 2000, è stato predisposto lo Screening di Incidenza Ambientale (Allegato D al presente SIA) al quale si rimanda per dettagli circa la descrizione delle aree protette e dei potenziali effetti indotti dalla realizzazione delle opere in progetto.</p>

2.6

OPERE COMPLEMENTARI

Per la connessione dell'Impianto Pilota alla Rete di Enel Distribuzione è prevista la realizzazione di un elettrodotto aereo in Media Tensione a 20 kV, della lunghezza di circa 6,3 km fino alla Cabina Primaria localizzata nel Comune di Acquapendente (VT). Tale elettrodotto costituisce opera complementare del progetto "Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina".

L'analisi completa degli strumenti di pianificazione vigenti nei territori interessati dalle opere connesse all'Impianto Pilota, ed dei rapporti delle opere in progetto con le disposizioni e le linee strategiche degli strumenti considerati, è riportata nell'Allegato P al presente SIA, cui si rimanda per dettagli.

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Come indicato in Introduzione, il progetto dell’Impianto Pilota Geotermico “Torre Alfina” è stato sviluppato tenendo conto della presenza dell’Impianto Pilota di Castel Giorgio ed al contempo ricercando soluzioni tecniche diverse ed ancora più innovative ed ambientalmente sostenibili, quali:

- l’ubicazione dell’Impianto ORC e di una piazzola di produzione nella cava ripristinata denominata Le Greppe;
- l’impiego di una nuova tecnologia di produzione e prevenzione delle incrostazioni in sostituzione delle pompe sommerse previste a Castel Giorgio: i pozzi produttivi erogheranno naturalmente una miscela di liquido e gas che saranno successivamente raffreddati, mescolati e reiniettati mentre le incrostazioni saranno prevenute con l’iniezione di un inibitore di incrostazione nei pozzi produttivi.

Si fa presente che l’impianto in progetto è classificato “pilota” in considerazione del proprio carattere sperimentale che riguarda:

- le soluzioni progettuali innovative per assicurare l’assenza di emissioni nelle condizioni specifiche di esercizio dell’impianto;
- le problematiche di cogestione della eventuale produzione elettrica e di calore per usi civili, industriali e agricoli;
- la sperimentazione del sistema di prevenzione delle incrostazioni da sali di calcio;
- la messa a punto del sistema di miscelazione dei gas incondensabili e del fluido geotermico raffreddato a valle dello sfruttamento energetico in modo da realizzare la reiniezione totale del fluido nel serbatoio;
- gli aspetti termodinamici, chimici, di durabilità dei macchinari principali e l’ottimizzazione del loro impiego;
- l’effettiva durabilità della risorsa geotermica alle condizioni di sfruttamento previste.

3.1 IL CAMPO GEOTERMICO DI TORRE ALFINA

3.1.1 Inquadramento Geologico

Le opere in progetto si collocano nell’area del Campo Geotermico di Torre Alfina.

Il campo geotermico di Torre Alfina è ubicato al confine fra le Province di Viterbo e Terni ed è stato scoperto da Enel nel 1973; l’area è stata oggetto di numerosi studi e interpretazioni, riportati in Allegato 1 al Progetto Definitivo, a cui si rimanda per un completo inquadramento geologico, geochimico, geofisico, sismico ed idrogeologico della zona.



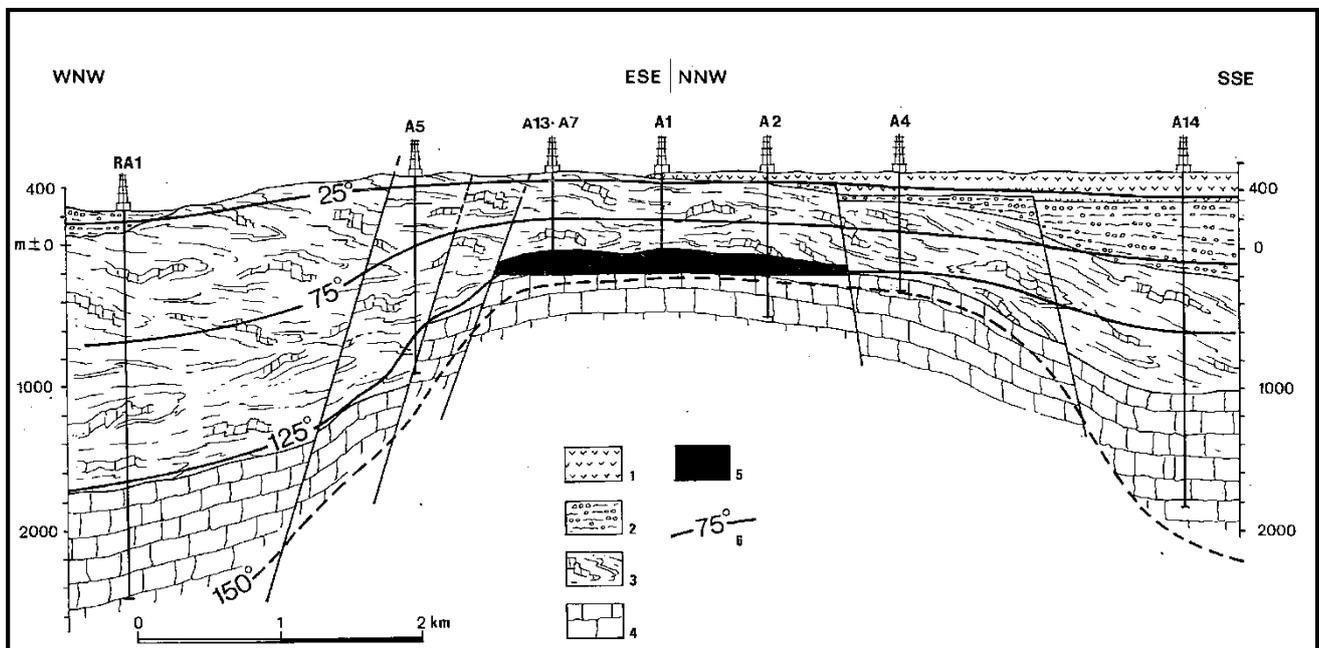
3.1.2

Caratteristiche Produttive del Campo Geotermico

Ad oggi nel campo geotermico di Torre Alfina sono stati perforati n. 10 pozzi di cui n.5 (A4, A7, A13, A14, RA1) con ottime caratteristiche di permeabilità, n.2 sterili (A2, A5) e n.3 inizialmente permeabili ma inutilizzabili (A1, A1 BIS, A15). La localizzazione dei pozzi è riportata in Figura 1.1a.

La profondità dei pozzi varia da 600 m al massimo di 4.826 m del pozzo Alfina 15, perforato con obiettivi di studio; nella maggior parte dei pozzi risulta compresa tra 600 e 800 m, come visibile dalla seguente Figura 3.1.2a che non riporta tuttavia il pozzo A15.

Figura 3.1.2a *Sezione Geologica Schematica su una Traccia in Corrispondenza dei Pozzi Indicati. 1) Complesso vulcanico 2) Complesso dei depositi marini pliocenici 3) Complesso in facies ligure ed austrapina interna 4) Complesso in facies toscana 5) Estensione della Cappa di gas 6) Isotherme in °C . Da Buonasorte et al 1988*



Il serbatoio geotermico è ospitato nel complesso carbonatico sottostante la copertura flyschoidale ed è costituito da una cappa di gas dello spessore di circa 100 m alla sommità della struttura (circa 600 m dal piano campagna) al di sotto della quale si trova la fase liquida (acqua saturata di CO₂) per uno spessore imprecisato ma comunque superiore al km.

I pozzi che interessano la sommità della struttura producono quindi gas (A1, A1 bis, A13), mentre quelli ai bordi producono acqua (A4, A14, RA1) con qualche percento di CO₂ disciolta. In particolare, per quanto riguarda i pozzi situati nell'area oggetto del presente progetto, il pozzo Alfina 2, oltre che poco produttivo tanto da essere stato classificato sterile, è tuttora privo di pressione a testa pozzo. Ciò sembra confermare che il limite sud dell'area interessata dalla cappa di gas non comprenda la verticale passante per A2. Anche il pozzo A15,

ubicato nella parte Sud Est, ha permesso di delimitare in tale direzione la cappa di gas.

Invece, i pozzi A1, A1Bis, oltre ad altri che hanno riguardato l'esplorazione della parte a nord ovest del campo, hanno evidenziato una capacità produttiva molto alta (così come gli altri A4 e A14 ubicati nell'area di Castel Giorgio, in linea con le caratteristiche di fratturazione comunemente riscontrate negli analoghi serbatoi carbonatici).

Al di fuori dell'area di interesse del progetto si incontrano anche altri pozzi perforati da Enel negli anni '70-'80 e denominati A5 e RA1.

Il pozzo A7, avendo incontrato permeabilità in corrispondenza dell'interfaccia gas-acqua, aveva prodotto gas e acqua in proporzioni variabili in dipendenza della posizione dell'interfaccia al momento dell'erogazione e della portata.

Il pozzo profondo A15, fu perforato a fine anni '80 a fini stratigrafici. Il pozzo ha raggiunto la profondità di 4815m incontrando il serbatoio geotermico a 1050m circa, quindi ad una profondità nettamente superiore a quella rilevata con negli altri pozzi perforati nella zona adiacente la cappa di gas che, non è stata pertanto intercettata dall'A15. Esso ha dimostrato l'esistenza di un unico serbatoio carbonatico fino almeno a fondo pozzo.

Inoltre fu perforato il pozzo RA1, il più lontano dall'area di interesse da cui dista circa 3 km. Esso raggiunse l'acquifero a maggiore profondità, circa 1930 m, a conferma della forma "a fungo" del serbatoio, come riportato nei documenti pubblicati da Enel. Il pozzo ha mostrato una limitatissima capacità produttiva spontanea. Proprio a causa della sua limitatissima capacità produttiva, il pozzo RA1 era stato oggetto di tentativi di fratturazione per aumentarne artificialmente la capacità iniettiva. L'operazione consistette in un pompaggio prolungato di acqua dalla testa pozzo a portate variabili e ad alta pressione per creare fratture nella formazione profonda del serbatoio, provocare la loro diffusione nella speranza di intercettare zone permeabili del serbatoio.

Di fatto si tentò di realizzare un'operazione simile a quelle che oggi sono conosciute come Enhanced Geothermal System (EGS), tendente a realizzare, per fratturazione artificiale delle rocce, un serbatoio geotermico artificiale laddove esso non esiste o quanto meno a creare un collegamento artificiale tra il pozzo e un serbatoio.

L'operazione fu interrotta perché dette luogo a fenomeni di sismicità indotta che, per quanto di modesta intensità, oltre ad essere rilevati dalle stazioni sismiche di Enel furono avvertiti in superficie dalla popolazione.

A tal proposito occorre ribadire che le operazioni classificabili come EGS non fanno parte del progetto oggetto del presente SIA che ha lo scopo di coltivare il serbatoio carbonatico fratturato naturale già esistente.

Le temperature del giacimento sono abbastanza uniformi e variano fra 125 e 150°C (*Buonasorte et al. 1988, Barelli et al., 1978*). La temperatura del serbatoio nella zona centrale del campo ed alle profondità interessate dal progetto è invece

uniformemente prossima a 140°C per cui tale valore è stato assunto a riferimento come dato di progetto e per il dimensionamento della Centrale.

Per dettagli in merito alla modellazione numerica del sistema geotermico di Castel Giorgio - Torre Alfina effettuata dalla società Terra Energy, spin-off dell'Università di Pisa, si rimanda all'Allegato 3 del Progetto Definitivo. I risultati degli studi condotti dimostrano che, nell'arco dei trent'anni assunti come durata dell'esercizio degli impianti di Castel Giorgio e di Torre Alfina, l'interferenza tra i pozzi produttivi e reiniettivi è assolutamente compatibile con l'esercizio di entrambi.

3.1.2.1 Caratteristiche Produttive dei Pozzi

Su tutti i pozzi perforati da Enel sono state eseguite prove di fisica del serbatoio durante e/o alla fine della perforazione per conoscere il fluido prodotto e le caratteristiche della formazione. Oltre a queste prove eseguite con l'impianto di perforazione ancora sul posto, sono state eseguite prove di lungo termine ai pozzi A1 bis e A7.

Le prove eseguite hanno fornito informazioni sufficienti alla comprensione dei fenomeni più importanti che possono avvenire nel serbatoio geotermico di Torre Alfina nel corso dello sfruttamento ed hanno consentito di determinare le caratteristiche produttive di ogni singolo pozzo riassunte nella seguente Tabella 3.1.2.1a.

Tabella 3.1.2.1a Caratteristiche Produttive dei Pozzi di Torre Alfina

Pozzo	Temperatura Fondo pozzo C	Portata CO ₂ ** t/h	Portata liquida t/h
A1	130	-	non utilizzabile
A1 BIS	-	-	non utilizzabile
A2	130	Sterile	-
A4	140	5	250
A5	140	Sterile	-
A7	130	6	300
A13 *	130	6	300
A14	140	5	250
RA1	140	3	150
A15	200	Sterile	-

Note:
 * Il pozzo A13 ha erogato solo CO₂ nell'ambito della concessione mineraria Enel di cui al Paragrafo 1.1. I dati indicati in tabella per la portata di liquido si riferiscono a previsioni effettuate nell'ipotesi di completo esaurimento nella cappa di CO₂ sovrastante l'acquifero.
 ** E' stata stimata (Barelli et al., 1978) una ricarica di CO₂ naturale pari a circa 7 t/h. Producendo da tutto il campo meno di 7 t/h i pozzi A7-A13 non evolveranno mai ad acqua.

3.1.2.2 Potenzialità della Risorsa Geotermica

Come mostrato precedentemente:

- il campo geotermico è contenuto nelle rocce carbonatiche permeabili per fratturazione ed è confinato superiormente da una copertura impermeabile (costituita da terreni in facies di flysch);
- in corrispondenza della culminazione delle rocce carbonatiche è presente una cappa di gas (CO₂) avente una pressione di circa 45 bar ed uno spessore dell'ordine di 100 m. L'acqua contenuta nel campo geotermico ha una salinità di circa 5000 ppm ed in essa è disciolta anidride carbonica nella misura del 1,8% circa. Tale quantitativo è dell'ordine di almeno 1x10⁶ tonnellate (*Barelli et al 1978*);
- al di sotto della cappa di gas risiede un acquifero con una temperatura sostanzialmente uniforme il cui valore medio risulta 140°C.

I calcoli eseguiti per la stima del potenziale del serbatoio indicano che l'estrazione di potenze termiche pari a quelle del progetto in oggetto sono assolutamente compatibili con le potenzialità del serbatoio.

3.1.3

Caratteristiche Chimiche del Fluido e Capacità Incrostanti

Nel corso delle erogazioni dei pozzi di Torre Alfina si sono potuti raccogliere numerosi campioni e ricostruire la composizione tipica del fluido in condizioni di serbatoio.

Le analisi chimiche medie dei pozzi così come riportate in *Buonasorte et al (1988)* sono riassunte nella seguente Tabella 3.1.3.1a. La composizione media del gas raccolto durante le prove di produzione è invece riportato nella Tabella 3.1.3.1b.

I dati idrogeochimici sono stati raccolti nel corso di numerose e prolungate prove di produzione che avevano permesso ad Enel di formulare anche ipotesi di sfruttamento e che hanno condotto all'ottenimento di una concessione mineraria per lo sfruttamento della risorsa geotermica, poi trasformata come indicato precedentemente in Concessione di coltivazione per la produzione di gas.

Alcuni aspetti dovranno essere definitivamente accertati in corso di realizzazione dei pozzi mentre altri dovranno trovare conferma della loro validità. Tuttavia i margini di incertezza sono da considerarsi molto ridotti e non in grado di inficiare il valore e l'affidabilità del progetto oggetto del presente Studio. Questa scelta è perfettamente in linea anche con la "Direttiva per la prima attuazione" del D.Lgs. 22/2010 emanata dal Ministero dello Sviluppo Economico in data 01/07/2011.

Restano da accertare la rispondenza tra produttività attesa dei pozzi e quella reale ma, come in tutte le attività minerarie, le risposte potranno venire solo dalle nuove perforazioni.

Inoltre, un piccolo margine di incertezza resta sul contenuto effettivo di gas disciolto nell'acqua del serbatoio, mentre per la temperatura del fluido e per la composizione chimica delle acque le conferme ricevute in passato lasciano pochi dubbi sui loro valori effettivi.

3.1.3.1 Incrostazioni da Carbonato di Calcio

Nel corso delle prove di produzione eseguite da Enel, tutti i pozzi di Torre Alfina avevano evidenziato grossi problemi di incrostazione da carbonato di calcio.

Per i diversi metodi di trattamento delle incrostazioni si rimanda a *R. Corsi 1986, 1987*.

Tabella 3.1.3.1a Analisi Chimiche del Fluido Prodotto dai Pozzi di Torre Alfina (da Buonasorte et Alii 1988)

N° camp.	DATA camp.	T °C	PH	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Petot mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	B tot mg/l	SiO ₂ tot. mg/l	H ₂ S tot. mg/l	TDS mg/l	Σcat Σ an
PP1 A1 bis	9/9/74	102	7.20	2020	144	158	20.0	n.d.	20.7	2480	1280	439	22.7	439	as.te	6690	1.017
PP2 2) A1bis	29/11/74	116	7.70	1970	171	137	20.0	n.d.	38.7	2110	1800	374	32.2	101	as.te	5560	1.014
PP3 3) A1bis	29/11/74	117	7.70	1940	171	131	14.0	n.d.	43.4	2100	1670	426	38.5	128	as.te	5980	1.017
PP4 A4	1/9/74	119	8.70	1800	2000	10	11.0	n.d.	25.0	2630	59	405	28.7	176	tracce	5340	0.917
PP5 A4	3/9/74	119	8.60	2030	225	8	12.0	n.d.	9.5	2950	87	427	30.5	204	as.te	6040	0.930
PP6 4) A4	3/9/74	119	8.40	2000	205	22	12.0	n.d.	19.0	2660	550	419	28.4	190	as.te	5940	1.017
PP7 A7	4/2/74	90	7.30	2160	117	147	14.0	0.87	21.4	2460	n.d.	543	21.7	96	as.te	n.d.	1.323
PP8 5) A7	11/2/76	90	7.35	2300	144	139	19.0	0.52	18.6	2640	2110	70	22.7	103	as.te	6450	1.025
PP9 5) A7	16/2/76	90	7.30	2330	153	134	16.0	0.42	12.0	2660	2090	79	23.4	106	as.te	6350	0.893
PP10 A7	5/7/75	80	6.90	2250	165	148	20.0	1.40	19.2	2700	1440	511	25.0	117	as.te	6530	1.020
PP11 A7	7.7.75	81	7.40	2250	149	71	24.0	0.20	19.0	2610	1320	505	24.8	117	as.te	6290	1.019
PP12 RA1	12/10/76	80	7.00	1840	175	240	40.0	n.d.	27.0	2160	1750	554	8.9	106	as.te	5910	0.998
PP13 RA1	19/10/74	80	7.20	2070	168	151	44.2	n.d.	28.5	2320	1760	522	22.5	129	as.te	6180	1.018
PP14 RA1	21.10/76	67	6.20	1830	168	265	96.0	n.d.	32.0	2160	1930	561	25.5	111	as.te	6080	1.023
PP15 6) RA1 7)	21/10/76	130	6.80	1940	168	225	29.0	38	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	96	n.d.	n.d.	

1) Sotto il codice del campione viene indicata la sigla del pozzo da cui esso è stato raccolto; 2) Campionamento con Kuster a 620 m dal p.c.; 3) Idem a 627 m dal p.c.; 4) Alla portata massima di circa 300 t/h; 5) Le composizioni sono ricostruite includendo nel liquido il vapore prodotto durante l'erogazione; 6) Campionamento con Kuster a 2000 m dal p.c.; 7) Determinati solo i cationi per mancanza di un adeguato volume di campione.

Tale fenomeno si origina dal fatto che la soluzione nel serbatoio è praticamente satura in ioni Ca⁺⁺ e HCO₃⁻ e in ioni CO₃⁻⁻ essendo in equilibrio con un gas (anidride carbonica al 98%).

Quando inizia la produzione di fluido in assenza di pompaggio, la pressione diminuisce passando da valori dell'ordine dei 45 bar presenti nel serbatoio a valori di circa 4-6 bar dell'erogazione spontanea.

Tabella 3.1.3.1b Analisi Chimiche dei Gas Prodotti dai Pozzi di Torre Alfina (da Buonasorte et Alii 1988)

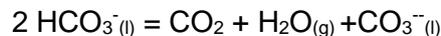
 TABELLA F
 COMPOSIZIONE DEI GAS EROGATI DAI POZZI GEOTERMICI E PARAMETRI D'EROGAZIONE

CAMPIONE	DATA	COMPOSIZIONE GAS NATURALE (% Volume)						GAS/VAP NI/Kg	PORTATA t/h	PRESSIONE B.P. Atm	TEMP. B.P. °C
		CO ₂	N ₂	O ₂	H ₂	CH ₄	H ₂ S				
G1 - A1	11/6/73	98.5	1.31	tracce	assente	0.145	tracce	ca.100%gas	200 1)	9.0	n.d.
G2 - A1 2)	5/7/73	98.6 ± 0.1	1.24 ± 0.04	tracce	assente	0.180±0.020	assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G3 - A1 3)	27/8/73	98.3	1.53	tracce	tracce	0.207	assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G4 - A1	18/4/74	98.1	1.65	assente	assente	0.193	assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G5 - A1bis 4)	20-22/5/74	98.6	1.24	tracce	tracce	0.180	tracce	100% gas	187 ± 20%	5.5	n.d.
G6 - A1bis	25/6/74	98.6	1.24	assente	assente	0.149	tracce	n.d.	304	4.5	102
G7 - A1bis	26/6/74	98.7	1.16	assente	assente	0.145	tracce	10120	272	26.2	103.5
G8 - A1bis	28/6/74	98.8	1.17	assente	assente	0.161	tracce	ca.100%gas	163	38.5	112.4
G9 - A1bis	2/7/74	98.8	1.09	assente	assente	0.139	tracce	100%gas	165	37.0	112.2
G10 - A7	1/7/75	98.8	0.961	tracce	tracce	0.161	0.088	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G11 - A7	7/7/75	98.9	0.885	tracce	tracce	0.129	0.052	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
G12 - A7	6/2/76	98.8	0.921	assente	tracce	0.150	0.091	8000 5)	155/141 6)	32.1	106.8
G13 - A7	12/2/76	98.9	0.912	assente	tracce	0.143	0.085	4960 5)	108/154 6)	29.6	107.7
G14 - A7	18/2/76	98.9	0.887	assente	tracce	0.144	0.058	2570 5)	51/140 6)	25.6	106.0

1) Stimato; non è stato possibile eseguire misure; 2) Emanazioni gassose sul piazzale del sondaggio. Valore medio e deviazione standard di vari campioni; 3) Gas di un pozzetto spia sul piazzale del sondaggio; 4) Media dei campioni raccolti tra le date indicate; 5) Rapporto calcolato includendo il trascinato nel vapore; 6) Portate di gas e di liquido rispettivamente.

n.d.: non disponibile — B.P.: bocca-pozzo.

Tale abbassamento di pressione provoca lo spostamento sulla destra del seguente equilibrio:



e quindi l'aumento di concentrazione degli ioni CO_3^{2-} che fa superare il prodotto di solubilità della calcite provocandone la deposizione.

Una discussione più dettagliata degli equilibri chimici è riportata negli articoli già citati e in altri sotto riportati.

Per la risoluzione del problema di incrostazioni, sono sostanzialmente possibili due soluzioni:

1. l'utilizzazione di una pompa immersa, che mantenga in tutto il circuito di sfruttamento del calore, una pressione sempre maggiore della pressione alla quale l'anidride carbonica disciolta nella soluzione geotermica si libera. In questo modo sarà possibile impedire in ogni punto del circuito la deposizione di incrostazioni e la liberazione del gas fino alla reiniezione finale. Questa soluzione è stata adottata per l'impianto pilota di Castel Giorgio;
2. iniezione in pozzo e nelle apparecchiature di superficie di inibitore di incrostazione. Questa soluzione proposta per la prima volta da *Corsi R., Culivicchi G., Sabatelli F., 1985* dove era descritta anche la soluzione impiantistica per l'iniezione di inibitore, ha trovato numerose applicazioni in diversi campi geotermici nel mondo e in particolare in Turchia, in Costa Rica (campo geotermico di Miravalles, *Paul Moya and Federico Nietzen*) e in Italia nel campo geotermico di Latera dove è stata sperimentata l'efficacia di

inibitori di incrostazione secondo le metodologie indicate da *Sabatelli F., Mannari M. 1995*.

Nel progetto dell'Impianto di Torre Alfina è previsto l'impiego della metodologia dell'iniezione di inibitore secondo quanto proposto da *Sabatelli et al 1995* e da *Moya et al., 2011*.

3.1.3.2 Incrostazioni da Silice Amorfa

Uno dei principali problemi connessi allo sfruttamento dell'energia geotermica è dato dalla possibilità di formazione di incrostazioni derivanti dalla precipitazione di silice amorfa a seguito della diminuzione di temperatura connessa allo sfruttamento (*R. Corsi 1985,1987*). I problemi di incrostazione da silice sono soprattutto presenti in campi ad alta temperatura i cui fluidi contengono quantità rilevanti di silice, generalmente saturi alla temperatura di serbatoio.

Poiché la cinetica di deposizione della silice amorfa è lenta, in quasi tutti i campi geotermici ad alta temperatura è tollerabile una leggera sovrasaturazione in quanto la lentezza della deposizione non permette la formazione di incrostazioni rilevanti.

Nel caso particolare del campo geotermico di Torre Alfina le basse temperature del serbatoio (circa 140°) permettono la dissoluzione di quantità di silice piuttosto modesta: dalla Tabella 3.1.3.1a si può notare come le concentrazioni di silice siano sempre inferiori a 200 mg/l se si eccettua il dato del pozzo A1bis probabilmente affetto da errore.

Tale valore di 200 mg/l deve essere confrontato con la concentrazione di saturazione ricavata dalle pubblicazioni di *Gunnarson and Arnorsson, 2000* e *Fournier and Rowe, 1973*.

Come si può notare, a 70°C la concentrazione di saturazione è superiore a 200 mg/l con entrambe le correlazioni, pertanto, scegliendo tale valore come temperatura di reiniezione, non sono previsti problemi di incrostazione da silice.

Tabella .3.1.3.2a Concentrazioni di Equilibrio di Silice Amorfa in Soluzioni Acquose (*Gunnarson and Arnorsson 2001 and Fournier and Rowe 1973*)

Temperatura °C	Solubilità secondo Gunnarson and Arnorsson 2000 mg/l	Solubilità secondo Fournier & Rowe 1977 mg/l
40	122,8	152,9
50	146,1	180,7
60	172,0	211,3
70	200,4	244,8
80	231,5	281,3
90	265,1	320,8
100	301,2	363,3
110	339,5	408,7
120	380,0	457,0

Temperatura °C	Solubilità secondo Gunnarson and Arnorsson 2000 mg/l	Solubilità secondo Fournier & Rowe 1977 mg/l
130	422,6	508,3
140	466,9	562,4
150	512,7	619,3
160	559,9	678,9
170	608,1	741,1
180	657,0	806,0
190	706,4	873,3

3.1.4

Scelta del Numero e dell'Ubicazione dei Pozzi

Considerando le condizioni di pressione e temperatura del serbatoio (140°C uniforme per una pressione statica di circa 57 bar a 800 m di profondità), le produttività dei pozzi mostrate nel Paragrafo 3.1.2.1, il contenuto di gas incondensabili ed i profili tecnici dei pozzi, è stato verificato che, per produrre circa 5 MW elettrici netti e far fronte alle eventuali richieste di calore per usi termici diretti, per una portata complessiva di circa 800 t/h, sono necessari prudentemente n.5 pozzi produttivi e n.4 pozzi reiniettivi,.

Per lo sviluppo del progetto sono state pertanto selezionate n.3 aree per la perforazione di pozzi produttivi, di cui due ubicate in prossimità dei vecchi pozzi di Enel denominati Alfina 15 e Alfina 1 ed un nuovo sito all'interno della cava Le Greppe, in adiacenza all'Impianto ORC.

Occorre precisare che, sebbene alcuni dei pozzi di Enel siano risultati non produttivi, va tenuto presente che essi erano stati perforati tutti verticalmente mentre i nuovi pozzi oggetto del presente Studio, che saranno perforati negli stessi siti, saranno tutti deviati. La forma del serbatoio con una parte sollevata suggerisce infatti la presenza di un probabile sistema di fratturazione e faglie che si ritiene più facilmente intercettabile con i pozzi deviati.

3.2

ANALISI DELLE ALTERNATIVE E UBICAZIONE DELL'IMPIANTO E DEI POZZI PRODUTTIVI

3.2.1

Alternativa Zero

Com'è noto, l'alternativa "zero", o del "do nothing", comporta la non realizzazione del progetto.

Ciò sarebbe in contrasto con gli obiettivi della legislazione energetica nazionale e comunitaria che definisce gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (cui appartiene l'impianto in progetto) di "pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti" in quanto consentono di evitare emissioni di anidride carbonica ed ossidi di azoto altrimenti prodotti da impianti per la produzione di energia alimentati da fonti convenzionali.

La realizzazione dell'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina permetterebbe, infatti, di evitare circa 19.350 tonnellate di CO₂ e circa 60 tonnellate di NO_x per

ogni anno di funzionamento. Infatti, per produrre 1 kWh elettrico vengono utilizzati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh termici, sotto forma di combustibili fossili e, di conseguenza, vengono emessi nell'atmosfera circa 0,484 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione, fonte: Ministero dell'Ambiente) e 0,0015 kg di NOx (fonte: norma UNI 10349). In realtà la potenziale riduzione di emissioni potrà essere ben superiore a tale stima come documentato nel successivo Paragrafo 3.4.11.

3.2.2 *Criteri di Scelta*

Si premette che lo sfruttamento dell'energia geotermica, per sua natura, può essere effettuato solo nei pressi del serbatoio geotermico.

Per la scelta della collocazione dell'impianto e dei pozzi, oltre alle considerazioni riportate nei precedenti paragrafi, è stata svolta un'attività mirata ad identificare, nell'ambito delle aree geologicamente più interessanti, quelle che, anche da un punto di vista ambientale, presentassero i minori problemi. I criteri generali che hanno ispirato la ricerca dei siti sono stati i seguenti:

- preferire luoghi in prossimità di strade esistenti, pur nel rispetto delle distanze minime imposte dalle norme di legge, con l'obiettivo di limitare la dimensione delle opere viarie;
- evitare di interessare colture agricole di particolare pregio;
- evitare zone che dovessero implicare l'abbattimento di piante di alto fusto o di pregio;
- preferire morfologie piane e semplici, al fine di limitare gli sbancamenti del terreno;
- evitare, nei limiti del possibile, attraversamenti di torrenti, costruzione di ponti o altre opere;
- tenersi alla massima distanza possibile da edifici, in particolare se abitati, o da opere comunque di apprezzabile pregio architettonico, storico, di utilità sociale, ecc.;
- tenersi alla massima distanza possibile da corsi d'acqua;
- limitare il più possibile l'impatto visivo sia della sonda, nella fase iniziale, che dell'impianto e dei pozzi, nella fase successiva.

Sono state escluse tutte le aree ricadenti all'interno di aree naturali come Siti di Interesse Comunitario o Zone di Protezione Speciale (Aree SIC, ZPS), aree soggette a vincolo archeologico o aree classificate pericolose dal Piano di Assetto Idrogeologico; inoltre sono state escluse le aree che presentavano minori gradienti geotermici.

3.2.3 *Scelta Finale*

La localizzazione delle opere in progetto è riportata in dettaglio in Figura 1a.

L'Impianto ORC (cioè la centrale) è ubicato all'interno della cava sita in località Le Greppe, localizzata a circa 2,5 km a sud dell'abitato di Torre Alfina, nel territorio comunale di Acquapendente (VT).

Come meglio descritto al Paragrafo 2.3.1 e in Allegato B, questa soluzione permette di recuperare agli usi produttivi un'area che, rispetto allo stato originario, ha subito una modifica sicuramente irreversibile e non recuperabile ad altri usi se non a costi proibitivi.

I 5 pozzi produttivi necessari saranno disposti in tre postazioni (piazze) produttive:

- la prima postazione (AP1) è strutturata per ricevere n.3 pozzi ed è localizzata in area agricola, attualmente destinata a seminativo, in prossimità della struttura industriale ex Consorgas;
- la seconda postazione (AP2) è situata all'interno della cava Le Greppe, adiacente all'Impianto ORC;
- la terza postazione (AP3) è situata a circa 1 km in direzione Nord-Est rispetto alla cava, in area agricola, attualmente destinata a seminativo.

Il polo di produzione si localizza nelle vicinanze dei vecchi pozzi Enel denominati Alfina 1 (A1) e Alfina 15 (A15).

Le postazioni AP1 e AP3 sono prossime alla S.P. n.50 che collega Torre Alfina e Acquapendente ed alla strada comunale che porta alla cava Le Greppe, pertanto risultano facilmente accessibili.

Il polo di reiniezione AP4 è ubicato in prossimità della S.P. n.50, a nord ovest della località Le Greppe.

Si fa presente che sia i siti di produzione che il polo di reiniezione selezionati rispondono al criterio di sufficiente lontananza dagli obiettivi sensibili dal punto di vista dell'impatto acustico e visivo durante la perforazione.

3.3 *PROGETTO DEI POZZI*

3.3.1 *Pozzi Produttivi*

Il progetto proposto, come detto, prevede la perforazione di n.5 pozzi di produzione, la cui localizzazione è rappresentata in Figura 3.3.1a dove sono indicate in pianta anche le relative deviazioni. In particolare sono previsti:

- n.3 pozzi, identificati con la sigla AP1, AP1-A e AP 1-B, da perforare all'interno della stessa postazione denominata AP1 (uno verticale e due deviati);
- n.1 pozzo, identificato con la sigla AP2, da perforare nella postazione denominata AP2;
- n.1 pozzo, identificato con la sigla AP3 da perforare nella postazione denominata AP3.

Figura 3.3.1a Localizzazione dei Pozzi Produttivi (Verticali e Devianti)



I pozzi della postazione AP1 intercetteranno sicuramente la cappa di gas.

Il pozzo AP3 intercetterà il serbatoio ad una profondità certamente superiore a quella della cappa di gas. Vi è certezza di questo dato perché la stessa

postazione era stata utilizzata per il pozzo Alfina 15. Il pozzo sarà deviato: il suo orientamento è stato pensato per avere la massima probabilità di intercettare un sistema multiplo di fratture.

Le stesse considerazioni fatte per AP3 possono essere estese anche al pozzo AP2.

La possibilità di intercettare la cappa di gas ha costituito elemento guida per la definizione delle caratteristiche costitutive di entrambi gli impianti di perforazione che si prevede di impiegare; i sistemi di sicurezza impiantistica e la tecnologia di perforazione del foro sono stati definiti per operare sempre in condizioni di massima sicurezza.

In merito alle condizioni di sicurezza, si fa presente che da informazioni raccolte e dall'analisi dei documenti disponibili è emerso che il fenomeno di blow out che si verificò nel pozzo Alfina 1 durante la perforazione esplorativa del campo Torre Alfina da parte dell'Enel, è imputabile a cause che, con le tecnologie e la prassi organizzativa attuali, sarebbero classificabili come difetti di organizzazione e prevenzione delle emissioni non volute di fluido endogeno. In particolare la scarsa quantità di acqua a disposizione, la scarsa conoscenza della tecnica di controllo dinamico del pozzo, l'inadeguatezza del sistema di casing, per quei tempi, furono alla base del blow out. Tali limiti caratterizzavano molte realtà industriali nei primi anni '70 e furono poi rapidamente superati. Infatti, nella stessa realtà dell'Alfina, una volta ripristinate le condizioni normali di controllo del pozzo Alfina 1, le rimanenti operazioni di perforazione furono condotte senza altri problemi imputabili alle condizioni operative di cui sopra.

I pozzi verticali avranno tutti lo stesso profilo, che è stato desunto dall'esperienza delle precedenti perforazioni Enel. Pertanto, stante la vicinanza dei nuovi siti di perforazione ai precedenti, si prevede di cementare il primo casing 24"1/2 a 100 m ed un secondo casing diametro 18"5/8 a 350 m.

Con tale soluzione, che garantisce efficacemente la protezione della falda, le formazioni superficiali risultano ben coperte dal livello del fango, anche in caso di perdita di circolazione. Inoltre la tubazione del diametro di 18"5/8, essendo perfettamente in grado di operare alla massima pressione di esercizio dei pozzi, costituisce una barriera passiva assolutamente sicura .

La terza tubazione è prevista dopo aver intercettato il contatto con la formazione sede del serbatoio carbonatico ed ha lo scopo di isolare completamente le formazioni di copertura. Il diametro di questa tubazione è 13"3/8 La profondità di posa di questa terza tubazione varia da circa 600 m a oltre 1.000 m nel caso di AP3.

Una volta isolata la formazione di copertura, il progetto prevede che sia completata la perforazione penetrando il serbatoio carbonatico per un tratto sufficiente a garantire il flusso di acqua necessario per la produzione, indicativamente 210 t/h di acqua per pozzo.

Si fa presente che la concentrazione salina del fluido geotermico è circa 1/7 di quella che caratterizza ad esempio l'acqua di mare, e quindi non molto elevata in



valore assoluto ma, se non controllata, tale da produrre depositi incrostanti nei pozzi e nelle strutture di superficie. In considerazione di ciò, come anticipato precedentemente, ciascun pozzo produttivo sarà equipaggiato con un dispositivo di pompaggio dell'inibitore di incrostazione che inietterà l'inibitore in soluzione acquosa nei pozzi, alla profondità necessaria, mediante un coiled tubing di 5-6 mm di diametro.

L'inibitore, generalmente un solfonato, avrà una concentrazione di qualche ppm rispetto al fluido geotermico e sarà reiniettato con esso nel serbatoio profondo dove si disperderà e sarà oggetto di decomposizione in tempi brevi.

Le operazioni di deviazione (anche oltre 30°) avranno inizio alla profondità variabile da 200 a 350 m. La profondità finale dei pozzi AP1 e AP2 sarà circa 1.200 m (TVD - True Vertical Depth) e 1.300 m (TMD - True Measured Depth), con scostamento rispetto alla verticale di circa 450m; la profondità finale del pozzo AP3, misurata sull'asse verticale (TVD), sarà 1.500 m (TMD) e lo scostamento dalla verticale di circa 400 m o più a fondo pozzo.

Nella seguente Tabella 3.3.1a sono riassunte le direzioni di deviazione dei pozzi produttivi illustrate in Figura 3.3.1a.

Tabella 3.3.1a *Direzioni delle Deviazioni dei Pozzi Produttivi*

I.D. pozzo	Direzione di deviazione
AP1-A	Nord-Ovest
AP1-B	Sud-Ovest
AP 2	Sud-Est
AP3	Nord-Ovest

Nelle seguenti Figure 3.3.1b-e sono riportati i profili tecnici di tubaggio dei pozzi produttivi descritti.

Figura 3.3.1b Profilo di Tubaggio del Pozzo di Produzione AP1

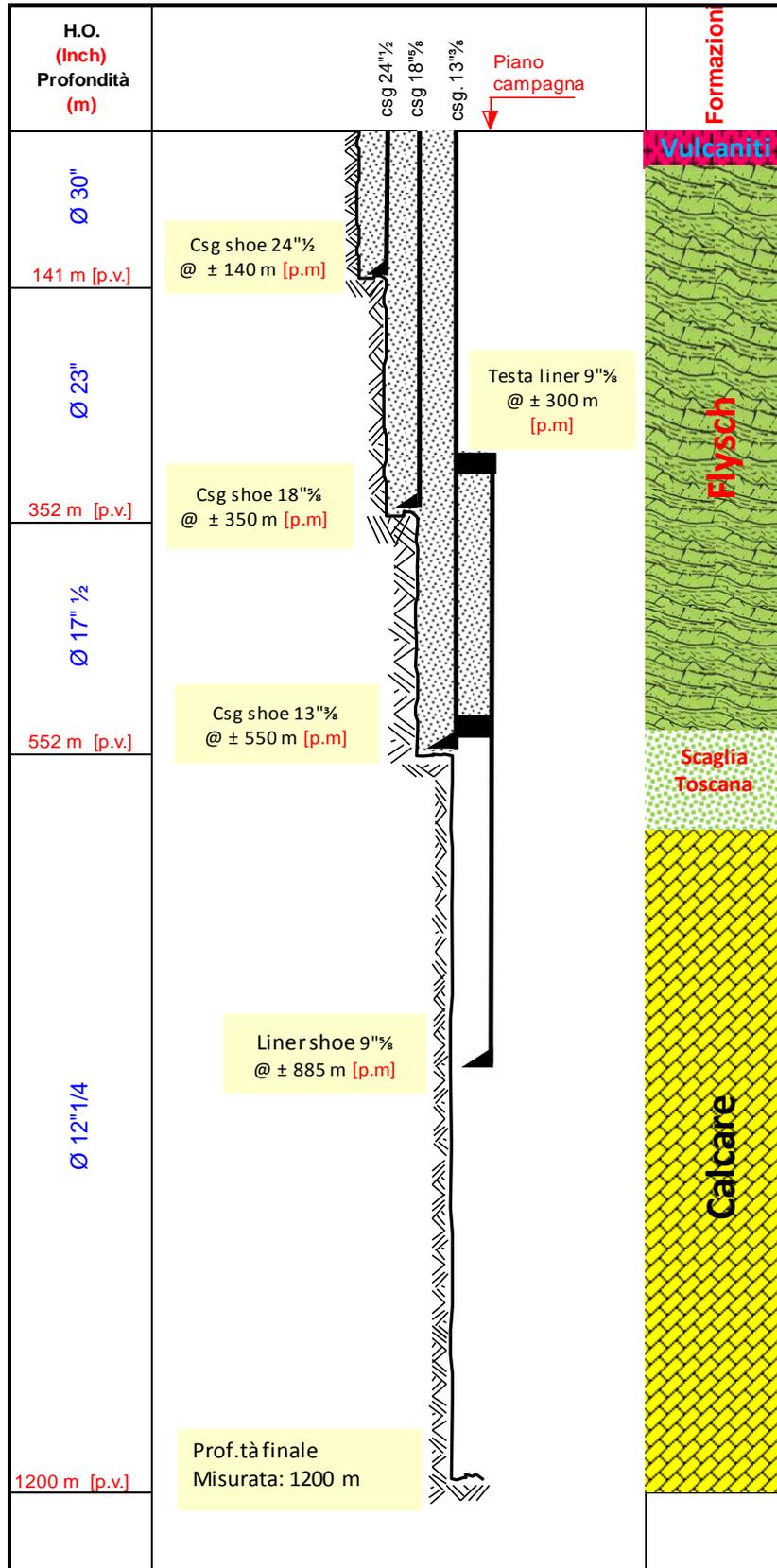


Figura 3.3.1c Profilo di Tubaggio dei Pozzi di Produzione AP1/A, AP1/B

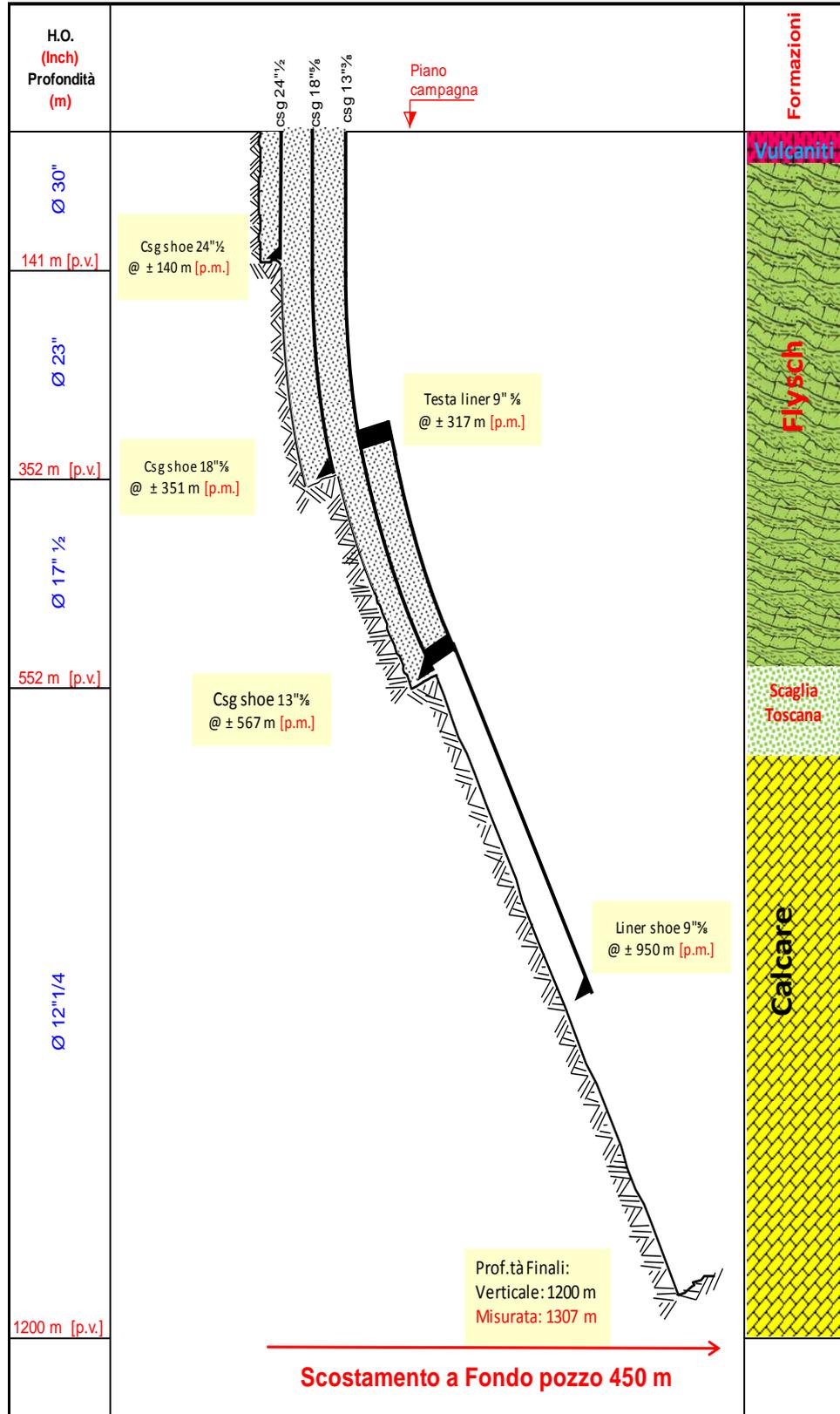


Figura 3.3.1d Profilo di Tubaggio del Pozzo di Produzione AP2

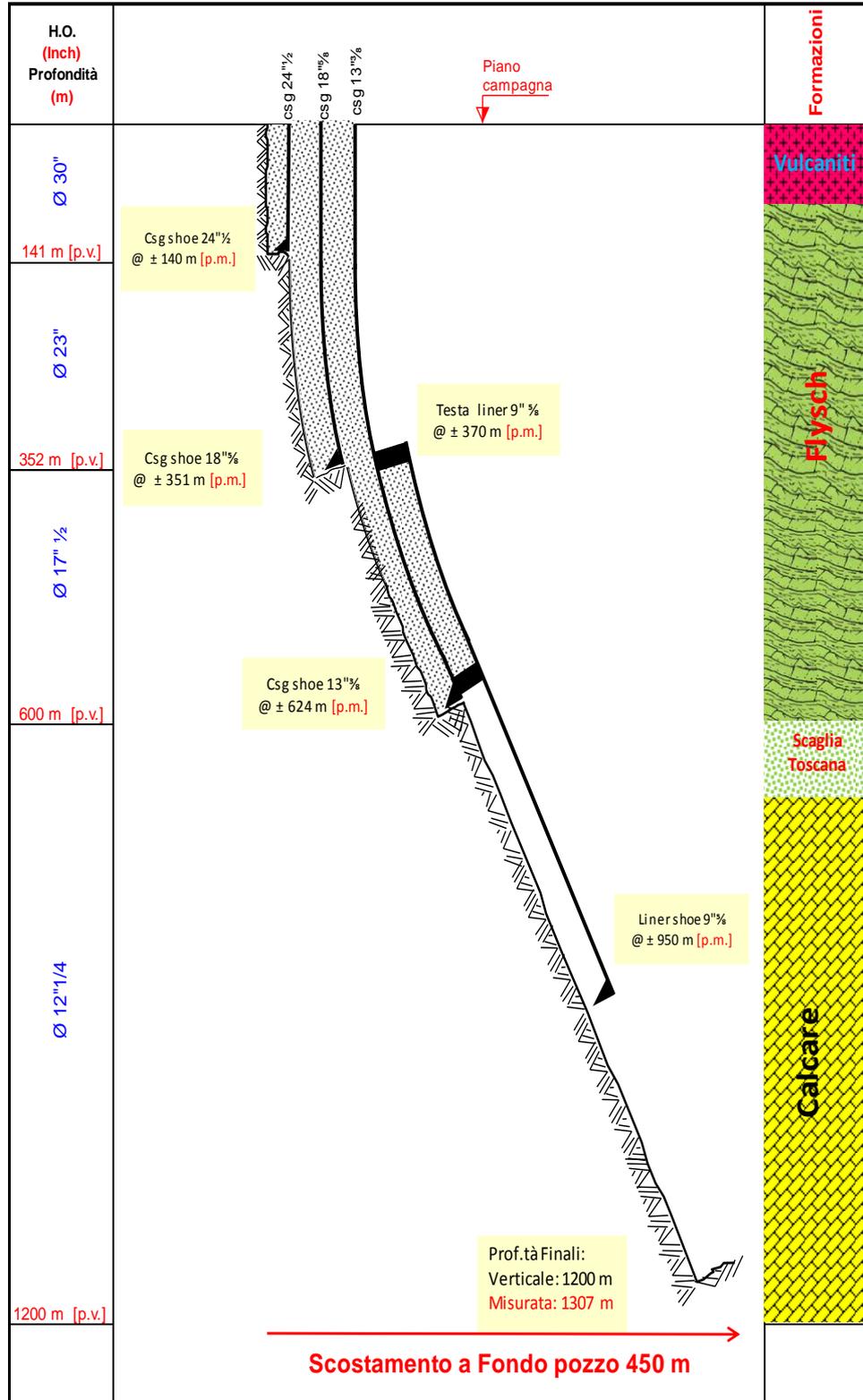
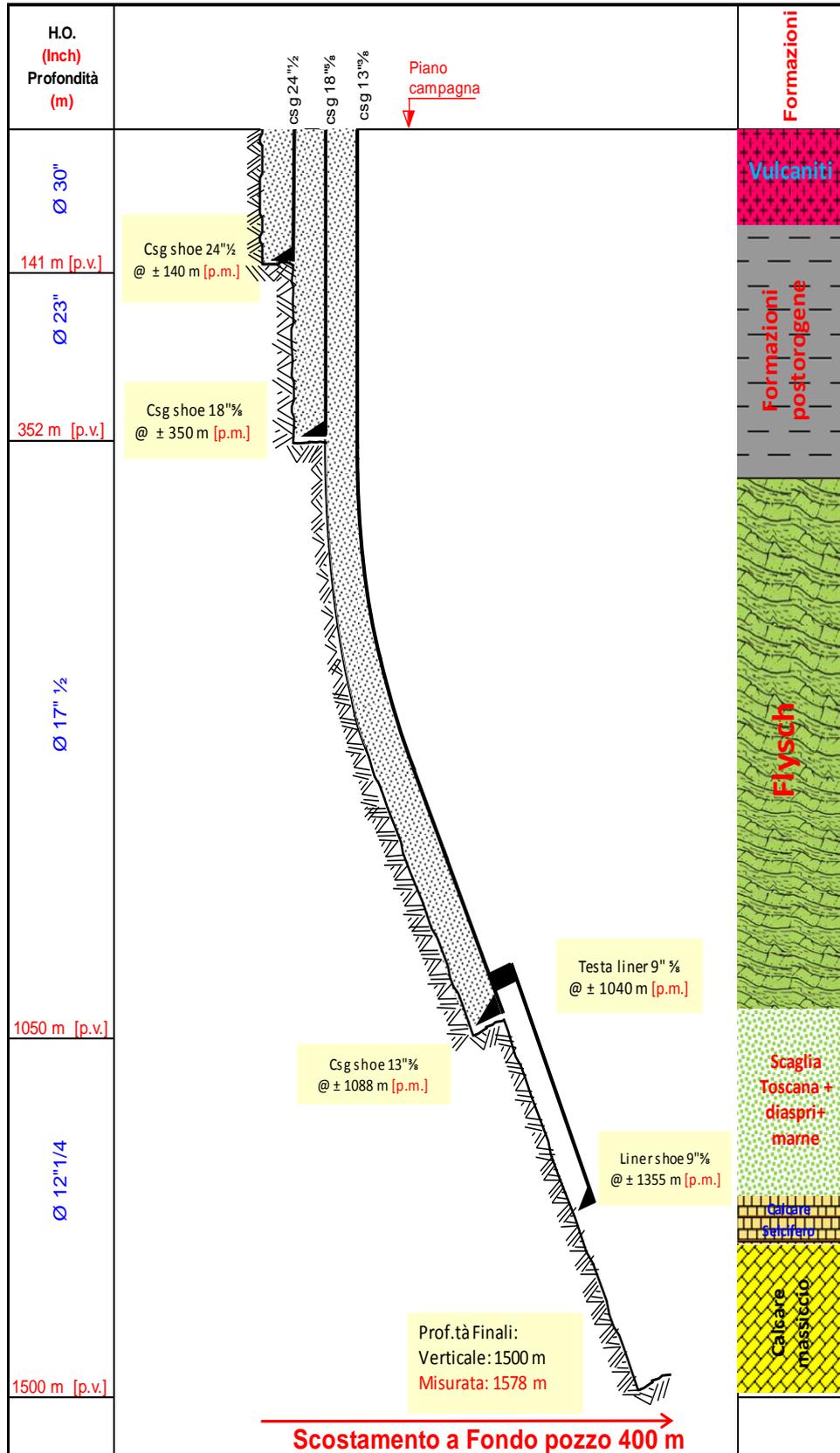


Figura 3.3.1e Profilo di Tubaggio del Pozzo di Produzione AP3



3.3.2

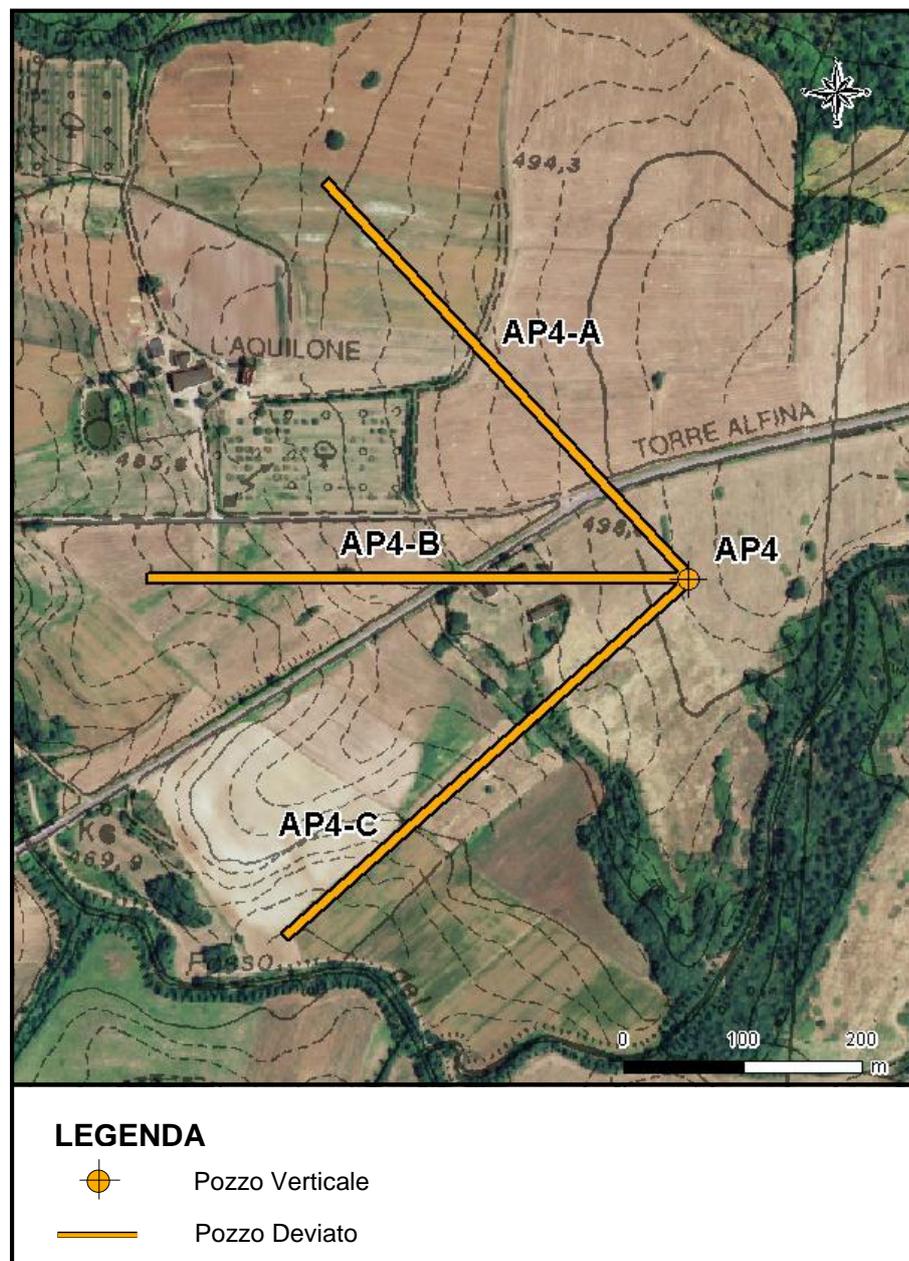
Pozzi Reiniettivi

Tenuto conto delle caratteristiche della formazione e dei risultati pubblicati dal precedente operatore, si prevede che siano necessari n.3 pozzi reiniettivi. Tuttavia, in via cautelativa, il progetto prevede n.4 pozzi reiniettivi, tutti perforati dalla postazione AP4, uno verticale (AP4) e gli altri tre deviati.

La localizzazione dei pozzi perforati nella postazione AP4 è rappresentata in Figura 3.3.2a.

Anche nella perforazione dei pozzi reiniettivi potrebbe essere intercettata la cappa di gas.

Figura 3.3.2a Localizzazione dei Pozzi Reiniettivi (Verticali e Devianti)



La soluzione di utilizzare postazioni dedicate a più pozzi consente di ridurre al minimo l'ingombro delle opere, con indubbi vantaggi dal punto di vista ambientale, oltre che di semplificare, concentrare e razionalizzare la gestione dell'intero impianto di reiniezione.

Il profilo di tubaggio dei nuovi pozzi è stato definito sulla base delle informazioni stratigrafiche pubblicate da Enel e dell'andamento delle formazioni vulcaniche che ospitano la falda acquifera superficiale.

Analogamente a quanto previsto per i pozzi produttivi si prevede

- una prima tubazione da 24"1/2 a 100 m;
- una seconda da 18"5/8 da piano campagna a 300-350 m;
- una terza da 13"3/8 da piano campagna a circa 600 m;
- un liner 9"5/8 è previsto nell'eventualità che si renda necessario il suo impiego per completare l'isolamento della formazione di copertura e della prima parte della serie carbonatica.

La profondità finale del pozzo è da valutare in corso d'opera, anche in questo caso, in relazione alla capacità iniettiva della formazione attraversata; tuttavia è attesa una profondità finale (verticale) di 1.500 m, che corrisponde per i pozzi deviati a una profondità di 1.650 m circa.

Nella seguente Tabella 3.3.2a sono riassunte le direzioni di deviazione dei pozzi reiniettivi illustrate in Figura 3.3.2a.

Tabella 3.3.2a *Direzioni delle Deviazioni dei Pozzi di Reiniezione*

I.D. pozzo	Direzione di deviazione
AP4-A	Nord-Ovest
AP4-B	Ovest
AP4-C	Sud-Ovest

Le operazioni di deviazione avranno inizio alla profondità di circa 350 m. La profondità finale dei pozzi reiniettivi, misurata sull'asse verticale (TVD), sarà 1500 m e lo scostamento dalla verticale di circa 450m a fondo pozzo; tuttavia il valore reale dovrà essere definito in funzione delle effettive condizioni geologiche incontrate durante la perforazione.

I profili di tubaggio dei pozzi di reiniezione sono riportati in Figura 3.3.2b e Figura 3.3.2c.

Figura 3.3.2b Profilo di Tubaggio del Pozzo di Reiniezione AP4

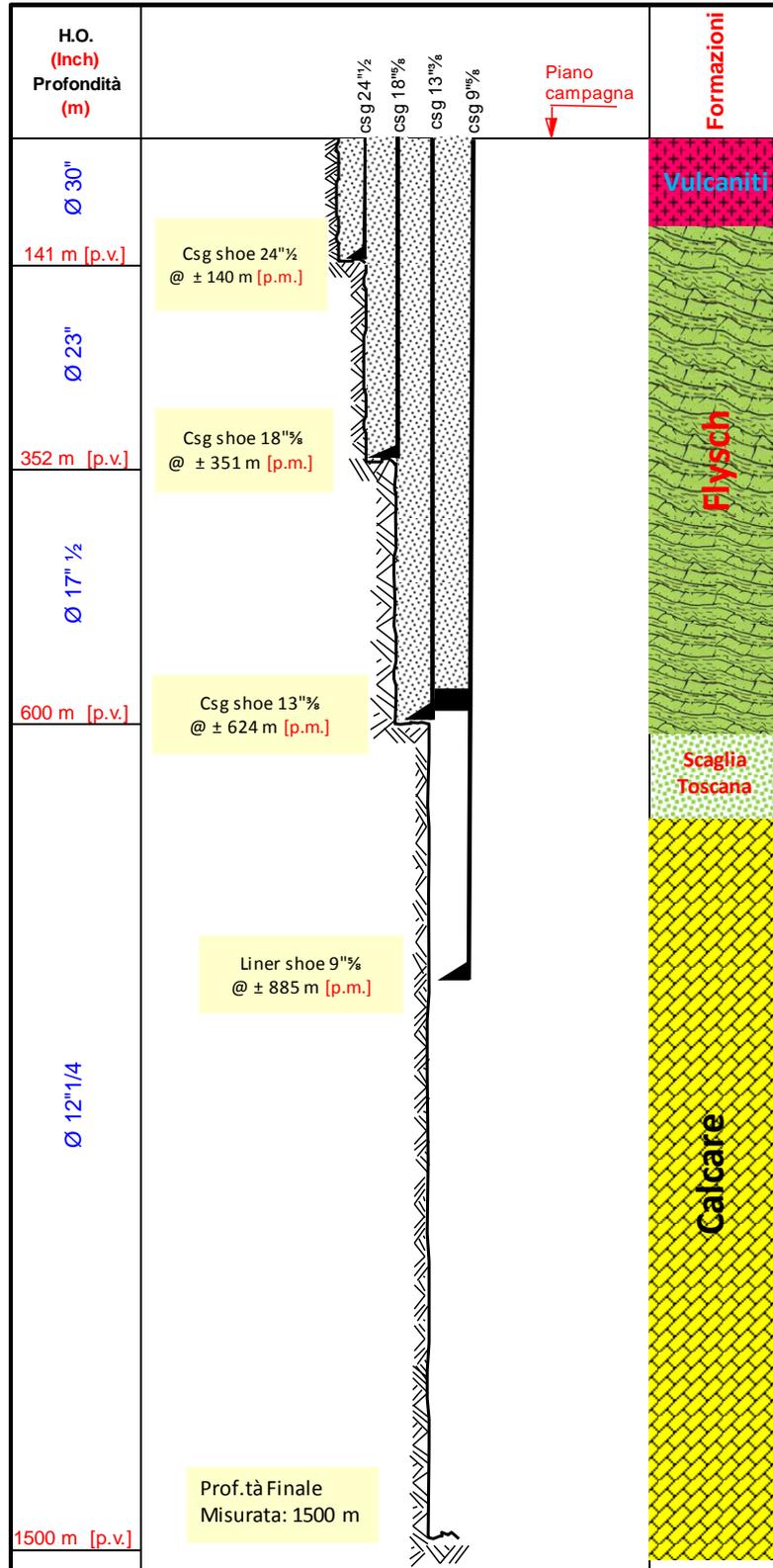
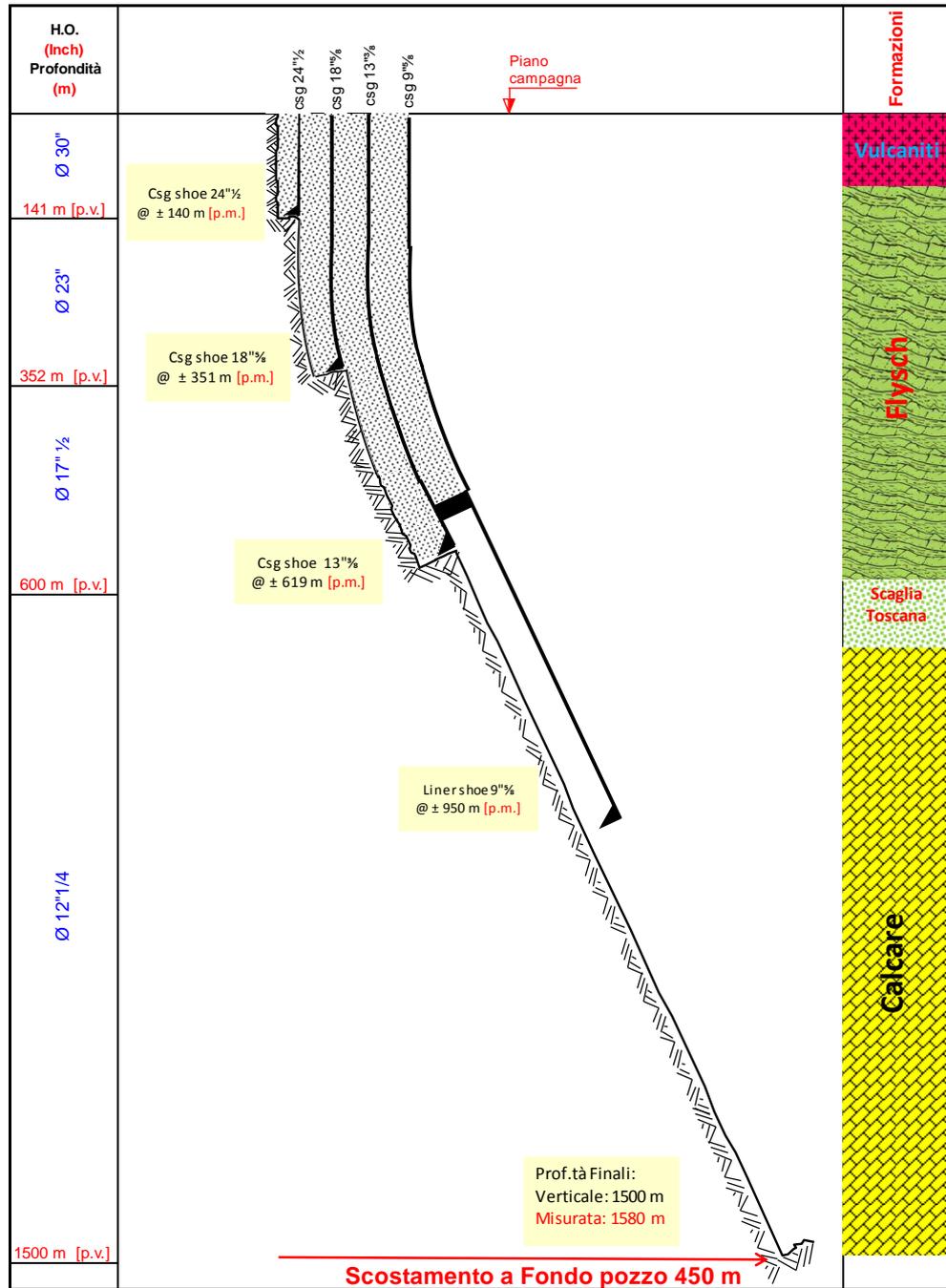


Figura 3.3.2c Profilo di Tubaggio dei Pozzi Reiniettivi AP4-A, AP4-B e AP4-C



3.3.3 Descrizione delle Operazioni di Perforazione

La perforazione è realizzata mediante uno scalpello supportato da una batteria di elementi tubolari (aste) di adeguate caratteristiche meccaniche. Il sistema delle aste è messo in rotazione dall'impianto, attraverso la cosiddetta tavola rotary o attraverso un dispositivo equivalente, comunemente costituito da quel componente che in gergo è chiamato "top drive" che, oltre a sostenere la batteria di aste, svolge anche la stessa funzione della tavola rotary.

I detriti di roccia prodotti dallo scalpello vengono sollevati fino a giorno, per mezzo di circolazione di fango o acqua fino a che lo scalpello non intercetta una zona fratturata. In tal caso sia il fluido di perforazione sia i detriti possono essere assorbiti dalla formazione stessa dando luogo al cosiddetto fenomeno della “perdita di circolazione”.

Per il fango sono possibili varie formulazioni, anche queste funzione delle caratteristiche geologiche. Nella fase iniziale della perforazione verrà utilizzato il fango nella sua composizione più semplice, ovvero preparato con acqua e bentonite. Man mano che la perforazione procede si pone la necessità di isolare le formazioni attraversate, per dare stabilità alle pareti del foro costruito fino a quel momento. A tale scopo, nel foro viene collocata una tubazione (casing) come schematicamente rappresentato nei profili tecnici riportati ai Paragrafi 3.3.1 e 3.3.2.

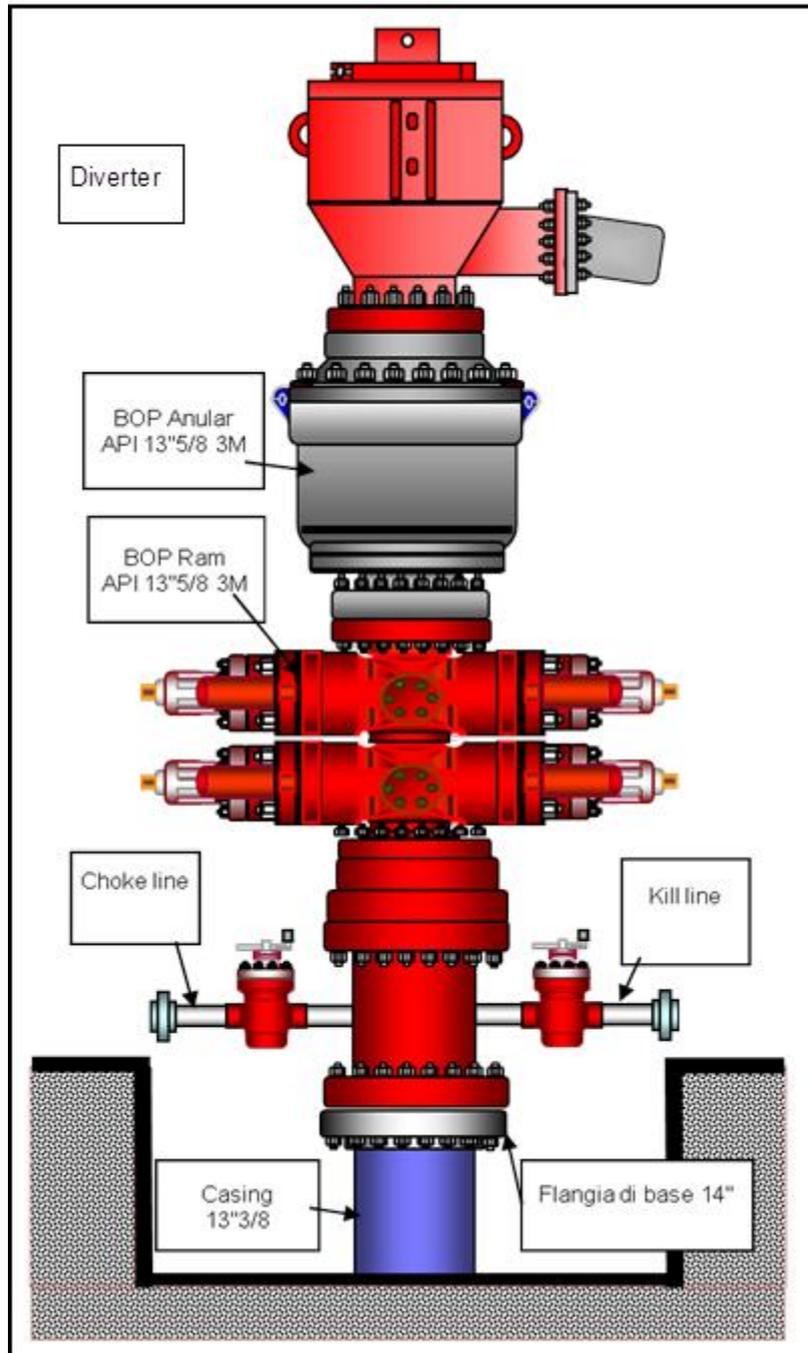
Un efficace collegamento tra formazione geologica e tubazione è realizzato mediante riempimento dell'intercapedine con malta di cemento, di caratteristiche meccaniche atte a garantire un legame sicuro tra formazioni e tubo. In gergo tale operazione prende il nome di “cementazione completa del casing”; l'attributo “completa” sta ad indicare che l'intera colonna di casing è riempita di malta cementizia, cosa che non sempre viene realizzata, in particolare nei completamenti dei pozzi a idrocarburi.

La tubazione in acciaio così cementata realizza un isolamento veramente efficace tra le formazioni interessate dal tubaggio realizzando un collegamento diretto e completamente isolato tra il foro sottostante e la superficie.

Il tubaggio del pozzo avviene in più volte, isolando la formazione man mano che viene scoperta con l'evolvere della perforazione.

Una volta cementata la prima tubazione, sulla stessa viene installata una testa pozzo, un esempio della quale è mostrato in Figura 3.3.3a. La testa pozzo costituisce l'elemento principale per garantire la sicurezza durante la perforazione.

Figura 3.3.3a Esempio di Testa Pozzo da Perforazione



La testa pozzo prevede l'installazione di un dispositivo chiamato *Blow Out Preventer* (in gergo BOP, indicato in Figura 3.3.3a), una o più valvole laterali, collocate al di sotto del BOP, e di altri componenti tubolari che collegano il pozzo all'impianto di pompaggio, preparazione e trattamento del fango.

Il BOP è essenzialmente una valvola a comando idraulico, azionabile a distanza, da varie posizioni del cantiere, che permette di chiudere il pozzo anche in presenza, al suo interno, delle aste di perforazione.

Il BOP è quindi un dispositivo di sicurezza, la cui utilizzazione è prevista quando sussista il rischio di incontrare formazioni contenenti gas o altro fluido di strato ad

alta pressione o comunque in condizioni fisiche tali per cui il fluido, a seconda delle condizioni idrauliche del pozzo, possa migrare dalla formazione geologica attraversata dallo scalpello verso l'interno del pozzo stesso, dando luogo al rischio di eruzioni. Il BOP permette di chiudere rapidamente il pozzo, in qualsiasi condizione di lavoro, ed impedirne l'eruzione quando questa manifesta i caratteristici sintomi premonitori. Un sintomo premonitore caratteristico è la maggiore portata di fluido in uscita dal pozzo rispetto a quella pompata attraverso le aste.

3.3.3.1 Caratterizzazione Produttiva dei Pozzi

Le prove di produzione sono generalmente volte ad identificare l'esistenza di un possibile orizzonte produttivo in termini di:

- natura del fluido (liquido, vapore);
- temperatura;
- composizione chimica;
- pressione di serbatoio;
- dimensioni e capacità produttive (estensioni laterali e verticali del serbatoio, trasmissività, porosità etc).

La temperatura e la pressione del fluido nel serbatoio vengono misurate durante l'avanzamento del pozzo stesso e sono parte integrante delle procedure di perforazione.

Poiché la perforazione dà sempre luogo ad una modifica temporanea dello stato termico della formazione attraversata (raffreddamento), la sua temperatura viene ricostruita, secondo tecniche teorico-pratiche, sulla base del recupero nel tempo della temperatura di fondo pozzo, che tende verso una stabilizzazione.

Essendo Torre Alfina un campo ad acqua dominante, la capacità produttiva dei pozzi può essere stimata in maniera affidabile mediante prove idrauliche (iniezione di modeste quantità di acqua), con contemporanea rilevazione della pressione idraulica in pozzo.

Tuttavia, nel caso dei pozzi che intercettano la cappa di gas, la rilevazione dell'iniettività può essere complicata dalla presenza del gas stesso e potrebbe richiedere l'impiego di un "formation packer" per escludere, durante le prove, la formazione che contiene il gas. In presenza della cappa di gas, potrà essere necessario integrare le prove di iniettività con log di temperatura lungo l'asse del pozzo per stimare il grado di raffreddamento delle zone assorbenti e, attraverso questo, la quantità di acqua assorbita in perforazione dalle singole zone fratturate e di conseguenza la loro permeabilità.

Il test durerà non più di mezza giornata, prevedendo di iniettare almeno 3 portate diverse per 2-3 ore.

Attraverso l'elaborazione numerica delle grandezze fisiche raccolte durante l'iniezione d'acqua è possibile accertare la qualità della "interconnessione" tra le

fratture delle rocce del serbatoio e il foro e quindi prevedere con sufficiente affidabilità la capacità produttiva dei pozzi.

Inoltre, sempre a causa della presenza della cappa di gas, i pozzi dell’Impianto Pilota Torre Alfina sono caratterizzati dalla struttura di completamento casing riportato nelle Figure 3.3.1b, 3.3.31c, 3.3.1d, 3.3.2b e 3.3.2c..

Con tale profilo di tubaggio, alla fine delle operazioni di perforazione i pozzi si manterranno in quiete, in modo analogo a semplici campi ad acqua come nella zona di Castel Giorgio. Tuttavia, ragioni di natura tecnica inducono a preferire l’adozione della metodologia di estrazione del fluido geotermico basata sul flashing anziché sull’uso di pompe di profondità come previsto nel progetto dell’Impianto di Castel Giorgio.

Pertanto la produzione dei pozzi dovrà essere avviata mediante gas lift e l’avviamento della produzione attraverso un silenziatore – separatore atmosferico attraverso il quale avviene una erogazione iniziale di breve durata del fluido geotermico durante la quale l’acqua viene raccolta nell’apposita vasca mentre la fase aeriforme è scaricata in atmosfera. Tutto ciò è descritto nel seguito.

Erogazione Breve Controllata

Al termine della perforazione ed una volta verificata la presenza di un serbatoio permeabile è prevista l’esecuzione di una breve prova di erogazione, avente lo scopo di “pulire il pozzo” dai detriti e determinare alcune caratteristiche produttive.

Pertanto, al termine della perforazione e delle prove preliminari di verifica dell’iniettività, il pozzo verrà chiuso con le valvole di bocca pozzo e verrà lasciato per qualche ora in “riscaldamento”, al termine del quale è atteso che il pozzo rimanga a pressione atmosferica con un livello piezometrico al di sotto del piano campagna.

Sarà pertanto necessario un innesco.

Tra i diversi metodi di innesco quello normalmente considerato più sicuro è l’innesco con gas-lift. Il metodo consiste nel pompaggio di gas inerte (azoto) al di sotto del livello dell’acqua per mezzo di un piccolo tubo calato in pozzo attraverso uno stuffing box, in modo che, il gas risalendo si espanda e trascini con sé il liquido.

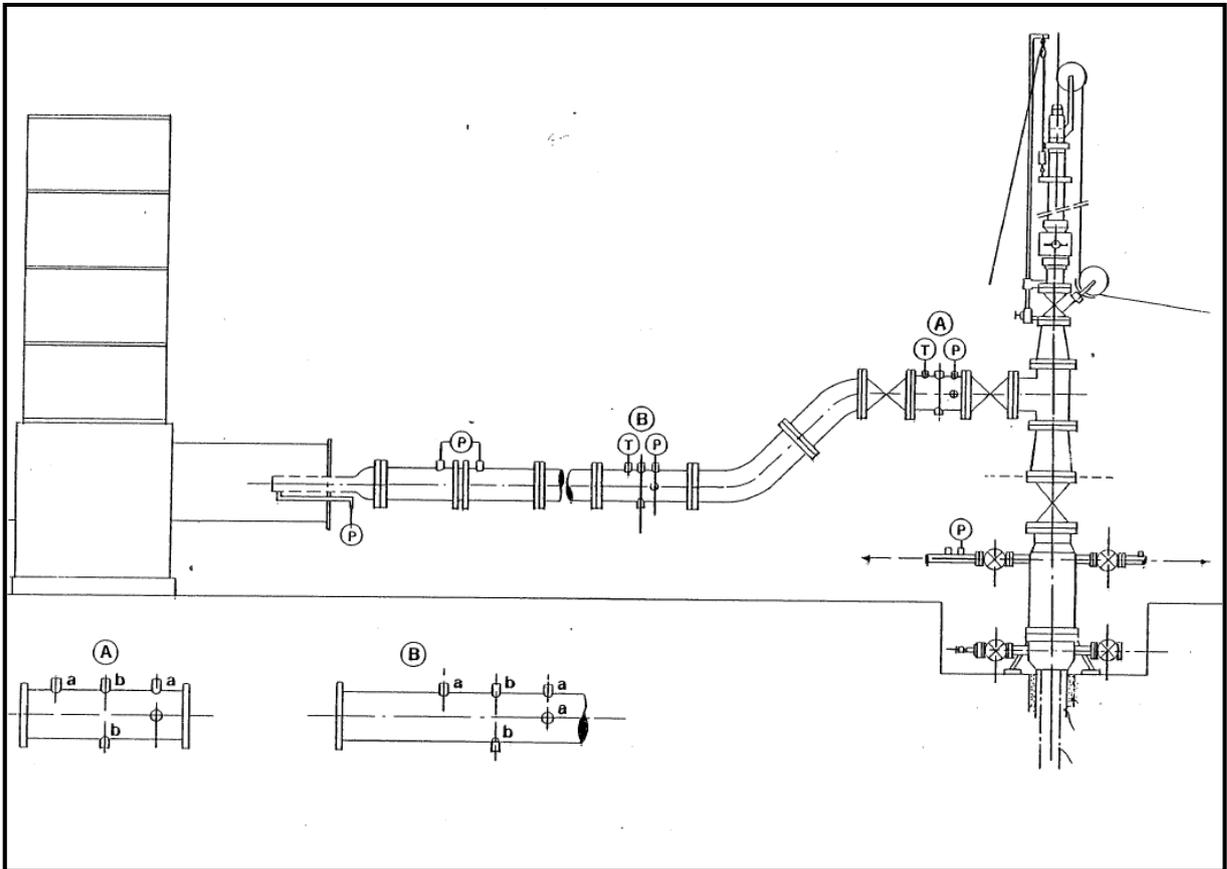
L’erogazione di azoto e fluido avverrà tramite una tubazione da 10” che sarà montata nel cunicolo appositamente predisposto in ciascuna piazzola; la tubazione sarà opportunamente ancorata per assorbire le dilatazioni termiche e le spinte fluidodinamiche ed il flusso fuoriuscirà in un “separatore silenziatore”.

La linea di misura è schematicamente riportata nella seguente Figura 3.3.3.1a dove, non in scala, sono mostrate le misure che saranno eseguite e che sono riassunte nel seguito:

- misure di temperatura e pressione a testa pozzo;

- misura della Lip Pressure per la valutazione della portata (metodo di James);
- temperatura e livello del liquido nella vasca;
- attrezzatura per calare in pozzo la strumentazione per la misura di pressione e temperatura alla frattura in erogazione.

Figura. 3.3.3.1a Schema indicativo di installazione apparecchiatura per prove di produzione breve



Il silenziatore/separatore ha lo scopo di separare la parte liquida in uscita dal pozzo e ridurre le emissioni sonore. Il dispositivo sarà del tipo a ciclone: la fase gassosa (vapore, incondensabili e aria) è espulsa dall'alto, mentre la fase liquida cade nella vasca dopo aver attraversato una cassa con stramazzo.

L'acqua contenuta nel fluido geotermico, inclusa l'acqua di perforazione, sarà separata nel ciclone silenziatore e scaricata nella vasca adiacente al piazzale e successivamente re-iniettata nel pozzo stesso.

Il test si interromperà quando le vasche delle prove di produzione saranno integralmente riempite. Considerando che le vasche hanno un volume di 1.000 m³ ciascuna, è ragionevole ritenere che le prove avranno una durata di non più di 4-8 ore.

Nel corso dei test di erogazione è previsto il monitoraggio con strumento portatile della concentrazione di H₂S a diverse distanze dall'impianto.

Prove di Iniezione

Al termine della breve prova di erogazione si potranno ripetere le prove di iniezione (o iniettabilità) di acqua in pozzo, in associazione alla misura di alcune grandezze fisiche, eseguite durante e dopo l'iniezione stessa utilizzando speciali strumenti di misura calati all'interno dei pozzi stessi, come dettagliatamente descritto sopra.

In questo caso l'acqua impiegata sarà quella raccolta nella vasca reflui durante le prove di erogazione, quindi senza ulteriore prelievo idrico dalla falda.

La massima quantità di acqua impiegata in questa fase è quella che si troverà nelle vasche delle prove di produzione, ovvero massimo 1.000 m³/h . Il test durerà non più di mezza giornata, prevedendo di iniettare almeno 3 portate diverse per 2-3 ore.

3.3.3.2 Approvvigionamento Idrico

I fabbisogni idrici in fase di perforazione sono dettagliati al Paragrafo 3.3.3.8 dove è riportata l'analisi dei consumi di risorse.

I fabbisogni idrici saranno soddisfatti utilizzando gli acquiferi superficiali presenti nelle aree interessate dalle perforazioni: larga parte dell'area coinvolta dal progetto è infatti interessata dalla presenza di uno strato superficiale di vulcaniti, sede anche di un acquifero da cui viene attinta acqua per usi civili, industriali o agricoli.

Il progetto prevede di attingere da questo acquifero l'acqua per la perforazione.

In particolare l'acqua sarà prelevata dall'acquifero mediante 4 pozzetti dedicati, (uno per ciascuna delle tre postazioni di produzione, uno in quella di reiniezione), perforati in prossimità delle piazzole di perforazione. L'ubicazione dei pozzi è riportata nelle Figure 3.3.3.2a (da 1 a 4). Dettagli sulla stratigrafia dei pozzi, sulle loro capacità produttive e sulle interferenze sull'acquifero circostante sono riportati nella Relazione Idrogeologica riportata in Allegato Q al presente documento, in cui viene inoltre dimostrata la compatibilità dei prelievi idrici con gli acquiferi presenti nell'area.

L'estrazione dell'acqua da tali pozzetti sarà realizzata con semplici pompe sommerse, al pari dei pozzi per uso irriguo; l'acqua prelevata sarà inviata alla vasca raccolta acque industriali e poi distribuita tramite tubazioni in polietilene.

In tal modo il consumo ordinario sarà coperto dai pozzetti di ciascuna postazione mentre un eventuale surplus di consumo, che potrebbe essere necessario in alcune fasi della perforazione (fase finale della perforazione in perdita di circolazione), potrà essere coperto attingendo dalle postazioni limitrofe che verrebbero collegate mediante tubazioni provvisorie. Le stesse connessioni potrebbero essere utilizzate se qualche pozzetto dovesse risultare non sufficientemente produttivo.

I pozzetti di approvvigionamento saranno collegati alle vasche raccolta acque poste nelle piazzole dei pozzi tramite tubazioni provvisorie che saranno smontate al termine della perforazione e delle prove di caratterizzazione dei pozzi e di logging, ad eccezione dei casi in cui i pozzetti non risultino sufficientemente produttivi nemmeno per alimentare le pompe dosatrici dell'inibitore il cui consumo, trascurabile da ogni punto di vista anche se incluso nel computo generale dei consumi, è stimato in 400 litri al giorno (si veda Paragrafo 5.4.2 del Progetto Definitivo).

3.3.3.3 Caratteristiche dell'Impianto di Perforazione e della Postazione

Caratteristiche dell'Impianto di Perforazione

L'impianto si compone di alcune parti principali: il mast, con il macchinario di sonda, il sistema di trattamento e preparazione fango, il sistema di preparazione e pompaggio del cemento, quello per la generazione di energia.

Per la perforazione dei pozzi in progetto si prevede l'impiego di due tipi di impianto:

- uno con capacità idonea a raggiungere la profondità di 1.500 m, da adibire alla perforazione dei pozzi AP1, AP1-A, AP1-B ed eventualmente AP2. Tra i pozzi menzionati, quelli verticali hanno una profondità di progetto di 1.200 m mentre quelli deviati hanno la stessa profondità misurata in verticale e una profondità effettiva di circa 1.300 m (è molto probabile che la profondità reale massima risulti sensibilmente inferiore a tale valore);
- un secondo impianto, idoneo a raggiungere agevolmente la profondità di 1.500 m, da adibire alla perforazione dei pozzi AP3 e dei pozzi del polo reiniettivo AP4. Tra questi, i pozzi verticali hanno una profondità di progetto di 1.500 m, mentre quelli deviati hanno la stessa profondità misurata in verticale ed una profondità effettiva di quasi 1.600 metri. Si evidenzia che l'impianto selezionato per queste profondità è l'HH200 che ha una potenzialità superiore a quella strettamente necessaria, tuttavia non sembrano esistere taglie intermedie.

Nella Figura 3.3.3.3a è riportata, a titolo di esempio, la foto di un impianto che potrebbe essere idoneo per la perforazione dei pozzi produttivi. Si tratta di un classico impianto ad azionamento diesel dei componenti.

Figura 3.3.3.3a Esempio di Impianto di Perforazione con Potenzialità 1.500 m



In Figura 3.3.3.3b si riporta, a titolo di esempio, la foto di un tipo di impianto moderno, molto compatto, idoneo a raggiungere agevolmente la profondità massima dei pozzi reiniettivi. Si tratta di un impianto ad azionamento idraulico dei componenti.

Figura 3.3.3.3b Esempio di Impianto di Perforazione con Potenzialità 3.000 m



Si presume che entrambi gli impianti possano essere disponibili per la perforazione dei pozzi in progetto.

Di seguito si riportano le caratteristiche di base dell'impianto di perforazione da 1.500 m:

- pompe fango: almeno una da 800÷1000Hp ed una di riserva da 400÷500Hp;
- argano: potenza 400Hp e capacità di almeno 100 tonnellate;
- altezza utile sotto tavola Rotary: almeno 4 m, per permettere il montaggio delle attrezzature di sicurezza di testa pozzo;
- impiego di un BOP annular e di uno doppio tipo "ram";
- impiego di un diverter nelle fasi a maggior rischio di emissione gas dal pozzo;
- rating API di funzionalità dei BOP: API 2000 o superiore sia per i BOP che per la relativa centralina idraulica di azionamento;
- centralina idraulica di azionamento BOP munita di due sistemi indipendenti di energizzazione, ciascuno di riserva automatica dell'altro;
- volume minimo delle vasche per la preparazione e gestione del fango: 80m³;
- sistema di separazione solidi munito di vaglio multiplo e a doppia rete oltre a un desander o un desilter per la rimozione dei detriti fini;
- disegno dei componenti d'impianto rispondenti alle norme antideflagranza ATEX con riferimento alle distanze dal pozzo definite dalle norme API;

- attrezzature di sicurezza per la batteria di perforazione, come kelly safety valve e float valve.

Dal punto di vista meccanico l'impianto da 3.000 m di cui alla Figura 3.3.3.3b si differenzia essenzialmente dal primo, di cui alla Figura 3.3.3.3a, per la potenza e capacità della linea di sollevamento e la maggior potenza idraulica delle pompe, in virtù della maggiore profondità raggiungibile.

Naturalmente, in funzione della disponibilità degli impianti da parte dei contrattisti sul mercato dei servizi di perforazione, alcune caratteristiche tecniche potranno subire variazioni. Ad ogni modo lo schema generale rimane quello sopra descritto, con carattere modulare.

La permanenza dell'impianto di perforazione sarà strettamente limitata alle operazioni di sondaggio, la cui durata sarà variabile con la profondità, e può essere indicativamente stimata in:

- 30 giorni, in media per la perforazione dei pozzi produttivi della profondità di 1.200 m;
- 40 giorni per la perforazione dei pozzi reiniettivi della profondità "misurata" (TMD) di 1.500 m ;
- 3 giorni per le prove di caratterizzazione iniettiva/produttiva.

Criteria di Progetto delle Postazioni di Sonda

La postazione di perforazione è necessaria per il posizionamento ed il funzionamento del cantiere di perforazione. Essa richiede la predisposizione di una superficie pianeggiante atta ad ospitare l'impianto, le vasche per la preparazione del fango, le pompe del fango, altre attrezzature ausiliarie dell'impianto di perforazione nonché le strutture necessarie per la raccolta e stoccaggio temporaneo e la mobilizzazione dei fanghi reflui.

Nella postazione devono essere ospitate anche alcune baracche, tipo container, adibite a servizi, officina ed uffici per le maestranze addette all'esercizio dell'impianto. Queste baracche sono collocate ad una certa distanza dall'area di lavoro, per favorire migliori condizioni di permanenza del personale.

Il progetto della postazione risponde alle esigenze di funzionamento del cantiere, tra cui il flusso dei materiali necessari alla perforazione.

La disposizione dell'impianto e l'assetto del cantiere riportata nelle Figure 3.3.3.2a (da 1 a 4) è studiata per rispondere ai vincoli previsti dalla vigente normativa sulla protezione e sicurezza del lavoro e per operare anche in situazioni di emergenza.

I componenti meccanici dell'impianto, il macchinario ed i serbatoi del gasolio saranno dislocati su solette in calcestruzzo armato e da esse supportati

Per quanto riguarda l'accessibilità al sito, la modifica delle infrastrutture viarie già esistenti sarà ridotta al minimo. In effetti la dimensione dell'impianto, dei carichi

per il suo trasferimento da postazione a postazione e per il trasporto dei materiali sono tali da facilitare l'utilizzazione delle opere esistenti, a meno dei tratti necessari per consentire il rispetto delle distanze di sicurezza previste dalle norme.

Analogamente, anche se non sono previsti trasporti eccezionali sia per i materiali che per i componenti d'impianto, nei limiti del possibile saranno adottati percorsi che permettano il transito dei mezzi senza necessità di costruire o modificare le infrastrutture esistenti.

La superficie occupata dalle postazioni è dell'ordine degli 8.000-9.000 m² sia nel caso dell'impianto da 1.500 m che di quello da 3.000 m, al netto del parcheggio e della superficie occupata eventualmente dal breve tratto di strada di collegamento della postazione alla via principale, quando non esistente.

In pratica, tali valori sono talvolta superati per esigenze di rispetto dei vincoli presenti nelle zone interessate dalla realizzazione delle opere. Inoltre, nel caso specifico della postazione AP2, che è stata posizionata per motivi di opportunità ambientale, a fianco dell'area di Centrale, il progetto è stato sviluppato mantenendo le opportune distanze di sicurezza per il montaggio dell'impianto.

Non si prevedono opere in elevazione. Quelle in calcestruzzo sono limitate all'avampozzo (o cantina), alla soletta su cui poggia il macchinario e la vasca di stoccaggio acqua per la perforazione.

I depositi del gasolio avranno, nel caso dell'impianto da 1.500 m, un proprio contenitore, mentre nel caso dell'impianto da 3.000 m, è prevista una piccola vasca piatta in calcestruzzo le cui funzioni sono descritte di seguito.

La cantina sarà costituita da uno scavo a forma di parallelepipedo, della profondità di circa 3 m, larghezza di circa 2,5 m. La sua lunghezza invece varierà in base al numero dei pozzi per cui è progettata, e sarà circa 12 m per le postazioni AP2 e AP3 e circa 20 m per le postazioni AP1 e AP4.

Il fondo della cantina e le pareti sono normalmente realizzate in calcestruzzo per garantirne la stabilità, tenendo conto dei mezzi che possono circolare in prossimità dell'avampozzo stesso. La zona sarà consolidata con ghiaia, in modo da renderla idonea a sopportare il transito dei mezzi per il trasporto e lo scarico dei tubi, dei containers ed il montaggio dello stesso impianto di perforazione che è collocato su un articolato.

Nella parte circostante l'avampozzo, destinata ad accogliere l'impianto e gli ausiliari, sarà riportata una soletta in calcestruzzo armato di spessore idoneo a sopportare il carico dell'impianto.

Al fine di limitare al massimo sia il prelievo di risorse naturali che l'impatto dei mezzi per il trasporto e la costruzione dell'opera, il progetto ha previsto l'adozione dei seguenti criteri costruttivi:

- riutilizzare in loco il terreno rimosso per lo sbancamento, la costruzione dell'avampozzo e della vasca reflui, ridistribuendolo sulla superficie della

postazione per operazioni di livellamento, evitando o limitando al massimo ogni trasferimento di terreno da o ad altro sito;

- compattazione del terreno sull'intera area della postazione mediante rullatura, per un tempo sufficiente ad ottenere la massima compressibilità dello stesso;
- ricoprimento della superficie con inerti di pezzatura grossolana, dimensione fino a 4-5 cm, per uno spessore variabile da 20 a 30 cm; nei limiti del possibile sarà utilizzato materiale frantumato da recupero (calcestruzzo, laterizi, ecc.);
- compattazione della superficie coperta da inerti di pezzatura grossolana;
- costruzione di una soletta di 15 cm di spessore in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata di maglia 20 cm e tondi di diametro 10 mm, nella zona interessata dall'impianto di perforazione vero e proprio;
- definitiva copertura dell'area circostante la soletta con inerti di pezzatura più fine della precedente, inferiore a 15 mm; anche tale materiale sarà di preferenza prelevato da centro di trattamento inerti di recupero.

La scelta di privilegiare l'impiego di inerti da recupero è certamente favorevole in termini di impatto ambientale.

Aspetti Funzionali della Postazione di Sonda

Postazione: Viabilità

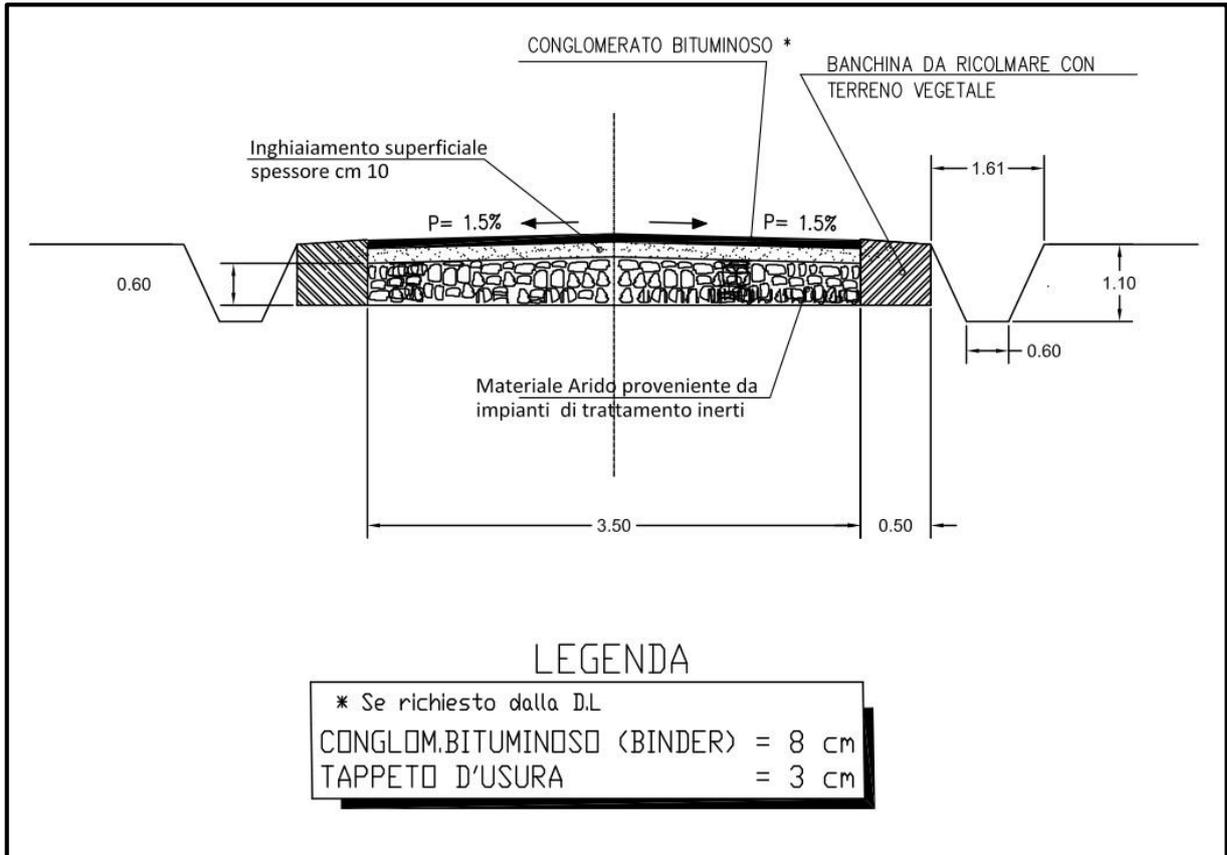
La postazione produttiva AP2 è raggiungibile tramite una strada bianca esistente che collega la Strada Provinciale 50 con la Cava "Le Greppe".

La postazione di produzione AP1 sarà raggiungibile da una strada bianca esistente collegata alla Strada Provinciale 47: sarà necessario realizzare un breve tratto di strada di circa 50 m per il collegamento dell'accesso all'area pozzo alla strada esistente.

Analogamente, per l'accesso alle postazioni AP3 e AP4, sarà necessario realizzare un breve tratto di strada di circa 50 m per il collegamento tra la Strada Provinciale 50 e le aree pozzo.

In Figura 3.3.3.3c è riportato un tipico di sezione della strada di accesso ai pozzi per i tratti di nuova realizzazione appena descritti.

Figura 3.3.3.3c Sezione Tipo Nuova Strada di Accesso (misure in metri)



Postazione: Opere Accessorie

Per quanto concerne l'approvvigionamento dell'acqua per uso perforazione, esso avverrà direttamente in cantiere tramite i pozzetti di prelievo dalla falda posizionati come da Figura 3.3.3.2a (da 1 a 4). Le tubazioni di collegamento tra pozzetti e vasche saranno del diametro di 4", collocate sulla superficie del terreno, con la quale saranno collegate le postazioni vicine.

La fornitura di acqua per uso sanitario è una tipica fornitura di un cantiere mobile di piccole dimensioni e pertanto avverrà in funzione delle necessità mediante autobotte di piccola capacità.

Non si prevede, durante la perforazione, alcuna linea di alimentazione elettrica in quanto il cantiere sarà reso autonomo mediante gruppi diesel elettrici, di tipo silenzioso.

Postazione: Illuminazione

Fase di Cantiere

Per quanto riguarda l'illuminazione notturna durante la fase di preparazione delle aree di cantiere si prevede di realizzare un sistema di punti luce distribuiti sul perimetro delle aree al fine di rendere visibili e più sicure le aree da eventuali

intrusioni dall'esterno. Tutte le luci installate risponderanno alle prescrizioni dettate in materia dalla normativa vigente.

Durante la fase di perforazione, il sistema di illuminazione sarà costituito da 5 torri faro posizionate lungo il confine delle piazzole e in corrispondenza delle zone di lavoro verranno utilizzati proiettori antideflagranti da 400 W e 150 W, plafoniere antideflagranti a risparmio energetico da 23 W, plafoniere antideflagranti 2X36 W neon da utilizzare sia in condizioni operative normali che di emergenza.

Il cantiere sarà presente per un periodo di tempo limitato e conseguentemente anche la relativa illuminazione.

Per quanto detto non si ritiene necessario la messa in opera di particolari schermi per le emissioni luminose indotte durante la fase di cantiere né, tantomeno, la predisposizione di misure di mitigazione.

Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio nelle postazioni dei pozzi è prevista l'installazione di apparecchi illuminanti testapalo, con tecnologia a LED, tipo AEC LED-IN o equivalente, di forma ovoidale, installati su pali conici a sezione circolare, di altezza fuori terra pari a 3 m, inclinazione armatura 0° (superficie emissiva parallela alla superficie stradale).

I pali saranno ricavati da trafilatura in acciaio Fe420B UNI EN 10219, zincati a caldo per immersione, in conformità alla Norma UNI EN 40/4 parte 4^a - punto 4.1, spessore 3 mm, dotati di asola ingresso cavi e asola con morsettiera a filo, con morsetto di terra interno.

Gli apparecchi illuminanti avranno:

- ottica asimmetrica stradale, priva di lenti in materiale plastico esposte;
- rilevamento fotometrico conforme alle norme UNI EN 13032-1 e IES LM 79-08;
- classificazione secondo la norma CEI EN 62471:2009-2 "sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade": categoria EXEMPT GROUP con certificazione di ente terzo;
- modulo ottico base composto da 9 riflettori, uno per ciascun led, atto ad ottimizzare il flusso luminoso;
- LED ad alta efficienza 130 lm/W - 350mA - Tamb=25°C, resa cromatica >65, temperatura di colore 3950K;
- grado di protezione vano cablaggio e ottiche: IP66, classe d'isolamento II;
- marcatura CE;
- Norme di riferimento: EN 60598-1, EN 60598-1-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3.

Al fine di minimizzare la dispersione del flusso luminoso, l'ottica sarà ad emissione fotometrica "cut-off", conforme alla normativa UNI EN 13201.

Gli apparecchi permetteranno anche l'ottimizzazione dei consumi energetici, in quanto saranno dotati di sistema di regolazione del flusso luminoso tramite onde convogliate.

L'apparecchio sarà corredato di "test report" tecnici e di compatibilità elettromagnetica (EMC).

In ciascuna postazione è prevista l'installazione di n.2 apparecchi illuminanti testapalo a 45 led (5 moduli da 9 led), flusso luminoso iniziale 7.600 lm, potenza complessiva 99W.

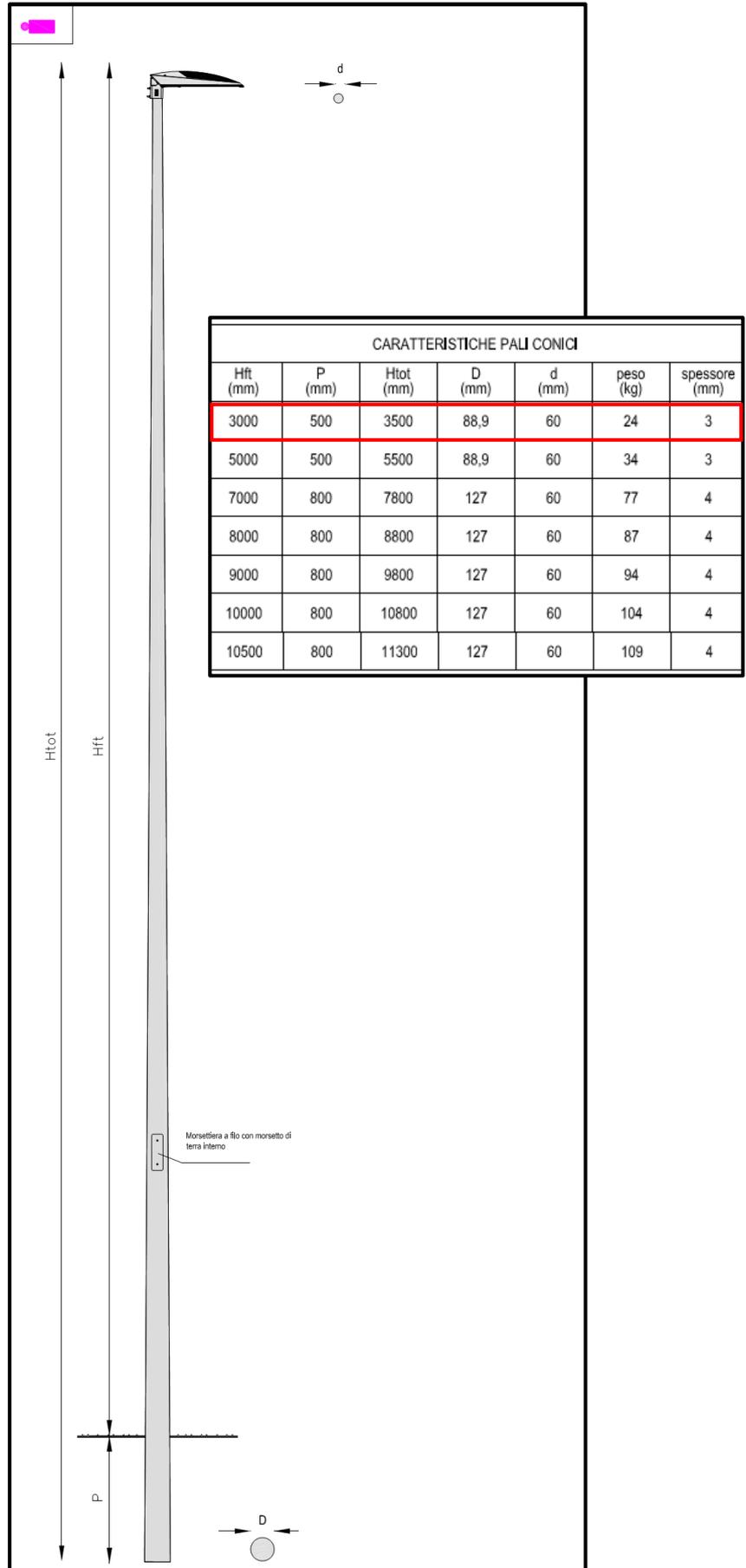
In dette piazzole un apparecchio illuminante sarà posizionato in prossimità del cancello d'ingresso e un apparecchio in prossimità dell'impianto di dosaggio dell'inibitore nei pozzi.

Nelle Figure 3.3.5b (1di4, 2di4, 3di4, 4di4) si riporta l'ubicazione degli apparecchi illuminanti nelle postazioni.

In condizioni di normale esercizio il sistema di illuminazione delle postazioni sarà spento. Esso sarà dotato di dispositivi di accensione manuale ed attivato dal personale addetto soltanto in caso di interventi straordinari che si potrebbero rendere necessari durante il periodo notturno.

Nella Figura 3.3.3.3d seguente si riporta il dettaglio e le dimensioni dell'apparecchio che verrà installato.

Figura 3.3.3.3d Dettaglio Apparecchio Illuminante tipo AEC LED IN 3m

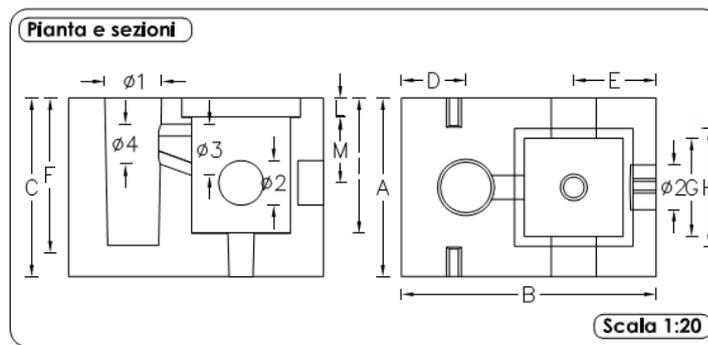


Nella figura seguente si riportano i particolari ed i dati tecnici dei plinti di fondazione con pozzetto in cls per gli apparecchi illuminanti tipo AEC LED IN ed Hft pari a 3000 mm.

Saranno utilizzati plinti prefabbricati gettati in opera. Le dimensioni dei plinti saranno le seguenti: Lxlp 850x600x600 mm (dimensioni esterne) per pali Hft uguale a 3000 mm, peso 582 kg.

I plinti saranno provvisti di pozzetto ispezionabile con fori laterali per l'innesto dei cavidotti e di foro sulla base, oltre al foro passacavi; sul plinto è inoltre previsto il foro per l'inghisaggio del palo. I chiusini e i lapidini saranno in ghisa con scritta "Illuminazione", di Classe B125 / B250 / B400, in funzione della zona d'installazione.

Figura 3.3.3.3e Plinto per Apparecchio Illuminante Hft=3000 mm



CODICE	DIMENSIONI ESTERNE [mm]						DIMENSIONI POZZETTO [mm]						DIMENSIONI FORI [mm]				PESO kg. CAD.
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	
PP 060	600	850	600	215	265	500	330	405	420	65	230	90	190	150	170	130	582
													170		80	80	

Non sono previsti sistemi di illuminazione esterni alle piazzole.

Postazione: Accorgimenti di Protezione del Terreno

Nella progettazione della postazione è stato tenuto di conto delle esigenze di funzionalità dell'impianto, della ripartizione dei carichi sul terreno e delle esigenze di protezione del terreno da agenti inquinanti, quali olio e gasolio, di cui è fatto uso nell'esercizio dell'impianto di perforazione.

A tale scopo tutte le attrezzature dell'impianto considerate "a rischio" stillicidio saranno dislocate sulla soletta in calcestruzzo descritta precedentemente che, per sua natura, è impermeabile e progettata in modo tale che i liquidi da essa raccolti finiscano, per gravità, verso una vasca acque di prima pioggia ricavata come parte separata della vasca reflui (come visibile in Figura 3.3.3.2a, da 1 a 4)

Le acque meteoriche di prima pioggia (AMPP) sono quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico distinto (ovvero che si verifica a distanza di almeno 48 ore dall'evento precedente), ad una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. La

determinazione delle superfici scolanti è stata eseguita sulla base delle planimetrie riportate in Figura 3.3.3.2a (da 1 a 4) sopra citate.

In base alla suddetta definizione di acque di prima pioggia, nella seguente tabella è riportata la quantificazione del volume massimo di tali acque.

Tabella 3.3.3.3a Volumi delle acque di prima pioggia (AMPP)

Zona	Superficie (m ²)	Volume max (m ³)
Area impianto di perforazione	1.300 -1.700	8,5
Area deposito gasolio ed oli lubrificanti	120	0,6
Area rifornimento gasolio	30	0,15

Per porsi in condizioni di sicurezza è stato prevista una vasca di capacità di almeno 15 m³, idonea a contenere il volume sopra determinato.

In considerazione della propria estensione, la zona che genera il maggior quantitativo di acque meteoriche da trattare risulta la soletta destinata ad ospitare l'impianto di perforazione.

Come detto, le acque, grazie all'opportuna pendenza della soletta ed alle previste canalette, saranno raccolte nella vasca di prima pioggia, da cui esse verranno prelevate tramite un auto spurgo per essere inviate ad opportuno trattamento.

L'acqua di seconda pioggia, invece, bypasserà tale vasca e sarà raccolta dalla canaletta perimetrale della postazione per essere poi recapitate nel compluvio naturale.

Un'altra zona potenzialmente critica è costituita dal deposito di gasolio. Il deposito sarà costituito da elementi modulari, di solito tre, ciascuno indipendente e munito di un proprio "vassoio" di raccolta. In caso di rottura del serbatoio, il vassoio sarà perfettamente in grado di ricevere e contenere il massimo volume di gasolio in esso contenuto.

La zona del deposito gasolio sarà munita di pozzetto di disoleazione che si trova a fianco dell'area di stoccaggio del gasolio stesso.

Il disoleatore provvederà alla rimozione dalle acque delle sostanze fangose ed oleose mediante l'impiego di una singola cisterna. Così equipaggiata la cisterna opera due processi: "sedimentazione" e "separazione". Il primo è preposto alla separazione ed accumulo dei solidi sedimentabili (fango, limo, sabbia, ecc.), mentre il secondo provvede alla separazione ed accumulo delle sospensioni oleose (oli, idrocarburi, ecc.). Il disoleatore dispone di una valvola a galleggiante per la chiusura automatica in caso di eccesso di olio all'interno del separatore. Il disoleatore previsto è di classe 1 (separatore coalescente secondo la definizione della tabella 1 della UNI EN 858-1) e dispone di un filtro a coalescenza rigenerabile innestato alla condotta di uscita dal separatore.

Il disoleatore opera come segue. Le acque da trattare si immettono nel disoleatore dove i solidi sedimentabili si depositano sul fondo mentre l'acqua decantata e le sostanze leggere risalgono in superficie. L'acqua chiarificata sottostante attraversa il filtro a coalescenza e si immette nella condotta di scarico. Durante l'attraversamento del filtro le micro particelle oleose sfuggite al galleggiamento e trascinate dall'acqua coalescono, formando sospensioni più consistenti che si separano risalendo in superficie.

Le acque chiarificate verranno inviate alla vasca acqua industriale insieme alle acque di seconda pioggia raccolte dalla canaletta perimetrale alla postazione e collegata alla vasca acqua .

Analoga considerazione vale per i fusti di lubrificanti temporaneamente stoccati in cantiere. Anch'essi saranno dislocati in un contenitore stagno, di adeguato volume, per contenere ogni possibile perdita di olio lubrificante ed altri prodotti di analoga pericolosità, eventualmente necessari all'esercizio dell'impianto.

3.3.3.4 Tempi di realizzazione dei lavori

I tempi indicativi per la realizzazione delle singole fasi relative ai pozzi descritte nei paragrafi precedenti sono riportati di seguito:

- verifica preliminare delle capacità produttiva o iniettiva dei pozzi sulla base dei dati di archivio e della qualità del fluido con nuovi test in pozzo: 10 gg;
- scelta dell'esatta posizione della postazione di sonda: 30 gg, incluso accordi con i proprietari ed autorizzazioni locali;
- definizione del programma e del profilo di sondaggio/reperimento dei materiali, autorizzazioni minerarie: 90 gg;
- preparazione della postazione di sonda: 60 gg, inclusa selezione ditte e negoziazione contratto; questa attività può essere considerata in parallelo alle precedenti;
- montaggio impianto: 30 gg di attesa disponibilità impianto e 15 gg di montaggio effettivo;
- perforazione dei pozzi AP1, AP1/A, AP1/B e AP2: 30gg per ciascun nuovo pozzo di produzione di cui 3 gg per verifica delle capacità produttiva del pozzo e della qualità del fluido reperito; 40 gg per il pozzo AP3 di cui 3 gg per verifica delle capacità produttiva del pozzo e della qualità del fluido reperito; 40 giorni per ciascun nuovo pozzo di reiniezione di cui 3 gg per verifica delle capacità iniettiva dei singoli pozzi e della qualità del fluido reperito;
- analisi dei dati e decisioni operative in linea con l'attività e imprevisti: 10 gg;
- smontaggio e trasferimento dell'impianto ad altro sito: 15 gg;
ripristino territoriale parziale od eventualmente totale dell'area della postazione di sonda, nel caso che il pozzo risultasse sterile: a tale attività si attribuisce una durata complessiva di 90gg, tuttavia essa è da considerare al di fuori del percorso critico ed incidente in misura minima sulla durata delle operazioni complessive.

La durata complessiva delle operazioni di sonda, tenuto conto che si prevede l'impiego di due tipologie d'impianto, è indicativamente di due anni, così come indicato nel cronoprogramma riportato in Figura 3.4.12.5a.

3.3.3.5 Temporaneità delle postazioni, chiusura mineraria e ripristino ambientale

La postazione di sonda è, a tutti gli effetti, un'opera temporanea strettamente legata all'attività di perforazione, a conclusione della quale la superficie diviene oggetto di ripristino territoriale totale o parziale, a seconda dell'esito del sondaggio.

Nei casi di esito negativo del sondaggio, non sussistendo motivi per mantenere in essere l'opera costruita, il pozzo verrà chiuso con appositi tappi di cemento, in modo da ripristinare il completo isolamento della formazioni.

L'operazione di chiusura del pozzo è detta "chiusura mineraria" ed, alla fine, sia l'avampozzo in calcestruzzo che la parte terminale superiore del pozzo verranno smantellati fino a circa 2 m di profondità ed i materiali risultanti, ghiaia e calcestruzzo, conferiti a discarica autorizzata od a centri di riutilizzo di inerti.

Anche ciascun componente metallico della testa pozzo (flange, valvole, strumenti) sarà oggetto di recupero per successive utilizzazioni, mentre l'area circostante, precedentemente inghiaata, sarà oggetto di ripristino con l'eliminazione di ogni altra infrastruttura. Lo strato di ghiaia superficiale sarà raccolto e destinato ad altri usi.

Il riporto di altro terreno vegetale non è di solito necessario, salvo in quantità minime, grazie alla tecnica di progetto della postazione che permette il completo impiego del materiale originariamente presente.

Talvolta può risultare conveniente, per il proprietario del terreno, mantenere l'opera, al fine di utilizzarla nell'ambito della propria attività, generalmente di tipo agricolo.

Anche le amministrazioni locali, per analoghi interessi d'utilizzazione, possono richiederne il mantenimento. In tali casi il mantenimento in essere, normalmente accordato dal Committente, è strettamente legato all'ottenimento delle autorizzazioni urbanistiche concesse dall'Ente locale.

Quando invece il sondaggio presenta esito positivo, il ripristino territoriale non interessa l'avampozzo che pertanto viene mantenuto. Intorno ad esso verrà collocata una protezione di rete metallica di adeguata altezza e robustezza, per impedire l'accesso di personale estraneo alle strutture del pozzo affioranti (tubo e valvole).

In tal caso, anche la restante superficie della postazione rimarrà destinata all'esercizio del pozzo, per permettere le misure ed i controlli all'interno dello stesso e le operazioni di manutenzione del pozzo che si dovessero rendere necessarie anche con l'impiego dell'impianto di perforazione.



3.3.3.6

Tecnologia di perforazione e prevenzione rischi durante la perforazione*Il fango di perforazione*

Il fluido di perforazione utilizzato più diffusamente nella perforazione dei pozzi è il cosiddetto fango, che è costituito da una miscela di acqua, bentonite e, quando necessario, alcuni additivi.

Nel caso in esame l'impiego di additivi non è previsto nella prima fase di perforazione. L'impiego di questi diventa necessario nel momento in cui la temperatura della formazione supera i 60-70°C, provocando effetti negativi sulla stabilità reologica del fango stesso. Pertanto dalla profondità di 300 m ovvero dopo aver posizionato e cementato completamente il primo ed il secondo casing in acciaio, non si esclude l'impiego di additivi, pur in bassissime percentuali.

La bentonite dunque rappresenta il costituente base del fango. Si tratta di un materiale di origine minerale ottenuto trattando termicamente la montmorillonite (un tipo di argilla), macinata per ottenere il grado di finezza delle particelle più appropriato e trattata termicamente per facilitare una rapida idratazione in fase di preparazione del fango.

Da un punto di vista ambientale è opportuno ricordare che la bentonite è un prodotto assolutamente innocuo. Infatti essa trova varie altre forme di impiego al di fuori della perforazione. Significativi da questo punto di vista sono gli impieghi nella bentonite nell'industria vinicola, alimentare in generale, e nella cosmesi. Si tratta quindi un prodotto atossico e compatibile con l'ambiente.

Per quanto riguarda l'altro componente del fango, l'acqua, è sufficiente considerare che si tratterà di acqua proveniente da pozzi che attingono alla falda delle vulcaniti, quindi proveniente dallo stesso ambiente con il quale potrebbe entrare in contatto.

Condizioni di sicurezza durante la perforazione

Come descritto ai precedenti paragrafi ci si attende di trovare il fluido geotermico ad una pressione inferiore alla idrostatica corrispondente alla quota del serbatoio.

Le condizioni geologiche di tutta l'area interessata dalle perforazioni è abbondantemente conosciuta grazie alle precedenti esperienze di perforazione, quindi si può escludere che, nella formazione di copertura, sia presente gas o altro fluido in sovrappressione rispetto al fango, e quindi critico dal punto di vista del controllo del pozzo in perforazione.

Tuttavia, l'installazione di due Blow Out Preventer (BOP), peraltro prevista dalle norme di legge in vigore, permette la gestione in sicurezza del pozzo grazie alla possibilità di prevenire possibili blow out.

La disponibilità di acqua per la preparazione dei fluidi di perforazione o per la sua utilizzazione diretta come fluido di perforazione del serbatoio costituirà elemento di sicurezza per condurre la perforazione in modo sicuro.

In Figura 3.3.3.6a sono mostrate le attrezzature di sicurezza che saranno installate durante la perforazione (singoli BOP sia tipo “annular” che di tipo “ram”.)

Figura 3.3.3.6a Esempi di BOP “Ram” (a Sinistra) e “Annular” (a Destra)



La testa pozzo si completa con almeno una valvola laterale, installata sotto al BOP ed alla eventuale valvola maestra, a sua volta collegata ad una tubazione che permette di pompare fluido in pozzo per controllare la pressione in caso di necessità o gestire nella maniera voluta eventuali emissioni di fluido dal pozzo stesso.

Un'altra scelta a favore della sicurezza riguarda il sistema di rilevazione del gas e la professionalità del personale addetto, descritti di seguito.

Sistema di Rivelazione dei Gas Endogeni

L'impianto di perforazione sarà dotato di un sistema di rilevazione del gas, con relativo allarme a seconda della concentrazione rilevata nell'atmosfera in alcune zone caratteristiche di lavoro. Si tratta di un'apparecchiatura tipica nella perforazione profonda dei campi a idrocarburi e geotermici.

Il sistema di rilevazione gas è basato sulla dislocazione di un certo numero di sensori che rilevano la concentrazione dei gas più comunemente incontrati nelle formazioni geologiche, quali CO₂, H₂S e CH₄ (ed in genere CH_n). Tra questi gas quelli più temuti nelle perforazioni profonde sono H₂S e CH₄. Di solito il metano è accompagnato da altri idrocarburi (da ciò l'adozione della simbologia gergale CH_n) che, dal punto di vista della rilevazione, danno luogo allo stesso segnale oltre che essere equipollenti dal punto di vista del rischio di incendio.

Il sistema è progettato affinché, qualora si raggiunga, anche in uno solo dei punti critici dove sono localizzati i sensori, un determinato valore di soglia della concentrazione di uno dei gas suddetti, entri in funzione un dispositivo di allarme ottico ed acustico, con indicatori anch'essi ubicati in punti strategici della postazione, in modo che il personale di sonda sia tempestivamente avvertito della presenza di gas e possa attivarsi per le operazioni del caso.

Valori Critici e di Allarme per la Concentrazione dei Gas

Il livello di allarme prefissato, in termini di concentrazione dei gas rilevata nell'atmosfera in prossimità delle zone ritenute più critiche, è ben lungi dall'essere pericoloso per le persone.

Normalmente vengono adottati i valori limite di concentrazione indicati dalle norme API e utilizzati diffusamente a livello internazionale dalle compagnie petrolifere cioè 10 ppm (parti per milione, in volume) per l'idrogeno solforato e 5.000 ppm per l'anidride carbonica, ovvero i gas che con maggior frequenza si incontrano in perforazione.

Pertanto il sistema di allarme è tarato per attivarsi con una concentrazione di metano (o CH₄) pari al solo 15% del Limite Inferiore di Esplosività in aria, il cosiddetto L.I.E., che è generalmente ritenuto pari al 5%.

La logica su cui si basa il sistema di sicurezza, sia nei riguardi dell'eruzione spontanea (blow out) che del rischio incendio, è di rilevare tempestivamente, e trattare come stati di allarme, quei sintomi che possono essere cautelativamente considerati *premonitori* di una situazione potenzialmente evolutiva verso livelli di una certa criticità.

Infine saranno presenti almeno due indicatori di direzione del vento (maniche a vento) che permetteranno al personale operante di conoscere, in ogni momento, in quale direzione recarsi in caso di emergenza nell'eventualità di una fuoriuscita incontrollata di gas, o in caso di raggiungimento di situazioni critiche per concentrazione di gas superiore ai valori minimi di soglia prestabiliti.

Accorgimenti di sicurezza della perforazione della cappa di gas

Innanzitutto occorre considerare che il gas contenuto nella cappa di gas si trova a pressione inferiore a quella idrostatica corrispondente per profondità, in gergo la situazione viene chiamata "under pressure". Ciò implica che in perforazione, quando lo scalpello incontra la prima frattura nel serbatoio, si manifesta un assorbimento del fluido di perforazione. In condizioni statiche il livello di acqua o fango in pozzo tende a stabilizzarsi alla profondità di circa 170 m dal piano campagna.

Durante la perforazione, per effetto del pompaggio di acqua attraverso le aste, quindi in condizioni che possono essere definite dinamiche, il livello di acqua o fango in pozzo si mantiene invece più vicino al piano campagna e sarà tanto più prossimo a quello statico quanto più alta sarà la permeabilità della formazione del serbatoio attraversata.



In tali condizioni idrauliche, è facile effettuare il controllo del pozzo mediante iniezione costante di acqua attraverso l'intercapedine tra aste di perforazione e casing.

La passata esperienza delle perforazioni Enel insegna che è sufficiente una piccola iniezione di acqua (o fango, ovviamente) attraverso l'intercapedine per tenere sotto controllo il pozzo. Approfondimenti teorici tra l'altro permettono di determinare in base all'area della sezione di pozzo interessata dalla circolazione del fluido di perforazione, qual è il valore limite della portata da iniettare attraverso l'intercapedine per mantenere in frattura il gas.

Per questa ragione il progetto prevede di attingere acqua dalla falda attraverso i pozzetti di prelievo dedicati, uno in ciascuna postazione di sonda, con interconnessione tra i pozzetti delle altre postazioni limitrofe, per avere la garanzia della disponibilità di acqua.

Durante le ricerche minerarie dell'Enel negli anni '70 si manifestò un blow out. Dai dati disponibili in letteratura e anche da testimonianze raccolte, il blow out sembra riconducibile sia alla scarsità di acqua a disposizione che non permetteva di esercitare il controllo dinamico del pozzo, sia all'inadeguatezza del completamento del pozzo con casing. In seguito la tecnica di perforazione fu evidentemente adeguata alle esigenze di sicurezza e in effetti furono perforati numerosi altri pozzi, anche interessanti la zona della cappa di gas, senza avere inconvenienti di quel tipo. Uno di questi, l'Alfina 13, è tuttora attivo ed è stato utilizzato per anni per l'estrazione della CO₂ dalla cappa di gas senza inconvenienti.

Professionalità richiesta al personale di sonda

Il personale addetto all'esercizio diretto dell'impianto di perforazione, in ottemperanza al dettato del D.Lgs. n.624/96 è sottoposto, ogni 2 anni, a corsi di aggiornamento sulle tecniche operative di controllo delle eruzioni. Tali corsi sono tenuti o presso scuole qualificate dall'International Well Control Forum (IWCF) oppure svolti all'interno delle aziende da personale qualificato, o riconosciuto tale dallo stesso IWCF, e si concludono con una procedura di esame atta a verificare e documentare il livello di apprendimento e preparazione dei singoli partecipanti.

La partecipazione a tali corsi e il superamento dell'esame finale sono certificati da un attestato di adeguata preparazione professionale sia teorica che pratica in tema di "controllo eruzione" dei pozzi.

La qualità del funzionamento dei BOP, le apparecchiature di comando connesse, il sistema di monitoraggio e allarme gas, come previsto dalla buona pratica della perforazione, vengono periodicamente provati nella loro funzionalità durante tutta l'attività di perforazione, simulando con esercitazioni specifiche le effettuazioni di interventi in emergenza.

Il controllo del corretto funzionamento dei BOP, così come di tutti i componenti più importanti dell'impianto, avviene sulla scorta di un piano di controllo preventivamente definito a norma del D.Lgs. n.624/96, art. 31.



Pertanto, qualora si verificassero le condizioni per un'eruzione spontanea del pozzo, le misure di sicurezza presenti, tanto di natura impiantistica che organizzativa, offrirebbero una garanzia a livello degli standard internazionalmente riconosciuti e utilizzati per la perforazione dei pozzi profondi.

Protezione Antincendio

Le norme in vigore che regolano l'attività di perforazione e prove di produzione dei pozzi (essenzialmente il già citato D.Lgs. n.624/96) prevedono specifiche disposizioni di corredo dell'impianto ai fini di protezione contro gli incendi, dalla dislocazione e numero degli estintori alla scelta delle caratteristiche tecniche dei componenti dell'impianto stesso. Analogamente, sono previste specifiche condizioni di capacità del personale di sonda con apposite figure "formate" per la gestione di situazioni critiche dal punto di vista incendio.

La dislocazione di componenti d'impianto dal pozzo (motori diesel e serbatoi gasolio riportati in Figura 3.3.3.2a (da 1 a 4)) è soggetta a precise indicazioni di legge (DPR 128/59 e D.Lgs. n.624/96) che stabiliscono i limiti minimi della distanza di tali componenti dal pozzo, proprio con la funzione di protezione contro il rischio incendio. In tale contesto di sicurezza si inserisce anche la scelta di utilizzare i sensori di allarme gas endogeno con valori massimi di rilevazione CHn prestabiliti in funzione di questo obiettivo.

Tecniche di Tubaggio per la Protezione delle Falde Idriche

Le falde idriche sono racchiuse nelle formazioni vulcaniche superficiali, che nella situazione specifica, possono indicativamente considerarsi localizzate entro i primi 200 m.

In generale, durante la perforazione dei pozzi profondi, il rischio di contaminazione delle falde può avvenire attraverso l'immissione nell'acquifero di consistenti quantità di fango oppure di fluido endogeno; nel seguito viene analizzato in maniera compiuta tale rischio, descrivendo gli accorgimenti progettuali e operativi adottati per evitarlo.

Il profilo di tubaggio adottato per i pozzi geotermici (si vedano le figure riportate ai Paragrafi 3.3.1 e 3.3.2) permette un completo isolamento delle falde attraversate, in ordine le falde sospese (caratterizzate da alte concentrazioni di ioni Al, in particolare) e quelle profonde utilizzate per i prelievi di progetto.

Nella Relazione Idrogeologica, riportata in Allegato Q, si propone anche un profilo di realizzazione dei pozzetti di prelievo idrico e una programmazione della cementazione del casing idonea per pervenire ad un efficace isolamento delle falde presenti nella formazione geologica di superficie nella quale si distinguono le cosiddette falde sospese, non utilizzabili né a fini idropotabili né per l'acqua della perforazione, da quelle profonde, utilizzate a tale scopo. Ciò in accordo ad un'esperienza costruttiva oramai largamente applicata con successo in tale tipo di attività in grado di isolare in modo sicuro le diverse falde.

Protezione delle Falde Acquifere da Immissione di Fango

Come già esposto, la perforazione del tratto superficiale del pozzo viene condotta con le stesse tecniche di perforazione dei pozzi per la ricerca di acqua, pertanto il rischio di inquinamento delle falde in pratica non sussiste.

Infatti il programma di preparazione dei fanghi da impiegare per la perforazione delle formazioni superficiali prevede infatti di usare bentonite, carbossi metil cellulosa (CMC) e bicarbonato di sodio.

La *bentonite* è un minerale costituito da montmorillonite, cioè un tipo di argilla che, per le sue caratteristiche fisico chimiche, è adattissimo ad essere impiegato nella preparazione del fango cosiddetto a base acqua per la sua capacità di idratarsi.

Una volta miscelata con acqua nella proporzione di 50-60 Kg per metro cubo di fango, la bentonite assorbe l'acqua "fissandola" in massima parte, indicativamente nella misura del 98%. Il fango che si forma diventa idoneo a entrare in contatto con le argille delle formazioni geologiche evitandone il possibile collasso per perdita di resistenza meccanica a causa dell'assorbimento di acqua.

Nelle formazioni debolmente permeabili il fango, a contatto con le pareti del foro, forma un pannello (cake) che oltre a consolidare meccanicamente il foro stesso, impedisce la penetrazione del fango in parete.

Dal punto di vista tossicologico la bentonite non ha effetti, tanto che viene usata come additivo alimentare (ad esempio come schiarente nei vini), nella cosmesi e in medicina.

La *Carbossi-Metil-Cellulosa*, in sigla CMC, si usa come additivo del fango bentonitico nel caso sia necessario elevarne la viscosità per migliorare la sua capacità di trasportare i detriti dal fondo pozzo alla superficie, per contribuire alla riduzione della percentuale di acqua libera e per migliorare le caratteristiche meccaniche e impermeabilizzanti del pannello che si forma sulle pareti interne del foro.

La CMC è ottenuta dalla cellulosa, che è il principale polisaccaride e costituente del legno e delle strutture vegetali in genere. Ha sigla E466, è diffusa come additivo alimentare "addensante" (in realtà il termine corretto per indicarne le caratteristiche fisiche sarebbe "viscosizzante" o gelificante) ed è usato largamente anche nella preparazione dei dolci.

La dose richiesta di CMC è generalmente 1÷2 Kg di CMC per tonnellata di fango. Le schede di sicurezza dei tre prodotti sono riportate in Allegato O. In esse sono descritte le caratteristiche chimiche base dei tre prodotti e i loro effetti sull'organismo e sull'ambiente.

Il *Bicarbonato di sodio* è un additivo il cui uso potrebbe essere richiesto, in particolare, nella perforazione del cemento residuo rimasto in pozzo dopo aver cementato la prima tubazione oppure eventuali tappi; il bicarbonato di sodio ha la funzione di stabilizzare il pH del fango.

Anch'esso è un prodotto atossico, usato in larga misura negli alimenti, ingeribile anche allo stato tal quale in soluzione acquosa.

Analoghi criteri di preparazione del fango saranno adottati in fase di perforazione dei pozzetti per il prelievo idrico. Pertanto il rischio di produrre qualsiasi forma di inquinamento delle falde durante la perforazione è risolto alla radice.

In coerenza con questa impostazione, anche l'acqua utilizzata per la preparazione del fango sarà quella attinta dalla falda di base attraverso i pozzetti dedicati (uno in ciascuna postazione di sonda), ovvero la stessa falda di base che, con tale progetto di preparazione del fango, si intende proteggere.

L'impiego di altri additivi per la preparazione del fango è previsto nella perforazione delle formazioni oltre 350-400m dove è attesa una temperatura sensibilmente superiore a quella delle formazioni che ospitano gli acquiferi superiori che però sono ormai completamente isolati attraverso il casing 24"1/2 e il casing 18"5/8 entrambi completamente cementati e in grado di costituire una barriera passiva di totale efficacia.

In tali condizioni si prevede l'impiego di lignosulfonati e cromo lignine per limitare la percentuale di acqua libera e mantenere la viscosità ad un livello accettabile per il trasporto dei detriti e eventualmente carbonato di calcio o soda caustica per avere un efficace controllo del pH.

Nelle condizioni di temperatura previste, per ciascuno dei prodotti suddetti, la quantità generalmente usata va da 1 a 3 kg per tonnellata di fango.

La perforazione del serbatoio geotermico dove è prevista la perdita di circolazione del fluido di perforazione avverrà prevalentemente con acqua limitando l'uso del fango a specifiche attività di ripulitura del fondo dai detriti. Oppure, con lo stesso obiettivo, potranno essere impiegati anche cuscini di acqua e CMC.

Le schede di sicurezza della bentonite, del CMC, del bicarbonato di sodio e degli altri prodotti necessari alla preparazione del fango sono riportate in Allegato O.

Una volta isolate le formazioni permeabili sedi di falda acquifera superficiale mediante i primi due casing completamente cementati, il problema del rischio di contaminazione delle falde è risolto alla radice.

Protezione delle Falde Acquifere da Immissione di Fluido Endogeno

La seconda forma di possibile contaminazione, cioè la immissione di fluido endogeno nelle formazioni sede di acquifero, potrebbe manifestarsi solo se il fluido proveniente dalle formazioni interessate e presente in pozzo durante la produzione potesse entrare in contatto con le falde acquifere.

Tale rischio è drasticamente ridotto intervenendo a livello di progetto del profilo di tubaggio del pozzo e prevedendo:

- un sistema multiplo di tubazioni concentriche;
- l'impiego di tubi assolutamente integri dal punto di vista della presenza di difetti meccanici o metallurgici: ciò è ottenuto realizzando un piano dei

controlli di rispondenza generale del prodotto alle specifiche di progetto al più alto livello impiegato per tale tipologia di prodotto industriale;

- un montaggio delle tubazioni realizzato assemblando i singoli tubi sotto il controllo di una compagnia diversa da quella che gestisce l'impianto di perforazione ed esegue il montaggio. La prima compagnia controlla l'attività dell'esecutore dal punto di vista della garanzia della qualità del lavoro. In particolare la compagnia di controllo, oltre a impiegare macchine assolutamente idonee a offrire le migliori condizioni di serraggio dei singoli tubi, registra anche i parametri fondamentali di avvitatura (coppia, numero di giri, tempo di avvitatura) e per ciascuna filettatura certifica il rispetto delle condizioni ottimali di montaggio fornendo registrazioni su carta e su supporto magnetico;
- individuando la profondità ottimale della scarpa delle stesse tubazioni per evitare difficoltà in fase di cementazione;
- progettando cementazioni delle tubazioni attraverso le condizioni di centratura delle tubazioni, regolarità dell'intercapedine, condizioni di flusso, controllo del tempo di presa della malta in modo da creare condizioni finali di cementazione eccellenti.

Inoltre occorre considerare anche il fatto che la pressione che sollecita le tubazioni durante la fase di esercizio dei pozzi è molto inferiore alle condizioni di pericolo di rottura delle tubazioni stesse. Rispetto alla prima versione del programma lavori, l'introduzione di due casing completamente cementati permette di isolare l'intero sistema di falde idriche superficiali, riducendo questo rischio a livelli veramente insignificanti.

È evidente che una volta costituito un sistema multiplo di tubazioni così curate nella fase di montaggio dal punto di vista meccanico, cementate in maniera completa ed ottimale dal punto di vista della qualità, della omogeneità e resistenza meccanica della malta, tale sistema finisce per costituire una barriera primaria assolutamente ridondante nei riguardi della sicurezza dell'isolamento delle formazioni esterne alle tubazioni, che si traduce in un elevatissimo grado di protezione delle falde in esse contenute.

3.3.3.7 Problematiche di igiene ed aspetti di organizzazione del lavoro

Alloggi del personale

Gli alloggi per il personale operativo sono costituiti da containers attrezzati ad uso ufficio.

Il personale si alternerà secondo i turni contrattualmente previsti ed il cambio delle squadre avverrà direttamente sul cantiere. Pertanto gli alloggi non sono destinati a essere utilizzati né come refettorio vero e proprio, né come dormitori.

Gli impianti per il condizionamento ambientale interno ai containers uso ufficio saranno periodicamente controllati secondo le norme e mantenuti al fine di prevenire rischi connessi con il cosiddetto "Morbo del Legionario".

Rifiuti e fattori connessi

I rifiuti solidi urbani, in particolare eventuali scarti alimentari, ancorché di modestissima entità, saranno collocati in appositi contenitori stagni e giornalmente trasferiti in quelli appositamente previsti dal Comune o dall'Azienda preposta al servizio di raccolta e smaltimento degli stessi.

Non è previsto immagazzinamento in cantiere di alimenti o prodotti per alimenti.

Inoltre gli uffici di cantiere sono disegnati e costruiti per avere idonea protezione contro l'ingresso della fauna murina e, stante la breve durata dei lavori, non si prevede, di solito, l'esecuzione di opere di preventivo contenimento della stessa. Tuttavia, se la durata delle attività dovesse prolungarsi oltre il previsto, o nel caso se ne verificassero le esigenze, sarà richiesto servizio specifico attraverso compagnie specializzate.

Analoghe precauzioni saranno adottate nel caso di sbancamenti di terreno superficiale durante la fase di costruzione della postazione di sonda.

Acque stagnanti

Non è prevista la disposizione di vasche con acqua stagnante, se non per il periodo ristretto delle operazioni di perforazione. Al fine di prevenire focolai di artropodi saranno effettuati trattamenti chimici preventivi.

Servizi igienici di cantiere

È previsto un servizio completo da parte di una compagnia esterna per la fornitura dei servizi stessi e per la loro completa gestione.

Linee elettriche e telefoniche

Le norme di polizia mineraria in vigore impongono di mantenere una distanza minima dalle linee elettriche e telefoniche, ai fini della sicurezza, pari all'altezza massima della torre di perforazione e, nel caso di distanza (misurata in pianta) tra le linee e il pozzo inferiore a 50 m, la norma impone una specifica autorizzazione del Prefetto (art. 60 DPR 128/59).

Nel caso in esame si ritiene che sia possibile rispettare il limite di 50 m da qualunque linea elettrica o telefonica o altra opera di uso pubblico.

Tale distanza è largamente cautelativa anche dal punto di vista del rispetto del DPCM del 8 Luglio 2003.

3.3.3.8

Usò di risorse in fase di perforazione

Acqua industriale

L'attività di perforazione richiede la disponibilità di acqua per la preparazione dei fanghi e delle malte, in quantità correlabile al volume dei singoli pozzi, alla durata



dei lavori di perforazione ed alle caratteristiche geologiche delle formazioni attraversate.

Nella stima del consumo di risorse è stato tenuto conto della diversa tipologia di formazioni attraversate, distinguendo, in particolare, le fasi di perforazione della copertura, durante la quale è impiegato fango bentonitico. In tale fase, il consumo di fango è prevalentemente dovuto agli assorbimenti che si verificano nell'attraversamento delle vulcaniti, mentre è decisamente limitato nelle formazioni a prevalenza argillosa.

La perforazione del serbatoio comporta un maggior consumo idrico in conseguenza della minor pressione del fluido di strato, rispetto alla idrostatica equivalente per profondità, che implica il fenomeno della perforazione cosiddetta in *perdita di circolazione*.

Tale consumo di acqua sarà soddisfatto prelevando temporaneamente acqua dai pozzetti realizzati allo scopo, come descritto al Paragrafo 3.3.3.2.

In considerazione della possibile variabilità dei tratti di pozzo che potrebbero essere perforati in perdita di circolazione e la necessità di non interrompere i lavori in caso di carenza idrica, il progetto dei pozzetti di prelievo, descritto in dettaglio nell'Allegato Q, è stato elaborato per assicurare le seguenti forniture idriche, sulle quali è stato anche calibrato lo studio di compatibilità con l'acquifero riportato nello stesso Allegato Q:

- pozzi produttivi del cluster AP1 e del pozzo AP2: portata di punta 70 m³/h per 10 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa del prelievo per ciascun pozzo 30 gg);
- pozzi produttivi del cluster AP3: portata di punta 50 m³/h per 10 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa del prelievo per ciascun pozzo 40 gg)
- pozzi reiniettivi del cluster AP4: portata di punta 50 m³/h per 10 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa per ciascun pozzo 40 gg).

In tale studio è dimostrata l'assoluta compatibilità del prelievo suddetto con la ricarica corrente dello stesso acquifero.

Energia, gasolio e lubrificanti

L'energia necessaria all'esercizio dell'impianto e di tutti i servizi di cantiere verrà prodotta in loco mediante i gruppi di generazione dell'impianto stesso. I carburanti per l'alimentazione dei motori e dei gruppi elettrogeni verranno approvvigionati tramite autocisterne che attingeranno presso fornitori autorizzati.

L'impiego di energia elettrica, al di fuori della perforazione propriamente detta, sarà limitata all'alimentazione della pompa sommersa durante le prove di emungimento di acqua dai pozzetti di prelievo idrico per l'alimentazione del cantiere di perforazione e pertanto non è previsto azionamento elettrico per le principali utenze dell'impianto di perforazione.

Pozzi postazioni AP1 e AP2

Il consumo massimo di gasolio di un cantiere durante la perforazione è di circa 1.000 kg/giorno, per un fabbisogno complessivo a pozzo, con riferimento alla profondità di un pozzo di profondità 1.200 metri, stimabile in 16.000 kg/pozzo ovvero una media di 500 kg/giorno.

Il consumo di lubrificanti del macchinario dell'impianto di perforazione è stimabile in 700 kg a pozzo.

Pozzi postazioni AP3 e AP4

Per ciascun pozzo si prevede che i consumi superino del 70% i valori relativi ad AP1 ed AP2.

Altre materie prime

I consumi dei prodotti per la preparazione del fango e delle malte possono essere influenzati dalle condizioni geologiche incontrate, tuttavia, nel caso specifico, queste risultano abbastanza conosciute grazie alle precedenti perforazioni di Enel. Le stime di seguito riportate presentano dunque un margine di incertezza abbastanza ridotto.

Per il calcolo delle quantità di materiali necessari per l'alimentazione del cantiere è stato fatto riferimento in via cautelativa alla profondità di progetto dei pozzi più profondi (AP3 e AP4), stabilita in 1.500 m di profondità verticale. Sulla base del profilo dei pozzi, della stratigrafia conosciuta e dell'esperienza, sono stimati i seguenti consumi medi per ogni singolo pozzo profondo, sia produttivo che reiniettivo:

- bentonite: 50 t per pozzo;
- cemento per le malte: 130 t per pozzo;
- acqua per la perforazione: circa 20.000 m³ a pozzo;
- gasolio per l'alimentazione dei macchinari di sonda: circa 25.000 kg in media per pozzo;
- acciaio: il consumo di acciaio è relativo principalmente ai tubi (casing) mentre altri utilizzi danno un contributo assai poco significativo. Il fabbisogno di casing ammonta a circa 120 t mentre altri consumi sono per scalpelli, testa pozzo e lamiere per lavori di carpenteria vari. Si stima pertanto un totale di 130 t di acciaio per pozzo.

Nella seguente tabella sono inoltre riportati i volumi di calcestruzzo necessari per la realizzazione della soletta ed i volumi di inerti.

Postazione	Calcestruzzo (m ³)	Inerti (m ³)
AP1	580	1.600
AP2	480	1.400
AP3	580	1.800
AP4	730	2.200

Nel successivo paragrafo è riportato inoltre il bilancio scavi riporti dove viene dettagliata la quantità di inerti che sarà prelevata dalle cave di prestito esistenti in zona, tra cui l'impianto Cava Pizzuti di Castel Viscardo.

3.3.3.9 Bilancio scavi riporti

Nella tabella seguente si riportano, per ciascuna postazione, le volumetrie indicative degli scavi preceduti dal segno “-” (meno) e dei riporti col segno “+” (più).

Tabella 3.3.3.8a Bilancio Scavi Riporti

Rif	Operazione	Volume (m ³)	Note
Postazione AP1			
A	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	- 2700	
B	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterri e sistemazioni interne	+2500	
A+B	<i>Terreno residuo</i>	-200	
C	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheeggio auto	+1600	
Postazione AP2			
A	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	-8166	
B	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterri e sistemazioni interne	+8565	
A+B	<i>Terreno mancante</i>	+399	Di questo volume 358 m ³ verranno presi dall'eccedenza dei lavori di livellamento dell'adiacente area ORC e i restanti 41 m ³ verranno reperiti da cava di prestito.
C	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheeggio auto	+1400	
Postazione AP3			
A	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	-2400	
B	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterri e sistemazioni interne	+2300	
A+B	<i>Terreno residuo</i>	-100	
C	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheeggio auto	+1800	
Postazione AP4			
A	Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	-6400	
B	Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterri e sistemazioni interne	+6200	
A+B	<i>Terreno residuo</i>	-200	
C	Riporto inerti per ossatura piazzale+strada+parcheeggio auto	+2200	
Quantità Totali			
-	Totale Sbancamenti e scavi a sezione obbligata	-19666	-
-	Totale Riutilizzo per rilevati piazzale, rinterri e sistemazioni interne	+19565	-
-	Totale Terreno residuo	-500	Per il terreno residuo si procederà a caratterizzazione e a predisposizione del piano di utilizzo in accordo al D.M.161/2012
-	Totale Riporto inerti per ossatura piazzale, strada e parcheggio auto	+7000	Da cava di prestito

3.3.3.10

Rifiuti e residui

Detriti e fango esausto

I detriti prodotti dalla frantumazione della roccia dovuti all'azione dello scalpello avranno una dimensione variabile da qualche mm fino a valori dell'ordine di qualche micron.

La quantità attesa di residui di detriti e fango prodotta per singolo pozzo produttivo è stimabile in 630 t.

Di questi, circa il 70% risulterà proveniente dalla separazione della fase liquida attraverso le attrezzature di vagliatura, mentre il rimanente, che costituisce l'aliquota non separabile del fango, lo si ritroverà sotto forma di materiale decantato in apposite vasche.

La quantità suddetta è relativa prevalentemente alla parte superficiale del pozzo, ovvero dal piano campagna fino alla profondità di circa 800 m (in media). Oltre tali profondità è esclusa la produzione di detriti dal momento che sarà prevalente la perdita di circolazione.

La quantità di fango che contribuisce a tale voce è limitata a soli 80 m³ a pozzo.

Per la miscela di fango, acqua e detriti di varia pezzatura prodotti dalla perforazione è previsto un ciclo di smaltimento attraverso apposito Centro di trattamento autorizzato in accordo alle leggi in vigore. È previsto l'affidamento allo stesso centro anche del prelievo dei prodotti dal cantiere con modalità stabilite di volta in volta, per quanto attiene la frequenza del prelievo, ovviamente governata dalla produzione nel tempo del detrito stesso.

Il centro prescelto provvederà a prelevare i prodotti e trasferirli al luogo di trattamento con mezzi specializzati ed autorizzati in accordo alle leggi in vigore. La caratterizzazione chimica iniziale del materiale prodotto, anche se costituito in prevalenza da detriti, bentonite e cemento, verrà fatta in un laboratorio specializzato, anch'esso necessariamente tra quelli autorizzati, ma che potrà essere distinto dal laboratorio di cui il Centro è eventualmente dotato. Ai residui sarà attribuito idoneo codice CER (D.Lgs. 152/06).

Il processo a cui sarà sottoposta la miscela fango e detrito, una volta portata presso il centro di trattamento, prevede la separazione della fase solida da quella liquida, attraverso una filtropressa o altro sistema analogo.

Alla fine del ciclo vengono raccolte due fasi ben distinte fisicamente: una solida dove sono confluiti i detriti grossolani, quelli fini e la bentonite rimasta intrappolata, l'altra liquida costituita da acqua resa opaca dalla presenza di residui particolarmente fini di bentonite in sospensione.

La fase solida viene quindi sottoposta ad analisi per stabilirne la composizione e per verificarne la possibilità di riutilizzo, o il tipo di discarica cui conferirla. Stante la ridotta quantità di residuo solido per pozzo, di solito quest'ultima è la destinazione finale.

Il residuo liquido è conferito al fornitore di un servizio di trattamento, che opera mediante impianti mobili o fissi, al fine di chiarificare la fase liquida, introducendo in soluzione dei prodotti (solfato di alluminio o cloruro ferrico) che favoriscono la coagulazione, flocculazione e precipitazione dei solidi molto fini, e facilitano l'assorbimento degli ioni residui.

L'acqua così depurata può essere destinata al riutilizzo dopo aver ottenuto le autorizzazioni previste. Questa attività sarà interamente svolta mediante servizio esterno da uno specifico fornitore autorizzato dalle autorità provinciali (comunque secondo le norme di legge in vigore) al servizio di raccolta, trasporto e trattamento presso un suo centro specializzato

Liquido residuo da prove di produzione

Il liquido geotermico che si troverà nelle vasche al termine delle brevi prove di produzione sarà integralmente reiniettato nel pozzo durante i test di iniezione.

Acqua residua da prove di produzione pozzetti

Le prove di caratterizzazione dei pozzetti per il prelievo dell'acqua destinata alla perforazione (si veda l'Allegato Q) implicano la produzione di certi quantitativi di acqua di falda. L'acqua così prodotta sarà smaltita nei corpi idrici superficiali previo accertamento della composizione chimica e l'ottenimento delle autorizzazioni di legge, oppure conservata per essere utilizzata per la preparazione del fango.

Rifiuti da Attività di Cantiere

Durante la perforazione sarà presente sul cantiere un sistema di raccolta differenziata dei rifiuti prodotti, che verranno successivamente smaltiti secondo le disposizioni vigenti in materia. Particolare attenzione verrà posta alla raccolta delle tipologie di materiale riciclabile (olio esausto, rottami ferrosi, etc.).

In accordo alla normativa vigente anche i rifiuti prodotti nella perforazione dei pozzi sono classificabili nelle seguenti tre tipologie:

- urbani;
- speciali non pericolosi;
- speciali pericolosi.

Le quantità di rifiuti da smaltire, con riferimento all'attività di perforazione di un pozzo, sono stimabili come riportato nella seguente Tabella 3.3.3.10a.

Tabella 3.3.3.10a Quantitativi medi rifiuti da smaltire con riferimento all'attività di perforazione di ciascun pozzo

Tipologia Rifiuto	Quantità (kg)
Materiali filtranti, stracci e indumenti contaminati da olio	200
Materiale per imballaggi	700
Gomma e gomma-metallo	1.700
Legname	600
Oli esausti utilizzati nei motori	250

3.3.3.11 Effluenti liquidi

Durante le attività di perforazione sono previsti tre tipi di effluenti liquidi:

- le acque di pioggia;
- gli scarichi dei servizi sanitari.

Nel periodo di perforazione le acque di pioggia sono regimate come descritto al Paragrafo 3.3.3.3. Dato l'inserimento della postazione AP2 e dell'impianto ORC nella cava "Le Greppe", verrà inoltre realizzato un fosso di guardia sul lato ovest dell'area di intervento per il drenaggio delle acque meteoriche che scorrono dalla scarpata verso la postazione. Tale fosso avrà, infatti, la funzione di intercettare le acque meteoriche e di deviarle verso una vasca esistente di prima pioggia. Tale fosso è rappresentato nella Figura 3.4.2.4a (3di5).

Data la breve durata delle attività di sonda il cantiere non è dotato di strutture importanti ai fini igienici. Le acque nere provenienti dai servizi fondamentali saranno smaltite da compagnie specializzate, che provvederanno alla pulizia dei servizi ed al prelievo dei liquami. La quantità massima di acque nere prodotte, prevalentemente di provenienza dai servizi igienici, sono stimabili nella situazione specifica in 40 m³ a pozzo che saranno interamente smaltiti con autobotte.

Non si prevedono pertanto scarichi idrici nei corsi d'acqua, salvo le acque di seconda pioggia. Inoltre durante la perforazione saranno attuate le tecniche di prevenzione per la protezione delle falde idriche descritte e l'impermeabilizzazione dei bacini che assicurino l'isolamento ottimale.

3.3.3.12 Emissioni sonore

Per ogni impianto di perforazione le principali sorgenti di emissione sonora sono le seguenti:

- due gruppi elettrogeni alimentati con motore diesel;
- due motopompe del fango;
- due vibrovagli alimentati con motore elettrico;
- due compressori;
- un gruppo elettrogeno di servizio alimentato con motore diesel;

- l'argano alimentato da motore diesel o idraulico utilizzato per la movimentazione delle aste e posto sul piano sonda;
- tavola rotary azionata attraverso il compound dell'argano e posta sul piano sonda.

Nella seguente tabella sono riportati i valori di potenza sonora delle sorgenti sopra descritte ottenute dalle specifiche tecniche di acquisto delle diverse apparecchiature, in base alle indicazioni dei progettisti ed in funzione delle misurazioni eseguite presso altri impianti simili.

E' stato in particolare considerato che:

- il gruppo elettrogeno sia stato insonorizzato inserendolo all'interno di un cabinato fonoassorbente, dotato di silenziatori sia per l'aria di raffreddamento in ingresso e in uscita che di marmitta per i gas di scarico;
- ogni vibrovaglio sia stato insonorizzato
- ogni pompa triplex sia stata insonorizzata inserendola all'interno di un cabinato fonoassorbente;
- ogni compressore sia stato insonorizzato inserendolo all'interno di un cabinato fonoassorbente.

Tabella 3.3.3.11a Potenza Sonora delle Principali Sorgenti dell'Impianto di Perforazione

Rif.	Descrizione Sorgente	Num Sorgente	Tipo Sorgenti	Potenza Sorgente dB(A)	Ore esercizio
S4-C	Gruppo elettrogeni	2	Puntiforme	95	24 h/g
S5-C	Vibrovaglio	2	Puntiforme	93	24 h/g
S6-C	Piano Sonda	1	Puntiforme	98	24 h/g
S7-C	Pompa Triplex	2	Puntiforme	93	24 h/g
S8-C	Compressore	2	Puntiforme	96	24 h/g

La caratterizzazione acustica delle sorgenti relative alla perforazione dei pozzi (S4-S8) deriva dalle indicazioni del fornitore dell'impianto di perforazione HH-200MM.

3.3.4 Ripristino ambientale - chiusura mineraria dei pozzi

In caso di esito negativo della perforazione, o comunque qualora il pozzo risulti inutilizzabile per uno degli obiettivi per cui era stato perforato, verrà eseguita la chiusura mineraria del pozzo.

Scopo della chiusura mineraria è ripristinare l'isolamento delle formazioni attraversate dal sondaggio e permettere la rimozione anche delle strutture di superficie (valvole di testa pozzo, opere in calcestruzzo), senza pregiudicare l'efficacia dell'isolamento dei fluidi endogeni rispetto alla superficie.

La realizzazione della chiusura mineraria avverrà mediante riempimento del foro, almeno a tratti, con malta di cemento di opportuna composizione.

È buona norma, ai fini della sicurezza, disporre uno dei tappi di cemento nell'intorno delle "scarpe" dei casing e liner. In alcuni casi potrebbe anche essere necessario impiegare speciali attrezzature (packer), atte a garantire, con maggiore efficacia rispetto al solo cemento, l'isolamento dei fluidi contenuti negli strati sottostanti.

In generale, ed a seconda delle condizioni effettive del pozzo, potrebbe essere necessario anche l'impiego dell'impianto di perforazione per realizzare l'intervento di chiusura mineraria. Nel caso dei pozzi del campo di Torre Alfina la chiusura mineraria potrebbe essere realizzata senza l'impiego dell'impianto di perforazione.

Al termine della chiusura mineraria sarà effettuato il ripristino delle condizioni originali, asportando le opere in cemento e lasciando l'area nelle stesse condizioni di origine. Anche la tubazione per l'alimentazione di acqua al cantiere verrà completamente rimossa. Lo stesso dicasi per le eventuali relative opere accessorie che siano state costruite.

In caso di successo il pozzo sarà utilizzato per la produzione di energia ed in loco sarà mantenuta la postazione, pur in forma ridotta e con una visibilità minima, grazie ai criteri adottati per l'inserimento.

La sola opera destinata a rimanere in loco è la testa pozzo, caratterizzata da un ingombro irrilevante, sia in termini volumetrici che per elevazione e visibilità.

Si tratta infatti di teste pozzo che sono completamente alloggiare in un incavo (cantina) e non sono praticamente visibili dall'esterno (si veda Fig. 3.3.5a). Il dispositivo di sostegno del piccolo tubing per l'iniezione in profondità dell'inibitore è di fatto l'unica piccola struttura che fuoriesce dal piano campagna di circa 2,5 metri.

Nella Figura 3.3.3.1a è riportato lo schema dei sostegni dei tubing di iniezione dell'inibitore.

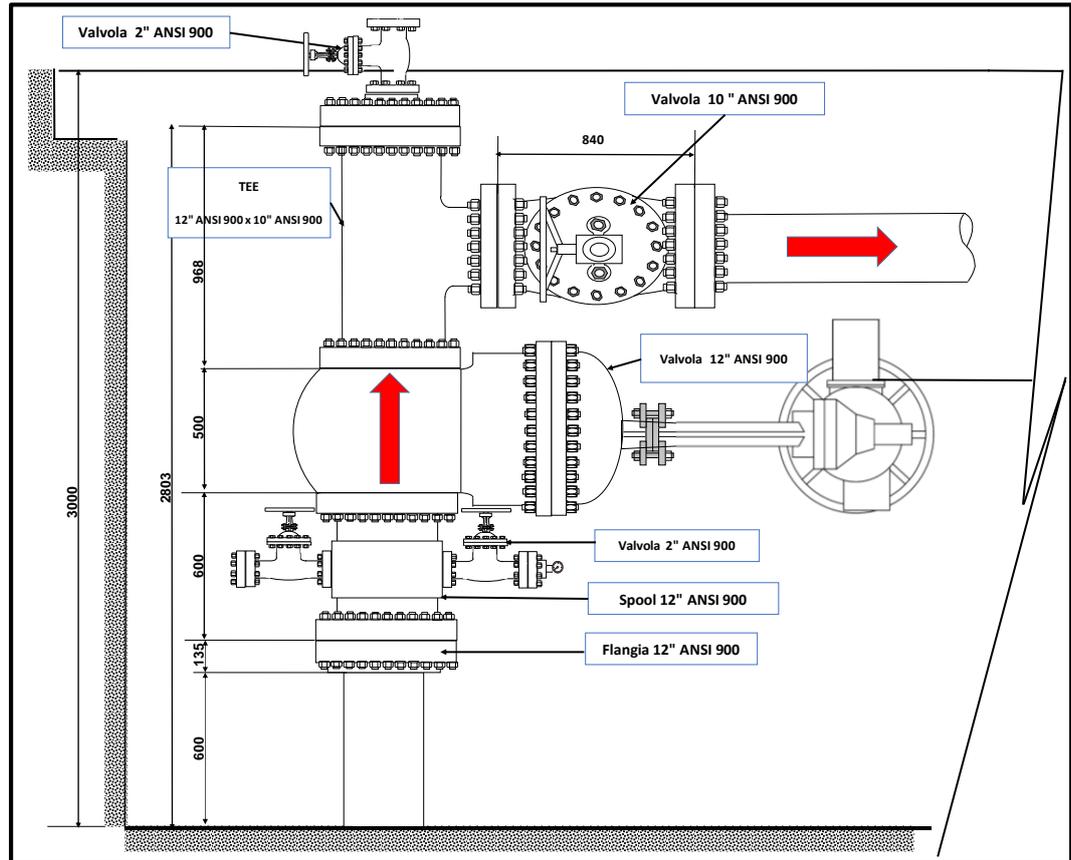
Per la testa pozzo si prevede una recinzione costituita da una rete di altezza 1,50 m e munita di cancello per impedire l'accesso alla struttura da tutti i lati. Si prevede un'analogia "gabbia" metallica per ciascun dispositivo d'iniezione e dosaggio dell'inibitore sito a qualche metro dal pozzo, cui lo stesso è dedicato.

3.3.5 Completamento dei pozzi produttivi

Il progetto Torre Alfina prevede che la produzione avvenga direttamente attraverso il sistema dei casing con flash in pozzo.

Nella Figura 3.3.5a è riportato l'assetto della testa pozzo in fase di esercizio.

Figura 3.3.5a Assetto della Testa Pozzo in Fase di Produzione



Come già detto, il completamento dei pozzi produttivi prevede l'impiego di un inibitore di incrostazione di carbonato di calcio che sarà iniettato attraverso uno stuffing box montato sopra la valvola da 2" in accordo a quanto descritto nel successivo paragrafo.

I prodotti inibenti sono di natura diversa e, come descritto nei paragrafi precedenti, agiscono secondo meccanismi che impediscono l'accrescimento dei cristalli di carbonato di calcio. I più utilizzati in geotermia sono miscele di fosfonati o polifosfonati e poliacrilati che, miscelati in concentrazione di pochi ppm sul fluido geotermico totale, impediscono la formazione di carbonato sulle strutture (si stima che una concentrazione di 5 ppm dovrebbe essere adeguata a prevenire la formazioni di incrostazioni in tutto il circuito di sfruttamento).

Questa operazione avviene calando in pozzo, al di sotto del livello a cui si forma la prima bolla di gas (punto di flash), un tubo in materiale resistente alla corrosione del diametro di circa 5 mm, attraverso il quale viene pompato l'inibitore. La profondità a cui si verifica il punto di flash è stata stimata in circa 750 m dal piano campagna mediante il simulatore descritto in *Barelli et al. (1982)*

I layout delle postazioni dei pozzi produttivi in fase di esercizio sono riportati nelle Figure 3.3.5b (da 1 a 3). Nelle stesse è rappresentato in pianta, in prossimità dei pozzi, il sistema di dosaggio dell'inibitore.

3.3.5.1

Sistema di Dosaggio Inibitore di Incrostazione

Come detto precedentemente, all'interno di ogni postazione di produzione sarà installato un impianto per il dosaggio e l'iniezione in pozzo dell'inibitore di incrostazione da carbonato di calcio. Ciascun pozzo sarà dotato di un piccolo impianto di dosaggio e iniezione dedicato.

Tale impianto è costituito da:

- recipiente per lo stoccaggio dell'inibitore;
- serbatoio per lo stoccaggio dell'acqua di diluizione;
- miscelatore per il dosaggio della miscela inibitore-acqua in pozzo;
- Argano e pulegge per l'iniezione dell'inibitore in pozzo per mezzo di una stuffing box e di una tubazione metallica flessibile.

Il funzionamento del sistema è di seguito descritto.

L'inibitore viene tenuto in agitazione facendo ricircolare con una pompa centrifuga una determinata portata di prodotto e dosato nel miscelatore agendo sullo sfioro del suddetto ricircolo.

L'acqua viene inviata con un'apposita pompa elettrica (2-3 kW di potenza) dosatrice al miscelatore dove acqua e inibitore vengono miscelati con un apposito agitatore. Dal miscelatore la soluzione viene inviata alle teste pozzo con pompe dosatrici e viene iniettata in pozzo tramite una tubazione metallica flessibile con diametro circa 5mm (fabbricato in Incoloy 800 o altro materiale adeguato a resistere alla corrosione esercitata dal prodotto).

Per sicurezza nei riguardi delle sollecitazioni indotte dal flusso del fluido geotermico, il tubing da 5mm sarà protetto lungo il pozzo da un tubo guaina da circa 25-30mm di diametro. Il tubo guaina sarà utilizzato anche per l'iniezione dell'azoto in fase di innesco del pozzo.

In prossimità di ciascun pozzo viene installato un argano che consente, tramite pulegge e un sistema di tenuta (stuffing box), di calare la tubazione in pozzo fino alla profondità necessaria, prevista a circa 750 – 800 metri dal piano campagna.

Il sistema descritto sarà dotato di tutte le valvole, filtri e strumenti in modo da consentirne la gestione e il controllo. Saranno installate anche pompe in stand by in modo da garantire il funzionamento in continuo anche in caso di guasto di una pompa in esercizio.

Lo schema di flusso dell'impianto descritto è riportato in Figura 3.4.2.4b (3 di 3) e la disposizione delle apparecchiature in pianta è rappresentata nella Figura 3.3.5b (1 di 4, 2 di 4 e 3 di 4).

La corretta gestione del sistema prevede che periodicamente siano eseguite analisi sul fluido prodotto dalle quali si verifichi l'efficacia dell'inibitore per evitare la formazione di incrostazioni ed eventualmente modificare il dosaggio

dell'inibitore stesso. Il monitoraggio sarà particolarmente curato nella fase iniziale di messa a punto dell'impianto.

Sul piazzale è inoltre prevista l'installazione di un quadro elettrico per l'alimentazione del motore della pompa dosatrice, dei comandi elettroidraulici delle valvole di testa pozzo e dei trasmettitori di portata, temperatura e pressione del fluido geotermico e della soluzione dell'inibitore.

In funzione della disponibilità sul mercato dei materiali necessari per costruire l'impianto di dosaggio, l'impiego del tubing di 5mm potrà essere sostituito da un tubing di diametro maggiore, circa 5/8 di pollice, anch'esso in materiale idoneo ad operare in presenza dell'inibitore. In tal caso il tubing potrà operare senza guaina di protezione ed essere usato direttamente anche per il pompaggio dell'azoto in fase di gas lift.

3.3.5.2 Innesco dei Pozzi Produttivi e Separatore Silenziatore

Come descritto precedentemente, il completamento dei casing dei pozzi è realizzato per permettere l'isolamento della cappa di gas. Il pozzo assume così lo stesso comportamento dei pozzi geotermici dell'area di Castel Giorgio, come il vecchio pozzo Alfina 4, che era privo di pressione a testa pozzo: i pozzi alla fine della perforazione saranno in perfetto equilibrio idrostatico con un livello di acqua a circa 170 -200 metri dal piano campagna.

Per l'avvio della produzione è previsto l'impiego della tecnica di gas lifting, che consiste nell'iniettare, mediante un tubing, azoto (o aria) a circa 400 m di profondità a determinati valori di portata. Il gas che fuoriesce dal tubing gorgoglia nella colonna liquida presente in pozzo provocando una riduzione della densità media. Il livello della colonna d'acqua sale fino a raggiungere il piano campagna determinando la condizione di innesco incipiente. A questo punto, continuando il pompaggio di gas, il pozzo può iniziare a produrre spontaneamente.

Il gas per l'operazione di gas lifting sarà azoto perché facilmente reperibile anche in bombole, non inquinante e facilmente gestibile come portata e pressione nel circuito. L'intera operazione è realizzata da compagnie di servizio che mettono a disposizione materiali, attrezzature (pompe, recipienti, coiled tubing) e personale specializzato. Si tratta di un'operazione di routine e sicura.

Come descritto sopra il coiled tubing per l'iniezione dell'azoto potrà essere lo stesso tubing di diametro 5/8" da impiegare per l'iniezione dell'inibitore di incrostazione oppure, se per l'inibitore sarà impiegato un tubing di diametro 5mm protetto da un tubo guaina da circa 1,5", l'azoto sarà pompato attraverso il tubo guaina.

Il fluido geotermico erogato a seguito dell'operazione di gas lifting, a seguito della prima prova di erogazione, è inviato inizialmente nell'impianto di separazione dove avviene la separazione tra fase liquida, che viene raccolta nell'apposita vasca visibile in Figura 3.3.5b (1di4, 2di4, 3di4, 4di4). La fase aeriforme è scaricata nell'atmosfera. Questa operazione della durata di pochissime ore, come accennato anche nel Paragrafo 3.3.3.1, permette una prima ripulitura dei detriti di

roccia trascinati dal flusso di acqua e una conferma delle capacità produttive dei pozzi.

L'operazione si rende necessaria perché in questa fase (iniziale) di caratterizzazione dei pozzi l'impianto ORC non è installato. In seguito, eventuali altre aperture dei pozzi produttivi potranno essere eseguite inviando il fluido geotermico direttamente nelle tubazioni di trasporto del fluido verso la centrale dove la separazione tra gas e acqua potrà essere realizzata grazie alle installazioni di centrale attraverso le quali attivare anche la reiniezione del fluido totale.

3.3.6 **Completamento pozzi reiniettivi**

Al termine delle perforazioni e dopo l'esecuzione delle prove di caratterizzazione i pozzi reiniettivi saranno pronti per ricevere ciascuno circa 200 t/h di fluido a circa 70°C di temperatura proveniente dall'impianto ORC descritto al successivo Paragrafo 3.4.

In accordo alle prove di produzione eseguite sui pozzi da Enel negli anni 70 e descritte in *Buonasorte et al 1988* e *Barelli, Celati, Manetti 1976*, i pozzi reiniettivi hanno capacità di assorbimento elevate che possono valutarsi tra 100 e 400 t/(hbar). Tuttavia per porsi in condizioni di sicurezza ed in accordo a quanto descritto in Allegato 3 al Progetto Definitivo ("Modello numerico del sistema geotermico di Torre Alfina - Castel Giorgio") è stato assunto un innalzamento del livello dalle condizioni statiche di circa 60 m .

Tale modesto innalzamento del livello e quindi della pressione nel serbatoio geotermico, ben inferiore alla pressione idrostatica corrispondente per profondità, consente di escludere che si possano verificare fenomeni di disturbo di qualsiasi tipo nel serbatoio.

La planimetria del piazzale dei pozzi di reiniezione è riportata in Figura 3.3.5b (4 di 4).

3.4 **LA CENTRALE DI PRODUZIONE**

3.4.1 **Criteri Generali di Progettazione**

La progettazione dell'impianto ORC è stata condotta assumendo che il serbatoio geotermico sia in grado di mantenere la produzione di elevate quantità di fluido geotermico senza apprezzabili degrading sia termici che di produzione, come confermato dalla simulazione numerica di cui all'Allegato 3 al Progetto Definitivo.

L'impianto ORC è stato progettato impostando le seguenti specifiche:

- potenza netta media immessa in rete nell'arco dell'anno: 5 MWe (per complessivi 40.000 MWhe);

- entalpia del fluido geotermico in ingresso all'impianto: 585 kJ/kg (corrispondente; a una temperatura del fluido nel serbatoio geotermico di 140°C);
- temperatura del fluido geotermico a testa pozzo: 134°C;
- iniezione di inibitori in pozzo al di sotto del livello di flashing per la prevenzione delle incrostazioni da carbonato di calcio;
- reiniezione totale fluido geotermico previa ricompressione del gas e miscelazione con il liquido;
- predisposizione dell'impianto alla cessione di calore a eventuali utenze future; lo scambio di calore potrà avvenire sia alla temperatura di reiniezione sia alla temperatura più alta; pre-raffreddamento per la produzione elettrica a seconda della tipologia di richiesta termica;
- assenza di emissioni in atmosfera;
- utilizzo di condensatore ad aria;
- i materiali delle tubazioni a contatto col fluido geotermico saranno in acciaio al carbonio con adeguato sovrappessore di corrosione;
- non verranno impiegate leghe contenenti rame per i materiali dell'impianto ORC a contatto con il fluido geotermico.

Dal momento che la solubilità del carbonato di calcio, che determina la capacità incrostante del fluido geotermico, aumenta con il diminuire della temperatura e che la concentrazione di silice è tale da non provocare incrostazioni fino a temperature dell'ordine di 50 °C, è stato deciso di spingere il recupero di calore dal fluido geotermico fino a temperature di circa 65-70 °C.

La portata del fluido geotermico per una produzione di energia elettrica di 40.0000 MWhe annui sarà di circa 800 t/h.

Il progetto è stato eseguito sulla base delle informazioni disponibili dai test eseguiti negli anni 70 da Enel e quindi soggette a modifiche a valle della realizzazione dei nuovi pozzi. Tuttavia la progettazione ha inteso descrivere la soluzione più "impattante". In altre parole l'impianto è stato dimensionato con la maggior occupazione di suolo e con le maggiori dimensioni ipotizzabili. Eventuali piccole modifiche che si dovessero rendere necessarie nella progettazione esecutiva saranno migliorative ai fini dell'impatto ambientale.

3.4.2 *Descrizione del Progetto*

3.4.2.1 **Descrizione Generale**

L'Impianto Pilota geotermico di Torre Alfina sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- n.5 pozzi di produzione di fluido geotermico (bifase);
- un sistema (uno per ciascuna postazione produttiva) di dosaggio e iniezione inibitore di incrostazione in pozzo;
- un sistema di tubazioni di convogliamento che consentirà di condurre il fluido geotermico dai pozzi produttivi fino all'impianto ORC;
- un'apparecchiatura per la separazione della fase liquida da quella aeriforme;



- l'impianto ORC (di seguito descritto), che consentirà la produzione di energia elettrica attraverso il recupero di calore dal fluido geotermico;
- una sezione di ricompressione del gas per il successivo miscelamento di questo con la corrente liquida in uscita dall'impianto ORC;
- un sistema di tubazioni di convogliamento del fluido geotermico raffreddato (in uscita dall'impianto ORC) ai pozzi di reiniezione;
- n.4 pozzi di reiniezione del fluido geotermico tutti ubicati nella stessa piazzola;
- la possibilità di "stacco" per il prelievo dell'acqua calda, sia a monte che a valle dell'Impianto ORC per alimentazione di eventuali utenze termiche;
- la linea elettrica di media tensione (20kV) per il collegamento alla Rete Elettrica Nazionale;
- la linea elettrica a bassa tensione per l'alimentazione delle utenze presenti in prossimità di tutti i pozzi, quali gli impianti di iniezione dell'inibitore, l'impianto di illuminazione, le pompe sommerse per l'estrazione dell'acqua dai pozzetti idrici, la strumentazione di testa pozzo, la trasmissione dei dati, ecc..

La localizzazione delle opere in progetto è riportata in Figura 1a.

L'impianto ORC è così denominato perché consente la produzione di energia elettrica attraverso l'impiego di un ciclo termodinamico Rankine con fluido organico (da cui *ORC – Organic Rankine Cycle*).

Questo tipo di impianti, grazie a recenti miglioramenti nelle tecnologie e nei rendimenti che sono stati ottenuti dai produttori, offre interessanti opportunità di impiego per la valorizzazione energetica di fluidi geotermici a media e bassa entalpia.

Tali impianti sono anche detti impianti "a fluido intermedio" o a "ciclo binario" proprio per il fatto che coinvolgono due tipologie di fluido:

- il fluido geotermico caldo dal quale viene recuperato calore e che nel presente progetto viene successivamente reiniettato;
- il fluido organico che compie un ciclo chiuso di tipo Rankine e che quindi:
 - evapora grazie al calore che viene recuperato dal fluido geotermico;
 - viene espanso in una turbina per la produzione di energia elettrica;
 - viene condensato per poter essere di nuovo impiegato per la produzione di vapore.

Come accennato precedentemente, l'impianto sarà predisposto per cedere calore ad eventuali utenze future: a tal fine, sul collettore del fluido geotermico caldo ($T=134\text{ }^{\circ}\text{C}$) e su quello freddo ($T=70\text{ }^{\circ}\text{C}$) saranno installati dispositivi di prelievo del fluido ai quali potranno essere attaccate le tubazioni di distribuzione.

Nei paragrafi seguenti verrà fornita una descrizione delle diverse sezioni di cui è costituito l'impianto.

Per la descrizione dei pozzi e degli impianti per il dosaggio e iniezione inibitore si rimanda al § 3.3.

3.4.2.2

Tubazioni di trasporto del fluido geotermico dai pozzi produttivi

Il fluido geotermico viene trasportato in flusso bifase dai pozzi di produzione alla “Cava le Greppe” dove è installato l’impianto ORC.

Tracciato delle Tubazioni di Produzione

In Figura 1a è indicato il tracciato delle tubazioni di invio del fluido geotermico dai pozzi alla centrale ORC.

I tracciati delle tubazioni in oggetto sono stati definiti applicando i seguenti criteri generali:

- possibilità di ripristinare le aree occupate, riportandole alle condizioni morfologiche e di uso del suolo preesistenti all’intervento, minimizzando l’impatto ambientale;
- riduzione al minimo delle aree occupate dalle infrastrutture;
- rispetto delle fasce di rispetto preesistenti relative a infrastrutture già presenti sul territorio quali linee e reti gas, reti acqua, fognature, linee elettriche;
- garanzia per il personale preposto all’esercizio e alla manutenzione della condotta e degli impianti dell’accesso all’infrastruttura in sicurezza.

Dalla postazione di produzione AP1 la tubazione interrata attraversa per circa 450 m un’area agricola procedendo prima in direzione est e quindi in direzione sud fino a giungere in corrispondenza di una strada comunale asfaltata; in tale punto la tubazione si riunisce a quella in arrivo dalla postazione AP3.

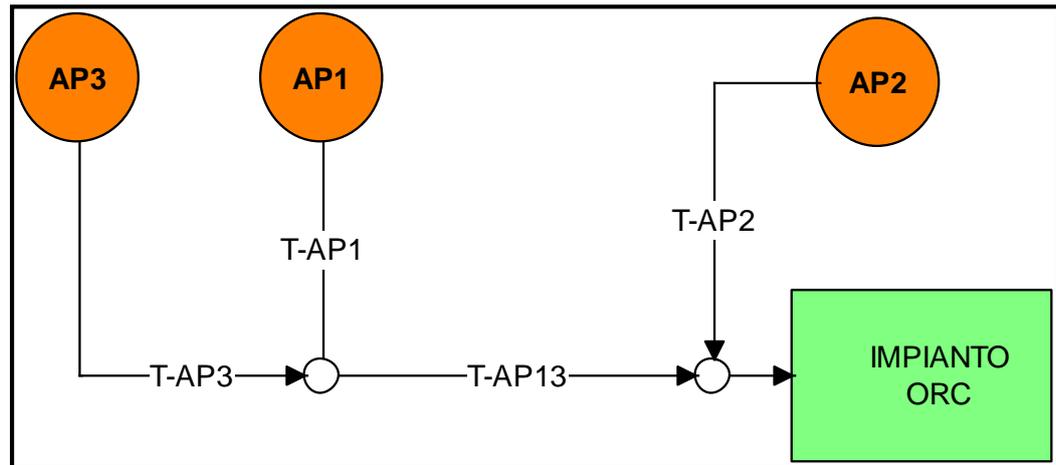
Anche la tubazione relativa al pozzo di produzione AP3 viene posata interrata in area agricola e corre parallelamente alla suddetta strada comunale.

Come detto, in questo punto le due condotte si riuniscono in una sola e questa prosegue, ancora interrata e in area agricola, seguendo il percorso della strada comunale per circa 400m fino ad una curva della strada in corrispondenza della quale la condotta prosegue (in direzione sud-ovest) fino a raggiungere, dopo circa 400 m, la “Cava le Greppe” dove entra nell’area dell’impianto ORC.

In tale area, nei pressi del separatore, alla tubazione suddetta si conetterà la tubazione (disposta fuori terra su rack) proveniente dalla postazione AP2, adiacente all’area di centrale.

Caratteristiche delle Tubazioni

Al fine di descrivere le caratteristiche di progetto dei diversi tratti delle tubazioni sopra tracciate, si consideri la rappresentazione schematica riportata in Figura 3.4.2.2a.

Figura 3.4.2.2a Rappresentazione Schematica delle Tubazioni Produttive


Con riferimento alla precedente figura, la lunghezza, i diametri e le caratteristiche del fluido nelle tubazioni, nelle condizioni di progetto, sono riportate nella Tabella 3.4.2.2a.

Tabella 3.4.2.2a Caratteristiche Principali delle Tubazioni nelle Condizioni di Progetto

ID	L	DN	Flusso	Portata	P in	P fin	T in	T fin
	m	mm		t/h	bar	bar	°C	°C
T-AP1	482	500	Bifase	480	4.8	4.32	134	133
T-AP2	140	300	Bifase	160	4.8	4.5	134	133.5
T-AP3	435	350	Bifase	160	4.8	4.65	134	132.8
T-AP13	800	600	Bifase	670	4.32	4.2	133	132

Il progetto delle tubazioni interrato utilizzate come acquedotti, prevede la protezione nei riguardi di tutte le forme di indebolimento strutturale delle tubazioni rispetto al loro assetto progettuale e di montaggio.

In primo luogo è previsto il completo isolamento termico per evitare sia la dispersione di calore che il contatto diretto dell'acciaio con il terreno.

Sulla base delle caratteristiche specifiche e in larga misura note del fluido, le tubazioni avranno un sovrasspessore di corrosione di 6 mm (0,2 mm/anno per 30 anni di vita utile) ovvero verrà abbondantemente maggiorato lo spessore rispetto a quello che deriverà dal progetto meccanico.

Anche se sono da escludere rapidi fenomeni di corrosione grazie agli accorgimenti di cui sopra, con tale sovra-spessore si vuole garantire comunque una vita utile della struttura di decenni, cioè per un tempo assolutamente idoneo per permettere all'operatore di porre in essere gli eventuali interventi manutentivi, compresa la sostituzione di parti delle tubazioni e altro che si rendesse necessario per risolvere anche situazioni inattese.

Il criterio di progetto adottato è dunque indirizzato anche alla “gestione degli imprevisti”, quindi è, a maggior ragione, da ritenersi cautelativo.

Le tubazioni, essendo coibentate, sono isolate da correnti di corrosione: verranno installati giunti dielettrici all’inizio e alla fine di ciascuna tubazione per evitare la trasmissione di eventuali correnti galvaniche da parte dei pozzi/impianto ORC.

Le tubazioni saranno dotate di sistema di controllo perdite che ne permetterà la rilevazione e l’invio di un segnale di allarme al centro di controllo per il successivo intervento di ripristino.

Tale sistema monitorerà il grado di umidità dell’isolamento in modo da poter intervenire prima che si verifichi la fuoriuscita del fluido localizzando la zona interessata dalla presenza di acqua.

Il sistema di allarme previsto è costituito da due fili di rame, di cui uno nudo e l’altro stagnato, annegati nella schiuma di poliuretano ad una distanza costante dal tubo di servizio in acciaio, non superiori al 10% della distanza nominale tubo-filo.

Il sistema è completato da centraline di controllo ed allarme e da tutti gli accessori necessari che individueranno sia eventuali punti di umidità nella schiuma isolante, sia rotture o corto circuiti nei conduttori di allarme.

La centralina fornirà direttamente la misura della distanza dal guasto senza bisogno di interventi di specialisti e di misurazioni in campo.

Per una trattazione più approfondita del sistema di monitoraggio dell’integrità e dello spessore delle tubazioni di rimanda al Capitolo 5.

I tipici delle sezioni di scavo per la posa delle condotte sono riportati in Figura 3.4.2.2b “Tipici sezioni di scavo per posa condotte”.

Il terreno scavato sarà depositato a meno di un metro dal ciglio dello scavo per la posa in opera della condotta che sarà installata opportunamente pretensionata.

Il terreno proveniente dagli scavi eseguiti nelle aree agricole sarà successivamente utilizzato per il rinterro. Per il terreno residuo è stato predisposto il Piano di Utilizzo in accordo a D.M.161/2012, riportato in Allegato E al presente documento. Come si può vedere dalla Figura 3.4.2.2b, il rinterro degli scavi per la posa delle tubazioni è costituito da un primo strato di sabbia (fino a 100 mm al di sopra della generatrice superiore del rivestimento esterno del tubo) e da un secondo strato costituito dal terreno di riporto suddetto.

Nello stesso scavo delle tubazioni che trasportano il fluido geotermico saranno stese due tubazioni in materiale plastico per il passaggio di cavi di controllo che collegano le apparecchiature dei pozzi al sistema di controllo dell’impianto ORC e i cavi in bassa tensione per l’alimentazione delle valvole dei pozzi.

Gestione delle Tubazioni

Le tubazioni saranno poste in opera pretensionate per la compensazione delle dilatazioni termiche. Le temperature di esercizio permettono infatti questa tecnica che consentirà di non realizzare le curve di compensazione e di limitare pertanto l'ingombro delle tubazioni evitando i pozzetti di espansione.

Nei punti più alti e più bassi del tracciato saranno installate delle valvole accessibili che saranno utilizzate sia per il riempimento della tubazione e il successivo pretensionamento che per lo svuotamento della tubazione nei periodi di fermata.

Nel corso delle operazioni di manutenzione infatti le tubazioni, dopo il raffreddamento e la conseguente solubilizzazione dei gas, saranno svuotate con pompe mobili che caricheranno autobotti che scaricheranno il fluido nelle vasche di raccolta poste sulle piazzole di perforazione e che verrà successivamente reiniettato.

3.4.2.3 Separatore liquido/vapore

Come anticipato al paragrafo precedente, le due tubazioni di produzione (operanti in regime di flusso bifase), una che convoglia il fluido in arrivo dalle postazioni AP1 e AP3 e una che trasporta il fluido prodotto nella postazione AP2, all'interno dell'area dell'Impianto ORC si riuniscono prima della separazione delle fase vapore (contenente i gas in condensabili) da quella liquida. Il fluido in ingresso al separatore sarà a circa 130°C e alla pressione di 4 bar a.

Infatti, in prossimità degli scambiatori di calore dell'Impianto ORC verrà installato un separatore tipo "Webre" che consente la separazione delle due fasi. Tale apparecchiatura è costituita da un vessel cilindrico in cui il fluido bifase entra tangenzialmente in modo da operare come un ciclone. La fase liquida, impattando sulle pareti del separatore, si raccoglie sul fondo dello stesso e viene estratta da un bocchello realizzato di lato nella parte bassa. Il vapore risale e viene convogliato, fluendo dall'alto verso il basso, in una tubazione realizzata al centro del separatore e viene quindi estratto dal fondo dello stesso.

L'apparecchiatura sarà caratterizzata da una parte superiore, dedicata alla separazione gas liquido, di sezione minore, e da una parte inferiore (sotto al bocchello di ingresso della miscela bifase) con un diametro maggiore, in modo da avere un volume che possa garantire un sufficiente tempo di permanenza alla fase liquida.

3.4.2.4 Impianto ORC

Il lay-out dell'impianto ORC è riportato in Figura 3.4.2.4a (1di5) nella quale, dentro il perimetro di impianto, è possibile riconoscere le principali apparecchiature che costituiscono il ciclo ORC:

- n°2 evaporatori a fascio tubiero (fluido organico - acqua);

- n°2 preriscaldatori fluido organico - acqua;
- n°2 turbo-espansori collegati ad un unico generatore elettrico;
- condensatore raffreddato ad aria;
- sistema di riempimento circuito del fluido organico comprensivo di serbatoio di stoccaggio.

Nell'impianto sono inoltre presenti:

- lo skid antincendio;
- un cabinato ospitante il sistema di controllo, il trasformatore e i quadri elettrici;
- la cabina di interfaccia con il gestore della rete ENEL;
- i servizi igienici (WC chimico);
- la vasca di prima pioggia.

I due turbo espansori e il generatore elettrico saranno alloggiati all'interno di un cabinato insonorizzato; analogamente ciascuna pompa alimento sarà dotata di una struttura dedicata per l'insonorizzazione.

Nella Figura 3.4.2.4a (2di5) si riporta anche una vista dell'Impianto.

Funzionamento del Ciclo ORC

Con riferimento al Diagramma di Flusso (Figura 3.4.2.4b 2di3), all'uscita del separatore, il fluido geotermico viene alimentato agli scambiatori di calore dell'impianto ORC. La fase liquida viene inviata (in serie) a due evaporatori e successivamente va ad alimentare in parallelo due preriscaldatori attraverso i quali cede il proprio calore sensibile (raffreddandosi fino a 70°C) al fluido organico di lavoro. La fase vapore, invece, viene alimentata ad uno dei due evaporatori da cui usciranno le condense che saranno riunite all'acqua raffreddata in uscita dai preriscaldatori e i gas incondensabili sarà estratti e convogliati alla sezione di compressione. Il fluido organico, viceversa, dopo essersi riscaldato nei preriscaldatori, completa il suo passaggio in fase vapore all'interno degli evaporatori.

Il vapore del fluido organico in uscita dagli evaporatori viene quindi fatto espandere all'interno di un Turbo-Espansore (uno per ogni evaporatore) producendo energia meccanica, che viene convertita in energia elettrica dal generatore (unico, in comune per entrambi i turbo espansori).

Il fluido espanso in uscita dalla turbina viene fatto condensare in un condensatore aria-fluido organico, chiudendo il ciclo termodinamico. Una volta condensato, il fluido viene nuovamente rialimentato al sistema di preriscaldamento-evaporazione iniziando un nuovo ciclo di processo.

La scelta del fluido organico è legata alle "performance termodinamiche" dell'impianto e al suo costo. I diversi fornitori di questa tipologia di impianti, per queste temperature, suggeriscono o idrocarburi leggeri (butano e isobutano, pentano, isopentano) o refrigeranti sintetici HFC (idrocarburi fluorurati) comunemente usati nei cicli frigoriferi.

Per il presente progetto si è ipotizzato l'utilizzo di isopentano la cui scheda di sicurezza è riportata in Allegato O. L'impiego di fluidi diversi, che potrebbe essere conseguente ad una procedura di gara per l'assegnazione della fornitura, non modifica tuttavia in modo sostanziale la caratterizzazione del progetto.

L'isopentano normalmente contenuto nell'impianto ORC (hold up tubazioni, condensatore, apparecchiature) sarà inviato, in caso di manutenzione e arresto impianto, ad un serbatoio di stoccaggio a doppio contenimento e interrato, in modo da ridurre il rischio di incendio, e polmonato con azoto per mantenere l'atmosfera inerte.

3.4.2.5 Sistema di Estrazione e Reiniezione Gas Incondensabili

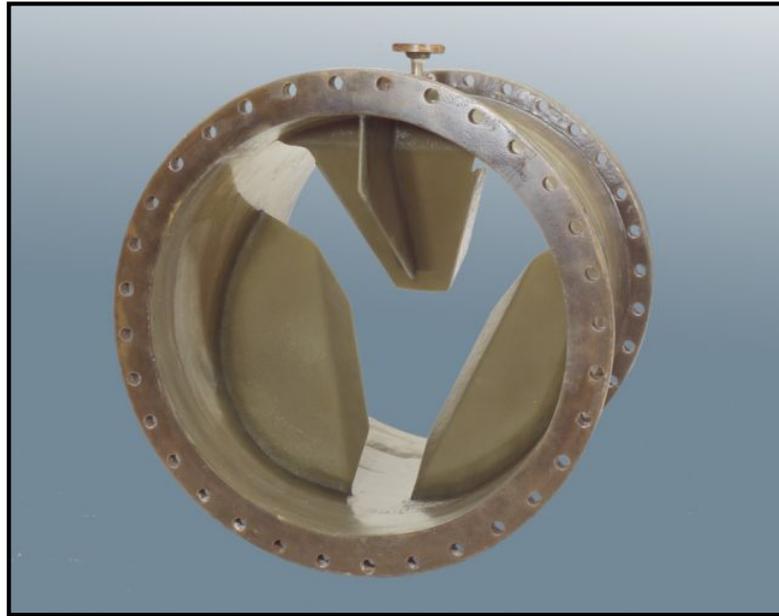
I gas incondensabili in uscita dall'evaporatore del ciclo ORC verranno estratti e compressi fino alla pressione di 12 bar, che consente una parziale solubilizzazione dei gas stessi nel flusso del fluido geotermico raffreddato in uscita dal ciclo ORC. Il compressore sarà dotato di raffreddamento intermedio e finale in modo da garantire l'uscita del gas compresso a circa 70 °C.

La miscelazione delle due fasi (gassosa e liquida) avviene in linea, installando un miscelatore statico sulla tubazione del fluido geotermico liquido e in cui il gas viene alimentato tramite un iniettore all'interno della corrente liquida.

Tale miscelazione avviene a circa 600 m a nord dell'Impianto ORC, in prossimità dell'incrocio tra la SP n.50 e una strada sterrata, nel punto in cui la tubazione reiniettiva raggiunge la sua maggiore elevazione e a valle del quale il tracciato va in discesa. Infatti, per motivi fluidodinamici è opportuno che il flusso bifase che si instaura a valle di tale miscelazione non vada in salita né debba affrontare cambi di pendenza.

Nella Figura 3.4.2.5.a viene presentato un esempio di miscelatore statico che può essere impiegato per il servizio descritto.

Figura 3.4.2.5a *Esempio di Miscelatore Statico per la Miscelazione del Fluido Geotermico con i Gas Incondensabili*



3.4.2.6 Tubazioni di Reiniezione

Il fluido geotermico, una volta raffreddatosi in seguito allo scambio termico con il fluido organico dell'impianto ORC, viene totalmente reimpresso nel serbatoio geotermico dai pozzi reiniettivi.

Tracciato delle Tubazioni Reiniettive

In Figura 1a è indicato il tracciato delle tubazioni di trasporto del fluido geotermico dalla "Cava le Greppe" alla postazione di reiniezione AP4.

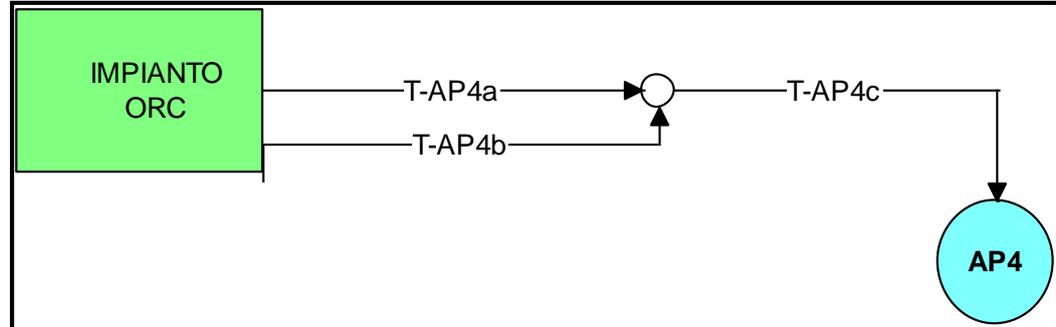
Il tracciato è stato definito sulla base degli stessi principi seguiti per il tracciato delle condotte di produzione.

Per quanto riguarda la reiniezione del fluido dopo lo sfruttamento, dall'impianto ORC escono due tubazioni, una per il trasporto del fluido geotermico raffreddato (tratto T-AP4a nello schema di Figura 3.4.2.6a) e una per il convogliamento dei gas incondensabili estratti e compressi (tratto T-AP4b nello schema di Figura 3.4.2.6a). Tali tubazioni corrono interrate e parallele per circa 700 m, e attraversano prima un campo a nord della "Cava le Greppe", quindi corrono a fianco di una strada sterrata fino ad arrivare a congiungersi con la Strada Provinciale n.50. All'altezza di tale incrocio si effettua il miscelamento dei due fluidi e la tubazione (tratto T-AP4c nello schema di Figura 3.4.2.6a), diventata quindi unica, prosegue verso la postazione di reiniezione. Il tracciato, sempre interrato, corre in area agricola, a fianco della suddetta SP n.50, in direzione ovest fino ad arrivare in corrispondenza della postazione AP4 dove effettua una curva a 90° in modo da connettersi ai pozzi di reiniezione.

Caratteristiche delle Tubazioni

Al fine di descrivere le caratteristiche delle tubazioni di reiniezione, si consideri la rappresentazione schematica riportata in Figura 3.4.2.6a.

Figura 3.4.2.6a Rappresentazione Schematica delle Tubazioni di Reiniezione



Con riferimento alla precedente figura, la lunghezza, i diametri e le caratteristiche del fluido nelle tubazioni, nelle condizioni di progetto, sono riportate nella Tabella 3.4.2.6a.

Tabella 3.4.2.6a Caratteristiche Principali delle Tubazioni Reiniettive nelle Condizioni di Progetto

ID	L	DN	Flusso	Portata	P in	P fin	T in	T fin
	m	mm		t/h	bar	bar	°C	°C
T-AP4a	700	400	Mono.Liq.	783.8.8	15.6	12	70	69.5
T-AP4b	700	150	Mono.Gass.	16.2	13.5	12	70	69.2
T-AP4c	630	400	Bifase	800	12	10.9	70	68.8

Le caratteristiche, la gestione e il monitoraggio delle condotte di reiniezione sono del tutto analoghi a quelli previsti e descritti in precedenza (si veda Paragrafo 3.4.2.2) per le tubazioni di produzione.

3.4.2.7 Ausiliari di Impianto

Sistemi di Controllo

Il sistema di automazione, basato su logica a PLC, consentirà di controllare e gestire tutto l'impianto sperimentale ORC, la rete di produzione di acqua calda dai pozzi e il sistema di reiniezione. Il sistema di controllo sarà installato all'interno di un cabinato indicato nel layout di Figura 3.4.2.4a (1di5) con il numero 9.

Sarà possibile comandare in remoto e gestire, mediante apposite pagine grafiche tutto l'impianto sperimentale.

Su tutte le tubazioni di ammissione del fluido geotermico all'impianto ORC e sulla tubazione di reiniezione sarà installato un sistema di controllo perdite descritto

nel precedente Paragrafo 3.4.2.4, che ne permetterà la rilevazione e l'invio di un segnale di allarme al centro di controllo per il successivo intervento di ripristino.

Controllo Microsismico

Il problema della sismicità indotta o innescata da estrazione/reiniezione di fluidi nel sottosuolo compresa la coltivazione di idrocarburi o di fluidi geotermici, è stata di recente oggetto di un approfondito dibattito scientifico. Nell'Allegato G viene presentata una discussione aggiornata.

Come dettagliato in Allegato G, estrazione e reiniezione di fluidi nei campi geotermici di tutto il mondo non hanno prodotto eventi sismici rilevanti. In ogni caso, a fini cautelativi e per verificare eventuali correlazioni tra attività microsismica e reiniezione il Proponente ha promosso l'installazione di una rete per il controllo dell'attività sismica dell'area di Torre Alfina - Castel Giorgio (si veda Allegato I). Le prime cinque stazioni sono già state installate dall'INGV in base ad una convenzione con il Proponente.

Tale strumentazione sarà in grado di definire le coordinate degli eventi microsismici, la profondità degli ipocentri e la loro magnitudo e di individuare tempestivamente eventuali anomalie nella normale attività sismica dell'area le cui caratteristiche sono descritte nell'Allegato 4 del Progetto Definitivo.

Il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ha appena reso noti gli indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche, comprese quelle geotermiche, preposti da uno specifico Gruppo di Lavoro. Il documento propone anche la sperimentazione di un sistema "a semaforo" basato sui valori di magnitudo e di accelerazione di picco al suolo, rilevati dalla rete sismica.

Nello sviluppo dei progetti degli Impianti Pilota Geotermici Castel Giorgio e Torre Alfina il Proponente adeguerà la propria rete di monitoraggio alle linee guida del MISE.

Controllo della Corrosione

Il fluido geotermico in pressione presenta caratteristiche corrosive per l'acciaio al carbonio, poiché ha pH acido e discreta concentrazione di cloruri.

Da dati sperimentali su numerosi campi geotermici aventi fluidi di composizione simile a quella del campo geotermico di Torre Alfina si è potuto valutare in circa 0,2 mm/anno la corrosione massima sull'acciaio al carbonio costituente le tubazioni.

Al fine di evitare danneggiamenti delle tubazioni per corrosione si è pertanto previsto un sovrassessore di corrosione di 6 mm calcolato per un periodo di funzionamento di 30 anni.

Inoltre la coibentazione e i giunti dielettrici rendono le tubazioni completamente isolate da correnti vaganti che potrebbero indurre fenomeni corrosivi dall'esterno.



Al fine di verificare l'andamento della corrosione e prevenire sul nascere eventuali perdite sono stati previsti i seguenti controlli:

- controlli non distruttivi spessimetrici con tecnologia a ultrasuoni su tutta la circonferenza delle tubazioni tra i pozzi e l'inizio del percorso interrato e in alcuni altri dislocati lungo il percorso di ciascuna tubazione tra i pozzi e la centrale e tra questa e i pozzi di reiniezione (ogni 6 mesi);
- controllo con "pig" intelligenti su tutto il sistema di tubazioni ad ogni fermata programmata (all'incirca ogni 2 anni).

Mentre il sistema di controllo delle perdite descritto precedentemente permette di rilevare e localizzare istantaneamente eventuali perdite anche minime di acqua dalle tubazioni, il controllo periodico dello spessore ne assicura l'integrità strutturale nel tempo.

La stessa metodologia di controllo è applicata anche per la verifica nel tempo del casing di produzione dei pozzi, ovvero del casing su cui è montata la testa pozzo e del tubing che sostiene la pompa di estrazione dell'acqua, verificandone lo stato nella parte terminale in prossimità della testa pozzo.

Impianto Antincendio

L'impianto sarà dotato di dispositivi antincendio automatici, approvati dai Vigili del Fuoco.

Nello specifico sarà prevista la realizzazione di sistema antincendio che prevede una rete antincendio e l'installazione di idranti UNI 70 con relativa cassetta corredo, in accordo alla Normativa UNI10779.

In caso d'incendio, la portata all'idrante sarà garantita dal sistema di pompaggio e distribuzione acqua antincendio che verrà realizzato e in mancanza di energia elettrica dall'intervento automatico di una diesel-pompa.

L'acqua per il sistema antincendio sarà stoccata in serbatoio dedicato che verrà installato in impianto.

Cabina Elettrica di Consegna

Le cabina elettrica svolge la funzione di edificio tecnico adibito a locali per la posa dei quadri e delle apparecchiature di consegna e misura.

Essa verrà realizzata con struttura prefabbricata con vasca di fondazione.

La cabina elettrica di consegna, situata lungo il lato ovest dell'impianto, presso il cancello di ingresso, contiene:

- 1 vano ENEL (accessibile dall'esterno della recinzione, dalla viabilità di accesso al sito);

- 1 vano misure (accessibile dall'esterno della recinzione, dalla viabilità di accesso al sito);
- 1 vano utente (accessibile, come tutti i locali della cabina di trasformazione, solo dall'interno della recinzione).

Essa sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 21 m² (8,6 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 48,5 m³. Come detto, l'accesso al locale ENEL ed al locale misure della cabina elettrica di consegna avviene dall'esterno del lotto, mentre l'accesso al solo vano utente avviene dall'interno dell'impianto ORC.

L'edificio suddetto sarà dotato di impianto elettrico realizzato a norma della legge 37/08 e suo regolamento di attuazione.

Sistema di Illuminazione

L'impianto ORC è posizionato all'interno di una cava ripristinata. La zona di installazione della centrale ORC non è dotata di illuminazione, pertanto è stato previsto il necessario sistema di illuminazione strutturato come di seguito riportato.

Sul perimetro dell'area dell'impianto ORC è prevista l'installazione di apparecchi illuminanti testapalo, con tecnologia a LED, tipo AEC LED-IN o equivalente, di forma ovoidale, installati su pali conici a sezione circolare, di altezza fuori terra pari a 8 m, inclinazione armatura 0° (superficie emissiva parallela alla superficie stradale).

I pali saranno ricavati da trafilatura in acciaio Fe420B UNI EN 10219, zincati a caldo per immersione, in conformità alla Norma UNI EN 40/4 parte 4^a - punto 4.1, spessore 4mm, dotati di asola ingresso cavi e asola con morsettieria a filo, con morsetto di terra interno.

Gli apparecchi illuminanti avranno:

- ottica asimmetrica stradale, priva di lenti in materiale plastico esposte;
- rilevamento fotometrico conforme alle norme UNI EN 13032-1 e IES LM 79-08;
- classificazione secondo la norma CEI EN 62471:2009-2 "sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade": categoria EXEMPT GROUP con certificazione di ente terzo;
- modulo ottico base composto da 9 riflettori, uno per ciascun led, atto ad ottimizzare il flusso luminoso;
- LED ad alta efficienza 130 lm/W - 350mA - Tamb=25°C, resa cromatica >65, temperatura di colore 3950K;
- grado di protezione vano cablaggio e ottiche: IP66, classe d'isolamento II;
- marcatura CE;
- Norme di riferimento: EN 60598-1, EN 60598-1-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3.

Al fine di minimizzare la dispersione del flusso luminoso, l'ottica sarà ad emissione fotometrica "cut-off", conforme alla normativa UNI EN 13201.

Gli apparecchi permetteranno anche l'ottimizzazione dei consumi energetici, in quanto saranno dotati di sistema di regolazione del flusso luminoso tramite onde convogliate.

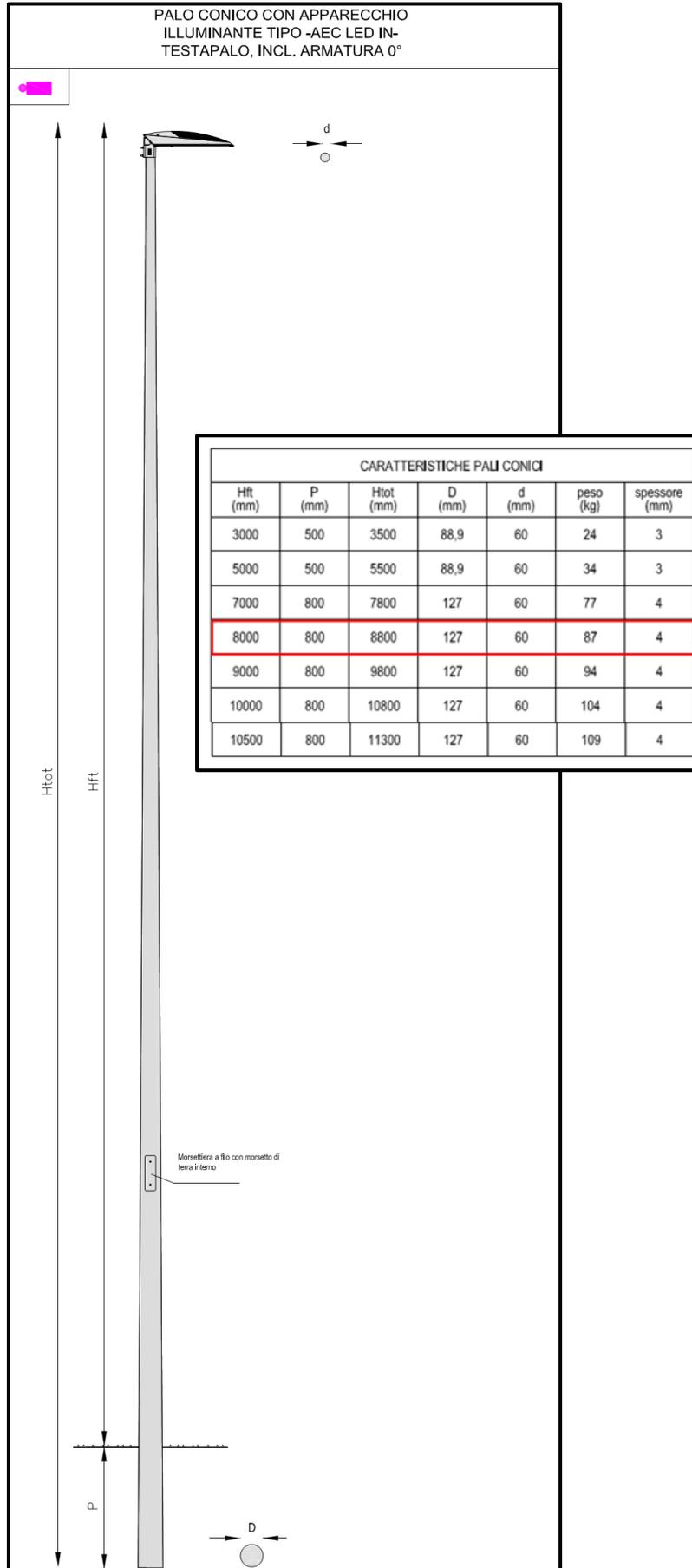
L'apparecchio sarà corredato di "test report" tecnici e di compatibilità elettromagnetica (EMC).

Sull'impianto ORC è prevista l'installazione di n.10 apparecchi illuminanti testapalo a 54 led (6 moduli da 9 led), flusso luminoso iniziale 8.950 lm, potenza complessiva 118W.

Figura 3.4.2.4a (1di5) è riportata l'ubicazione degli apparecchi illuminanti testapalo tipo AEC LED IN all'interno dell'area dell'impianto ORC.

Nella Figura 3.4.2.7a si riportano i dettagli dell'apparecchio illuminante tipo AEC LED IN 8m. Nel riquadro in rosso si riportano le caratteristiche dimensionali degli apparecchi illuminanti che verranno installati nell'area dell'impianto ORC.

Figura 3.4.2.7a Dettaglio Apparecchio Illuminante tipo AEC LED IN 8m

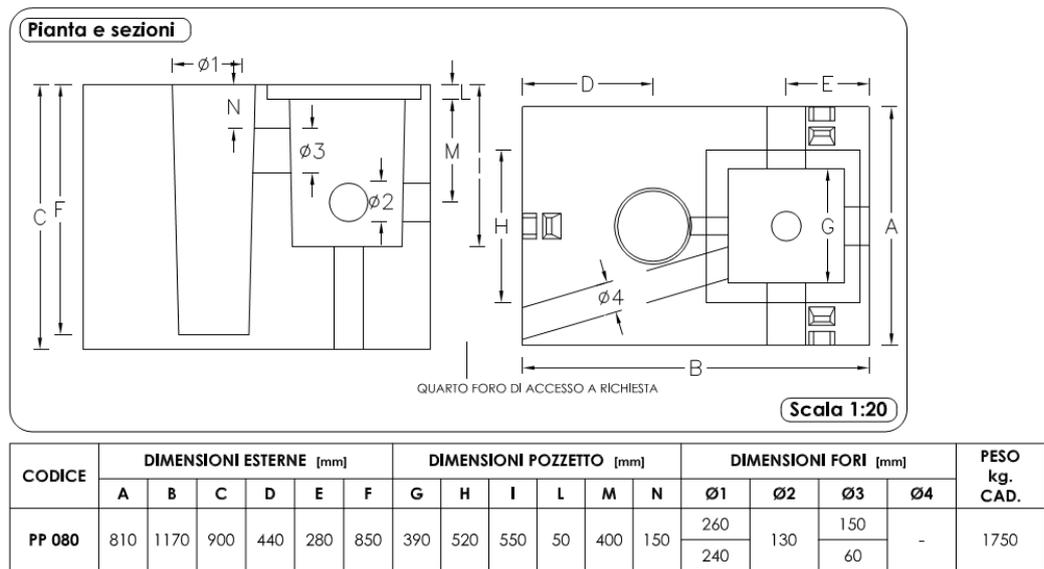


Nella Figura 3.4.2.7b si riportano i particolari ed i dati tecnici dei plinti di fondazione con pozzetto in cls per gli apparecchi illuminanti tipo AEC LED IN ed Hft compresa tra 5000 mm e 9000 mm.

Saranno utilizzati plinti prefabbricati gettati in opera. Le dimensioni dei plinti saranno le seguenti: Lxlxp 1.170x810x900mm (dimensioni esterne) per pali Hft compresa tra 5000 mm e 9000 mm, peso 1.725 kg.

I plinti saranno provvisti di pozzetto ispezionabile con fori laterali per l'innesto dei cavidotti e di foro sulla base, oltre al foro passacavi; sul plinto è inoltre previsto il foro per l'inghisaggio del palo. I chiusini e i lapidini saranno in ghisa con scritta "Illuminazione", di Classe B125 / B250 / B400, in funzione della zona d'installazione.

Figura 3.4.2.7b Plinto per Apparecchio Illuminante Hft=5000-9000 mm



3.4.2.8 Opere Civili

Di seguito vengono elencate tutte le voci che costituiscono le Opere Civili:

- preparazione dell'area di cantiere;
- movimenti terra in generale;
- fondazioni Turbo-Espansori e Generatore elettrico;
- fondazioni Evaporatori e Preriscaldatori;
- fondazioni Condensatore ad Aria;
- Opere Civili per Cavidotti interrati;
- rete interrata per la raccolta delle acque meteoriche;
- sistemazione delle aree interne;
- recinzione;
- realizzazione degli scavi per la posa in opera delle tubazioni.

Per dettagli si rimanda agli Allegati Q e H al presente SIA in cui sono riportati rispettivamente la Relazione Idrogeologica e l'analisi sismica per le costruzioni previste per il Progetto Torre Alfina.

Interventi di Preparazione dell'Area

La preparazione delle aree destinate ad accogliere le nuove installazioni prevede lo scotico del terreno vegetale, il livellamento e la compattazione dell'area da utilizzare e la recinzione dell'area per l'apertura del nuovo cantiere.

Fondazioni

Si prevede di realizzare l'impianto ORC su fondazioni dirette del tipo a platea.

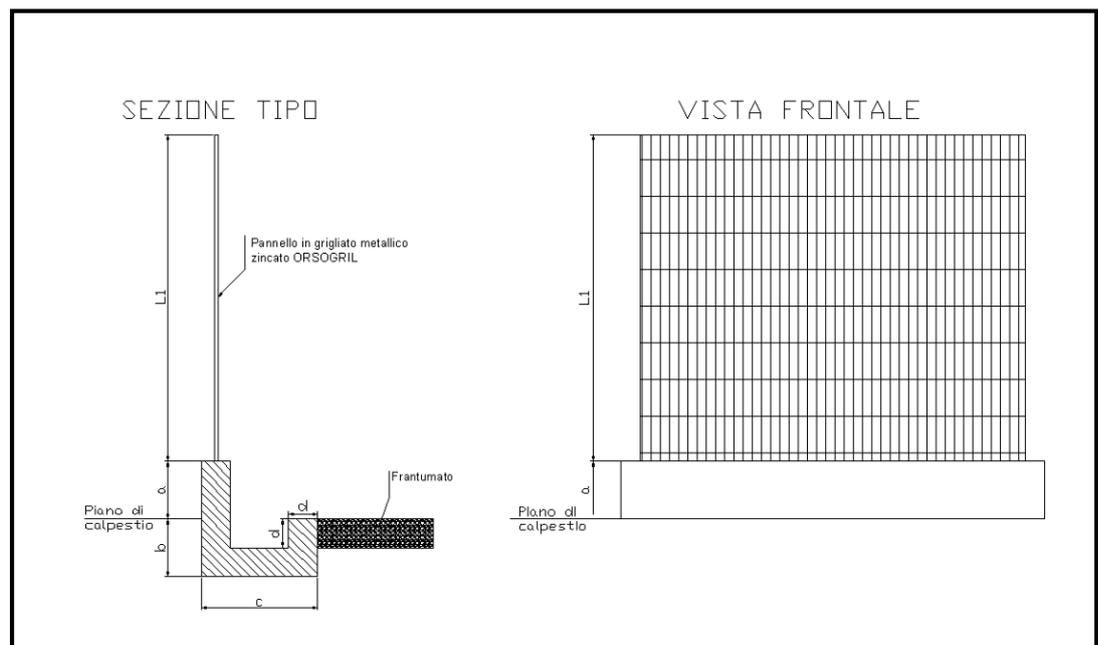
I basamenti saranno previsti in conglomerato cementizio armato gettato in opera, con nervature di irrigidimento.

Le caratteristiche delle strutture di fondazione saranno comunque conformi a quanto previsto dai relativi calcoli, redatti secondo quanto previsto nel Decreto Ministeriale del 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni" che recepisce e codifica univocamente quanto contenuto nelle precedenti disposizioni normative (dalla Legge n°1086/71 del 05/11/1971 all'Ordinanza n°3274 del 20/03/2003 e successiva n°3316 contenente modifiche ed integrazioni).

Recinzioni e Viabilità di Accesso

La recinzione, scelta sulla base di modelli standard, avrà la funzione, oltre che di barriera, di individuazione del perimetro esatto dell'impianto.

Figura 3.4.2.8a Schema della Recinzione



Essa sarà realizzata con rete tipo “orsogrill”, ed avrà un’altezza fuori terra di circa 2,25 m (si veda la Figura 3.4.2.8a).

Come già anticipato, per accedere all’impianto è stato previsto sul lato sud un accesso tramite cancello di 6 m di tipo scorrevole e automatizzato, in modo da permettere agevolmente l’ingresso di mezzi pesanti. Il cancello sarà movimentabile anche manualmente tramite apposita chiave, in caso di emergenza. Il cancello sarà munito di ruote e realizzato con la posa di colonnine laterali in c.a., adiacenti alle quali verrà eretto un piccolo muro di rinforzo. Le fondazioni del cancello, sotto le colonne e i muri di rinforzo laterali, saranno costituite, per ognuno dei due lati, da un basamento in calcestruzzo di 90 cm di profondità avente una pianta di dimensioni 350x100 cm.

L’accesso all’impianto avverrà tramite una strada bianca collegata alla Strada Provinciale n.50.

Sistemazione Aree Interne

La sistemazione delle aree interne, ad eccezione di quelle direttamente interessate dagli impianti o pavimentate, sarà realizzata in terra battuta ricoperta da ghiaia.

Posa in Opera Tubazioni

La posa in opera delle tubazioni avverrà secondo le modalità indicate al §3.4.2.2.

3.4.3

Collegamento Elettrico dell’Impianto Pilota Geotermico: Elettrodotto di Collegamento alla Rete di Enel Distribuzione

Il collegamento tra la cabina elettrica e la Rete di Enel Distribuzione avverrà attraverso un elettrodotto aereo a 20 kV della lunghezza di circa 6 km fino alla Cabina Primaria di Acquapendente.

In Figura 3.4.3a è riportato lo schema unifilare delle connessioni.

Come visibile in figura, l’Impianto Pilota potrà funzionare in isola: gli ausiliari di impianto (compressore gas, pompa di trasferimento alla reiniezione, pompa alimento, motori dei ventilatori.) potranno essere alimentati dalla rete elettrica ed, in caso di malfunzionamento della rete, direttamente dall’Impianto ORC.

Il collegamento elettrico tra i pozzi produttivi e reiniettivi e la cabina di connessione alla rete elettrica, per l’alimentazione degli impianti di iniezione inibitore e le valvole elettriche, avverrà in bassa tensione attraverso cavidotti che correranno a fianco delle tubazioni.

Il tracciato della linea elettrica, della lunghezza di circa 6 km, ha origine dalla cabina di consegna ubicata all’interno del confine dell’area occupata dall’Impianto ORC, e si sviluppa in direzione ovest fino alla C.P. di Acquapendente.

Per dettagli in merito al progetto della linea elettrica si rimanda all'Allegato 7 al Progetto Definitivo.

3.4.4 *Bilancio Energetico*

Il bilancio energetico dell'impianto ORC è riportato in Tabella 3.4.4a dove sono stati considerati, con voci distinte, i consumi degli ausiliari dell'impianto ORC, e le altre utenze elettriche relative all'impianto di trattamento, separazione e reiniezione del fluido geotermico. In tabella è inoltre indicato il calore residuo eventualmente disponibile per teleriscaldamento.

Tabella 3.4.4a Bilanci di Energia per l'Impianto ORC

Parametri	UdM	Valore
Potenza termica da fluido geotermico ⁽¹⁾	MW	55,81
Potenza elettrica lorda al generatore impianto ORC	MW	6,6
<i>Rendimento elettrico lordo</i>	%	11,83
Potenza elettrica ausiliari impianto ORC (pompa circolazione fluido organico e sistema di raffreddamento condensatore)	MW	0,7
Potenza estrattore gas e pompa reiniezione	MW	1,1
Potenza elettrica netta	MW	4,8
<i>Rendimento elettrico netto</i>	%	8,60
<i>Potenza termica disponibile per teleriscaldamento⁽²⁾</i>	MW	41,86

⁽¹⁾ Calcolata tra la temperatura in ingresso e la temperatura di 70 °C

⁽²⁾ Calcolata tra la temperatura di 70°C a valle scambiatore e 25 °C

3.4.5 *Uso di Risorse*

3.4.5.1 *Approvvigionamento Idrico*

Il fluido geotermico, che costituisce in effetti la vera e propria materia prima dell'impianto, viene approvvigionato dai pozzi produttivi come descritto ai precedenti paragrafi. La portata di fluido geotermico approvvigionata per il funzionamento dell'impianto è di circa 800 t/h. La stessa portata di fluido, a seguito del recupero di calore che avviene nell'impianto ORC, viene reiniettata, nel serbatoio geotermico da cui è stata prelevata, attraverso appositi pozzi di reiniezione.

Dal bilancio sul serbatoio geotermico si evidenzia quindi che la realizzazione dell'impianto non consuma acqua geotermica, bensì ne consente il recupero di calore per la produzione di energia elettrica.

Per il funzionamento dell'impianto sperimentale ORC non sono necessari prelievi apprezzabili di acqua industriale e potabile. La necessità di impiego di acqua industriale e potabile sarà infatti da ricondursi alle seguenti attività:

- acqua industriale o potabile:
 - per il saltuario lavaggio di apparecchiature di impianto;
 - per l'accumulo di acqua nel serbatoio del sistema antincendio;

- per la diluizione dell'inibitore di incrostazione.
- acqua potabile per servizi igienici.

Il maggior contributo è dato dall'acqua necessaria per la diluizione dell'inibitore ed è pari a 0,4 m³/giorno per le postazioni AP2 e AP3, e a 1,2 m³/giorno per la postazione AP1.

L'approvvigionamento dell'acqua per tali scopi avverrà mediante emungimento dagli stessi pozzetti che verranno realizzati a fianco alle postazioni per l'approvvigionamento idrico in fase di perforazione.

3.4.5.2 Consumo di Materie Prime ed Altri Materiali

Come descritto nel precedente paragrafo, la principale materia prima necessaria per il funzionamento dell'impianto ORC è l'acqua calda geotermica; a seguito del recupero di calore, esso viene completamente reiniettato nel serbatoio geotermico da cui è stata prelevato.

Per la conduzione dell'impianto ORC sarà necessaria una periodica sostituzione dell'olio lubrificante (circa 1 t/anno) utilizzato per i turbo-espansori e le altre parti in movimento dell'impianto. L'olio esausto sarà conferito ad una ditta specializzata che lo recupererà/smaltirà ai sensi della normativa vigente.

La quantità di isopentano necessaria per reintegrare il circuito è pari a circa 1 kg/giorno ovvero circa 365 kg/anno.

E' inoltre previsto l'utilizzo di una concentrazione di circa 5 ppm di inibitore di incrostazione per un consumo totale annuo di circa 35 t/anno.

3.4.5.3 Uso di Territorio

La superficie interessata dall'impianto sperimentale ORC sarà di circa 7.150 m².

Al termine della perforazione, le piazzole di ciascun pozzo rimarranno recintate, le vasche verranno mantenute e messe in sicurezza con una rete antintrusione.

Di seguito si riporta la superficie recintata di ciascun pozzo:

- Postazione Produttiva AP1: 8503 m²;
- Postazione Produttiva AP2: 7939 m²;
- Postazione Produttiva AP3: 8190 m²;
- Polo di Reiniezione AP4: 9206 m².

3.4.6 Emissioni in Atmosfera

Il progetto dell'impianto pilota non prevede, in condizioni di normale esercizio, nessuna emissione convogliata in atmosfera. Per le emissioni in fase di cantiere e perforazione si rimanda al Paragrafo 4.3.1.



3.4.7

Effluenti Liquidi

L'impianto ORC non produce effluenti liquidi di processo.

Sotto le aree occupate dalle apparecchiature principali dell'impianto ORC sarà predisposta una rete di raccolta di acqua meteoriche inviate ad un sistema di trattamento che separa le acque di prima pioggia (acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio) da quelle di seconda pioggia e le accumula in una vasca interrata (dimensioni 5m x 2,5m x 2,5m), detta "vasca di prima pioggia", capace di contenere tutta la quantità di acque meteoriche di dilavamento (circa 13 m³) risultante dai primi 5 mm di pioggia caduta sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto (circa 2.450 m²).

In questa vasca le acque subiscono un trattamento di decantazione per la separazione dei solidi sospesi. In abbinamento alla vasca di prima pioggia verrà installato un disoleatore, munito di filtro a coalescenza, dimensionato secondo la norma UNI EN 858 parte 1 e 2.

Dato l'inserimento della postazione AP2 e dell'impianto ORC nella cava "Le Greppe", verrà realizzato un fosso di guardia sul lato ovest dell'area di intervento per il drenaggio delle acque meteoriche che scorrono dalla scarpata verso la postazione. Tale fosso avrà, infatti, la funzione di intercettare le acque meteoriche e di deviarle verso l'esistente vasca di prima pioggia a servizio della cava. Tale fosso è rappresentato nella Figura 3.4.2.4a (3di5).

Le acque di seconda pioggia e quelle di prima pioggia in uscita dal disoleatore verranno recapitate mediante la tubazione di scarico alla fognatura bianca locale.

Nel caso si rendesse necessario svuotare le tubazioni di connessione pozzi-impianto ORC per manutenzione il fluido geotermico, come descritto precedentemente, sarà aspirato mediante autobotti dai dreni installati nei punti delle tubazioni che si trovano alle quote più basse, stoccato nelle vasche di acqua sui pozzi produttivi e reiniettato.

3.4.8

Rumore

3.4.8.1

Fase di cantiere

Le sorgenti (con l'indicazione delle relative potenze sonore) che si possono riferire alla fase di cantiere per la costruzione dell'impianto ORC sono riportate nella seguente tabella:

Tabella 3.4.8.1a Potenza Sonora delle Principali Sorgenti in Fase di Cantiere

Num.	Descrizione Sorgente	Tipo Sorgenti	Potenza Sorgente dB(A)
S9-C	Escavatore	Puntiforme	107
S10-C	Pala gommata	Puntiforme	105
S11-C	Gru a torre	Puntiforme	98
S12-C	Gruppo elettrogeno	Puntiforme	97
S13-C	Betoniera	Puntiforme	105

La caratterizzazione acustica delle sorgenti relative ai mezzi e macchinari per le costruzioni edili (S9-S13) sono riconducibili ai limiti massimi imposti dalla normativa di riferimento “concernente l’emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all’aperto” Direttiva 2000/14/CE modificata con provvedimento europeo 2005/88/CE. I limiti massimi permettono di poter considerare lo scenario peggiore identificabile in cantiere considerando anche la contemporaneità dell’uso di tutti i macchinari. Tale contemporaneità è da intendersi come scenario teorico peggiore, difficilmente riscontrabile nella realtà del futuro cantiere.

3.4.8.2 Fase di esercizio

Le principali sorgenti di emissione sonora dell’impianto ORC sono le seguenti:

- condensatore del vapore;
- gruppo di generazione (turbine e generatore);
- pompe di alimento del fluido organico.

Le velocità nelle tubazioni di trasferimento sono dell’ordine di 1,5 m/s e pertanto non in grado di produrre emissioni sonore percepibili. Altrettanto modeste saranno le emissioni sonore delle cabine elettriche sui pozzi di produzione e reiniezione.

Nella Tabella 3.4.8.2a è indicata la potenza sonora delle principali sorgenti presenti nella Centrale per la produzione di energia elettrica.

Tabella 3.4.8.2a Principali Sorgenti Sonore dell’Impianto ORC per la Produzione di Energia Elettrica

Rif. Sorgente	Descrizione	Potenza dBA
S1	Condensatore (n.36 ventilatori)	86 ⁽¹⁾
S2	Gruppo Turbine-Generatore	85
S3	Pompe alimentazione fluido (n.2)	90 ⁽²⁾
⁽¹⁾ Il valore è riferito ad un unico ventilatore ⁽²⁾ Il valore di potenza è riferito alla singola pompa		

Dalla relazione progettuale emergono dunque i valori di calcolo per la valutazione previsionale:

- S1 - i condensatori del vapore sono collocati ad un'altezza di circa 10 metri dal suolo sulla struttura metallica dell'impianto. Ai fini di un calcolo previsionale che consideri l'aspetto più gravoso del rumore prodotto, sono state considerate n.36 sorgenti puntiformi. La caratterizzazione acustica della sorgente deriva dalle indicazioni del costruttore "ORMAT": per ogni unità nel modello si è assunto un Livello Sonoro Equivalente (ad 1 metro) pari a 75 dB(A). Il valore di potenza sonora emessa (LW) pari a 86 dB(A) è stato calcolato tramite il software previsionale IMMI;
- S2 - le due pompe di alimentazione del fluido sono state considerate come sorgenti di tipo puntiforme posizionate a circa 1 metro da terra. La caratterizzazione acustica della sorgente deriva dalle indicazioni del costruttore "ORMAT": si è assunto un Livello Sonoro Equivalente (ad 1 metro) pari a 95 dB(A). Il valore di potenza sonora emessa (LW) pari a 90 dB(A) è stato calcolato tramite il software previsionale IMMI prendendo in considerazione l'installazione di una struttura di isolamento acustico sull'attrezzatura, in grado di garantire un abbattimento pari a un massimo di 15 dB(A);
- S3 - il gruppo turbina è stato considerato come una sorgente di tipo puntiforme valutata a 1 metro da terra. La caratterizzazione acustica della sorgente deriva dalle indicazioni del costruttore "ORMAT": si è assunto un Livello Sonoro Equivalente (ad 1 metro) pari a 90 dB(A). Il valore di potenza sonora emessa (LW) pari a 85 dB(A) è stato calcolato tramite il software previsionale IMMI prendendo in considerazione l'installazione di una struttura di isolamento acustico sull'attrezzatura, in grado di garantire un abbattimento pari a un massimo di 15 dB(A).

Le rimanenti sorgenti sonore fanno parte delle attività già presenti in sito e vengono computate all'interno del rumore "residuo" dell'area inteso come situazione di esercizio.

3.4.9 *Rifiuti*

Le tipologie di rifiuti a cui darà luogo l'impianto sono le seguenti:

- olii lubrificanti esausti;
- rifiuti derivanti dalla normale attività di pulizia.

Tali rifiuti saranno smaltiti a norma di legge dalle aziende che effettueranno la manutenzione.

3.4.10 *Traffico*

L'impianto Pilota non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

3.4.11

Benefici Ambientali e Opportunità Economiche

La realizzazione dell'impianto pilota in progetto, consentirà di "non emettere" 19.350 t/anno di anidride carbonica e 60 t/anno di NOx producendo 40 GWh/anno di energia "verde" da fonti rinnovabili piuttosto che da combustibile fossile. Infatti, per produrre 1 kWh elettrico vengono utilizzati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh termici, sotto forma di combustibili fossili e, di conseguenza, vengono emessi nell'atmosfera circa 0,484 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione, fonte: Ministero dell'Ambiente) e 0,0015 kg di NOx (fonte: norma UNI 10349).

Per avere una stima delle ulteriori riduzioni della emissioni evitate, basta prendere in esame la potenza termica ricavabile dal solo flusso in reiniezione a 70°C calcolata con riferimento ad una temperatura di 25°C. Il valore è riportato nella Tabella 5.4.1a del Progetto Definitivo ed ammonta a oltre 40Mw.

Tale valore non comprende l'eventuale apporto di calore estraibile dal maggior flusso di acqua geotermica alla temperatura massima di produzione cui si è accennato sopra che costituisce un'ulteriore opportunità significativa.

Pur facendo riferimento al solo calore estraibile dal flusso in reiniezione e trascurando l'altro apporto, la quantità di gas serra (CO₂) evitata ammonterebbe a ulteriori 44000 tonnellate anno nell'ipotesi assumendo di sostituire metano come fonte primaria di riscaldamento per 4000 ore anno.

E' evidente che all'utilizzazione termica diretta del calore è associata anche un'opportunità di sviluppo economico non indifferente. L'esperienza dimostra che l'utilizzazione di fluidi geotermici ha favorito in genere lo sviluppo economico locale sia in Italia che nel resto dell'Europa.

A fianco dei grossi centri termali oramai storicamente affermati come Abano, Montegrotto e numerosi altri più o meno noti, ve ne sono numerosissimi altri minori ma non meno importanti a livello locale: Terme di Caldana e Calidario di Venturina (LI), San Giuliano Terme (PI), Saturnia, San Casciano T., Chianciano Terme, San Filippo, solo per citarne alcuni vicini e lontani, più o meno noti.

Un interessante esempio recente di integrazione tra attività agrituristica e termale è quello delle terme di Sassetta (LI) dove un agriturismo, avendo scoperto per caso la presenza di una sorgente di acqua termale nel proprio terreno, ha integrato con successo la propria attività agrituristica, con quella del turismo termale.

Anche all'estero negli ultimi decenni si è assistito a iniziative di rilievo in Germania, Austria, Francia ecc. Si può affermare che, nei paesi ad economia avanzata i centri benessere hanno avuto un deciso sviluppo, in particolare se associati alla geotermia perché favoriti dalla disponibilità di calore a basso costo e dal fascino del calore endogeno, specialmente dove è stato valorizzato dal punto di vista commerciale.

Quindi un approccio imprenditoriale che valorizzi la disponibilità del calore endogeno, è sicuramente una chiave di successo per lo sviluppo economico del territorio.

Nella zona di Castel Giorgio e Torra Alfina sono presenti, anche se in maniera meno diffusa che altrove, aziende agrituristiche che possono trarre notevoli vantaggi dalla disponibilità di calore geotermico a basso costo e costituire il nucleo dello sviluppo di cui sopra.

In effetti la quantità di calore contenuto nel fluido di reiniezione prevista dal progetto è ingente e il suo eventuale impiego è tecnologicamente accessibile.

Da ciò nascono le condizioni per un'estesa utilizzazione della fonte geo-termica e quindi una conseguente ulteriore marcata riduzione delle emissioni di gas serra che altrimenti si avrebbero dall'utilizzazione di fonti energetiche tradizionali.

3.4.12 *Fase di Costruzione*

Le principali fasi per la costruzione dell'impianto in progetto, non considerando la fase di progettazione e costruzione in officina dell'impianto ORC della durata di circa 16 mesi, sono le seguenti:

- Fase 1: preparazione delle aree, realizzazione fondazioni e strutture: *durata circa 2 mesi e mezzo;*
- Fase 2: posa in opera tubazioni: *durata circa 5 mesi;*
- Fase 3: installazione e montaggio delle parti meccaniche ed elettro-strumentali: *durata circa 7 mesi;*
- Fase 4: commissioning, messa in servizio e test: *durata circa 4 mesi.*

Il numero di addetti previsti in cantiere per ciascuna fase di lavoro varierà tra le 20 e le 60 presenze giornaliere.

Il dettaglio delle attività previste per ciascuna fase è riportato di seguito.

3.4.12.1 **Fase 1: Preparazione delle Aree e Realizzazione Fondazioni e Strutture**

Le attività previste sono di seguito elencate:

- recinzione e preparazione dell'area di cantiere;
- scavi e sbancamenti;
- realizzazione fondazioni condensatore ad aria, turbina e generatore, scambiatori di calore e separatore gas liquido,
- realizzazione fondazioni cabinato con quadro comandi;
- realizzazione fondazioni cabina consegna energia elettrica;
- realizzazioni reti interrato raccolta acque meteoriche;
- riempimenti e compattazioni.

Considerando la modesta incidenza delle opere civili i movimenti terra saranno ridotti al minimo e il terreno scavato sarà in parte impiegato per la risistemazione dell'area di sito e in parte riutilizzato nei terreni agricoli limitrofi.

3.4.12.2 Fase 2: Tubazioni Adduzione e Reiniezione

Le tubazioni di collegamento tra pozzi ed impianto ORC verranno realizzate in acciaio, saranno preisolate e saranno interrate con l'applicazione delle modalità di posa standard, che prevedono la seguente sequenza di attività:

- esecuzione della pista di lavoro;
- sfilamento dei tubi lungo la pista;
- saldatura dei tubi;
- controlli non distruttivi sulle saldature;
- rivestimento dei giunti di saldatura;
- posa della condotta;
- eventuale pretensionamento;
- copertura dei tubi con sabbia esente da pietre fino a 100 mm al di sopra della generatrice superiore del rivestimento esterno del tubo;
- compattatura sabbia;
- rinterro;
- ripristino condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

3.4.12.3 Fase 3: Montaggi Meccanici ed Elettro-Strumentali

Le attività previste sono di seguito elencate:

- montaggi meccanici ed elettro-strumentali dell'impianto a ciclo binario e degli ausiliari: scambiatori di calore, condensatore ad aria, tubazioni e pompe di ricircolo fluido organico, turbo-espansori e generatore energia elettrica;
- montaggi meccanici ed elettro-strumentali del separatore gas/liquido;
- montaggi meccanici ed elettro-strumentali scambiatore predisposto per il teleriscaldamento;
- montaggio della cabina di consegna dell'energia elettrica;
- montaggio della cabina con il quadro di controllo dell'impianto.

3.4.12.4 Fase 4: Commissioning, Messa in Servizio e Test

Le attività previste per questa fase sono di seguito elencate:

- commissioning e avviamento dell'impianto dosaggio inibitore;
- commissioning e avviamento separatore;
- commissioning e avviamento impianto ORC;
- commissioning e avviamento impianti elettrici e montanti di macchina;
- commissioning e avviamento impianti strumentali e DCS;
- prove di avviamento e test funzionali;
- prove di performance.

3.4.12.5 Cronoprogramma

Si prevede di realizzare l'intero progetto in circa 27 mesi a partire dalla data di ottenimento di tutte le autorizzazioni in accordo al cronoprogramma riportato in Figura 3.4.12.5a.

3.4.12.6 Movimento Terra

Come dettagliato nel seguito, sia per l'impianto ORC che per le tubazioni, il terreno scavato verrà riutilizzato in loco, per i rinterri e le sistemazioni interne all'area di cantiere.

Per quanto riguarda la parte eccedente, come riportato nel Piano di Utilizzo (costituente l'Allegato E al presente SIA) predisposto ai sensi del D.M. 161/2012, essa sarà conferita come rifiuto (a smaltimento/recupero) in apposito centro specializzato.

Impianto ORC

Gli scavi saranno eseguiti secondo gli elaborati di progetto esecutivo e della relazione geologica e geotecnica esecutiva, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo.

Nella esecuzione degli scavi in genere si procederà in modo da impedire scoscendimenti e franamenti. Gli scavi saranno opportunamente puntellati e dotati di robuste armature. Ove necessario saranno eseguite armature continue a "cassa chiusa".

Le volumetrie indicative degli scavi e dei riporti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 3.4.12.6a Bilancio Scavi Riporti

Scavi	Volume (m ³)	Note
Materiale da Scavo di scotico	2.789	Scavo dei primi 30 cm di terreno vegetale dell'area di impianto
Materiale da Scavo di sbancamento	3.162	Tale scavo è necessario per il livellamento al piano di progetto dell'area
Scavi a sezione obbligata	1.820	Per la realizzazione delle fondazioni delle strutture e delle apparecchiature d'impianto.
Rinterri per livellamento area	2.804	Effettuato con il terreno degli scavi di sbancamento
Rinterri per il riempimento scavi fondazioni	1.292	Effettuato con terreno proveniente da scavi a sezione obbligata
Terreno residuo	1.085	358 m ³ servirà al livellamento della postazione AP2 (area adiacente) e 727 m ³ verranno inviati a centri di smaltimento/recupero.
Inerti per ossatura area di impianto	1.377	Spessore ossatura 0,3 m.

Il terreno residuo e il terreno vegetale proveniente dallo scotico dei primi 30 cm dell'area d'impianto, secondo quanto riportato nel Piano di Utilizzo (Allegato E),

saranno conferiti come rifiuto (a smaltimento/recupero) in apposito centro specializzato.

Tubazioni

Le operazioni di scavo verranno condotte in modo tale da mantenere inalterate le condizioni pedologiche delle aree interessate, ripristinando di fatto la situazione stratigrafica ante-operam.

In particolare si procederà ad accantonare in cumuli distinti i diversi materiali di risulta dello scavo.

La sequenza delle operazioni viene riportata nel seguito:

- asportazione dello strato superficiale di 30 cm, costituente il terreno vegetale e formazione di un primo cumulo;
- scavo della trincea fino alla profondità richiesta, in base al diametro della condotta e accantonamento del materiale di risulta in un cumulo distinto dal precedente;
- posa di uno strato di 10 cm sabbia esente pietre;
- posa della tubazione e dei cavidotti (per il passaggio dei cavi di potenza e di segnale);
- ricopertura con sabbia esente pietre delle condotte, fino a 10 cm sopra l'estradosso della tubazione del fluido geotermico;
- riempimento con il terreno di risulta estratto alla profondità corrispondente o comunque della stessa tipologia (in accordo alla stratigrafia del terreno interessato);
- ricopertura fino al piano campagna degli ultimi 30 cm della trincea impiegando i corrispondenti 30 cm derivati dallo scotico dello strato vegetale precedentemente accantonato.

I livelli di permeabilità post operam saranno mantenuti equivalenti a quelli preesistenti ai lavori sia grazie al ripristino della stratigrafia ante operam, che mediante il costipamento del terreno ogni 30-40 cm di terreno posato per il reinterro. In tal modo si ottiene una uniforme compattazione dei vari livelli di terreno reinterro e si evita che si verifichino delle canalizzazioni preferenziali in senso verticale o orizzontale

Inoltre, successivamente alle fasi di reinterro della condotta, si procederà alla riprofilatura dell'area interessata dai lavori e alla riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno in modo da riattivare le linee di deflusso idrico eventualmente presenti.

Come già detto, il progetto prevede che i terreni movimentati durante le attività di scavo vengano reimpiegati per i rinterri e le riprofilature del sito all'interno delle aree di cantiere. Il terreno in eccesso, secondo quanto riportato nel Piano di Utilizzo (Allegato E), sarà conferito come rifiuto (a smaltimento/recupero) in apposito centro specializzato.

L'area di cantiere corrisponde ad una fascia di ampiezza circa 5 m lungo il tracciato delle tubazioni stesse: tale estensione è legata alle modalità di posa delle tubazioni stesse che avverrà impiegando un mezzo pesante posto in affiancamento alla trincea, progredendo lungo il tracciato delle tubazioni (l'ampiezza del cantiere è pertanto definita dall'ampiezza della trincea e dall'ingombro dei mezzi pesanti).

In ogni caso gli scavi saranno eseguiti secondo gli elaborati di progetto esecutivo e della relazione geologica e geotecnica esecutiva, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo.

Il terreno proveniente dagli scavi in corrispondenza degli attraversamenti stradali sarà interamente conferito a impianti di smaltimento/recupero: i reinterri verranno eseguiti utilizzando materiale arido di cava reperito da fornitori locali per conferire allo scavo la consistenza necessaria a sopportare il carico stradale. Alla fine dei lavori il manto stradale sarà completamente ripristinato.

Le volumetrie indicative degli scavi e dei riporti per la posa delle tubazioni sono riportati nella seguente Tabella (per i tratti delle tubazioni si faccia riferimento alla Figura 3.4.2.2b).

Tabella 3.4.12.6b Bilancio Scavi Riporti

Tratto	Scavi	Volume (m ³)	Note
T-AP1			
	Materiale da Scavo	1236	
	Sabbia di riempimento	296	
	Rinterro	749	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	512	
T-AP2			
	Materiale da Scavo	265	
	Sabbia di riempimento	61	
	Rinterro	176	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	80	
T-AP3			
	Materiale da Scavo	848	
	Sabbia di riempimento	196	
	Rinterro	560	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	266	
T-AP13			
	Materiale da Scavo	2304	
	Sabbia di riempimento	558	
	Rinterro	1344	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	1048	
T-AP4a / T-AP4b (tratto in area agricola)			
	Materiale da Scavo	1815	
	Sabbia di riempimento	453	
	Rinterro	1198	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	645	
T-AP4as / T-AP4bs (tratto su strada sterrata)			
	Materiale da Scavo	166	
	Sabbia di riempimento	54	
	Materiale arido da cava	92	
	Materiale residuo a smaltimento/recupero	166	
T-AP4c			
	Materiale da Scavo	1447	
	Sabbia di riempimento	342	
	Rinterro	908	Effettuato con materiale risultante dagli scavi
	Terreno residuo	543	

3.4.12.7 Materiali

I materiali utilizzati in cantiere per la realizzazione delle opere saranno prelevati da cave e centrali di betonaggio ubicate nelle vicinanze, e soprattutto per le seconde, ad una distanza non superiore ai 30/40 minuti di viaggio.

Tale prescrizione risulta fondamentale al fine di non fornire un prodotto ammalorato dal lungo trasporto soprattutto durante i periodi estivi.

Il consumo di acqua sarà minimo in quanto il calcestruzzo sarà trasportato sul luogo di utilizzo già pronto per l'uso. L'acqua necessaria sarà esclusivamente quella utilizzata per la bagnatura delle aree di cantiere. Tale acqua verrà approvvigionata dall'acquedotto locale.

Tutti gli altri materiali edili saranno forniti in funzione dei contratti di fornitura stipulati con le imprese realizzatrici.

3.4.12.8**Mezzi di Cantiere**

La realizzazione del nuovo impianto richiederà l'utilizzo di macchine di trasporto ed operatrici, che verranno impiegate nel periodo dei lavori di costruzione in maniera diversificata secondo le effettive necessità. In particolare, verranno utilizzate le seguenti macchine:

- autocarri;
- autobetoniere;
- escavatori;
- pale meccaniche.
- attrezzature specifiche in dotazione alle imprese esecutrici quali carrelli elevatori, piega ferri, saldatrici, flessibili, seghe circolari, martelli demolitori, ecc..

3.4.13***Analisi dei Malfunzionamenti e dei Rischi***

La presente analisi dei malfunzionamenti è volta ad identificare i potenziali rischi connessi alle attività del Progetto nelle condizioni di esercizio e gli effetti che questi potrebbero avere sull'ambiente.

Per l'analisi dei possibili incidenti in fase di perforazione si rimanda al Paragrafo 3.3.3.6 nel quale sono riportate le Condizioni di Sicurezza durante la Perforazione.

E' opportuno sottolineare che, fatte salve le novità tecnologiche introdotte dal presente progetto (fluido emissioni nulle in atmosfera e recupero di energia), lo sfruttamento dell'energia geotermica con impianti a ciclo organico e con reiniezione totale o parziale del fluido è una pratica corrente. Si pensi che gli impianti ORC installati da ORMAT, maggior costruttore mondiale di impianti ORC, sono 15 per una potenza installata di oltre 600 MW, per gran parte negli USA e che la potenza degli impianti geotermici installati nel mondo ammonta a circa 11.000 MW per una produzione di energia elettrica di oltre 60.000 GWh/anno. Tutti gli impianti praticano ormai la reiniezione totale o parziale del fluido.

La tecnologia per questo tipo di progetti è pertanto avanzata e le soluzioni tecniche per la prevenzione dei rischi sono affidabili e molto avanzate.

Ai fini dell'analisi dei possibili malfunzionamenti l'impianto pilota è stato suddiviso in due macro sezioni:

- sistema fluido geotermico (pozzi e acquedotti);
- impianto ORC.

Di seguito, per ciascuna sezione, si riporta l'analisi dei potenziali malfunzionamenti e dei rischi, le conseguenze ad essi associate e i sistemi di controllo/accorgimenti messi in atto per prevenirli e in ogni caso per contenerli efficacemente.

Si rimanda inoltre al Paragrafi 4.3.7.2 del Progetto Definitivo per una trattazione dettagliata sugli accorgimenti adottati per la protezione delle falde.

3.4.13.1 Sistema Fluido Geotermico (Pozzi e Acquedotti)

I potenziali fenomeni associati al sistema fluido geotermico che potrebbero causare effetti sull'ambiente sono:

- rilascio di fluido geotermico sia dai pozzi che dalle tubazioni interrate e fuori terra;
- innesco attività sismica;
- subsidenza.

Rilascio di Fluido Geotermico

Il progetto delle tubazioni interrate utilizzate come acquedotti, prevede la protezione nei riguardi di tutte le forme di indebolimento strutturale delle tubazioni rispetto al loro assetto progettuale e di montaggio.

Le possibili cause che potrebbero portare ad un rilascio di fluido geotermico sul suolo o sottosuolo sono:

- perdita di contenimento delle tubazioni/pozzi per corrosione;
- danneggiamento tubazioni in esterno per urti;
- perdita attraverso il casing dei pozzi;
- perdita per difetto di isolamento della formazione di copertura a seguito perforazione.

Perdita per Fenomeni Corrosivi

Il fluido geotermico in pressione presenta caratteristiche debolmente corrosive per l'acciaio al carbonio, in quanto ha pH acido oltre alla discreta presenza di cloruri. Da dati sperimentali su numerosi campi geotermici aventi fluidi di composizione simile a quella del Campo Geotermico di Torre Alfina, si è potuto valutare in circa 0,2 mm/anno la corrosione massima sull'acciaio al carbonio costituente le tubazioni.

Al fine di evitare danneggiamenti delle tubazioni per corrosione, si è pertanto previsto un sovrasspessore di corrosione calcolato per un periodo di funzionamento di 30 anni, cioè di 6 mm.

Inoltre la coibentazione e i giunti dielettrici rendono le tubazioni completamente isolate da correnti vaganti che potrebbero indurre fenomeni corrosivi dall'esterno.

Al fine di verificare l'andamento della corrosione e prevenire sul nascere eventuali perdite sono stati previsti i seguenti controlli:

- controlli non distruttivi spessimetrici con tecnologia a ultrasuoni su tutta la circonferenza delle tubazioni tra i pozzi e l'inizio del percorso interrato e in alcuni altri dislocati lungo il percorso di ciascuna tubazione tra i pozzi e la centrale e tra questa e i pozzi di reiniezione ogni 6 mesi;
- controllo con "pig" intelligenti su tutto il sistema di tubazioni ad ogni fermata programmata (all'incirca ogni 2 anni).

Mentre il sistema di controllo delle perdite descritto precedentemente permette di rilevare e localizzare istantaneamente eventuali perdite anche minime di acqua dalle tubazioni, il controllo periodico dello spessore ne assicura l'integrità strutturale nel tempo.

La stessa metodologia di controllo è applicata anche per la verifica nel tempo del casing di produzione dei pozzi, ovvero del casing su cui è montata la testa pozzo e del tubing che sostiene la pompa di estrazione dell'acqua, verificandone lo stato nella parte terminale in prossimità della testa pozzo.

Infine, al fine di verificare l'andamento della corrosione e prevenire sul nascere eventuali perdite è previsto un sistema di monitoraggio come descritto al Paragrafo 5.3.

Perdita dalla Tubazioni per Urti

Le parti delle tubazioni fuori terra sono ubicate solamente all'interno delle aree pozzi e della centrale ORC che sono recintate e accessibili solamente da personale addestrato. Inoltre i tratti di tubazione esposti saranno adeguatamente protetti da urti di macchinari o altro.

Nelle aree agricole le tubazioni sono posate in modo tale che tra l'estradosso della tubazione e il piano campagna ci sia una distanza di 1,5 m: ciò garantisce che non ci siano urti con attrezzi agricoli che potrebbero generare danneggiamenti alla tubazione. Per gli accorgimenti adottati, appena descritti, si ritiene che il rischio per l'ambiente associato alla perdita di contenimento delle tubazioni per urto sia ridotto ad un livello assolutamente non significativo.

Inoltre, anche le tubazioni fuori terra sono dotate di sistema di rilevazione perdite descritto al paragrafo, collegato ad un sistema di allarme in sala controllo, capace di individuare con uno scarto di pochi metri il punto della perdita.

Perdita Attraverso i Casing dei Pozzi

Come descritto al Paragrafo 3.3, dopo l'inserimento delle prime due tubazioni del diametro di 24,4" e 18 5/8" rispettivamente , è previsto di completare l'isolamento della formazione più superficiale mediante una terza tubazione in acciaio, di diametro 13"3/8, con scarpa ancorata nel serbatoio o in prossimità di esso. Anche questa si prevede sia cementata interamente in modo da creare un sistema di tubazioni multiplo, a "cannocchiale", aventi reciproca funzione di "cerchiatura" onde assicurare la più alta efficacia ed efficienza nei riguardi della resistenza strutturale e della capacità di tenuta, oltre che dell'affidabilità nel tempo.

Si richiama l'attenzione anche sul fatto che la produzione dai pozzi avviene ad una pressione veramente modesta, infatti i pozzi produrranno con una pressione di testa pozzo non superiore a 5 bar. Se si raffronta questo valore con la pressione che produce lo snervamento dell'acciaio nei casing di produzione, diametro 13"3/8, che è di almeno 180 bar, si deduce che il grado di sicurezza è veramente in grado di coprire ogni ragionevole rischio.

Anche dal punto di vista delle sollecitazioni termiche, la temperatura di esercizio dei casing, intorno a 130°C, è veramente lontana da generare una qualche preoccupazione di perdita di fluido.

Per i dettagli costruttivi dei pozzi si veda il Paragrafo 3.3.

Per ulteriore maggior sicurezza è stato inoltre previsto un controllo periodico del flusso di gas dai suoli, sia in vicinanza dei pozzi che lungo i percorsi degli acquedotti così come riportato nel documento che descrive il sistema di controllo demandato alla competenza dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) riportato meglio negli Allegati I e L.

Ipotetica Perdita per Difetto di Isolamento della Formazione di Copertura a seguito della Perforazione

La formazione litologica che esercita funzione di copertura impermeabile al di sopra del serbatoio geotermico è costituita dalle rocce argillose del flysch o neogeniche site al di sotto delle falde idriche superficiali ospitate nelle rocce vulcaniche.

Se non esistesse questa copertura, tutte queste falde sarebbero "naturalmente" contaminate dal fluido geotermico perché in connessione idraulica con esso e a conclusione dei fenomeni geologici di consolidamento delle rocce e di diffusione dei fluidi, sarebbero esse stesse in pressione, cosa che invece non è (si veda la descrizione della geochimica dell'acquifero nelle vulcaniti riportata nel successivo Paragrafo 4.2.2.2).

Il monitoraggio delle emissioni naturali di gas CO₂ dal terreno, eseguito da INGV in maniera molto capillare, riportato in Allegato L conferma la eccellente capacità di isolamento della copertura. La Figura 3 dello stesso allegato mette in evidenza come le zone ad emissione anomala di CO₂ (peraltro molto debole) siano pochissime, assolutamente delimitate oltre che distanti da tutti i pozzi esistenti e quindi anche dalle zone interessate dalla perforazioni dei nuovi pozzi geotermici.

Una nuova campagna di misure eseguita da INGV nel Maggio 2013, riportato nell'Allegato L, ha rilevato valori di flusso di CO₂ dal suolo ancora più bassi, di sicura origine non endogena. Quindi, in prossimità dei futuri pozzi non sono presenti zone permeabili che possano far pensare ad un collegamento, ancorché tenue, tra il serbatoio geotermico e la falda acquifera oggetto della presente analisi.

Anzi, tenuto conto delle caratteristiche geologiche della formazione di copertura, le modalità tecniche di cementazione dei casing previste per i nuovi pozzi

produrranno condizioni di isolamento della formazione nell'intorno dei pozzi ancora più sicure dello stato naturale.

Infatti, la parte che conferisce maggiore impermeabilità alla copertura, è situata nella parte più profonda e immediatamente a ridosso del serbatoio, cioè dove massima sarà la capacità di penetrazione (quindi di impermeabilizzazione) della colonna di malta cementizia pompata in pozzo per la cementazione dei casing.

Per queste ragioni, anche qualora esistessero, per ipotesi irrealistica come osservato sopra, percorsi verticali o zone laterali in prossimità dei pozzi con minore grado di impermeabilità, le modalità di cementazione previste permetterebbero di produrre nell'intorno del foro, grazie alla elevata densità della malta e alle sue caratteristiche reologiche, una situazione di impermeabilità sicuramente migliorativa di quella esistente allo stato naturale.

Di ciò si trova conferma anche nel fatto che nell'intorno dei pozzi dell'ENEL tuttora presenti e attivi al momento del monitoraggio INGV non è stata rilevata alcuna manifestazione anomala di gas. Questo vale non solo per i pozzi Alfina2, 4 e 14 ma anche per il pozzo Alfina 13 (utilizzato da ENEL per la produzione di anidride carbonica) che, da questo punto di vista, rappresenta un'evidenza ancor più significativa. Infatti, il pozzo Alfina 13, tuttora non chiuso minerariamente, si trova a poche centinaia di metri dall'unica manifestazione emissiva naturale, sita in prossimità del paese Torre Alfina. Questo pozzo, che attraversa direttamente la cappa di gas, è l'unico tra i pozzi al momento del rilievo INGV ancora attivi ad avere la testa pozzo in pressione, a circa 40 bar. Per questa ragione era stato utilizzato da ENEL per l'estrazione della CO₂ fino a pochi anni fa.

Il pozzo ha un'età di circa 40 anni ed è quindi stato costruito con tecnologie che, per quanto efficaci, oggi possono essere considerate obsolete. Nonostante ciò, a tutt'oggi nella zona circostante il pozzo non sono osservabili nemmeno strumentalmente emissioni anomale di gas. Nella zona circostante e intorno alla cantina del pozzo stesso l'emissione è a livello proprio del terreno vegetato (Figura 31 dell'Allegato 1 "Relazione Geologica" del Progetto Definitivo e Figura 3 dell'Allegato L - "Campagna di misura deflusso di CO₂ dal suolo su aree target" al presente SIA).

Ciò costituisce un'altra conferma sperimentale che il rischio di un basso isolamento del serbatoio è, in concreto e nelle zone selezionate per il progetto, praticamente inesistente.

Per inciso, si osserva anche che dalle perforazioni eseguite per la ricerca di acqua potabile, risulta che il livello idrostatico della falda idropotabile si trova a una profondità variabile da 60 a 90 metri (si veda Allegato Q). Da misure eseguite nei pozzi e riportate nelle pubblicazioni ENEL, il livello idrostatico nei pozzi profondi risulta intorno a 170 m.

Dunque, se anche esistessero gli ipotetici "camini" di connessione verticale tra l'acquifero e il serbatoio geotermico, la pressione idrostatica dell'acquifero in corrispondenza dell'ipotetico punto di connessione tra camino e serbatoio, sarebbe maggiore della pressione del fluido nel serbatoio.

Ciò costituisce una condizione di sicurezza *intrinseca* contro la fuoriuscita di fluidi dal serbatoio attraverso percorsi ipotetici esterni ai pozzi *durante tutte le fasi pre-esercizio* durante le quali la pressione dei pozzi sarà nulla come nel caso dei pozzi Enel .

Eventuale Sismicità Indotta dalla Reiniezione nell'Esercizio di un Campo Geotermico

La reiniezione di fluido è pratica corrente in tutti i moltissimi campi geotermici in esercizio nel mondo. Le aree interessate sono tutte sismicamente attive, in quanto i serbatoi utilizzati hanno alta permeabilità proprio a causa della fatturazione naturale delle rocce.

Come risulta dalla rassegna degli studi sulla sismicità indotta riportata nell'Allegato G, nella maggior parte dei campi geotermici convenzionali, dove la circolazione del fluido avviene in condizioni bilanciate (senza sovrappressione) come nel caso del progetto di Torre Alfina, non è stata riportata alcuna sismicità indotta avvertita. Nei pochi casi in cui questo è avvenuto, la sismicità indotta è consistita di piccoli terremoti o micro terremoti che non hanno provocato alcun danno neanche alle strutture industriali geotermiche più vicine.

Per inciso, si sottolinea che molto diverso è il caso dei progetti EGS (Enhanced Geothermal System) che hanno per obiettivo la creazione di un serbatoio artificiale iniettando grandi volumi di acqua in pressione in rocce calde a bassa permeabilità proprio allo scopo di indurre scivolamenti sismici e innalzare la permeabilità di fratture preesistenti. Tuttavia anche nei progetti EGS non sono noti casi di terremoti indotti da iniezione ad alta pressione che abbiano causato danni apprezzabili.

In ogni caso, come già precisato, nella zona del progetto è già attiva e realizzata una rete microsismica dedicata gestita dall'INGV avente lo scopo di monitorare la sismicità naturale e l'eventuale sismicità indotta (si veda Allegato I).

Eventuali Fenomeni di Subsidenza nell'Esercizio di un Campo Geotermico

L'estrazione di fluidi dal sottosuolo può dar luogo a fenomeni di subsidenza (abbassamento locale del suolo) causati dalla diminuzione di pressione del fluido nel serbatoio, soprattutto quando l'estrazione non è compensata dalla reiniezione.

Nell'Allegato F viene presentata una rassegna dei fenomeni di subsidenza riscontrati nell'esercizio dei campi geotermici di Larderello-Travale e di altri campi in USA, Messico e Nuova Zelanda. In tutti i casi è evidente che la subsidenza si sviluppa soprattutto in assenza di reiniezione, che invece è prevista per gli impianti pilota di Castel Giorgio e Torre Alfina per l'intera quantità di fluido estratto.

In ogni caso è previsto il monitoraggio dei movimenti del suolo nell'area del progetto da parte di tecnici esperti dell'INGV utilizzando tecniche satellitari (metodi GPS e DinSAR, si veda Allegato F).



3.4.13.2 Impianto ORC

I potenziali pericoli associati all'esercizio dell'impianto ORC che potrebbero causare effetti sull'ambiente sono correlati a perdite di isopentano.

Dato che:

- la progettazione dell'impianto verrà eseguita secondo le migliori pratiche ingegneristiche e in conformità agli standard di progettazione europei e nord americani;
- l'impianto è dotato di sistema di rilevazione con allarme in sala di controllo che permette la rapida individuazione del punto di perdita e la conseguente intercettazione per limitarne l'entità;
- l'impianto è ubicato all'aperto ed è dotato di tutti i presidi di sicurezza antincendio;
- le apparecchiature contenenti isopentano sono collocate su aree impermeabilizzate e cordolate;
- tutto il personale d'impianto è formato per gestire eventuali sversamenti di isopentano secondo idonee procedure operative.

Si ritiene che il rischio per l'ambiente associato alla perdita di isopentano, anche in considerazione del limitato Hold up di fluido sia non significativo e comunque l'impianto sarà progettato prevedendo tutti gli accorgimenti necessari come prescritto dalle normative in materia di sicurezza e della prevenzione del rischio di incendio.

3.4.14 *Dismissione*

Alla fine della sua vita tecnica, stimabile in oltre 25 anni, si procederà alla dimissione della Centrale e delle opere connesse, per la quale si prevedono le seguenti fasi:

1. smontaggio e bonifica degli impianti e degli equipaggiamenti;
2. demolizione delle opere civili e delle tubazioni;
3. chiusura mineraria dei pozzi produttivi e reiniettivi.

3.4.14.1 **Smontaggio e Bonifica degli Impianti e degli Equipaggiamenti**

Questa prima fase comprenderà tutte le attività necessarie per mettere a piè d'opera le componenti d'impianto e assicurarne la bonifica dagli agenti in grado di determinare qualsiasi rischio.

L'operazione, condotta da ditte specializzate, consisterà nella ripulitura delle parti di impianto venute a contatto con agenti inquinanti e nello smaltimento a norma di legge dei rifiuti raccolti. Gli impianti e gli equipaggiamenti bonificati saranno quindi lasciati aperti nel sito per l'ispezione da parte delle autorità pubbliche competenti.

Gli olii lubrificanti utilizzati negli impianti della Centrale saranno inviati al Consorzio Smaltimento Olii Esausti. Altri materiali di consumo verranno restituiti ai rispettivi fornitori.

Il fluido organico utilizzato come fluido di lavoro sarà riutilizzato o altrimenti avviato al recupero.

3.4.14.2 Demolizione delle Opere Civili

In base alla normativa vigente al momento attuale, una volta ottenuta dalle autorità competenti la dichiarazione di avvenuta bonifica di impianti ed equipaggiamenti e parere sanitario favorevole, sarà possibile presentare all'autorità comunale specifico Piano di Demolizione.

Ottenutane l'approvazione, si procederà allo smontaggio delle strutture metalliche e alla demolizione delle opere civili in calcestruzzo.

Le operazioni, condotte da ditte specializzate, consisteranno nello smontaggio delle strutture metalliche, nella loro riduzione a membrature di dimensioni idonee al trasporto e nella demolizione meccanica delle opere in calcestruzzo armato (opere in elevazione e fondazioni) con l'utilizzo di apposite macchine operatrici.

Le fondazioni saranno demolite e tutti i residui di demolizione saranno suddivisi per tipologia e destinati al riutilizzo secondo necessità e possibilità.

Le parti metalliche, compresi gli impianti e gli equipaggiamenti bonificati, saranno riutilizzate come rottami ferrosi e ceduti a fonderie. Le parti in calcestruzzo saranno invece cedute a ditte specializzate che procederanno alla loro macinazione per separare il ferro di armatura dal calcestruzzo sminuzzato.

Il ferro di armatura sarà quindi recuperato come le parti metalliche, mentre il macinato di calcestruzzo potrà essere utilizzato come materiale inerte da costruzione, per esempio per sottofondi stradali, o, se non richiesto, avviato in discarica di tipo 2A.

Concluse le operazioni di demolizione e di allontanamento dei residui, l'area sarà completamente ripulita e predisposta per gli eventuali utilizzi previsti.

3.4.14.3 Chiusura Mineraria dei Pozzi Produttivi e Reiniettivi

Scopo della chiusura mineraria è di ripristinare l'isolamento delle formazioni attraversate dal sondaggio, e permettere la rimozione delle strutture di superficie (valvole di testa pozzo) senza pregiudicare l'efficacia dell'isolamento dei fluidi endogeni rispetto alla superficie.

La realizzazione della chiusura mineraria avviene mediante riempimento del foro, almeno a tratti, con malta di cemento di opportuna composizione.

È buona norma ai fini della sicurezza disporre uno dei tappi di cemento nell'intorno delle "scarpe" dei casing e liner. In alcuni casi è necessario inserire anche speciali attrezzature (packer), atte a garantire con maggiore efficacia rispetto al solo cemento l'isolamento dei fluidi contenuti negli strati sottostanti.

Nel caso dei pozzi in esame, dovendo procedere ad operazioni di chiusura mineraria, non si prevede l'utilizzazione di particolari attrezzature stante la semplicità e la non pericolosità del campo anche in accordo ai risultati di una lunga esperienza di realizzazione di chiusure minerarie.

Al termine della chiusura mineraria si procederà al ripristino delle condizioni originali asportando le opere in cemento e lasciando l'area nelle stesse condizioni di origine.

3.5

OPERE DI MITIGAZIONE

E' stato predisposto il progetto di mitigazione a verde di tutte le aree dei pozzi e dell'Impianto ORC. Le opere di mitigazione a verde previste sono rappresentate nelle Figure 3.5a-d.

Saranno piantumate essenze forestali comprese tra quelle la cui presenza è stata identificata nell'Area di Studio, quali il cerro (*Quercus cerris*) che rappresenta sempre la specie dominante, oltre che il sorbo domestico (*Sorbus domestica*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*), il castagno (*Castanea sativa*), talora il faggio (*Fagus sylvatica*).

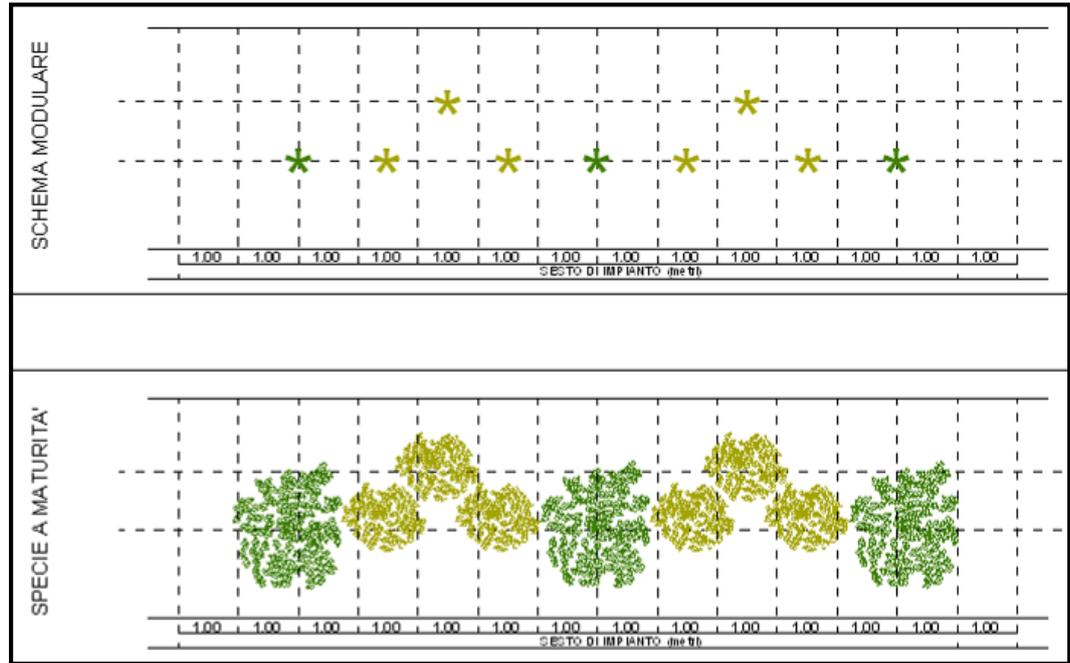
Lo strato arbustivo è differenziato dalla presenza del nespolo volgare (*Mespilus germanica*) e della sottospecie mesofila della cornetta dondolina (*Coronilla emerus subsp. emerus*), mentre nel sottobosco erbaceo sono frequenti la cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), l'euforbia delle faggete (*Euphorbia amygdaloides*) e il centocchio dei boschi (*Stellaria nemorum*)

L'altezza a regime della fascia vegetale sarà variabile a seconda della specie e sarà al massimo 10 m.

L'inserimento degli elementi floristici avverrà secondo una ripetitività casuale tale da far percepire la fascia vegetale quale consociazione naturale. Inoltre anche la manutenzione sarà eseguita evitando tagli regolari e forme definite privilegiando uno sviluppo naturale delle essenze.

In Figura 3.5e si riporta una schema di massima di impianto delle specie vegetali previste.

Figura 3.5e Schema di Massima di Impianto delle Specie Vegetali Proposte



4

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Il Quadro di Riferimento Ambientale è composto dalle seguenti parti:

- *Paragrafo 4.1 Definizione dell'Area di Studio e dei Fattori e Componenti Ambientali interessati dal Progetto*, che include l'individuazione dell'ambito territoriale interessato dallo studio, dei fattori e delle componenti ambientali interessate dal progetto dell'Impianto Pilota;
- *Paragrafo 4.2 Stato Attuale delle Componenti Ambientali*, in cui è riportata la descrizione dello stato attuale delle matrici ambientali considerate, identificate ai sensi della normativa vigente;
- *Paragrafo 4.3 Stima degli Impatti dell'Impianto Pilota*, che include l'analisi qualitativa e quantitativa dei principali impatti del progetto proposto, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio, sulle componenti ambientali individuate.

4.1

DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEI FATTORI E COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATI DAL PROGETTO

Nel presente Studio di Impatto Ambientale, il "Sito" corrisponde al territorio direttamente occupato dall'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina, costituito da:

- Impianto ORC;
- n.3 postazioni di produzione denominate AP1 - AP2 - AP3, con AP2 localizzata in adiacenza all'Impianto ORC nel piazzale della cava Le Greppe;
- postazione di reiniezione denominata AP4;
- viabilità di accesso alle postazioni, costituita in parte dalla viabilità esistente, ed in parte da brevi tratti di nuova realizzazione di raccordo ad essa;
- tubazioni per il trasporto del fluido geotermico, tra l'Impianto ORC e i pozzi di produzione/reiniezione;
- elettrodotto aereo in Media Tensione di collegamento tra l'Impianto ORC e la C.P. di Acquapendente. Per la descrizione completa dello stato attuale delle componenti e degli impatti potenziali delle opere connesse si rimanda integralmente a quanto riportato nell'Allegato P al presente documento.

Sulla base delle potenziali interferenze ambientali determinate dalla costruzione e dall'esercizio dell'Impianto Pilota, il presente Studio ha approfondito le indagini sulle seguenti componenti ambientali:

- **Atmosfera e Qualità dell'Aria:** la caratterizzazione meteo climatica dell'area interessata dal progetto è stata effettuata riportando gli andamenti dei dati climatici medi, rilevati nel periodo 1956-1997, presso la stazione meteorologica di "Orvieto", che rappresenta la stazione meteorologica più prossima all'area di ubicazione del progetto (circa 16 km in direzione Est).



Per la caratterizzazione della qualità dell'aria del sito di progetto si è fatto riferimento ai contenuti del "Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria" della Regione Lazio approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 767 del 1 agosto 2003;

- Ambiente Idrico, Superficiale e Sotterraneo: l'Area di Studio considerata è di 500 m dalle postazioni dell'Impianto ORC e dei pozzi di produzione e reiniezione. Tale distanza è stata ritenuta idonea per la caratterizzazione di sito della componente in esame, in quanto sufficiente ad includere il corso d'acqua principale dell'area, rappresentato dal Fosso Sabissone, e considerato che gli interventi previsti non determineranno in fase di cantiere e/o esercizio alcuna modificazione dello stato attuale della componente in esame;
- Suolo e Sottosuolo: l'Area di Studio è stata definita di 500 m dalle aree Impianto ORC + Postazioni AP1-AP2-AP3-AP4, considerando che la caratterizzazione e la stima degli impatti della componente Suolo e Sottosuolo possano ritenersi significative a livello di sito;
- Rumore: l'Area di Studio si estende in un intorno di 1 km dall'Impianto ORC e dalle postazioni di produzione e reiniezione, in quanto oltre tale distanza, le emissioni sonore indotte dalle attività in progetto non sono percepibili ne' influenzano i livelli sonori di fondo;
- Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi: l'Area di Studio si estende in un intorno di 1,5 km dall'Impianto ORC e dai pozzi di produzione/reiniezione, ritenuta sufficiente sia per la caratterizzazione della componente che per la valutazione degli impatti del progetto, localizzati nella cava ripristinata e in aree agricole;
- Paesaggio: L'Area di Studio identificata corrispondente alla porzione di territorio intorno all'impianto rientrante in un raggio di 1,5 km. Questa è stata scelta in modo da considerare, seppur marginalmente, il principale abitato presente nei dintorni del progetto: Torre Alfina, posta in direzione nord rispetto alle opere in progetto.
- Salute Pubblica: a causa delle modalità con cui sono disponibili i dati statistici inerenti la Sanità Pubblica, l'Area di Studio considerata coincide con il territorio dell'azienda sanitaria della Provincia di Viterbo;
- Traffico: sono state considerate le principali infrastrutture viarie presenti nell'intorno dell'area di intervento, identificabili in strade provinciali extraurbane o strade vicinali, che consentono l'accesso all'Impianto. Non si è ritenuto necessario approfondire particolarmente l'analisi della componente, in considerazione dell'esiguità dei flussi di mezzi indotti durante la fase di cantiere e dell'assenza di impatti durante l'esercizio dell'impianto;
- Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti: considerando le caratteristiche delle opere in progetto, per l'Impianto Pilota non è stato necessario indagare la componente esternamente al sito di intervento, esaurendosi tutti gli impatti all'interno di esso;

In Figura 4.1a è rappresentata l'estensione territoriale corrispondente all'Area di Studio di 1,5 km dalle opere in progetto.

4.2 STATO ATTUALE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

4.2.1 Atmosfera e Qualità dell'Aria

4.2.1.1 Caratterizzazione Meteo Climatica

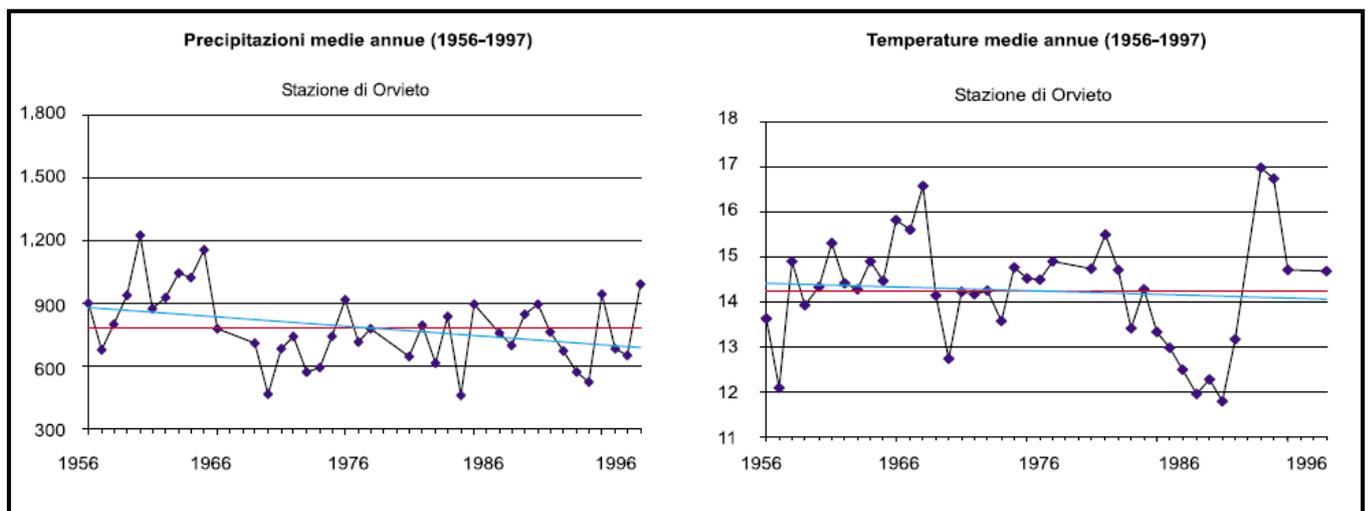
L'Area di Studio interessata dall'Impianto Pilota in progetto ricade nella Regione Lazio e precisamente nel Comune di Acquapendente, ubicato nella provincia di Viterbo; tale area presenta generalmente caratteristiche climatiche mediterranee, anche se attenuate dalla propria posizione geografica, senza sbocchi sul mare: le estati sono calde e asciutte, gli inverni relativamente miti. La tendenza alla continentalità si manifesta praticamente in tutta l'Area di Studio, la quale presenta una topografia prevalentemente collinare; ciò nonostante si riscontrano variazioni di altitudine e orientamento dei rilievi i quali, talvolta, possono determinare modificazioni locali del microclima.

La dorsale appenninica costituisce una barriera alla penetrazione non solo degli influssi del mare Adriatico, ma anche delle masse d'aria fredda provenienti da nord-est. Analogamente verso il Tirreno, le colline e le basse montagne presenti si frappongono alla libera circolazione di masse d'aria.

In quasi tutta l'Area di Studio la temperatura raggiunge raramente valori minimi bassi. Le piogge totali oscillano tra gli 800 mm ed i 1.200 mm e si concentrano nel semestre autunno-inverno.

Nel seguente grafico si riportano gli andamenti dei dati climatici medi, rilevati nel quarantennio 1956-1997, della stazione meteorologica "Orvieto", situata a 315 m s.l.m., nel bacino del Tevere-Paglia; coordinate geografiche sono 42°43'N 12°09'E, che rappresenta la stazione più prossima all'area di ubicazione del progetto (circa 16 km in direzione est).

Tabella 4.2.1.1a Dati Climatici Rilevati dalla Stazione Meteorologica "Orvieto" (1956-1997)



4.2.1.2

Qualità dell'Aria

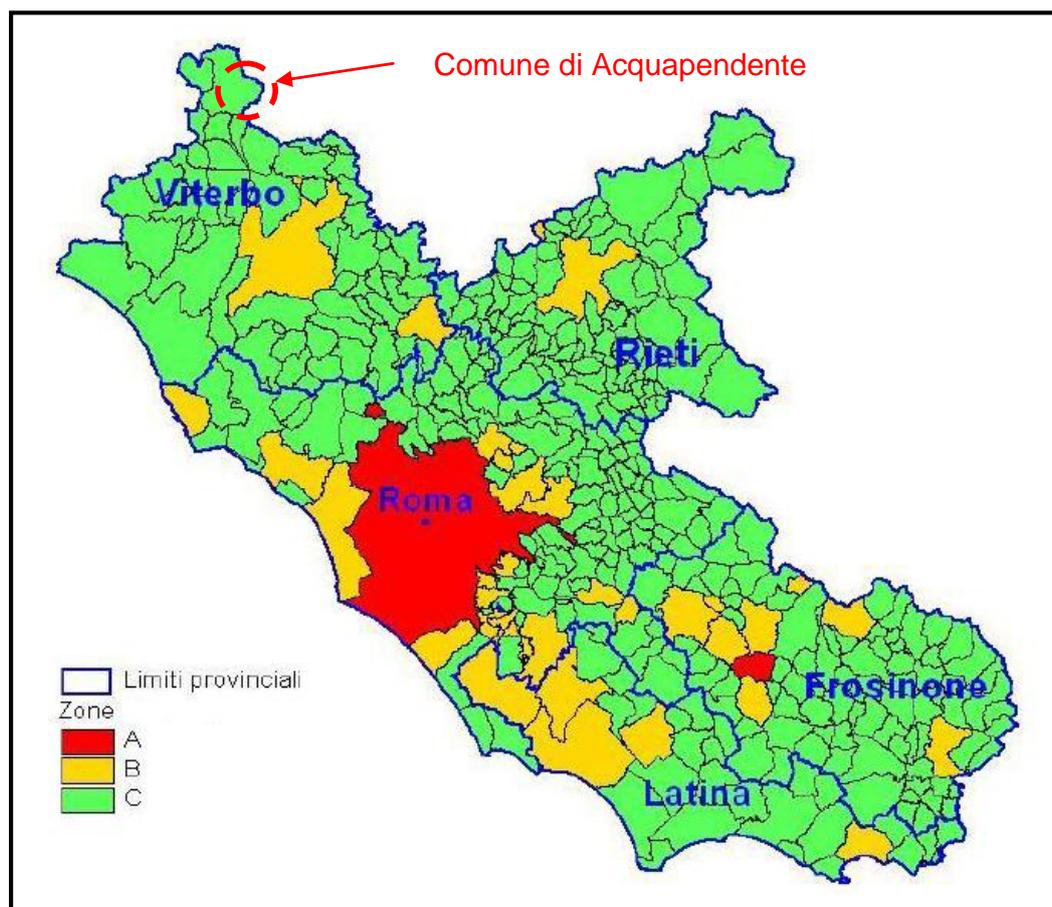
La caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio interessato dalle opere in progetto (Comune di Acquapendente) è stata effettuata con riferimento al "Piano per il Risanamento della Qualità dell'Aria" della Regione Lazio, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n.66 del 10 dicembre 2009.

Tale piano mira all'individuazione delle aree maggiormente critiche dal punto di vista dello stato di qualità dell'aria e stabilisce norme tese ad evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, determinati dalla dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Il Piano per il Risanamento della Qualità dell'Aria della Regione Lazio suddivide il territorio regionale in tre zone differenziate a seconda del livello di criticità dell'aria ambiente (Figura 4.2.1.2a) e riconducibili alla classificazione di cui alla deliberazione della Giunta Regionale n.767 del 1 agosto 2003:

- Zona A, comprendente i due agglomerati di Roma e Frosinone dove, per l'entità dei superamenti dei limiti di legge, sono previsti provvedimenti specifici;
- Zona B, che comprende i comuni dove è accertato, sia con misure dirette o per risultato di un modello di simulazione, l'effettivo superamento o l'elevato rischio di superamento del limite di legge da parte di almeno un inquinante: in questa zona sono previsti i piani di azione per il risanamento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 8 del D. Lgs. 351/99;
- Zona C, che comprende il restante territorio della Regione nel quale ricadono i comuni a basso rischio di superamento dei limiti di legge, dove sono previsti provvedimenti tesi al mantenimento della qualità dell'aria, ai sensi dell'art. 9 del d.lgs. n. 351/99.

Figura 4.2.1.2a Classificazione del Territorio Regionale in Zone A, B, C Differenziate da Diversi Livelli di Criticità dell'Aria Ambiente



Come risulta evidente dalla Figura 4.2.1.2a, il Comune di Acquapendente, interessato dalle opere in progetto, è classificato come Zona C in quanto gode di un buono stato di qualità dell'aria, presentando un basso rischio di superamento dei limiti di legge degli inquinanti atmosferici; per tale ragione non si evidenziano criticità relativamente alla qualità dell'aria dell'area oggetto di studio ricadente entro i confini della Regione Lazio.

4.2.2

Ambiente Idrico

La caratterizzazione dell'ambiente idrico superficiale e sotterraneo è stata effettuata utilizzando le fonti riportate di seguito, cui si rimanda per dettagli:

- documentazione allegata al Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) della Regione Lazio, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 42 del 27 settembre 2007;
- Caratteristiche della Falda Acquifera e Piano di Monitoraggio, riportato in Allegato N al presente documento;
- Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica e Relazione Idrogeologica, riportate rispettivamente in Allegato 2a al Progetto Definitivo e Allegato Q al presente SIA.

4.2.2.1

Ambiente Idrico Superficiale

L'area interessata dalla realizzazione dell'Impianto Pilota in appartiene al Bacino Idrografico del Fiume Tevere ed in particolare al sottobacino del Torrente Paglia, il cui corso è localizzato a circa 4 km di distanza in direzione nord dall'area di intervento, e segna in parte il limite settentrionale del territorio comunale di Acquapendente.

Il Torrente Paglia, principale affluente di destra del Fiume Tevere, in cui confluisce a valle dell'invaso di Corbara, tra Orvieto e Baschi, dopo aver percorso circa 86 km attraversando le regioni Toscana, Lazio e Umbria. Il T. Paglia nasce dalle pendici orientali del monte Amiata, in Toscana, e lungo il suo corso riceve l'apporto di numerosi affluenti, di cui il principale è rappresentato dal Torrente Chiani, che confluisce nel Paglia in sinistra idrografica nel suo tratto terminale.

Dal punto di vista geologico, il bacino del Paglia è suddiviso in settori caratterizzati dalla presenza di litologie diverse con differente grado di permeabilità. La parte centro settentrionale del bacino, comprendente l'intero bacino del Chiani, è costituita per la maggior parte da rocce poco permeabili, quali argille plioceniche e altre formazioni ad elevata componente argillosa, quali arenarie alternate a marne ed argille siltose.

Nella porzione orientale del bacino, in corrispondenza delle zone topograficamente più elevate, sono presenti terreni più permeabili; questi sono rappresentati soprattutto da arenarie passanti a calcari arenacei nei pressi del Monte Peglia (837 m s.l.m.), la cui ossatura è formata da calcari e calcari marnosi.

Infine, la parte meridionale del bacino, invece, è caratterizzata da terreni ricollegabili alle manifestazioni vulcaniche del Quaternario che hanno generato l'esteso tavolato tufaceo sovrapposto alle argille plioceniche, visibile nell'area di Torre Alfina - Castel Giorgio interessata dalla realizzazione dalle opere in progetto. In questi terreni i corsi d'acqua scavano profonde forre fino alla formazione argillosa sottostante. Il materiale tufaceo è discretamente permeabile ed è sede di un acquifero di notevole interesse. Al contatto con le argille sottostanti si originano varie emergenze sorgentizie con portata perenne, anche se molto variabile.

Con riferimento specifico all'area di ubicazione del progetto dell'Impianto Pilota Geotermico, in Figura 4.2.2.1a sono raffigurati i corpi idrici superficiali presenti nell'area di studio; i principali corsi d'acqua dell'area sono il Fosso Sabissone e un suo affluente di destra, rappresentato dal Fosso della Veduta che diviene Fosso della Caduta nel tratto prima della confluenza nel Sabissone.

Come mostrato in Figura 4.2.2.1a, il F.so Sabissone scorre con direzione SE-NO a sud delle opere in progetto, ad una distanza di circa 300 dall'area di cava in località Le Greppe dove verranno realizzati l'Impianto ORC ed il pozzo di produzione AP2.

Infine, la Figura 4.2.2.1a evidenzia che la tubazione di reiniezione e quella di produzione attraversano aste fluviali di minore importanza. Come meglio



dettagliato nella Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica (Allegato 2a alla Relazione di Progetto), si precisa che il sistema idrografico dell'area di intervento risulta poco sviluppato e caratterizzato dalla presenza di aste a regime effimero, con scorrimento in alveo solo a seguito di copiose precipitazioni meteoriche oppure, dove l'approfondimento dello stesso è tale da intercettare le falde sospese più superficiali, si determina un deflusso relativamente perenne.

4.2.2.2 Ambiente Idrico Sotterraneo

L'analisi della componente è stata effettuata analizzando le principali caratteristiche geologiche e geochimiche dell'Area di Studio; in particolare è stata definita l'origine e la composizione della formazione superficiale e successivamente è stato affrontato il problema della geochimica delle acque sotterranee, approfondendo in particolare gli aspetti legati alla composizione dei fluidi nelle falde sospese.

Fluidi Contenuti nella Formazione Superficiale e di Copertura

Nell'Area di Studio affiorano numerose unità idrogeologiche con diverse caratteristiche di permeabilità e con rapporti giacitureali che condizionano il deflusso idrico sotterraneo.

Per una visione organica della situazione idrogeologica, i terreni affioranti sono stati distinti oltre che in funzione della litologia e del tipo di permeabilità, anche della loro possibile o meno connessione idraulica con il serbatoio geotermico (*Buonasorte et al., 1988*). Quest'ultimo è rappresentato dalle formazioni prevalentemente carbonatiche di facies toscana e trova la sua naturale copertura nella potente coltre di terreni flyschoidi di facies ligure ed austroalpina interna. Tale coltre è costituita da più unità formazionali che, nella loro eterogeneità litologica, possono anche comprendere terreni permeabili, generalmente sede di acquiferi locali, e deve, nel suo insieme, considerarsi a permeabilità estremamente ridotta per la predominanza della componente argillosa.

Anche i terreni neogenici, pur presentando locali alternanze di litotipi arenacei permeabili, svolgono complessivamente un ruolo di copertura. Il sovrastante complesso delle vulcaniti vulsine, data la sua buona permeabilità, è sede di acquiferi superficiali.

Come meglio dettagliato nel successivo §4.2.3.1, da punto di vista geologico l'Area di Studio è caratterizzata dalla presenza di piroclastiti e lave intercalate, e dai relativi prodotti di disfacimento.

Il grado di permeabilità delle lave è generalmente alto per fessurazione e la presenza di intercalazioni di piroclastiti, scarsamente permeabili, genera orizzonti a circuitazione idrica a carattere sospeso.

Analogamente, il complesso delle coltri eluviali costituite dai prodotti di disfacimento delle formazioni laviche e piroclastiche, dato il basso grado di

permeabilità, può costituire, su base locale, il letto di circolazioni superficiali, sospese, discontinue, di contenuta potenza e bassa produttività.

In merito alla possibile connessione tra le suddette formazioni ed il serbatoio geotermico, dall'esame della carta idrogeologica e di quella di densità di drenaggio (*Buonasorte et al., 1988*) risulta che le zone assorbenti a livello superficiale non sembrano idraulicamente connesse con il serbatoio profondo; più probabilmente collegato con quest'ultimo è invece l'affioramento a serie toscana del Monte Cetona. Altre possibili vie di comunicazione idraulica con il serbatoio profondo sono individuabili in corrispondenza di bocche di emissione vulcanica, quali quelle di Torre Alfina, Casa Carbonara e Fosso Bagnolo.

Il ruolo di queste ultime, nei confronti del serbatoio geotermico, è difficilmente quantificabile, sia per la difficoltà di delimitare la loro area di influenza nel drenaggio dell'acquifero superficiale sia per le possibili variazioni di permeabilità verticale legate a eventuali processi di alterazione.

Come riportato nell'Allegato 1 Relazione Geologica e Modello Geotermico del Progetto Definitivo, un recente studio geologico commissionato da ITW&LKW Geotermia Italia SpA all'Università di Roma Tre (*Giordano et al., 2011*) mette in dubbio la possibilità che l'alto strutturale del Monte Cetona possa rappresentare la zona di ricarica idrica del serbatoio carbonatico profondo di Torre Alfina. Infatti la dorsale del Monte Cetona è un'anticlinale rovescia accavallata sulle unità alloctone delle Liguridi che coprono il serbatoio di Torre Alfina; dunque le due aree non sono strutturalmente connesse, ma si riferiscono ad unità tettoniche separate.

Secondo lo studio citato sarebbe invece ragionevole ipotizzare che l'area di ricarica principale per l'acquifero profondo sia situata nella zona meridionale, dove la caldera di Bolsena offre sia un ampio bacino endoreico occupato da un lago, sia uno stato di fratturazione delle rocce del substrato, almeno fino alla profondità della camera magmatica, legato ai fenomeni di sprofondamento vulcano-tettonico, che possono consentire una permeabilità verticale importante e la continuità idraulica con le rocce della serie toscana di serbatoio, consentendo così un flusso laterale da sud verso nord.

Come meglio dettagliato nei documenti utilizzati come fonte per la presente caratterizzazione e citati al §4.2.2, nella zona interessata dalle opere in progetto è presente un acquifero sospeso che risiede nei depositi della coltre vulcanica; l'andamento piezometrico ricostruito consente di individuare un principale asse di drenaggio sotterraneo, che orientativamente si diparte verso sud-est dal centro abitato di Torre Alfina, con isopieza a quota 530 m s.l.m.. Le principali emergenze della falda sospesa sono ubicate presso il Fosso Bagnolo, dove si ritrova una importante sorgente lineare, nell'area di cava Le Greppe e lungo il Fosso del Sabissone. In particolare, nell'area di cava Le Greppe, dove è prevista la realizzazione dell'Impianto ORC e della postazione di produzione AP2, si rileva la presenza di un acquifero sospeso che sfiora l'attuale piano di fondo scavo.

Geochimica delle Acque Sotterranee

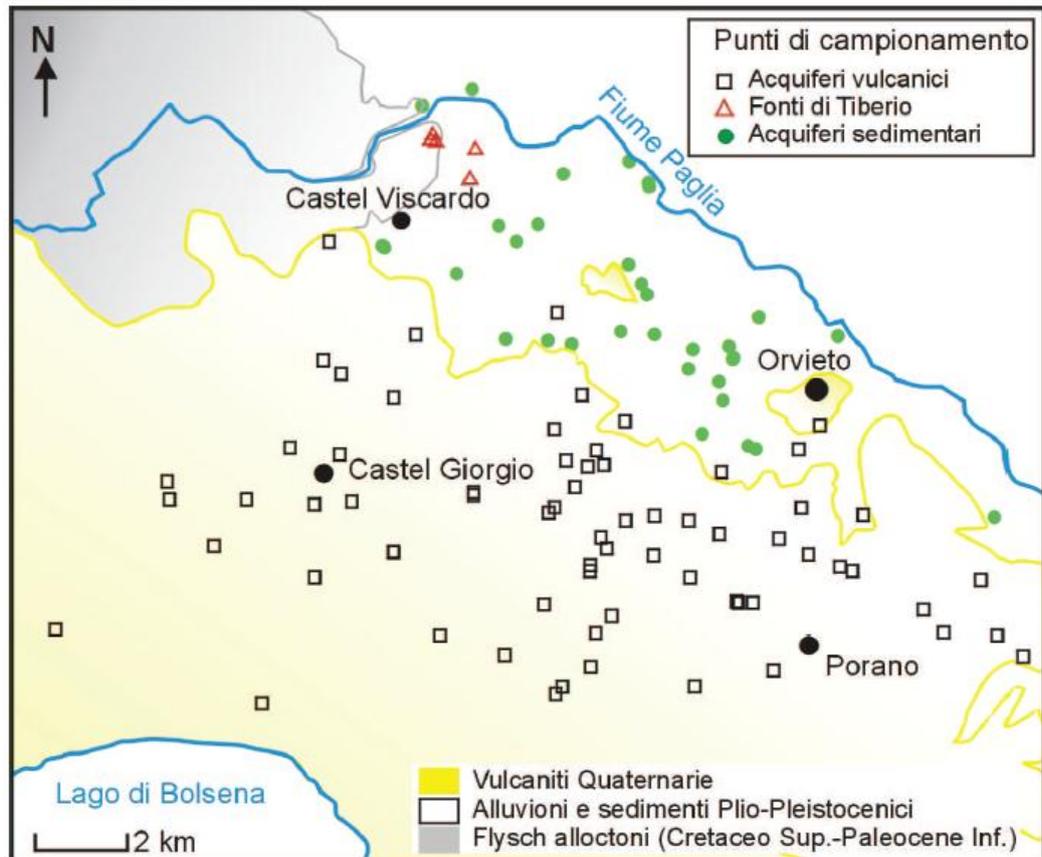
La descrizione che segue è tratta da una pubblicazione recente di *Froncini et al. (2012)* che riporta i risultati di uno studio geochimico dell'acquifero "vulcanico" dell'area indicata in Figura 4.2.2.2a che comprende la zona di interesse del progetto geotermico Torre Alfina.

L'Area di Studio degli impianti Pilota di Castel Giorgio e Torre Alfina e delle relative opere connesse è in parte localizzata nella zona sud-occidentale della Regione Umbria ed in parte nel Lazio settentrionale, occupando una porzione di territorio nella quale è ubicato il confine tra le due regioni interessate dal progetto. Tale area è per buona parte occupata dal settore settentrionale del distretto vulcanico dei monti Vulsini, caratterizzato da una morfologia ondulata con quote variabili fra circa 300 m s.l.m. (sul livello del mare) nella zona orientale e circa 690 m slm nella parte sud-occidentale, vicino al confine con la Regione Lazio.

A nord-est il limite dell'altopiano vulcanico è definito da una ripida scarpata che si staglia sulla valle del Fiume Paglia dove affiorano i depositi terrigeni del Plio-Pleistocene e i depositi alluvionali.

Da un punto di vista idrologico, l'area ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Paglia e, solo nella sua porzione sud-occidentale, nel bacino del lago di Bolsena (*Buonasorte et al., 1988*). La linea di spartiacque idrografico tra il bacino del Fiume Paglia e quello del Lago di Bolsena coincide con la parte più elevata dell'altopiano vulcanico all'altezza del confine con la Regione Lazio.

Le vulcaniti affioranti nell'area di studio sono parte del grande distretto vulcanico Vulsino (circa 2300 kmq), il più settentrionale fra i numerosi apparati della Provincia Magmatica Romana.

Figura 4.2.2.2a Area di Studio e Ubicazione dei Punti d'Acqua Campionati


I depositi vulcanici, costituiti sia da piroclastiti che da lave, presentano spessori complessivi che variano da qualche decina di metri, presso il margine orientale della struttura in esame, alle centinaia di metri, nelle zone interne.

Le vulcaniti poggiano su un substrato sedimentario costituito dall'alto verso il basso dai sedimenti (argille-sabbie) del Plio-Pleistocene, che formano il riempimento del graben del Paglia, e da flysch alloctoni ("Liguridi") del Cretaceo superiore - Paleocene inferiore, composti da alternanze di argille, marne, calcari marnosi e arenarie (*Baldi et al., 1974*). Su gran parte dell'area di studio la coltre vulcanica poggia direttamente sulle formazioni Plioceniche, mentre nell'area a sud-est di Torre Alfina, sono le formazioni delle Liguridi a costituire il substrato.

Da un punto di vista idrogeologico, le principali strutture presenti all'interno del bacino sono l'acquifero vulcanico Vulsino e l'acquifero alluvionale del bacino del Fiume Paglia. Sono inoltre presenti alcuni acquiferi minori all'interno dei livelli a maggiore permeabilità dei depositi Plio-Pleistocenici e un acquifero termale nella zona di Fonti di Tiberio, nel comune di Castel Viscardo (*Chiodini e Giaquinto, 1982*).

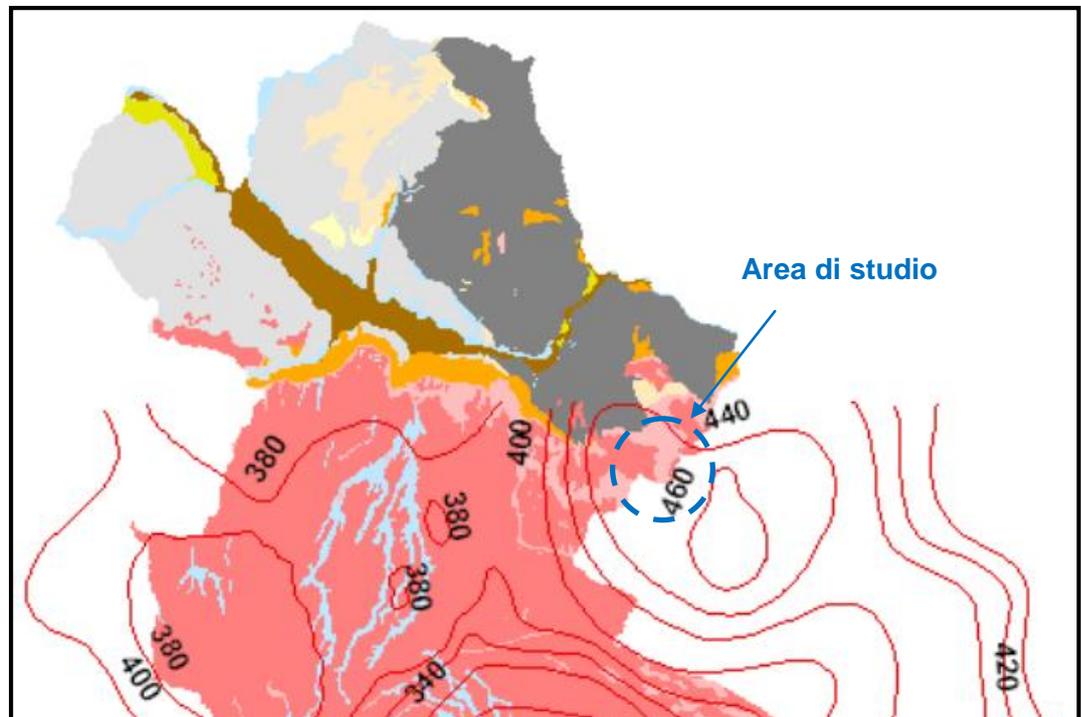
Tale sistema è ospitato dai livelli calcarenitici del Complesso delle Unità di facies Ligure (Cretaceo superiore - Paleocene inferiore) ed è probabilmente connesso con un sistema più profondo, nelle formazioni carbonatiche, collegato al reservoir geotermico di Torre Alfina (*Buonasorte et al., 1988*).

L'acquifero vulcanico è costituito da una sequenza di depositi piroclastici e colate laviche, con permeabilità differenziate in funzione della porosità e grado di fatturazione, sovrapposta ad un basamento sedimentario prevalentemente costituito dai terreni argillosi Pliocenici impermeabili.

All'interno del sistema vulcanico è possibile distinguere una falda di base, sostenuta direttamente dal substrato sedimentario, caratterizzata da portate complessive di 150-200 L/s (*Boscherini et al., 2005*), e alcune falde sospese, locali e discontinue, sostenute da livelli di lava compatta e caratterizzate da spessori e portate limitate.

L'andamento schematico della piezometria della falda di base è rappresentato in Figura 4.2.2b, nella quale si riporta un estratto della Tavola 2bis "Carta Idrogeologica" del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Lazio. Altre informazioni idrogeologiche sono riportate nell'Allegato N al presente SIA.

Figura 4.2.2b Carta Piezometrica Schematica dell'Acquifero Vulcanico (da PTA)



Nell'area interessata dall'Impianto Pilota di Torre Alfina e dalle relative opere connesse le quote piezometriche sono situate intorno ai 450 m s.l.m.. Le principali sorgenti alimentate dalla falda di base sono localizzate al piede della ripida parete che definisce il limite settentrionale dell'affioramento vulcanico, dove le vulcaniti mostrano il contatto con il substrato Plio-Pleistocenico.

Come dettagliato nell'Allegato N al presente SIA, il progetto dell'Impianto Pilota Torre Alfina è ubicato in una zona dove il drenaggio è diretto verso i fiumi Paglia e Tevere.

Tra le sorgenti più importanti ci sono quelle di Sugano e Tione. Le acque della sorgente Tione vengono commercializzate come acque minerali in bottiglia,

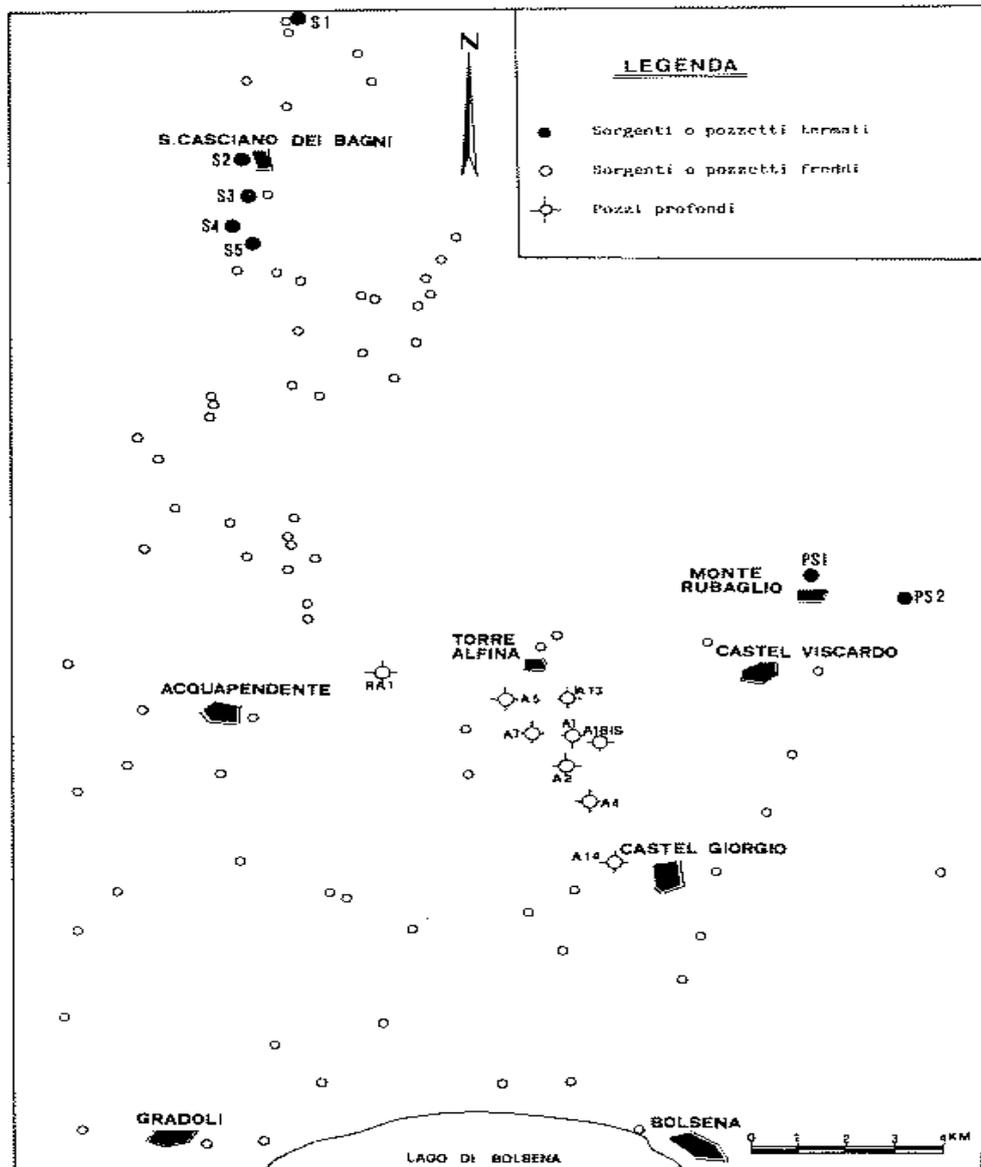
mentre le acque della sorgente di Sugano, con la loro portata praticamente costante di 90-100 L/s, vengono utilizzate come captazione idropotabile. Per dettagli in merito alla presenza di pozzi e sorgenti nell'area interessata dalla realizzazione delle opere si veda l'Allegato N al presente SIA.

Le acque delle falde sospese emergono da sorgenti di portata limitata o vanno ad alimentare per drenanza la falda di base. La presenza di pozzi profondi non condizionati può facilitare localmente la percolazione delle acque delle falde sospese verso la falda di base. Per questo motivo il progetto dei pozzi previsti per l'estrazione dell'acqua di falda da impiegare nella perforazione dei pozzi geotermici è stato curato ai fini di garantire l'isolamento tra gli strati superiore e inferiore delle vulcaniti (si veda Allegato Q).

Buonasorte et al. (1988) hanno riportato e discusso dati geochimici sui fluidi prodotti da pozzi geotermici nell'area di Torre Alfina e su quelli emessi spontaneamente da manifestazioni termali e sorgenti fredde della zona (Figura 4.2.2.2a).



Figura 4.2.2.2a Localizzazione Sorgenti o Pozzetti Termali e Freddi, e Pozzi Profondi (Buonasorte et al., 1988) nell'area di Torre Alfina



Evidenti manifestazioni sorgentizie termominerali sono presenti a nord, nei pressi di S. Casciano dei Bagni, dove affiorano le rocce del serbatoio geotermico; le uniche manifestazioni naturali significative sono quelle gassose presenti immediatamente a sud della zona di Torre Alfina.

Come mostrato in Figura 4.2.2.2a, nell'area a sud dell'abitato di Torre Alfina dove verranno realizzate le opere in progetto, sono presenti solo sorgenti fredde.

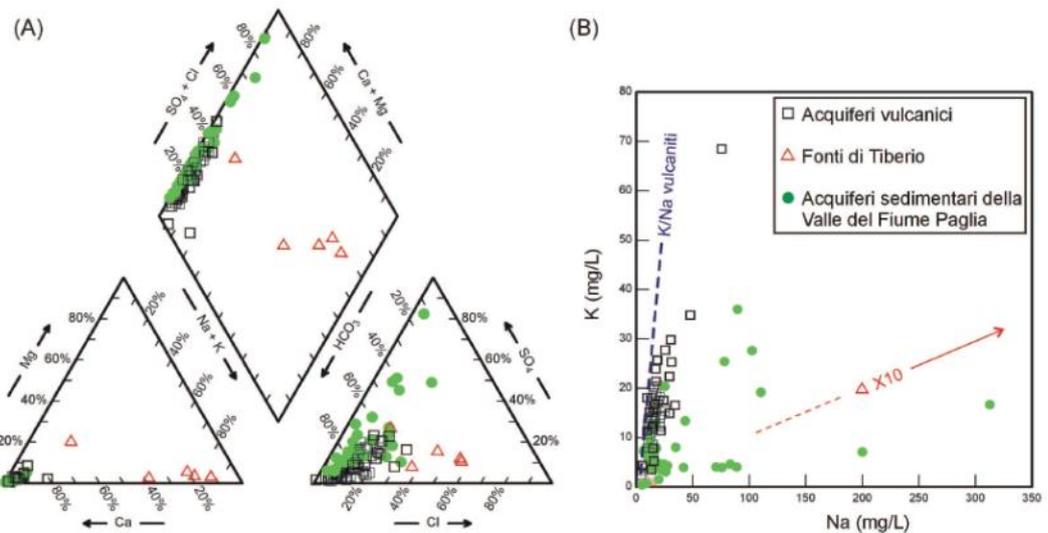
Le caratteristiche chimiche e chimico-fisiche delle acque fredde, nonché gli aspetti geologici delle loro emergenze, sono significativi di una circolazione piuttosto superficiale.

Il diagramma classificativo di Piper (Figura 4.2.2.2b) permette di classificare le acque considerando i rapporti tra le sette specie chimiche principali disciolte nelle acque, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^- .

Riportando i campioni dell'area di studio su tale diagramma è possibile distinguere:

1. i campioni degli acquiferi vulcanici, caratterizzati da una composizione variabile da bicarbonato-alcalina a bicarbonato-alcalino terrosa;
2. i campioni degli acquiferi sedimentari che mostrano una composizione bicarbonato calcica e un trend evolutivo verso termini solfatici;
3. i campioni del sistema termale di Fonti di Tiberio, caratterizzati da una composizione di tipo clorurato (bicarbonato)-alcalina.

Figura 4.2.2.2b a) Diagramma Classificativo di Piper; b) Diagramma Binario Na vs K. Nel Diagramma è Riportato per Confronto il Rapporto Ponderale K/Na delle Rocce Vulcaniche



Le acque che circolano nel sistema vulcanico hanno un chimismo che varia da bicarbonato alcalino a bicarbonato-alcalino terroso. La salinità è bassa, generalmente inferiore a 300 mg/l. La conducibilità elettrica specifica mostra variazioni entro un intervallo limitato, con pochi campioni a conducibilità superiore ai 500 $\mu S/cm$. Il pH presenta valori vicino al punto di neutralità o debolmente alcalini (7-7.5). La pressione parziale di anidride carbonica (pCO_2) varia tra 10^{-3} e $10^{-1.5}$ bar, ed è tipica di acque meteoriche che durante l'infiltrazione disciolgono la CO_2 presente nel suolo.

La composizione delle acque che circolano nelle vulcaniti è legata alle reazioni di alterazione delle rocce vulcaniche, che a partire da un idrotipo bicarbonato calcico, rappresentativo delle acque meteoriche, portano a un idrotipo bicarbonato alcalino, rappresentativo delle acque che hanno significativamente reagito con le rocce del complesso vulcanico.

Le reazioni di alterazione dei minerali e del vetro vulcanico producono nuove fasi solide e portano in soluzione cationi (K, Na, ma anche Mg, Fe e Ca) e acido ortosilicico (H_4SiO_4).

La sequenza di reazioni di alterazione prosegue fino a che la soluzione non raggiunge la saturazione in quarzo o in un'altra specie della silice (per motivi

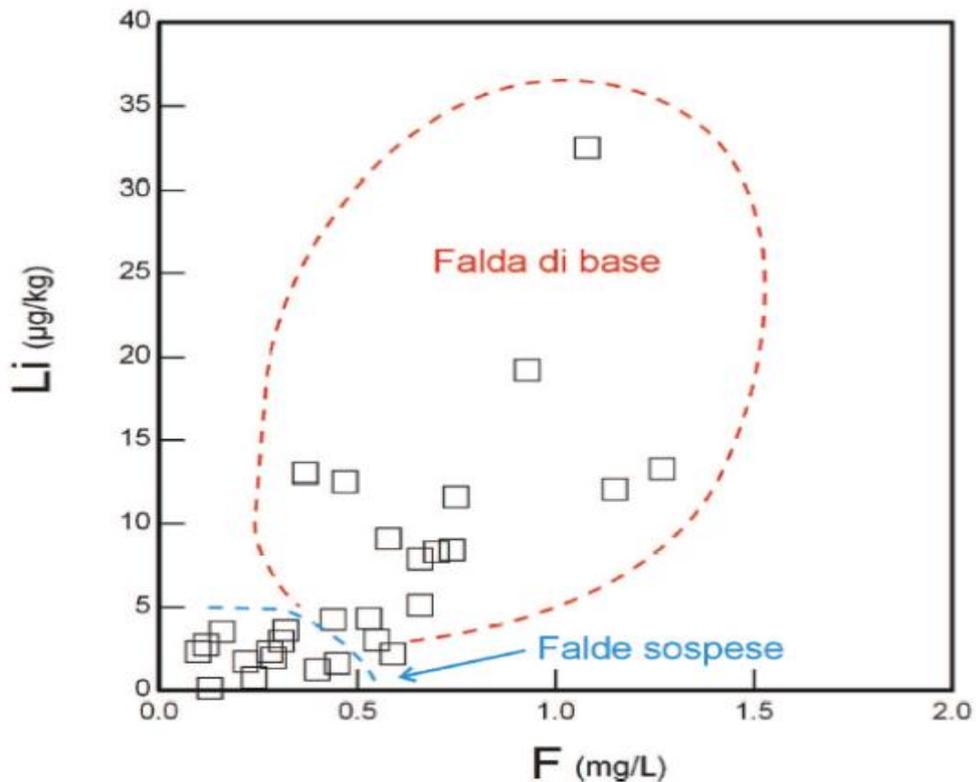
cinetici, spesso è la silice amorfa a governare il sistema) e in idrossidi di ferro e alluminio. I calcoli termodinamici indicano che tra le nuove fasi solide prodotte le più importanti sono: caolinite e/o halloysite, alcuni minerali del gruppo delle smectiti (K-beidellite), alcuni tipi di zeoliti e vari idrossidi di Fe e Al (goethite, gibbsite). Gli idrossidi di Fe e Al, precipitano inizialmente come particelle colloidali di dimensioni nanometriche e solo successivamente cristallizzano come fasi cristalline vere e proprie. Durante la flocculazione gli idrossidi possono adsorbire molti metalli sottraendoli alla soluzione. Il diagramma Na vs K (Figura 4.2.2.2b) mostra come il progressivo incremento in metalli alcalini (Na, K) avvenga con un rapporto Na/K quasi costante e molto vicino al rapporto ponderale medio delle rocce vulcaniche della zona. Solo i campioni con i contenuti totali di metalli alcalini più elevati mostrano un rapporto Na/K leggermente più alto.

Tale incremento è probabilmente legato all'interazione con i sedimenti Plio-Pleistocenici presenti alla base delle vulcaniti e/o alla rimozione differenziale di K e Na dalla soluzione durante la precipitazione dei minerali di alterazione.

Dallo stesso diagramma non si individuano significativi processi di miscela delle acque circolanti nelle vulcaniti con i fluidi profondi che caratterizzano i sistemi termali-geotermici di Fonti di Tiberio - Torre Alfina (nelle zone più meridionali dei Monti Vulsini, ad esempio nella zona di Latera-Canino, sono invece evidenti i processi di mixing tra acque superficiali e fluidi profondi – *Chiodini et al., 1991; Chiodini e Giaquinto, 1982*).

Nella parte settentrionale dei Monti Vulsini, l'acquifero vulcanico è quindi completamente isolato rispetto alla circolazione profonda grazie alla presenza dei sedimenti argillosi del Plio-Pleistocene e delle Liguridi che a scala regionale agiscono da aquiclude.

Figura 4.2.2.2c Diagramma F vs Li per le acque degli Acquiferi Vulcanici



Nel sistema vulcanico si distinguono una falda di base, che rappresenta il maggior corpo idrico della regione, e alcune piccole falde sospese. Il chimismo dei due tipi di acquiferi è molto simile, le principali differenze sono: un contenuto in silice più elevato e concentrazioni più elevate di Na, Li, F e As nella falda di base. Gli elementi che variano in modo più significativo tra i due tipi di falda sono il litio, che aumenta quasi di un ordine di grandezza passando dalle falde sospese alla falda di base, e il fluoro che aumenta di un fattore 4-5 (Figura 4.2.2.2c). Le differenze osservate sono causate sia dai tempi di interazione più lunghi delle acque che circolano nella falda di base sia dalla presenza dei sedimenti Plio-Pleistocenici alla base dell'acquifero. Il principale corpo idrico dell'area di studio è la falda di base ospitata dalle vulcaniti Vulsine. L'acquifero è completamente isolato rispetto alla circolazione profonda grazie alla presenza dei sedimenti argillosi del Plio-Pleistocene e delle Liguridi che a scala regionale agiscono da acquicludi.

Le acque circolanti nel sistema vulcanico sono di buona qualità, grazie alla bassa salinità e a un contenuto medio in nitrati inferiore a 30 mg/L. Solo l'8% dei campioni analizzati supera la concentrazione massima ammissibile di 50 mg/L. I maggiori problemi sono legati a fenomeni naturali e non dipendono da contaminazione antropica.

Molti campioni della falda di base sono infatti caratterizzati da valori di As superiori a 10 µg/l, fatto comune a gran parte degli acquiferi vulcanici dell'Italia centrale. Tali valori, considerati ammissibili fino al dicembre 2010 grazie a una deroga al D.Lgs 31/2001 sui tenori limite di As nelle acque sotterranee, concessa dal Ministero della Salute, non sono più ammissibili per un uso idropotabile della

risorsa. Infatti, scaduta la deroga nel 2010, la concentrazione massima ammissibile di As è passata da 50 µg/l a 10 µg/l e molti campioni, precedentemente in regola con il vecchio valore di parametro (DPR 236/1988), risultano ora non conformi con la nuova concentrazione limite definita dal D.Lgs 31/2001.

Un secondo problema riguarda le falde sospese che in occasione di periodi molto piovosi vedono aumentare le concentrazioni di Al molto al di sopra della concentrazione massima ammissibile di 200 µg/l (D.Lgs 31/2001).

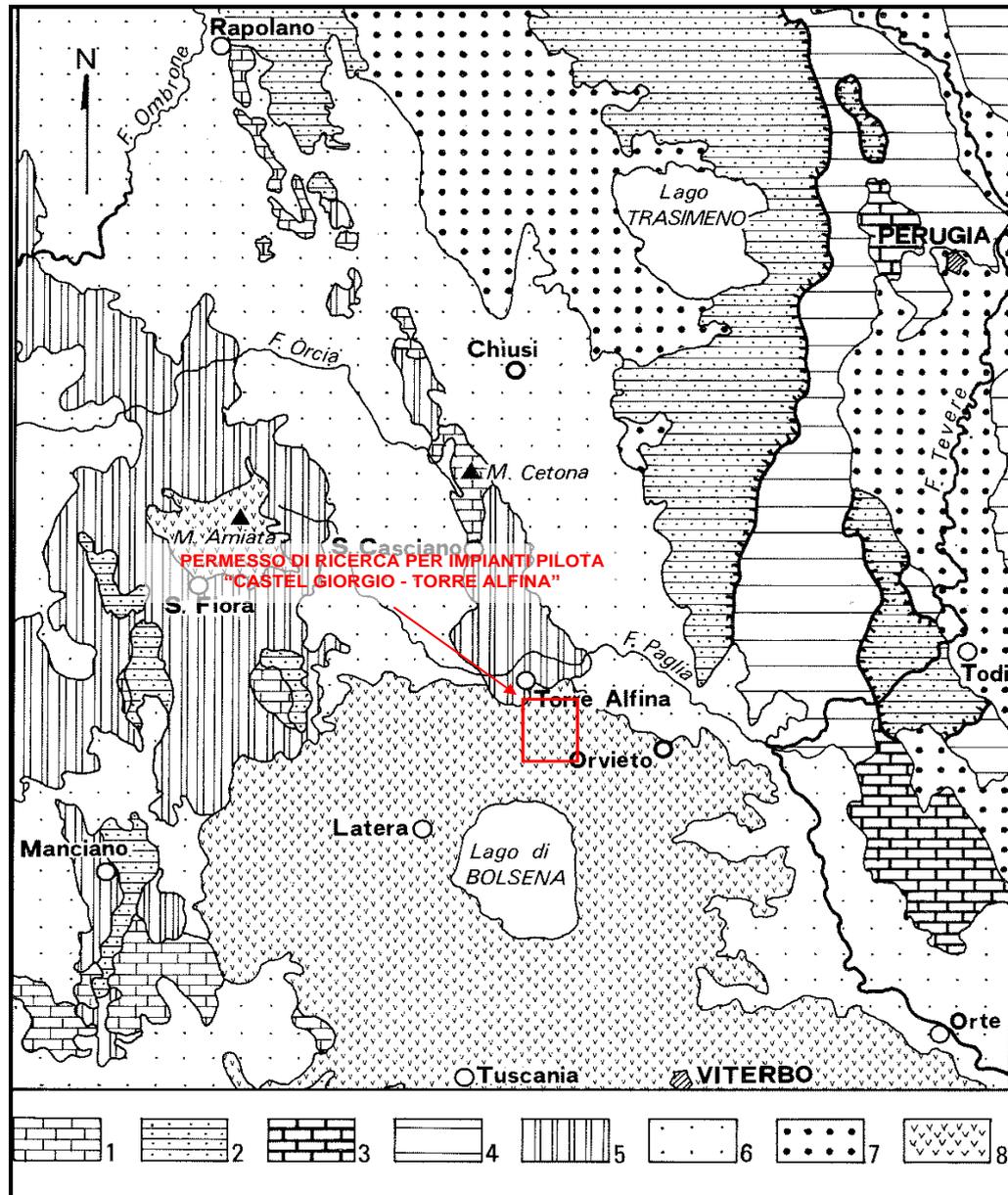
Non si tratta di alluminio disciolto come ione Al^{+3} ma di idrossidi di alluminio in particelle colloidali di dimensioni nanometriche, che vengono mobilizzate dai livelli superficiali alterati ad opera delle acque meteoriche. Dato che le falde sospese alimentano per drenanza la falda di base, nei periodi di massima contaminazione, anche le sorgenti della falda di base possono superare le concentrazioni massime ammissibili. Il processo di miscela tra acque della falda di base e acque delle falde sospese, varia in funzione della permeabilità locale. Tale processo a scala locale è molto importante per la qualità delle acque, infatti una contaminazione delle falde sospese può portare a un deterioramento della qualità anche nella falda di base, come è avvenuto in occasione della contaminazione da alluminio del 2010.

4.2.3 *Suolo e Sottosuolo*

4.2.3.1 **Geologia e Geomorfologia**

Dal punto di vista geostrutturale, l'area di Torre Alfina - Castel Giorgio comprende il tratto meridionale della dorsale Rapolano - Trequanda - M. Cetona che separa due bacini neoautoctoni, il Bacino di Siena-Radicofani ad occidente ed il Bacino della Val di Chiana ad oriente (vedi Figura 4.2.3.1a). Tale dorsale, con direttrice NNO-SSE, culmina sia dal punto di vista strutturale che morfologico con il rilievo del M. Cetona (1.908 m); ma mentre nella parte settentrionale presenta una debole e graduale immersione verso il Fiume Arno, nella parte meridionale essa si interrompe bruscamente lungo l'allineamento Acquapendente - Torre Alfina, in corrispondenza del quale i due bacini neoautoctoni sopraindicati si congiungono, confluendo nell'ampio bacino della valle del Fiume Tevere. La terminazione meridionale di detta dorsale non è completamente osservabile in superficie, essendo ricoperta in gran parte dai prodotti vulcanici dell'apparato vulsino; essa è stata tuttavia ricostruita con una certa precisione attraverso i pozzetti geotermici ed i sondaggi effettuati dall'Enel (*Baldi et al., 1974*).

Figura 4.2.3.1a Inquadramento Geologico Regionale dell'Area di T. Alfina: 1 e 2) Complesso di Facies Toscana (1 – Successione Carbonatico Mesozoica; 2 – Successione Terrigena Mesozoico-Terziaria); 3 e 4) Complesso di Facies Umbro-Marchigiana (3 – Successione Carbonatica Mesozoica; 4 – Successione Terrigena Mesozoico-Terziaria); 5) Complessi di Facies Ligure ed Austroalpina Interna; 6) Complesso dei Depositi Marini Pliocenici; 7) Complesso dei Depositi Continentali Plio-Quaternari; 8) Complesso Vulcanico



L'area di interesse può essere suddivisa, per le formazioni geologiche affioranti, in due parti: una settentrionale, occupata quasi totalmente da terreni sedimentari riferibili alle Unità Austroalpine e Liguri, sulle quali giacciono trasgressivi e discordanti i sedimenti del Complesso Neoautoctono, ed una meridionale, a sud del Torrente Paglia, comprendente i prodotti magmatici quaternari degli apparati vulcanici di Torre Alfina e dei Vulsini (Carta Geologica di *Costantini et al.*, 1988). La successione delle formazioni appartenenti al dominio toscano-umbro è rappresentata, in affioramento, solo a S. Casciano dei Bagni, dove compare la

terminazione meridionale del nucleo del M. Certona; a sud del F. Paglia essa è stata invece attraversata, per spessori rilevanti, da numerosi sondaggi, fino alla formazione dei Calcari e marne a Rhaetavicula contorta del Trias superiore.

Come anticipato al §4.2.2 precedente, nell'Area di Studio del progetto dell'Impianto Pilota Torre Alfina affiora una estesa e spessa coltre di depositi vulcanici che costituiscono la propaggine nord-orientale del grande Distretto Vulcanico Vulsino, il più settentrionale fra i numerosi apparati costituenti la Provincia Magmatica Romana alcalino - potassica della provincia Comagmatica Romana, ed in parte anche i prodotti dell'antico vulcano di Torre Alfina, situato a nord del suddetto Distretto Vulsino.

In Figura 4.2.3.1b è riportato un estratto della carta geologica dell'area di Torre Alfina - Castel Giorgio ripresa da *Costantini et al., 1988*.

Come emerge dalla figura, dal punto di vista geologico, nell'Area di Studio risulta dominante la presenza in affioramento delle formazioni del complesso vulcanico. Solo nel settore nord occidentale dell'area affiorano formazioni afferenti al complesso delle unità di facies ligure ed austroalpina (in particolare, Pb: Formazione delle argille con calcari a palombini e SF - Formazione di Santa Fiora), sulle quali poggiano prodotti di disfacimento meteorico del complesso vulcanico.

La Figura 4.2.3.1b mostra che l'intero Impianto Pilota interessa un'unica formazione, rappresentata dai depositi di copertura detritico - eluviale costituiti prevalentemente da alterazione di tufi con suolo agrario. Tali depositi sono composti da materiale a tessitura limoso - argillosa debolmente sabbiosa, con piccole scorie e lapilli più o meno alterati derivanti dal disfacimento delle vulcaniti in posto che ricoprono la gran parte dell'altopiano tra Torre Alfina e Castel Giorgio; lo spessore di tali depositi varia da pochi metri fino a circa 15-20 m.

Per dettagli riguardo le caratteristiche tecniche dei terreni attraversati dalle opere in progetto si rimanda alla Relazione Geologica, Geotecnica, Idrologica, Idraulica e Sismica riportata in Allegato Q.

L'assetto geomorfologico d'insieme del territorio intorno all'Area di Studio è caratterizzato da forme blande, che conferiscono al paesaggio un andamento sub-tabulare; al di là della scarpata bordiera che definisce il limite di affioramento delle vulcaniti, si assiste ad un netto cambiamento dei caratteri morfologici passando dalle forme del paesaggio tipiche del plateau vulcanico, alle aree di affioramento dei sedimenti flyschoidi contraddistinte, invece, da un assetto morfologico maggiormente articolato, con pendii relativamente accentuati, incisi dal locale reticolo idrografico in conseguenza dell'azione degli agenti morfogenetici su terreni a minor grado di competenza.

Il morfotipo vulcanico risulta debolmente modellato dall'azione delle acque incanalate nel ridotto reticolo idrografico che ha determinato la costituzione di modeste incisioni delimitate da pendii connotati da pendenze dell'ordine del 10%.

Le quote nell'Area di Studio variano da un massimo di 548 m s.l.m. nella porzione nord occidentale dell'area, in corrispondenza de La Veduta, sino ad un minimo di circa 470 a sud del corso del Fosso Sabissone.

4.2.3.2 Sismicità

Nel presente paragrafo sono presentate le classificazioni sismiche dei territori ricadenti nell'Area di Studio dell'Impianto Pilota in progetto, che verrà realizzato nella parte sud est del territorio comunale di Acquapendente (VT), al confine con il Comune di Castel Giorgio (TR).

La Regione Lazio, con DGR n. 387 del 22 Maggio 2009, ha approvato la "Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio" immediatamente modificata con DGR n. 835 del 03.11.2009. La nuova zonazione sismica, che sostituisce la precedente DGR 766/03, è entrata in vigore il 28/06/2009.

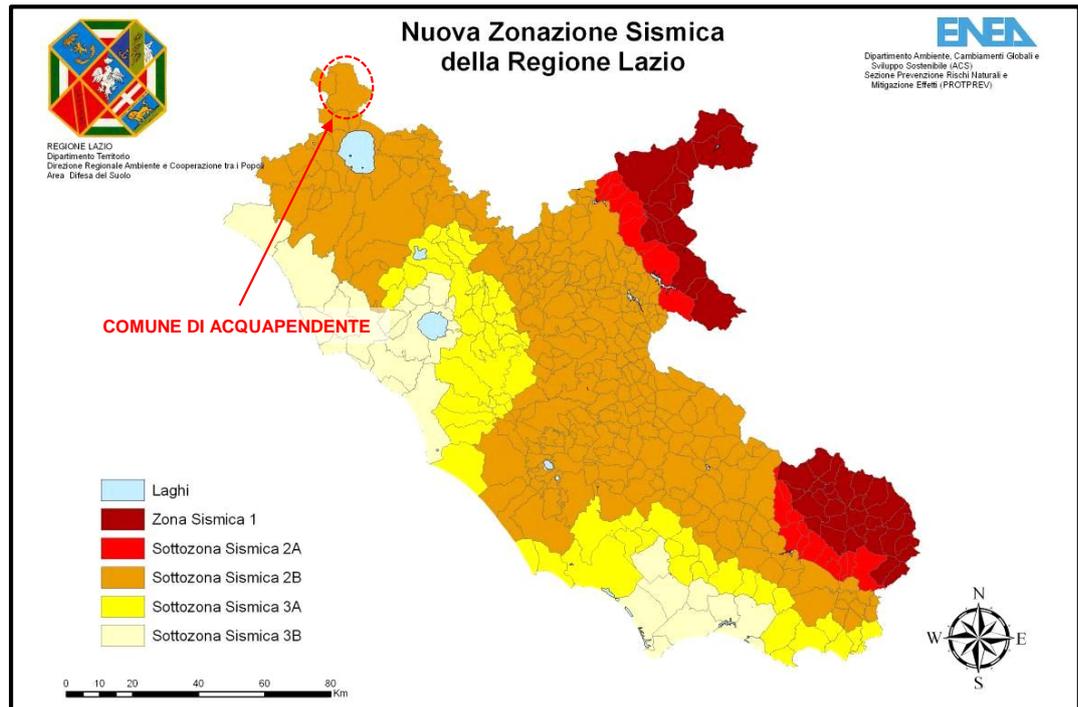
La novità di rilievo è l'istituzione di sottozone sismiche, che consentono di poter differenziare in modo dettagliato la pericolosità sismica sul territorio regionale.

Come anticipato all'inizio del presente paragrafo, le opere del progetto interessano direttamente il territorio comunale di Acquapendente che è classificato come Zona Sismica 2, sottozona 2B; le caratteristiche di tali zone sono riportate in Tabella 4.2.3.2a, mentre in Figura 4.2.3.2a si riporta la classificazione sismica dell'intero territorio regionale.

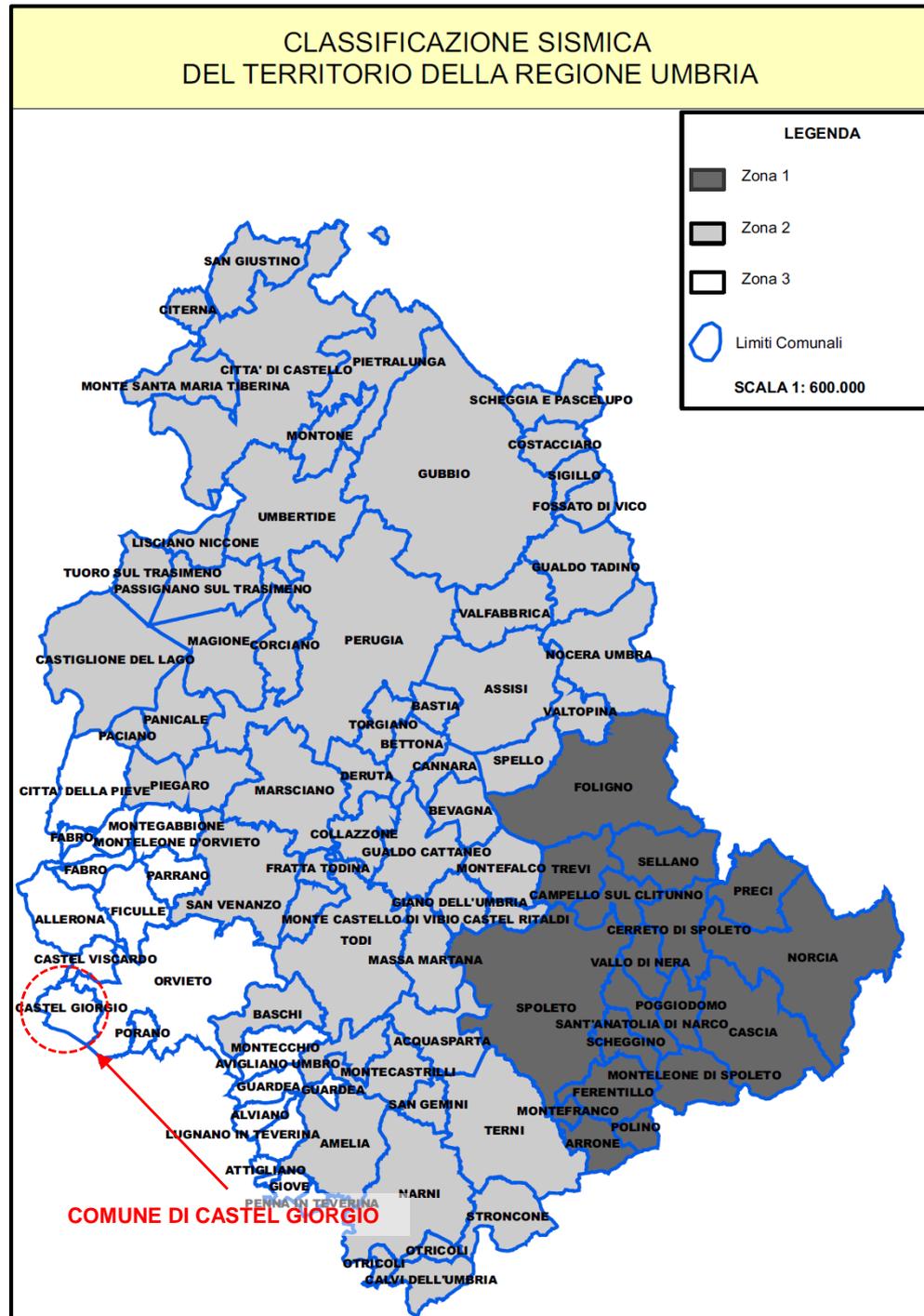
Tabella 4.2.3.2a Suddivisione delle Sottozone Sismiche in Relazione all'Accelerazione di Picco su Terreno Rigido Utilizzate per lo Scenario di Riclassificazione Sismica della Regione Lazio.

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0.278g$ (val. Max per il Lazio)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(val. min.) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Figura 4.2.3.2a *Classificazione Sismica Regione Lazio*



La Regione Umbria, con DGR n. 1111 del 18/09/2012, ha approvato l'"Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" redatto sulla base dei nuovi criteri per l'individuazione delle zone sismiche previsti dall' Ordinanza del Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006.

Figura 4.2.3.2b *Classificazione Sismica Regione Umbria*

Come emerge dalla Figura 4.2.3.2b, a seguito dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale, il Comune di Castel Giorgio rientra all'interno della Zona III, caratterizzata da pericolosità sismica media (corrispondente alle zone con accelerazione di picco orizzontale al suolo (a_g) compresa tra $0,05 \leq a_g < 0,15$).

L'area geotermica Torre Alfina-Castel Giorgio è soggetta a una sismicità che si manifesta essenzialmente con i caratteri tipici delle aree vulcaniche e geotermiche: bassa profondità degli ipocentri e distribuzione temporale degli

eventi sismici a sciame. Si ricordano gli sciame sismici del 1992 (magnitudo massima $M_I=3,5$) del 2010, 2011, 2012 ($M_I \max=2,4$). L'evento maggiore (intensità VII) a Castel Giorgio è avvenuto nel 1957. Ad Acquapendente gli eventi principali sono quelli del 1755 (intensità VI-VII) e del 1924 (intensità VII).

Per ulteriori dettagli si rimanda al rapporto Sismicità storica e recente dell'area geotermica di Torre Alfina predisposta da INGV per conto del Committente (Aprile 2013) e costituente l'Allegato 4 del Progetto Definitivo.

Infine, in merito ai criteri progettuali in materia di costruzione antisismica per il progetto dell'Impianto Pilota, si rimanda all'Analisi Sismica contenuta nell'Allegato H.

4.2.3.3 Stabilità dell'Area

La verifica della presenza di rischio idrogeologico nelle aree individuate per la realizzazione dell'Impianto Pilota in progetto è stata svolta analizzando il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tevere di competenza dell'Autorità di Bacino Nazionale del Fiume Tevere.

Come descritto al Paragrafo 2.4.1.1, le opere in progetto non interessano alcuna area soggetta a rischio idraulico ne' geomorfologico.

Per completare l'analisi della stabilità dell'area, è stato comunque consultato il catalogo degli eventi di dissesto e di piena del Progetto Aree Vulnerabili Italiane (AVI).

Al fine di creare una banca dati dei fenomeni di dissesto in Italia, nel 1989 il Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile ha finanziato al Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (G.N.D.C.I.) un censimento, su scala nazionale, delle aree storicamente interessate da fenomeni di frana ed inondazioni. Il lavoro, effettuato attraverso l'analisi di fonti cronachistiche e pubblicazioni tecnico-scientifiche, si è quindi tradotto nella realizzazione di una banca dati aggiornata al 1999 (C.N.R.- G.N.D.C.I., 1995, 1996, 1999).

I risultati di questo censimento, noto come Progetto AVI, mostrano l'assenza di eventi di dissesto e di piena nell'area interessata dalle opere in progetto. Per tale motivo non è stata predisposta alcuna cartografia.

4.2.3.4 Qualità dei Suoli

Al fine di completare l'analisi della componente in esame mediante l'identificazione delle eventuali contaminazioni del suolo e sottosuolo interessati dalle opere in progetto, è stata effettuata una caratterizzazione di tali terreni utilizzando le metodiche riportate nell'Allegato M al presente documento.

Si specifica, comunque, che i risultati delle analisi chimiche (si veda il suddetto allegato per gli esiti analitici) hanno mostrato una totale assenza di

contaminazione dei suoli interessati dall'Impianto Pilota Geotermico di Torre Alfina.

4.2.4 *Rumore*

Per la caratterizzazione acustica dell'area studio si rimanda ai rilievi fonometrici eseguiti nell'ambito della Valutazione di Impatto Acustico riportata integralmente in Allegato A al presente SIA.

Ne emerge un contesto caratteristico di aree agricole influenzato principalmente dalle attività della Cava Le Greppe.

4.2.5 *Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi*

Lo stato attuale delle componenti naturalistiche è stato esaminato considerando un'Area di Studio di 1,5 km centrata sull'Impianto Pilota Geotermico e comprendente l'Impianto ORC, i pozzi di produzione, il polo di reiniezione ed i tracciati delle tubazioni di produzione e reiniezione.

In Allegato D al presente SIA, cui si rimanda per i dettagli, è stato predisposto lo Screening di Incidenza Ambientale, ai sensi della D.G.R. n. 64 del 29/01/2010, sulle aree SIC/ZPS ubicate entro una distanza di 10 km dal sito di progetto.

Oltre alle SIC/ZPS, nello screening di incidenza sono state descritte le seguenti aree naturali protette:

- “Riserva Naturale Regionale Monte Rufeno” (EUAP0273), compresa parzialmente nell'Area di Studio ed ubicata a circa 1 km in direzione Nord Ovest dal polo di reiniezione AP4;
- “Monumento Naturale Bosco del Sasseto” (EUAP0904), ubicata a circa 1,9 km in direzione Nord dal pozzo di produzione AP1 e compresa parzialmente nell'area occupata dalla SIC/ZPS “Bosco del Sasseto”;
- “Sistema territoriale di interesse naturalistico – ambientale Monte Peglia Selva di Meana” (EUAP1173), ubicata a circa 4 km in direzione nord nord-est dal sito di progetto e parzialmente sovrapposta al SIC “Selva di Meana”.

La caratterizzazione della vegetazione, della flora e della fauna dell'Area di Studio è stata effettuata attraverso le seguenti fasi:

- ricerca documentale e bibliografica;
- interpretazione delle immagini satellitari;
- indagine in campo.

Tuttavia dal sopralluogo effettuato è emerso che le caratteristiche ambientali naturali ed il contesto bio-geografico non mostrano particolari elementi di valore: le pratiche agricole hanno infatti influenzato l'assetto floro-faunistico dell'Area di Studio.

Vegetazione e Flora

L'Area di Studio appare come un mosaico paesistico abbastanza semplificato, costituito prevalentemente da aree a morfologia lievemente ondulata coltivate in maniera intensiva, all'interno delle quali si inseriscono aree boscate di limitata estensione e tessuto urbano frammentato, costituito principalmente da casolari sparsi.

Le principali colture che vengono praticate in maniera intensiva, coltivate in rotazione, sono mais, girasole, grano ecc.. Ad esse si affiancano le tipiche colture arboree (olivo) ed arbustive (vite) (si vedano Figure 4.2.5a e 4.2.5b).

Figura 4.2.5a *Appezamento Coltivato a Seminativi*



Figura 4.2.5b *Appezamento Coltivato ad Olivo*



I boschi presenti nell'Area di Studio hanno dimensioni assai modeste, con prevalenza di formazioni mesotermofile, sia nello strato arboreo che in quello erbaceo. Principalmente sono presenti cerrete dell'associazione *Coronillo emeri-Quercetum cervidi*, ovvero boschi decidui misti governati a ceduo con matricine di cerro. Tra le essenze forestali, oltre al cerro (*Quercus cerris*) che rappresenta sempre la specie dominante, sono molto frequenti il sorbo domestico (*Sorbus domestica*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*), il castagno (*Castanea sativa*), talora il faggio (*Fagus sylvatica*).

Lo strato arbustivo è differenziato dalla presenza del nespolo volgare (*Mespilus germanica*) e della sottospecie mesofila della cornetta dondolina (*Coronilla emerus subsp. emerus*), mentre nel sottobosco erbaceo sono frequenti la cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), l'euforbia delle faggete (*Euphorbia amygdaloides*) e il centocchio dei boschi (*Stellaria nemorum*).

Formazioni ripariali generalmente frammentate e di limitata estensione si rinvencono lungo la rete idrografica (canaletti e fossi minori), caratterizzate nello strato arboreo dalla presenza di *Populus alba* a cui si associano *Salix alba*, *P. canadensis*, *P. nigra* (var. *italica*), *Ulmus minor*, *Quercus pubescens*, *Acer campestre* e l'alloctona *Robinia pseudoacacia* che in alcuni casi costituisce popolamenti quasi monospecifici.

Si specifica, inoltre, che l'Impianto ORC ed il pozzo di produzione AP2 saranno realizzati all'interno della cava Le Greppe ripristinata, in un'area priva di elementi vegetali di pregio (Figura 4.2.5c), occupata da vegetazione erbacea infestante.

Figura 4.2.5c Vista della Cava Le Greppe, sito dell'Impianto ORC e della Postazione AP2



L'analisi della componente è stata integrata mediante la consultazione della Carta dell'Uso del Suolo del progetto Corine Land Cover – versione 2006, riportata in Figura 4.2.5d.

Dalla figura risulta che gran parte dell'area di studio è interessata da "seminativi"; nella porzione occidentale e nord orientale dell'area di studio sono presenti zone boscate. A sud ed a nord rispetto all'impianto ORC sono presenti zone agricole eterogenee.

Come mostrato in figura, relativamente all'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina, le aree occupate dai pozzi di produzione e reiniezione e dall'Impianto ORC, oltre alle relative tubazioni, interessano zone adibite ad usi agricoli, in particolare a "seminativi". Per quanto concerne le tubazioni di collegamento tra l'impianto ORC ed i pozzi di produzione/reiniezione in progetto, si specifica che queste saranno interrate per cui, al termine della loro realizzazione, i luoghi saranno ripristinati allo stato precedente.

Fauna

L'ecosistema agricolo condiziona la presenza delle specie faunistiche nell'Area di Studio; la tipologia di fauna presente è dominata da specie abbastanza tolleranti, se non adattate, ai disturbi arrecati dalle pratiche agricole e dalle attività umane e solo in minima parte da specie forestali.

Generalmente, si tratta di specie ad ecologia plastica, quindi ben diffuse ed adattabili, tutt'altro che in pericolo, quali, nel caso degli uccelli, alcuni passeriformi come la Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*), la Gazza (*Pica pica*), lo Storno (*Sturnus vulgaris*), la Passera mattugia (*Passer montanus*) e la Passera domestica (*Passer domesticus*), l'Allodola (*Alauda arvensis*), Tortora dal collare orientale (*Streptopelia decaocto*), molto comuni nell'ambiente agrario.

Tra i mammiferi si trovano le specie più comuni, quali il Riccio (*Erinaceus europaeus*), la Lepre (*Lepus europaeus*), il Capriolo (*Capreolus capreolus*) e il Topo comune (*Mus musculus*).

Negli incolti marginali e nelle colture è comunque possibile trovare rettili quali la Lucertola campestre (*Podarcis sicula*), la Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), il Ramarro occidentale (*Lacerta viridis*) e il Biacco (*Hierophis viridiflavus*).

Nei fossi e nelle piccole radure si riproducono le Rane verdi, il Rospo comune e Smeraldino, il Tritone crestato, la Salamandra pezzata e, tra gli alberi, la Raganella.

Non si rileva la presenza di ittiofauna di acqua dolce dato che nell'Area di Studio non sono presenti corpi idrici significativi e con caratteristiche tali da ospitare particolari specie.

Ecosistemi

L'omogeneità del territorio denota un elevato utilizzo agricolo dell'area, che ne determina in buona misura la semplificazione del contesto ambientale ed ecosistemico. Le colture si estendono sulla quasi totalità della superficie, riducendo ad una estensione minima la vegetazione spontanea che si sviluppa esclusivamente lungo il corso dei torrenti presenti ed in zone boscate circoscritte e di limitata estensione.

L'area di studio può dunque considerarsi un tipo di "ecosistema agricolo" entro cui si inseriscono nuclei abitati ed attività industriali ed, in posizione marginale, gli elementi della flora e della fauna locale. Infatti l'occupazione di suolo con costruzioni di tipo abitativo e produttivo (oltre alle infrastrutture ad essi connesse) e l'agricoltura meccanizzata, in grado di sfruttare quasi tutte le aree, hanno causato nel tempo una notevole riduzione degli ecosistemi originari come i boschi, con notevole incremento del rischio di desertificazione e impoverimento della biodiversità.

Le colture prevalenti cerealicole e foraggere di tipo intensivo che caratterizzano quasi completamente il paesaggio agrario, hanno condotto ad un aumento indiscriminato nell'utilizzo di biocidi e fertilizzanti, non consentendo lo sviluppo ed

il mantenimento di particolari specie di habitat e di unità ecosistemiche di interesse.

La fauna, naturalmente, ha risentito negativamente delle alterazioni ambientali e così si sono ridotte o sono addirittura scomparse molte specie che caratterizzavano l'area.

Nel complesso l'utilizzo agricolo del suolo, la presenza di aree estrattivo-industriali e la limitata presenza di vegetazione naturale nelle aree circostanti il sito individuato per la realizzazione del progetto, si traducono in basso livello di naturalità e di valenza ecosistemica.

4.2.6 **Paesaggio**

Nel presente paragrafo è presentata l'analisi dello stato attuale della componente Paesaggio per l'Area di Studio identificata per l'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina e corrispondente alla porzione di territorio intorno all'impianto rientrante in un raggio di 1,5 km (si veda Paragrafo 4.1). L'Area di Studio ricade principalmente nel territorio regionale del Lazio e, secondariamente, nel territorio della Regione Umbria.

La caratterizzazione dello stato attuale della componente è stata sviluppata mediante:

- l'individuazione dei macroambiti di paesaggio, sulla base della classificazione prodotta dagli strumenti di pianificazione paesaggistica vigenti nei territori coinvolti;
- l'analisi dei vincoli paesaggistici e territoriali presenti nell'Area di Studio;
- la descrizione delle caratteristiche paesaggistiche attuali dell'Area di Studio;
- la stima del valore paesaggistico dell'Area di Studio.

4.2.6.1 **Macroambiti di Paesaggio**

L'identificazione dei Macroambiti di Paesaggio interessati dalle opere in progetto è stata svolta consultando il PTPR della Regione Lazio ed il PTCP di Terni (Regione Umbria).

Il PTPR della Regione Lazio individua, nella Tavola A, i "Sistemi ed Ambiti di Paesaggio". I sistemi interessati dall'Area di Studio sono: Paesaggio Agrario di Valore, Paesaggio Agrario di Rilevante Valore, Paesaggio Naturale e Paesaggio Naturale di Continuità.

La porzione di Area di Studio ricadente in Regione Umbria, invece, interessa il sub-sistema territoriale Orvietano ed, in particolare, la sub-unità di paesaggio, identificata dal codice 4TV₁ "Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio - Aeroporto di Castel Giorgio - Centro di Castel Giorgio", individuata dal PTCP di Terni.

Macroambiti di Paesaggio – Porzione dell’Area di Studio Ricadente in Regione Lazio

Il Paesaggio Naturale è costituito dalle porzioni di territorio interessate dalla presenza di aree naturali con specificità geomorfologiche, aventi principalmente un uso del suolo agricolo. Tale paesaggio comprende principalmente le aree nelle quali i beni conservano il carattere naturale o seminaturale in condizione di sostanziale integrità. Il Paesaggio Naturale di Continuità, invece, è costituito da porzioni di territorio che, pur presentando elevato valore di naturalità, sono parzialmente edificate o infrastrutturate.

Il Paesaggio Agrario di Rilevante Valore conserva i caratteri propri del paesaggio agrario tradizionale: si tratta di aree caratterizzate da produzione agricola di grande estensione ed omogeneità, che hanno rilevante valore paesistico per l’eccellenza dell’assetto percettivo, scenico e panoramico. In quest’ambito paesaggistico sono comprese aree caratterizzate da una produzione agricola tipica o specializzata e le aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva.

Il Paesaggio Agrario di Valore si distingue per le aree che conservano la vocazione agricola anche se sottoposte a mutamenti fondiari e/o colturali. Si tratta di aree a prevalente funzione agricola-produttiva con colture a carattere permanente o a seminativi di media e modesta estensione ed attività di trasformazione dei prodotti agricoli. In questa tipologia sono da comprendere anche le aree parzialmente edificate caratterizzate dalla presenza di preesistenze insediative utilizzate anche per lo sviluppo di attività complementari ed integrate con l’attività agricola.

Macroambiti di Paesaggio – Porzione dell’Area di Studio Ricadente in Regione Umbria

La vasta area del Tavolato Vulcanico di Castel Giorgio è un’area tabulare la cui sommità è prevalentemente compresa tra i 400 e i 600 m s.l.m.; essa si articola in zone di crinale e vallecole, legate alla diversa consistenza di litotipi. La sub-unità 4TV₁ si configura come un’area pianeggiante con depositi eluviali e colluviali di natura vulcanica, legati alle alterazioni del substrato.

L’area del tavolato vulcanico è caratterizzata principalmente da colture a seminativo e da un’agricoltura produttiva che interessa le zone di crinale, che si alternano a vallecole delimitate da corridoi vegetali che, insieme alle macchie boschive, ai filari a bordo strada ed alle siepi interpoderali (presenti anche come semplici tracce), costituiscono la rete ecologica minore di questo ambito.

Nella sub-unità 4TV₁ l’uso del suolo dominante è a seminativo semplice, con un’agricoltura produttiva molto elevata, grazie alla fertilità del suolo vulcanico. Nella gran parte della sub-unità non sono presenti lembi boschivi ad eccezione di qualche filare e siepe lungo le strade interpoderali ed i fossi. Sono presenti, sempre in questa zona, infrastrutture agricole, di cui molte in abbandono. La pressione antropica è caratterizzata principalmente dall’attività agricola intensiva e dalle espansioni edilizie intorno ai centri comunali.

4.2.6.2**Vincoli Paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.**

Di seguito sono richiamate le interferenze dell’Impianto Pilota in progetto con le aree sottoposte a tutela paesaggistica individuate dagli strumenti di Pianificazione Paesaggistica, esaminati nel Capitolo 2. Una rappresentazione sintetica dei vincoli paesaggistici presenti nell’Area di Studio ai sensi del D.Lgs. 42/04 e s.m.i è riportata in Figura 4.2.6.2a.

La figura mostra che l’Impianto Pilota Torre Alfina ricade all’interno di un’area dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi dell’art.136 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.; in particolare, le opere in progetto interessano l’area denominata “Altopiano dell’Alfina: Ampliamento del vincolo Monte Rufeno e Valle del Paglia”, istituita con D.M. 12/05/2011.

La suddetta area vincolata costituisce l’estensione alla Piana dell’Alfina Laziale dell’area di notevole interesse pubblico istituita con D.M. 22/05/1985 e denominata “Zona del Monte Rufeno e della Valle del Paglia nei Comuni di Acquapendente e Proceno”.

Dall’analisi della Figura 4.2.6.2a emerge altresì l’interferenza dell’area della postazione di reiniezione AP4 e di alcuni tratti delle tubazioni di produzione e reiniezione con la fascia di rispetto di un affluente del Fosso del Sabissone, tutelato ai sensi dell’art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i..

In virtù dell’interessamento del progetto dell’Impianto Pilota di aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i. è stata predisposta la Relazione Paesaggistica, costituente l’Allegato B al presente Studio, cui si rimanda per dettagli.

Nell’Area di Studio sono inoltre presenti:

- alcuni corsi d’acqua tutelati ai sensi dell’art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i., oltre al sopraccitato affluente del Sabissone, in particolare: Fosso del Sabissone, Fosso della Caduta (poi Fosso della Veduta) ed altri corsi d’acqua minori senza denominazione;
- la riserva naturale del Monte Rufeno, tutelata ai sensi dell’art. 142, comma 1, lettera f) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i., ubicato ad una distanza minima di 1 km in direzione ovest dall’Impianto Pilota Torre Alfina;
- alcune aree boscate tutelate ai sensi dell’art. 142, comma 1, lettera g) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i.;
- un’area di interesse archeologico tutelata ai sensi dell’art. 142, comma 1, lettera m) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i. denominata Casale Pacignano: le opere previste per la realizzazione dell’Impianto Pilota Torre Alfina sono esterne a tale area e localizzate ad una distanza minima di circa 1,3 km dalla stessa.

Si ricorda che il sito individuato per la realizzazione dell’Impianto ORC in progetto, così come la postazione AP2, si trovano all’interno di un’area attualmente in parte destinata ad attività estrattive ed in parte ripristinata, che al momento della realizzazione del progetto oggetto del presente Studio sarà completamente ripristinata.

Le postazioni AP1, AP3 ed AP4 interessano aree di tipo agricolo. Le tubazioni saranno realizzate in parte seguendo la viabilità esistente ed in parte in aree di tipo agricolo.

4.2.6.3 **Descrizione delle Caratteristiche Paesaggistiche dell'Area di Studio dell'Impianto Pilota Geotermico Terra Alfina**

L'Area di Studio presenta una morfologia prevalentemente ondulata, nella parte laziale, ed una morfologia tabulare, nella parte umbra. Essa è attraversata da Ovest ad Est dal corso del fosso del Sabissone, del fosso della Caduta (poi Fosso della Veduta) e dai loro affluenti, i quali scavano delle vallecole dalle dolci pendenze. L'insediamento di Torre Alfina, posto al limite Nord dell'Area di Studio in posizione sopraelevata, è circondato a Nord e ad Ovest da un'area boscata, ricadente parzialmente all'interno della Riserva Naturale Regionale del Monte Rufeno.

Il Castello medievale di Torre Alfina, che sovrasta il piccolo centro abitato, domina il borgo e le valli sottostanti. Nella seguente Figura 4.2.6.3a si riporta una vista dal Castello di Torre Alfina sulla pianura sottostante.

Figura 4.2.6.3a *Vista dal Castello di Torre Alfina*



Gli appezzamenti coltivati nei pressi del centro abitato formano una trama abbastanza fitta ed eterogenea che tende a semplificarsi via via che ci si avvicina al confine regionale. La trama agraria, infatti, risente della presenza di aree naturali e si movimenta con piccole fasce boscate poste ai margini dei campi, con fasce ripariali lungo i fossi e con veri e propri boschetti isolati. Nella seguente Figura 4.2.6.3b è rappresentata la fascia boscata ripariale lungo il Fosso del Sabissone.

Figura 4.2.6.3b *Seminativo e Fascia Boscata Ripariale nei pressi del Fosso Sabissone*



Nella campagna coltivata (principalmente a seminatoivo semplice), attraversata da Est ad Ovest dalla S.P. n.50 e da Nord a Sud dalla S.P. n.47, sono disseminate alcune aziende agricole (si veda Figura 4.2.6.3c), alle quali sono associati annessi ed altri edifici minori utili per la produzione agricola.

Lungo la strada provinciale Torre Alfina – Castel Giorgio è presente un'edicola religiosa, mostrata nella seguente Figura 4.2.6.3d.

Figura 4.2.6.3c *Azienda Agricola*



Figura 4.2.6.3d Edicola Religiosa

Il palinsesto territoriale di riferimento, come già detto di tipo prevalentemente agricolo, è tuttavia interrotto da aree estrattive, capannoni industriali ed impianti tecnologici per lo sfruttamento dell'energia solare.

Come visibile nella seguente Figura 4.2.6.3e e 4.2.6.3f nell'Area di Studio sono disseminati alcuni impianti fotovoltaici che contribuiscono allo sfruttamento di fonti di energia rinnovabile ed alcune aree produttive ed estrattive.

Figura 4.2.6.3e Impianti fotovoltaici presenti nell'Area di Studio

Figura 4.2.6.3f Capannoni industriali ed area estrattiva presenti nell'Area di Studio



La parte Est dell'Area di Studio, ricadente nella Regione Umbria, risulta anch'essa dominata dalle colture agricole. La trama agraria appare abbastanza semplificata e più ampia rispetto a quella rilevata nella Regione Lazio, e gli appezzamenti solo raramente sono caratterizzati da alberature perimetrali. Le principali colture praticate nella zona risultano mais, girasole e grano.

I lembi boschivi appaiono radi e di dimensioni assai modeste; alcuni filari sono visibili principalmente lungo le strade interpoderali ed i fossi. I boschi sono decidui misti governati a ceduo con matricine di cerro (*Quercus cerris* L.).

Nella seguente Figura 4.2.6.3g si riporta un'immagine della tipica campagna coltivata presente nell'Area di Studio ricadente in Regione Umbria, nella quale strade poderali o a carattere locale interrompono talvolta gli appezzamenti agricoli.

Figura 4.2.6.3g *Aree Agricole e lembi boschivi sullo sfondo*



L'infrastruttura viaria principale che attraversa questa parte dell'Area di Studio in direzione Nord-Sud è la Strada Torre Alfina – Castel Giorgio, visibile in Figura 4.2.6.3h.

Figura 4.2.6.3h *Strada Torre Alfina – Castel Giorgio*



Il tessuto urbano risulta frammentato, costituito principalmente da case sparse, talvolta aggregate in piccoli nuclei, quali Contrada La Torraccia. Diffusi sul territorio appaiono invece i manufatti legati alle attività agricole.

Si registra infine la presenza dell'area industriale di Castel Giorgio, in adiacenza alla Strada Torre Alfina – Castel Giorgio, visibile in Figura 4.2.6.3i.

In questa zona sarà localizzato l'Impianto Pilota geotermico denominato Castel Giorgio (si veda Paragrafo 1.3). In particolare ad Est della strada Torre Alfina – Castel Giorgio, nella zona industriale esistente, sarà localizzata la Centrale ORC

ed una piazzola di produzione mentre altre due postazioni di produzione saranno localizzate ad Ovest della stessa strada Torre Alfina – Castel Giorgio.

Figura 4.2.6.3i Area Industriale - Località Quercia Galante



4.2.6.4 Stima della Sensibilità Paesaggistica dell'Area di Studio

Nel presente paragrafo, sulla base degli elementi sopra descritti, si procede alla stima della sensibilità paesaggistica dell'Area di Studio. Di seguito si introduce la metodologia di valutazione applicata.

Metodologia di Valutazione

La metodologia proposta prevede che la sensibilità e le caratteristiche di un paesaggio vengano valutate in base a tre componenti: *Componente Morfologico Strutturale, Componente Vedutistica, Componente Simbolica.*

Nella tabella seguente sono riportate le diverse chiavi di lettura riferite alle singole componenti paesaggistiche analizzate.

Tabella 4.2.6.4a Sintesi degli Elementi Considerati per la Valutazione della Sensibilità Paesaggistica

Componenti	Aspetti Paesaggistici	Chiavi di Lettura
Morfologico Strutturale (in considerazione dell'appartenenza dell'area a "sistemi" che strutturano l'organizzazione del territorio)	Morfologia	Partecipazione a sistemi paesistici di interesse geo-morfologico (leggibilità delle forme naturali del suolo)
	Naturalità	Partecipazione a sistemi paesaggistici di interesse naturalistico (presenza di reti ecologiche o aree di rilevanza ambientale)
	Tutela	Grado di tutela e quantità di vincoli paesaggistici e culturali presenti
	Valori Storico Testimoniali	Partecipazione a sistemi paesaggistici di interesse storico – insediativo Partecipazione ad un sistema di testimonianze della cultura formale e materiale
Vedutistica (in considerazione della fruizione percettiva del paesaggio, ovvero di valori panoramici e di relazioni visive rilevanti)	Panoramicità	Percepibilità da un ampio ambito territoriale/inclusione in vedute panoramiche
Simbolica (in riferimento al valore simbolico del paesaggio, per come è percepito dalle comunità locali e sovra locali)	Singolarità Paesaggistica	Rarità degli elementi paesaggistici Appartenenza ad ambiti oggetto di celebrazioni letterarie, e artistiche o storiche, di elevata notorietà (richiamo turistico)

La valutazione qualitativa sintetica della classe di sensibilità paesaggistica del sito rispetto ai diversi modi di valutazione e alle diverse chiavi di lettura viene espressa utilizzando la seguente classificazione:

- Sensibilità paesaggistica *molto bassa*;
- Sensibilità paesaggistica *bassa*;
- Sensibilità paesaggistica *media*;
- Sensibilità paesaggistica *alta*;
- Sensibilità paesaggistica *molto alta*.

Stima della Sensibilità Paesaggistica dell'Area di Studio dell'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina

Nella seguente tabella è riportata la descrizione dei valori paesaggistici riscontrati secondo gli elementi di valutazione sopra descritti.

Tabella 4.2.6.4b Valutazione della Sensibilità Paesaggistica dell'Area di Studio dell'Impianto Pilota Geotermico

Componenti	Aspetti Paesaggistici	Descrizione	Valore
Morfologico Strutturale	Morfologia	L'Area di Studio comprende una porzione di territorio, in regione Lazio, caratterizzata da una morfologia ondulata, solcata da deboli valli alternate a colline con altitudine media intorno ai 520 m s.l.m.. La parte umbra, invece, è formata da una vasta zona tabulare.	<i>Medio</i>
	Naturalità	Nell'Area di Studio rientrano parte della Riserva Naturale Regionale del Monte Rufeno. Al di fuori delle suddette aree il grado di naturalità è ridotto: si rileva principalmente una vegetazione riconducibile al paesaggio agrario ed agli ambienti antropici, che presenta uno scarso interesse naturalistico.	<i>Medio - Basso</i>
	Tutela	<p>L'Impianto Pilota Torre Alfina ricade all'interno di un'area dichiarata di notevole interesse pubblico ai sensi dell'art.136 del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.. La postazione di reiniezione AP4 ed alcuni tratti delle tubazioni di produzione e reiniezione (interrati) interessano la fascia di rispetto di un affluente del Fosso del Sabissone, tutelato ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i..</p> <p>Nell'Area di Studio sono inoltre presenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alcuni corsi d'acqua tutelati ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i., oltre al sopracitato affluente del Sabissone, in particolare: Fosso del Sabissone, Fosso della Caduta (poi Fosso della Veduta), ed altri corsi d'acqua minori privi di denominazione; • la riserva naturale del Monte Rufeno, tutelata ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera f) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i., ubicato ad una distanza minima di 1 km in direzione ovest dall'Impianto Pilota Torre Alfina; • alcune aree boscate tutelate ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera g) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i.; • un'area di interesse archeologico tutelata ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera m) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i. denominata Casale Pacignano: le opere previste per la realizzazione dell'Impianto Pilota Torre Alfina sono esterne a tale area e localizzate ad una distanza minima di circa 1,3 km dalla stessa. 	<i>Medio</i>
	Valori Storico Testimoniali	Gli elementi di interesse storico testimoniale si concentrano principalmente negli abitati di Torre Alfina e nel suo castello. Nell'Area di Studio il valore storico viene evidenziato dalla permanenza della matrice agricola.	<i>Medio</i>

Componenti	Aspetti Paesaggistici	Descrizione	Valore
Vedutistica	Panoramicità	La morfologia ondulata della parte Nord-occidentale dell'Area di Studio consente talvolta alcuni punti panoramici sulle aree pianeggianti. La presenza di vegetazione arbustiva in macchie e di lembi boschivi, principalmente lungo la viabilità esistente, determina tuttavia la presenza di numerose quinte visuali che spesso limitano la visione del paesaggio.	<i>Medio</i>
Simbolica	Singularità Paesaggistica	I caratteri del paesaggio sono arricchiti da alcune presenze storiche di rilevante valore (Castello di Torre Alfina) e la Riserva Naturale Regionale del Monte Rufeno. Per le restanti parti i caratteri del paesaggio, tipici della collina umbro-laziale, appaiono generalmente comuni.	<i>Medio - Basso</i>

La sensibilità paesaggistica dell'Area di Studio considerata è da ritenersi di valore *Medio / Medio-Basso*, in quanto:

- il valore della componente Morfologico Strutturale risulta *Medio / Medio-Basso*;
- il valore della componente Vedutistica risulta *Medio*;
- il valore della componente Simbolica risulta *Medio-Basso*.

4.2.7

Salute Pubblica

Nel presente paragrafo viene esaminata la situazione sanitaria del territorio comunale di Acquapendente (VT), prendendo in considerazione alcune patologie tra quelle che possono essere ricondotte a situazioni di inquinamento ambientale relativamente al triennio 2000-2002.

I dati utilizzati per l'analisi della componente si riferiscono all'intero territorio nazionale, a quello della Regione Lazio, a quello della Provincia di Viterbo ed a quello dell'ASL n.9 di Viterbo. Come fonte di dati è stato utilizzato l'“*Atlante 2007: Banca dati degli indicatori per USL*”, del Progetto ERA, 2007.

L'Atlante della Sanità Italiana, nell'ambito del Progetto ERA - Epidemiologia e Ricerca Applicata, riporta un aggiornamento dell'indagine svolta sulle realtà territoriali delle aziende ASL, iniziato con il Progetto Prometeo. Tale studio ha interessato, in particolare, lo stato di salute della popolazione, i servizi socio-sanitari erogati ed il contesto demografico ed economico presenti.

L'Atlante è stato realizzato dall'Università di Tor Vergata, in collaborazione con l'ISTAT (Servizio Sanità ed Assistenza), il Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute dell'ISS, la Nebo ricerche PA.

La classifica stilata, per diverse tipologie di indicatori, è realizzata per ASL di residenza e non per ASL di decesso e riflette i determinanti di salute presenti nelle diverse aree geografiche, tra i quali il livello di assistenza sanitaria.

Per una corretta analisi dei dati, lo studio ricorre ad un processo di standardizzazione, espressa dal Tasso Standardizzato di Mortalità (TSM), che

esprime il livello di mortalità (decessi), riferiti ad un campione di 100.000 abitanti. Il processo di standardizzazione è utile per ridurre al minimo quei fattori che potrebbero essere causa di errore nella determinazione del rischio di mortalità. Tra di essi, in particolare, l'età, per la quale, ad ogni aumento, corrisponde un incremento del rischio di morte. In assenza di tale processo risulterebbe difficoltosa la comparazione oggettiva dei livelli di mortalità fra popolazioni aventi diversa struttura anagrafica.

Nella Tabella 4.2.7a si riportano i valori dei tassi medi standardizzati di mortalità per causa per entrambi i sessi, della popolazione residente compresa tra 0-74 anni.

Tabella 4.2.7a Morti (0-74 Anni) per 100.000 Residenti 0-74 anni (Dati 2000-2002)

Cause di Mortalità (tra 0 e 74 anni)	Media ASL n.9 Viterbo		Media Provincia Viterbo		Media Regione Lazio		Media ITALIA	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
Tumori maligni apparato digerente e peritoneo	24,3	17,8	24,3	17,8	23,6	14,7	24,1	14,7
Tumori maligni apparato respiratorio e organi intratoracici	5,8	0,7	5,8	0,7	4,4	0,8	5,7	1,0
Tumori della donna (mammella e genitali)	0,0	5,4	0,0	5,4	0,0	5,3	0,0	5,5
Altri tumori	38,9	20,0	38,9	20,0	40,6	20,1	38,3	19,7
Malattie ischemiche del cuore	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malattie cerebrovascolari	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Altre malattie sistema circolatorio	35,4	17,5	35,4	17,5	35,5	15,7	33,0	15,3
Traumatismi e avvelenamenti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malattie apparato digerente	18,9	8,3	18,9	8,3	17,2	7,8	17,7	8,6
Malattie infettive e parassitarie	0,9	0,5	0,9	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3
Malattie dell'apparato respiratorio	11,0	4,9	11,0	4,9	11,0	4,4	12,4	4,3
Malattie del sistema genito-urinario	20	0,7	20	0,7	1,0	0,6	0,9	0,6
Tutte le cause	164,1	95,7	164,1	95,7	166,5	90,0	163,5	90,4

Fonte: Elaborazioni ERA (Epidemiologia e Ricerca Applicata) su dati ISTAT;
triennio 2000-2002 – www.e-r-a.it

Come si può osservare, i tassi standardizzati di mortalità totale per tutte le cause nel triennio 2000-2002 registrati nell'ASL n.9 e nella Provincia di Viterbo risultano sostanzialmente confrontabili con i corrispettivi tassi regionali e nazionali.

In particolare, il confronto con i tassi di mortalità regionali e nazionali mostra, per il sesso femminile, valori lievemente superiori di mortalità, legata principalmente ad un aumento dei tumori a carico dell'apparato digerente e peritoneo, del sistema circolatorio, e dell'apparato digerente e respiratorio.

4.2.8 *Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti*

4.2.8.1 **Richiami Normativi**

L'intensità del campo elettrico in un punto dello spazio circostante un singolo conduttore è correlata alla tensione ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto dal conduttore. L'intensità del campo induzione magnetica è invece proporzionale alla corrente che circola nel conduttore ed inversamente proporzionale alla distanza.

Nel caso di terne elettriche, il campo elettrico e di induzione magnetica sono dati dalla somma vettoriale dei campi di ogni singolo conduttore. Nel caso di

macchine elettriche i campi generati variano in funzione della tipologia di macchina (es. trasformatore) ed anche del singolo modello di macchina. In generale si può affermare che il campo generato dalle macchine elettriche decade nello spazio più velocemente che con il quadrato della distanza.

I valori di campo indotti dalle linee e dalle macchine possono confrontarsi con le disposizioni legislative italiane.

La protezione dalle radiazioni è garantita in Italia dalla “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” n. 36 del 22 Febbraio 2001, che definisce:

- esposizione: la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici o a correnti di contatto di origine artificiale;
- limite di esposizione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori [...omissis...];
- valore di attenzione: il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate [...omissis...];
- obiettivi di qualità: i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo stato [...omissis...] ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Il Decreto attuativo della Legge quadro è rappresentato dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.

Esso fissa i seguenti valori limite:

- 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico come limite di esposizione, da intendersi applicato ai fini della tutela da effetti acuti;
- 10 μ T come valore di attenzione, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- 3 μ T come obiettivo di qualità, da intendersi applicato ai fini della protezione da effetti a lungo termine nel “caso di progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio”.

Come indicato dalla Legge Quadro del 22 febbraio 2001 il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. La corrente transitante nei conduttori va calcolata come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto dei conduttori prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) volta ad individuare la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti da essa più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (definita come lo spazio caratterizzato da un'induzione magnetica maggiore o uguale all'obiettivo di qualità). Il valore della DPA va arrotondato al metro superiore.

4.3 **STIMA DEGLI IMPATTI**

4.3.1 **Atmosfera e Qualità dell'Aria**

Considerato che l'esercizio di un impianto geotermico pilota non prevede alcuna emissione in atmosfera, gli impatti sulla qualità dell'aria connessi alla realizzazione del progetto sono del tutto analoghi a quelli relativi a cantieri di opere civili e sono relativi principalmente alle emissioni:

- di polveri durante la fase di preparazione delle aree per i pozzi e durante la realizzazione dell'impianto ORC;
- di gas di scarico dai mezzi coinvolti tanto nella fase di preparazione delle aree che nella fase di perforazione dei pozzi e di realizzazione dell'impianto ORC;
- di gas di scarico dai motori diesel azionanti i gruppi elettrogeni o altre utenze possibili durante la perforazione dei pozzi.

Va sottolineato che, al momento dell'avvio dei lavori dell'Impianto Pilota di Torre Alfina, l'Impianto Pilota di Castel Giorgio (per il quale è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare ad ottobre 2013) anche se non sarà ancora in esercizio, sarà comunque costruito: per tale motivo sono da escludersi impatti cumulati sulla qualità dell'aria connessi alla realizzazione dei due progetti.

4.3.1.1 **Preparazione Aree Pozzi**

Emissioni Polveri

Gli impatti sulla qualità dell'aria connessi alla fase di preparazione delle aree per i pozzi sono relativi principalmente alle emissioni di polveri dovute a:



- polverizzazione ed abrasione delle superfici, causate da mezzi in movimento durante la movimentazione di terra e materiali;
- trascinarsi delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiale incoerente;
- azione meccanica su materiali incoerenti e scavi con l'utilizzo di escavatori, ecc.;
- trasporto involontario di fango attaccato alle ruote degli autocarri.

Per la trattazione e valutazione delle polveri emesse in fase di preparazione delle aree pozzi si rimanda all'Allegato C, dove è stata applicata la metodologia prevista dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" adottate con Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 213 del 3/11/2009, redatte su proposta della Provincia stessa che si è avvalsa dell'apporto tecnico-scientifico di ARPAT. Dalla stima effettuata emerge che, durante le suddette attività, non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 presso i recettori più prossimi dovuti alle emissioni polverulente.

Emissioni da Traffico Indotto

Il traffico indotto, tanto nella fase di costruzione della postazione, che nella fase di perforazione, è stimabile in non più di 18 mezzi giornalieri e non è pertanto in grado di alterare lo stato attuale della qualità dell'aria.

L'impatto è del tutto simile a quello conseguente le lavorazioni di cantieri stradali o di operazioni agricole e si ritiene pertanto non significativo.

4.3.1.2 Perforazione Pozzi

Durante la fase di perforazione dei pozzi le emissioni di gas nell'atmosfera possono avere la seguente origine:

- gas di scarico dai motori diesel azionanti i gruppi elettrogeni o altre utenze possibili;
- traffico indotto dalle attività.

Delle emissioni da traffico indotto si è già detto al precedente paragrafo; nel seguito sono analizzati i contributi dovuti alle attività di perforazione, ipotizzando le condizioni più conservative.

Emissioni da Motori Diesel

Durante le attività di perforazione di ciascun pozzo saranno utilizzati i seguenti motori diesel di potenza complessiva inferiore a 3 MW:

- n. 2 motori azionanti n. 2 gruppi elettrogeni;
- n. 2 motori azionanti n. 2 motopompe del fango;

- n. 1 motore azionante n.1 gruppo elettrogeno di servizio;
- n.1 motore azionante l'argano utilizzato per la movimentazione delle aste del sistema di dosaggio inibitore incrostazioni.

Per la stima delle emissioni si deve tener conto che tutti i motori (diesel di potenza complessiva inferiore a 3 MW) sono gestiti secondo le norme vigenti e hanno emissioni inferiori ai limiti imposti dalla normativa (D.Lgs. 152/06 e s.m.i. punto 3 della Parte III dell'Allegato I alla Parte Quinta) sui motori per installazioni fisse a combustione interna, richiamati per comodità nella seguente Tabella 4.3.1.2a:

Tabella 4.3.1.2a Limiti Emissioni Motori per Installazioni Fisse a Combustione Interna ai Sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Inquinante	Valore Limite
Polveri	130 mg/Nm ³
Ossidi di Azoto	2000 mg/Nm ³ per i motori ad accensione spontanea di potenza uguale o superiore a 3 MW 4000 mg/Nm ³ per i motori ad accensione spontanea di potenza inferiore a 3 MW 500 mg/Nm ³ per gli altri motori a quattro tempi 800 mg/Nm ³ per gli altri motori a due tempi.
Monossido di Carbonio	650 mg/Nm ³
I valori di concentrazione sono riferiti a fumi secchi al 5% O ₂ libero.	

Considerando il consumo medio di gasolio di circa 500 kg/giorno e assumendo conservativamente le emissioni riportate nella tabella precedente si ottengono le emissioni massime riportate in Tabella 4.3.1.2b.

Tabella 4.3.1.2b Emissioni Massime

Sostanza Emessa	Durante l'intera perforazione* (kg)	Portata Massima Oraria ** (kg/h)
Polveri	58,9	0,08
Ossidi di Azoto	1.812	2,5
Monossido di Carbonio	290	0,4
Anidride Carbonica	97.057	135
*60 giorni al consumo medio di 500 kg/giorno		
**Calcolato sul consumo di 1000/24 kg di gasolio ora		

Le emissioni di gas da motori diesel dell'impianto durante la perforazione sono paragonabili a quelle di qualche trattore agricolo di media potenza generalmente operanti in ogni stagione nella zona. Per quanto detto e dato il carattere temporaneo dei lavori, si ritiene che l'impatto generato dalle emissioni dei motori sulla qualità dell'aria sia non significativo.

4.3.1.3 Prove di Produzione

Come anticipato al Paragrafo 3.3.3.1, oltre alle prove di iniettività per caratterizzare dal punto di vista iniettivo/produttivo i pozzi si prevede che, al

termine della perforazione, i pozzi vengono innescati con azoto e fatti produrre fino al riempimento delle vasche (si stimano circa 6 ore).

Durante questi tests, attraverso il camino del silenziatore verrà emesso in atmosfera il fluido geotermico proveniente dal pozzo.

La composizione del fluido erogato è mostrata nelle tabelle 3.1.3.1a e 3.1.3.1b e, quindi, è possibile ipotizzare un fluido geotermico composto al 91% in peso da liquido a circa 100 °C, 7,2% da vapore acqueo e per il restante 1,8 % da gas incondensabile costituito per il 99% da anidride carbonica e circa 0,5% da Acido Solfidrico (H₂S) e il restante 1% da altri gas e metano.

La brevità delle prove di produzione (massimo 6-8 ore), la composizione chimica del fluido (quasi esclusivamente acqua e vapor d'acqua) e la sua temperatura fanno ritenere del tutto trascurabili gli impatti generati dalle prove di produzione.

Inoltre, sarà prevista la possibilità di immettere, per la durata delle prove, acqua ossigenata che potrebbe essere utilizzata per eliminare l'eventuale odore indotto dalle ricadute atmosferiche di H₂S emesso.

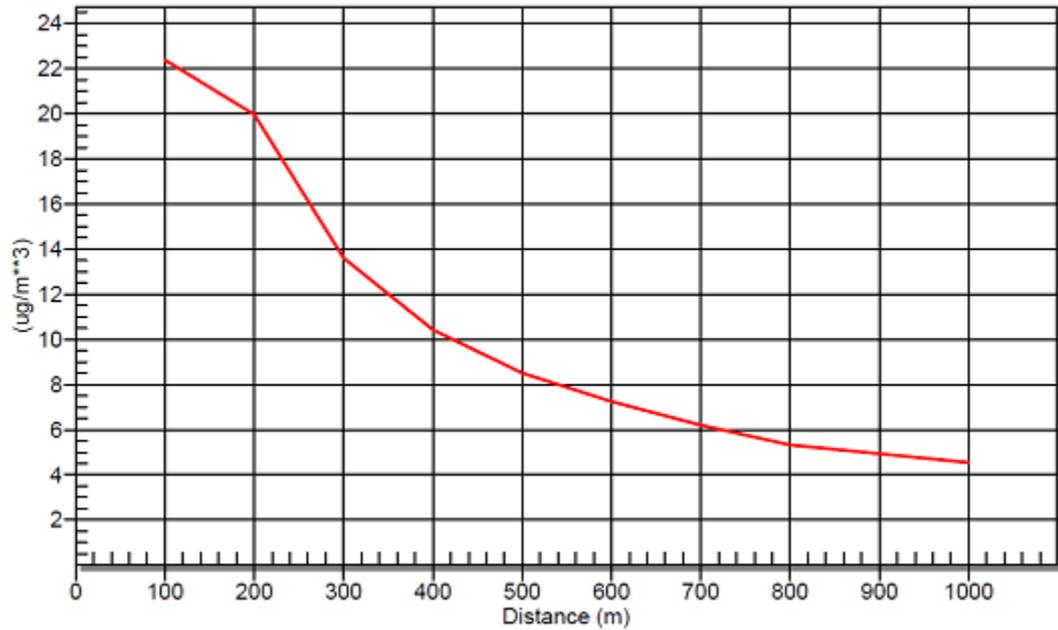
A titolo indicativo durante le ore di prove di produzione saranno immessi in aria:

- circa 1 kg/h di H₂S;
- circa 2,8 t/h di CO₂;
- circa 11,7 t/h di H₂O.

ad una velocità di circa 3,2 m/s e ad un'altezza di 4 m.

Per verifica ulteriore si è utilizzato il codice di calcolo Screen 3 per valutare la massima concentrazione oraria di H₂S a terra con i dati sopra indicati.

I risultati sono sintetizzati nel seguente grafico dove in ordinata è mostrata la massima concentrazione oraria a terra in funzione della distanza in m.

Figura 4.3.1.3a Grafico Ricadute H₂S


La massima concentrazione assoluta è risultata inferiore a 25 µg/m³ e quindi inferiore alla soglia dell'odore che si stima attorno a 30 - 42 µg/m³.

4.3.1.4 Impianto ORC

Fase di Cantiere

Emissione Polveri

Per la trattazione e valutazione delle polveri emesse in fase di allestimento dell'area di installazione dell'Impianto ORC si rimanda all'Allegato C, dove è stata applicata la metodologia prevista dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" adottate con Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 213 del 3/11/2009, redatte su proposta della Provincia stessa che si è avvalsa dell'apporto tecnico-scientifico di ARPAT. Dalla stima effettuata emerge che, durante la suddetta attività, non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 presso i recettori più prossimi dovuti alle emissioni polverulente.

Emissioni da Traffico Indotto

Il numero di automezzi coinvolto nella fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto pilota è esiguo e limitato nel tempo e determina emissioni di entità trascurabile e non rilevanti per la qualità dell'aria. In ragione di ciò, le potenziali variazioni delle caratteristiche di qualità dell'aria dovute ad emissioni di inquinanti gassosi in atmosfera dei mezzi coinvolti sono da ritenersi trascurabili.

Fase di Esercizio

L'Impianto Pilota, una volta in esercizio, non produrrà nessuna emissione convogliata in atmosfera: gli impatti sulla componente sono, pertanto, da ritenersi praticamente nulli anche in considerazione del fatto che l'impianto sarà telecomandato e non ci sarà personale fisso, se si eccettua quello di sorveglianza.

Emissioni Evitate

Si evidenzia che la produzione di energia elettrica da fonte geotermica consente di evitare le emissioni di anidride carbonica legate alla produzione di elettricità da fonte termoelettrica. Considerando un valore caratteristico della produzione termoelettrica italiana pari a circa 0,484 kg di CO₂ emessa per ogni kWh prodotto (valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla Commissione Europea nel 2004 per il territorio europeo -e approssimato per difetto-: intensità di CO₂: 2,2 tCO₂/TEP), e considerando la produzione media annua di 40 GWh di energia elettrica netta (ottenuta considerando la potenza elettrica netta di 5 MW ed un funzionamento dell'impianto di 8.000 h/anno), il quantitativo di emissioni di CO₂ evitate grazie all'esercizio dell'impianto pilota geotermico di Torre Alfina sarà di circa 19.350 t per ogni anno di funzionamento.

Le emissioni effettivamente evitate potranno essere ben superiori nel caso di utilizzo termico associato alla produzione elettrica come esposto al Paragrafo 3.4.11.

Emissioni di Energia Termica

L'Impianto Pilota Geotermico Torre Alfina sarà equipaggiato, per il raffreddamento del ciclo termico, con un condensatore ad aria.

Di seguito vengono valutati i potenziali impatti sul microclima indotti dalle emissioni di calore in atmosfera del condensatore ad aria mediante la stima dei massimi aumenti medi orari della temperatura ambiente.

Nello specifico sono stati stimati gli incrementi di temperatura a livello del suolo per valutare un'eventuale possibilità di disagio da parte della popolazione. Gli impatti generati dalle emissioni di energia termica del condensatore ad aria utilizzato per condensare il vapore del ciclo termico sono stati determinati mediante uno studio modellistico effettuato con l'ausilio del software SCREEN3 descritto con maggior dettaglio nel successivo paragrafo.

I dati di output del modello sono stati successivamente elaborati utilizzando il modello di distribuzione della temperatura nel pennacchio termico secondo il metodo di Halitsky (1968), di seguito descritto.

Metodo di Calcolo per la determinazione della distribuzione di temperatura nel pennacchio: Metodo Halitsky (1968)

Non esiste un metodo standard per modellare la distribuzione di temperatura in un pennacchio tipico delle emissioni industriali.

Studi svolti nel passato assumono come ipotesi la similitudine tra la distribuzione della concentrazione e la distribuzione di temperatura.

In primo luogo si definisce il coefficiente di diluizione D_c della concentrazione come:

$$D_c = \frac{C_0}{C}$$

In cui:

- C_0 [g/m³] è la concentrazione nei fumi all'uscita del camino
- C [g/m³] è la concentrazione nel punto di interesse

Sotto certe condizioni si assume che il coefficiente di diluizione della temperatura D_T è pari al coefficiente di diluizione della concentrazione (Kuo 1997).

$$D_T = \frac{T_s - T_a}{T - T_a} = D_c$$

In cui:

- T è la temperatura nel punto di interesse;
- T_a è la temperatura ambiente;
- T_s è la temperatura dei gas all'uscita del camino.

Conoscendo la dispersione di un inquinante risulta semplice calcolare la temperatura.

Fondamentalmente le equazioni che governano la diffusione del calore e della massa hanno un'identica struttura formale. L'equazione di diffusione del calore ha la seguente forma:

$$\rho c_p \left(\frac{\partial T}{\partial t} \right) = \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right]$$

In cui:

- ρ è la densità del fluido;
- c_p è il calore specifico;
- k è la conducibilità termica.

La conducibilità termica può variare nel volume infinitesimo, mentre la densità e il calore specifico sono assunti come costanti.

Se k è costante nello spazio e isotropica l'equazione si semplifica nella seguente forma in cui α corrisponde alla diffusività termica.

$$\frac{1}{\alpha} \left(\frac{\partial T}{\partial t} \right) = \nabla^2 T$$

Considerazioni simili per le concentrazioni massiche portano alla seguente forma:

$$\frac{1}{D} \left(\frac{\partial C}{\partial t} \right) = \nabla^2 C$$

In cui D è la diffusività massica.

L'ultima equazione è valida per solidi o liquidi e implica una eguale diffusione di massa e temperatura se la densità è relativamente costante.

Nei gas la densità è funzione della temperatura e la diffusività termica non è costante.

Considerando la densità ρ come funzione della temperatura, Halitsky (1968) (*Modeling Plume Interactions with Surround for a Synthetic Imaging Applications*, Johnatan Bishop, Rochester Institute of Technology, anno 2001) suggerisce una correzione delle relazioni dei coefficienti di diluizione sopra accennati:

$$D_T = \frac{T_s - T_a}{T - T_a} = D_v = D_c \frac{T_s}{T}$$

In cui D_v è sostanzialmente il coefficiente D_c corretto in base alla variazione di densità.

Esplicitando, la temperatura risulta:

$$T = \frac{T_a}{1 - \frac{T_s - T_a}{T_s} \frac{C}{C_0}}$$

Valida sotto le seguenti ipotesi:

- l'aria emessa dal condensatore e l'aria ambiente hanno identici calori specifici;
- gli scambi termici dominanti avvengono tra il plume-gas e l'aria miscelata con il pennacchio; gli scambi radiativi tra il plume, regioni distanti dell'atmosfera e terreno sono trascurabili;
- il plume non urta contro oggetti o contro il terreno, se accadesse si verificherebbero scambi termici e non massici e quindi si altererebbe la stima della distribuzione di temperatura secondo questa metodologia;
- nel caso di più pennacchi non avvengono urti o miscele tra di loro, se accadesse ciò la concentrazione in un punto sarebbe la somma delle

concentrazioni dei due plume, mentre la temperatura è approssimativamente una media delle temperature dei due plume, pesata per i loro flussi di massa;

- la massa e la temperatura hanno lo stesso rateo di diffusione (Numero di Lewis $Le = \alpha/c_p = 1$).

Queste ipotesi sono valide in range di temperatura piuttosto ridotti, infatti i valori di densità e calore specifico dei gas e dell'aria sono rispettivamente simili e circa costanti, e sono ridotti gli scambi termici radiativi.

Metodologia

Per l'esecuzione dello studio è stato utilizzato il modello SCREEN3, codice diffusionale certificato e suggerito dall'EPA, sviluppato sulla base del documento "Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources" (EPA 1995).

Al fine di ottenere la stima delle ricadute e, conseguentemente, secondo il metodo Halitsky, degli incrementi di temperatura alle diverse distanze dal punto di emissione considerato, è stata utilizzata la modalità di calcolo della diffusione atmosferica che considera tutte le diverse combinazioni meteorologiche, corrispondenti a quanto riportato nella Tabella 4.3.1.4a, utilizzando poi, per ogni recettore, quelle che massimizzano le concentrazioni (e quindi gli aumenti di temperatura) al livello del suolo.

Tabella 4.3.1.4a Condizioni Meteorologiche Considerate nel Modello Eseguito con Screen3

Velocità del vento a 10 metri dal suolo [m/s]													
Classe di stabilità di Pasquill	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	8,0	10,0	15,0	20,0
A	*	*	*	*	*								
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
F	*	*	*	*	*	*	*						

Gli incrementi massimi orari di temperatura sono stati stimati in punti recettori discreti a diverse distanze dal condensatore ad aria, comprese tra 1 m e 5.000 m, in modo da delineare l'andamento degli innalzamenti di temperatura allontanandosi dalla sorgente.

Scenario Ipotizzato

Il condensatore ad aria è costituito da 36 ventilatori disposti in tre file parallele, ciascuno di diametro 5 m ed altezza 10 m. Al fine delle modellazioni, poiché il

software impiegato consente di inserire in input un'unica sorgente emissiva, è stata simulata una sorgente equivalente del diametro di 60 m che permette, tra l'altro, di considerare l'effetto di maggior innalzamento dovuto all'interazione dei pennacchi.

Le grandezze caratterizzanti l'aria in uscita dal condensatore, riportate secondo le condizioni standard di progetto, sono riportate nella Tabella 4.3.1.4b.

Tabella 4.3.1.4b Caratteristiche Geometriche ed Emissive del Condensatore ad Aria

Caratteristiche	UdM	Valore
Numero ventilatori	N°	36
Altezza	m	10
Delta T Aria ($T_{aria\ out} - T_{aria\ in}$)	°C	10
Portata volumica per ventilatore	m ³ /s	156,8
Velocità di uscita dell'aria per ventilatore	m/s	8
Diametro di ciascun ventilatore	m	5

Per valutare il potenziale riscaldamento delle regioni poste in prossimità dell'Impianto Pilota si sono analizzate le condizioni di funzionamento peggiori per la dispersione del calore, ovvero il funzionamento a carico massimo e con la massima differenza di temperatura possibile.

Risultati

La simulazione effettuata per lo studio di dispersione delle emissioni di energia termica determinato dall'esercizio dell'impianto, sviluppata secondo il metodo di Halitsky (1968), mostra una variazione molto limitata della temperatura ambiente nello strato di atmosfera interessato dai reali/potenziali ricettori posti in prossimità dell'impianto.

Dall'analisi è emerso, infatti, che l'incremento di temperatura massimo orario, nelle condizioni più conservative, è pari a 0,05°C e si verifica in due punti ad una distanza di circa 1.500 e 1.600 m dall'Impianto ORC; tale valore risulta impercettibile e ininfluenza ai fini delle variazioni del microclima.

4.3.2 Ambiente Idrico

4.3.2.1 Perforazione Pozzi

Gli impatti sull'ambiente idrico, sia superficiale che sotterraneo, sono legati prevalentemente ai prelievi idrici necessari per la perforazione dei pozzi, alla possibile interferenza con la falda idrica e agli scarichi idrici.

Fabbisogni Idrici

Come indicato al Paragrafo 3.3.3.2, il fabbisogno idrico per le fasi di perforazione sarà soddisfatto prelevando l'acqua necessaria dalla falda idrica, estratta mediante pozzetti perforati a questo scopo; l'acqua prelevata sarà impiegata in larga prevalenza nelle perforazioni profonde, per preparare il fango di

perforazione, le malte di cementazione dei casing o essere utilizzata direttamente in pozzo quando si perfora il serbatoio geotermico o per le prove di iniettività.

I pozzetti (si veda la Relazione Idrogeologica riportata in Allegato Q) sono in numero complessivo di quattro, uno per ciascuna postazione di sonda, e sono ubicati in prossimità delle vasche di acqua industriale, ai margini di ciascuna postazione per facilitare la gestione del prelievo stesso mediante pompa sommersa e per avere una distribuzione del prelievo molto meno impattante di quello che si avrebbe con un prelievo concentrato.

I quantitativi di acqua necessaria nelle varie fasi di sviluppo del progetto, in particolare per la perforazione dei pozzi geotermici di produzione e di reiniezione e per la realizzazione ed esercizio della Centrale, come dettagliato al Paragrafo 3.3.3.2 sono 400 litri al giorno.

Il consumo di acqua nella perforazione geotermica avviene in differenti momenti. Uno è nella fase di perforazione della copertura impermeabile del serbatoio, l'altro nella fase di perforazione del serbatoio stesso.

Durante la prima fase i consumi sono modesti perché servono a compensare la sola sostituzione del fango non riutilizzabile dopo filtrazione attraverso i dispositivi in dotazione all'impianto di perforazione.

Un consumo maggiore di acqua si verifica durante la perforazione del serbatoio dove, per le condizioni idrostatiche del fluido geotermico contenuto nel serbatoio, si può avere la cosiddetta perdita di circolazione. In questa fase il fluido (in prevalenza acqua) pompato attraverso le aste non ritorna in superficie ma finisce direttamente nella formazione geologica fratturata incontrata dal pozzo trascinando con sé anche il detrito prodotto dallo scalpello.

Tenuto conto della durata prevista delle due fasi e della portata di fluido necessario per perforare con i diversi scalpelli, è stata stimata la quantità di acqua necessaria sia per ogni fase, sia complessivamente.

Nella Relazione Idrogeologica (Allegato Q) è stata indicata la quantità di acqua che è necessario prelevare dalla falda, da utilizzare per la perforazione dei pozzi geotermici e nel progetto in genere, determinando il consumo previsto. Questo è stato poi confrontato con la ricarica media annua stimata per la falda, valore peraltro conosciuto a seguito dei ripetuti studi idrogeologici condotti nell'area di interesse.

Come riportato nella Relazione Idrogeologica, in base al bilancio idrogeologico la falda acquifera in esame è alimentata dalla ricarica meteorica per una aliquota pari a circa 1 Mm³/anno, e i prelievi attualmente in essere risultano trascurabili ai fini del bilancio. L'emungimento previsto per la fase di perforazione dei pozzi risulta 0,18 Mm³, quindi una frazione assolutamente minimale, pari al 9% della risorsa rinnovabile media annua.

Il dato appare ininfluenza anche nei riguardi delle altre utilizzazioni di acqua della stessa falda mediante pozzetti idrici che distano comunque centinaia di metri dalle zone di prelievo del progetto.

Il progetto dei pozzetti di prelievo di cui all'Allegato Q “, cui si rimanda per i particolari, è stato eseguito considerando le seguenti esigenze idriche:

- pozzo produttivo, portata di punta 50 m³/h per il pozzo AP3 e 70 m³/h per i pozzi AP1 e AP2 per 10 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (considerando una durata totale attesa per ciascun pozzo pari a 30 gg per AP3 e di 20 gg per AP1 e AP2);
- pozzo reiniettivo, portata di punta 50 m³/h per 10 giorni, nel restante periodo 10 m³/h (durata totale attesa per ciascun pozzo 40 gg).

Lo studio idrogeologico ricordato ricostruisce in dettaglio la situazione dell'acquifero e valuta, con le ipotesi conservative sopra ricordate, l'impatto del prelievo, sia confrontandolo con la ricarica, sia valutando i possibili effetti che il prelievo potrebbe avere sui pozzi idropotabili circostanti.

In particolare, nell'Allegato Q del presente SIA è riportata la valutazione degli effetti del prelievo idrico previsto su alcuni pozzi ad uso idropotabile ubicati sia nel Lazio che in Umbria.

Assumendo i prelievi prima indicati e considerando di prelevare contemporaneamente da due pozzi, in particolare da P4, prossimo alla piattaforma di reiniezione, insieme con uno prossimo alle piazzole di produzione, rispettivamente P1, P2, P3 (assunzione legittima in quanto potrà esservi al massimo contemporaneamente nella perforazione di un pozzo re iniettivo e di uno produttivo), la modellizzazione matematica indica che il massimo abbassamento della falda potrebbe registrarsi in corrispondenza del pozzo di riferimento più vicino denominato Alfina e attualmente inattivo (si veda la seguente tabella 4.3.2.1a)

Anche in questo caso l'abbassamento indotto è molto limitato (al massimo - 0,67m) e tale da non compromettere la falda, considerata anche la limitata durata temporale dei prelievi. Il pozzo TP TERM 1, ubicato al limite occidentale dell'area, 3,5km dal P2, è un pozzo di controllo utilizzato per valutare gli effetti del prelievo sul pozzo idropotabile del Lazio più vicino alla zona del progetto, che è il pozzo denominato Termini. Considerati gli effetti totalmente trascurabili sul pozzo di controllo si può a maggior ragione ritenere trascurabili anche gli effetti sul pozzo Termini.

Tabella 4.3.2.1a Valutazione dell'abbassamento della falda indotto dal prelievo idrico

Abbassamento indotto (m)			
Pozzi di prelievo	P1 e P4	P2 e P4	P3 e P4
Pozzo Alfina	0,42	0,67	0,51
P52 C.Viscardo	0,06	0,16	0,11
P54 C. Giogio	0,02	0,07	0,04
TP TERM 1	0,01	0,07	0,0

In conclusione, secondo quanto esposto nella *Relazione Idrogeologica*, tenuto conto delle dimensioni della falda di base, della breve durata temporale dei prelievi programmati, della modestia del prelievo di acqua complessivamente previsto rispetto alla ricarica annua media, il prelievo programmato ha incidenza

trascurabile, in quanto non si ritiene che possa determinare significative ripercussioni sugli equilibri del sistema acquifero locale.

Interferenza con la Falda Idrica

Le attività di progetto descritte nei capitoli precedenti implicano una potenziale interferenza tra le stesse attività e il sistema idrogeologico che caratterizza il territorio.

Come esposto al Paragrafo 4.2.2.2, nell'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto, il sottosuolo è costituito dall'alternanza di piroclastiti e lave, chiusa alla base da sedimenti flyschoidi e/o argillosi, caratterizzati da un grado di permeabilità molto basso.

Il grado di permeabilità delle lave è generalmente alto per fessurazione e la presenza di intercalazioni di piroclastiti, scarsamente permeabili, genera orizzonti a circuitazione idrica a carattere sospeso. Analogamente, il complesso delle coltri eluviali costituite dai prodotti di disfacimento delle formazioni laviche e piroclastiche, dato il basso grado di permeabilità, può costituire, su base locale, il letto di circolazioni superficiali, sospese, discontinue, di contenuta potenza e bassa produttività.

In particolare, nell'area in esame è stato osservato l'affioramento della falda sospesa in corrispondenza del piazzale della cava Le Greppe, intorno a quota 490 m s.l.m., lungo la testata del Fosso Bagnolo (quota 450 m s.l.m.) ed in corrispondenza del Fosso Sabissone (quota 465 m s.l.m.); le incisioni di questi fossi rappresentano sorgenti lineari importanti in cui, alle quote più alte emergono le acque della falda sospesa.

Le attività di progetto che possono determinare una potenziale interferenza con l'acquifero sono rappresentate dall'emungimento necessario alle operazioni di progetto, già discusso nel paragrafo precedente al quale si rimanda per dettagli, e dalle operazioni di perforazione dei pozzi.

La perforazione prevede una fase iniziale in cui vengono attraversate le formazioni geologiche di superficie (vulcaniti) e durante la quale potrebbe avvenire il contatto tra il foro e gli eventuali livelli acquiferi presenti nel sottosuolo.

Al fine di evitare possibili contatti tra il fluido di perforazione o il fluido geotermico ed eventuali corpi idrici, sono previste le seguenti cautele.

Va premesso che la perforazione viene condotta facendo uso di fango preparato con acqua della stessa falda e bentonite. La bentonite è un prodotto atossico; in pratica è un'argilla trattata termicamente per migliorare la sua capacità di idratazione quando usata per la preparazione del fango. A conferma che la bentonite è un prodotto atossico è sufficiente ricordare che viene usata nella cosmesi, per la preparazione di medicine e come elemento chiarificante dei vini.

Dal punto di vista delle modalità operative, nella fase iniziale delle operazioni, la tecnica adottata per la perforazione dei pozzi viene condotta con tecniche

analoghe a quelle con cui vengono realizzati i pozzetti destinati al prelievo di acqua per uso idropotabile (per dettagli si veda il Paragrafo 6.1 della Relazione Idrogeologica riportata in Allegato Q), riducendo notevolmente il rischio di inquinamento delle falde.

Inoltre, come descritto al Paragrafo 3.3.1, il profilo di tubaggio adottato per i pozzi geotermici permette un completo isolamento delle falde attraversate, sia falde sospese che profonde.

Tali accorgimenti tecnici sono previsti anche nella realizzazione dei pozzetti di prelievo idrico (si veda Allegato Q) che prevede la cementazione del casing al fine di attuare un efficace isolamento delle falde superficiali, e in particolare per l'area in esame, di quelle sospese, non utilizzabili né a fini idropotabili né per l'acqua della perforazione, da quelle profonde, utilizzate a tale scopo. Ciò in accordo ad un'esperienza costruttiva oramai largamente applicata con successo in tale tipo di attività in grado di isolare in modo sicuro le diverse falde.

Per quanto riguarda la possibile contaminazione dovuta all'immissione di fluido endogeno nelle formazioni superficiali, si specifica che tale condizione si potrebbe manifestare in condizioni dinamiche solo durante la risalita di fluido geotermico durante la produzione del pozzo.

Tale rischio è eliminato direttamente dal tipo di progetto del profilo di tubaggio del pozzo, che prevede:

- un sistema multiplo di tubazioni concentriche;
- l'impiego di tubi assolutamente integri, esenti da difetti meccanici o metallurgici: ciò è ottenuto realizzando un piano dei controlli di rispondenza generale del prodotto alle specifiche di progetto al più alto livello impiegato per tale tipologia di prodotto industriale;
- la profondità ottimale della scarpa delle singole tubazioni per evitare difficoltà in fase di cementazione;
- la migliore gestione delle cementazioni delle singole tubazioni attraverso il controllo delle condizioni di centratura delle tubazioni, della regolarità dell'intercapedine, delle condizioni di flusso di risalita del cemento fino a bocca pozzo e, infine, dell'accertamento del tempo di presa della malta, in modo da creare le condizioni finali di cementazione eccellenti. In questo modo si realizza una ottimale, regolare e continua cementazione riempiendo l'intera intercapedine tra tubazione e parete esterna di roccia o di altra precedente tubazione.

Si sottolinea, inoltre, che la pressione di serbatoio potrà essere al massimo di alcune decine di bar e quindi largamente inferiore alla pressione di progetto delle tubazioni e sicuramente tale da non sollecitare significativamente la tubazione.

È evidente che tale sistema multiplo di tubazioni, curate nella fase di montaggio dal punto di vista meccanico, cementate in maniera completa ed ottimale dal punto di vista della qualità, della omogeneità e resistenza meccanica della malta, costituisce una barriera primaria assolutamente ridondante nei riguardi della

sicurezza dell'isolamento delle formazioni esterne alle tubazioni, che si traduce in un elevatissimo grado di protezione delle eventuali falde in esse contenute. La perforazione del serbatoio infatti avviene in perdita di circolazione, quindi in assenza di pressione interna ai pozzi o di altro motivo di sollecitazione, come dimostrano le attività precedentemente svolte dall'ENEL nella stessa zona. Ne consegue che le formazioni esterne alle tubazioni e le eventuali falde in esse contenute sono dunque assolutamente isolate e protette durante tutte le fasi di perforazione e della seguente gestione della produzione che sarà caratterizzata da pressione a testa pozzo inferiore a 5bar.

Scarichi Idrici e Inquinamento del Suolo

Nel periodo di perforazione, le acque di pioggia che scorrono sul terreno impermeabilizzato sono raccolte dal sistema fognario ed utilizzate come acqua di perforazione o comunque per la preparazione del fango e non saranno rilasciate nei corpi idrici superficiali.

Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate ed utilizzate in fase di cantiere risulterà trascurabile in considerazione degli accorgimenti imposti alle ditte perforatrici e finalizzati allo stoccaggio e movimentazione di tali sostanze in assoluta sicurezza (es. il gasolio e gli olii lubrificanti sono stoccati in appositi contenitori o in aree cordolate e impermeabilizzate, il rifornimento delle macchine di cantiere avverrà su area pavimentata e cordolata; si veda Paragrafo 3.3.3.4 per dettagli).

Data la breve durata delle attività di perforazione il cantiere non è dotato di servizi igienici fissi. Le acque nere provenienti dai servizi fondamentali saranno smaltiti da compagnie specializzate, che provvedono alla loro pulizia ed al prelievo dei liquami. La quantità massima di acque nere sono stimabili nella situazione specifica in 40 m³ a pozzo che saranno smaltite con autobotte.

Dato l'inserimento della postazione AP2 e dell'impianto ORC nella cava "Le Greppe", verrà realizzato un fosso di guardia sul lato ovest dell'area di intervento per il drenaggio delle acque meteoriche che scorrono dalla scarpata verso la postazione. Tale fosso avrà, infatti, la funzione di intercettare le acque meteoriche e di deviarle verso una vasca esistente di prima pioggia. Tale fosso è rappresentato nella Figura 3.4.2.4a (3di5).

4.3.2.2 Impianto Pilota

Fase di Cantiere

I consumi idrici durante la fase di costruzione dell'Impianto ORC si limitano a quelli necessari per l'umidificazione delle aree di cantiere atte a contenere la dispersione delle polveri, e quelli per uso civile. I quantitativi di acqua prelevati saranno pertanto modesti e limitati nel tempo, forniti senza difficoltà della rete acquedottistica e/o da autocisterne.

In fase di cantiere non è previsto alcun impatto significativo sull'ambiente idrico sotterraneo.



Data l'altimetria delle aree interessate, anche gli scavi necessari per la posa in opera delle tubazioni di collegamento pozzi - Impianto ORC presentano una profondità tale da poter escludere l'interferenza con eventuali acquiferi superficiali.

Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate ed utilizzate in fase di cantiere risulterà minimizzato dall'adozione, da parte delle imprese, di adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio di tali sostanze in assoluta sicurezza.

Fase di Esercizio

La portata di acqua calda geotermica approvvigionata per il funzionamento dell'impianto è di circa 800 t/h. La stessa portata di acqua geotermica, a seguito del recupero di calore che avviene nell'Impianto ORC, viene reiniettata nel serbatoio geotermico, da cui è stata prelevata, attraverso appositi pozzi di reiniezione.

Il rischio legato alla contaminazione della falda sotterranea per perdita di fluido geotermico dalle tubazioni è trascurabile come ampiamente dettagliato ai Paragrafi 3.4.13 e 3.3.3.6.

Per dettagli in merito ai prelievi idrici ed alle misure adottate per minimizzare eventuali fenomeni di inquinamento della falda in fase di esercizio delle tubazioni si rimanda al Paragrafo 3.4.13.2.

Per il funzionamento dell'impianto sperimentale ORC non sono necessari significativi prelievi di acqua industriale e potabile. La necessità di impiego di acqua industriale e potabile sarà infatti da ricondursi alle seguenti attività:

- acqua industriale o potabile:
 - per il saltuario lavaggio di apparecchiature di impianto;
 - per l'accumulo di acqua nel serbatoio del sistema antincendio;
 - per la diluizione dell'inibitore di incrostazione.
- acqua potabile per servizi igienici.

Si prevede pertanto un consumo superiore a pochi litri giorno.

L'approvvigionamento dell'acqua per tali scopi avverrà mediante emungimento dagli stessi pozzetti che verranno realizzati a fianco alle postazioni per l'approvvigionamento idrico in fase di perforazione.

Sotto le aree occupate dalle apparecchiature principali dell'impianto ORC sarà predisposta una rete di raccolta di acqua meteoriche, che verranno raccolte ed inviate ad un sistema di trattamento che separa le acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia, accumulandole in una apposita vasca, dimensionata per contenere tutta la quantità di acque meteoriche di dilavamento (circa 13 m³) risultante dai primi 5 mm di pioggia caduti sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto stesso (2.450 m²).

Inoltre, come detto al Paragrafo 3.4.7 è prevista la realizzazione di un fosso di guardia che fiancheggia all'esterno la recinzione lato est per deviare le acque di pioggia provenienti dalla scarpata della cava verso l'area d'impianto e avviarle alla vasca di prima pioggia esistente a servizio della cava che verrà mantenuta.

Nella vasca di prima pioggia le acque sono sottoposte ad un trattamento di decantazione per la separazione dei solidi sospesi e di disoleazione.

Le acque di prima pioggia trattate e le acque di seconda pioggia, saranno inviate al fosso di guardia e successivamente alla vasca di prima pioggia esistente a servizio della cava.

Le acque del WC chimico dell'impianto ORC saranno smaltite tramite autobotte.

Per quanto detto sopra si può ritenere che l'esercizio dell'Impianto Pilota non determini interferenze significative sullo stato attuale della componente ambiente idrico.

4.3.3 *Suolo e Sottosuolo*

Di seguito è riportata una descrizione delle principali interferenze che le opere in progetto possono generare sulla componente Suolo e Sottosuolo, sia in fase di cantiere che di esercizio.

Esse si riferiscono principalmente al possibile innesco di attività sismica a seguito della reiniezione, a eventuali fenomeni locali di subsidenza, indotti dalle variazioni di pressione nel serbatoio e alle movimentazioni terra. Per tali aspetti sono stati condotti degli studi di approfondimento riportati in allegato al presente SIA.

4.3.3.1 **Sismicità Indotta**

Nell'Allegato G al presente SIA è riportata una rassegna aggiornata all'ottobre 2014 dei risultati degli studi sulla sismicità indotta o innescata nei campi geotermici. In questa rassegna alla quale si rimanda per i dettagli vengono fornite informazioni relative :

- alla fisica del processo e relative equazioni matematiche
- alla sismicità indotta nei campi toscani, gli unici in esercizio in Italia
- alla sismicità indotta o innescata nei campi geotermici di Latera e Torre Alfina dalle operazioni di estrazione e reiniezione dei fluidi eseguite da Enel negli anni 70 e 80,
- al problema della sismicità indotta o innescata da iniezione di fluidi in campi geotermici a livello mondiale

La reiniezione di fluido è pratica corrente in tutti i moltissimi campi geotermici convenzionali in esercizio nel mondo. Le aree interessate sono tutte simicamente attive ma in esse l'eventuale sismicità indotta o innescata è rimasta sempre a livelli lontanissimi da quelli pericolosi e rilevabile solo in via strumentale. Si deve

osservare altresì che la geotermia come pratica industriale non può che interessare serbatoi caratterizzati da alta permeabilità della formazione fratturata.

Si precisa anche che le operazioni di reiniezione previste nei progetti geotermici Castel Giorgio e Torre Alfina non prevedono alcuna pressurizzazione della testa pozzo, visto che, alla luce dei risultati dell'esplorazione Enel degli anni 80 ci si attende un'elevata permeabilità del serbatoio e quindi un'elevata iniettività dei pozzi.

Inoltre la bassa differenza tra le temperature di estrazione e di reiniezione previste (< 70°C) porta ad escludere che possano prodursi micro terremoti da stress termici.

Le principali conclusioni che Bromley (2012) trae da una rassegna della sismicità in campi geotermici a scala mondiale sono le seguenti:

Delle centinaia di serbatoi geotermici convenzionali sviluppati a scala mondiale, solo pochi hanno prodotto eventi sismici indotti con una magnitudo risentita dalle persone, durante le normali operazioni di estrazione e reiniezione di fluidi. Questi eventi non hanno ridotto le operazioni nel serbatoio.

“L'esperienza mostra che gli eventi sismici indotti nei progetti geotermici sono generalmente di piccola magnitudo. Comunque a causa della loro origine poco profonda, gli eventi più grandi vengono talvolta risentiti alla superficie. In alcuni casi, gli eventi sismici indotti generano una preoccupazione pubblica. Questa può scaturire dall'idea che eventi più grandi, potenzialmente causa di danno, potrebbero essere prodotti dalle attività geotermiche future. Comunque non ci sono stati esempi di danni significativi causati da eventi sismici indotti, cosicché la possibilità di un aumento nello scuotimento del terreno non rappresenta generalmente una preoccupazione pubblica, almeno che questa non venga alimentata da una montatura giornalistica”.

Ad ogni buon conto ,una prima rete microsismica per il monitoraggio della sismicità nell'area geotermica di Castel Giorgio Torre Alfina è già stata installata dall'INGV su incarico del proponente. Il monitoraggio sismico dell'area verrà adeguato alla luce delle linee guida del MISE (si veda Allegato I del presente SIA).

4.3.3.2

Subsidenza

L'estrazione di fluidi dal sottosuolo può dar luogo a fenomeni di subsidenza (abbassamento locale del suolo).

Una rassegna di questi fenomeni nei campi geotermici toscani e nei campi geotermici del mondo è riportata nell'Allegato F del presente SIA, dove è anche descritto il sistema di monitoraggio programmato.

Nel caso specifico dei Progetti Casel Giorgio – Torre Alfina, considerando che tutto il fluido verrà reiniettato nello stesso serbatoio (quantità massima totale 1900 t/h considerando operativi entrambi gli impianti), la modellazione numerica

eseguita (vedi Allegato 3 del progetto definitivo) indica che nell'intorno dei pozzi produttivi è da attendersi una riduzione di pressione di 4,5-7 bar. Tale valore è talmente modesto e così limitato in termini di estensione areale all'intorno dei pozzi da far ritenere trascurabile ogni effetto di cedimento del terreno.

In ogni caso è previsto il monitoraggio degli eventuali movimenti del terreno con tecniche satellitari (GPS e InSAR) come precisato nell'Allegato F in armonia con le linee guida suggerite dal MISE.

4.3.3.3 Impatti durante la perforazione

L'occupazione di suolo dell'impianto di perforazione sarà temporanea.

Per la predisposizione delle piazzole dei pozzi di produzione e reiniezione sono necessari alcuni scavi e riporti, dettagliati in Tabella 3.4.7.4a.

Il materiale scavato è stato sottoposto ad analisi di caratterizzazione per verificarne l'eventuale stato di contaminazione; i risultati di tali analisi sono esposti nell'Allegato L Caratterizzazione del Suolo al presente documento.

Come risulta dall'Allegato M, i campioni di terreno prelevati nell'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto sono risultati privi di contaminazione.

Come visibile dalla suddetta tabella, a seguito delle operazioni di scavo e riporto è presente un aliquota di terreno residuo per la quale è stato predisposto il Piano di Utilizzo Terre, riportato in Allegato E al SIA.

I materiali utilizzati in cantiere per la realizzazione delle opere saranno prelevati da cave e centrali di betonaggio ubicate nelle vicinanze, e soprattutto per le seconde, ad una distanza non superiore ai 30/40 minuti di viaggio. Tale prescrizione risulta fondamentale, soprattutto nei periodi estivi, al fine di non fornire un prodotto ammalorato dal lungo trasporto. Per il prelievo della quantità di inerti necessaria al cantiere è stata individuata la Cava Pizzuti, localizzata nel territorio comunale di Castel Viscardo.

In caso di esito positivo delle prove di produzione, l'area interessata dalla postazione sarà costituita, fuori terra, dalla recinzione posta a protezione delle cantine in cui sono alloggiati le teste pozzo, dalla parte iniziale della tubazione che trasporta il fluido geotermico prima di essere interrata, dal sistema "silenziatore/separatore, dal sistema di tubaggio per il dosaggio inibitore incrostazioni e per il gas lifting, e dalla recinzione perimetrale della piazzola, di altezza pari a circa 2 m.

In caso di insuccesso l'area sarà ripristinata e riportata alle condizioni originarie con la chiusura mineraria del pozzo.

Durante la fase di perforazione, il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate ed utilizzate risulterà minimizzato dall'adozione, da parte delle imprese, di adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio di tali sostanze in assoluta sicurezza.



Infine, come anticipato nel paragrafo precedente, nel periodo di perforazione le acque di pioggia che scorrono sulla soletta impermeabilizzata delle postazioni saranno raccolte dal sistema di canalizzazione, convogliate nella vasca di prima pioggia e nella quale sono sottoposte ad un trattamento di decantazione per la separazione dei solidi sospesi, e successivamente trattate in un disoleatore. Eventuali residui oleosi saranno raccolti in appositi contenitori e smaltiti tramite ditta specializzata.

4.3.3.4 Movimenti terra e occupazione suolo Impianto Pilota

Fase di Cantiere

L'area di lavoro interessata dalle attività di cantiere corrisponde all'area di circa 7.150 m² individuata per la realizzazione dell'Impianto ORC oltre ad una superficie minima che sarà occupata dal cantiere mobile previsto per la realizzazione delle tubazioni di collegamento impianto - pozzi.

Come anticipato precedentemente, l'Impianto ORC e la postazione di produzione AP2 saranno realizzati nella cava "Le Greppe" ripristinata; i pozzi di produzione AP1 e AP3 e quelli di reiniezioni AP4 sono ubicati in aree agricole.

Gli interventi previsti comportano modellamenti morfologici con lo spianamento ed il colmamento fino ad una quota di base di circa 495,2 m s.l.m.

In sintesi, dato le caratteristiche dimensionali e temporali limitate del cantiere e che gli interventi non prevedono modifiche dell'assetto geomorfologico si ritiene che le interferenze con la componente suolo siano non significative.

Il terreno rimosso per la costruzione dell'Impianto ORC, per le postazioni dei pozzi e per la posa delle tubazioni, verrà riutilizzato per i rinterrati e per i livellamenti dell'area d'intervento essendo risultato privo di ogni forma di inquinamento. Si specifica che i siti individuati per la realizzazione dei pozzi AP1, AP3 e AP4 attualmente sono interessati da coltivazioni di tipo intensivo (grano, mais, girasole, ecc.).

Il rischio legato allo sversamento di sostanze inquinanti stoccate ed utilizzate in fase di cantiere/dismissione risulterà minimizzato dall'adozione, da parte delle imprese, di adeguati accorgimenti finalizzati allo stoccaggio di tali sostanze in assoluta sicurezza.

A fronte di quanto esposto si può ritenere che l'impatto del cantiere sulla componente suolo sia così insignificante da non richiedere approfondimenti.

Fase di Esercizio

L'impatto sulla componente suolo durante la fase di esercizio dell'Impianto Pilota è legato all'occupazione di suolo da parte dell'Impianto ORC e delle piazzole dei pozzi. Le tubazioni di collegamento Impianto ORC-pozzi saranno interrate in area agricola con una profondità di posa che sarà tale da permettere il normale svolgimento delle attività agricole.

L'area individuata per la realizzazione dell'Impianto ORC è interna alla cava di basalto Le Greppe (si veda Figura 4.3.3.4a), ed è attualmente identificata dal PRG del Comune di Acquapendente come "Zona D - Attività Produttive Artigianali, Industriali e Commerciali" e, in particolare, "Sottozona D10 - Area per Attività Estrattive".

La superficie occupata dall'impianto è pari a 7.150 m².

Figura 4.3.3.4a Vista della Cava Le Greppe nello Stato Attuale



Tutti i pozzi, una volta realizzati, saranno costituiti, fuori terra, dalla recinzione posta a protezione delle cantine in cui sono alloggiate le teste pozzo, dalla parte iniziale della tubazione che trasporta il fluido geotermico prima di essere interrata, dal sistema "silenziatore/separatore", dal sistema di dosaggio inibitore incrostazioni, dallo stuffing box per l'innesco dei pozzi e dalla recinzione perimetrale della piazzola. Ad esclusione della soletta in corrispondenza della quale sarà alloggiato il pozzo, le aree circostanti della piazzola saranno lasciate libere e consolidate con ghiaia.

I pozzi AP1, AP3 e AP4 saranno realizzati in aree attualmente occupate da colture agrarie o incolte (si vedano Figure 4.3.3.4b-c-d), classificate dal PRG come "Zona E - Aree Produttive Agricole", "Sottozona E3 - Aree Produttive Agricole: attività agricole dirette o connesse con il turismo rurale"; la piazzola del pozzo AP2 invece sarà ubicata nella cava Le Greppe ripristinata che, come anticipato precedentemente, ai sensi dello strumento di pianificazione locale vigente, è classificata come "Sottozona D10 - Area per Attività Estrattive".

Figura 4.3.3.4b Vista dell'Area di Realizzazione di AP1

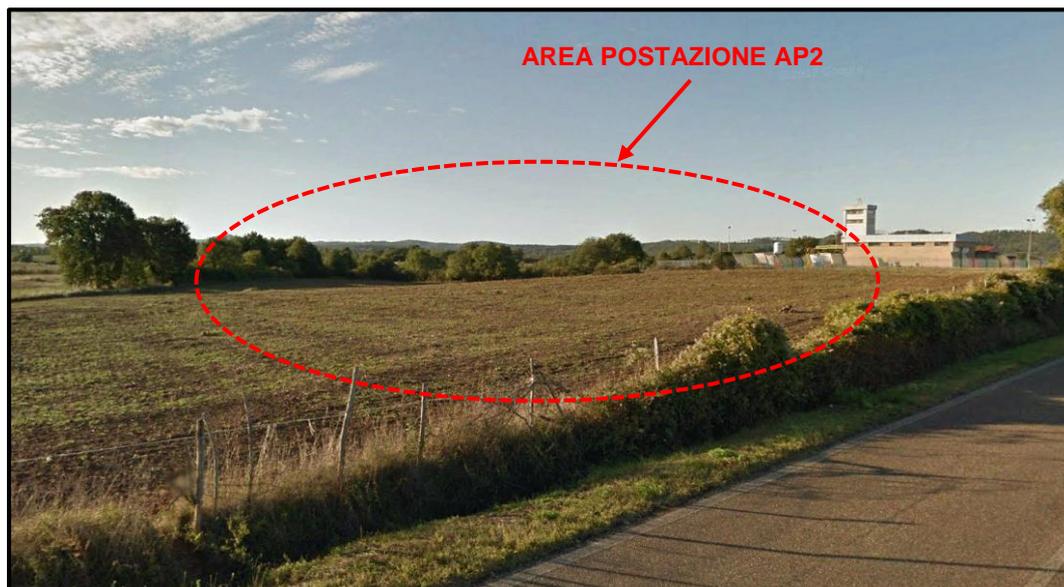


Figura 4.3.3.4c Vista dell'Area di Realizzazione di AP3

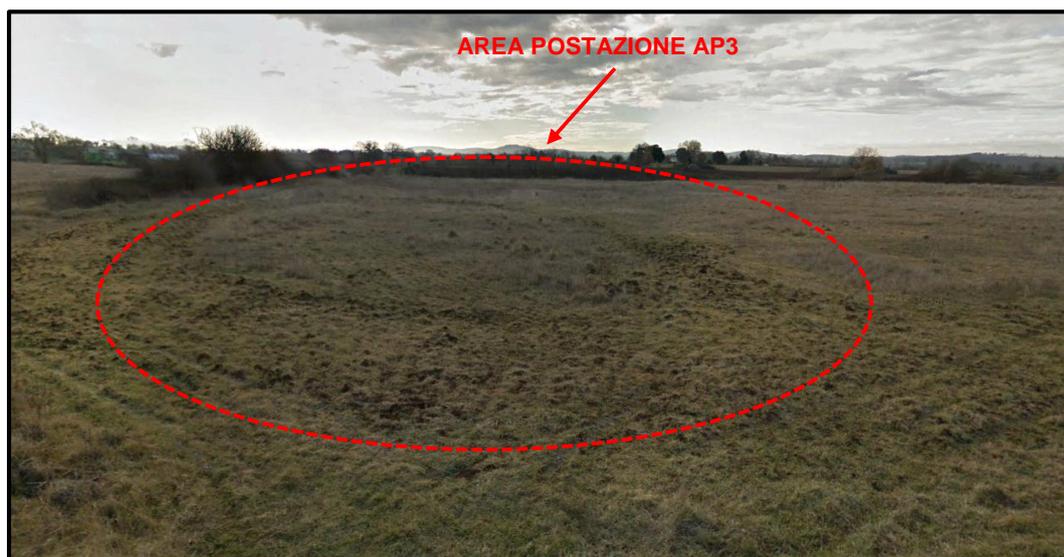
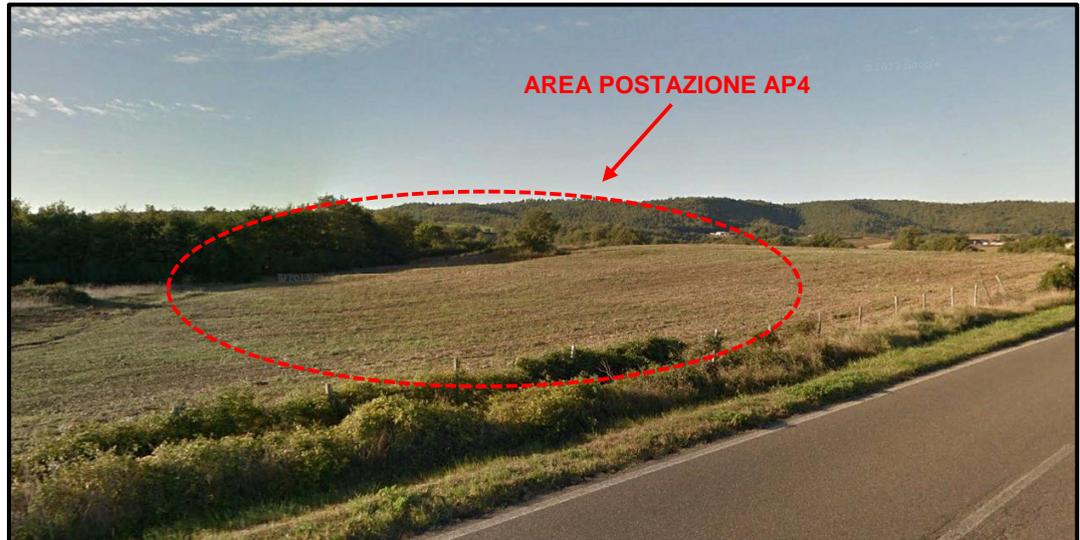


Figura 4.3.3.4d Vista dell'Area di Realizzazione di AP4

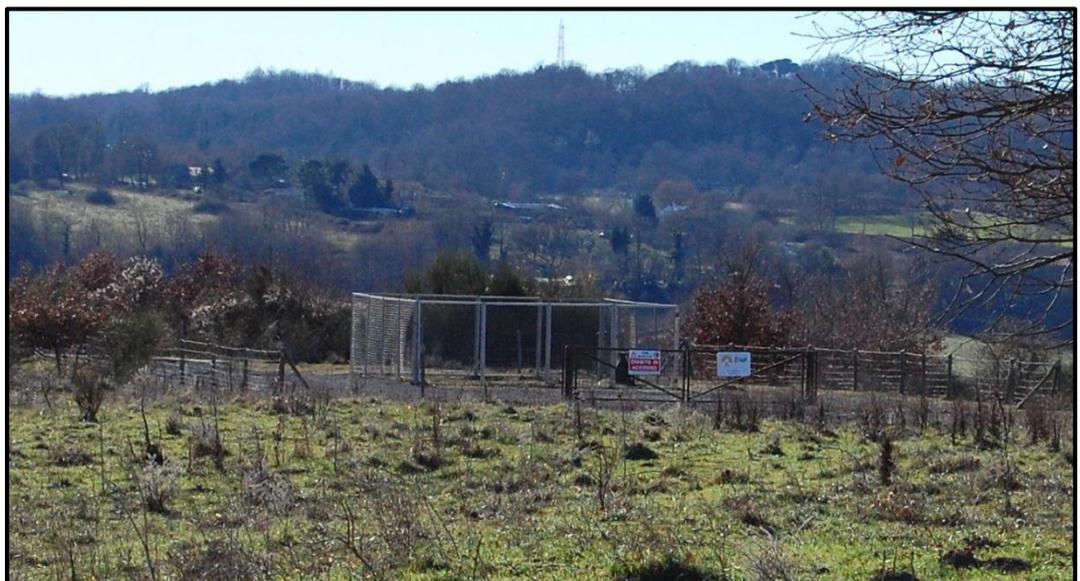


Le superfici occupate dai pozzi sono dell'ordine degli 8.000-9.000 m².

Nella Figura 4.3.3.4e sono indicate per ciascuna area pozzi e per l'Impianto ORC le zone impermeabilizzate: risulta evidente che il progetto non comporta un'impermeabilizzazione significativa, essendo le aree impermeabili circa il 21% della superficie totale occupata.

In Figura 4.3.3.4f si riporta una fotografia del pozzo esistente di proprietà Enel denominato Alfina 2, ubicato a nord della cava "Le Greppe", la quale risulta esplicativa della sistemazione delle piazzole-pozzi una volta che l'impianto sarà in esercizio.

Figura 4.3.3.4f Pozzo Esistente Alfina 2



Si sottolinea infine che l'occupazione di suolo per unità di energia elettrica prodotta dagli impianti di energia geotermica è sicuramente tra le più basse tra gli impianti di produzione energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili.

A titolo esemplificativo si riporta in Tabella 4.3.3.4a un confronto tra l'energia elettrica prodotta dal presente impianto e l'energia elettrica che si produrrebbe da un impianto fotovoltaico caratterizzato da una medesima occupazione di suolo e posizione geografica. Dai risultati riportati in tabella si riscontra come l'occupazione di suolo per unità di superficie per l'impianto geotermico di Torre Alfina risulti di circa 1.000 m²/GWh a fronte di un'occupazione di circa 17.000 m²/GWh di un impianto fotovoltaico nella stessa area.

Tabella 4.3.3.4a Confronto di Occupazione Diretta di Suolo tra l'Impianto Geotermico di Torre Alfina ed un Impianto Fotovoltaico nella Medesima Area

	Parametro	UdM	Geotermico	Fotovoltaico ⁽¹⁾
A	Occupazione diretta di suolo	m ²	40.990	40.990
B	Potenza elettrica netta	MW	5	2
C	Ore annuali equivalenti di funzionamento alla potenza di picco	h	8.000	1.200
D	Produzione annuale Energia elettrica	GWh	40	2,4
E	Occupazione suolo/Energia elettrica annuale (A/D)	m ² /GWh	≈1.000	≈17.000
Note: ⁽¹⁾ Considerando conservativamente che per impianti fotovoltaici siano necessari 2 ha di territorio per ogni MW installato				

4.3.4 Rumore

Si rimanda all'Allegato A al presente Studio d'Impatto Ambientale per la trattazione esaustiva dell'argomento.

Non sono state considerate le vibrazioni in quanto le caratteristiche del progetto non sono tali da interferire con tale aspetto.

Dalle valutazioni eseguite in allegato è emerso che i risultati ottenuti in termini di livello sonoro previsionale sono conformi alla normativa vigente.

Si sottolinea inoltre che, in ogni scenario, i calcoli sono stati effettuati tenendo in considerazione la condizione rappresentativa del fenomeno di maggior criticità.

Dalle analisi compiute è possibile concludere che gli interventi in oggetto non sono soggetti alla verifica dei limiti dei valori differenziali fissati del D.P.C.M. 14 Novembre 1997.

4.3.5 Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi

4.3.5.1 Perforazione Pozzi

I potenziali impatti sulla componente, nella fase di perforazione dei pozzi, sono riconducibili principalmente ai seguenti aspetti:

- danneggiamento e/o perdita diretta di specie vegetazionali dovuta alle azioni di preparazione delle piazzole dei pozzi;

- alterazione di habitat con conseguente disturbo delle specie faunistiche che vi abitano o che utilizzano tali ambienti;
- cambiamento di destinazione d'uso del suolo con conseguente allontanamento delle specie faunistiche presenti.

I siti individuati per la realizzazione delle postazioni di produzione AP1 ed AP3 e del polo di reiniezione AP4 risultano localizzati in terreni agricoli attualmente adibiti a seminativo, caratterizzati dall'assenza di elementi particolarmente sensibili a livello di vegetazione, fauna ed ecosistemi.

L'accesso alle postazioni sarà garantito sfruttando la viabilità esistente alla quale raccordarsi tramite brevi tratti di strada di nuova realizzazione che interesserà esclusivamente aree agricole.

Per le aree agricole, l'occupazione di suolo durante la fase di perforazione potrà comportare uno spostamento della fauna ivi residente: si può ipotizzare infatti una ridefinizione dei territori dove essa potrà esplicare le sue normali funzioni biologiche, senza che questo ne causi disagio o alterazioni, in considerazione del fatto che il contesto territoriale in cui si inseriscono le opere in progetto è caratterizzato da una sostanziale omogeneità.

Il pozzo di produzione AP2 (così come l'impianto ORC di cui al paragrafo successivo) sarà realizzato all'interno della cava Le Greppe ripristinata; in questo caso, la localizzazione delle opere in progetto è tale da non coinvolgere aree caratterizzate dalla presenza di particolari specie di flora, fauna ed ecosistemi.

Pertanto la localizzazione delle postazioni di produzione e di reiniezione è tale da non coinvolgere aree caratterizzate da vegetazione di particolare interesse.

Durante la perforazione dei pozzi, le emissioni sonore risultano inferiori a 40 B(A) già a 370 m di distanza (valore dedotto per la perforazione di AP4) e pertanto, in considerazione della semplicità del contesto faunistico presente, tali da non alterare il normale comportamento delle specie. Per dettagli circa i livelli sonori indotti da tali attività si rimanda all'Allegato A al presente SIA.

Per quanto sopra detto si ritiene che durante la fase di perforazione dei pozzi le interferenze con la componente siano da ritenersi non significative. In aggiunta si specifica che si tratta di attività temporanee, di durata limitata, al massimo 3 mesi e mezzo per ciascuna postazione.

4.3.5.2 Impianto Pilota

Fase di Cantiere

In generale, gli impatti indotti sulle componenti animali e vegetali riguardano sia la fase di allestimento dei cantieri che la fase di esecuzione dei lavori. Nella fase di allestimento dei cantieri, il principale impatto è rappresentato dall'occupazione del suolo, con conseguente sottrazione di habitat. Nella fase di esecuzione dei lavori gli impatti indotti sono riconducibili essenzialmente alle emissioni (rumore, polveri, ecc.) delle macchine operatrici e delle maestranze.

L'area individuata per la realizzazione dell'impianto ORC, localizzata in affiancamento alla postazione di produzione AP2, ricade all'interno della cava Le Greppe ripristinata; nel sito in questione risultano quindi assenti elementi di rilievo a livello di vegetazione, fauna ed ecosistemi. Pertanto, la realizzazione dell'impianto ORC non coinvolge alcuna area caratterizzata da vegetazione, fauna e ecosistemi.

L'analisi condotta nell'Allegato A evidenzia che le emissioni sonore risultano inferiori a 40 dB(A) già a 250 m di distanza. Anche per quanto riguarda le emissioni in atmosfera le valutazioni compiute al Paragrafo 4.3.1 evidenziano la loro non significatività.

L'impatto diretto sulla componente in esame indotto dalla realizzazione dell'impianto ORC risulta dunque trascurabile.

Le tubazioni di produzione che collegano i pozzi AP1- AP3 all'impianto ORC (la tubazione di collegamento tra AP2 e l'ORC è interna alla recinzione che li ricomprende) e quella di reiniezione che collega l'impianto ORC al pozzo AP4 saranno realizzate unicamente in corrispondenza di aree agricole (ad eccezione di un breve tratto della tubazione di reiniezione che interessa una strada bianca esistente). Le tubazioni interrato saranno, quindi, realizzate senza necessità di effettuare tagli ad alcuna specie arborea.

Inoltre le tubazioni di collegamento tra l'impianto ORC ed i pozzi di produzione/reiniezione in progetto sono interrato e quindi, una volta realizzate, i luoghi saranno ripristinati allo stato precedente.

Fase di Esercizio

La localizzazione dell'impianto ORC, che prevede l'interessamento di una porzione dell'area della cava Le Greppe ripristinata, consente di mantenere inalterata la struttura del paesaggio agrario circostante e di rendere nulla la potenziale interferenza con la componente.

Dal punto di vista faunistico, si rileva che la presenza dell'impianto Pilota potrà comportare uno spostamento della fauna ivi residente: come già indicato per la fase di perforazione dei pozzi, si può ipotizzare infatti una ridefinizione dei territori dove essa potrà esplicare le sue normali funzioni biologiche, senza che questo ne causi disagio o alterazioni, in considerazione del fatto che il contesto territoriale in cui si inseriscono le opere in progetto è caratterizzato da una sostanziale omogeneità.

Durante l'esercizio dell'impianto ORC, le emissioni sonore risultano inferiori a 40 dB(A) già a 250 m di distanza e pertanto, in considerazione della semplicità del contesto faunistico presente, tali da non alterare il normale comportamento delle specie. Per dettagli circa i livelli sonori indotti dall'esercizio dell'impianto ORC si rimanda all'Allegato A al presente SIA.

4.3.6

Paesaggio

Nei seguenti paragrafi è valutato l'impatto paesaggistico relativo alla realizzazione dell'Impianto pilota geotermico Torre Alfina, con riferimento alla prima fase di perforazione dei pozzi ed alla successiva di realizzazione della centrale di produzione e quindi di esercizio dell'Impianto Pilota stesso.

4.3.6.1

Perforazione Pozzi

L'impatto sulla componente paesaggio durante la fase di realizzazione dei pozzi risulta limitato nel tempo e completamente reversibile.

Infatti è opportuno evidenziare che, analogamente alla perforazione dei pozzi per uso idropotabile, la permanenza dell'impianto di perforazione è strettamente limitata alle operazioni di sondaggio, la cui durata è variabile con la profondità e può essere indicativamente stimata in:

- 30 giorni consecutivi, in media per la perforazione di un singolo pozzo produttivo;
- 40 giorni consecutivi per la perforazione dei pozzi reiniettivi della profondità "misurata";
- 3 giorni per le prove di caratterizzazione iniettiva/produttiva.

Nelle Figure 3.3.3.3a e b del Quadro di Riferimento Progettuale sono raffigurati due esempi di impianti di perforazione idonei a raggiungere le profondità ipotizzate per i pozzi in progetto che potranno essere temporaneamente posizionati nelle zone identificate per la realizzazione dei pozzi in progetto.

Occorre precisare che, in caso di esito negativo della perforazione, o comunque qualora il pozzo risulti inutilizzabile per uno degli obiettivi per cui era stato perforato, sarà effettuata la chiusura mineraria del pozzo. Al termine della chiusura mineraria saranno ripristinate le condizioni originali, asportando le opere in cemento e lasciando l'area nelle stesse condizioni di origine. Lo stesso dicasi per le eventuali relative opere accessorie che siano state costruite.

In caso di successo il pozzo sarà utilizzato per la produzione di energia ed in loco sarà mantenuta la postazione, pur in forma ridotta e con una visibilità minima, come meglio descritto nel paragrafo seguente.

Per quanto sopra detto, l'impatto paesaggistico derivante dalla fase di realizzazione dei pozzi è *Nulla*.

4.3.6.2

Impianto Pilota

Con riferimento alla fase di cantiere per la realizzazione dell'Impianto ORC, valgono le stesse considerazioni formulate nel paragrafo precedente in merito alle attività di realizzazione dei pozzi, data la temporaneità delle attività. L'area di cantiere corrisponde all'area individuata per l'installazione dell'impianto e rappresentata in Figura 1a, ovvero all'interno della cava Le Greppe ripristinata,

ad un livello ribassato rispetto al piano campagna circostante (e quindi non visibile).

Per quanto riguarda la realizzazione delle tubazioni di collegamento tra impianto e postazioni di produzione-reiniezione, si fa presente che esse saranno realizzate per tratti successivi, utilizzando un cantiere mobile che via via si muove lungo la viabilità esistente al margine della quale verranno posate le tubazioni stesse. L'ingombro della fascia di cantiere è contenuto e pari a circa 5 m. Anche in questo caso l'impatto è da ritenersi *Nulla* in considerazione della temporaneità delle attività e delle ridotte dimensioni del cantiere.

Per quanto riguarda invece l'impatto paesaggistico dell'Impianto Pilota in fase di esercizio, la valutazione è stata di seguito condotta seguendo la metodologia di analisi che prevede:

- la descrizione dei principali ingombri delle nuove opere e delle scelte progettuali per un corretto inserimento delle stesse nel contesto territoriale di riferimento;
- l'analisi della visibilità delle opere previste, e la scelta di riprese fotografiche e fotoinserti da punti di vista selezionati;
- stima del Grado di Incidenza Paesaggistica delle opere;
- stima dell'impatto paesaggistico indotto dalla presenza delle nuove opere ottenuto aggregando il valore della sensibilità paesaggistica dell'Area di Studio, individuato nella fase di caratterizzazione dello stato attuale (Paragrafo 4.2.6), con il Grado di Incidenza Paesaggistica delle opere stesse.

Preme evidenziare che l'opera a maggiore impatto visivo tra quelle che costituiscono l'Impianto Pilota Torre Alfina può essere considerata l'Impianto ORC: il Proponente pertanto, nella definizione del progetto, ha cercato di localizzare tale opera in un sito, all'interno del Comune di Acquapendente, che ne minimizzasse l'impatto paesaggistico. Tale sito è stato identificato in un lotto della attuale cava posta in località Le Greppe. Tale soluzione consente di posizionare l'Impianto ORC ad una quota inferiore rispetto al piano di imposta, tale da ridurre notevolmente o addirittura annullare l'incidenza visiva delle nuove opere. Come specificato in Introduzione, ad oggi, la cava è già stata parzialmente ripristinata mentre una parte risulta ancora in coltivazione. Al momento dell'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'Impianto Pilota la cava sarà completamente ripristinata: tale situazione costituisce l'ante operam per le valutazioni di seguito condotte. Le nuove opere oggetto del presente progetto saranno ubicate unicamente nel lotto n.1 (Figura 1.2a) che è quello attualmente già ripristinato.

Principali Ingombri delle Nuove Opere

L'Impianto Pilota Geotermico denominato "Torre Alfina" è costituito sostanzialmente dalle seguenti opere:

- l'impianto ORC;
- n.5 pozzi di produzione localizzati nelle postazioni denominate AP1 (n.3 pozzi), AP2 (n.1 pozzo), AP3 (n.1 pozzo);

- n.4 pozzi di reiniezione localizzati nella postazione denominata AP4;
- le tubazioni di produzione e di reiniezione dall'impianto ORC alle postazioni appena descritte.

Le tubazioni che collegheranno i pozzi e l'impianto ORC saranno interrato, pertanto al termine delle fasi di posa e di rinterro, saranno eseguiti interventi di ripristino, che consisteranno nel riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

La profondità di posa delle tubazioni che attraversano aree agricole sarà tale da permettere il normale svolgimento delle attività agricole.

Per quanto detto l'impatto conseguente alla realizzazione delle tubazioni può essere considerato *Nulla* e dunque è escluso dalle valutazioni di seguito riportate.

Con riferimento alle postazioni di produzione e reiniezione ed all'impianto ORC in fase di esercizio (layout tecnico riportato al Paragrafo 3, Figure 3.3.5b e 3.4.2.4a 1di5 e viste tridimensionali riportate in Figura 4.3.6.2a da 1 di 5 a 5 di 5), di seguito sono descritti i principali ingombri strutturali delle opere che andranno a comporre l'impianto Pilota.

Le postazioni dei pozzi di produzione AP1, AP2 ed AP3 prevedono la presenza di:

- teste pozzo: si sostanziano in un sistema di valvole caratterizzato da un ingombro irrilevante, essendo alloggiato in un incavo (cantina), senza emergere dal piano campagna;
- sistema di dosaggio inibitore, costituito da:
 - recipiente per lo stoccaggio dell'inibitore (diametro 0,65 m x 1,3 m di altezza, sopraelevato di 0,5 m);
 - serbatoio per lo stoccaggio dell'acqua di diluizione (diametro 1,3 m x 2 m di altezza, sopraelevato di 0,5 m);
 - miscelatore per il dosaggio della miscela inibitore-acqua in pozzo (diametro 0,6 m x 1,1 m di altezza, sopraelevato di 0,6 m);
 - argano e pulegge per l'iniezione dell'inibitore in pozzo per mezzo di una stuffing box e di una tubazione metallica flessibile calata in pozzo fino alla profondità necessaria (altezza massima 2 m);
- quadro elettrico per l'alimentazione del motore della pompa dosatrice, dei comandi elettroidraulici delle valvole di testa pozzo e dei trasmettitori di portata, temperatura e pressione del fluido geotermico e della soluzione dell'inibitore (2 m x 1,5 m e altezza 2 m);
- Silenziatore/separatore: ha lo scopo di separare la parte liquida in uscita dal pozzo e ridurre le emissioni sonore. Il silenziatore separatore sarà del tipo a ciclone: la fase gassosa (vapore e in condensabili e/aria) sono espulsi dall'alto, mentre la fase liquida cade nella vasca dopo aver attraversato una cassa con stramazzo. L'acqua contenuta nel fluido geotermico, incluso l'acqua di perforazione sarà separata nel ciclone silenziatore e scaricata nella vasca adiacente al piazzale e successivamente re-iniettata nel pozzo stesso (altezza massima 4 m dei corpi cilindrici principali);

- vasca acqua industriale;
- parcheggio autovetture private.

La postazione del polo di reiniezione AP4 prevede la presenza di:

- una testa pozzo caratterizzata, come nel caso dei pozzi produttivi, da un ingombro irrilevante;
- una vasca acqua industriale,
- parcheggio autovetture private.

Le teste pozzo saranno recintate con una rete di altezza 1,80 m, munita di cancello per impedire l'accesso alla struttura da tutti i lati.

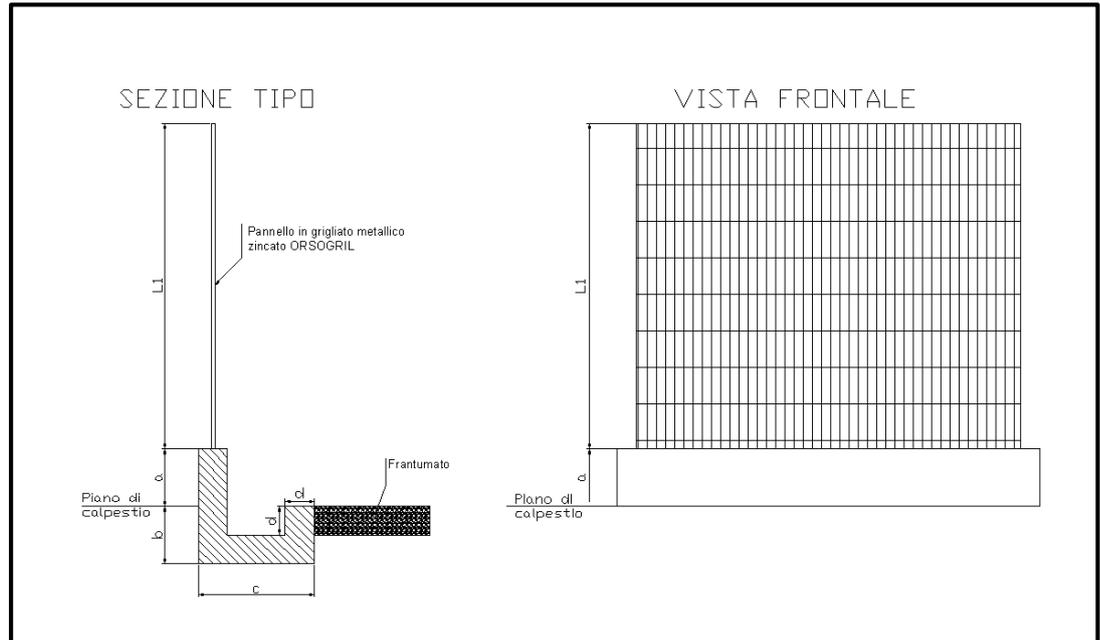
L'impianto ORC sarà costituito dalle seguenti principali apparecchiature:

- n°2 evaporatori a fascio tubiero (altezza 7,7 m);
- n°2 preriscaldatori fluido organico - acqua;
- n°2 turbo-espansori collegati ad un unico generatore elettrico, alloggiati all'interno di un cabinato insonorizzato;
- condensatore raffreddato ad aria (altezza 10 m);
- sistema di riempimento circuito del fluido organico comprensivo di serbatoio di stoccaggio.

Nell'impianto saranno inoltre presenti:

- lo skid antincendio (18 m x 4 m, altezza 2,5 m);
- un cabinato ospitante il sistema di controllo, il trasformatore e i quadri elettrici (18 m x 4 m, altezza 2,5 m);
- la cabina di interfaccia con il gestore della rete ENEL (8.6 m x 2,5 m, altezza 2,5 m);
- i servizi igienici (2 m x 1,5 m, altezza 2,5 m);
- sistema di trattamento acque meteoriche, con vasca di prima pioggia interrata.

Le piazzole interessate dalla realizzazione dell'impianto Pilota saranno provviste di una recinzione perimetrale, scelta sulla base di modelli standard. Nella seguente Figura 4.3.6.2b è visibile un tipico della recinzione utilizzata. Essa sarà realizzata con rete tipo "orsogrill", ed avrà un'altezza fuori terra di circa 2 m.

Figura 4.3.6.2b Schema della recinzione


La postazione di produzione AP1 sarà raggiungibile da una strada bianca esistente collegata alla Strada Provinciale n.47: sarà necessario realizzare un breve tratto di strada di circa 50 m per il collegamento dell'accesso all'area pozzo alla strada esistente. La postazione produttiva AP2 sarà raggiungibile tramite una strada bianca esistente che collega la Strada Provinciale 50 con la Cava "Le Greppe". Analogamente, per l'accesso alle postazioni AP3 e AP4, sarà necessario realizzare un breve tratto di strada di circa 50 m per il collegamento tra la Strada Provinciale n.50 e le aree pozzo. Si rimanda alla Figura 3.3.3c per l'immagine di un tipico di sezione della strada di accesso ai pozzi per i tratti di nuova realizzazione appena descritti.

Durante la fase di esercizio nelle postazioni dei pozzi è prevista l'installazione di apparecchi illuminanti testapalo, con tecnologia a LED, installati su pali conici a sezione circolare, di altezza fuori terra pari a 3 m. In ciascuna postazione è prevista l'installazione di n.2 apparecchi illuminanti testapalo: un apparecchio illuminante sarà posizionato in prossimità del cancello d'ingresso e un apparecchio in prossimità dell'impianto di dosaggio dell'inibitore nei pozzi (per l'esatta ubicazione degli apparecchi illuminanti si rimanda alle Figura 3.3.5b e 3.4.2.4a 1di5 ed alle viste riportate in Figura 4.3.6.2a). In condizioni di normale esercizio il sistema d'illuminazione delle postazioni sarà spento. Esso sarà dotato di dispositivi di accensione manuale ed attivato dal personale addetto soltanto in caso di interventi straordinari che si potrebbero rendere necessari durante il periodo notturno. Non sono previsti sistemi di illuminazione esterni alle piazzole.

Studio del contesto paesaggistico di riferimento e descrizione delle scelte di mitigazione e di inserimento adottate

Allo scopo di perseguire un corretto inserimento delle opere in progetto nel territorio di riferimento, il proponente ha predisposto alcuni approfondimenti di carattere paesaggistico relativi alle aree già individuate per la futura ubicazione

del progetto. Il territorio, infatti, non può essere considerato un “foglio bianco”, ma deve essere studiato secondo le forme e le cromie preesistenti, per inserire armoniosamente il nuovo intervento di per sé estraneo ai caratteri del luogo.

Per ciascuna area di intervento, quindi, è stata predisposta una scheda (Schede da 1 a 4) riportante un’analisi cromatica ed un approfondimento sulle caratteristiche vegetazionali delle aree limitrofe alle future strutture dell’Impianto Pilota Torre Alfina.



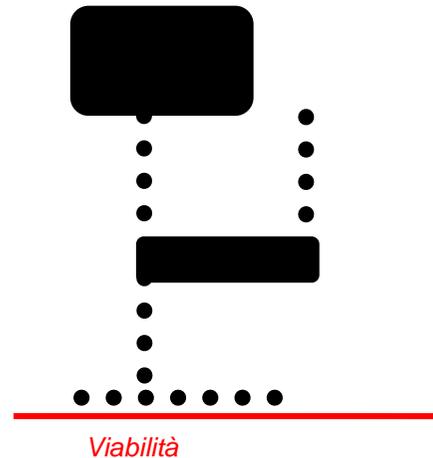
Scheda 1: Postazione AP1
Studio cromatico



Le tonalità individuate, che contemplano il Beige, il Beige grigiastro, il Grigio giallastro, fino ad arrivare al Grigio pietra, sono ben rappresentate nel paesaggio adiacente alla postazione AP1. In particolare la matrice agricola prevalente incide notevolmente sulla selezione cromatica, tendendo a preferire quindi colorazioni naturali e tenui. I RAL selezionati per il pozzo AP1 sono quelli evidenziati a lato.

Si specifica che le aree non impermeabilizzate del sito saranno coperte utilizzando ghiaie pigmentate o inerbite, in modo da non alterare la percezione dell'uso dei luoghi.

Studio delle forme e delle aggregazioni vegetazionali presenti

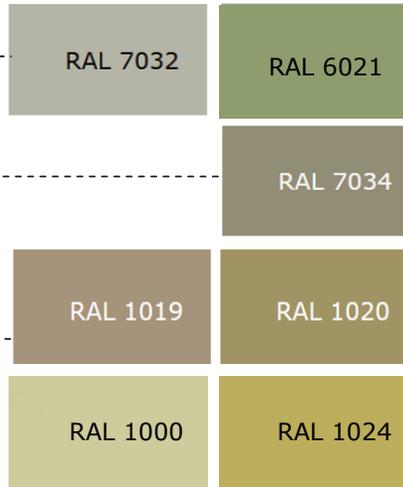


Le aggregazioni vegetali presentano lembi di bosco che si protraggono verso i campi aperti. Partendo da una zona boscata più consistente si riscontra la presenza di fasce allungate in tutte le direzioni che delimitano la campagna coltivata. Le infrastrutture presenti sono talvolta affiancate da forme di vegetazione lineare, talvolta libere.

Le opere a verde della postazione AP1 sono state definite cercando di creare un continuum con le "forme" della vegetazione presenti.

Scheda 2: Postazione AP3

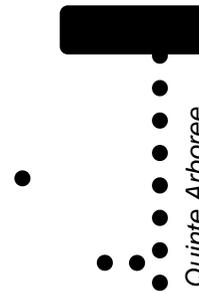
Studio cromatico



Le tonalità scelte, che contemplano il Beige, il Beige grigiastro, il Grigio giallastro, fino ad arrivare al Grigio pietra, sono ben rappresentate nel paesaggio adiacente alla postazione AP3. In particolare la campagna coltivata prevalente rende le colorazioni tendenti al tenue. I RAL selezionati per il pozzo AP3 sono quelli indicati a lato.

Si specifica che le aree non impermeabilizzate del sito saranno coperte utilizzando ghiaie pigmentate o inerbite, in modo da non alterare la percezione dell'uso dei luoghi.

Studio delle forme e delle aggregazioni vegetazionali presenti

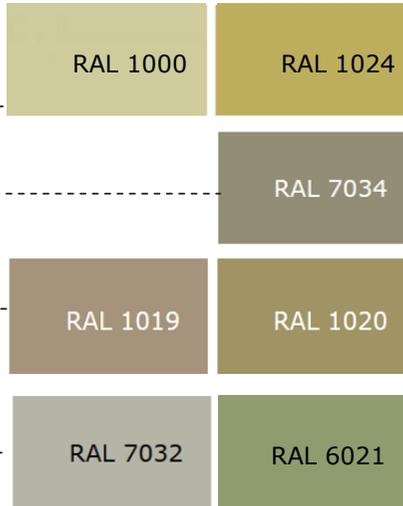


Strada Principale

Le aggregazioni vegetali sono caratterizzate da fasce lineari di piccole dimensioni e da elementi isolati che interrompono lo spazio aperto dei campi coltivati. Le infrastrutture principali solo talvolta risultano affiancate da lembi boscati, poiché nella maggior parte dei casi sono liberi da vegetazione.

Scheda 3: Postazione AP4

Studio cromatico

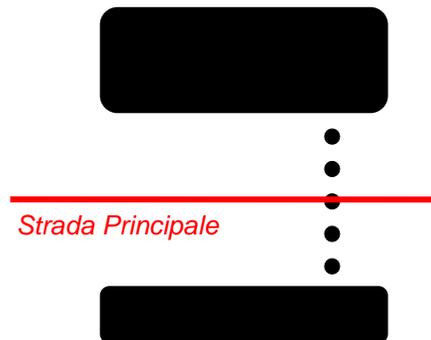


Le tonalità presenti nell'intorno della postazione di reiniezione AP4 riguardano il Beige, il Beige grigiastro, il Grigio giallastro, fino ad arrivare al Grigio pietra.

Come già evidenziato per le altre postazioni la matrice agricola prevalente incide sulla selezione cromatica, tendendo a preferire quindi colorazioni naturali e tenui. I RAL selezionati per il pozzo AP4 sono quelli di seguito indicati.

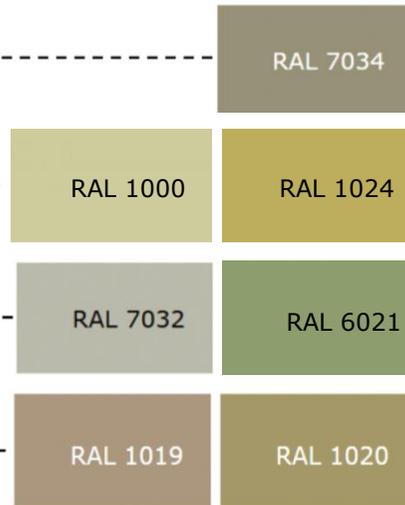
Si specifica che le aree non impermeabilizzate del sito saranno coperte utilizzando ghiaie pigmentate o inerbite, in modo da non alterare la percezione dell'uso dei luoghi.

Studio delle forme e delle aggregazioni vegetazionali presenti



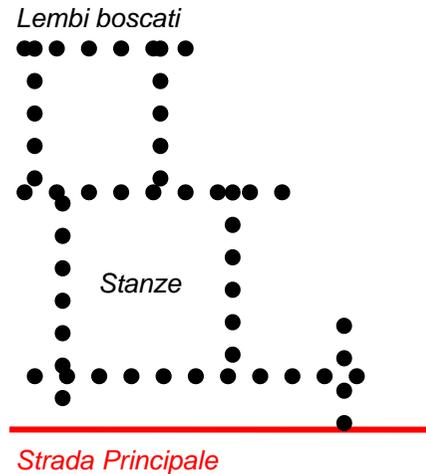
La struttura vegetazionale presente è caratterizzata da aree boscate compatte, da cui si protraggono lembi di vegetazione che si chiudono sulle infrastrutture presenti.

Scheda 4: Impianto ORC e Postazione AP2
Studio cromatico



Cercando di favorire quanto più possibile l'inserimento delle nuove strutture nel contesto paesaggistico esistente il Proponente ha valutato la possibilità di impiegare una colorazione per le strutture dell'Impianto ORC e del pozzo AP2 che si armonizzi con il paesaggio circostante. Si ritiene a questo riguardo che colorazioni tenui e richiamanti le architetture rurali presenti nell'intorno, possano integrarsi al meglio con le cromie tipiche della zona. I RAL selezionati per l'Impianto ORC ed il pozzo AP2 sono quelli indicati a lato. Si specifica che le aree non impermeabilizzate del sito saranno coperte utilizzando ghiaie pigmentate o inerbite, in modo da non alterare la percezione dell'uso dei luoghi.

Studio delle forme e delle aggregazioni vegetazionali presenti



Le aggregazioni vegetali presentano una sistemazione che crea stanze chiuse di dimensioni regolari, spesso sagomate dalla viabilità esistente. I lembi boscati di maggior consistenza sono quelli contigui agli elementi idrografici o ai territori di risulta tra più appezzamenti coltivati.

Gli studi relativi alle cromie, alle forme ed alle aggregazioni vegetazionali presenti sono stati utilizzati per la scelta degli interventi di mitigazione del progetto, in particolare per la definizione delle opere a verde, la scelta dei materiali e delle cromie delle piazzole e dell'impianto ORC. Le soluzioni adottate favoriscono il corretto inserimento nel palinsesto territoriale circostante dell'Impianto Pilota, che di per sé presenta elementi estranei ai caratteri agricoli, quali le platee in cemento e le recinzioni.

Nello specifico, i materiali che andranno a comporre le postazioni di produzione e reiniezione saranno:

- platee in cemento in corrispondenza dei pozzi, che saranno colorate nei toni beige/marrone;
- terra battuta ricoperta da ghiaia;
- tubazioni in acciaio a carbonio rivestite di isolante, ricoperte esternamente da lamina in polietilene, anch'esse colorate nei toni beige/marrone.

Per quanto riguarda l'Impianto ORC, oltre a quanto detto per le postazioni di produzione/reiniezione, saranno presenti alcuni serbatoi metallici e strutture del tipo container (sala quadri e cabine elettriche) che saranno opportunamente colorati.

Per tutti i siti sarà impiegata come recinzione una rete metallica a maglia larga, colorata tipo RAL 1020, per renderla sostanzialmente trasparente alla visione. Essa sarà di tipo a "recinto" ed avrà un'altezza di circa 2 m.

Limitatamente intorno alle "cantine" è inoltre prevista una ulteriore recinzione, a maglia metallica anch'essa colorata tipo RAL 1020.

Per quanto riguarda le opere di mitigazione previste, la scelta delle forme e delle specie utilizzabili ha tenuto conto dello studio delle forme e delle aggregazioni vegetazionali riportati nelle Schede sopra descritte e della descrizione dello stato attuale della componente Vegetazione riportata al Paragrafo 4.2.5.

L'inserimento degli elementi floristici avverrà secondo una ripetitività casuale tale da far percepire la fascia vegetale quale consociazione naturale, che comprende sia essenze arboree che arbustive. Inoltre anche la manutenzione sarà eseguita evitando tagli regolari e forme definite, privilegiando uno sviluppo naturale delle essenze.

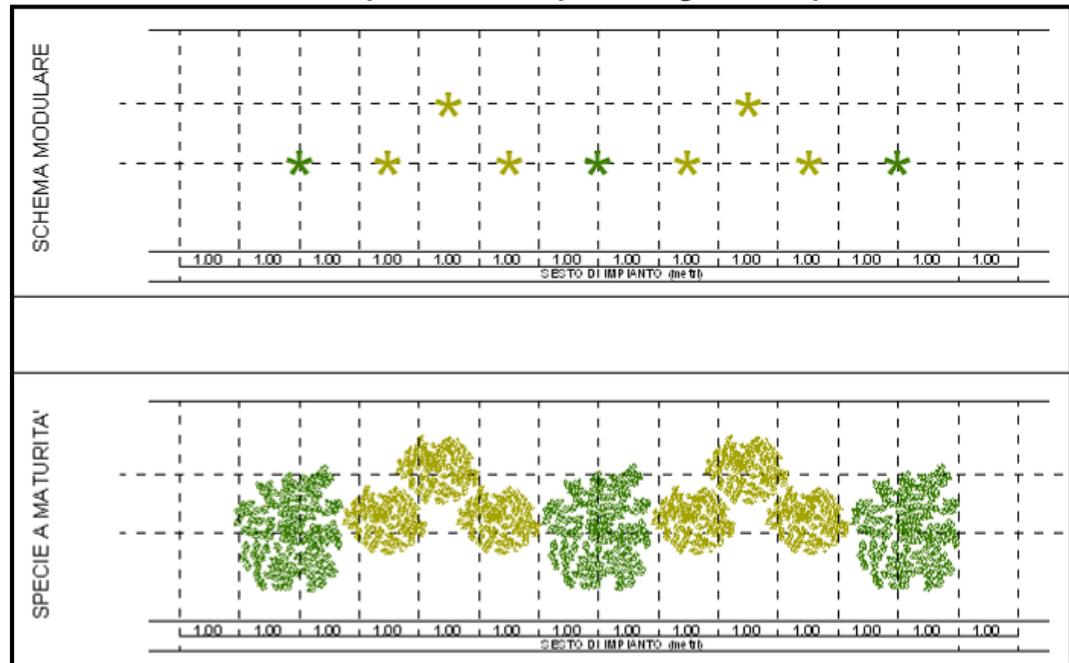
Saranno piantumate essenze forestali comprese tra quelle la cui presenza è stata identificata nell'Area di Studio, quali il cerro (*Quercus cerris*) che rappresenta sempre la specie dominante, oltre che il sorbo domestico (*Sorbus domestica*), il carpino bianco (*Carpinus betulus*), il castagno (*Castanea sativa*), talora il faggio (*Fagus sylvatica*).

Lo strato arbustivo è differenziato dalla presenza del nespolo volgare (*Mespilus germanica*) e della sottospecie mesofila della cornetta dondolina (*Coronilla emerus subsp. emerus*), mentre nel sottobosco erbaceo sono frequenti la cicerchia veneta (*Lathyrus venetus*), l'euforbia delle faggete (*Euphorbia amygdaloides*) e il centocchio dei boschi (*Stellaria nemorum*).

Le opere di mitigazione saranno realizzate al fine di ottenere la maggior spontaneità e conservazione del paesaggio circostante: la “cortina vegetale” che si verrà a creare, grazie alle scelte sopra indicate (tipi di essenze e loro posizionamento reciproco) sarà percepita alla stregua delle siepi già presenti ai margini degli appezzamenti esistenti. L’altezza a regime della siepe sarà variabile a seconda della specie e sarà al massimo di 10 m

In Figura 4.3.6.2c si riporta una schema di massima di impianto delle specie vegetali previste.

Figura 4.3.6.2c Schema di Massima di Impianto delle Specie Vegetali Proposte



Come mostrano le Figure 4.3.6.2d (da 1 di 3 a 3 di 3) le scelte dei materiali e delle forme delle opere di mitigazione permettono di armonizzare le forme “antropiche” delle nuove strutture previste, con gli elementi naturali ed agricoli attuali. La fascia vegetale prevista per le siepi perimetrali è stata usata, oltre che per la schermatura visiva delle opere dalle infrastrutture presenti, anche per “ammorbidire” le forme dell’ingombro delle piazzole.

In Figura 4.3.6.2d (1 di 3) è riportato lo stato ante e post operam della postazione di produzione AP1: come visibile le opere di mitigazione sono state previste in continuità con l’area boscata presente, a sud della piazzola, in modo da ricreare le forme tipiche del paesaggio circostante. Lungo la strada provinciale è prevista una fascia arbustiva in grado di celare le nuove opere dalla possibile visione percepibile dalle aree poste a Nord rispetto alla piazzola stessa.

In Figura 4.3.6.2d (2 di 3), stato post operam, sono evidenziate le scelte di mitigazione previste che, in coerenza con la vegetazione già presente, prevedono una fascia arborea lineare lungo i tre lati liberi; il lato Est risulta già attualmente provvisto di vegetazione, che sarà quindi potenziata.

La postazione di reiniezione AP4, posta in un’area attualmente libera, sarà mitigata con aree boscate compatte, e lembi di vegetazione che si chiudono

sull'infrastruttura presente, richiamando le forme attualmente presenti nell'intorno.

In Figura 4.3.6.2e si riportano le tre configurazioni dell'area di cava corrispondenti alle seguenti fasi:

- lo stato attuale, che riporta una vista al momento di presentazione dello Studio di Impatto Ambientale, con il lotto di ampliamento ancora in attività ed il lotto 1 non più attivo e già ripristinato;
- stato ante operam: in questa fase, corrispondente al momento della realizzazione dell'Impianto Pilota, la cava non sarà più attiva e sarà stata data attuazione al piano di ripristino previsto ed autorizzato. Come visibile l'intera area di cava verrà ricoperta da un manto erboso in modo da riportare il terreno alla condizione precedente all'attività di estrazione; il lotto di ampliamento sarà modellato con una lieve pendenza mentre il lotto 1, già attualmente ripristinato, manterrà le caratteristiche attuali;
- stato post operam: l'inserimento delle opere in progetto nell'area ripristinata interesserà unicamente il lotto 1 mentre le opere di mitigazione andranno ad interessare l'intera area di cava. Come visibile dalla figura i materiali e le colorazioni scelte permetteranno di inserire le nuove opere in armonia con il contesto paesaggistico esistente, mentre le opere di mitigazione previste, in continuità sia con la vegetazione attuale che con le opere a verde del piano di ripristino, formeranno una fascia vegetale parallela alla strada che schermanà parzialmente le opere, creando una sistemazione a stanze chiuse, e ricordando le fasce boscate contigue agli elementi idrografici presenti nell'intorno.

Analisi della Visibilità e Fotoinserimenti

L'analisi della visibilità dell'Impianto Pilota denominato "Torre Alfina" nell'Area di Studio considerata è stata effettuata mediante un sopralluogo mirato, considerando i luoghi di maggior "funzione" e "fruizione" presenti, ovvero quelli maggiormente utilizzati dai normali frequentatori dell'area e da eventuali utenti temporanei, quali turisti.

Le indagini svolte hanno consentito di identificare le porzioni di territorio interessate dalla visione delle opere in progetto che risultano, nella maggior parte dei casi, le aree poste nelle immediate vicinanze delle stesse e quelle da cui l'impianto Pilota Geotermico non sarà sicuramente visibile.

In Figura 4.3.6.2f sono riportati i punti di vista dai quali è possibile avere delle visioni sul paesaggio circostante ed in alcuni casi sull'Impianto Pilota: i punti di vista sono stati scelti in modo da avere immagini ben rappresentative della percezione del contesto territoriale che potrebbe avere un possibile osservatore.

I punti di vista colorati in viola ed identificati con la sigla PR corrispondono a quelli in cui le opere di nuova realizzazione saranno schermate o nascoste da altri manufatti, mentre i punti di vista colorati in arancione ed identificati con la sigla PV corrispondono a luoghi potenzialmente interessati dalla visione del

progetto: tali punti sono stati scelti per realizzare dei fotoinserimenti in grado di simulare lo stato dei luoghi a seguito della realizzazione dell'Impianto Pilota.

Le Figure 4.3.6.2g-h-i riportano tre riprese fotografiche effettuate lungo la S.P. n.50: data la morfologia leggermente ondulata della strada e la presenza a bordo dell'infrastruttura viaria di vegetazione arbustiva e del vecchio stabilimento della società Consorgas, le postazioni di produzione AP1 ed AP4 risulteranno non visibili.

La Figura 4.3.6.2j riporta la ripresa fotografica effettuata da PR4, lungo la S.P. n.47: la vegetazione presente lungo i campi coltivati ed il leggero dislivello della campagna coltivata celano la postazione di produzione AP3, che risulta dunque non visibile.

Le Figure 4.3.6.2k-l, consentono di illustrare la visione percepita da PR5 e PR6, localizzati rispettivamente a Sud e ad Est rispetto all'impianto ORC ed alla postazione AP2.

Nel primo caso, la vegetazione ripariale che si attesta lungo le sponde del Fosso del Sabissone e la morfologia dei luoghi celano l'area della ex-cava.

La successiva immagine, ubicata nei pressi di un agriturismo, mostra che anche da tale punto di vista l'area nella quale è prevista la realizzazione dell'impianto ORC e della postazione di produzione AP2 non saranno visibili.

La Figura 4.3.6.2m riporta una ripresa fotografica effettuata dal punto di vista PR7: in questo caso, tra l'area della ex cava ripristinata e l'osservatore è presente una zona collinare con quote maggiori che crea quindi uno schermo naturale alla visione delle opere in progetto.

Il punto di vista PR8, ubicato ad ovest rispetto all'area di cava, lungo la strada di accesso alla cava, mostra che l'area in cui sarà realizzato l'impianto ORC e la postazione di produzione AP2 si trova a quote inferiori ed incassata rispetto alla quota stradale. La successiva ripresa fotografica mostra la vista percepita da PR9: da tale punto di vista è visibile l'accesso principale all'area di cava, ubicato a quote inferiori rispetto al tratto di strada precedentemente considerato per il punto di vista PR8.

Come visibile nel dettaglio della Figura 4.3.6.2a l'area ad est dell'attuale cava è coperta da vegetazione arbustiva, che costituisce di per sé una barriera naturale alla vista dell'Impianto: per tale motivo è stato impossibile considerare punti di vista dai territori ubicati da tale lato.

Il sopralluogo effettuato ha evidenziato che l'unico punto ubicato in posizione sopraelevata rispetto al sito di progetto è l'abitato di Torre Alfina, in particolare la terrazza panoramica in cima al Castello: questa, sebbene posta a circa 2 km dal sito di progetto, essendo in posizione sovrastante, consente una visione d'ampio raggio della piana.

La vista percepita dalla terrazza è rappresentata in Figura 4.3.6.2q in cui è identificata la localizzazione dell'impianto Pilota Geotermico Torre Alfina.

In considerazione della lontananza dell'osservatore all'Impianto Pilota e data l'altezza massima delle strutture in progetto (delle postazioni di produzione/reiniezione e dell'Impianto ORC, in posizione ribassata rispetto al piano d'imposta all'interno della cava), nonché gli interventi di mitigazione previsti, si ritiene che una volta realizzato l'impianto non sarà in alcun modo suscettibile di attenzione o ne' le strutture riconoscibili.

Si fa presente, inoltre, che essendo il punto di vista localizzato in posizione rialzata rispetto alle opere in progetto interverrà anche lo schiacciamento prospettico, che porterà ad un'ulteriore riduzione della percezione delle strutture impiantistiche.

Le stesse considerazioni possono essere estese alla ripresa fotografica riportata in Figura 4.3.6.2p dalla quale, dal punto di vista ubicato in Via S.Salvatore a ridosso del campo sportivo, è possibile avere un'ampia visione della pianura sottostante: come visibile risultano non distinguibili nel dettaglio i manufatti esistenti, pertanto non lo saranno quelli in progetto date le loro caratteristiche tecniche e le soluzioni mitigative adottate.

I punti di vista potenzialmente coinvolti dalla visione delle opere in progetto sono quelli invece rappresentati nelle Figure 4.3.6.2r e seguenti, in cui è pertanto rappresentato riportano lo stato ante operam e post operam dei luoghi, dovuto alla realizzazione dell'Impianto Pilota Geotermico nelle aree previste per tali attività.

Dall'analisi dei fotoinserti relativi alla postazione di produzione AP1 (Figure 4.3.6.2r-s), considerando che i punti di vista sono ubicati a quote simili a quelle alle quali saranno previste le nuove opere, emerge che per i potenziali osservatori sarà possibile apprezzare unicamente le opere di mitigazione previste. Gli inserimenti vegetazionali consentiranno di celare la vista delle strutture previste e di creare una quinta scenica in continuità con quelle già esistenti, senza modificare la percezione globale del palinsesto territoriale di riferimento.

La postazione di produzione AP3, essendo in posizione retrostante rispetto alla principali vie di comunicazione (S.P. n. 50 e S.P. n. 74) è quella che risulterà meno visibile: il punto di vista scelto per il fotoinserto si colloca su una strada secondaria, utilizzata unicamente dai residenti e dagli operatori agricoli dei campi, ubicati nelle immediate pertinenze della strada, pertanto presenta di per sé un valore limitato. Analizzando lo stato post operam (Figura 4.3.6.2t (2 di 2)) è possibile rilevare che le opere di nuova realizzazione non interferiranno con la visione del centro storico di Torre Alfina e relativo Castello in quanto le contenute altezze delle strutture componenti la postazione AP3, comprensive delle opere di mitigazione, saranno tali da non impedire la percezione dell'edificio storico, ponendosi anche in questo caso in continuità con la vegetazione presente.

Come emerso dalla ricognizione delle aree soggette a vincolo paesaggistico, effettuata al Paragrafo 4.2.6.2, la postazione di reiniezione AP4 interessa parzialmente la fascia di rispetto di un affluente del Fosso del Sabissone, tutelato ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04 e s.m.i.. In Figura 4.3.6.2u-v si riportano due fotoinserti di tale postazione: come visibile la sua

percezione si limita alla visione della fascia vegetazionale lungo il confine perimetrale della stessa. Anche da quote maggiori le strutture interne alla piazzola non saranno distinguibili avendo dimensioni esigue tali da non suscitare attenzioni da tali distanze.

Stima del Grado di Incidenza delle Opere

I criteri considerati per la determinazione del *Grado di Incidenza Paesaggistica* dell'intervento in oggetto sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.3.6.2a Criteri per la Determinazione del Grado di Incidenza Paesaggistica del Progetto

Criterio di Valutazione	Parametri di Valutazione
Incidenza Morfologica e Tipologica	<ul style="list-style-type: none"> • Conservazione o alterazione dei caratteri morfologici del luogo • Adozione di tipologie costruttive più o meno affini a quelle presenti nell'intorno per le medesime destinazioni funzionali • Conservazione o alterazione della continuità delle relazioni tra elementi storico-culturali o tra elementi naturalistici
Incidenza Visiva	<ul style="list-style-type: none"> • Ingombro visivo • Occultamento di visuali rilevanti • Prospetto su spazi pubblici
Incidenza Simbolica	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità dell'immagine progettuale di rapportarsi convenientemente con i valori simbolici attribuiti dalla comunità locale al luogo (importanza dei segni e del loro significato)

Di seguito è presentata l'analisi del *Grado di Incidenza Paesaggistica* del progetto, effettuata secondo i criteri di valutazione sopra riportati:

- *Incidenza Morfologica e Tipologica*: la postazione di produzione AP2 e l'Impianto ORC saranno ubicati in un'area occupata da una ex cava, ripristinata al momento di esecuzione degli interventi. Per quanto riguarda i pozzi, una volta realizzati, la loro incidenza si limiterà alla soletta in corrispondenza della quale saranno alloggiati i pozzi; le aree circostanti della piazzola saranno lasciate libere e consolidate con ghiaia. La postazione di reiniezione AP4 sarà ubicata in un'area sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi del D.Lgs.42/2004 e s.m.i.: come precedentemente esposto la sua percezione si limita alla visione della fascia vegetale lungo il confine della stessa, mentre la sua occupazione di suolo si limita alla soletta di calcestruzzo sulla quale sono alloggiate le cantine dei pozzi, mentre la restante parte della piazzola è inghiaia e/o inerbita. L'Impianto Pilota non comporta un'impermeabilizzazione significativa, essendo le aree impermeabili in tutto circa il 21% della superficie totale occupata. L'incidenza morfologica e tipologica del progetto è dunque valutata *Bassa*;
- *Incidenza Visiva*: sulla base di quanto emerso dall'analisi visiva condotta nel precedente paragrafo e dalle elaborazioni grafiche rese nei fotoinserti, l'Impianto ORC presenta un'incidenza visiva del tutto non significativa. Per quanto riguarda i pozzi, considerando l'ingombro ridotto delle strutture

presenti nelle piazzole una volta in esercizio, queste andranno ad integrarsi nel paesaggio circostante, già a distanze contenute, confondendosi con l'esistente. L'incidenza visiva è pertanto valutata *Bassa*;

- *Incidenza Simbolica*: vista la presenza dei pozzi geotermici Enel da molti anni nell'Area di Studio, è possibile ritenere che tali opere siano entrate a far parte della percezione collettiva del paesaggio. Inoltre, data la localizzazione dell'ORC all'interno di un'area di ex cava ripristinata, si ritiene che l'incidenza simbolica dell'intero progetto sia *Bassa*.

Valutazione dell'Impatto Paesaggistico

La metodologia proposta prevede che, a conclusione delle fasi valutative relative alla classe di sensibilità paesaggistica e al grado di incidenza, venga determinato l'Impatto Paesaggistico dell'opera.

Quest'ultimo è il prodotto del confronto (sintetico e qualitativo) tra il valore della *Sensibilità Paesaggistica* e l'*Incidenza Paesaggistica* dei manufatti.

La seguente tabella riassume le valutazioni compiute circa le opere in progetto.

Tabella 4.3.6.2b Valutazione dell'Impatto Paesaggistico delle Opere in Progetto

Componente	Sensibilità Paesaggistica	Grado di Incidenza Paesaggistica	Impatto Paesaggistico
Morfologico Strutturale	<i>Medio - Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Medio-Basso / Basso</i>
Vedutistica	<i>Medio</i>	<i>Basso</i>	<i>Medio - Basso</i>
Simbolica	<i>Medio-Basso</i>	<i>Basso</i>	<i>Medio-Basso / Basso</i>

Complessivamente la valutazione permette di stimare un impatto paesaggistico dell'intervento di valore *Medio – Basso*, dovuto più alla sensibilità dei luoghi piuttosto che all'incidenza dell'intervento.

Considerata la natura dell'intervento e la sua collocazione è possibile ritenere che l'Impianto Pilota non determini impatti paesaggistici significativi né arrechi variazioni ai caratteri dei luoghi. In aggiunta, le opere di mitigazione previste, oltre ad aumentare la potenzialità biologica locale, favoriranno l'inserimento paesaggistico delle opere in progetto.

In sintesi, l'analisi effettuata evidenzia come il progetto, la cui visibilità risulta ridotta e non significativa (per le caratteristiche tecniche e le scelte progettuali intraprese), non vada ad inficiare il valore della panoramicità attribuito ai luoghi con l'istituzione dell'area di notevole interesse pubblico. Con specifico riferimento al vincolo apposto all'affluente del Fosso del Sabissone, per quanto riguarda le tubazioni, essendo opere interrato, non vi sarà alcuna alterazione dei luoghi, e dunque degli elementi tutelati, una volta realizzate. Anche la postazione di reiniezione non introdurrà modifiche sostanziali alle peculiarità paesaggistiche

attualmente riconoscibili dato che saranno coinvolti esclusivamente terreni già condotti ad usi agricoli. Le opere di mitigazione previste favoriranno altresì un arricchimento floro-vegetazionale della fascia ripariale, ponendosi in continuità con essa.

Si ricorda infine che al momento dell'avvio dei lavori di Torre Alfina sarà completata la realizzazione dell'Impianto Pilota di Castel Giorgio nel territorio comunale adiacente. Per completezza si è quindi valutato anche l'impatto paesaggistico cumulato dovuto alla presenza di entrambi gli impianti, considerando entrambi in esercizio. L'unico punto potenzialmente interessato dalla visione dei due impianti risulta l'abitato di Torre Alfina, data la sua posizione sopraelevata. Ad ogni modo, date le distanze in gioco e le caratteristiche delle opere in progetto (le strutture di maggiore altezza sono ascrivibili alle Centrali ORC, posizionata in area industriale, in posizione retrostante rispetto a manufatti produttivi esistenti, nel caso di Castel Giorgio, ed all'interno di un'area di cava, in posizione ribassata rispetto al piano campagna e retrostante rispetto ad un'area boscata estesa, nel caso di Torre Alfina), i due impianti risulteranno non distinguibili nella loro singolarità. La loro compresenza, sostanzialmente, non introdurrà alcuna variazione al palinsesto territoriale esistente.

4.3.7 Salute Pubblica

4.3.7.1 Perforazione Pozzi

Come emerge dalle analisi svolte nei paragrafi precedenti, data la temporaneità dei lavori e la non significatività degli impatti sulle componenti atmosfera, ambiente idrico e rumore si può ritenere che la fase di realizzazione dei pozzi non generi alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica.

4.3.7.2 Impianto Pilota

Fase di Cantiere

Analogamente a quanto detto per la fase di perforazione dei pozzi, data la temporaneità dei lavori e la non significatività degli impatti sulle componenti atmosfera, ambiente idrico e rumore si può ritenere che la fase di realizzazione dell'Impianto ORC non generi alcun impatto significativo sulla componente salute pubblica.

Fase di Esercizio

Considerato che:

- l'Impianto ORC durante la fase di esercizio non produce emissioni in atmosfera, in quanto il fluido geotermico caldo estratto, dal quale viene recuperato calore per la produzione di energia elettrica in un impianto ORC, viene successivamente reiniettato nei pozzi di reiniezione, senza alcuna interferenza sull'atmosfera;

- le emissioni sonore dell'Impianto ORC, sia nel periodo diurno che in quello notturno, non alterano il clima acustico della zona ed in particolare quello relativo ai ricettori ubicati in vicinanza dell'area prevista per il suo insediamento;
- l'Impianto ORC non interferisce con la falda sotterranea grazie agli accorgimenti progettuali adottati per la sua protezione durante le attività di perforazione dei pozzi e di esercizio dell'Impianto Pilota;
- le emissioni elettromagnetiche delle apparecchiature non interessano luoghi con permanenza prolungata;

si può affermare che gli impatti dell'Impianto ORC sulla componente salute pubblica sono non significativi.

4.3.8 **Traffico**

L'accesso alle postazioni sarà garantito sfruttando la viabilità esistente alla quale raccordarsi tramite brevi tratti di strada di nuova realizzazione per consentire l'accesso alle piazzole.

La postazione produttiva AP2 è raggiungibile tramite una strada bianca esistente che collega la Strada Provinciale n.50 con la cava Le Greppe.

La postazione di produzione AP1 è raggiungibile da una strada bianca esistente collegata alla Strada Provinciale n.47: sarà necessario realizzare soltanto un tratto di strada di circa 50 m per il collegamento dell'accesso all'area pozzo alla strada esistente.

Analogamente, per l'accesso alle postazioni AP3 e AP4, sarà necessario realizzare soltanto un breve tratto di strada di circa 50 m per il collegamento tra la Strada Provinciale n.50 e l'area pozzo.

4.3.8.1 **Perforazione Pozzi**

Anche se il numero di mezzi necessari per le attività di perforazione dei pozzi non è tale da modificare apprezzabilmente il carico esistente dovuto al normale traffico delle auto e dei mezzi agricoli sulla viabilità locale, la scelta dei siti dei pozzi è stata fatta con l'intento di rendere inapprezzabile o comunque minimo il disturbo del traffico dei mezzi adibiti alle attività di perforazione.

Per la stima del carico da mezzi di trasporto sulla viabilità esistente occorre distinguere le varie fasi di lavoro.

Dato che la realizzazione delle postazioni di produzione AP1 e di reiniezione AP4, comporterà la movimentazione dei maggiori volumi di terra/inerti e la perforazione del numero più elevato di pozzi rispetto alle altre postazioni considerate, di seguito si riporta la stima dei flussi di traffico indotti durante la fase di costruzione delle suddette piazzole in modo da determinare il massimo

flusso di traffico indotto. Le altre postazioni saranno infatti caratterizzate da flussi di traffico indotto minori di quelli calcolati nel seguito.

La prima fase considerata è relativa alla *costruzione delle postazioni*, della durata di circa 30 giorni lavorativi, ripartiti su di un periodo di circa 45 giorni di calendario.

In tale fase sono previsti i seguenti flussi di traffico indotti:

- max 71 carichi con autocarro da 30 t per il trasporto di inerti da centro di frantumazione, volume totale stimato 3.800 m³ per ossatura piazzale + parcheggio auto;
- max 164 autobotti da 8 m³ per la fornitura del calcestruzzo, volume stimato 1.310 m³;
- max 8 carichi con autocarro da 30 t per il trasporto del terreno in eccedenza presso idonei centri di recupero/smaltimento, volume totale stimato 400 m³;
- 5 carichi leggeri per altro materiale da costruzione;
- 2 trasporti con autocarro da 30 t per escavatore ed una motopala.

Per la fase di *montaggio dell'impianto di perforazione* si stimano 20 trasporti con autocarro da 30 t, incluso quello dell'autoarticolato costituente l'impianto vero e proprio.

Durante *la perforazione* si stima siano necessari per singolo pozzo:

- 10 trasporti con autocarro da 30 t per il materiale da perforazione (bentonite, tubi, cemento, materiali minori) ripartiti nei primi 16 giorni di attività;
- 5 trasporti con autocarro da 4,8 t per operazioni di log in pozzo;
- max 2 trasporti di gasolio e altre attività minori ogni 5 giorni per tutto il periodo di attività;
- 1 trasporto di acqua per uso sanitario ogni 5 giorni per tutto il periodo di attività;
- 21 trasporti di fango e detriti dal cantiere al centro di trattamento.

Nella stima effettuata non si è considerato il contributo dei mezzi del personale operativo diretto alle postazioni in quanto la realizzazione del progetto non introduce variazioni sostanziali in tal senso.

Il traffico associato alle operazioni di perforazione delle postazioni AP1 ed AP4 è pertanto stimabile, sia in fase di preparazione delle aree che in quella di perforazione, in non più di 18 mezzi/giorno.

Tale valore non è in grado di creare variazioni del livello di servizio delle strade percorse dai mezzi per raggiungere l'area di intervento e cioè le strade bianche esistenti che collegano le SP 47 e 50 alle zone di interesse, sia come numero che in considerazione della temporaneità delle attività.

4.3.8.2

Impianto ORC*Fase di Cantiere*

La realizzazione del nuovo impianto richiederà l'utilizzo di macchine di trasporto ed operatrici, che verranno impiegate nel periodo dei lavori di costruzione in maniera diversificata secondo le effettive necessità.

La fase del cantiere per la quale si prevede il maggior flusso di traffico è quella relativa alla preparazione dell'area ed alla realizzazione delle opere civili: il traffico associato a questa fase è stimabile in non più di 8-10 mezzi/giorno.

Tale valore, come già esposto precedentemente, non è in grado di creare variazioni significative del livello di servizio delle strade afferenti all'area d'impianto.

Fase di Esercizio

La Centrale richiede la supervisione da parte di personale preposto che sarà limitato a poche unità. Si ritiene pertanto che il traffico indotto in questa fase sia trascurabile.

4.3.9

Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti

Nella fase di perforazione dei pozzi ed in quella di costruzione dell'impianto ORC non sono presenti apparecchiature fonte di radiazioni significative.

L'impianto ORC, durante il suo esercizio, è fonte di sole radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti a frequenza industriale (50 Hz). Nello specifico sono fonte di campi elettromagnetici non trascurabili:

- il trasformatore principale e dei servizi ausiliari entrambi interni all'area della Centrale;
- il trasformatore della turbina di recupero nella postazione di reiniezione;
- il cavidotto MT che trasporta l'energia prodotta dalla turbina di recupero, nell'area di reiniezione, all'impianto ORC;
- i cavi MT interni alla Centrale (di collegamento tra generatore principale e sala quadri);
- i cavi MT per l'alimentazione delle pompe immerse nelle postazioni di produzione.

I trasformatori genereranno una DPA inferiore a 5 m: tali fasce di rispetto ricadono quindi completamente all'interno del recinto dell'impianto e/o delle postazioni.

I cavi MT interni all'impianto genereranno una fascia di rispetto inferiore a 5 m a cavallo dell'asse del cavo: anche in questo caso la DPA è quindi interamente ricompresa all'interno del recinto dell'impianto e/o delle postazioni.

Il cavidotto MT che trasporta l'energia prodotta dalla turbina di recupero energetico all'impianto ORC sarà realizzato in cavo elicordato e pertanto ai sensi

dell'art 3.2 del D.M. 29/05/2008 non costituisce fascia di rispetto per i campi elettromagnetici in quanto le emissioni sono molto ridotte: ne segue che le fasce di rispetto, per l'obiettivo di qualità di 3 μ T non intersecano il suolo.

Infine, per dettagli in merito alla linea elettrica a 20 kV di collegamento dell'Impianto Pilota alla rete di Enel Distribuzione si rimanda a quanto riportato nell'Allegato 7 al Progetto Definitivo e in Allegato P al presente SIA.

4.3.10 Socio-Economico

Gli impatti derivanti dalla realizzazione dell'Impianto Pilota sul sistema socio-economico sono indubbiamente positivi.

L'opera infatti si integra con la struttura economica della zona ed apporta benefici dal punto di vista:

- occupazionale: si cercherà di impiegare maestranze e imprese locali sia durante la fase di costruzione che nelle operazioni di gestione e manutenzione dell'impianto;
- economico: l'impianto ORC è predisposto per la cessione di calore. Ciò permetterà agli eventuali utenti di avere energia termica a costi competitivi;
- ambientale: si incrementa la quota di energia pulita prodotta all'interno del territorio interessato dalla realizzazione dell'Impianto Pilota. Inoltre l'eventuale cessione di calore comporterà la dismissione di caldaie per la produzione di energia termica e quindi una riduzione delle emissioni gassose ad esse associate.

4.3.11 Opere Complementari

L'analisi dei potenziali impatti che il progetto delle opere connesse all'Impianto Pilota Torre Alfina può generare sulle principali componenti ambientali, è riportata in Allegato P al presente SIA, cui si rimanda per dettagli.

5 MONITORAGGIO

5.1 RETE DI SISMOGRAFI

A fini cautelativi e per verificare eventuali correlazioni tra attività microsismica e reiniezione, è prevista l'installazione di una rete di sismografi per il controllo dell'attività sismica dell'area. Tale strumentazione sarà in grado di definire le coordinate degli epicentri e degli ipocentri degli eventi microsismici e di individuare tempestivamente eventuali anomalie nella normale attività sismica dell'area.

Una descrizione degli effetti microsismici e del sistema di controllo demandato alla competenza dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è riportata al Paragrafo 3.4.2.7 e in Allegato I

5.2 MONITORAGGIO FLUSSO DI GAS DAL SUOLO

Come anticipato al Paragrafo 3.4.13, è inoltre previsto, per maggior sicurezza, un controllo periodico del flusso di gas dai suoli. Tale sistema di monitoraggio è, descritto in dettaglio anche nell'Allegato I ed L.

Un resoconto del monitoraggio del flusso di CO₂ dal suolo effettuata nel Maggio 2013 da INGV è riportata nell'Allegato G, dove i risultati sono confrontati con quelli della campagna di monitoraggio (sempre condotta da INGV) nel 2011.

5.3 MONITORAGGIO SPESSORE E INTEGRITÀ TUBAZIONI

Come anticipato al Paragrafo 3.4.2.7, sono previsti dei controlli spessimetrici e mediante "pig" intelligenti per monitorare l'andamento della corrosione nelle tubazioni e nei pozzi di produzione e reiniezione

Tali controlli periodici sono di tipo non distruttivo (CND), realizzati con la tecnica degli ultrasuoni (o metodo equivalente per capacità di risoluzione), e interessano l'intera circonferenza della tubazione. Essi hanno lo scopo di confermare la stabilità nel tempo dello spessore del tubo o di rilevare preventivamente un eventuale trend strutturale verso un assetto meno rispondente ai criteri di sicurezza che sono alla base del progetto.

Essi permettono di programmare, attraverso l'analisi del trend osservato, l'intervento correttivo eventualmente necessario per risolvere la causa del fenomeno rilevato molto prima che da questo derivi un allontanamento sensibile dalle condizioni di progetto.

Tali verifiche avranno periodicità iniziale mensile, che verrà modificata in accordo ai risultati.

Nonostante sia stata prevista questa serie di precauzioni e controlli di assoluto valore in termini di sicurezza, il progetto delle condotte considera, ancora in via ulteriormente cautelativa, anche l'ipotesi che si manifestino perdite, per quanto assolutamente improbabili, prevedendo un sistema di rilevazione delle perdite in grado di rilevarne la presenza quando queste sono ancora allo stato "embrionale" (micro perdite).

Il sistema di rilevazione introdotto è di tipo elettrico capacitivo, o equivalente, idoneo per rilevare con immediatezza le perdite di acqua quando queste sono ancora allo stadio di umidità nella parete coibentata della tubazione.

Il sistema di rilevazione, oltre a attivare l'allarme, permette anche di localizzare con l'approssimazione del metro la zona umida formatasi eventualmente nel coibente a causa dell'ipotetica micro perdita, lungo la condotta e permettendo l'intervento con immediatezza. Nel caso di segnalazione di perdita, individuata dalle tracce di umidità, il tratto interessato individuato, sarà isolato mediante valvole di intercettazione installate all'uopo e svuotato dai dreni posizionati nei punti a quota più bassa mediante autobotte, secondo una procedura operativa stabilita per questa tipologia di emergenza. L'acqua derivante dallo svuotamento delle tubazioni verrà immessa nelle vasche presenti nei pozzi e successivamente re iniettata.

Il monitoraggio dello spessore dei tubi è realizzato in alcune parti della tubazione ritenute strategiche che includono:

- il collegamento delle tubazioni alle teste pozzo;
- la testa pozzo stessa, compresi il casing di produzione nella parte accessibile fuori terra e il tubing di produzione;
- la tubazione a cavallo del giunto dielettrico, prima del suo ingresso in cunicolo, nei punti di confluenza con le altre tubazioni, in prossimità dell'ingresso in centrale; in modo analogo e speculare nel tratto a valle della centrale fino ai pozzi di reiniezione.

5.4

MONITORAGGIO ACUSTICO

È inoltre previsto il monitoraggio acustico delle attività in fase di perforazione dei pozzi, di realizzazione dell'impianto ORC e durante l'esercizio dell'impianto Pilota. Durante le fasi di perforazione e costruzione, il monitoraggio verrà eseguito, durante le attività più rumorose, presso gli stessi ricettori indagati nella campagna di cui alla Valutazione di Impatto Acustico riportata in Allegato A al presente documento. Il monitoraggio durante la fase di esercizio dell'impianto Pilota avverrà ogni 3 anni secondo le stesse modalità (postazioni e tempi di misura) utilizzate per la caratterizzazione del rumore residuo di cui alla Valutazione di Impatto Acustico .

5.5***MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI FALDA***

Per il controllo degli acquiferi sarà utilizzato il sistema di monitoraggio già descritto nello SIA dell'Impianto Pilota Geotermico di Castel Giorgio e riportato al Capitolo 5 dell'Allegato N al presente SIA.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALBERTI A., BERTINI M., DEL BONO G.L., NAPPI G. & SALVATI L. (1970) – Note illustrative della carta geologica d'Italia, F.136 "Tuscania". Serv. Geol. It.

AVRAHAMI M. & GOLDING R.M. (1968) – The Oxidation of the Sulphide Ion at Very Low Concentrations in Aqueous Solutions. Journal Chemical Society (A),647.

BALDI P., DECANDIA F.A., LAZZAROTTO A. & CALAMAI A. (1974) – Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano. Mem.Soc.Geol.It., 13, 575-606.

BARBERI F., INNOCENTI F., LANDI P., ROSSI U., SAITTA M., SANTACROCE R. & VILLA I.M. (1984) – The evolution of Latera caldera (central Italy) in the light of subsurface data. Bull. Volc., 47(1), 125-141.

BARBERI F., BUONASORTE G., CIONI R., FIOREDELISI A., FORESI L., IACCARINO S.,LAURENZI M. A., SBRANA A., VERNIA L.& VILLA I.M., (1994) - Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium. Mem. Descr. Carta Geol. It., 49, 77-134.

BARBERI F., CARAPEZZA M. L., RANALDI M., RICCI T., TARCHINI L. (2010) - Carbon Dioxide Diffuse Soil Degassing: A Precious Tool For Identifying Productive Geothermal Reservoirs. COV6 (Cities on Volcanoes 6) , Puerto de la Cruz, Tenerife (Canary Island, Spain), from May 31 to June 4, 2010.

BARELLI A., CELATI R. & MANETTI G. (1976) – Gas water interface rise during early exploration tests in Alfina geothermal field (Northern Latium, Italy). Simp.Ital. sobre En. Geot. En America Latina, Guatemala.

BARELLI A, CORSI R., DEL PIZZO G., SCALI C. (1982) A two –phase Flow Model for Geothermal Wells in the Presence of non-condensable Gas. Geothermics, Vol 11,N° 3,pp.175-191

BATINI F., CAMELI G.M., CARABELLI E. & FIOREDELISI A. (1980) – Seismic Monitoring in Italian Geothermal Areas : Il Seismic Activity in the Geothermal Fields During Exploration. Second DOE-Enel Workshop for cooperative research in Geothermal Energy, Berkeley (California).

BENCINI A., DUCHI V. & MARTINI N. (1977) - Geochemistry of thermal springs of Tuscany. Chemical Geology, 19 229-252.

BOCCALETTI M. & SAGRI M. (1965) – Strutture caotiche dell'Appennino. 1)Età, assetto e giacitura del complesso argilloso-calcareo affiorante nella parte occidentale del F° 129 "S.Fiora". Boll.Soc.Geol.It., 83 (4), 1964, 461-523.

BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1981) – Evoluzione dell'Appennino Settentrionale secondo un nuovo modello strutturale. Mem. Soc. Geol. It., 21, 1980, 359-373.



BODVARSSON (1972) - Thermal Problems in the siting of reinjection Wells. Geothermics Vol1 N°2.

BURGASSI P.D., CERON., FERRARA G.C., SESTINI G. & TORO B. (1970) – Geothermal gradient and heat flow in the radicefani region (East of Mt. Amiata, Italy). Geothermics, special issue 2, Pisa.

BUONASORTE G., CATALDI R., CECCARELLI A., COSTANTINI A., D'OFFIZZI S., LAZZAROTTO A., RIDOLFI A., BALDI P., BARELLI A., BERTINI G., BERTRAMI R., CALAMAI A., CAMELI G., CORSI R., DACQUINO C., FIORDELISI A., GHEZZO A. & LOVARI F., (1988) – Ricerca ed esplorazione nell'area geotermica di Torre Alfina (Lazio Umbria). Boll. Soc. Geol. It. 107, 265-337.

BUONASORTE G., ENRICO P. & ADOLFO F. (1991) – The Alfina 15 well: deep geological data from northern Latium (Torre Alfina geothermal area). Bll. Soc. Geol. It., 110, 823-831.

CALAMAI A., CATALDI R., SQUARCI P. & TAFFI L. (1970) – Geology, Geophysics an Hydrogeology of the Monte Amiata geothermal fields. Geothermics, special issue 1, Pisa.

CAMELI ET AL., 1988, Carta Geofisica di sintesi in Buonasorte et al., (1988).
CARAPEZZA M.L., DE SIMONE G., GATTUSO A., RANALDI M., RICCI T., TARCHINI L., (2011) - Studio del flusso diffuso di CO₂ e H₂S nell'area geotermica di Torre Alfina-Castel Giorgio (Lazio e Umbria). Rapporto finale della Convenzione di ricerca tra ITW-Geotermia Italia e INGV.

CATALDI R. & RENDINA M., (1973) - Recent Discovery of a New Geotlmmmai Field in Italy: Aiflna. Geothermics, Vol, 2 n°2-4, 106-116.

CHIODINI G., BALDINI A., BARBERI F., CARAPEZZA M. L., CARDELLINI C., FRONDINI F., GRANIERI D., AND RANALDI M., (2007) - Carbon dioxide degassing at Latera caldera (Italy): Evidence of geothermal reservoir and evaluation of its potential Energy. Journal of Geophysical research, VOL. 112, B12204, doi:10.1029/2006JB004896.

CORSI R., (1986) – Scaling and Corrosion in geothermal equipment: problems and preventive measurements. Geothermics, 15/5.

CORSI R. (1987) – Engineering aspect of CaCO₃and SiO₂ scaling. NATO course on “Geothermal Reservoir Engineering”, Antalya, Turkey, July. 1987.

CORSI R., CULIVICCHI G., SABATELLI F. (1985) – Laboratory and field testing of calcium carbonate scale inhibitors. Symposium on Geothermal Energy, Haway, August 1985.

COSTANTINI A., LAZZAROTTO A. & MICHELUCCHINI M. (1978)- Le formazioni liguri nell'area a sud del Monte Cetona (Toscana Meridionale). Atti Soc. Tosc. Sc.Nat., ser. A, 84, 25-60. Carta Geol.



DALLAN NARDI L., PIERETTI & RENDINA M. (1979) – Stratigrafia dei terreni perforati dai sondaggi ENEL nell'area geotermica di Torre Alfina. Boll.Soc. Geol. It., 96, 1977, 403-422.

DECANDIA F.A., GIANNINI E. & LAZZAROTTO A. (1981)- Evoluzione paleogeografica del margine appenninico nella Toscana a Sud dell'Arno. Mem. Soc. Geol. It., 21, 1980, 375-383.

FANCELLI R. & NUTI S. (1975) – Studio sulle acque termali e minerali della parte orientale della provincia di Siena. Boll. Soc. Geol. It., 94, 135-155.

FERRARA G. & STEFANI G. (1976) – CO₂ distribution in the atmosphere and Noise Survey after blow-out in Alfina 1 Well, Northern Latium, Italy. Simposio International Sobre Energia geotermica en America Latina – Città del Guatemala, 16-23 Ottobre, 803-821.

FOURNIER. R.O. (1973) The solubilità of amorphous silica in water at high temperature and high pressures. American Mineralogist, vol 62, Pag 1052-1056.

GIAQUINTO S., MARCHETTI G. & MATTIOLI B. (1982) – Caratteri idrogeologici del bacino del F. Paglia (Umbria – Toscana). In: Bacino del F. Paglia (Umbria – Toscana). Studi strutturali idrogeologici e geochimici. CNR P.F.E., Sottoprogetto Energia geotermica. RF-16.

GUNNARSON,S.ARNOSON. (July 2000) Amorphous silica solubilità and Thermodynamic Properties of H₄SiO₄ in the range of 0-350°at Psat. Geochimica et Cosmochimica Acta Vol 64,13.

HALITSKY J. (1967) Atmospheric Environment, Vol. 2 Issue 4 (July 1968).

HOLM P.M. & LOU S. (1982) – Mineral chemistry of perpotassic lavas of the Vulsinian Distric, Roman province. Mineral Mag., 47.

PAUL MOYA AND FEDERICO NIETZEN (Jan 16-22, 2011) - Performance of calcium carbonate inhibition and neutralization systems for production wells at the Miravalles geothermal field. Short Course on Geothermal Drilling, Resource Development and Power Plants, organized by UNU-GTP and LaGeo, in Santa Tecla, El Salvador, January 16-22, 2011.

HOLM P.M., LOU S. & NIELSEN A. (1982) – The geochemistry and petrogenesis of the lavas of the Vulsinian district, Roman Province, Central Italy. Contrib. Mineral. Petrol. 89, 367-378.

PACES T. (1975) – A systematic deviation from Na-K-Ca geothermometer below 75°C and above 10⁴ atm P_{CO2}. Geochimica et Cosmochimica Acta, 39, 541-544.

PANICHI C., D'AMORE F., FANCELLI R., NOTO P. & NUTI S. (1977) – Geochemical Survey of the Siena Province. Interpretation. Seminar on Geothermal Energy, Bruxel EUR 5920, 2, 481-503.



PASSERI L. & PIALLI G. (1973) – L'ambiente di sedimentazione dei calcari a Rhaetavícula contorta dell'Umbria occidentale e del Monte Cetona. Geologica Romana, 12, 177-203.

PASSERINI P. (1965) – Il Monte Cetona (Provincia di Siena). Boll. Soc. Geol. It. 83 (4), 1961, 219-338.

VAREKAMP J. C. (1979) – Geology and Petrology of the Vulsini Volcanic Area (Lazio, Italy). Geol. Ultravioleta, n° 22, 1-384.

VAREKAMP J. C. (1980) – The geology of the Vulsinian area. Lazio, Italy. Bull. Volcanol., 43, 487-503.

