

**Cliente** Enel Produzione S.p.A.

**Oggetto** Centrale Termoelettrica "Eugenio Montale" di La Spezia.  
Progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas.

**Analisi di Rischio sanitario per la salute dei lavoratori potenzialmente esposti durante la realizzazione delle opere previste in progetto.**

**Ordine** A.Q. n. 8400101944 del 24/06/2016 "Servizi specialistici in campo ambientale, civile e idraulico e diagnostica specialistica 2016-2018"

**Note**

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 40 **N. pagine fuori testo** 44

**Data** 29/11/2019

**Elaborato** ERS - Gatto Cesare, ESC - Boi Laura  
B9023480 1793913 AUT B9023480 2657618 AUT

**Verificato** ESC - Pertot Cesare, ERS - Mozzi Riccardo  
B9023480 3840 VER B9023480 2809622 VER

**Approvato** ESC - Il Responsabile - Pertot Cesare  
B9023480 3840 APP

**CESI S.p.A.**

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2020 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/40

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SITO</b> .....	<b>7</b>
3.1	Collocazione geografica .....	7
3.2	Individuazione delle aree d'intervento e sintesi dello stato qualitativo delle matrici suolo e acque sotterranee.....	7
<b>4</b>	<b>PROGETTO DI REALIZZAZIONE DEL NUOVO CICLO COMBINATO DA 840 MW</b> .....	<b>13</b>
4.1	Descrizione dell'intervento in progetto.....	13
4.2	Dati di progetto.....	14
4.3	Sviluppo cronologico del progetto in relazione all'elaborazione dell'Analisi di Rischio.....	15
<b>5</b>	<b>FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE DEL SITO</b> .....	<b>17</b>
5.1	Sintesi delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito.....	17
5.2	Grado, estensione della contaminazione nelle diverse componenti ambientali presso l'area d'intervento .....	19
5.3	Meccanismi di trasporto dei contaminanti .....	20
5.4	Vie di esposizione e potenziali recettori.....	20
<b>6</b>	<b>ANALISI DI RISCHIO PER LA SALUTE DEI LAVORATORI</b> .....	<b>21</b>
6.1	Caratterizzazione della sorgente di contaminazione.....	21
6.2	Individuazione delle lavorazioni oggetto di valutazione del rischio sanitario.....	23
6.3	Concentrazione Rappresentativa della Sorgente .....	27
6.4	Percorsi di esposizione considerati.....	27
6.5	Recettori individuati e relativi fattori di esposizione .....	28
6.6	Schematizzazione del modello concettuale.....	29
6.7	Parametri fisici di input .....	30
6.8	Parametri chimico-fisici e tossicologici dei contaminanti considerati.....	34
6.9	Risultati dell'applicazione del modello di Risk-net 3.1: calcolo dell'Indice di Pericolo (HI) e Rischio (R).....	34
6.9.1	Prima fase di esercizio (Area TG-GVR, Area Vasca prima pioggia e Area Cantiere B).....	35
6.9.2	Seconda fase di esercizio (Area TG-GVR) .....	36
6.9.3	Calcolo del Rischio cumulativo .....	36
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>38</b>
<b>APPENDICE 1 - CD CONTENENTE, IN FORMATO ELETTRONICO EDITABILE, TUTTI GLI INPUT DEL MODELLO RISK-NET 3.1.1 (PRO), I RISULTATI DEGLI SCENARI CONSIDERATI E LA BANCA DATI ISS-INAIL (MARZO 2018)</b> .....		<b>40</b>

ELENCO TAVOLE FUORI TESTO

**Tot. Pagg. 2**

**Tavola 1** Geometria ed estensione delle aree oggetto di Analisi di Rischio

ELENCO ALLEGATI FUORI TESTO

**Allegato 1** – Enel Generation Italy. La Spezia Planimetria Generale d’Impianto – Nuove Installazioni. PBITC00910 **Tot. Pagg. 2**

**Allegato 2** – Rapporto di prova CESI (prot. B8010723) – Centrale La Spezia - Acque sotterranee piezometri SIR (prelievo Marzo 2018) **Tot. Pagg. 22**

**Allegato 3** – Rapporto di prova CESI (prot. B8020861) – Centrale La Spezia - Acque sotterranee piezometri SIR (prelievo Settembre 2018) **Tot. Pagg. 18**

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
00	29/11/2019	B9023480	Prima emissione

### 1 PREMESSA

La Centrale Enel Produzione S.p.A. (nel seguito Enel) "Eugenio Montale" di La Spezia è interessata da un progetto di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas.

Il sito oggetto degli interventi fu inserito nel Sito di Bonifica di Interesse Nazionale (SIN) di Pitelli; più recentemente, il MATTM con Decreto 11 gennaio 2013, ha affidato alla Regione Liguria la competenza per le operazioni di verifica ed eventuale bonifica del sito Pitelli che, pertanto, è diventato Sito di Interesse Regionale (SIR). Il sito è stato oggetto di un Piano di Caratterizzazione inizialmente ai sensi del D.M. 471/99 e successivamente ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.. L'iter ambientale, ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., è proseguito con l'elaborazione di un'Analisi di Rischio sanitario ed ambientale sito-specifica [6], che è stata approvata con Decreto della Giunta Regionale n. 369 del 30/10/2013 [7], quindi con una revisione della stessa [9] elaborata nel Marzo 2018 in ottemperanza alle richieste formulate dagli Enti nel D.G.R. della Regione Liguria n. 328 del 30/01/2018 [8].

In relazione agli esiti delle suddette Analisi di Rischio è stato elaborato ed approvato un piano di monitoraggio periodico della qualità delle acque di falda sottostanti il sito, finalizzato alla verifica del mantenimento nel tempo delle condizioni di accettabilità del rischio per le acque di falda. Tale monitoraggio, avviato nel Marzo 2014 e conclusosi nel Ottobre 2018, ha evidenziato in alcuni piezometri interni al sito il superamento delle CSC per alcuni parametri d'interesse, tra cui alcuni composti volatili mentre nei piezometri al confine del sito definiti come POC (punti di conformità) non è stato riscontrato mai nessun superamento delle CSC.

Il progetto [10] prevede la costruzione nell'area d'impianto di un nuovo ciclo combinato (CCGT), di potenza pari a 840 MW<sub>e</sub>, in sostituzione all'attuale unità SP3. Prima dell'entrata in esercizio del nuovo ciclo combinato è prevista una prima fase con l'utilizzo della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT), utilizzando il camino di by-pass, con una potenza prodotta di 560 MW<sub>e</sub>.

Per la realizzazione delle opere in progetto si prevede l'esecuzione di una serie di attività di cantiere connesse sostanzialmente a:

- demolizioni delle opere esistenti;
- interventi di nuova realizzazione.

In particolare, gli interventi di nuova realizzazione comporteranno, tra l'altro, attività di scavo che in alcuni casi interesseranno anche il suolo saturo.

Vista la presenza di alcuni composti volatili in concentrazioni eccedenti le CSC nelle acque di falda, Enel ha incaricato CESI S.p.A. (nel seguito CESI) di valutare, mediante

l'elaborazione di una specifica Analisi di Rischio, i livelli di rischio sanitario cui saranno potenzialmente esposti i lavoratori coinvolti nelle attività di cantiere durante le lavorazioni di scavo e posa in opera di alcuni manufatti (fondazioni, vasca prima pioggia e rete fognaria interrata).

Nel seguito vengono presentati e discussi i risultati dell'elaborazione dell'Analisi di Rischio sanitario condotta secondo le modalità richieste.

Si sottolinea che, la valutazione e gestione del rischio da inalazione deve essere condotta secondo quanto indicato nel Titolo IX del D.Lgs. 81/2008. Nell'ambito di tale valutazione si ritiene possibile tenere conto degli esiti dell'Analisi di Rischio sanitario.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

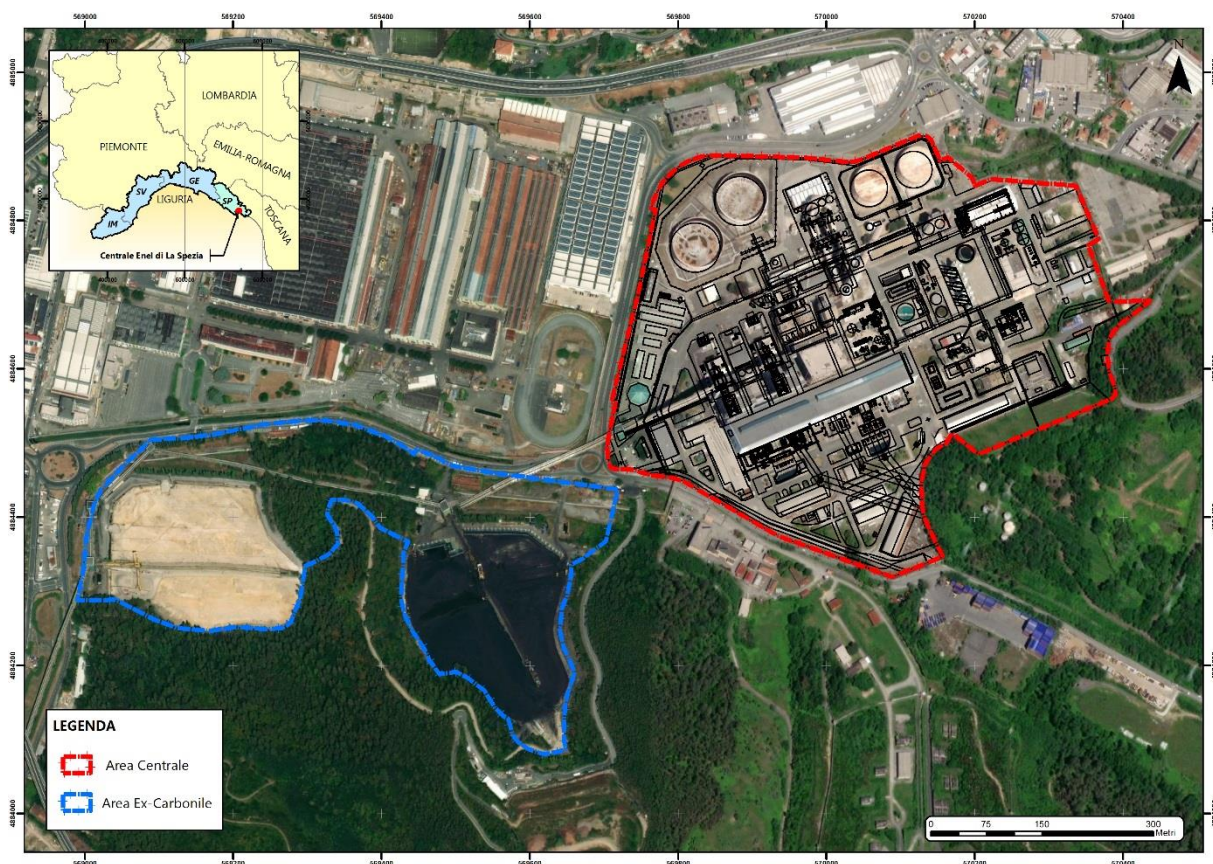
- [1] CESI. *Centrale Termoelettrica ENEL di La Spezia – Piano della Caratterizzazione*. Rapporto AMB-A0/031187 del 29/09/2000.
- [2] CESI. *Integrazioni al piano della caratterizzazione della centrale di La Spezia*. Rapporto AMB-A2/018563 del 11/06/2002.
- [3] Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio. *Verbale della Conferenza dei Servizi decisoria relativa all’approvazione del Piano di Caratterizzazione e le successive integrazioni*. Prot. 733/RIBO/DI/B del 30 dicembre 2002.
- [4] CESI – Foster Wheeler Italiana S.p.A. *Centrale termoelettrica della Spezia Piano della caratterizzazione: relazione tecnica descrittiva delle indagini condotte*. Rev.2 del 28/02/2004.
- [5] Foster Wheeler Italiana S.p.A. *Relazione Tecnica Descrittiva delle Attività di Indagine Condotte*. Settembre 2006.
- [6] Foster Wheeler Italiana S.r.l. Environmental Division. *Analisi di Rischio sanitario ed ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. – Area centrale e carbonili – Area Pianazze*. Luglio 2013.
- [7] Regione Liguria Giunta regionale. Dipartimento Aria, Clima e Gestione Integrata dei Rifiuti. *Decreto n. 369 del 30/10/2013*.
- [8] Regione Liguria Giunta regionale. Dipartimento Territorio, Ambiente, Infrastrutture e Trasporti, Ecologia. *Decreto n. 328 del 30/01/2018*.
- [9] Golder Associates. Relazione n. 1250830772/R2495. *Analisi di Rischio sanitario-ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. per le Aree Centrale, Carbonile e Le Pianazze – Aggiornamento*. Marzo 2018.
- [10] Enel Engineering and Technical Support. *C.le Eugenio Montale di La Spezia. Progetto preliminare di sostituzione dell’unità a carbone esistente con nuova unità a gas*. Prot. PBITC00029 del 04/11/2019.
- [11] Enel, ACAM Acque S.p.A., Università degli Studi di Genova e ARPAL. *Studio geochimico delle acque di falda nel sito di Pitelli, ed in particolare nella zona della Centrale Termoelettrica della Spezia “Eugenio Montale”*. Novembre 2007.
- [12] APAT. *Parametri di input per l’elaborazione dell’analisi di rischio sito-specifica ai sensi del D. Lgs. 152/06 – Prot. 009642 del 21 marzo 2007*.
- [13] APAT. *Criteri metodologici per l’applicazione dell’analisi di rischio ai siti contaminati.* - Marzo 2008
- [14] ISS – INAIL. *Banca dati ISS-INAIL*. Marzo 2018.

## 3 DESCRIZIONE DEL SITO

### 3.1 Collocazione geografica

L’impianto Termoelettrico “Eugenio Montale” è ubicato in via Valdilocchi 32, sul territorio urbano del Comune di La Spezia, in prossimità del porto della città omonima, e in minima parte nel Comune di Arcola.

La centrale occupa un’area di circa 70 ettari ad Est della città, nella cosiddetta piana di Fossamastra in prossimità delle frazioni Melara, Limone, Termo e Pianazze, adiacenti al territorio del comune di Arcola, in un’area industriale che vede la presenza di una pluralità di insediamenti produttivi.



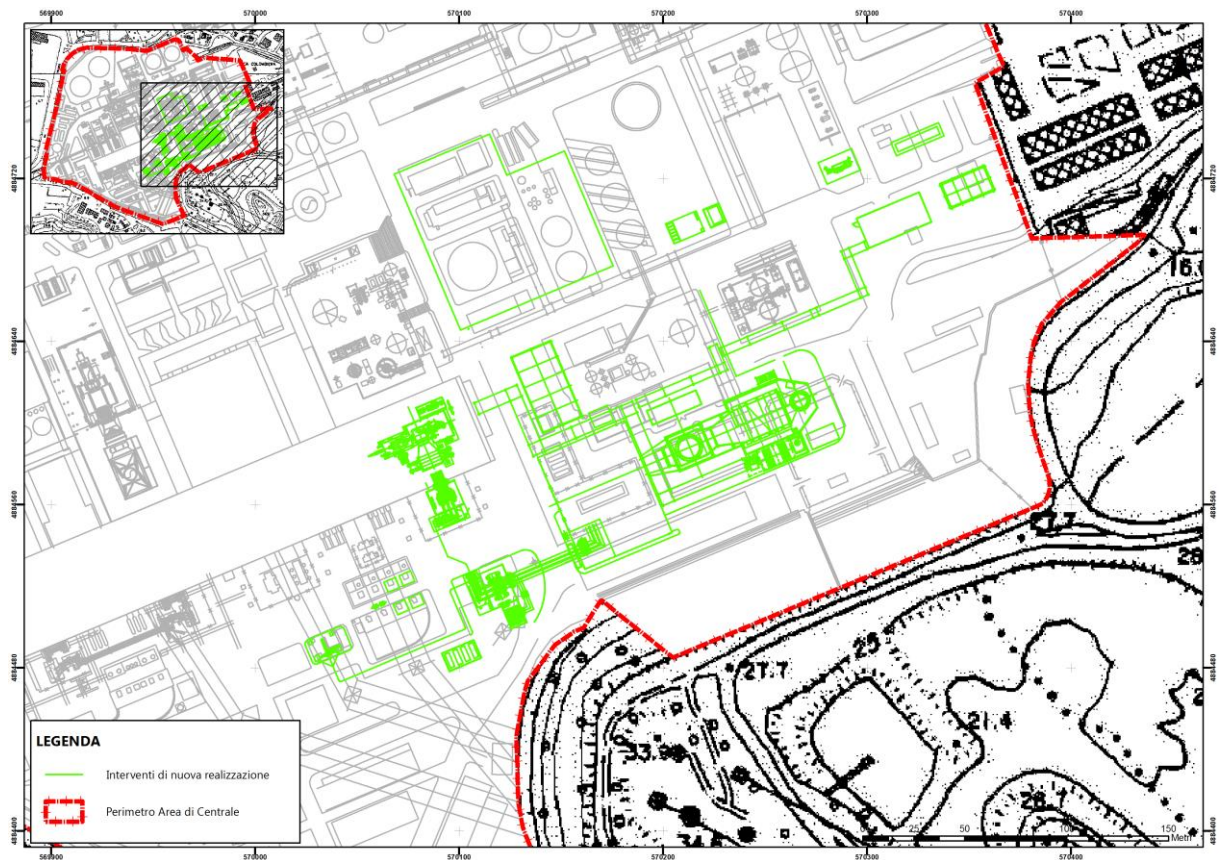
**Figura 1** – Collocazione geografica della Centrale Termoelettrica Enel di La Spezia.

La quota d’impianto è posta a +6,00 metri s.l.m..

### 3.2 Individuazione delle aree d’intervento e sintesi dello stato qualitativo delle matrici suolo e acque sotterranee

La sistemazione generale delle nuove opere, in relazione al sedime dell’impianto esistente, è riportata nella planimetria generale dell’impianto PBITC00910 riportata in Allegato 1.

In relazione agli interventi progettuali afferenti la planimetria sopra riportata, nella figura seguente si riporta l’ubicazione delle aree oggetto di nuova realizzazione.



**Figura 2** – Localizzazione delle aree d'intervento per le nuove realizzazioni in progetto.

Sono inoltre presenti alcune aree che saranno destinate alle infrastrutture di cantiere (Area Logistica Enel e Imprese subappaltatrici, Area Prefabbricazione e montaggio, Area deposito materiali, Aree di parcheggio) individuate alle lettere A, B, C, D ed E della figura seguente.



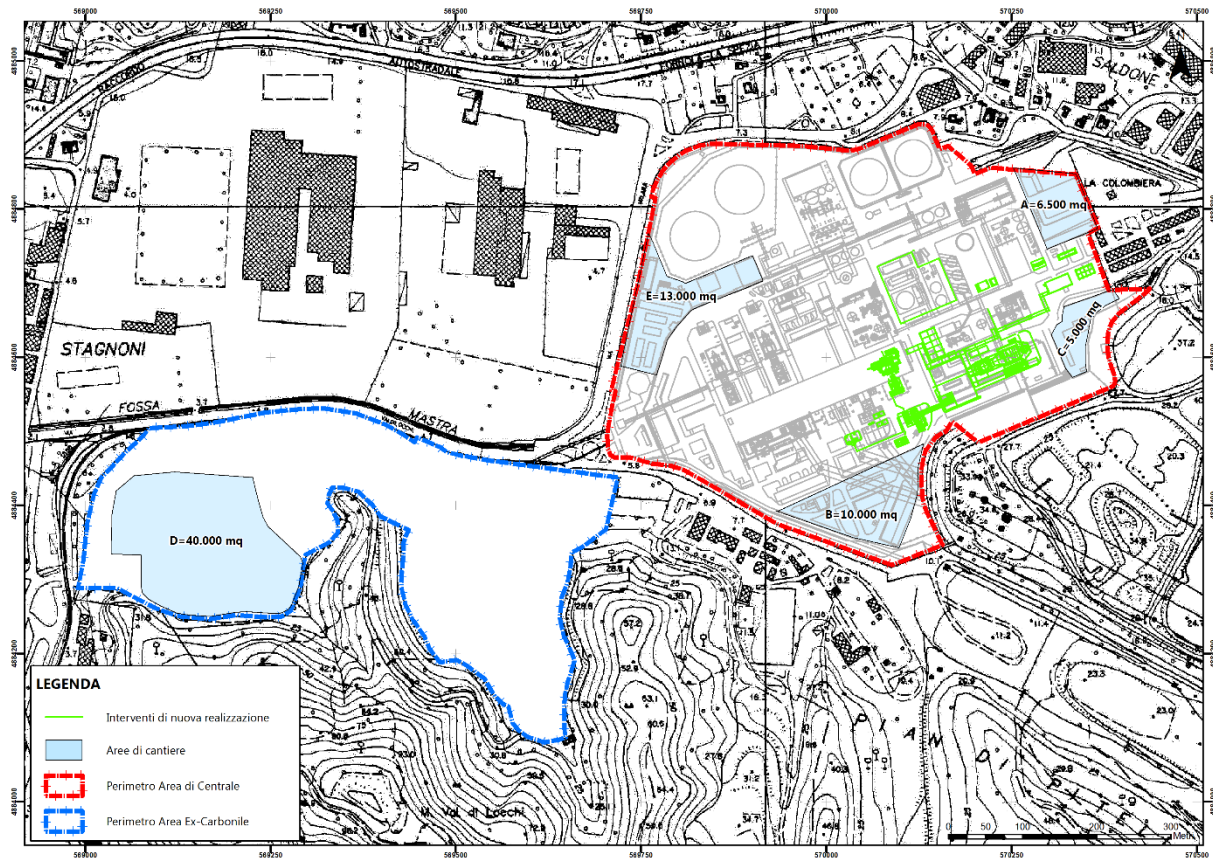


Figura 3 – Localizzazione delle aree di cantiere.

La centrale Enel della Spezia è stata inserita nel programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, soggetti ad interventi di interesse nazionale, mediante la Legge n° 426 del 9 dicembre 1998: la centrale Termoelettrica di La Spezia ricade all'interno del sito di interesse nazionale di Pitelli, come risulta dalla perimetrazione specificata nel Decreto del Ministero dell'Ambiente del 10 gennaio 2000.

Più recentemente, il MATTM con Decreto 11 gennaio 2013, ha restituito alla Regione Liguria la competenza per le operazioni di verifica ed eventuale bonifica del sito Pitelli che, pertanto, è stato classificato come Sito di Interesse Regionale (SIR).

Il sedime della centrale "Eugenio Montale", inclusa l'area occupata dall'attuale gruppo 3, è stato oggetto di una caratterizzazione ambientale.

Le attività di indagine ambientale e di monitoraggio delle acque sotterranee condotte negli anni 2003-2012, in adempimento agli obblighi derivanti dall'appartenenza della Centrale al SIN di Pitelli (ora SIR ai sensi del DM 11/01/2013), hanno permesso di definire con chiarezza lo stato qualitativo dei suoli e delle acque di falda.

Le indagini condotte hanno evidenziato che lo stato qualitativo dei suoli del sito della centrale Enel è generalmente buono. Sono infatti stati evidenziati alcuni limitati superamenti delle Concentrazioni Limite Accettabili previste dall'allora vigente D.M. 471/99 e successivamente delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) ai sensi del vigente D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. in alcuni punti di indagine che rimangono esterni alle aree interessate dalle opere di nuova realizzazione in progetto.

Nel dettaglio, tre punti di sondaggio che come detto non ricadono nell'area oggetto degli interventi hanno evidenziato superamenti puntuali per sostanze organiche di origine petrolifera di cui solo in un punto ha interessato il suolo profondo (fino a circa 3 m di profondità), due sondaggi hanno evidenziato superamenti per il parametro Arsenico e un sondaggio per il parametro Vanadio nel settore di suolo superficiale (entro il primo metro di profondità). Tutti gli altri campioni prelevati nel sito sono risultati conformi ai limiti normativi per tutti i parametri determinati.

**Pertanto, riguardo l'area oggetto degli interventi di nuova realizzazione, le indagini di caratterizzazione e le successive integrazioni effettuate hanno evidenziato la conformità dei suoli alle CSC (Tab. 1 , Col. B, All. 5, Tit. 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06) per i parametri d'interesse.**

Per la caratterizzazione e la definizione della qualità delle acque sotterranee sono state eseguite da 2003 al 2011 varie campagne di monitoraggio in contraddittorio con l'Ente di Controllo. Nelle acque di falda, sono stati misurati in alcuni piezometri, superamenti delle CSC per i parametri Tricloroetilene, Cloroformio, Selenio, Cloruro di Vinile in un settore del sito in parte ricadente nell'area oggetto degli interventi e una presenza diffusa di Solfati attribuiti ad un fondo naturale legato all'ingresso di acque termale nella falda freatica e definito a seguito dello studio condotto nel Novembre 2007 da ACAM Acque S.p.A., Università degli Studi di Genova ed ARPAL, unitamente ad Enel [11]. Gli esiti dello studio sull'origine naturale dei Solfati sono stati presentati nel documento "*Caratterizzazione chimica delle acque di falda dell'area di Pitelli*" [11] con particolare riferimento alla zona della Centrale Termoelettrica di Spezia. Nella Conferenza di Servizi del 18 Dicembre 2007 il MATTM e gli Enti coinvolti hanno preso atto e riconosciuto l'evidenza della presenza di un fondo naturale. Solo in un limitato settore del sito i superamenti di Solfati riscontrati sono attribuibili anche ad una origine antropica.

Il monitoraggio periodico dello stato qualitativo delle acque di falda previsto dal "*Piano di monitoraggio finalizzato al mantenimento nel tempo delle condizioni di accettabilità del rischio – Aree Centrale e Carbonil*" di Luglio 2013 [6], approvato con prescrizioni con DGR n. 369 di ottobre 2013 è stato avviato nel Marzo 2014 e si è concluso nel Ottobre 2018, recependo le integrazioni stabilite nel DGR n. 328 di Gennaio 2018 [8] e i cui esiti sono stati integralmente trasmessi agli Enti di Controllo.

Per quanto riguarda i punti di monitoraggio interni all'area di centrale, i piezometri oggetto di monitoraggio sono: R05, S114, S115, A04, A05, S41A, S41B, S48A, S48B e S55B (vedi Figura 3).

Nei piezometri R05, S114, S115 si riscontrano concentrazioni di solfati conformi ai valori di fondo naturale per la zona di loro ubicazione secondo lo studio geochimico del Novembre 2007 [11].

Per quanto riguarda l'area oggetto degli interventi di nuova realizzazione (interna all'area di centrale), i piezometri oggetto di monitoraggio sono: A04, A05, S41A, S41B, S48A, S48B, S55B (vedi Figura 3).

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche costruttive dei piezometri ubicati nell'area interessata dagli interventi di nuova realizzazione.

Piezometro	Intervallo di finestratura [m]	Falda	Quota bocca tubo [m slm]
S41A	1 - 6	superficiale	5,70
S41B	6 - 15	semiconfinata	5,66
S48A	1 - 6	superficiale	5,86
S48B	21 - 36	semiconfinata	5,67
S55B	15 - 21	semiconfinata	11,83
A04	5 - 13,5	semiconfinata	6,30
A05	5 - 13,7	semiconfinata	6,42

**Tabella 1** – Caratteristiche costruttive dei piezometri presenti nell’area delle nuove realizzazioni.

Le determinazioni analitiche eseguite tra Marzo 2014 e Settembre 2018, in corrispondenza dei succitati piezometri, hanno evidenziato **nelle acque di falda concentrazioni eccedenti le CSC (Tab. 2, All. 5, Tit. 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06) e/o il fondo naturale** per i seguenti parametri:

- Triclorometano in S41A e S48B (esclusivamente a Giugno 2014) e in 41B;
- Tricloroetilene in A04 e S41B (esclusivamente a Settembre 2017) e in S41A;
- Mercurio in S41A (esclusivamente a Settembre 2018) e in S48B (esclusivamente a Marzo e Settembre 2018);
- Selenio in S41A (esclusivamente a Settembre 2017 e a Marzo e Settembre 2018) e S41B (esclusivamente a Settembre 2017 e a Settembre 2018);
- Solfati in A05, S41A, S41B, S48A, S48B e S55B.

L’ubicazione di tutti i punti di monitoraggio interni al perimetro d’impianto è riportata nella figura seguente.

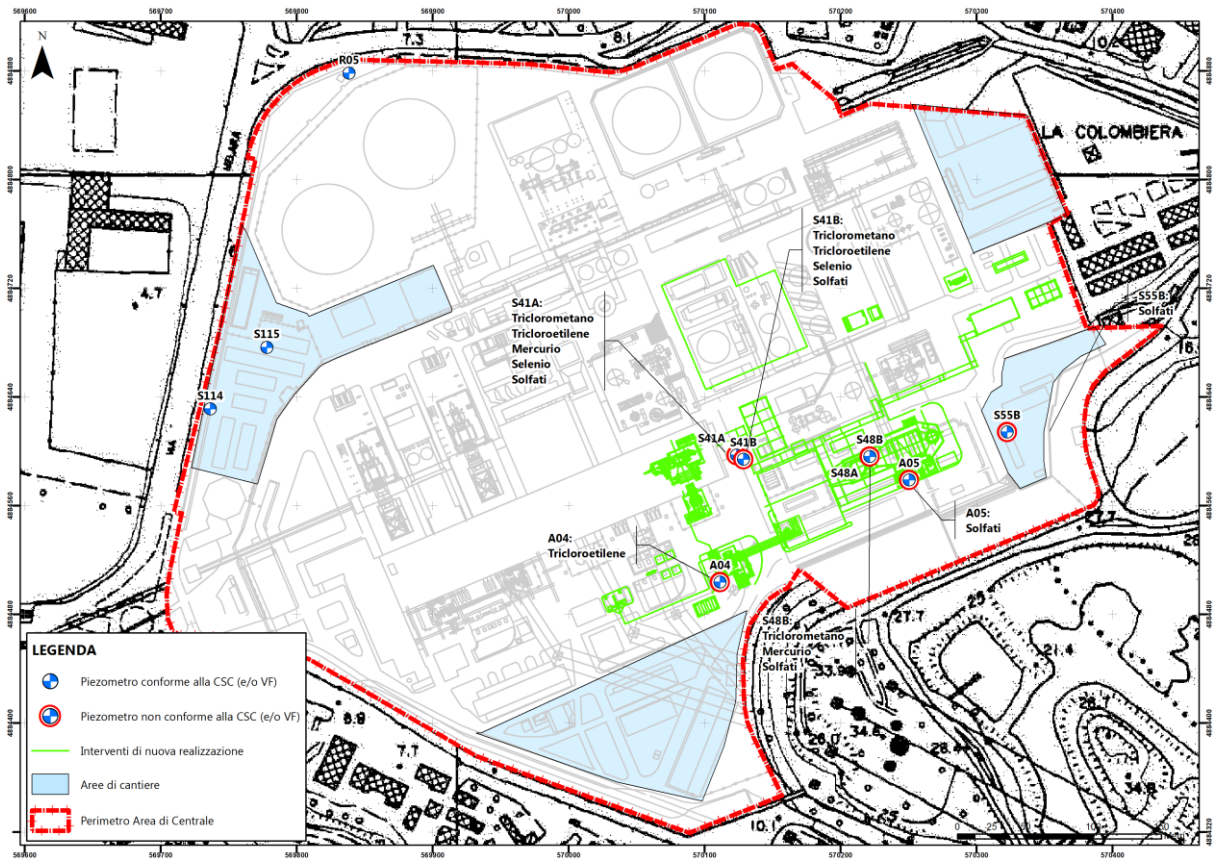


Figura 4 – Ubicazione dei piezometri di monitoraggio interni all'area di centrale.

## 4 PROGETTO DI REALIZZAZIONE DEL NUOVO CICLO COMBINATO DA 840 MW

Le informazioni di seguito riportate sono state integralmente tratte dal documento tecnico Enel " *Progetto preliminare di sostituzione dell'unità a carbone esistente con nuova unità a gas*" [10], cui si rimanda per maggiori dettagli.

### 4.1 Descrizione dell'intervento in progetto

Il progetto prevede l'installazione di un ciclo combinato (CCGT) da circa 840 MW<sub>e</sub>; la nuova centrale sarà costituita essenzialmente da una turbina a gas (TG), dalla potenza nominale pari a circa 560 MW<sub>e</sub>, un Generatore di Vapore a Recupero (GVR) a tre livelli di pressione per il recupero dei gas di scarico e una turbina a vapore (TV) a condensazione della potenza di circa 280 MW<sub>e</sub>.

Verrà inoltre realizzata una prima fase con l'esercizio della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT), utilizzando il camino di by-pass, con una potenza prodotta di 560 MW<sub>e</sub>.

Il nuovo CCGT, nella configurazione finale, sarà posizionato nella zona Sud-Est di impianto, con la sola eccezione della turbina a vapore che è posizionata in sala macchine, al posto della vecchia TV del gruppo 4.

La sistemazione generale delle nuove opere, in relazione al sedime dell'impianto esistente, è riportata nella planimetria generale dell'impianto PBITC00910 in Allegato 1 al presente documento.

All'interno dell'impianto sono stati individuati circa 21.500 m<sup>2</sup> da destinare alle facilities, sia per l'Enel che per l'Appaltatore. Queste aree dovranno essere preventivamente sgombrate da alcuni baraccamenti (magazzini) e dai materiali temporaneamente ivi depositati. L'ubicazione e l'estensione delle aree disponibili è illustrata in Figura 3, dove sono rispettivamente riportate:

- Area A: ca. 6.500 m<sup>2</sup>
- Area B: ca. 10.000 m<sup>2</sup>
- Area C: ca. 5.000 m<sup>2</sup>

Oltre alle aree A-B-C sopra descritte (che verranno occupate totalmente), è stata individuata come disponibile e idonea all'uso anche l'area logistica D di stoccaggio (vedi Figura 3), ubicata esternamente al perimetro d'impianto nell'area dell'ex carbonile ora bonificato (Val Fornola), che potrà essere utilizzata durante le fasi di cantiere, se non utilizzata per altri progetti Enel. Se da un lato l'estensione di tale area (circa 40.000 m<sup>2</sup>) rende tale scelta molto valida dal punto di vista strategico, dall'altro bisogna considerare che la stessa si colloca fuori dal perimetro di pertinenza di centrale: gli automezzi di cantiere dovrebbero percorrere circa 1 km per arrivare al cancello di centrale, e poi ulteriori 400-450 m per raggiungere le aree di costruzione. In alternativa potrà essere utilizzata l'Area E (vedi Figura 3) di estensione pari a circa 13.000 m<sup>2</sup>.

Le principali attività di cantiere civile consistono sostanzialmente in demolizioni e opere di nuova realizzazione.

Per quanto riguarda le demolizioni, le attività previste possono essere riassunte in:

- demolizione dell'esistente (elevazioni e fondazioni);
- movimentazione e smaltimento del materiale demolito.

Per quanto concerne gli interventi di nuova realizzazione, le attività di cantiere previste possono essere sintetizzate in:

- preparazione del sito;
- connessioni stradali;
- costruzioni temporanee di cantiere;
- eventuale trattamento di vibroflottazione o vibrocompattazione dei terreni;
- nuovo collegamento al sistema acqua di circolazione;
- fondazioni profonde e superficiali di macchinari principali e secondari;
- fondazioni profonde e superficiali di edifici principali e secondari;
- interventi di adattamento cavalletto TV esistente;
- fondazione camino principale e di by-pass;
- fondazioni per diesel di emergenza e vasca di contenimento;
- fondazioni per trasformatore e vasca di contenimento;
- fondazioni e strutture di cable/pipe rack;
- fondazione per serbatoi;
- pozzetti, tubazioni e vasche di trattamento acque sanitarie;
- interventi di adeguamento sul canale di opera di presa per inserimento nuove pompe;
- rete interrati (fognature, vie cavo sotterranee, conduits, drenaggi, etc.);
- vasca di prima pioggia;
- recinzione;
- aree parcheggio;
- strade interne e illuminazione, parcheggi;
- eventuale sistemazione a verde.

Gli interventi di nuova realizzazione, in particolare la **posa di nuove fondazioni, l'installazione di vasche e della rete di raccolta acque fognarie** prevedono l'esecuzione di scavi. Il progetto prevede una **quota massima di scavo di circa 5 metri da p.c.** per la realizzazione delle fondazioni e delle altre strutture interrate.

## 4.2 Dati di progetto

Gli interventi in progetto riguardano esclusivamente aree interne al perimetro esistente. L'estensione complessiva dell'area interessata dal progetto è di circa 42.400 m<sup>2</sup>, cui si potrebbe aggiungere un'area di ulteriori 40.000 m<sup>2</sup> opzionalmente utilizzata per il solo stoccaggio di materiali.

Sarà preliminarmente effettuata la preparazione dell'area di intervento, che consisterà nel livellamento dell'area di impianto.

L'avvio per il funzionamento in ciclo aperto è previsto dopo pochi mesi dalla fermata dell'unità SP3 a carbone, il tempo necessario per scollegare dalla rete elettrica l'unità 3 esistente e allacciare la nuova unità turbogas SP5. Pertanto, è necessario realizzare una serie di demolizioni e rilocalizzazioni con lo scopo di consentire la prima fase di costruzione (il ciclo aperto), garantendo contemporaneamente il funzionamento dell'unità SP3.

In questa prima fase saranno realizzate le seguenti opere:

- stazione gas metano, incluso compressore
- caldaia ausiliaria
- fossa bombole H2
- stoccaggio olio esausto
- area trattamento acque reflue (rilocalizzazione sistemi esistenti usando sistemi mobili)
- pipe rack di collegamento da stazione gas metano a edificio di sala macchine
- deposito rifiuti (da rilocare)

Una volta terminata la costruzione di queste opere sarà possibile demolire le analoghe esistenti, poiché interferiscono con la realizzazione della nuova unità.

Vista la dislocazione dei vari componenti, non è possibile suddividere le demolizioni in due fasi distinte: esse verranno pertanto realizzate tutte nella fase iniziale.

In linea generale, per la nuova Turbina a Gas (TG) e per gli ausiliari con fondazioni di tipo profondo, si ipotizzano opere di fondazione con pali intestati alla profondità di 15 metri rispetto al piano campagna. In alternativa si valuterà la possibilità di fondazioni di tipo diretto.

Per l'edificio TG, l'edificio elettrico, la nuova stazione gas, si prevede che le fondazioni saranno di tipo diretto e consisteranno in plinti di dimensioni variabili, collegati fra loro da travi rovesce.

Il progetto prevede una quota massima di scavo di circa 5 metri per la realizzazione delle fondazioni dirette minori e delle altre strutture interrato.

Inoltre, sono previsti scavi per la realizzazione di una nuova rete di acque bianche (acqua piovana su strade e piazzali), che verrà convogliata in una vasca di prima pioggia da realizzare in prossimità dell'edificio TG; questa vasca sarà collegata all'impianto ITAR esistente; sono previste nuove reti di acque oleose e acide che verranno convogliate all'impianto di trattamento esistente.

I settori del sedime Enel che saranno oggetto di opere collegate al progetto sono evidenziati nella planimetria PBITC00910 che costituisce l'Allegato 1. Non tutte le aree interessate saranno oggetto di opere di scavo.

Più precisamente, facendo riferimento alla planimetria PBITC00910 (Allegato 1), le attività di scavo saranno eseguite solo nelle seguenti aree:

- area del turbogas, GVR, edifici elettrici, refrigeranti, generatore diesel, trasformatori, deposito olii (ai numeri 1, 2, 7, 10, 11, 12, 13, 15 e 17 della planimetria – vedi Allegato 1) dove verranno realizzate le opere di fondazione con scavi fino alla profondità massima di circa 5 metri da p.c.;
- area nuova stazione trattamento gas naturale, fossa bombole idrogeno e generatore di vapore ausiliario (ai numeri 4, 14 e 30A della planimetria – vedi Allegato 1) dove si prevedono scavi di profondità massima pari a circa 2 metri;
- area vasca prima pioggia (al numero 5 della planimetria) dove si prevedono scavi di profondità massima pari a circa 2 metri;
- aree destinate alle infrastrutture di cantiere (Area Logistica Enel e Imprese subappaltatrici, dove saranno ubicati monoblocchi prefabbricati ad uso uffici e spogliatoi con i relativi servizi, Area Prefabbricazione e montaggio, Area deposito materiali, Aree di parcheggio, alle lettere A, B, C della Figura 3) dove verranno eseguiti scavi per la posa delle reti tecnologiche (reti idrica, elettrica e dati) per una profondità massima di circa 1 metro.

#### 4.3 Sviluppo cronologico del progetto in relazione all'elaborazione dell'Analisi di Rischio

Il progetto di realizzazione del nuovo ciclo combinato prevede una prima fase di esercizio con utilizzo della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT) ed una seconda fase con ciclo combinato (CCGT).

Nell'implementazione della presente Analisi di Rischio si è tenuto conto di tale sviluppo cronologico.

In particolare, le lavorazioni oggetto di Analisi di Rischio sono state suddivise in (vedi par. 6.2):

- prima fase di esercizio (OCGT):
  - scavo e posa in opera delle fondazioni per la realizzazione della nuova Turbina a Gas (TG), degli impianti ausiliari e degli edifici elettrici (denominata, Area TG-GVR);
  - scavo e posa in opera della vasca di raccolta delle acque di prima pioggia (denominata, Area Vasca prima pioggia);
  - scavo e posa in opera della nuova rete di raccolta delle acque fognarie (denominata, Area Cantiere B);
- seconda fase di esercizio (CCGT): scavo e posa in opera delle fondazioni per la realizzazione del nuovo Generatore di Vapore a Recupero (GVR), della ciminiera, degli impianti ausiliari e di un piccolo edificio elettrico (denominata, Area TG-GVR).



## 5 FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE DEL SITO

Con il modello concettuale si evidenziano le caratteristiche del sito in termini di:

- caratteristiche dell'ambiente con cui il sito interagisce;
- grado ed estensione della contaminazione nelle diverse componenti ambientali;
- le vie di esposizione potenzialmente attive, in relazione alla tipologia dei contaminanti ed al tipo di recettore presente.

In particolare, le informazioni inerenti le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito ed i relativi parametri sito-specifici sono stati ottenuti dai documenti di Analisi di Rischio sanitario-ambientale già elaborati per il sito (Rif. [6] e [9]), cui si rimanda per maggiori dettagli.

Pertanto, ad eccezione degli scenari di esposizione, il modello concettuale formulato nel seguito è il medesimo modello già elaborato per le suddette Analisi di Rischio (Rif. [6] e [9]).

Inoltre, nel paragrafo relativo a grado ed estensione della contaminazione si è fatto riferimento ai soli parametri volatili eccedenti le relative CSC.

**A valle della realizzazione delle opere in progetto si prevede il ripristino del modello concettuale elaborato per il sito, così come formulato nelle Analisi di Rischio (Rif. [6] e [9]).**

### 5.1 Sintesi delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito

La forte antropizzazione dell'area di ubicazione del sito ha portato alla formazione di zone di accumulo e/o rimaneggiamento di sedimenti che possono ospitare, stagionalmente, circolazioni idriche superficiali identificabili come falde sospese.

Il modello idrogeologico dell'area è caratterizzato da un acquifero multistrato litologicamente eterogeneo, sede di una falda semiconfinata la cui pressione è funzione dell'intercalazione di livelli di limo e limo sabbioso.

L'assetto geologico ed idrogeologico locale presenta:

- riporto superficiale di spessore 1-5 m con litologia estremamente eterogenea caratterizzata da ghiaie, sabbie, laterizi ecc., che localmente può essere sede di falde sospese di entità effimere ad alimentazione stagionale;
- acquitard poco permeabile ( $10^{-5}$  a  $10^{-9}$  m/s) costituito da depositi pliocenici fini, da limi argillosi a limi sabbiosi. Lo spessore dell'acquitard è variabile ed aumenta dalla testata della Valle del Fossamastra verso il mare (Ovest – Nord Ovest). Alle pendici della valle il deposito presenta intercalazioni di lenti di ghiaia;
- acquifero litologicamente eterogeneo costituito prevalentemente da brecce e da depositi derivanti dalla disgregazione del substrato roccioso.

Alle brecce che definiscono l'acquifero si intercalano lenti di limo e limo sabbioso che possono raggiungere spessori anche di 2-4 m, caratterizzate da scarsa permeabilità idraulica che le identifica come acquitardi.

Nel suo complesso si tratta di una struttura geologica che dai 15-20 m da p.c. va oltre i 30-40 m da p.c., sede di un sistema multifalde, con falde in comunicazione tra loro.

Come riportano nello studio geochimico di Novembre 2007: "...Le quote piezometriche assolute variano da massimi attorno a 8.5 m s.l.m. nel settore E dell'area di indagine (località Pianazze) a 0,5 m s.l.m. nel settore W dove la superficie piezometrica si raccorda con la superficie marina. Il flusso sotterraneo è di conseguenza diretto da E a W. Il pannello delle isolinee è caratterizzato dalla presenza di un asse principale di drenaggio diretto EW che attraversa la pianura nella zona mediana e da due assi meno marcati provenienti rispettivamente da Nord (alimentazione dal bacino del Torrente Melara) e da SW (alimentazione dai modesti impluvi dei rilievi quarziticci posti a Sud dell'area ENEL)..." [11].

Nella figura seguente si riporta la mappa delle isofreatiche estratta dallo studio condotto sull'area [11].

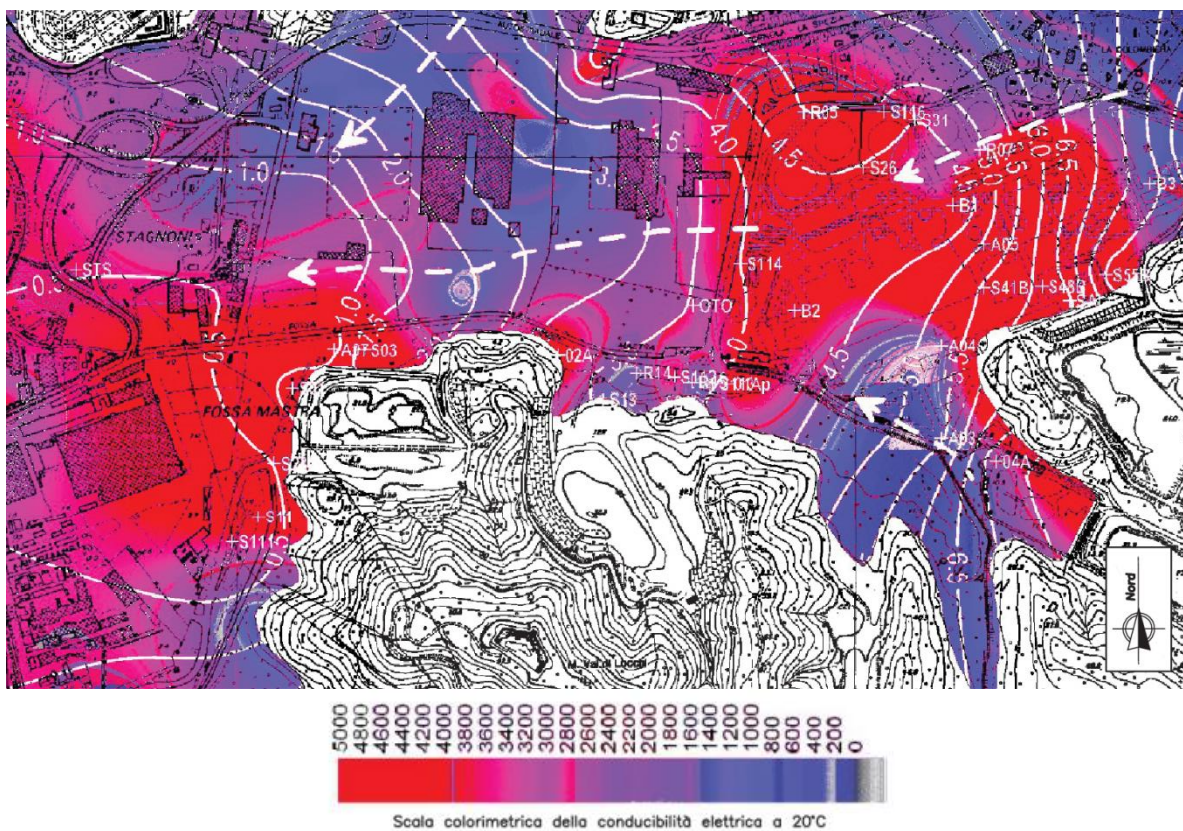


Figura 5 – Mappa delle curve isofreatiche [11].

Facendo sempre riferimento allo studio geochimico di Novembre 2007, in relazione alla ricostruzione della superficie piezometrica di cui sopra, si riporta quanto di seguito: "...Osservando la mappa si notano variazioni del gradiente piezometrico, fra cui:

- zone caratterizzate da gradienti relativamente elevati (compresi tra 0.5/100 e 0.7/100) associate ai tre assi di drenaggio indicati sui lati Sud, Est, Sud-Ovest. Si tratta di settori della falda alimentati da acque a bassa conducibilità provenienti dai bacini che circondano la pianura del Fossamastra;
- una zona di basso gradiente piezometrico (circa 0.1/100) in corrispondenza dell'area della Centrale dove si verifica l'ingresso nella falda freatica delle acque termali (anomalia segnalata dall'elevata conducibilità di queste acque rispetto a quelle di alimentazione laterale provenienti dai bacini vicini);

- *un'ampia zona di gradiente quasi nullo (minore di 0.1/100) nell'area degli Stagnoni, nella quale la superficie piezometrica si raccorda gradualmente con il livello della superficie marina; anche questa zona è caratterizzata dalla risalita e dalla infiltrazione nell'acquifero freatico delle acque termali...* [11].

Dalla ricostruzione dell'andamento delle curve isofreatiche (vedi Figura 5), si deduce una **direzione di deflusso** delle acque sotterranee orientata da **Est verso Ovest**.

Nella tabella seguente si riportano le misure di soggiacenza della falda rilevate nel 2007 (Rif. [6] e [9]), integrate con le quelle relative ai monitoraggi eseguiti nel 2018, sui piezometri più prossimi alle aree oggetto d'intervento (vedi Figura 3).

Piezometro	Livello statico della falda [m da b.t.]			
	Maggio 2007	Novembre 2007	Marzo 2018	Settembre 2018
S41A	2,78	2,79	2,63	2,50
S41B	2,77	2,87	2,68	2,80
S48A	0,83	0,87	0,60	0,89
S48B	0,23	0,31	0,76	1,21
S55B	3,79	3,54	2,65	4,50
A04	3,96	3,86	2,53	4,50
A05	0,94	0,96	0,86	1,04

**Tabella 2** – Misure di soggiacenza della falda nei piezometri prossimi alle aree d'intervento.

Le misure di soggiacenza sopra riportate evidenziano, nell'area degli interventi di nuova realizzazione, livelli statici compresi tra un minimo di 0,23 da b.t. m e un massimo di 4,50 m da b.t..

## 5.2 Grado, estensione della contaminazione nelle diverse componenti ambientali presso l'area d'intervento

Per quanto riguarda lo stato qualitativo del sottosuolo nelle aree oggetto degli interventi di nuova realizzazione, le indagini di caratterizzazione condotte in sito [4] e le successive integrazioni effettuate [5] hanno evidenziato la **conformità dei suoli alle CSC (Tab. 1, Col. B, All. 5, Tit. 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06) per i parametri d'interesse**.

Per quanto riguarda la matrice acque sotterranee, le campagne di monitoraggio condotte nel periodo 2014÷2018 nei piezometri presenti presso le aree oggetto degli interventi di nuova realizzazione (A04, A05, S41A, S41B, S48A, S48B, S55B) hanno evidenziato **nelle acque di falda concentrazioni eccedenti le CSC (Tab. 2, All. 5, Tit. 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06) per i seguenti parametri volatili:**

- Triclorometano in S41A e S48B (esclusivamente a Giugno 2014) e in 41B;
- Tricloroetilene in A04 e S41B (esclusivamente a Settembre 2017) e in S41A;
- Mercurio in S41A (esclusivamente a Settembre 2018) e in S48B (esclusivamente a Marzo e Settembre 2018).

Si osserva che, le concentrazioni più elevate dei parametri oggetto di superamento si osservano in corrispondenza dei piezometri che drenano l'acquifero semi-confinato rispetto all'acquifero superficiale che di contro mostra tenori relativamente più bassi.

Nei restanti piezometri interni all'area di centrale (R05, S114 e S115) non sono mai state registrate concentrazioni eccedenti i limiti normativi e/o i valori di fondo.

### 5.3 Meccanismi di trasporto dei contaminanti

Vista la natura dei composti oggetto di valutazione del rischio (composti volatili), i meccanismi di trasporto potenzialmente attivi della contaminazione a carico della matrice acque sotterranee sono connessi alla volatilizzazione dalla falda e migrazione di vapori verso la superficie a carico dei contaminanti volatili.

### 5.4 Vie di esposizione e potenziali recettori

I potenziali recettori della contaminazione a carico della matrice acque sotterranee sono rappresentati dai **lavoratori coinvolti nelle attività di cantiere** che saranno esposti durante le lavorazioni previste per la realizzazione delle opere in progetto (vedi par. 6.2).

In considerazione del fatto che le lavorazioni oggetto di valutazione del rischio sanitario sono riconducibili alle attività di scavo e posa in opera di alcuni manufatti (fondazioni e vasca prima pioggia, rete fognaria interrata) e che dette operazioni si realizzeranno esclusivamente in ambiente outdoor, **l'elaborazione della presente Analisi di Rischio è stata incentrata sui percorsi di esposizione che hanno luogo in ambiente outdoor.**

In particolare, per quanto riguarda le vie e le modalità di esposizione potenzialmente attive si è fatto riferimento allo scenario di **inalazione vapori (outdoor) dalla falda.**

Il percorso di esposizione connesso all'ingestione di acque di falda contaminate si ritiene improbabile e quindi non attivato nella presente Analisi di Rischio, dal momento che eventuali acque di venuta nel fondo scavo verranno rimosse per aggettamento. In ogni caso, la necessità di adottare specifiche norme igieniche (divieto di assumere cibi, di fumare, etc., es. art. 237, art. 273 del D.Lgs. 81/2008) consente di escludere tale percorso di esposizione.

Anche il percorso di esposizione connesso al rischio per contatto dermico con acque di falda contaminate (nei casi di scavi che interessino il suolo saturo) si ritiene improbabile e quindi non attivato nella presente Analisi di Rischio, poiché come già sopra precisato le eventuali acque di venuta nel fondo scavo verranno rimosse per aggettamento. In ogni caso, l'utilizzo di adeguate misure di prevenzione e protezione collettive ed individuali (es. obbligo di indossare vestiario idoneo durante l'esecuzione delle attività), ai sensi del D.Lgs. 81/2008, consente di inibire tale percorso di esposizione.

In generale, durante la realizzazione degli interventi previsti dovranno essere cautelativamente adottate tutte le misure necessarie per premettere lo svolgimento delle attività in sicurezza, ai sensi del D.Lgs. 81/2008. Il rispetto delle Procedure di Sicurezza di Cantiere che saranno descritte nel Piano di Sicurezza e Coordinamento che verrà appositamente redatto preliminarmente all'avvio dei lavori in progetto, garantirà la tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori.

Si ritiene opportuno specificare, infatti, che la valutazione e gestione del rischio per esposizione a sostanze pericolose durante la realizzazione dell'opera, sia per i lavoratori coinvolti nelle attività di cantiere che per i lavoratori presenti in sito a qualsiasi titolo, deve essere effettuata in fase di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, e quindi in fase di progettazione esecutiva, così come previsto dal Titolo IV del D.Lgs. 81/2008.

## 6 ANALISI DI RISCHIO PER LA SALUTE DEI LAVORATORI

Come già precedentemente discusso, nel seguito viene presentata la stima, condotta in modalità diretta, secondo la metodologia riportata nei *Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio ai siti contaminati rev.2* [13], del rischio sanitario associato a tutte le vie di esposizione potenzialmente attive dalla sorgente in falda in relazione alla realizzazione delle opere previste a progetto.

L'Analisi di Rischio è stata eseguita seguendo le indicazioni riportate nei documenti:

- APAT – “Parametri di input per l'elaborazione dell'analisi di rischio sito-specifica ai sensi del D. Lgs. 152/06” – Prot. 009642 del 21 marzo 2007 [12];
- APAT – “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio ai siti contaminati.” - Marzo 2008 [13];
- ISS Istituto Superiore di Sanità – INAIL Istituto Nazionale per l'Assicurazione sugli Infortuni sul Lavoro – “Banca dati ISS-INAIL” – Marzo 2018 [14].

Il modello utilizzato il software Risk-net 3.1.1 (Pro) sviluppato nella Rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati) nel Novembre 2018, applicando la procedura APAT-ISPRA di Analisi di Rischio [13], in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/06 e D.Lgs. 04/08).

Per quanto riguarda la salute dei lavoratori, il valore di rischio tollerabile adottato come riferimento per le **sostanze cancerogene** è  $10^{-6}$  per il rischio individuale e  $10^{-5}$  per il rischio cumulato, in accordo con quanto riportato nell'Allegato 1 del Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 come modificato dal D.Lgs. 04/2008.

Per gli **effetti tossici**, il valore di riferimento per l'Hazard Index (HI) è 1.

In accordo con quanto riportato nei *Criteri metodologici* APAT [13], si è proceduto a schematizzare la geometria del sito suddividendo il profilo verticale in:

- suolo superficiale;
- suolo profondo;
- falda.

Il suolo superficiale è definito come lo strato di terreno insaturo compreso entro il primo metro di profondità dal piano campagna. Il suolo profondo è costituito dal terreno insaturo avente profondità maggiore di 1 m dal piano campagna e limitato inferiormente dalla zona satura.

Per tenere conto del fatto che in fase di realizzazione delle opere in progetto (Capitolo 4) si renderà necessario eseguire scavi e che detti scavi interesseranno in alcuni casi il suolo saturo, è stato formulato un modello stratigrafico in cui il piano campagna risulta ribassato rispetto all'attuale, come mostrato al successivo par. 6.6.

### 6.1 Caratterizzazione della sorgente di contaminazione

La caratterizzazione della sorgente di contaminazione (estensione e concentrazione rappresentativa della sorgente) è stata effettuata sulla base dei risultati dei monitoraggi condotti, nel periodo 2014÷2018, sui piezometri interni all'area di centrale ed in particolare su quelli più prossimi al settore d'impianto interessato dal progetto di realizzazione di un nuovo ciclo combinato.

La contaminazione riscontrata a carico delle acque di falda, nell'ambito delle campagne di monitoraggio periodico condotte tra Marzo 2014 e Settembre 2018, è complessivamente caratterizzata dai superamenti delle CSC per i seguenti parametri volatili:

- **Triclorometano** in n. 3 piezometri (S41A, S41B e S48B);
- **Tricloroetilene** in n. 3 piezometri (A04, S41A e S41B);
- **Mercurio** in n. 2 piezometri (S41A e S48B).

Nella tabella seguente si riportano i superamenti delle CSC di riferimento per i suddetti parametri.

Sigla piezometro	Triclorometano	Tricloroetilene	Mercurio
<i>CSC DLgs 152/2006</i>	[µg/L]		
	0,15	1,5	1
Marzo 2014			
S41B	0,19	---	---
Giugno 2014			
S41A	0,25	2,4	---
S41B	0,64	---	---
S48B	0,24	---	---
Dicembre 2014			
S41A		2,9	---
S41B	0,22	---	---
Marzo 2015			
S41B	0,17	---	---
Giugno 2015			
S41A	---	1,79	---
S41B	0,26	---	---
Dicembre 2015			
S41A	---	2,53	---
Marzo 2016			
S41A	---	3,01	---
Settembre 2017			
A04	---	2,04	---
S41A	---	2,76	---
S41B	---	5,19	---
Marzo 2018			
S48B	---	---	2,84
Settembre 2018			
S41A	---	2,5	1,27
S41B	0,30	---	---
S48B	---	---	2,67

**Tabella 3** - Sintesi dei superamenti delle CSC nelle acque sotterranee (Marzo 2014 ÷ Settembre 2018)

Per i certificati analitici relativi ai monitoraggi eseguiti fino al Settembre 2017 si rimanda ai Rapporti di Prova allegati ai documenti di Analisi di Rischio già elaborati per il sito (Rif. [6] e [9]); i referti analitici delle campagne di monitoraggio di Marzo e Settembre 2018 sono riportati nei Rapporti di Prova raccolti rispettivamente in Allegato 2 e 3. Tutti i Rapporti di Prova sono stati trasmessi annualmente agli Enti di Controllo.

La Figura 6 seguente riporta l'ubicazione dei piezometri in cui si sono verificati i superamenti delle CSC nelle acque sotterranee.

Sulla base delle distribuzioni spaziali delle eccedenze alle CSC per tali parametri, si è proceduto alla definizione dell'area sorgente di contaminazione, applicando la procedura di delimitazione delle aree d'influenza di ogni punto di monitoraggio, mediante la costruzione dei *poligoni di Thiessen*, come mostrato nella figura seguente.

L'estensione dell'area sorgente ha permesso di individuare le opere per le quali si rende necessaria la valutazione del rischio sanitario associato.

In particolare, la sovrapposizione dell'area sorgente nelle acque sotterranee con le aree d'intervento (vedi Figura 6), permette di individuare le aree e le relative lavorazioni da sottoporre a valutazione del rischio sanitario associato, come meglio descritto al paragrafo successivo.

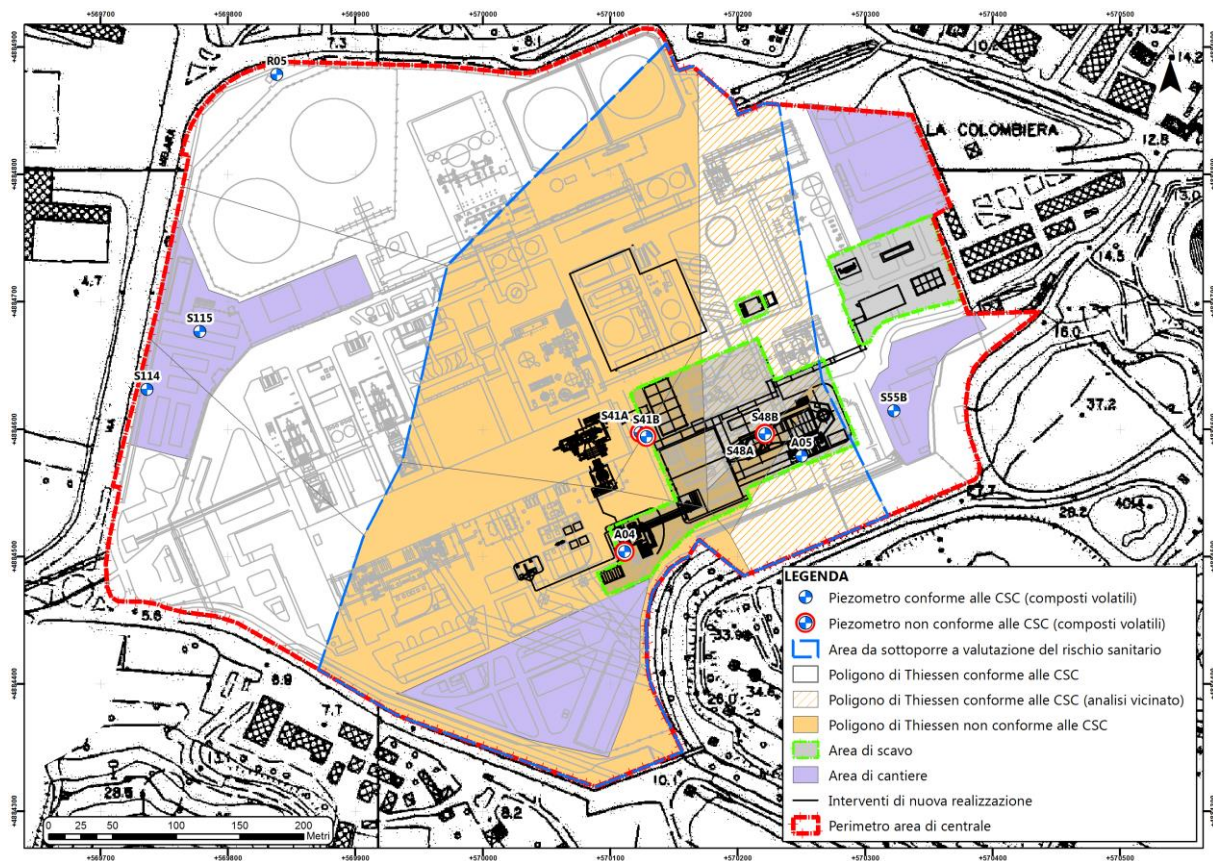


Figura 6 – Schematizzazione delle aree sorgente mediante poligoni di Thiessen.

## 6.2 Individuazione delle lavorazioni oggetto di valutazione del rischio sanitario

Sulla base dei dati di progetto [10], le lavorazioni per le quali si ritiene di effettuare una valutazione del rischio sanitario riguardano gli interventi di nuova realizzazione ed in particolare le attività di scavo e posa in opera di alcuni manufatti (fondazioni, vasca prima pioggia e rete fognaria).

In particolare, la distribuzione spaziale dell'insieme dei poligoni di Thiessen ottenuti ha permesso d'individuare le seguenti aree, così denominate (ai fini della presente Analisi di Rischio):

- **Area TG-GVR** (numeri 1, 2, 7, 10, 11, 12, 13, 15 e 17 della planimetria Allegato 1), dove si prevedono scavi fino alla massima profondità di 5 m da p.c. per la realizzazione delle opere di fondazione (vedi Figura seguente). Le attività previste in quest'area verranno eseguite sia nella prima che nella seconda fase di esercizio e prevedono (vedi Cap. 4):
  - nella prima fase di esercizio (OCGT), la realizzazione della nuova Turbina a Gas (TG), degli impianti ausiliari e degli edifici elettrici;
  - seconda fase di esercizio (CCGT), la realizzazione del nuovo Generatore di Vapore a Recupero (GVR), della ciminiera, degli impianti ausiliari e di un piccolo edificio elettrico.

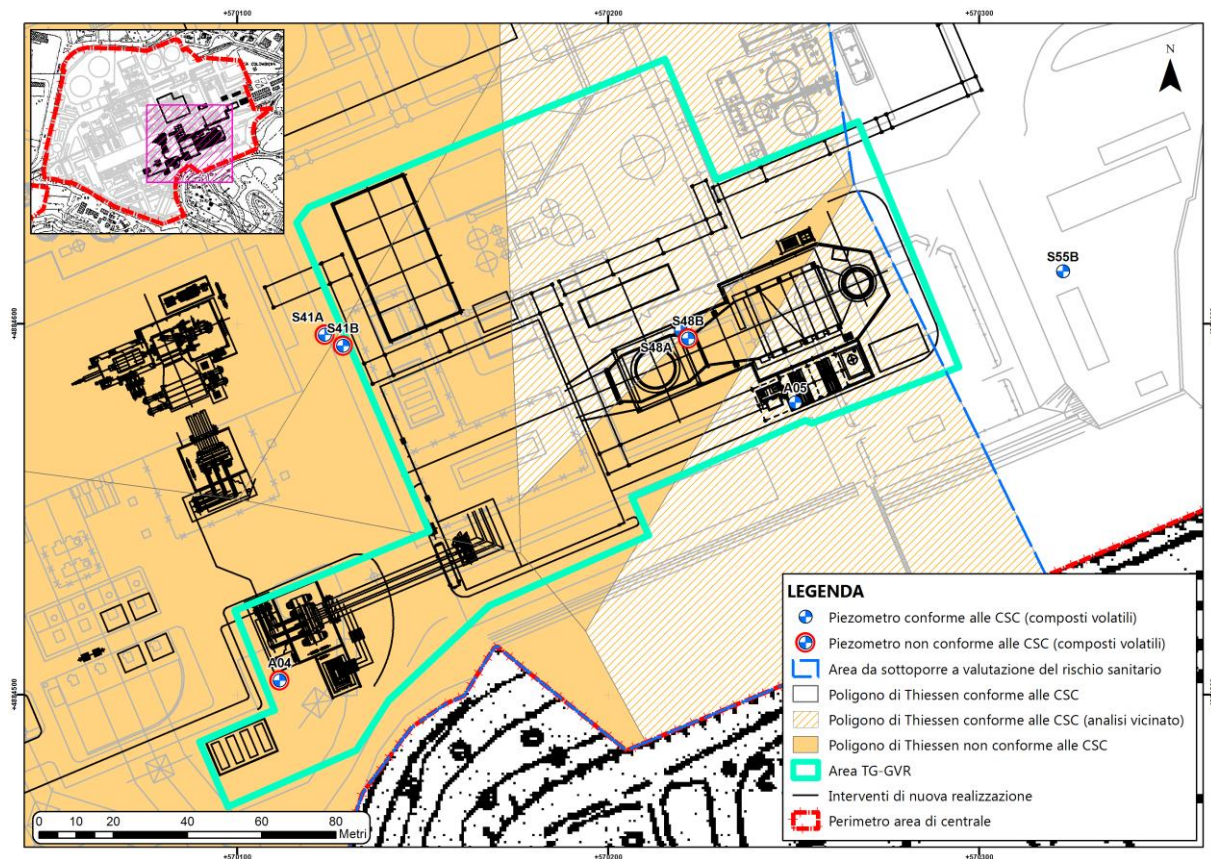
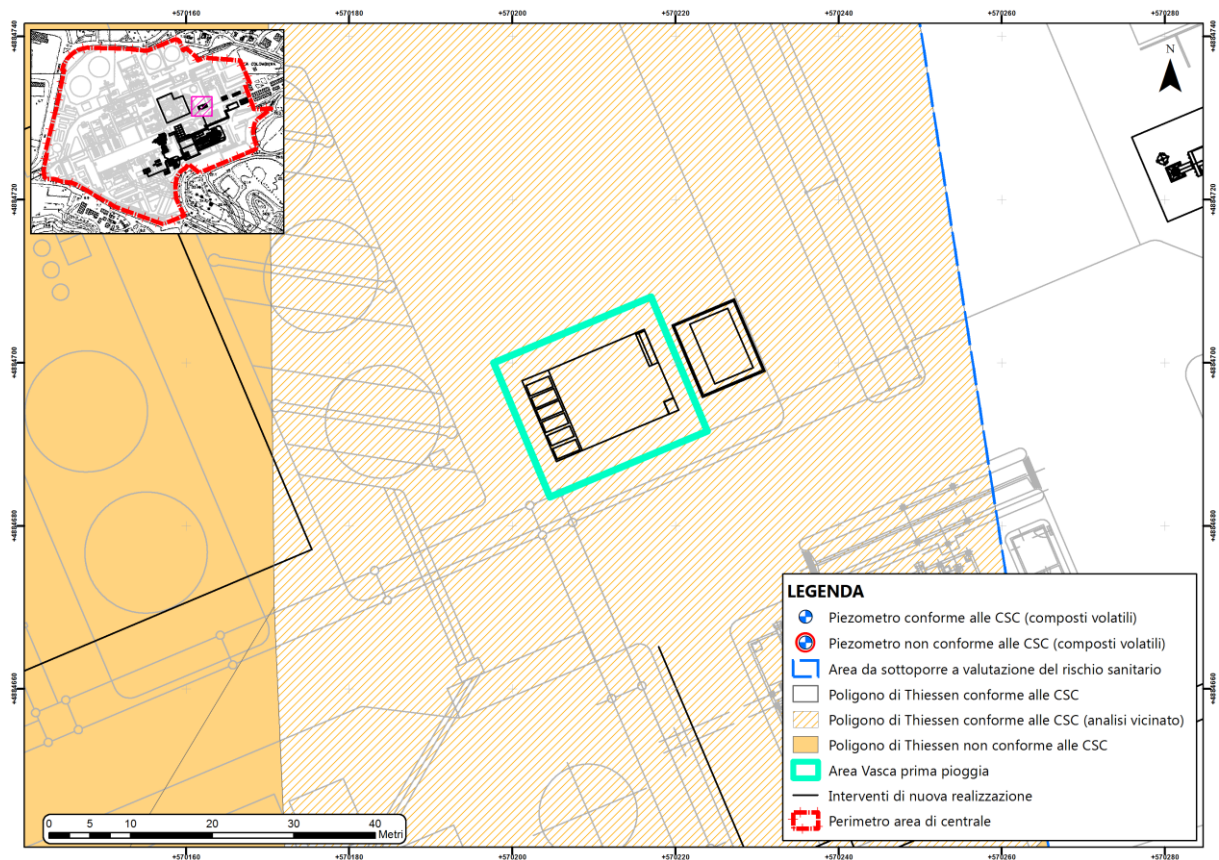


Figura 7 – Area TG-GVR.

- **Area vasca prima pioggia** (numero 5 della planimetria in Allegato 1), dove si prevedono scavi di profondità massima pari a circa 2 metri per la posa della vasca di raccolta delle acque di prima pioggia. Le attività previste in quest'area verranno realizzate nella prima fase di esercizio (vedi Cap. 4).





**Figura 8 – Area Vasca prima pioggia.**

- **Area cantiere B** (lettera B della Figura 3), dove si prevede verranno eseguiti scavi di profondità massima di circa 1 metro per la posa della rete di raccolta delle acque fognarie. Le attività previste in quest'area verranno realizzate nella prima fase di esercizio (vedi Cap. 4).

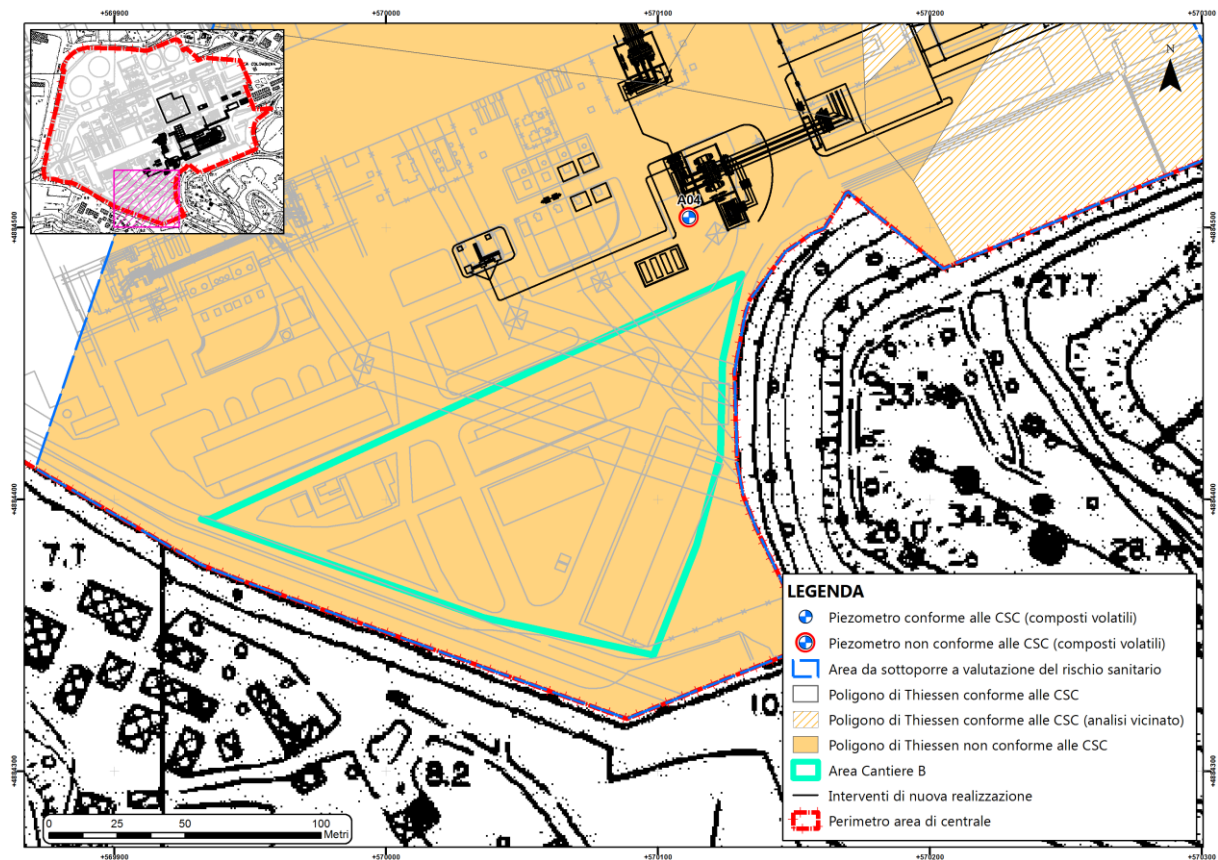


Figura 9 – Area Cantiere B.

Le valutazioni del rischio sanitario riguardano esclusivamente le attività che si realizzeranno in corrispondenza delle suddette aree.

In Tavola 1 si riporta la planimetria d’impianto con la schematizzazione dell’aree ai fini della valutazione del rischio sanitario.

L’area compressore gas naturale, fossa bombole idrogeno e generatore di vapore ausiliario (ai numeri 4, 14 e 30A della planimetria in Allegato 1), dove si prevedono scavi di profondità massima pari a circa 2 metri, ricadono in aree esenti da contaminazione, pertanto, sono state escluse dalla presente Analisi di Rischio. **Per le lavorazioni afferenti a tali opere si considera un rischio sanitario accettabile.**

In generale, tutti i restanti interventi previsti in progetto (demolizioni, opere civili e nuove realizzazioni in genere) che non comportano attività di scavo sono escluse dalla presente Analisi di Rischio. **Per le lavorazioni afferenti a tali opere restano validi i risultati delle Analisi di Rischio già elaborate per il sito (rischio sanitario accettabile) (Rif. [6] e [9]), dal momento che, per tali lavorazioni, il modello concettuale del sito rimane invariato. In considerazione di ciò, non si ravvisa la necessità di effettuare una valutazione del rischio sanitario associato a tali interventi.**

### 6.3 Concentrazione Rappresentativa della Sorgente

Per la stima del rischio sanitario associato alle vie di esposizione potenzialmente attive dalla falda, la Concentrazione Rappresentativa della Sorgente ( $C_{RS}$ ) di ciascun contaminante è stata posta pari al valore massimo ( $C_{max}$ ) riscontrato nel corso delle campagne di monitoraggio periodico eseguite nel periodo Marzo 2014 ÷ Settembre 2018. I risultati di tali monitoraggi sono sintetizzati in Tabella 3.

Nella tabella seguente si riassumono le Concentrazione Rappresentativa della Sorgente utilizzate ai fini della presente Analisi di Rischio.

Parametro	Concentrazione Rappresentativa della Sorgente ( $C_{RS}$ )	Criterio di selezione del valore utilizzato	Piezometro di riferimento
	[ $\mu\text{g/L}$ ]		
Triclorometano	0,64	$C_{max}$	S41B
Tricloroetilene	5,19		
Mercurio	2,84		S48B

Tabella 4 – Concentrazione Rappresentativa della Sorgente ( $C_{RS}$ ) in falda.

Vista la distribuzione dei superamenti riscontrati in falda, ai fini della presente Analisi di Rischio è stata considerata, cautelativamente, una sorgente di contaminazione unica caratterizzata da tutti i parametri (volatili) risultati non conformi alle CSC.

### 6.4 Percorsi di esposizione considerati

Come già accennato, l'elaborazione della presente Analisi di Rischio è stata incentrata sui percorsi di esposizione che hanno luogo in ambiente outdoor.

Pertanto, nel caso in esame, l'unica modalità di esposizione potenzialmente attiva è rappresentata dal percorso di: **inalazione (on-site) di vapori outdoor dalla falda**.

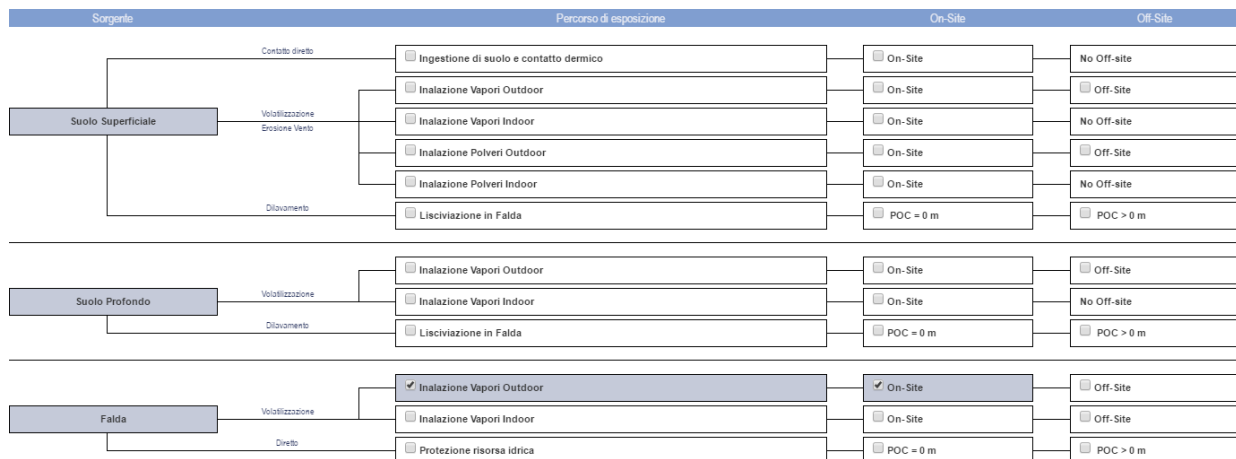


Figura 10 – Modalità di esposizione potenzialmente attive.

## 6.5 Recettori individuati e relativi fattori di esposizione

Nel caso in esame, i recettori sono rappresentati dai lavoratori che saranno coinvolti nelle attività di cantiere durante le lavorazioni in progetto (scavo e posa di fondazioni, vasche raccolta acque, rete fognaria interrata). Pertanto, ai fini della presente Analisi di Rischio è stato considerato come recettore un **lavoratore** (on-site) in ambito industriale.

I valori dei fattori di esposizione, riepilogati nella tabella seguente, sono stati assegnati in accordo con quanto suggerito da APAT nell'Appendice I del documento *Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati* [13], ad eccezione della durata e della frequenza di esposizione che sono state stimate su base sito-specifica.

In particolare, lo sviluppo cronologico del progetto prevede: una prima fase di esercizio con utilizzo della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT) ed una seconda fase con ciclo combinato (CCGT).

Nella prima fase di esercizio (OCGT) verranno realizzati la maggioranza degli scavi; in particolare, sono previste le seguenti attività:

- scavo e posa in opera delle fondazioni per la realizzazione della nuova Turbina a Gas (TG), degli impianti ausiliari e degli edifici elettrici (Area TG-GVR);
- scavo e posa della vasca di raccolta delle acque di prima pioggia (Area Vasca prima pioggia);
- scavo e posa della nuova rete di raccolta delle acque fognarie (Area Cantiere B).

Nella seconda fase di esercizio (CCGT) sono previste le seguenti attività:

- scavo e posa in opera delle fondazioni per la realizzazione del nuovo Generatore di Vapore a Recupero (GVR), della ciminiera, degli impianti ausiliari e di un piccolo edificio elettrico (Area TG-GVR).

Pertanto, è stata considerata una frequenza di esposizione che ha tenuto conto del diverso sviluppo cronologico del progetto. In particolare, in mancanza di un dettaglio relativo al cronoprogramma delle attività, cautelativamente, è stata formulata la seguente ipotesi:

- per la prima fase di esercizio, che il recettore sia esposto per tutta la durata delle lavorazioni previste in questa fase;
- per la seconda fase di esercizio, che il recettore sia sempre lo stesso lavoratore esposto in maniera continuativa per tutta la durata delle lavorazioni previste in questa fase.

Conseguentemente, in maniera cautelativa, la durata dell'esposizione è stata posta pari alla somma delle durate di esposizione della prima e della seconda fase.

Di seguito si riporta la durata prevista delle lavorazioni (fornita dal Enel) ed il calcolo della relativa durata e frequenza di esposizione su base sito-specifica (in grassetto sono riportati i valori assegnati al modello Risk-net).

Fase di esercizio	Area	Durata lavorazioni [mesi]	Frequenza giornaliera di esposizione (EF) [giorni/anno]	Durata di esposizione (ED) [anni]	
	<i>Cantiere B</i>	3	<b>62,5</b>		
Prima fase (OCGT)	<i>TG-GVR</i>	4	<b>83,3</b>	0,71	<b>1,13</b>
	<i>Vasca prima pioggia</i>	1,5	<b>31,3</b>		

Fase di esercizio	Area	Durata lavorazioni [mesi]	Frequenza giornaliera di esposizione (EF) [giorni/anno]	Durata di esposizione (ED) [anni]
Seconda fase (CCGT)	TG-GVR	5	104,2	0,42

**Tabella 5** – Calcolo della durata e frequenza di esposizione su base sito-specifica.

Nella tabella seguente si riepilogano i fattori di esposizione assegnati al modello Risk-net 3.1.

Parametri di esposizione			Ambito: industriale
			Recettore: <b>Lavoratore</b>
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	anni	70
Durata di esposizione	ED	anni	1,13*
Frequenza di esposizione (Area Cantiere B)	EF	giorno/anno	62,5
Frequenza di esposizione (Area Vasca prima pioggia)	EF	giorno/anno	31,3
Frequenza di esposizione (Area TG-GVR – Prima fase)	EF	giorno/anno	83,3
Frequenza di esposizione (Area TG-GVR – Seconda fase)	EF	giorno/anno	104,2
Frequenza giornaliera di esposizione (outdoor)	EF <sub>go</sub>	ore/giorno	8

\* Durata di esposizione pari a 281 giorni/anno (considerando una frequenza di esposizione di 250 g/a per ambito industriale), corrispondente al periodo di durata comprensivo delle attività previste nella prima e nella seconda fase di esercizio.

**Tabella 6** – Valori assegnati ai fattori di esposizione.

## 6.6 Schematizzazione del modello concettuale

In relazione:

- all’assetto geologico e idrogeologico del sito
- alla distribuzione della contaminazione nelle acque di falda e alla tipologia del contaminante
- alle lavorazioni previste a progetto
- alla tipologia di recettore presente (adulto: lavoratore)

nella figura seguente si riporta la schematizzazione del modello concettuale formulato sulla base dei criteri succitati.

Come già accennato, per tenere conto del fatto che in fase di realizzazione delle opere in progetto (Capitolo 4) si renderà necessario eseguire scavi e che detti scavi interesseranno in alcuni i casi il suolo saturo, è stato formulato un modello concettuale per ogni area, in cui il piano campagna risulta ribassato rispetto all’attuale, come mostrato nella figura seguente.

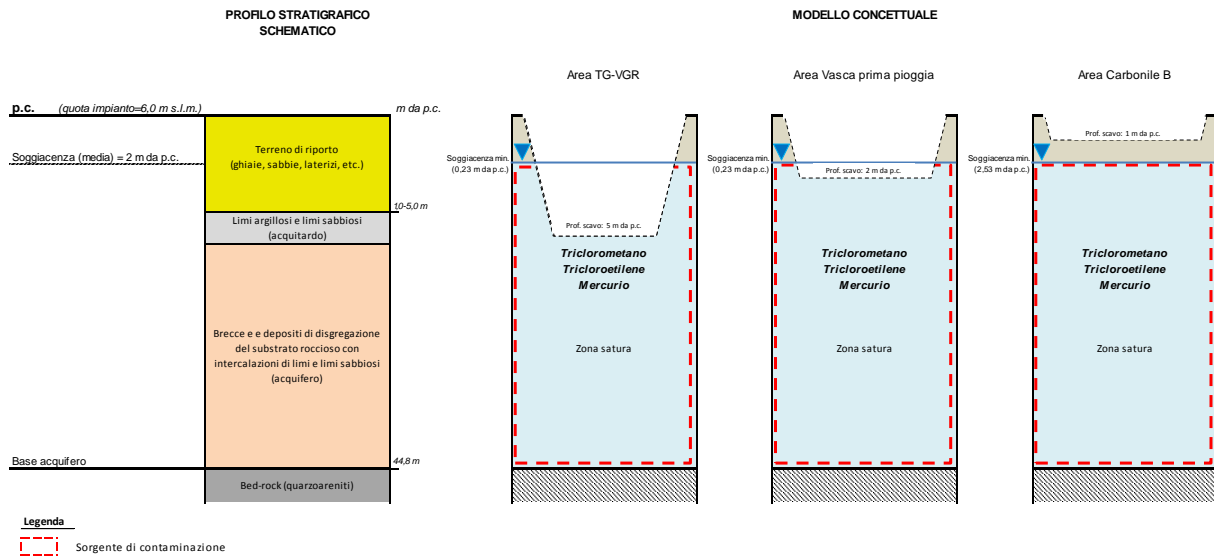


Figura 11 – Schematizzazione del modello concettuale

Le modalità di esposizione potenzialmente attive sono connesse ai percorsi di inalazione (in ambiente outdoor) di vapori provenienti dalla falda.

## 6.7 Parametri fisici di input

Nel seguito, si dà evidenza, in funzione del modello concettuale esposto e di quanto assunto ai fini della presente Analisi di Rischio, della scelta dei parametri sito-specifici selezionati.

Per la profondità del piano di falda da p.c. ( $L_{GW}$ ) è stato imposto un valore minimo (prossimo allo zero). In particolare, tale valore è stato posto pari a 1 cm da p.c.. Tale scelta risulta in linea con le ipotesi progettuali che prevedono che in alcun caso il lavoratore venga a contatto diretto con la porzione saturata dello scavo (fondo scavo), che in ogni caso verrà desaturato mediante aggotamento delle acque. Parimenti, per lo spessore frangia capillare ( $h_{cap}$ ), una volta stabilito il valore di  $L_{GW}$ , è stato imposto un valore minimo (prossimo allo zero) e comunque inferiore al valore della profondità di falda, in modo da bypassare problemi di incongruenza dei parametri di input del software. Tale valore è stato posto pari a 1 mm. Pertanto, lo spessore della zona insatura ( $h_v$ ) risulta pari a 9 mm.

Per l'Area Cantiere B, dove le attività di scavo non andranno ad intercettare il terreno saturo (prof. massima di scavo pari a 1 m da p.c. con soggiacenza minima pari a 2,53 m da p.c.), la profondità del piano di falda da p.c. coincide con la soggiacenza minima rilevata nel piezometro più prossimo (A04) a meno della profondità di scavo. Pertanto, per tale area è stato utilizzato un valore di  $L_{GW}$  pari a 1,53 m da p.c. ed uno spessore della frangia capillare ( $h_{cap}$ ) pari al valore di letteratura (Fetter, 1994) per la specifica tessitura dell'insaturo (Sandy Loam – Rif. [6] e [9]), che risulta pari a 25 cm [13].

La velocità del vento è stata calcolata sulla base dei dati di velocità media registrati dalla Stazione Meteo di La Spezia (Rete ARPAL – codice stazione: SPZIA), considerando una serie temporale di 11 anni (2008 ÷ 2019).



Località: LA SPEZIA	Parametro meteorologico: VENTO - INTENSITÀ MEDIA DEL VENTO (m/s)	Fine rilevazione	Valore	Dataset	Valido
01/01/2008		31/12/2008	2,7	Tutti i dati	SI
01/01/2009		31/12/2009	2,7	Tutti i dati	SI
01/01/2010		31/12/2010	2,7	Tutti i dati	SI
01/01/2011		31/12/2011	2,6	Tutti i dati	SI
01/01/2012		31/12/2012	2,7	Tutti i dati	SI
01/01/2013		31/12/2013	2,6	Tutti i dati	SI
01/01/2014		31/12/2014	2,6	Tutti i dati	SI
01/01/2015		31/12/2015	2,5	Tutti i dati	SI
01/01/2016		31/12/2016	2,4	Tutti i dati	SI
01/01/2017		31/12/2017	2,4	Tutti i dati	SI
01/01/2018		31/12/2018	2,4	Tutti i dati	SI
01/01/2019		31/12/2019	2,4	Tutti i dati	SI
Dati letto: 11					
Dati validi: 11					

**Figura 12 – Estratto dei dati meteo (Stazione Meteo ARPAL di La Spezia).**  
 [Fonte= <http://www.banchedati.ambienteinliguria.it>]

In particolare, il valore di velocità del vento selezionato dalla serie temporale di riferimento corrisponde al valore minimo registrato dalla stazione di La Spezia che risulta pari a 2,4 m/s, com'è possibile osservare dalla tabella seguente.

Stazione Meteo ARPAL di La Spezia (Codice Stazione: SPZIA)	
Anno	Velocità media annua del vento a 10 m da p.c. (m/s)
2008	2,7
2009	2,7
2010	2,7
2011	2,6
2012	2,7
2013	2,6
2014	2,6
2015	---
2016	2,5
2017	2,4
2018	2,4
2019	2,4
<b>Valore minimo</b>	<b>2,4</b>

**Tabella 7 – Velocità media annua del vento (periodo: 2008 ÷ 2019)**

Per la classe di stabilità atmosferica, in conformità alle Analisi di Rischio già elaborate per il sito (Rif. [6] e [9]), si è fatto riferimento alla classe D (secondo la classificazione di Pasquill – Gifford - Tabella 3.2-11 del Manuale APAT [13]) che rappresenta la classe di stabilità atmosferica che si verifica con maggiore probabilità [13].

Poiché i valori di velocità del vento forniti dalle stazioni meteorologiche sono riferiti a 10 m sul piano campagna, è stata applicata la seguente relazione empirica (Hanna S., Briggs G., Hosker R., 1982. *Handbook on Atmospheric Diffusion*. Technical Information Center, US Department of Energy) per calcolare il valore di velocità alla quota di 2 metri sul suolo, in corrispondenza della zona di miscelazione (formula 3.2.14, pag. 74 del documento APAT [13]):

$$\frac{U_{air}(z_1)}{U_{air}(z_2)} = \left(\frac{z_1}{z_2}\right)^p$$

dove

$U_{air}(z_1)$  = velocità del vento a 10 m sul suolo in m/s;

$U_{air}(z_2)$  = velocità del vento a 2 m sul suolo in m/s;

$z_1 = 10$  m sul p.c.;

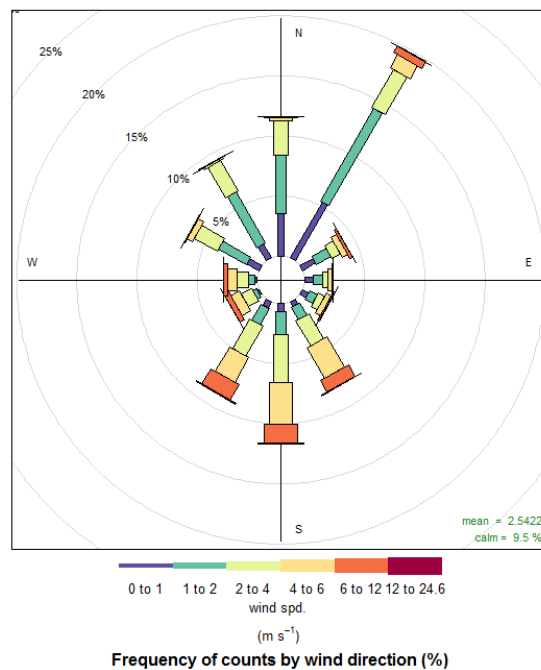
$z_2 = 2$  m sul p.c.;

$p$  = funzione della classe di stabilità atmosferica (secondo la classificazione Pasquill – Gifford) e della rugosità del suolo (per suolo urbano o rurale). Per il caso in esame è stato considerato un valore di " $p$ " pari a 0,25 (corrispondente ad un suolo urbano, in un'area con classe di stabilità atmosferica " $D$ ").

Nello specifico si ottiene una **velocità media del vento**, calcolata a 2 m da p.c., è pari a **1,6 m/s**.

La direzione del vento è stata ricavata dalla rosa dei venti relativa alla medesima Stazione Meteo di La Spezia (Rete ARPAL – codice stazione: SPZIA), elaborata facendo riferimento al periodo 2008 ÷ 2019 (vedi figura seguente).

Rosa dei venti Staz di La Spezia (Cod. Staz: SPZIA), 2008 - 2019

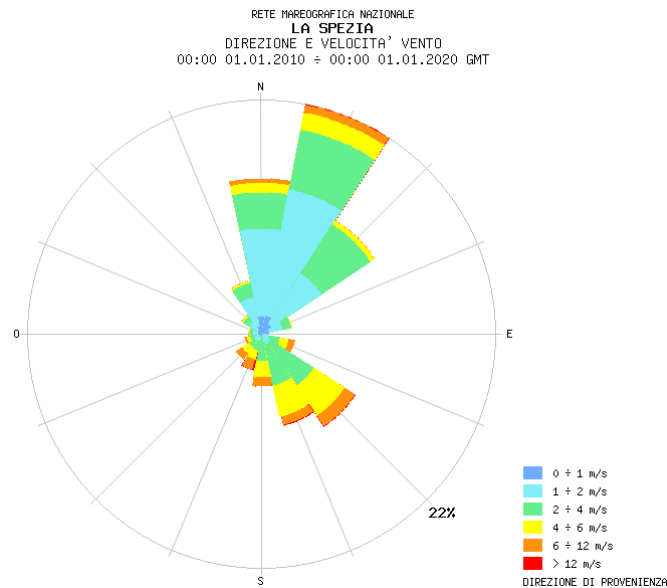


**Figura 14** - Rosa dei venti (periodo: 2008 ÷ 2019)  
(Stazione Meteo di La Spezia)

[Fonte= <http://www.banchedati.ambienteinliguria.it>]

La direzione prevalente sopra riportata è confermata dall'analisi della rosa dei venti relativa alla Stazione Mareografica di La Spezia, elaborata facendo riferimento al periodo 2010 ÷ 2019 (vedi figura seguente).





**Figura 14 - Rosa dei venti (periodo: 2010 ÷ 2019)**  
 (Stazione Mareografica di La Spezia)  
 [Fonte= <https://www.mareografico.it/>]

Pertanto, com'è possibile osservare dalle figure sopra riportate, la **direzione del vento prevalente** è orientata dal quadrante **N-NE verso S-SO**.

L'altezza della zona di miscelazione in aria ( $\delta_{air}$ ) è stata posta, in accordo con quanto riportato nell'Appendice Q dei Criteri metodologici APAT [13], pari a **2 m**, ovvero all'altezza approssimata per eccesso di un adulto.

Per il calcolo della porosità efficace, del contenuto volumetrico d'aria e di acqua del terreno in zona insatura e nella frangia capillare si è fatto riferimento rispettivamente alle tabelle 3.2-6, 3.2-7 e 3.1-2 del documento APAT *Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati* del marzo 2008 [13], considerando, in conformità alle Analisi di Rischio già elaborate per il sito (Rif. [6] e [9]), una tessitura rappresentativa del terreno insaturo di tipo "*Sandy Loam*".

L'estensione della sorgente nella direzione principale del vento ( $W'$ ) è stata posta pari alla massima estensione dell'area di scavo nei diversi settori oggetto di Analisi del Rischio. Tale estensione risulta pari a:

- **200 m** per l'Area TG-GVR;
- **25 m** per l'Area Vasca prima pioggia.

Per l'Area Cantiere B, in mancanza di informazioni di dettaglio circa ubicazione ed estensione dello scavo per la posa della rete di raccolta delle acque fognarie, l'estensione della sorgente nella direzione principale del vento ( $W'$ ) è stata posta pari alla massima estensione dell'intera area di cantiere B. Tale estensione risulta pari a **145 m**.

In Tavola 1 si riporta la planimetria d'impianto con la schematizzazione dell'area sorgente.

Nella tabella seguente sono riepilogati i valori assegnati ai parametri di input di Risk-net precedentemente discussi.

Parametro	Simbolo	Valore assegnato
<b>PARAMETRI TERRENO ED ACQUIFERO</b>		
Profondità del piano di falda (m)	$L_{GW}$	0,01
Profondità del piano di falda (m) – Area Cantiere B	$L_{GW}$	1,53
Spessore della frangia capillare (m)	$h_{cap}$	0,001
Spessore della frangia capillare (m) – Area Cantiere B	$h_{cap}$	0,25
Porosità efficace del terreno in zona insatura (adim.)	$\theta_e$	0,345
Contenuto volumetrico di acqua in zona insatura (adim.)	$\theta_w$	0,194
Contenuto volumetrico di aria in zona insatura (adim.)	$\theta_a$	0,151
Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare (adim.)	$\theta_{wcap}$	0,288
Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare (adim.)	$\theta_{acap}$	0,057
Estensione dell'Area TG-GVR nella direzione del vento prevalente (m)	$W'$	200
Estensione dell'Area Vasca prima pioggia nella direzione del vento prevalente (m)	$W'$	25
Estensione dell'Area Cantiere B nella direzione del vento prevalente (m)	$W'$	145
<b>PARAMETRI AMBIENTALI</b>		
Velocità del vento (m/s)	$U_{air}$	1,60
Altezza della zona di miscelazione in aria (m)	$\delta_{air}$	2

Tabella 8 – Riepilogo dei parametri di input di Risk-net.

## 6.8 Parametri chimico-fisici e tossicologici dei contaminanti considerati

Come già detto, la presente Analisi di Rischio è stata eseguita facendo riferimento alla Banca Dati ISS/INAIL sulle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti, aggiornata al Marzo 2018 [14], riportata in Appendice 1.

Per il Mercurio, come suggerito dalla Banca Dati ISS/INAIL [14], si è ritenuto opportuno utilizzare la forma più cautelativa in relazione allo scenario espositivo in oggetto (volatilizzazione da falda). In particolare, si è fatto riferimento al Mercurio elementare che rappresenta (rispetto ai composti Cloruro di Mercurio e Metilmercurio) la forma più volatile.

## 6.9 Risultati dell'applicazione del modello di Risk-net 3.1: calcolo dell'Indice di Pericolo (HI) e Rischio (R)

Nel seguente paragrafo si riportano i livelli di rischio sanitario cui saranno potenzialmente esposti i lavoratori presenti in sito durante la realizzazione delle opere in progetto (scavo e posa in opera di alcuni manufatti).

Per quanto riguarda il rischio sanitario il valore di rischio tollerabile adottato come riferimento per le sostanze cancerogene è  $10^{-6}$  per il rischio individuale ( $R_{IND}$ ) e  $10^{-5}$  per il rischio cumulativo ( $R_{CUM}$ ), mentre per gli effetti tossici, il valore di riferimento per l'Hazard Index o Indice di Pericolo individuale e cumulativo ( $HI_{IND}$  e  $HI_{CUM}$ ) è pari a 1.

Si sottolinea che, sono stati effettuati due "run" del modello, uno per la prima fase di esercizio e uno per la seconda fase di esercizio. I risultati ottenuti saranno rappresentativi

dei livelli di rischio cui saranno potenzialmente esposti i lavoratori nella realizzazione delle seguenti opere in progetto:

- prima fase di esercizio (OCGT): scavo e realizzazione delle fondazioni della nuova Turbina a Gas (TG), degli impianti ausiliari e degli edifici elettrici (Area TG-GVR); scavo e posa della vasca di raccolta delle acque di prima pioggia (Area Vasca prima pioggia); scavo e posa della rete di raccolta delle acque fognarie (Area Cantiere B);
- seconda fase di esercizio (CCGT): scavo e realizzazione delle fondazioni del nuovo Generatore di Vapore a Recupero (GVR), della ciminiera, degli impianti ausiliari e di un piccolo edificio elettrico (Area TG-GVR).

### 6.9.1 Prima fase di esercizio (Area TG-GVR, Area Vasca prima pioggia e Area Cantiere B)

Nel seguito si riportano i livelli di rischio sanitario cui saranno potenzialmente esposti i lavoratori coinvolti nelle attività di cantiere durante la realizzazione delle suddette opere previste nella prima fase di esercizio e che opereranno nelle seguenti aree: Area TG-GVR, Area Vasca prima pioggia e Area Cantiere B.

Rischio dalla Falda (Area TG-GVR)				
Contaminante	CRS	f	R (HH)	HI (HH)
	µg/L	-	-	-
Triclorometano	6,40E-01		6,69E-10	1,84E-05
Tricloroetilene	5,19E+00		2,14E-09	1,62E-02
Mercurio elementare	2,84E+00		-	3,09E-02
<b>Cumulato Outdoor (On-site)</b>			<b>2,81E-09</b>	<b>4,71E-02</b>

Figura 14 – Calcolo del rischio sanitario dalla falda (Area TG-GVR).

Rischio dalla Falda (Area Vasca prima pioggia)				
Contaminante	CRS	f	R (HH)	HI (HH)
	µg/L	-	-	-
Triclorometano	6,40E-01		3,14E-11	8,63E-07
Tricloroetilene	5,19E+00		1,01E-10	7,60E-04
Mercurio elementare	2,84E+00		-	1,45E-03
<b>Cumulato Outdoor (On-site)</b>			<b>1,32E-10</b>	<b>2,21E-03</b>

Figura 15 – Calcolo del rischio sanitario dalla falda (Area Vasca prima pioggia).

Rischio dalla Falda (Area Cantiere B)				
Contaminante	CRS	f	R (HH)	HI (HH)
	µg/L	-	-	-
Triclorometano	6,40E-01		1,67E-12	4,59E-08
Tricloroetilene	5,19E+00		5,29E-12	4,00E-05
Mercurio elementare	2,84E+00		-	7,64E-05
<b>Cumulato Outdoor (On-site)</b>			<b>6,96E-12</b>	<b>1,16E-04</b>

Figura 16 – Calcolo del rischio sanitario dalla falda (Area Cantiere B).

Da quanto sopra esposto, i risultati dell'applicazione dell'Analisi di Rischio ai percorsi di esposizione considerati (inalazione di vapori outdoor provenienti dalla falda), permettono di concludere che le concentrazioni di **Triclorometano**, **Tricloroetilene** e **Mercurio** rilevate

nelle acque di falda **generano livelli di rischio sanitario accettabili per i lavoratori** che saranno esposti durante le attività previste per la realizzazione delle suddette opere.

### 6.9.2 Seconda fase di esercizio (Area TG-GVR)

Nel seguito si riportano i livelli di rischio sanitario cui saranno potenzialmente esposti i lavoratori coinvolti nelle attività di cantiere durante la realizzazione delle suddette opere previste nella seconda fase di esercizio e che opereranno nella seguente area: Area TG-GVR.

Rischio dalla Falda (Area TG-GVR)				
Contaminante	CRS	f	R (HH)	HI (HH)
	µg/L	-	-	-
Triclorometano	6,40E-01		8,37E-10	2,30E-05
Tricloroetilene	5,19E+00		2,68E-09	2,02E-02
Mercurio elementare	2,84E+00		-	3,87E-02
Cumulato Outdoor (On-site)			<b>3,52E-09</b>	<b>5,89E-02</b>

Figura 17 – Calcolo del rischio sanitario dalla falda (Area TG-GVR).

Da quanto sopra esposto, i risultati dell'applicazione dell'Analisi di Rischio ai percorsi di esposizione considerati (inalazione di vapori outdoor provenienti dalla falda), permettono di concludere che le concentrazioni di **Triclorometano, Tricloroetilene e Mercurio** rilevate nelle acque di falda **generano livelli di rischio sanitario accettabili per i lavoratori** che saranno esposti durante le attività previste per la realizzazione delle suddette opere.

### 6.9.3 Calcolo del Rischio cumulativo

Come riportato nel Manuale APAT [13], riguardo il **rischio cumulativo**, gli effetti cancerogeni o tossici dovuti alla esposizione contemporanea a più di una specie chimica inquinante attualmente non sono stati chiaramente stabiliti. In ogni caso, è possibile effettuare una stima conservativa dell'esposizione ad una contaminazione multipla sommando il Rischio (o l'Indice di Pericolo) di ogni singola specie chimica contaminate. E' importante sottolineare che, in assenza di effetti sinergici, tale operazione di somma generalmente comporta una sovrastima dell'effettivo rischio associato alla esposizione multipla.

Tuttavia, in maniera conservativa, è stata effettuata una valutazione dell'esposizione cumulativa sommando i rischi sanitari relativi alla prima fase e alla seconda fase di esercizio, come riportato nella tabella seguente.

CALCOLO DEL RISCHIO SANITARIO CUMULATIVO			
ACQUE SOTTERRANEE: TRICLOROMETANO, TRICLOROETILENE e MERCURE			
Rischio (R)		Hazard Index (HI)	
<i>Inalazione vapori (outdoor) dalla falda</i>			
Prima fase di esercizio (OCGT)	2,95E-09	Prima fase di esercizio	4,94E-02
Seconda fase di esercizio (CCGT)	3,52E-09	Seconda fase di esercizio	5,89E-02
<b>HI<sub>cum</sub></b>	<b>6,47E-09</b>	<b>R<sub>cum</sub></b>	<b>1,08E-01</b>

Figura 18 – Calcolo del rischio sanitario cumulativo dalla falda.

Com'è possibile osservare dalla tabella di cui sopra, le concentrazioni di **Triclorometano, Tricloroetilene e Mercurio** rilevate nelle acque di falda **generano livelli di rischio sanitario cumulativi accettabili per i lavoratori** che saranno eventualmente esposti simultaneamente e continuativamente a tutte le lavorazioni oggetto di Analisi di Rischio.

## 7 CONCLUSIONI

La Centrale Enel Produzione S.p.A. (nel seguito Enel) "Eugenio Montale" di La Spezia è interessata da un progetto di costruzione per un nuovo Ciclo Combinato.

Il progetto [10] prevede la costruzione nell'area d'impianto di un nuovo ciclo combinato (CCGT), di potenza pari a 840 MW, in sostituzione all'attuale unità SP3. Prima dell'entrata in esercizio del nuovo ciclo combinato è prevista una prima fase con l'utilizzo della sola Turbina a Gas (funzionamento in ciclo aperto OCGT), utilizzando il camino di by-pass, con una potenza prodotta di 560 MWe.

Il presente documento contiene gli esiti dell'Analisi di Rischio sanitario per la salute dei lavoratori coinvolti nelle attività di cantiere che saranno potenzialmente esposti durante la realizzazione di alcune opere in progetto, in relazione alla presenza di composti volatili (Triclorometano, Tricloroetilene e Mercurio) in falda in concentrazioni eccedenti i limiti normativi.

La distribuzione spaziale delle eccedenze alle CSC a carico delle acque sotterranee in relazione alle aree d'intervento ha permesso di individuare le lavorazioni per le quali si rende necessaria la valutazione del rischio sanitario associato. In particolare, in relazione allo sviluppo cronologico del progetto, le lavorazioni oggetto di Analisi di Rischio sono state suddivise in:

- prima fase di esercizio (OCGT): scavo e realizzazione delle fondazioni della nuova Turbina a Gas (TG), degli impianti ausiliari e degli edifici elettrici (Area TG-GVR); scavo e posa della vasca di raccolta delle acque di prima pioggia (Area Vasca prima pioggia); scavo e posa della rete di raccolta delle acque fognarie (Area Cantiere B);
- seconda fase di esercizio (CCGT): scavo e realizzazione delle fondazioni del nuovo Generatore di Vapore a Recupero (GVR), della ciminiera, degli impianti ausiliari e di un piccolo edificio elettrico (Area TG-GVR).

Nello specifico, per la stima dei livelli di rischio associati alla realizzazione delle suddette opere è stato attivato il percorso di esposizione connesso all'*inalazione (in ambiente outdoor) di vapori provenienti dalla falda*.

I risultati dell'applicazione dell'Analisi di Rischio in modalità diretta hanno evidenziato che le concentrazioni di **Triclorometano, Tricloroetilene e Mercurio** presenti nelle acque di falda, **generano rischi sanitari accettabili per i lavoratori** che saranno esposti durante le attività previste per la realizzazione delle suddette opere.

Le attività di scavo che ricadono in aree esenti da contaminazione sono state escluse dalla presente Analisi di Rischio. **Per le lavorazioni pertinenti a tali opere si considera un rischio sanitario accettabile.**

In generale, tutti i restanti interventi previsti in progetto (demolizioni, opere civili e nuove realizzazioni in genere) che non comportano attività di scavo sono escluse dalla presente Analisi di Rischio. **Per le lavorazioni afferenti a tali opere restano validi i risultati delle Analisi di Rischio già elaborate per il sito (rischio sanitario accettabile) (Rif. [6] e [9]), dal momento che, per tali lavorazioni, il modello concettuale del sito rimane invariato.**

Si sottolinea che, la valutazione e gestione del rischio da inalazione deve essere condotta secondo quanto indicato nel Titolo IX del D.Lgs. 81/2008. Nell'ambito di tale valutazione si ritiene possibile tenere conto degli esiti dell'Analisi di Rischio sanitario.

**A valle della realizzazione delle opere in progetto si prevede il ripristino del modello concettuale originariamente elaborato per il sito**, così come formulato nelle Analisi di Rischio già presentate (Rif. [6] e [9]). Si ritiene quindi che l'intervento previsto non comporti una modifica dello scenario di esposizione e/o del modello concettuale del sito e pertanto, non si ritiene necessario effettuare una rielaborazione dell'Analisi di Rischio per i lavoratori del sito per lo scenario post-intervento.

## APPENDICE 1 -

**CD CONTENENTE, IN FORMATO ELETTRONICO EDITABILE, TUTTI GLI  
INPUT DEL MODELLO RISK-NET 3.1.1 (PRO), I RISULTATI DEGLI SCENARI  
CONSIDERATI E LA BANCA DATI ISS-INAIL (MARZO 2018)**



## ELENCO DELLE TAVOLE FUORI TESTO

**Tavola 1** Geometria ed estensione delle aree oggetto di Analisi di Rischio

**ALLEGATO 1**

**Enel Generation Italy**

*La Spezia Planimetria Generale d'Impianto – Nuove Installazioni.*

*(PBITC00910)*

**Tot. pagg. 2**

**ALLEGATO 2**

**Rapporto di Prova CESI**

*Centrale La Spezia - Acque sotterranee piezometri SIR (prelievo Marzo 2018)*

*(prot. B8010723)*

**Tot. pagg. 22**

**ALLEGATO 3**

**Rapporto di Prova CESI**

*Centrale La Spezia - Acque sotterranee piezometri SIR (prelievo Settembre 2018)*

*(prot. B8020861)*

**Tot. pagg. 18**