

## RAPPORTO

USO RISERVATO APPROVATO B8025654

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

**Oggetto** Ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR)  
Piano di indagine delle aree oggetto di demolizione

**Ordine** Contratto Aperto – Servizi 8400117458

**Note** A1300000797 – Lettera di trasmissione B9002926

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

**N. pagine** 21 **N. pagine fuori testo** 28

**Data** 14/12/2018

**Elaborato** ERS - Bartolini Tiziano, ERS - Baglivi Antonella, EMS - Terni Cesarina

**Verificato** ERS - Mozzi Riccardo

**Approvato** ERS - Cambiaghi Massimo (Project Manager)

B8025654 3230 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 2019 by CESI. All rights reserved

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE DEL SITO DELL'EX CENTRALE TERMoeLETTRICA "TIFEO" .....</b>	<b>6</b>
3.1	Inquadramento Territoriale.....	6
3.2	Inquadramento geologico e idrogeologico .....	7
3.2.1	Stratigrafia del sito .....	7
3.2.2	Idrogeologia del sito.....	9
3.3	Caratterizzazione ambientale .....	10
3.3.1	Terreni.....	11
3.3.2	Falda.....	12
3.4	Limiti normativi in funzione della destinazione d'uso .....	13
<b>4</b>	<b>PIANO DELLE INDAGINI.....</b>	<b>14</b>
4.1	Impostazione metodologica.....	14
4.1.1	Numero e caratteristiche dei punti di indagine.....	14
4.1.2	Frequenza dei prelievi in senso verticale .....	15
4.1.3	Parametri da determinare .....	15
4.1.4	Restituzione dei risultati.....	16
4.2	Modalità di indagine in campo .....	16
4.2.1	Esecuzione dei sondaggi geognostici .....	17
4.2.2	Campionamento dei suoli.....	19
4.2.3	Prelievo di campioni di terreno superficiale (top-soil) .....	20
<b>5</b>	<b>METODI PER LE ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO .....</b>	<b>21</b>

**Tavola 1** – Planimetria d'impianto con ubicazione dei punti d'indagine

**Allegato 1**

**Tot. pagg. 3**

Estratto dal Rapporto CESI A3/028780

*Tavola XII - Ricostruzione delle sezioni idrogeologiche del sito.*

*Tavola XIV - Livello statico della falda semiconfinata, misura del giorno 19/05/2003.*

**Allegato 2**

**Tot. pagg. 24**

Enel Produzione S.p.A.

*Ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Piano delle demolizioni (Aggiornamento).*

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	14/12/2018	B8025654	Prima emissione

## 1 PREMESSA

La centrale di Augusta è stata costruita a cavallo tra la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60 dalla Società Generale Elettrica della Sicilia (SGES).

Il 20 Agosto 2011 è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale il Decreto Ministeriale DVA-DEC-2011-0000436 relativo al rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale autorizzando l'esercizio dell'impianto con limitazioni sulle ore massime di funzionamento negli anni ed, in ogni caso, non oltre 31/12/2015.

Il citato Decreto Ministeriale prescriveva, fra l'altro, la presentazione di un "Piano di Smantellamento, Dismissione e Demolizione" di tutti gli impianti o parti di impianto o strutture ausiliarie non in uso. Il Piano è stato presentato da Enel con Lettera Prot. 0054770 del 12/12/2011.

A seguito delle integrazioni richieste dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare con Lettera Prot. 0026073 del 19/10/2015, Enel con nota Prot. 5595 del 16/02/2016 ha trasmesso il "Piano delle demolizioni per la Centrale di Augusta".

A seguito dell'evoluzione delle prospettive societarie di riutilizzo del sito di Augusta e dalle indicazioni fornite da Arpa e Provincia a maggio 2018 in sede di riunione e dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare - D.G.S.T.A. in occasione del tavolo tecnico tenutosi in data 26/09/2018 presso il succitato Ministero, Enel ha trasmesso con nota Prot. 19250 del 18/10/2018 il "Ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Piano delle demolizioni (Aggiornamento)", riportato in Allegato 2.

Il presente documento costituisce il Piano di indagini integrativo delle matrici ambientali, redatto sulla base del Piano delle demolizioni aggiornato, al fine di elaborare l'eventuale analisi di rischio sito - specifica e gli eventuali interventi di messa in sicurezza/bonifica da effettuare, così come richiesto nel precedentemente citato Parere Istruttorio Conclusivo Prot. 0026073 del 19/10/2015.

Sulla base di un'attività di caratterizzazione del sito ENEL di Augusta, eseguita tra il 2003 e 2004, era stata evidenziata la presenza di situazioni di contaminazione della falda e del suolo (come descritto nel successivo § 3.3.1). È stato quindi presentato un progetto di bonifica dei terreni, autorizzato con DM nel 2005, che è stato eseguito concludendo il

relativo iter di bonifica. Tali aree non sono pertanto incluse nell'analisi del presente Piano di indagini integrativo, che riguarda esclusivamente le aree oggetto di demolizione riportate nella Tavola 1 allegata al presente documento.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

CESI – Rapporto A3/028780 del 29/09/2003. *Piano di Caratterizzazione della centrale termoelettrica ENEL di Augusta (SR) – Relazione tecnica delle indagini svolte.*

CESI - Rapporto A4005278 del 20/2/2004. *Integrazioni al piano della caratterizzazione della Centrale ENEL di Augusta – Infittimento dei sondaggi secondo una maglia regolare di 50 metri di lato.*

CESI - Rapporto A4511951 del 10/09/2004. *Integrazioni al Piano della Caratterizzazione della Centrale ENEL di Augusta – Verifica dell'eventuale contaminazione di falda in prossimità di vasche e serbatoi per la raccolta e lo stoccaggio di combustibili.*

Enel - *Piano delle Demolizioni della ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Enel-Pro-12/12/2011-0054770.*

Enel - *Piano delle Demolizioni della ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Enel-Pro-16/02/2016-0005595.*

Libero Consorzio Comunale di Siracusa – X Settore "Territorio e Ambiente" – Servizio Rifiuti e Bonifiche. *Verbale di riunione tecnica: "SIN Priolo. Enel Centrale termoelettrica di Augusta. Indagine di caratterizzazione integrativa – Tavolo tecnico."* 18 maggio 2018.

Enel - *Ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Piano delle demolizioni (Aggiornamento).* Enel-Pro-18/10/2018-0019250.

## 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE DEL SITO DELL'EX CENTRALE TERMoeLETTRICA "TIFEO"

### 3.1 Inquadramento Territoriale

La ex Centrale termoelettrica di Augusta è ubicata in Sicilia Orientale nel territorio del Comune di Augusta (SR) ed occupa una superficie di circa 150.000 mq.

L'impianto è così delimitato:

- |              |   |
|--------------|---|
| NORD e OVEST | dalla strada vicinale Bufalara, che la separa dal deposito combustibili della società ESSO Italia;  |
| SUD          | dal letto del Torrente Cantera, oltre il quale si trova il sito archeologico della città greca di "Megara Hyblaea", sottoposto a vincolo di tutela; |
| EST          | dalla linea ferroviaria Catania – Siracusa.   |

La collocazione geografica della centrale è mostrata in Figura 1.

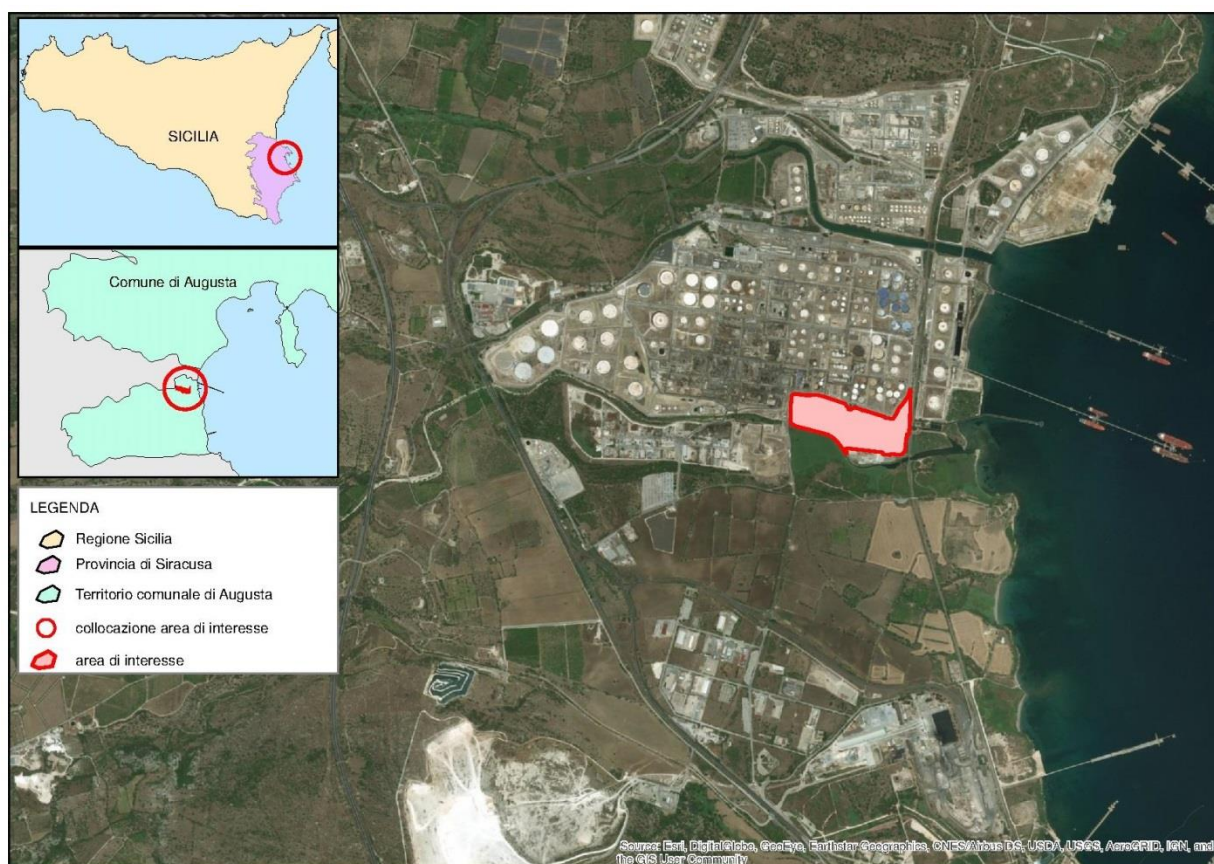


Figura 1 - Corografia area di interesse

## 3.2 Inquadramento geologico e idrogeologico

### 3.2.1 Stratigrafia del sito

Sulla base dei dati stratigrafici ottenuti nel corso delle attività svolte per la caratterizzazione ambientale del sito, effettuata negli anni 2003-2004 e riassunta al § 3.3, è possibile ottenere la struttura stratigrafica dei primi 15 m di sottosuolo nell'ambito del sito.

I terreni attraversati dai sondaggi eseguiti appartengono tutti agli strati alluvionali di età olocenica e/ pleistocenica (Pleistocene Medio-Superiore) che poggiano su un substrato uniforme costituito dalle Argille grigio azzurre del Pleistocene Inferiore (letto degli acquiferi superficiali e potente tetto delle falde profonde confinate).

Il sito di centrale, anche in funzione della sua struttura planoaltimetrica, può essere suddiviso in diversi settori in funzione della profondità dell'orizzonte impermeabile costituito dalle argille grigio-azzurre; si distingue infatti:

- *un settore Nord-Occidentale* in cui i depositi alluvionali del Pleistocene medio-superiore sono praticamente assenti o molto rastremati e le argille grigio-azzurre si trovano a quote inferiori ai 3-5 m da p.c.;
- *un settore Sud-Occidentale* in cui la superficie del letto impermeabile si approfondisce a causa della presenza dei depositi alluvionali del Torrente Cantera, recenti e a matrice grossolana (ghiaia e ciottoli in matrice spesso limoso-sabbiosa); questo orizzonte si colloca normalmente tra i 4 e i 6 m da p.c., con una potenza variabile tra 2 e 3 m, il letto impermeabile viene comunque raggiunto a una profondità variabile tra i 9 e i 11 m da p.c.;
- *un settore centrale* in cui il pacco di depositi alluvionali pleistocenici a matrice più grossolana si sviluppa per uno spessore variabile tra i 7 e i 10 m, quota oltre la quale si raggiunge il substrato argilloso impermeabile, in questo ambito si distinguono, all'interno del pacco di depositi alluvionali testimonianze delle alluvioni terrazzate del Pleistocene superiore costituite sostanzialmente da intervalli grossolani di ghiaie, conglomerati e sabbie, aventi spessori anche inferiori al metro;
  - *un settore Orientale* in cui il letto impermeabile si approfondisce notevolmente e dove si sviluppano i depositi alluvionali in alternanze sabbioso e limose, funzione dell'attività abrasiva-sedimentaria del mare.

Concludendo quindi, il letto impermeabile si approfondisce da ovest a est (dall'entroterra verso il mare), tendendo ad emergere in corrispondenza del dosso morfologico ubicato a nord-ovest del sito e subendo un approfondimento, a sud e sud-ovest, ad opera dell'attività di deposito del Torrente Cantera, che le ha incise, erodendole, per poi ricoprirle con depositi alluvionali grossolani.

La struttura stratigrafica sopra descritta è ulteriormente confermata dai 4 sondaggi a scopo geotecnico, di 25 m di profondità ed eseguiti nel maggio 2003 da Elettroambiente:



questi sondaggi, ubicati nel settore occidentale, mostrano la costante presenza del letto di argille azzurre a profondità variabili tra i 5 e gli 8 m da p.c., con spessori sicuramente superiori ai 15 m (infatti nessuno di questi sondaggi raggiunge il letto dell'orizzonte delle argille marine). Un elemento di particolare interesse è la costante presenza di uno strato di alterazione (potente anche alcuni metri) al tetto delle argille marine, costituito da argille limose giallastre.

Fatte queste premesse, è possibile fornire una sintesi della successione stratigrafica sovrastante il letto impermeabile argilloso, fornendo alcune indicazioni sulla probabile continuità dei singoli strati e sulla struttura della circolazione idrica sotterranea più superficiale.

Dal p.c. al letto impermeabile si distinguono:

- da 0 a massimo 2 m - terreno vegetale e materiali di riporto;
- da 2 a massimo 5 m da p.c.

Per quasi la totalità del sito - **Limi sabbiosi grigio-giallastri e/o bruni**, con frequenti inclusi carbonatici e passanti localmente a limi argillosi. Si tratta di uno strato piuttosto continuo distribuito estesamente per tutto il sito della centrale; esso tende a rastremarsi, fino a scomparire, solo nell'estremo settore Nord-Occidentale (in corrispondenza del dosso morfologico); la scarsa permeabilità di questo orizzonte fa sì che la prima falda (presente negli strati sottostanti) sia parzialmente protetta e leggermente in pressione. Nei sondaggi eseguiti si è osservata una risalienza delle acque di falda fino a quote di circa 2-2,5 m da p.c.

Estremo settore Nord-Occidentale - **Sabbie e calcareniti** organogene giallastre; costituiscono la struttura del dosso morfologico e poggiano direttamente sul letto impermeabile argilloso; hanno spessori massimi di 3 m; in generale la falda è assente in corrispondenza di questi depositi, è però possibile osservare la presenza di locali falde sospese, generatesi più che altro dal ristagnare di acque meteoriche in corrispondenza del letto impermeabile sub-superficiale.

da 5 a 7 m fino a un massimo di 18 m da p.c.

Porzione occidentale e centrale del sito - **Ghiaie e ciottoli** in matrice limo-sabbiosa grigio giallastra; si tratta di un orizzonte grossolano a maggior potenza nei pressi del Torrente Cantera, che tende a rastremarsi verso est, dove si alterna a depositi più fini (sabbie gialle limose e limi sabbiosi in strati da decimetrici a metrici). L'orizzonte ghiaioso costituisce l'acquifero sede della falda semiconfinata più superficiale, monofalda, nel settore occidentale del sito di centrale, tendente a divenire multifalda nel settore orientale, in corrispondenza della presenza delle alternanze sabbioso-limose.



settore Nord-Orientale – in questa porzione di territorio la stratigrafia delle alluvioni superficiali è più complessa: infatti, le alternanze tra ghiaie e sabbie limose e limi si infittiscono determinando particolari situazioni locali di falde sospese in contatto idrologico con la falda presente nelle ghiaie. Tali alternanze si spingono anche oltre i 7 m e le ghiaie si trovano anche a profondità variabili tra i 12 e i 18 m (tetto delle argille grigio-azzurre).

La successione verticale degli strati, il loro andamento e i loro relativi spessori, sono illustrati nella ricostruzione delle sezioni idrogeologiche riportata in Allegato 1 (Tavola XII).

La ricostruzione stratigrafica dei livelli più profondi, al di sotto delle argille grigio azzurre, desunta dall'analisi di dati bibliografici è la seguente:

- da 5/18 m- a massimo 130 m – argilla grigia con sabbia, con orizzonti ricchi di conchiglie; in particolare nella fascia costiera gli spessori di questo orizzonte raggiungono valori massimi di oltre 100 m. Queste argille sono da classificare come *argille normali*, sono deformabili e sature d'acqua con resistenza alle sollecitazioni esterne notevole (*preconsolidate* o *precomprese*).
- da 130 a massimo 190 m – sabbia con argilla grigia; questo orizzonte ha una potenza massima nel settore sud ma in generale la sua potenza è rilevante e piuttosto costante per tutta l'area in esame.
- da 130-190 m a massimo 200 m – arenaria compatta alternata ad arenaria e ghiaia, con ciottoli di calcare e di basalto. Il substrato roccioso si trova ad una profondità minore nel settore settentrionale (i primi livelli di arenaria si incontrano già a 160 m dal piano campagna) e, si approfondisce spostandosi verso Sud e Sud-Est).
- da 200 a massimo 220 m – sabbia rossa con conchiglie e calcare fratturato; nel settore meridionale e orientale, questo orizzonte è costante e di potenza superiore ai 20 m (profondità massima 222 m da p.c.), mentre, nel settore settentrionale ed occidentale, questo orizzonte, o manca del tutto, oppure è intercalato ad orizzonti scistose e basaltici;
- oltre i 220 m – arenaria con ciottoli alternata a basalto fratturato.

### 3.2.2 Idrogeologia del sito

Il modello idrogeologico del sito si inquadra nell'ambito del sistema di circolazione idrica sotterranea a scala regionale; infatti, ad ampia scala, si distinguono nei primi 100/150 m da p.c.:

- una o più falde freatiche sospese, stagionali e di scarso interesse, nelle alluvioni attuali e terrazzate più superficiali;
- un acquifero vero e proprio, semiconfinato e/o freatico nelle calcareniti medio-pleistoceniche; al letto di questo orizzonte si trovano le argille grigio-azzurre praticamente impermeabili;

- una falda in pressione al di sotto delle argille azzurre presente nelle calcareniti pleistoceniche inferiori.

Le indagini eseguite sul sito hanno interessato almeno due di questi acquiferi:

1. le falde sospese che si rilevano soprattutto nell'ambito delle frequenti alternanze sabbioso-limoso-ghiaiose settore nord-orientale del sito; si tratta per lo più di falde a carattere estremamente locale e stagionale, generalmente in contatto idraulico tra loro, infatti, i setti impermeabili sono rappresentati dai livelli più limosi che, spesso, hanno forma lenticolare con scarsa estensione orizzontale. Il vero e proprio letto impermeabile di queste falde è rappresentato dallo strato continuo di limi sabbiosi grigio-giallastri e/o bruni, presenti praticamente in tutto il sito di centrale, a esclusione del settore nord-occidentale dove, in corrispondenza del dosso morfologico, le calcareniti poggiano direttamente sulle argille grigio-azzurre;
2. il secondo acquifero è rappresentato dalle ghiaie del Cantera e dalle calcareniti medio-pleistoceniche (ben rappresentate nella porzione centrale del sito); si tratta di un acquifero potenzialmente molto produttivo, semiconfinato, compreso tra i limi al tetto e le argille grigio-azzurre al letto. Questo acquifero gode di un buon livello di protezione idraulica, garantito dalla costante presenza dei limi sabbiosi, tuttavia questi ultimi non sono omogenei e totalmente impermeabili, per cui determinano un forte rallentamento dell'infiltrazione dei potenziali inquinanti dagli strati più superficiali, ma non garantiscono un completo isolamento dell'acquifero, soprattutto in quei settori dove la componente sabbiosa tende a prevalere su quella limosa. L'andamento prevalente di questo acquifero, nell'ambito della centrale, è NO-SE ed è influenzato dalla presenza del Torrente Cantera, il cui subalveo, tende a drenare le acque della falda semiconfinata.

La falda artesianica sottostante, protetta dall'imponente pacco delle argille grigio-azzurre, non è stata mai raggiunta dai sondaggi eseguiti; essa risulta ben isolata idraulicamente dalle falde più superficiali.

### 3.3 Caratterizzazione ambientale

L'ex Centrale termoelettrica di Augusta ricade nel Sito di Interesse Nazionale di Priolo, perimetrato con D.M. del 10/01/2000 e s.m.i. ed esteso con Decreto del 10/03/2006, che si sviluppa su una superficie di circa 5.815 ha a terra e circa 10.068 ha a mare, comprensivi delle aree portuali di Siracusa ed Augusta.

L'attività di caratterizzazione del sito ENEL di Augusta, eseguita tra il 2003 e 2004 è dettagliatamente descritta nei rapporti tecnici di seguito elencati:

- *CESI - Rapporto A3/028780 del 29/09/2003. Piano di Caratterizzazione della centrale termoelettrica ENEL di Augusta (SR) – Relazione tecnica delle indagini svolte.*
- *CESI - Rapporto A4005278 del 20/02/2004. Integrazioni al piano della caratterizzazione della Centrale ENEL di Augusta – Infittimento dei sondaggi secondo una maglia regolare di 50 metri di lato.*

- *CESI - Rapporto A4511951 del 10/09/2004. Integrazioni al Piano della Caratterizzazione della Centrale ENEL di Augusta – Verifica dell'eventuale contaminazione di falda in prossimità di vasche e serbatoi per la raccolta e lo stoccaggio di combustibili.*

La caratterizzazione ha interessato tutta l'area di impianto ed ha evidenziato la presenza di situazioni di contaminazione della falda e del suolo.

Nella Tavola 1 allegata al presente documento sono evidenziati i punti di indagine realizzati durante la caratterizzazione nell'area di interesse.

### 3.3.1 Terreni

Per quanto riguarda i terreni è stata riscontrata contaminazione da idrocarburi nell'area occidentale del sito e contaminazione da diossine in corrispondenza di un hot spot a sud est dell'impianto (rispettivamente Aree A e B riportate nella figura seguente).



Fonte: Sito Ufficiale Cartografia Regionale

**Figura 2 - Ortofotografia dell'area circostante la centrale termoelettrica ENEL di Augusta**

A seguito delle indagini di caratterizzazione, nel 2004 è stato presentato un progetto di bonifica dei terreni che prevedeva:

- nell'area A contaminata da idrocarburi la realizzazione di un diaframma impermeabile lungo tutto il perimetro dell'area contaminata, il trattamento dei terreni mediante soil washing e biopile e successiva reimmissione dei terreni bonificati nell'area;
- nell'area B lo scavo e smaltimento del punto contaminato da diossine.

Il progetto è stato autorizzato con D.M. nel 2005 e le attività di bonifica sono state eseguite ed ultimate.

Come previsto dal Progetto di Bonifica e dalla Normativa Vigente, tutte le caratterizzazioni analitiche propedeutiche alle operazioni di reinterro sono state costantemente validate in contraddittorio da ARPA Sicilia mentre la Provincia Regionale di Siracusa ha autorizzato i reinterri. L'iter di bonifica si è concluso, la Provincia Regionale di Siracusa ha rilasciato i certificati di avvenuta bonifica delle aree e ARPA ha ritenuto concluso con esito positivo il monitoraggio *post operam* previsto nel progetto di bonifica.

### 3.3.2 Falda

Per quanto riguarda la falda, le indagini di caratterizzazione eseguite nel 2003–2004 hanno evidenziato la presenza di metalli e idrocarburi pertanto è stato presentato un progetto di MISE che prevedeva la realizzazione di 5 pozzi di sbarramento paralleli alla linea ferroviaria a Est dell'Impianto. Successivamente con nota Enel prot. 60727 del 29/08/2005 è stata comunicata la cessazione dell'attività di emungimento dai 5 pozzi in quanto a seguito di campionamenti e analisi non è stata più riscontrata la presenza di superamenti delle CSC per gli idrocarburi nei 5 pozzi in MISE.

Nella stessa nota è stato altresì comunicato l'impegno a proseguire volontariamente con le attività di monitoraggio della falda. Gli esiti dei monitoraggi eseguiti trimestralmente dal 2008 al 2014 hanno evidenziato la presenza di metalli, in particolare prevalentemente Fe e Mn, che non sono da considerarsi contaminanti diretti di origine antropica, bensì derivanti dalle condizioni chimico-fisiche del corpo acquifero.

Parallelamente ai monitoraggi suddetti, a partire dal 2012, come richiesto dal Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC) del Decreto AIA della Centrale di Augusta, vengono eseguiti monitoraggi delle acque di falda in tre piezometri rappresentativi del flusso di falda a monte e a valle del sito di Centrale. Tali monitoraggi proseguono ancora oggi, anche a seguito del decadimento della validità del Decreto AIA.

### 3.4 Limiti normativi in funzione della destinazione d'uso

La normativa di riferimento per la bonifica dei terreni contaminati a livello nazionale è dai disposti della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Tale Decreto definisce, in relazione alla specifica destinazione d'uso del sito, due livelli di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) per gli inquinanti organici ed inorganici nel terreno, il cui superamento richiede un'analisi di rischio sito-specifica.

I valori di CSC per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo si differenziano in base alla destinazione d'uso e sono indicati nell'allegato 5 tabella 1 dello stesso D.Lgs. 152/2006:

- verde pubblico, verde privato e residenziale (colonna A),
- industriale e commerciale (colonna B).

Considerati gli strumenti urbanistici vigenti nel sito di indagine, i valori limiti di riferimento nel caso in esame sono quelli relativi alla **destinazione d'uso commerciale/industriale**, elencati nella colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo IV del D.Lgs. 152/06.

## **4 PIANO DELLE INDAGINI**

Il presente capitolo illustra e dettaglia le attività di indagine che si propone di eseguire al fine di ottenere una caratterizzazione del suolo e del sottosuolo delle aree oggetto di demolizione dell'ex Centrale Termoelettrica Enel Produzione "Tifeo" di Augusta.

Come riportato nella già citata Nota Enel "Ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Piano delle demolizioni (Aggiornamento)", Prot. 19250 del 18 ottobre 2018, le attività previste dal piano di demolizioni non andranno ad interferire con la falda.

Pertanto, le indagini previste dal presente Piano di indagini integrative riguarderanno unicamente i suoli delle aree oggetto di demolizione.

In alcune aree oggetto di demolizione si prevede il riutilizzo delle platee, in particolare nelle aree per le quali è già stato definito un riutilizzo futuro, parziale o totale. Tali aree, rappresentate in Tavola 1 allegata al presente documento, sono escluse dall'area di indagine. Per maggiori dettagli si rimanda al Rapporto Enel "Ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Piano delle demolizioni (Aggiornamento)" riportato in Allegato 2 al presente documento (rif. § 5.6).

### **4.1 Impostazione metodologica**

#### ***4.1.1 Numero e caratteristiche dei punti di indagine***

Sono previsti i seguenti punti di indagine:

- n° 8 sondaggi per il prelievo di campioni di terreno,

In aggiunta ai sondaggi geognostici verranno eseguiti n. 3 campionamenti di suolo superficiale (*top-soil*), destinati alla determinazione del parametro Amianto.

Nella Tavola 1 sono riportate le posizioni indicative previste per i punti di indagine in corrispondenza di ogni lotto oggetto di demolizione.

L'ubicazione definitiva di tutti i singoli punti andrà comunque verificata in sede di cantiere, con l'identificazione di tutti i possibili sottoservizi presenti nell'area interessata e in funzione della situazione logistica.

I sondaggi saranno realizzati con la tecnica di perforazione per rotazione a secco con carotaggio continuo.

La profondità dei sondaggi sarà, in linea di massima, tale da raggiungere la frangia capillare della falda superficiale, indicativamente posta a circa 5,0 – 7,0 metri di profondità dal piano campagna.

Per tutti i punti della maglia di indagine saranno comunque possibili in corso d'opera modifiche rispetto alla profondità prevista, in funzione delle condizioni lito-stratigrafiche incontrate.

#### **4.1.2 Frequenza dei prelievi in senso verticale**

La frequenza di prelievo dei campioni di terreno in corrispondenza di ogni sondaggio, in senso verticale, sarà in linea di massima determinata come segue:

1. un campione composito da 0,0 a 1,0 metri da p.c.;
2. un campione composito di un metro in corrispondenza della frangia capillare, cioè all'interno della zona di oscillazione della falda o comunque dell'interfaccia zona satura / zona insatura;
3. un campione composito di un metro intermedio tra i due.

Nel caso la falda venisse intercettata a una profondità significativamente inferiore a 3 metri da p.c., il numero dei campioni da prelevare potrà venire ridotto di conseguenza.

Prima di definire le precise profondità di prelievo, sarà necessario esaminare preventivamente il rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni fra gli strati della sezione da campionare. Si dovrà porre cura a che ogni campione sia rappresentativo di una e una sola unità litologica, evitando di mescolare nello stesso campione materiale proveniente da strati di natura diversa o materiale del riporto con terreno naturale.

Ai campioni previsti sarà possibile aggiungerne altri a giudizio, in particolare nel caso in cui si manifestino evidenze visive o organolettiche di alterazione, contaminazione o presenza di materiali estranei, oppure in strati di terreno al letto di accumuli di sostanze di rifiuto (se si dovessero riscontrare), ecc..

#### **4.1.3 Parametri da determinare**

La selezione delle sostanze indicatrici da determinare deve tenere conto dalla natura e composizione chimica dei prodotti che vengono stoccati e movimentati nelle parti di impianto che si intende caratterizzare, oltre che delle pregresse attività di bonifica effettuate dal precedente Gestore.

Pertanto, nei campioni che verranno raccolti in fase di realizzazione del Piano di Indagine verranno determinati i seguenti parametri analitici.

##### Nei campioni di terreno:

- Composti Inorganici: Sb, As, Be, Cd, Co, Cr tot, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, Tl, V, Zn (parametri da 1 a 16 della Tab. 1, Allegato 5 al Titolo V della Parte IV, D.Lgs. 152/2006)
- Composti Organici Aromatici: BTEX+S (parametri da 19 a 24)
- Composti Aromatici Policiclici (parametri da 25 a 38)



- Alifatici Clorurati Cancerogeni e non Cancerogeni (parametri da 39 a 53)
- Alifatici Alogenati Cancerogeni (parametri da 54 a 57)
- Idrocarburi Leggeri e Pesanti (parametri da 94 a 95)
- PCB (parametro 93)( solo nei campioni del primo metro)
- Amianto (parametro 96) (solo nei campioni del primo metro)
- Dibenzotiofene e tiofeni condensati
- Fenoli non clorurati (parametri da 70 a 71)
- Fenoli clorurati (parametri da 72 a 75)
- Contenuto di acqua
- Scheletro (frazione >2 mm).

Si specifica che, a seguito delle modifiche al D. Lgs. 152/2006 introdotte dalla Legge 116 del 11/08/2014 e del successivo Parere ISS (prot. n. 35213AMPP.IA.12.00 del 20/10/2014), il parametro Stagno è da riferirsi ai composti organo-stannici e in particolare alla somma dei seguenti parametri: Tributilstagno (TBT), Dibutilstagno (DBT), Trifenilstagno (TPT) e Diottilstagno (DOT), riferendo poi la sommatoria al TBT.

#### Nei campioni di top-soil:

- PCCD/PCDF (parametro 92)
- Contenuto di acqua
- Scheletro (frazione >2 mm).

#### **4.1.4 Restituzione dei risultati**

Le analisi sui campioni di terreno, ad eccezione delle determinazioni sui composti volatili, verranno condotte sulla frazione secca passante il vaglio dei 2 mm.

Relativamente alle sostanze volatili, data la particolarità delle sostanze, non può essere eseguita la setacciatura e l'analisi, pertanto, dovrà essere condotta sul campione tal quale.

Ai fini del confronto con i valori delle CSC previsti dal D.Lgs. 152/06, nei referti analitici verrà riportata la concentrazione riferita al totale (comprensivo dello scheletro maggiore di 2 mm e privo della frazione maggiore di 2 cm, da scartare in campo).

## **4.2 Modalità di indagine in campo**

Per quanto concerne le modalità di esecuzione delle indagini e le procedure di campionamento dei terreni saranno seguite, in ogni fase, le indicazioni fornite dal D.Lgs. 152/2006.

## ***4.2.1 Esecuzione dei sondaggi geognostici***

Le operazioni di sondaggio saranno eseguite rispettando alcuni criteri di base essenziali al fine di rappresentare correttamente la situazione esistente in sito, in particolare:

- le perforazioni saranno condotte in modo da garantire il campionamento in continuo di tutti i litotipi, garantendo il minimo disturbo del suolo e del sottosuolo;
- durante le operazioni di perforazione, l'utilizzo delle attrezzature impiegate, la velocità di rotazione e quindi di avanzamento delle aste e la loro pressione sul terreno sarà tale da evitare fenomeni di attrito e di surriscaldamento, il dilavamento, la contaminazione e quindi l'alterazione della composizione chimica e biologica del materiale prelevato;
- la ricostruzione stratigrafica e la profondità di prelievo nel suolo sarà determinata con la massima accuratezza possibile, non peggiore di 0,1 metri;
- il campione prelevato sarà conservato con tutti gli accorgimenti necessari per ridurre al minimo ogni possibile alterazione;
- nell'esecuzione dei sondaggi, sarà adottata ogni cautela al fine di non provocare la diffusione di inquinanti a seguito di eventi accidentali ed evitare fenomeni di contaminazione indotta, generata dall'attività di perforazione (trascinamento in profondità del potenziale inquinante o collegamento di livelli di falda a diverso grado di inquinamento).

Nel corso degli interventi di prelievo dei campioni, tutto il materiale estratto sarà esaminato e tutti gli elementi che lo caratterizzano saranno riportati su un apposito rapporto.

In particolare, sarà segnalata la presenza nei campioni di contaminazioni evidenti (evidenze organolettiche).

Per le perforazioni saranno impiegate attrezzature del tipo a rotazione, con caratteristiche idonee all'esecuzione di perforazioni del diametro di almeno 200 mm e della profondità di almeno 15 metri, sia in materiale lapideo che non lapideo.

I carotaggi saranno eseguiti a secco, evitando l'utilizzo di fluidi e quindi l'alterazione delle caratteristiche chimiche dei materiali da campionare. Solo in casi di assoluta necessità, ad es. consistenza dei terreni in grado di impedire l'avanzamento (trovanti, strati rocciosi), sarà consentita la circolazione temporanea ad acqua pulita, sino al superamento dell'ostacolo. Si riprenderà, quindi, la procedura a secco.

Le corone e gli utensili per la perforazione a carotaggio saranno scelti di volta in volta in base alle necessità evidenziatesi e saranno impiegati rivestimenti e corone non verniciate.

Al fine di evitare il trascinamento in profondità di contaminanti di superficie, oltre che per evitare franamenti delle pareti del foro nei tratti non coesivi o non lapidei, la perforazione sarà eseguita impiegando una tubazione metallica provvisoria di rivestimento. Tale tubazione provvisoria, avente un diametro adeguato al diametro

dell'utensile di perforazione, sarà infissa dopo ogni manovra fino alla profondità ritenuta necessaria per evitare franamenti. Saranno adottate modalità di infissione tali che il disturbo arrecato al terreno sia contenuto nei limiti minimi.

Prima di ogni sondaggio, le attrezzature saranno lavate con acqua in pressione e/o vapore acqueo per evitare contaminazioni artefatte.

Prima e durante ogni operazione saranno messi in atto accorgimenti di carattere generale per evitare l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, quali:

- la rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- l'eliminazione di gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche;
- la pulizia dei contenitori per l'acqua;
- la pulizia di tutte le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro.

Il materiale, raccolto dopo ogni manovra, sarà estruso senza l'utilizzo di fluidi e quindi disposto in un recipiente che permetta la deposizione delle carote prelevate senza disturbarne la disposizione stratigrafica. Sarà utilizzato un recipiente di materiale inerte (PVC), idoneo ad evitare la contaminazione dei campioni prelevati. Per evitare la contaminazione tra i diversi prelievi, il recipiente per la deposizione delle carote sarà lavato, decontaminato e asciugato tra una deposizione e l'altra. Il materiale estruso sarà riposto nel recipiente in modo da poter ricostruire la colonna stratigrafica del terreno perforato.

Ad ogni manovra, sarà annotata la descrizione del materiale recuperato, indicando colore, granulometria, stato di addensamento, composizione litologica, ecc., riportando i dati in un apposito modulo. Tutti i campioni estratti saranno sistemati, nell'ordine di estrazione, in adatte cassette catalogatrici distinte per ciascun sondaggio, nelle quali verranno riportati chiaramente e in modo indelebile i dati di identificazione del perforo e dei campioni contenuti e, per ogni scomparto, le quote di inizio e termine del campione contenuto.

Ciascuna cassetta catalogatrice sarà fotografata, completa delle relative indicazioni grafiche di identificazione. Le foto saranno eseguite prima che la perdita di umidità abbia provocato l'alterazione del colore dei campioni estratti.

Per ogni perforo verrà compilata la stratigrafia del sondaggio stesso secondo le usuali norme AGI.

Le cassette verranno trasferite presso un deposito in luogo chiuso, e ivi conservate per rimanere a disposizione del Committente.

Al termine delle operazioni, i perfori dei sondaggi verranno chiusi in sicurezza mediante miscela cemento-bentonite per tutta la profondità, in modo da evitare la creazione di vie preferenziali per la migrazione dell'acqua di falda e di eventuali contaminanti.

Tutte le attività di perforazione saranno eseguite in campo sotto la costante supervisione di un geologo.

#### **4.2.2 Campionamento dei suoli**

Per quanto concerne le modalità e le procedure di campionamento dei terreni, andranno seguite le indicazioni fornite dal D.Lgs. 152/2006.

Per ogni posizione di prelievo, prima di definire le precise profondità di prelievo, dovrà preventivamente essere esaminato il rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni fra gli strati della sezione da campionare.

Si dovrà porre cura a che ogni campione sia rappresentativo di una e una sola unità litologica, evitando di mescolare nello stesso campione materiale proveniente da strati di natura diversa o materiale del riporto con terreno naturale.

Nello scegliere la profondità esatta alla quale prelevare il campione di terreno, si dovrà dare preferenza ai livelli di terreno a granulometria fine, in quanto questi trattengono maggiormente le sostanze contaminanti eventualmente presenti.

Ogni campione di terreno prelevato e sottoposto alle analisi sarà costituito da un campione rappresentativo dell'intervallo di profondità scelto.

Il prelievo dei campioni verrà eseguito immediatamente dopo la deposizione della carota nella cassetta catalogatrice. I campioni saranno riposti in appositi contenitori, sigillati e univocamente siglati.

In tutte le operazioni di prelievo dovrà essere rigorosamente mantenuta la pulizia delle attrezzature e dei dispositivi di prelievo, che deve essere eseguita con mezzi o solventi compatibili con i materiali e le sostanze di interesse, in modo da evitare fenomeni di contaminazione incrociata o perdita di rappresentatività del campione.

Gli incrementi di terreno prelevati verranno trattati e confezionati in campo a seconda della natura e delle particolari necessità imposte dai parametri analitici da determinare.

Il prelievo degli incrementi di terreno e ogni altra operazione ausiliaria (separazione del materiale estraneo, omogeneizzazione, suddivisione in aliquote, ecc.) dovranno essere eseguite seguendo le indicazioni contenute nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e in accordo con la Procedura ISO 10381-2:2002 *Soil Quality - Sampling - Guidance on sampling of techniques*, nonché con le linee guida del Manuale UNICHIM n° 196/2 Suoli e falde contaminati – Campionamento e analisi.

Particolare cura sarà posta al prelievo delle aliquote destinate alla determinazione dei composti organici volatili, che saranno prelevati, per mezzo di un sub-campionatore, nel più breve tempo possibile dopo la disposizione delle carote nelle cassette catalogatrici e immediatamente sigillati in apposite fiale dotate di sottotappo in teflon, in accordo con

la procedura EPA SW846 - Method 5035A-97 *Closed-System Purge-and-Trap and Extraction for Volatile Organics in Soil and Waste Samples*. Le aliquote destinate alla determinazione dei composti organici volatili saranno formate come campioni puntuali, estratte da una stessa porzione di materiale, generalmente collocata al centro dell'intervallo campionato.

Per le determinazioni diverse da quella dei composti organici volatili, il materiale prelevato sarà preparato scartando in campo i ciottoli ed il materiale grossolano di diametro superiore a circa 2 cm, quindi sottoponendo il materiale a quartatura/omogeneizzazione e suddividendolo infine in due replicati, dei quali:

1. uno destinato alle determinazioni quantitative eseguite dal laboratorio di parte;
2. uno destinato all'archiviazione, a disposizione dell'Ente di Controllo, per eventuali futuri approfondimenti analitici, da custodire a cura del Committente.

Un terzo eventuale replicato, quando richiesto, verrà confezionato in contraddittorio solo alla presenza dell'Ente di Controllo.

Per l'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili, non viene prevista la preparazione di un doppio replicato.

Le aliquote ottenute saranno immediatamente poste in frigorifero alla temperatura di 4 °C e così mantenute durante tutto il periodo di trasporto e conservazione, fino al momento dell'analisi di laboratorio.

#### ***4.2.3 Prelievo di campioni di terreno superficiale (top-soil)***

Il prelievo dei campioni di terreno superficiale sarà eseguito per mezzo di saggi, della profondità massima di 10 cm circa, eseguiti con una trivella azionata manualmente. Per ogni punto di indagine saranno operati un numero minimo di 5 saggi, disposti ai vertici ed al centro di un'area quadrata di circa 1 metro di lato.

Dalle carote ottenute, della lunghezza massima di 10 cm, verrà eliminata la cotica erbosa e il materiale risultante dalle 5 carote per ognuno dei punti di indagine sarà omogeneizzato e suddiviso mediante le usuali tecniche di quartatura/omogeneizzazione e suddividendolo infine in due replicati come descritto nel paragrafo precedente.

## **5 METODI PER LE ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO**

Le analisi chimiche verranno effettuate adottando metodiche analitiche ufficiali UNICHIM, CNR-IRSA e EPA o comunque in linea con le indicazioni del D.Lgs. 152/2006, anche per quanto attiene i limiti inferiori di rilevabilità strumentale che, per i campioni di terreno, saranno pari ad almeno 1/10 delle CSC previste per i siti ad uso industriale/commerciale (Colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06).

**ALLEGATO 1**

**CESI S.p.A.**

**estratto dal Rapporto A3/028780**

*Tavola XII*

*Ricostruzione delle sezioni idrogeologiche del sito*

*Tavola XIV*

*Livello statico della falda semiconfinata, misura del giorno 19/05/2003*

**Tot. pagg. 3**



**ALLEGATO 2**

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

*Ex Centrale Termoelettrica "Tifeo" di Augusta (SR) – Piano delle demolizioni  
(Aggiornamento).*

**Tot. pagg. 24**