

COMMITTENTE:



APPALTATORE A.T.I.



(Capogruppo Mandataria)

ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A. (Mandante)

ESIM S.r.l. (Mandante)

ALPITEL S.p.A. (Mandante)

ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l. (Mandante)

**LINEA PALERMO-MESSINA RADDOPPIO FIUMETORTO-CEFALÙ-CASTELBUONO
TRATTA OGLIASTRILLO-CASTELBUONO**

PROGETTO COSTRUTTIVO

**PIANO DI INDAGINE AMBIENTALE PER LA
DEFINIZIONE DEI VALORI DI FONDO NATURALE
DEL SITO DI UTILIZZO LUOGO MARCHESE**

Codice Elaborato

COMMESSA LOTTO FASE ENTE OPERA DISCIPLINA TIPO Progr. REV.

RS01 20 C ZZ RHIM 00 03 006 A

Scala:

-

File: RS0120CZZRHIM0003006A.pdf

Formato: pdf

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A	Dicembre 2020	PIANO DI INDAGINE			

PROGETTAZIONE:

APPROVAZIONI:

Committente

TOTO COSTRUZIONI S.p.A.

Viale Abruzzo, 410 66100 CHIETI (CH)



ELABORATO

Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del sito di utilizzo “Luogo Marchese”

L’Estensore dell’Elaborato
Servizi Tecnici - Giglio S.r.l.
Dott. Giandomenico Nardone

Il Direttore Tecnico
Giglio S.r.l.
Dott. Filippo Giglio

I emissione - 13 novembre 2020

II emissione - 20 novembre 2020

III emissione - 21 dicembre 2020



INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL LAVORO	8
2.1	Normativa di riferimento	10
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	12
3.1	Inquadramento geografico	12
3.2	Aspetti geologici	18
3.3	Aspetti agronomico-naturalistici	20
4	RACCOLTA E ORGANIZZAZIONE DATI.....	21
5	PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI.....	23
5.1	Piano di indagini	23
5.2	Rete di realizzazione interventi diretti (sondaggi)	24
5.2.1	Ubicazione punti di sondaggio	31
6	ATTIVITA' DI INDAGINE IN SITU.....	32
6.1	Indagini indirette	32
6.2	Esecuzione delle indagini dirette	32
6.2.1	<i>Posizionamento dei punti ed esecuzione dei sondaggi</i>	<i>32</i>
6.2.2	<i>Modalità Esecutive Carotaggio</i>	<i>32</i>
6.2.3	<i>Utensili per la perforazione</i>	<i>34</i>
6.2.4	<i>Altri utensili e attrezzatura</i>	<i>35</i>
6.2.5	<i>Cassette catalogatrici</i>	<i>35</i>
6.2.6	<i>Rivestimento provvisorio.....</i>	<i>36</i>
6.2.7	<i>Pulizia del fondo foro</i>	<i>36</i>
6.2.8	<i>Ripristino dei luoghi</i>	<i>36</i>
6.3	Campionamento terreno profondo	36
6.4	Registrazione modalità di campionamento	41
6.5	Modalità di imballaggio, trasporto e conservazione dei campioni	41



Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del sito di utilizzo “Luogo Marchese”

6.5.1	<i>Imballaggio</i>	41
6.5.2	<i>Trasporto</i>	42
6.5.3	<i>Conservazione</i>	42
7	ATTIVITA' EX SITU	44
7.1	Analisi chimico-fisica sui campioni di terreno	45
8	GESTIONE DEI RISULTATI	47
9	GESTIONE DEI RIFIUTI	52



1 PREMESSA

Il tema del fondo naturale affrontato dal DM 161/12 è relativo ai casi in cui, per fenomeni di origine naturale, siano superate le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Il successivo Dpr 120/17 precisa, inoltre, che il tema citato interessa indistintamente i cantieri di grandi dimensioni (art. 11), di piccole dimensioni (art. 20, c.2) e di grandi dimensioni non sottoposte a VIA o AIA (art. 22 che rimanda all'art.20).

Si definisce l’**“ambito territoriale con fondo naturale”** quale *“porzione del territorio geograficamente individuabile in cui può essere dimostrato che un valore di concentrazione di una o più sostanze nel suolo, superiore alle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V della parte IV del decreto legislativo 23 aprile 2006, n. 152 sia ascrivibile a fenomeni naturali legati alla specifica pedogenesi del territorio stesso, alle sue caratteristiche litologiche e alle condizioni chimico fisiche presenti”*.

Nella determinazione dei valori di fondo naturale (VFN) si ravvisa esigenza che i valori di fondo che sostituiscono le CSC devono essere desunti da un contesto naturale “locale” il più possibile vicino a quello della matrice terre e rocce di cui costituisce il riferimento. D'altra parte, il significato fisico del fondo naturale implica che il suo indicatore (o valore di fondo) debba comprendere la naturale variabilità delle matrici ambientali su scala più ampia rispetto ad un immediato “intorno” al sito/matrice di interesse. Questo anche per evitare che a due siti



(distinti nel solo senso “amministrativo”) contigui e geologicamente uniformi, facciano riferimento diversi valori di fondo.

Le linee guida sull’applicazione della disciplina per l’utilizzo delle terre e rocce da scavo (delibera del consiglio SNPA, Seduta del 09/05/2019. Doc. 54/19) per lo svolgimento del procedimento delineano un percorso tecnico-amministrativo che può essere condotto con la successione di fasi indicata di seguito.

1. il produttore, avendo rilevato superamenti delle CSC di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 nella fase di caratterizzazione dei materiali, dopo aver proceduto alla segnalazione ai sensi dell’art. 242 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, richiede all’ARPA territorialmente competente un incontro tecnico, nel quale presenta e illustra i dati a disposizione. Nel corso dell’incontro si condividono le linee essenziali del modello concettuale sulla base del quale viene definito il Piano di indagine;
2. il produttore, sulla base di quanto definito con le modalità di cui al p.to precedente, predispone una proposta di Piano di indagine, che sottopone all’ARPA;
3. se ritenuto adeguato, il Piano è trasmesso formalmente, e il produttore ne dà esecuzione, informando l’ARPA del programma di campionamenti. L’ARPA, valutandone caso per caso la necessità, partecipa alla campagna di campionamenti, prelevando, se del caso, uno o più campioni di controllo;
4. il produttore, in esito ai risultati degli studi e delle analisi effettuate, trasmette la relazione conclusiva;



5. l'ARPA verifica l'adeguatezza quali/quantitativa dei dati presentati e la coerenza delle conclusioni ottenute, e definisce i valori di fondo naturale.

Qualora si intenda utilizzare il materiale scavato in un sito diverso da quello di produzione, saranno contestualmente coinvolte, in ogni fase del procedimento, sia l'agenzia territorialmente competente del sito di produzione che quella del sito di destinazione (se diverse). Eventuali superamenti delle CSC saranno comunicati agli enti competenti ai sensi dell'art. 242 o 245 (*“Obblighi di intervento e di notifica da parte dei soggetti non responsabili della potenziale contaminazione”*) qualora ne ricorrano le condizioni.

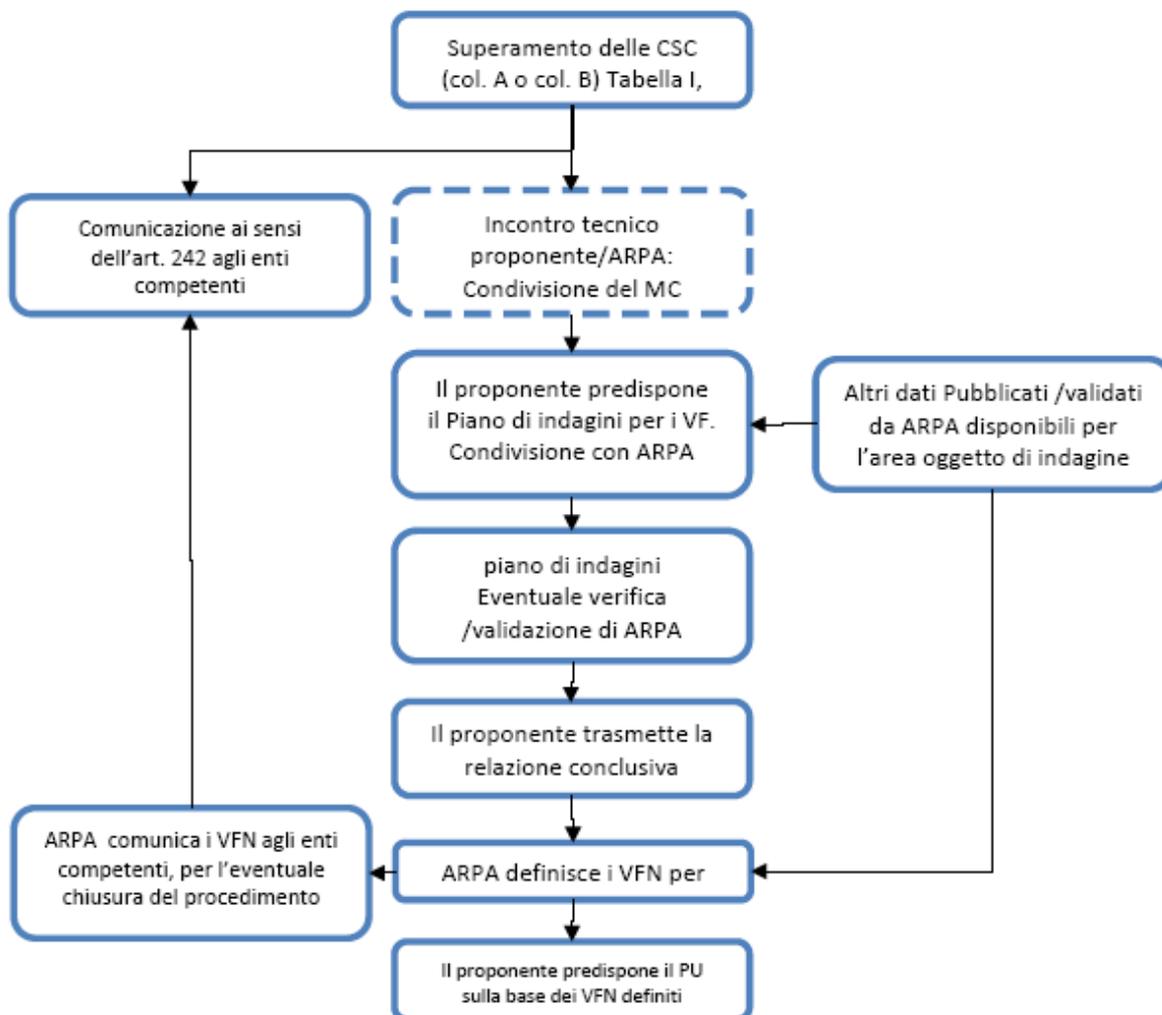


Figura 1. Schema logico per la determinazione dei valori di fondo



2 SCOPO DEL LAVORO

Il presente elaborato viene redatto, ai fini di una ottimale e conforme gestione dei siti di destinazione finale, in relazione agli esiti delle caratterizzazioni ambientali dei terreni oggetto delle lavorazioni, nell’ambito dell’aggiornamento del Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo (oggi “*terre e rocce da scavo*”) relativo ai lavori di costruzione del *Raddoppio ferroviario della Tratta Ogliastrillo-Castelbuono della Linea Palermo-Messina*, predisposto ai sensi del D.M. 161/12, approvato con determina DVADEC-2015-0000206 del 22/06/2015 della Direzione Generale per le Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali del Ministero dell’Ambiente – MATTM. Esso descrive in dettaglio i criteri da adottare e le attività che si intende porre in essere per la determinazione dei **valori di fondo naturale** per il sito denominato “Luogo Marchese” individuato come possibile sito di utilizzo da inserire nella variante del Piano di Utilizzo dei materiali da scavo relativo ai lavori di costruzione della *Raddoppio ferroviario della Tratta Ogliastrillo-Castelbuono della Linea Palermo-Messina*.

L’esigenza della definizione dei valori di fondo naturale per il sito in questione nasce dai peculiari risultati ottenuti in fase di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo inserite nel Piano di Utilizzo. In siffatto contesto, infatti, è stato in più occasioni accertato che in corrispondenza dei terreni appartenenti all’Unità del *Flysch Numidico* che caratterizzano la geologia sia della citata linea ferroviaria da realizzarsi che del territorio circostante, si riscontra la presenza di sostanze idrocarburiche (analiticamente determinate come “*Idrocarburi pesanti C10-C40*”) con concentrazioni superiori ai limiti tabellari, fenomeno quest’ultimo riscontrato su diverse porzioni di territorio e a profondità diverse.

Essendo anche nuovo sito di destinazione finale dei materiali da scavo denominato “Luogo Marchese” ricadente all’interno dell’unità geologica del *Flysch Numidico*,



L’attuazione del presente Piano ha lo scopo di verificare la compatibilità ambientale tra i materiali da scavo prodotti in fase di realizzazione dell’opera e il sito di utilizzo in questione, il tutto nel rispetto delle procedure previste dall’assetto tecnico normativo di settore.

Infatti, la problematica della determinazione dei valori di fondo (VF) nei suoli e nelle acque sotterranee è più volte richiamata dal dettato normativo ambientale italiano, in quanto essi possono costituire dei valori di riferimento da cui dipende la gestione operativa delle matrici ambientali interessate.

Nel dettaglio, gli ambiti considerati per la determinazione e l’applicazione dei VF nei suoli e nelle acque sotterranee, così come richiamati nella normativa, comprendono:

- terre e rocce da scavo
- siti contaminati
- piani di gestione dell’inquinamento diffuso
- protezione dei corpi idrici sotterranei dall’inquinamento e dal deterioramento

Con l’obiettivo di armonizzare le diverse procedure e problematiche locali, il Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente ha emanato il documento “**LINEE GUIDA PER LA DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO PER I SUOLI E PER LE ACQUE SOTTERRANEE**” DOC. N.20/17. Dette linee guida abbracciano tutti i campi di intervento citati e vengono schematizzati nella figura di seguito riportata.





Nel rispetto delle Linee guida citate e tenendo conto della normativa di riferimento di seguito riportata è stato predisposto il presente elaborato finalizzato alla determinazione dei **valori di fondo naturale** per il sito denominato “Luogo Marchese”.

2.1 Normativa di riferimento

- D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”. Parte IV “Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati”
- Art. 3 del d.l. 25 gennaio 2012, n. 2 (convertito con l. 24 marzo 2012, n. 28 e s.m.i.) “Interpretazione autentica dell’art. 185 del decreto legislativo n. 152 del 2006, disposizioni in materia di matrici materiali di riporto ed ulteriori disposizioni in materia di rifiuti”;
- Decreto del Ministero dell’Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10 agosto 2012, n. 161 Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e rocce da scavo;
- DPR 13 giugno 2017, n. 120 “Riordino e semplificazione della disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo. Attuazione articolo 8, D.l n. 133/2014. Abrogazione DM 161/2012. Modifica art. 184bis, D.lgs. 152/06”
- Art. 41 (commi 3-bis e 3-ter) del d.l. 21 giugno 2013, n. 69 e relativa legge di conversione 9 agosto 2013, n. 98 (materiali da scavo provenienti da miniere dismesse all’interno di Siti di Interesse Nazionale);
- Art. 34 (commi 7, 8, 9 e 10) del d.l. 12 settembre 2014, n. 133 (c.d. “Sblocca Italia”).
- D.lgs. 16 gennaio 2008 n.4 art. 2 comma 43 (collegato del Dlgs 152/2006 Parte IV Titolo 5): prevede valori superiori alle CSC per la bonifica delle acque sotterranee in caso di fondo naturale più elevato o di modifiche allo stato



originario dovute all'inquinamento diffuso, ove accertati o validati dall'Autorità pubblica competente.

- Le linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo (delibera del consiglio SNPA, Seduta del 09/05/2019. Doc. 54/19);
- Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati -APAT Manuali e linee guida 43/2006-

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 Inquadramento geografico

L'area oggetto di indagine per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale e individuata per la destinazione delle terre e rocce da scavo denominata “Luogo Marchese” si inquadra all'interno dell'area di competenza del Comune di Pollina (PA). Le figure seguenti mostrano un inquadramento a grande scala e uno stralcio planimetrico dell'area a scala minore.

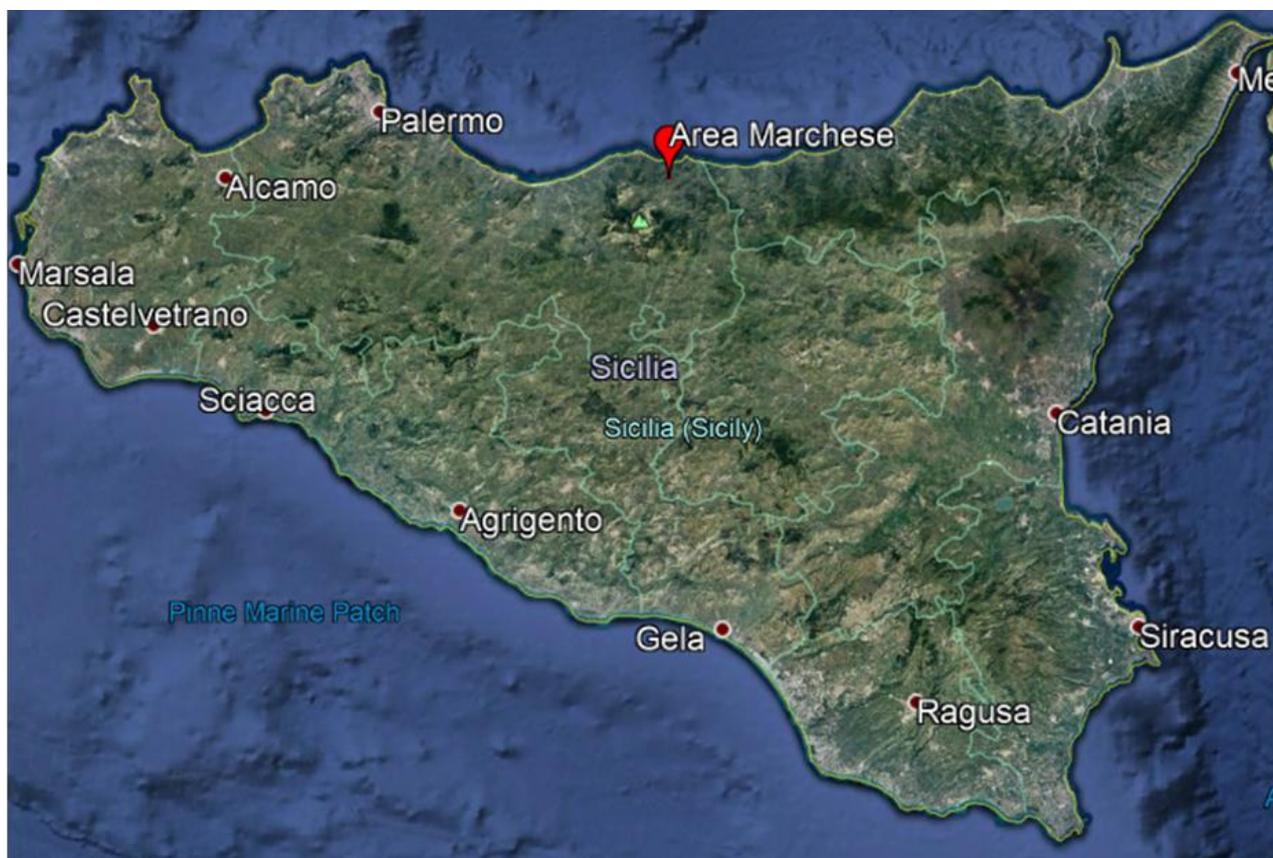


Figura 2: Inquadramento a piccola scala

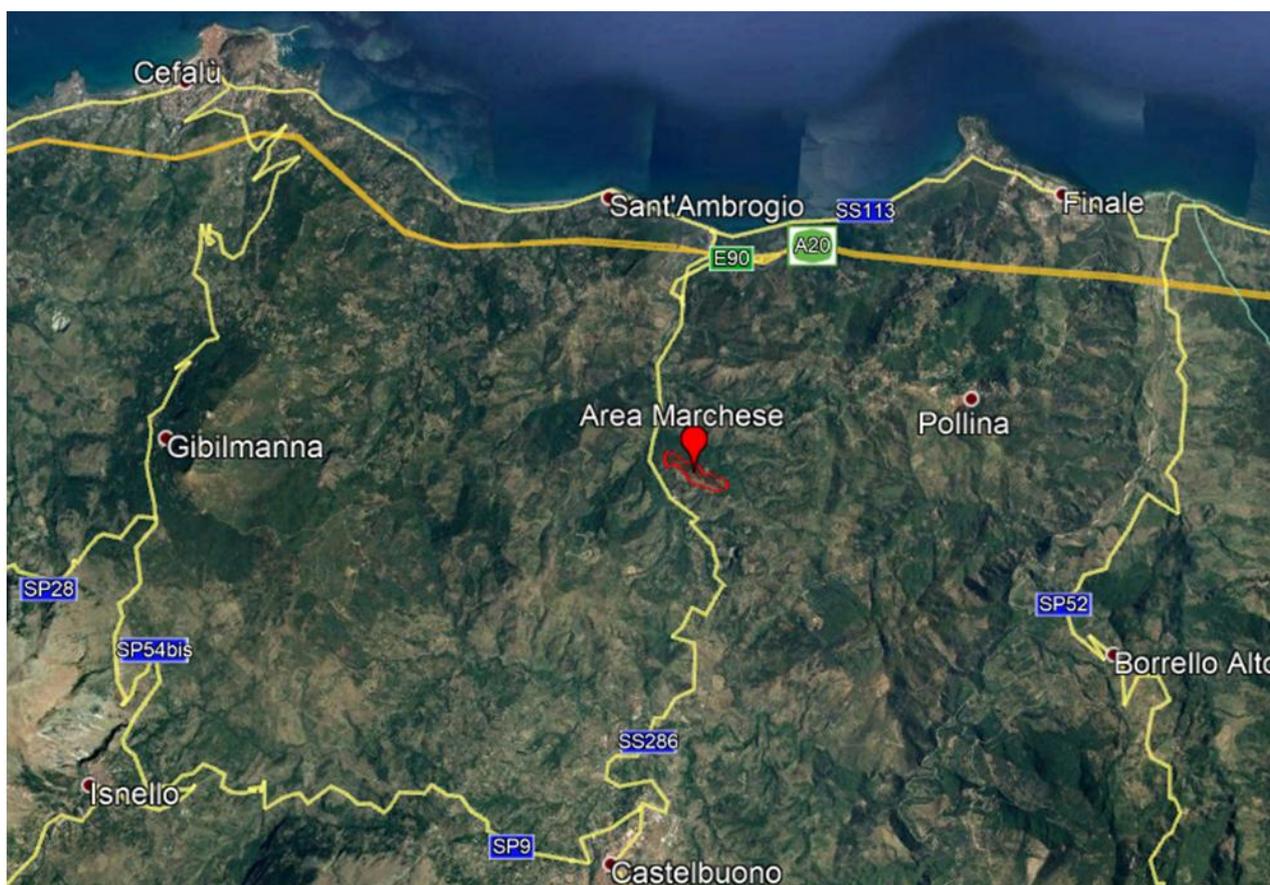


Figura 3: inquadramento dell'area a media scala

Le coordinate UTM baricentriche del sito (zona 33 S) risultano essere:

421147 m E 4204298 m N.

Il sito si trova ubicato in vicinanza della SS 286 e, inoltre, entro un raggio di 10 km dallo stesso, si trovano:

- Il centro abitato di Sant’Ambrogio, fraz. di Cefalù (PA), 4 km verso nord;
- Il centro abitato di Finale di Pollina, fraz. di Pollina (PA), 6,5 km verso nord-est;
- Il centro abitato di Pollina, 4 km verso est;
- Il centro abitato di Castelbuono (PA), 5,5 km verso sud;
- Il centro abitato di Isnello (PA), 9,5 km verso sud-ovest;
- Il centro abitato di Cefalù (PA), 9 km verso nord-ovest.



La zona circostante il sito è caratterizzata dall'assenza pressoché totale di urbanizzazione, fatte salve le vie di comunicazione ed alcuni edifici sparsi con carattere rurale. L'utilizzo del suolo è per lo più boschivo o semi-boschivo e macchia mediterranea con presenza saltuaria di aree destinate a pascoli e colture quali vigneti e oliveti.

Dal punto di vista naturalistico, si segnala la presenza delle seguenti zone di interesse:

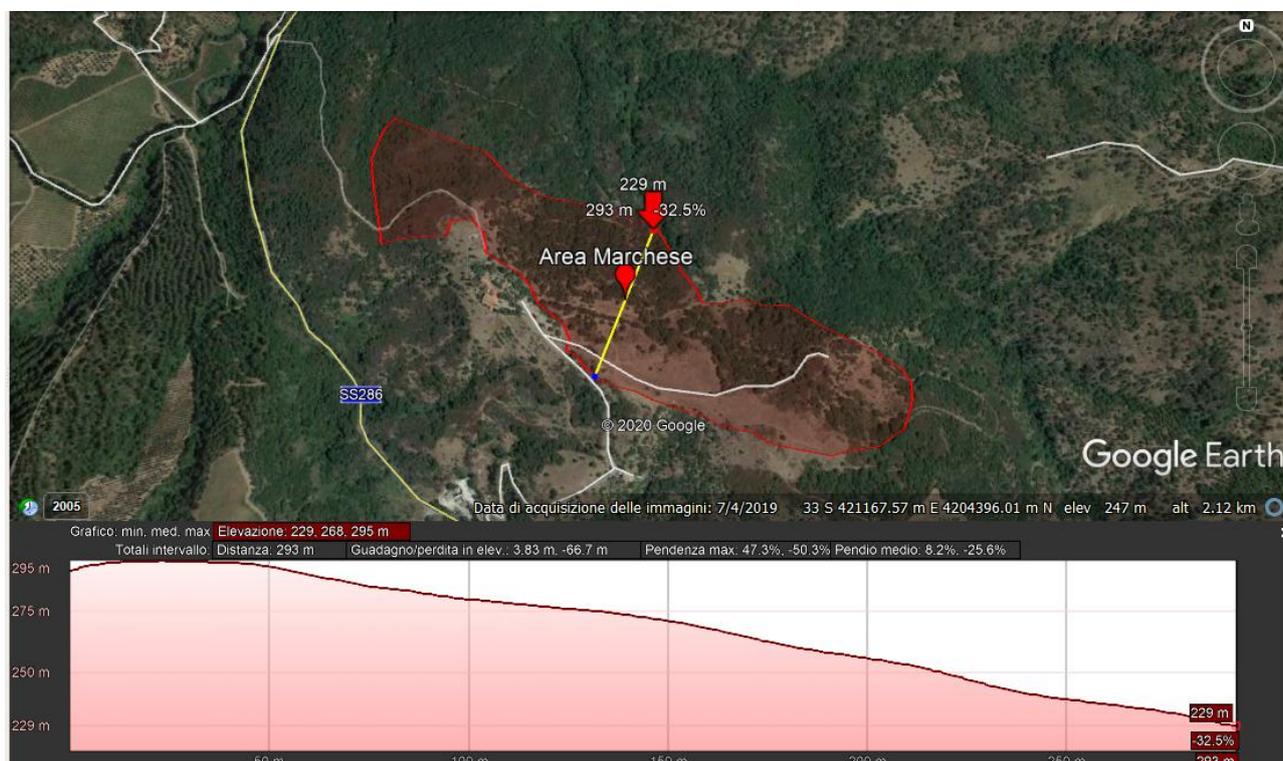
- ZPS “Parco delle Madonie” – ITA020050 – 400 m a nord;
- SIC “Sugherete di Contrada Serradaino” – ITA020038 – 3 km a nord-est;
- SIC “Foce del fiume Pollina” – ITA020018 – 7 km a est;
- SIC “Boschi di San Mauro Castelverde” – ITA020003 – 5 km a sud-est;
- SIC “Querceti sempreverdi di Geraci Siculo e Castelbuono” – ITA020020 – 9 km a sud;
- SIC “Complesso di Pizzo Dipilo e Querceti su calcare” – ITA020017 – 6,5 km a sud-ovest;
- SIC “Boschi di Gibilmanna e Cefalù” – ITA020002 – 2,5 km a ovest;
- SIC “Rocca di Cefalù” – ITA020001 – 8,5 km a nord-ovest;



Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del sito di utilizzo “Luogo Marchese”

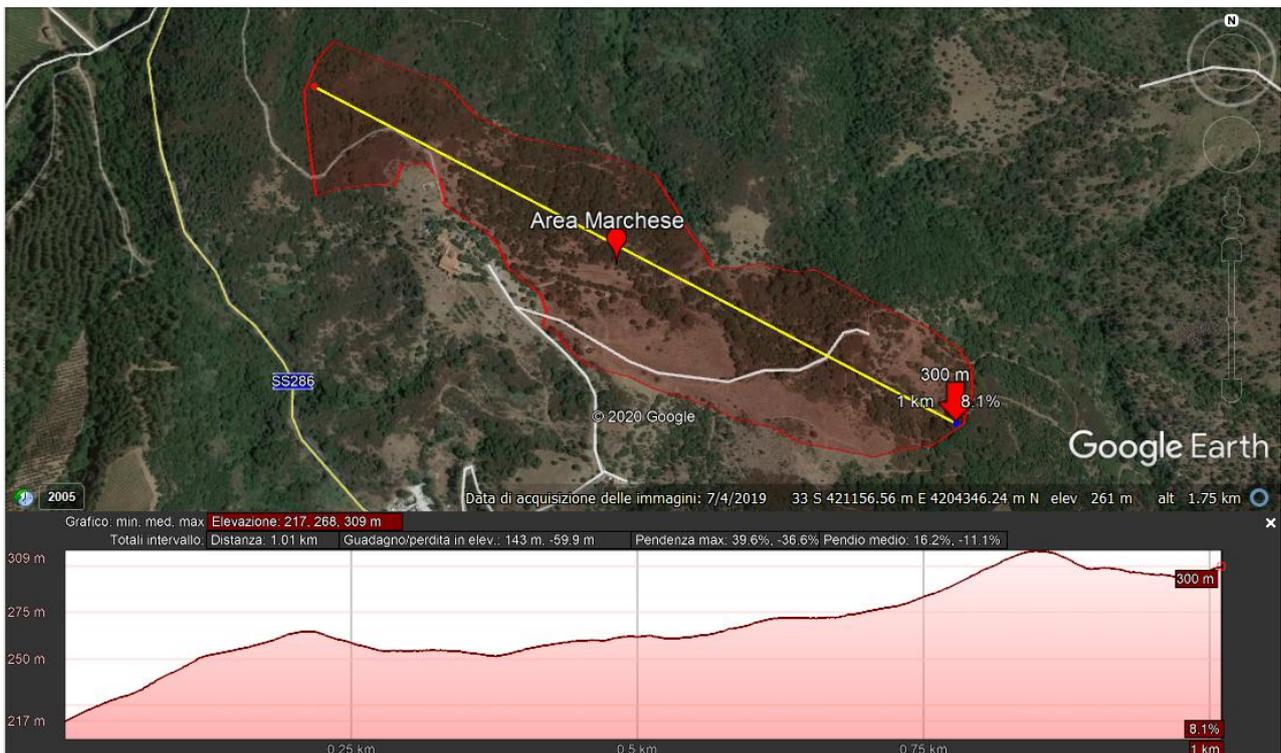
L'area, sub-pianeggiante nella parte sommitale, degrada leggermente in direzione nord, facendo sì che le acque meteoriche raggiungano il Vallone Marchese, il quale convoglia tali acque di ruscellamento nel Torrente Malpertugio, un corso d'acqua a carattere stagionale che lambisce il piede del rilievo sul quale si trova l'area e che sfocia nel Mar Tirreno alcuni chilometri più a nord.

Il sito è caratterizzato da pendenze non eccessive, con medie comprese tra il 10 e il 25% a seconda della direzione considerata. Le quote sono comprese tra ca. 220 e 310 m s.l.m.m.





Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del sito di utilizzo "Luogo Marchese"





3.2 Aspetti geologici

Per gli aspetti geologici si rimanda all'elaborato denominato **RELAZIONE GEOLOGICA “Progetto di rimodellamento ambientale sito in Pollina (PA) C.da Canne Masche snc, zona E del P.R.G. vigente Foglio 23 part. 6-41-28-7-82-8, Foglio 28 part. 70-5-6-80-72-81, realizzato mediante i materiali da scavo provenienti dai lavori per il raddoppio ferroviario della tratta Ogliastrillo-Castelbuono della linea Palermo – Messina”** che si allega al presente elaborato e di cui si riporta di seguito lo stralcio delle conclusioni.

[...] *Lo studio geologico redatto a supporto del “Progetto esecutivo di rimodellamento ambientale di un terreno sito in località C.da Canne Masche nel territorio comunale di Pollina” ha consentito di verificare le caratteristiche di tipo geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico del sito in esame. Il progetto prevede una riconfigurazione della morfologia dei luoghi ottenuta mediante l’apporto dei materiali provenienti dagli scavi per il raddoppio della tratta Ogliastrillo-Castelbuono della linea Palermo-Messina; il rimodellamento sarà eseguito nel rispetto del ruscellamento superficiale e subsuperficiale, tramite la realizzazione di rilevati con scarpate rinforzate ed inerbite mediante le più diffuse tecniche di ingegneria naturalistica. Il sito sarà, infine, rinaturalizzato con la piantumazione di specie vegetazionali caratteristiche della zona. La stratigrafia locale è stata ricavata da una campagna di indagini geognostiche (carotaggi e prospezioni sismiche) la cui ubicazione è presente nella “planimetria delle indagini” allegata al presente studio. Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni sono stati utilizzati i risultati delle prove di laboratorio geotecnico a cui sono stati sottoposti i campioni prelevati durante le perforazioni. In seguito alle argomentazioni presentate nei paragrafi precedenti si espongono le seguenti conclusioni:*

- *Dal punto di vista geologico il sito è caratterizzato da affioramenti di terreni di natura argillosa che caratterizzano la litofacies pelitica del complesso del Flysch Numidico.*



- *L'analisi e la comparazione tra le colonne stratigrafiche, congiuntamente ai risultati delle prove di laboratorio geotecnico e le indagini sismiche, hanno consentito di effettuare una dettagliata caratterizzazione litotecnica dei terreni (cap. 7).*
- *I parametri geotecnici ricavati dalle prove di laboratorio sono stati utilizzati come dati di input per l'esecuzione di verifiche di stabilità del pendio ante-operam e post-operam. Tali verifiche, condotte su diverse sezioni di progetto, hanno evidenziato valori del coefficiente di sicurezza maggiori di 1.2. I calcoli sono presentati nella relazione specialistica che costituisce un singolo elaborato.*
- *Ai sensi delle N.T.C. 2018 (Tab. 3.2 III) l'area appartiene alla categoria T2 “Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ”.*
- *L'area risulta stabile e non interessata da fenomeni gravitativi.*
- *Nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Art. 1 D.L. 180/98 convertito con modifiche con la L. 267/98 e ss.mm.ii., redatto dall'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, non sono evidenziate, nell'area in studio, zone con livello di pericolosità e rischio legato a fenomeni franosi, a dissesti ed esondazioni. Si allegano, a tal proposito, gli stralci della carta dei dissesti e della carta della pericolosità e del rischio idrogeologico, entrambe in scala 1:10.000, pubblicate sul sito internet <http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/>. Anno 2006.*
- *In ottemperanza alle direttive delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 sono state eseguite prospezioni sismiche attive (MASW) e passive (HVSR) per la caratterizzazione sismica dei terreni. In base alla classificazione prevista dalla suddetta norma, il tipo di suolo ricade nella categoria B di sottosuolo di fondazione: $V_{s,eq} \approx 420$ m/s.*
- *Per quanto riguarda la valutazione delle pericolosità sismiche non si riscontra nessun particolare elemento di rischio che possa comportare un'amplificazione delle onde sismiche locali né, tantomeno, che possa creare nel sottosuolo fenomeni di liquefazione.*
- *L'area non ricade in zone SIC e ZPS.*



3.3 Aspetti agronomico-naturalistici

Per gli aspetti agronomico-naturalistici si rimanda all'elaborato denominato **RELAZIONE AGRONOMICA – NATURALISTICA Progetto di rimodellamento ambientale sito in Pollina (PA) C.da Canne Masche snc, zona E del P.R.G. vigente Foglio 23 part. 6-41-28-7-82-8, Foglio 28 part. 70-5-6-80-72-81, realizzato mediante i materiali da scavo provenienti dai lavori per il raddoppio ferroviario della tratta Ogliastrillo-Castelbuono della linea Palermo – Messina** redatto per conto dell'azienda Agricola Luogomarchese S.R.L. dal dott.Agr.mo Cirrito Nico che si allega al presente elaborato e di cui si riporta di seguito lo stralcio delle conclusioni.

[...] La presente relazione mette in evidenza l'assenza di particolari ostacoli vincolistici e di impatto ambientale sulla flora e la fauna, in quanto prevede a completamento dell'opera una rinaturalizzazione del sito con l'apporto di essenze arboree vegetali autoctone carenti in questo momento, con il raggiungimento del climax (stadio finale dell'evoluzione di un ecosistema in una successione ecologica, che se le condizioni ambientali rimangono stabili è in grado di autoperpetuarsi nel tempo).

Inoltre il trasporto in altri siti distanti al luogo di produzione dei materiali di scavo del raddoppio ferroviario aumenterebbe notevolmente le emissioni di CO2 ad opera dei mezzi di trasporto e andrebbe ad appesantire di molto il traffico viario sulle strade statali principali della rinomata località turistica cefaludese.

Pertanto una volta realizzato il rimodellamento verranno attivati dei percorsi con sentieri naturali all'interno del neo bosco per la fruizione turistica e didattica ad opera della odierna richiedente struttura agrituristica Tenuta Luogomarchese.



4 RACCOLTA E ORGANIZZAZIONE DATI

In fase di caratterizzazione preliminare delle aree sul sito di destinazione finale oggetto della presente indagine per la determinazione dei valori di fondo sono stati realizzati n.3 sondaggi ambientali finalizzati ad indagare suolo e sottosuolo.

La distribuzione dei sondaggi ha interessato un'area ridotta rispetto all'area complessiva, tuttavia, i dati ottenuti nella fase preliminare saranno utilizzati per integrare i dati ottenuti in questa fase di determinazione dei valori di fondo naturale.

Si riportano di seguito una planimetria generale e le coordinate dei punti in cui sono stati realizzati i 3 sondaggi preliminari.





Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del sito di utilizzo “Luogo Marchese”

Nome sondaggio	Est	Nord
SA1	420981.26	4204308.99
SA2	421429.31	4204247.47
SA3	420892.83	4204471.49

In fase di realizzazione della rete di campionamento è stato tenuto conto della posizione dei sondaggi già realizzati in fase preliminare, pertanto, gli stessi sono stati inclusi nel grigliato 100m x 100m come meglio dettagliato nei successivi paragrafi.

Il dettaglio dei risultati analitici di cui ai rapporti di prova n. 2138218-001÷018 e le relative stratigrafie sono riportate in allegato al presente documento.



5 PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI

5.1 Piano di indagini

In riferimento a quanto previsto dalle norme tecniche prese in considerazione per la redazione del presente piano di indagini ambientali, l'intervento prevede un set di attività di indagine da eseguirsi *in situ* (realizzazione sondaggi, prelievo campioni, ecc.) e un set di indagini da eseguirsi *ex situ* (analisi chimico fisica dei campioni, interpretazione dei dati, ecc.).

INDAGINI DA ESEGUIRSI IN SITU

A. Interventi diretti

- i. Indagini indirette finalizzate allo studio del sottosuolo;
- ii. Realizzazione di **N° 16 sondaggi** di tipo ambientale a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 20 metri da p.c. al fine di indagare uno spessore significativo del sottosuolo compatibilmente con l'attendibilità delle caratteristiche ambientali dei campioni prelevati (profondità maggiori comportano l'esigenza di ricorrere a modalità operative che aumentano il rischio di fenomeni di contaminazione dei campioni per effetto delle stesse operazioni di sondaggio e prelievo (cross-contamination)). A questi sondaggi sono da sommare i 3 sondaggi già realizzati in fase di indagine preliminare;



B. Campionamento

- i. Prelievo di n° 48 campioni di suolo profondo (3 campioni per sondaggio per un totale di 19 sondaggi, 16 da realizzarsi ex novo e 3 da reperire dai esistenti);

INDAGINI DA ESEGUIRSI EX SITU

A. Attività di laboratorio

- i. Esecuzione delle analisi di laboratorio su 48 campioni di suolo e sottosuolo (3 campioni per sondaggio per un totale di 16 sondaggi);

5.2 Rete di realizzazione interventi diretti (sondaggi)

La rete di campionamento proposta e progettata è stata realizzata sulla scorta:

- A. Dai risultati ottenuti in fase di indagine preliminare con particolare riferimento ai 3 sondaggi realizzati all'interno dell'area Luogo Marchese;
- B. Delle dimensioni dell'area interessata dalle successive attività di rimodellamento fondiario con materiali da scavo provenienti dalle opere in progetto. Nel suo complesso, come meglio descritto in seguito, l'area interessata dal rimodellamento si estende per circa 18 ettari in un contesto geomorfologico sub-pianeggiante;
- C. Dell'analisi delle attività tecnico-analitiche condotte in precedenza sul sito, svolte quali prime indagini preliminari;
- D. Dalle possibili interazioni tra le eventuali attività esistenti sul territorio e l'indotto che se ne crea.
- E. Dalla storiografia del sito del sito che mette in evidenza una sostanziale continuità di utilizzo caratterizzato dall'assenza pressoché totale di urbanizzazione e un uso del suolo per lo più boschivo o semi-boschivo e

macchia mediterranea con presenza saltuaria di aree destinate a pascoli e colture quali vigneti e oliveti.

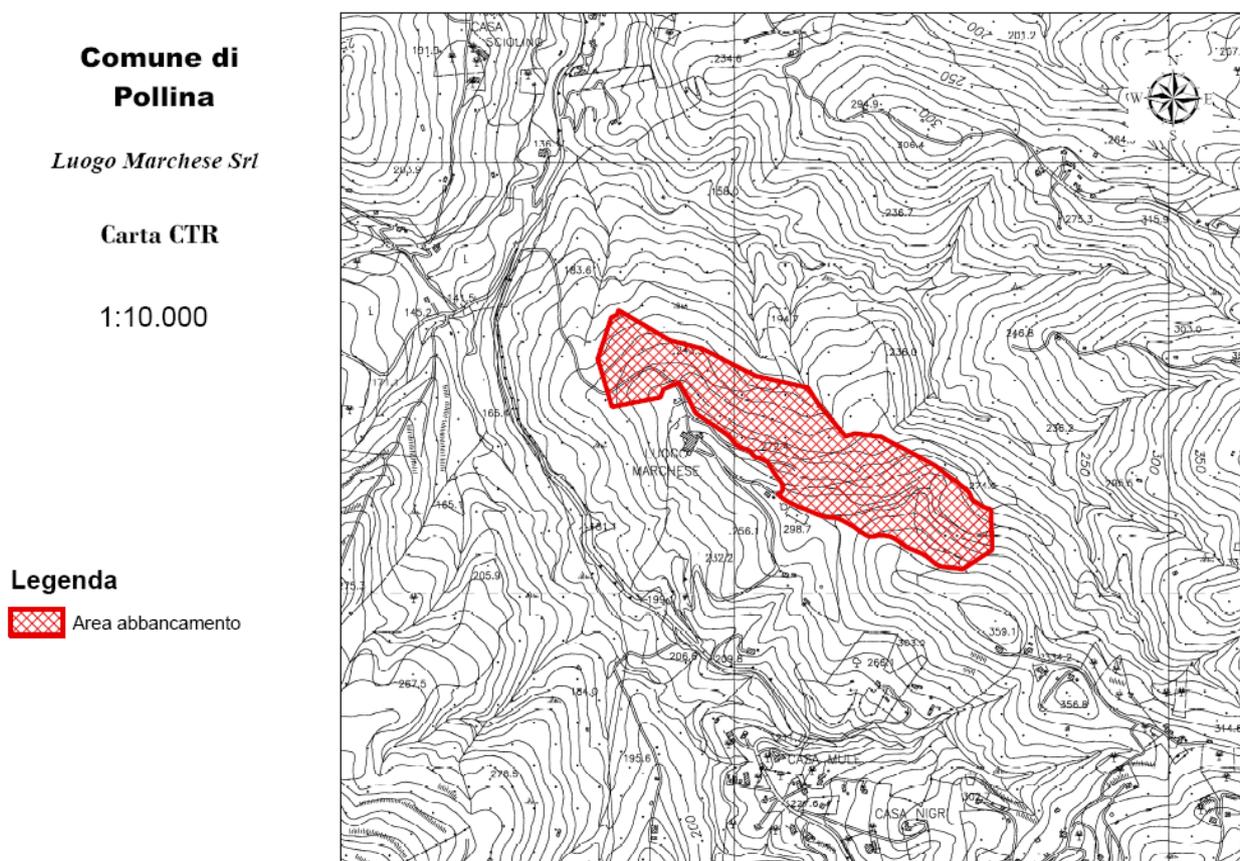


Figura 6. Definizione Areale dell'area oggetto di indagine – CTR

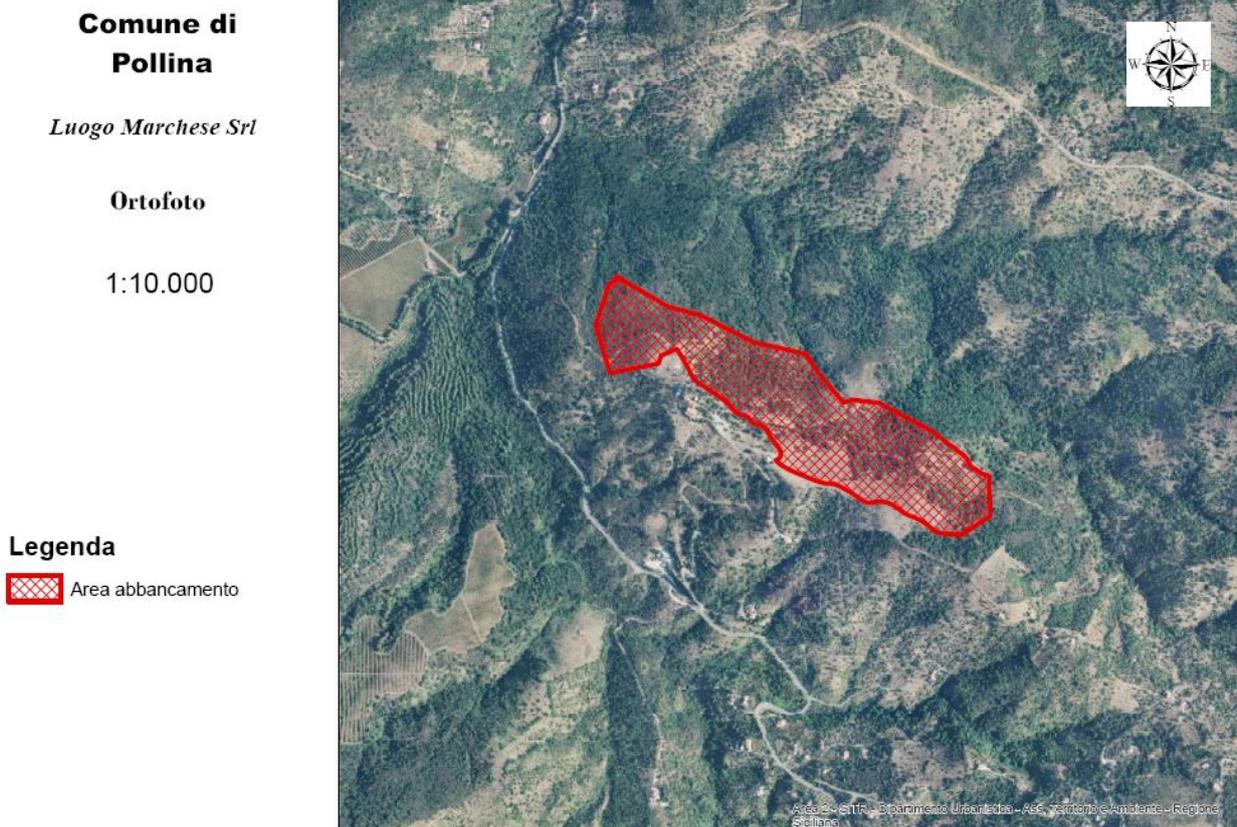


Figura 7. Definizione Areale dell'area oggetto di indagine – Ortofoto

Per definire i punti di sondaggio quindi i punti di prelievo campioni, è stata georeferenziata una cartografia di riferimento (sistema di riferimento: Datum WGS 84, coordinate UTM Fuso 33S) il cui centroide lo si può ubicare alle coordinate 421120 E e 4204339 N.

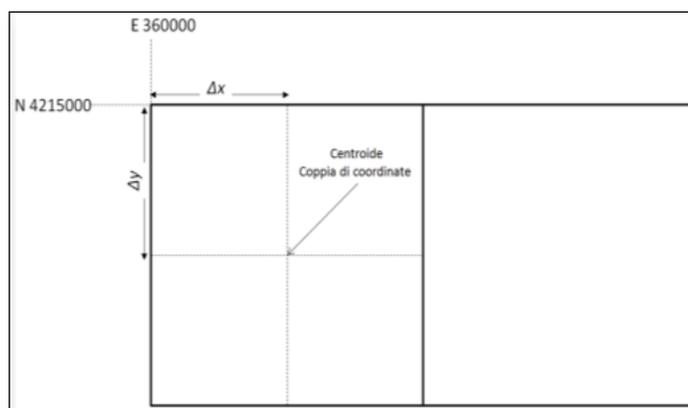
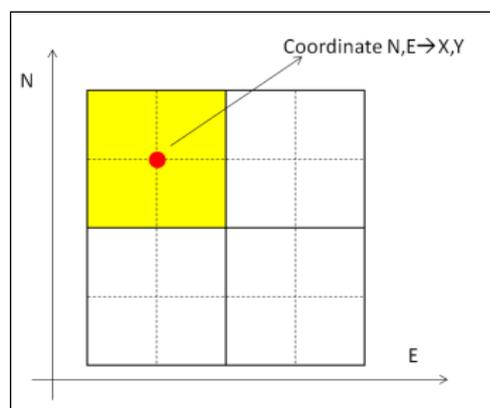
Alla cartografia di base, quindi, all'area di indagine è stato sovrapposto un reticolato geografico progettato con passo costante di maglia pari a 100 metri di lato. Le dimensioni della maglia sono state scelte in funzione di quanto indicato dall'allegato 2 art.8 del DPR 120/17 che di quanto indicato dal Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati –APAT Manuali e linee guida 43/2006- che fornisce le seguenti indicazioni “*Nel caso in cui si proceda con una disposizione a griglia, il lato d'ogni maglia*



potrà variare da 25 a 100 m secondo il tipo e le dimensioni del sito oggetto d'indagine. I punti di indagine potranno essere localizzati in corrispondenza dei nodi della griglia (ubicazione sistematica) oppure all'interno di ogni maglia in posizione opportuna (ubicazione sistematica casuale), oppure posizionati casualmente all'interno delle maglie della griglia a seconda dei dati conoscitivi ottenuti dalla fase di indagine preliminare o della situazione logistica (presenza di infrastrutture, ecc.).

Il riferimento al citato manuale nasce dall'esigenza di rispettare quanto indicato per la caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo dove nell'intero assetto tecnico-normativo viene imposta la verifica del rispetto delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) ai sensi di quanto indicato dalla tabella 1 colonna A e B della parte quarta, titolo V del D.Lgs 152/06. Quindi, il richiamo alle procedure di campionamento e alle CSC previste dal Testo Unico Ambientale in riferimento alla caratterizzazione ambientale dei siti potenzialmente contaminati estende i contenuti dello stesso anche al caso della Determinazione dei Valori di Fondo Naturale, irrobustendone gli approfondimenti e i risultati perseguibili.

Operativamente le citate maglie hanno permesso la suddivisione dell'area in particelle di riferimento il cui “centroide” individuato da ciascun quadrato ha rappresentato la coppia di coordinate (Nord-Est) su cui eseguire il sondaggio e il prelievo dei campioni secondo lo schema riportato.



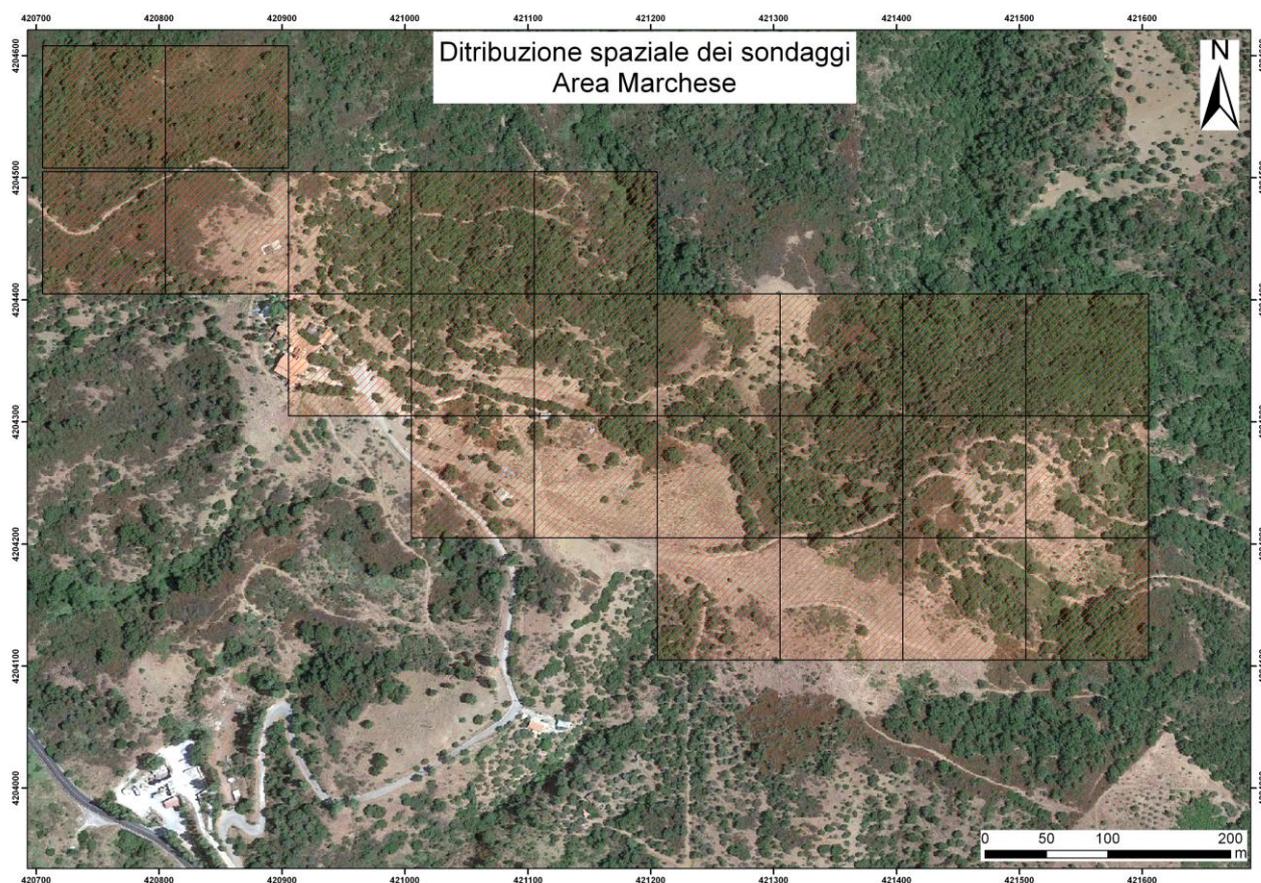


Figura 8. Dettaglio della sovrapposizione del reticolo 100x100 all'area di indagine

Dal reticolato geografico, passo 100 x 100 metri, sono state estrapolate tutte le maglie (aree unitarie) di pertinenza di ciascuna area censita.

Tale operazione permetterà di riferire i risultati ottenuti dalla caratterizzazione ambientale, in accordo al principio della relazione *causa*→*effetto*, con la presenza di ciascuna realtà naturale o eventuale criticità ambientale. Una volta ottenute le aree unitarie di campionamento è stato possibile, mediante la procedura precedentemente descritta, estrapolare tutte le coordinate dei punti in cui dovranno essere realizzati i sondaggi.

L'ubicazione dei punti di realizzazione dei sondaggi è stata operata impiegando sia la metodica della distribuzione spaziale sistematica che la metodica di ubicazione ragionata.

La distribuzione e l’ubicazione dei punti di campionamento sono state progettate con lo scopo di ottenere una copertura omogenea di tutto il territorio del quale si voglio definire i valori di fondo naturale e di giungere alla definizione spaziale degli stessi, qualora fosse confermata una situazione naturale di fondo naturale sito-specifica.

Pur mantenendo una maglia di campionamento “oggettiva”, standard e sistematica, in cui i punti ricadono all’interno delle celle del reticolo immaginario a maglia quadrata e quindi equispaziati si è seguito un metodo ragionato per lo spostamento dei punti che prevedevano sondaggi in zone non idonee alla loro realizzazione. I sondaggi ricadenti nelle celle indicate con la “X” sono stati stralciati dal piano in quanto sostituiti con i sondaggi già realizzati in fase di caratterizzazione *ante operam*.

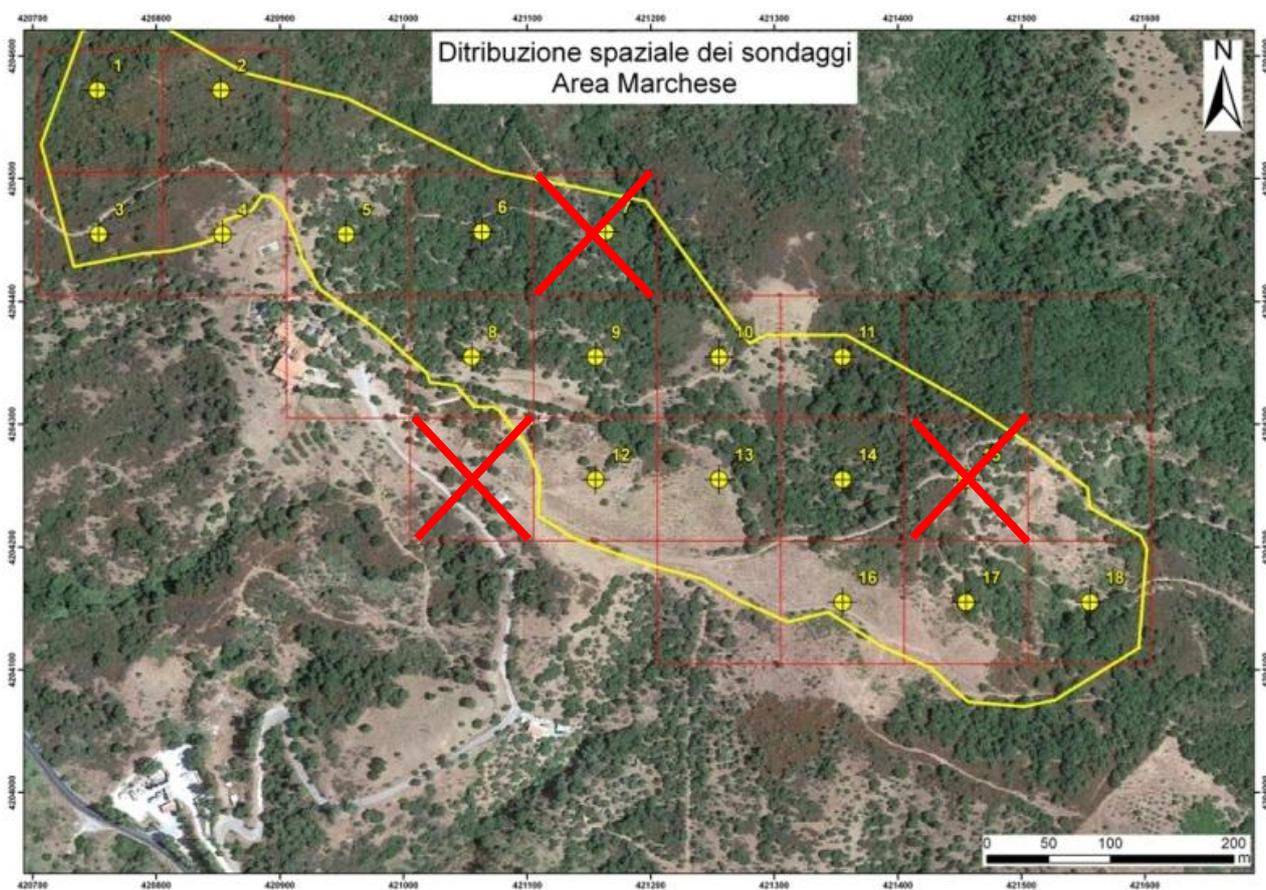


Figura 9. Distribuzione spaziale dei punti di realizzazione dei sondaggi su foto satellitare (fonte google earth)

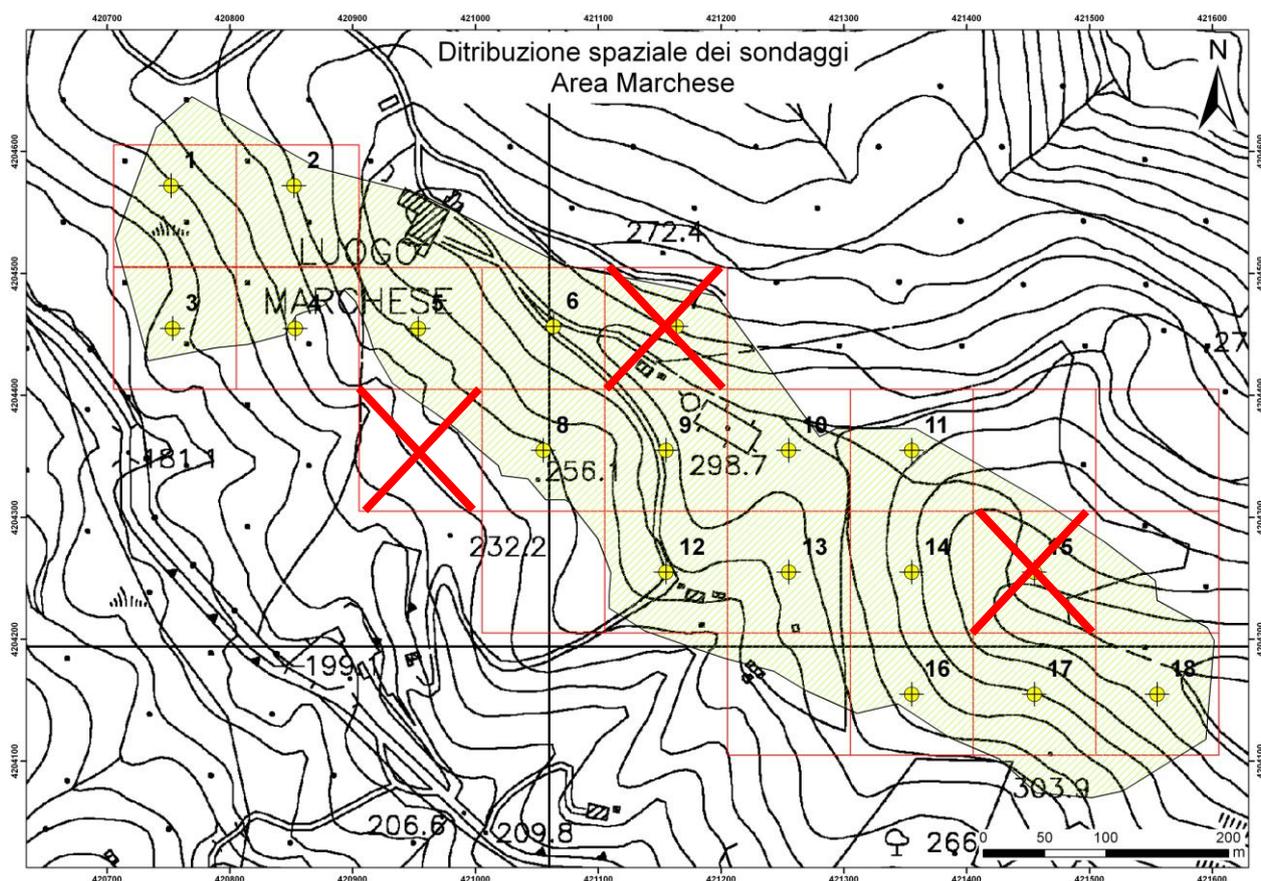


Figura 10. Distribuzione spaziale punti di realizzazione sondaggi con sovrapposizione di cartografica IGM



5.2.1 Ubicazione punti di sondaggio

Coordinante geografiche punti di realizzazione sondaggi			
SONDAGGIO	EST	NORD	Note
1	420752,2	4204572	
2	420852,2	4204572	
3	420753,4	4204455	
4	420853,4	4204455	
5	420953,4	4204455	
6	421063,5	4204457	
7	421163,5	4204457	Da non eseguirsi perché già realizzato in fase <i>ante operam</i>
8	421055,2	4204355	
9	421155,2	4204355	
10	421255,2	4204355	
11	421355,2	4204355	
12	421155,2	4204255	
13	421255,2	4204255	
14	421355,2	4204255	
15	421455,2	4204255	Da non eseguirsi perché già realizzato in fase <i>ante operam</i>
16	421355,2	4204155	
17	421455,2	4204155	
18	421555,2	4204155	



6 ATTIVITA' DI INDAGINE IN SITU

6.1 Indagini indirette

Verrà effettuata eseguita una mirata campagna di indagini e sopralluoghi volti a ispezionare di ogni singola postazione dei punti di sondaggio per verificarne la sussistenza delle condizioni di agibilità in relazione al dispositivo di perforazione prescelto e di sicurezza degli operatori e degli impianti.

6.2 Esecuzione delle indagini dirette

Dovranno essere realizzati N° 16 sondaggi geognostici in cui si prevede il raggiungimento di una profondità di 20 metri. Al fine di evitare eventuali condizioni di interscambio tra acque superficiali e sotterranee più profonde (cross-contamination) i sondaggi dovranno essere realizzati utilizzando idonei sistemi di isolamento di eventuali e locali acquiferi multifalda solo se presenti.

6.2.1 Posizionamento dei punti ed esecuzione dei sondaggi

Detta fase operativa dovrà essere eseguita in campo mediante l'utilizzo di un GPS sub metrico con una precisione di almeno ± 10 cm rispetto alla posizione prevista in progetto, i punti dovranno essere picchettati mediante paletti in legno e resi visibili e numerati mediante idonea cartellonistica identificativa.

6.2.2 Modalità Esecutive Carotaggio

Il carotaggio dovrà essere eseguito in accordo con quanto previsto nell'all.to 2 titolo V parte IV del D.Lgs. 152/06, con metodi di perforazione a secco senza fluido di perforazione, usando un carotiere di diametro 101 mm del tipo divisibile idoneo a



prelevare campioni rappresentativi, evitando fenomeni di surriscaldamento. Le perforazioni dovranno essere eseguite evitando l'immissione nel sottosuolo di composti estranei ed adottando i seguenti accorgimenti:

- rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- uso di rivestimenti, corone e scarpe non verniciate;
- eliminazione di gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche;
- pulizia dei contenitori per l'acqua; pulizia di tutti le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro.

Dovrà essere evitato l'utilizzo di qualunque sostanza in grado di compromettere la rappresentatività, dal punto di vista chimico-fisico, dei campioni di terreno prelevati. Pertanto gli strumenti e le attrezzature impiegate nelle diverse operazioni saranno caratterizzati da modalità costruttive e materiali tali da non comportare nessuna contaminazione o variazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle matrici ambientali indagate.

Non dovranno essere utilizzati oli e grassi lubrificanti, dovranno essere verificati la messa a punto ed il corretto funzionamento dei macchinari, degli impianti e di tutte le attrezzature utilizzate per l'indagine, prima dell'uso effettivo sul sito, in modo da evitare la perdita di lubrificanti, carburanti e altre sostanze durante le fasi di perforazione e campionamento.

Per ciascuna perforazione andranno riportate le seguenti informazioni:

- a. profondità e diametro di perforazione,
- b. diametro finale del foro;
- c. sequenza litologica attraversata con descrizione delle caratteristiche litostratigrafiche e giacaturali (litologia, granulometria, colore, umidità, presenza di sostanze organiche, ecc.);
- d. proprietà del terreno in relazione a evidenze di campo;
- e. presenza e profondità dell'acquifero qualora incontrato;



- f. rapporti idraulici tra le varie formazioni litologiche e individuazione delle unità idrogeologiche;
- g. profondità di prelievo dei campioni per le successive analisi granulometriche;
- h. I log stratigrafici dovranno essere redatti man mano che le carote di terreno vengono estratte dal carotiere e adagate nelle apposite cassette catalogatrici rispettando la sequenza originaria.

L'esame della carota dovrà avvenire in tempi brevi, affinché siano valutabili correttamente elementi di grande importanza come grado di umidità, presenza di odori sospetti, ecc. I log stratigrafici dovranno essere corredati da fotografie delle carote di terreno.

Dovrà essere predisposta un'area per la decontaminazione delle attrezzature, tale area dovrà essere delimitata e resa impermeabile per mezzo di un telo di materiale in plastica ad alta densità. L'area dovrà essere posta ad una distanza dal punto di campionamento sufficiente ad evitare diffusione del materiale dilavato.

Prima dell'inizio della perforazione il carotiere, le aste ed i rivestimenti metallici dovranno essere accuratamente lavati con acqua potabile, utilizzando idropulitrici ad alta pressione. Analogo procedimento dovrà essere applicato ad ogni manovra di carotaggio, rimuovendo completamente, dall'esterno e dall'interno dell'utensile, qualsiasi residuo di materiale potenzialmente inquinante, l'acqua e la condensa presenti sulle pareti dell' utensile.

Tutti i residui liquidi e solidi di dette attività dovranno essere gestiti come rifiuto da avviare, previa caratterizzazione, alle successive fasi di smaltimento.

6.2.3 Utensili per la perforazione

Carotieri semplici del tipo divisibile con valvola in testa a sfera, inserti in carburo di tungsteno, e corone non verniciate: diametro nominale \emptyset est = 101 mm; lunghezza utile



l = 1.000 mm. Aste di perforazione con filettatura tronco-conica: diametro esterno \varnothing_{est} = 76 mm; 23/8 Api Regular. Tubazioni di rivestimento provvisorio: spessore del tubo s=10 mm; diametro esterno 127÷162 mm; lunghezza spezzoni l = 1.500 mm.

6.2.4 Altri utensili e attrezzatura

Strumentazione di Controllo: scandaglio a filo graduato; sondina piezometrica elettrica; penetrometro tascabile; scissometro tascabile. Macchina fotografica digitale ad alta risoluzione, per documentare le varie fasi lavorative, le cassette catalogatrici, le postazioni. Posizionatore GPS per la determinazione delle coordinate dei punti rilevati.

6.2.5 Casette catalogatrici

Le carote estratte nel corso della perforazione dovranno essere sistemate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera.

Su ogni cassetta andranno indicati i nomi del Committente e del cantiere oltre che il codice del sondaggio. Dovranno, inoltre, essere indicate le profondità di prelievo rispetto al p.c. delle carote di terreno recuperate.

Negli scomparti saranno inseriti blocchetti di legno o simili ad indicare gli spezzoni di carota prelevati e asportati per il campionamento, con le quote di inizio e fine prelievo.

Ogni cassetta, entro 1 ora dal completamento, dovrà essere fotografata a colori, dall'alto, da una distanza non superiore a 2 m, in modo che risaltino la natura dei terreni e la profondità rispetto al p.c. con riferimenti visibili; dovranno altresì essere prodotte una o più foto del punto di ubicazione del sondaggio durante la sua esecuzione.

Le cassette catalogatrici, una volta completate, dovranno essere chiuse e trasportate (esclusi i campioni destinati al laboratorio), in un luogo protetto, all'interno dell'area di indagine, evitando che le stesse siano esposte ad agenti atmosferici.



6.2.6 Rivestimento provvisorio

I carotaggi potranno essere eseguiti senza rivestimento provvisorio qualora le pareti del foro presenteranno un sufficiente autosostentamento. Le manovre di rivestimento, che si dovessero rendere necessarie per la realizzazione dei piezometri, dovranno essere eseguite senza l'uso di fluido in circolazione.

L'infissione del rivestimento dovrà avvenire a rotazione e a bassa velocità, i tubi di rivestimento, inoltre, dovranno sempre seguire e mai sopravanzare il carotiere.

Nel caso in cui risulterà indispensabile per l'avanzamento l'utilizzo del fluido di perforazione, dovrà essere chiesta l'autorizzazione della D.L.

6.2.7 Pulizia del fondo foro

La quota del fondo foro dovrà essere misurata con scandaglio a filo graduato prima di ogni manovra di campionamento. Apposite manovre di pulizia potranno essere eseguite qualora la differenza tra quota raggiunta con la perforazione e quota misurata con scandaglio risulterà superiore a 10 cm.

6.2.8 Ripristino dei luoghi

Tutti i fori di sondaggio realizzati dovranno essere riempiti con sabbia certificata a granulometria medio fine da fondo foro a -0,50 m da p.c.; l'ultimo tratto del foro, da -0,50 m al p.c., dovrà essere riempito con bentonite in pellets.

6.3 Campionamento terreno profondo

Una volta estratta la carota e sistemata nell'apposita cassetta catalogatrice, il campionamento dovrà essere condotto selezionando dalla carota il tratto destinato



alle attività di laboratorio. Il prelievo dovrà avvenire sempre entro 1 ora dal carotaggio.

I criteri di campionamento e prelievo dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia di bonifiche e secondo gli standard UNI EN ISO 9001, che prevede l'applicazione della metodologia U.S. EPA Pb 92-963408 '91 e le norme tecniche UNI 10802.

Immediatamente dopo l'estrusione della carota occorrerà prelevare i campioni relativi alle indagini da condurre sulle sostanze volatili, utilizzando la metodica ASTM D4547-91 o EPA5035-97 o metodiche che forniscono prestazioni equivalenti.

Per la preparazione del campione si dovrà provvedere alla sua omogeneizzazione in accordo alle norme UNI 10802. Nelle operazioni di formazione del campione si dovrà procedere tra un campionamento e il successivo, onde evitare fenomeni di “*cross contamination*”, alla pulizia delle attrezzature impiegate.

A tale scopo si dovranno eseguire le seguenti operazioni di campo:

1. i fogli di polietilene usati come base di appoggio delle carote, dovranno essere rinnovati ad ogni prelievo;
2. i campioni dovranno essere preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox;
3. la paletta di acciaio, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, dovrà essere lavata facendo uso del solvente acetone e successivamente di acqua potabile; la stessa dovrà essere infine asciugata con carta.

Nella formazione del campione da inviare ad analisi dovranno essere osservate le seguenti procedure:

1. il campione dovrà essere prelevato quanto più possibile lontano dalle zone di surriscaldamento della carota, scartando in campo il materiale grossolano (> 2 cm)



2. dovranno essere identificati e scartati i materiali estranei che possano alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;
3. il campione dovrà essere omogeneizzato per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti;
4. il campione dovrà essere suddiviso in più parti omogenee adottando metodi di quartatura ufficiali, sopraindicati;
5. i contenitori in vetro o teflon, dovranno essere completamente riempiti di campione, sigillati, etichettati e inviati nel minore tempo possibile al laboratorio di analisi, insieme con le note di prelevamento. Si dovrà procedere in ogni caso alla conservazione dei campioni stessi in ambiente refrigerato;
6. le operazioni di formazione del campione dovranno essere effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione e con modalità adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

I campioni, prelevati come precedentemente descritto, dovranno essere così identificati:

- a. sito di indagine;
- b. sigla identificativa del sondaggio;
- c. sigla identificativa del campione;
- d. data e ora di prelievo;
- e. numero dell'aliquota;
- f. quota e/o intervallo di prelievo.

Durante l'esecuzione dei sondaggi dovranno essere prelevati complessivamente n. 45 campioni di terreno, pari a n. 3 campioni di terreno per ogni sondaggio effettuato.



I campioni indisturbati verranno prelevati per ogni sondaggio in corrispondenza delle quote indicate:

- Campione 1: prelevato nello strato compreso tra il piano campagna e il primo metro di profondità;
- Campione 2: prelevato in corrispondenza della frangia capillare (profondità da definire in campo) o, in caso di assenza di falda, del fondo foro;
- Campione 3: prelevato a profondità intermedia compresa tra il primo e il secondo campione;

I livelli di campionamento proposti potranno comunque subire variazioni, sulla base delle osservazioni sulla stratigrafia delle carote del sondaggio (dopo aver interpellato la D.L). Inoltre, nel caso in cui i livelli selezionati, coincidano con substrato roccioso o con sedimento, con caratteristiche granulometriche tali che presuppongano l'assenza di contaminazione (ad esempio materiale grossolano), sarà comunque prelevata la rimanente sezione di sedimento incoerente campionabile.

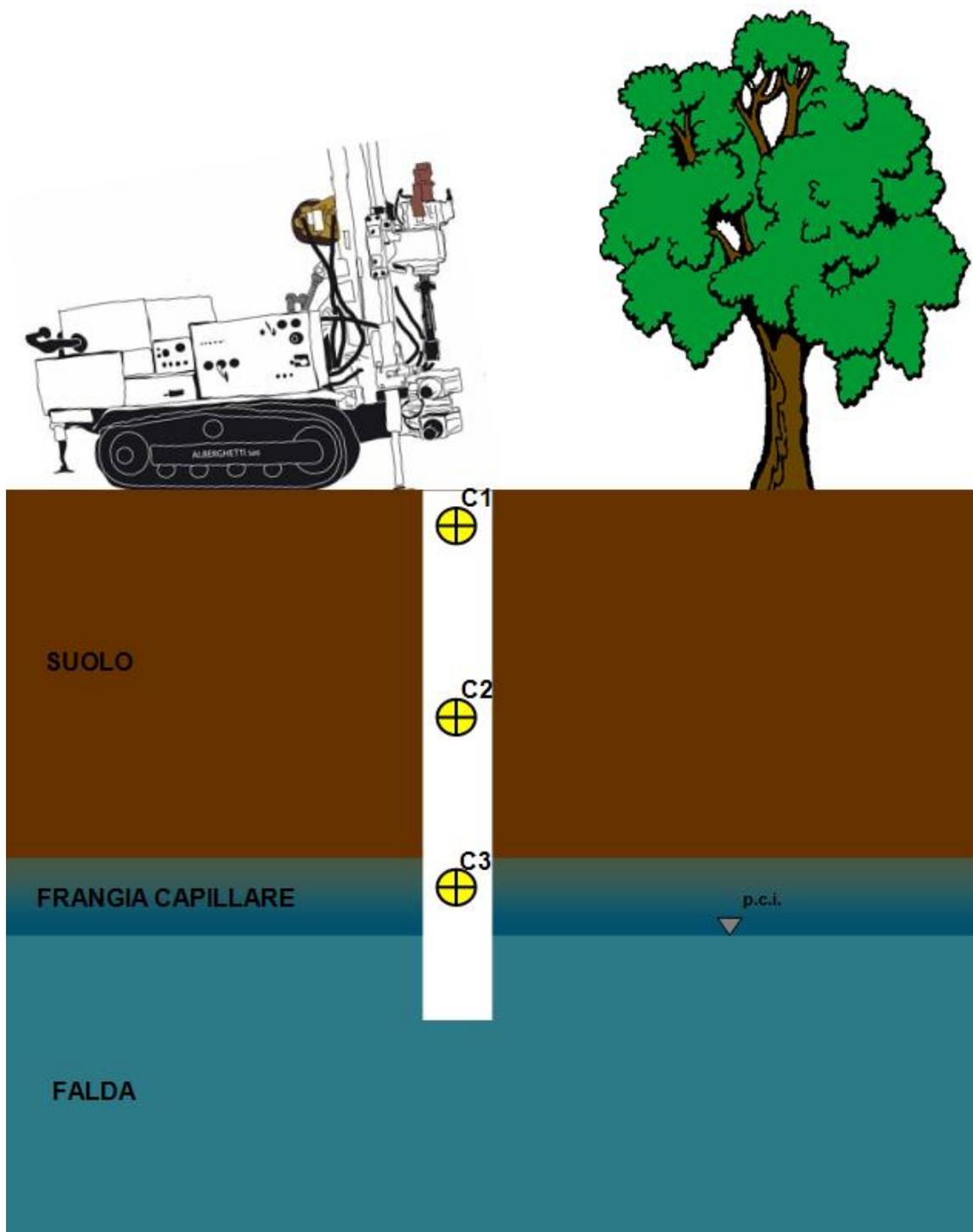


Figura 11. Schema di campionamento in presenza di falda



6.4 Registrazione modalità di campionamento

In conformità alle specifiche dell’all.to 2 alla parte IV Titolo V D.Lgs. 152/06 e a quanto previsto dalla norma UNI 10802:2013 in sede di esecuzione delle attività, sarà utilizzata apposita documentazione di registrazione in modo da consentire la gestione e la rintracciabilità dei campioni prelevati dal sito ed inviati al laboratorio di analisi.

Tale documentazione sarà redatta sotto forma di verbali delle attività ai quali saranno allegati moduli di registrazione che costituiranno il “*Giornale dei Lavori*”.

6.5 Modalità di imballaggio, trasporto e conservazione dei campioni

6.5.1 Imballaggio

Per quanto concerne l’**imballaggio**, una volta confezionati e sigillati tutti i campioni, sia quelli destinati al laboratorio che quelli di controllo, dovranno essere sistemati in apposite cassette dotate di adeguati separatori ed imbottiture alle estremità, onde assorbire le inevitabili vibrazioni lungo il tragitto verso il laboratorio.

Le cassette dovranno essere collocate in un locale idoneo a proteggerle dal sole ed dalle intemperie, fino al momento della spedizione. Le cassette, onde facilitarne il maneggio, saranno inoltre dotate di coperchio e maniglie; sul coperchio si indicherà la parte alta. È importante aggiungere che, per evitare qualsiasi tipo di manomissione sui campioni di controllo, i loro contenitori dovranno essere chiusi con adeguato **sistema di sigillatura** (ad esempio piombatura) di cui deve essere fornito tagliando di identificazione. Nel caso in cui il sistema di sigillatura sia con contromatrici, queste ultime dovranno essere corredate da un apposito registro, in formato digitale e cartaceo, in cui dovrà essere riportato l’elenco dei campioni prelevati e la corrispondente matrice di sigillatura.



6.5.2 Trasporto

Il **trasporto** dei campioni al laboratorio, da sottoporre ad analisi e non, dovrà essere effettuato nel più breve tempo possibile e comunque entro 4 ore dal prelievo, con tutte le precauzioni necessarie per evitare il danneggiamento dei campioni.

In ogni caso nel tempo intercorrente, tra il campionamento ed il trasporto, i campioni dovranno essere temporaneamente conservati in campo, riposti in frigoriferi del tipo elettrico (a pozzetto o verticale), di adeguate dimensioni, ovvero idonei a contenere il materiale relativo ad almeno 2 giorni di campionamento (considerando sia i campioni solidi che quelli liquidi). I campioni dovranno essere mantenuti ad una temperatura intorno a 4°C, evitando una prolungata esposizione alla luce e consegnati al laboratorio facendo uso di contenitori frigo portatili. I campioni consegnati al laboratorio dovranno essere conservati in modo da non alterarne le caratteristiche originarie. All'atto della consegna si verificheranno le condizioni di sigillatura dei campioni e si segnaleranno tempestivamente, eventuali danni che potrebbero aver alterato le condizioni originarie dei campioni.

6.5.3 Conservazione

Una volta in laboratorio, tutti i campioni da sottoporre ad analisi, sia di terreno, che di sedimenti e di acque di falda e superficiali, dovranno essere sottoposti, nel più breve tempo possibile, alle analisi di seguito indicate, mentre tutti i campioni di controllo, dovranno essere accuratamente conservati in frigo (a temperatura compresa tra -18°C e -25°C per i terreni e a +4°C per le acque) fino ad avvenuta validazione dei risultati da parte dell'ente di controllo competente e successivamente smaltiti secondo la vigente normativa.

I campioni per le analisi di laboratorio che, per qualsiasi ragione, non potranno essere sottoposte nell'immediato alle analisi previste, dovranno anch'essi essere



Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del sito di utilizzo “*Luogo Marchese*”

accuratamente conservati in frigo (secondo le modalità su descritte per i campioni di controllo), fino a quando non saranno sottoposti alle suddette analisi previste.

Il laboratorio incaricato delle analisi dovrà essere dotato di frigoriferi di volumetria idonea al contenimento simultaneo di tutti i campioni prelevati, specifici per le temperature indicate e dedicati al contenimento dei soli campioni prelevati in attuazione delle attività in oggetto. Tali campioni dovranno, pertanto, essere conservati separatamente da campioni provenienti da altre attività del laboratorio.



7 ATTIVITA' EX SITU

Il Piano di indagine ambientale prevede l'esecuzione delle attività *ex situ* come di seguito riassunte:

- Esecuzione delle analisi di laboratorio su 48 campioni di suolo e sottosuolo;
- Determinazione di parametri Sito-Specifici.

I laboratori incaricati per le analisi dovranno operare con criteri di Buona Pratica di Laboratorio rispondenti a quanto indicato dalla norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025:2000, specificando i criteri stabiliti e documentando le modalità utilizzate per l'assicurazione qualità del dato (es. partecipazione continua a circuiti intercalibrazione nazionale e/o internazionale).

Le procedure analitiche utilizzate per la determinazione dei parametri ricercati dovranno essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (IRSA/CNR, EPA, ISO, etc.), laddove esistenti. In assenza di un protocollo come sopra specificato dovrà essere documentabile la validità della procedura utilizzata.

In ogni caso i laboratori devono fornire, per ogni campione analizzato, un Rapporto di Prova, datato e firmato dal responsabile del laboratorio, che riporti:

- Identificazione univoca del campione analizzato;
- Elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
- Incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
- Metodo di riferimento usato;
- Limite di rilevabilità del metodo;
- Limite di quantificazione.



Tutti i metodi analitici utilizzati, riconosciuti a livello nazionale ed internazionale, dovranno presentare limiti di rilevabilità ove possibile pari a 1/10 dei relativi limiti previsti dalla normativa vigente.

7.1 Analisi chimico-fisica sui campioni di terreno

Sui n. 48 campioni di terreno prelevati in totale dovranno essere effettuate determinazioni analitiche finalizzate al calcolo delle concentrazioni degli elementi contaminanti ai sensi del D.Lgs. 152/06 (Analisi di conformità, secondo l'Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V).

La ricerca dei Composti Organici Volatili dovrà essere eseguita sul campione tal quale non essiccato e non sottoposto al vaglio di 2 mm. Le determinazioni analitiche dovranno essere riportate sia in termini di concentrazione riferita al totale (comprensivo dello scheletro e privo della frazione > 2 cm scartata in situ) che in termini di concentrazione riferita al passante ai 2 mm, al fine di poter valutare eventuali differenze sostanziali e correlare la contaminazione alla granulometria.

Nella tabella seguente si riporta la lista degli analiti da ricercare nei campioni di terreno.

Tabella 1. Elenco degli analiti da ricercare sui campioni di suolo e sottosuolo

Analita	U.M.
Antimonio	mg/kg
Arsenico	mg/kg
Berillio	mg/kg
Cadmio	mg/kg
Cobalto	mg/kg
Cromo	mg/kg
Cromo esavalente (VI)	mg/kg
Mercurio	mg/kg
Nichel	mg/kg
Piombo	mg/kg
Rame	mg/kg
Selenio	mg/kg



Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del sito di utilizzo “Luogo Marchese”

Tallio	mg/kg
Vanadio	mg/kg
Zinco	mg/kg
Idrocarburi leggeri C <12	mg/kg
Idrocarburi pesanti (C10 – C40) <i>se presenti, gli idrocarburi saranno oggetto di speciazione secondo la classificazione MADEP</i>	mg/kg



8 GESTIONE DEI RISULTATI

La gestione dei risultati risulta essere uno degli aspetti più complessi dello studio, la complessa distribuzione dei valori ascrivibili al fondo è rappresentata da un valore (o da un range) che comprende ragionevolmente tali valori. Questo approccio ha il vantaggio di essere facilmente gestibile quando i VF vanno a sostituire le CSC e quindi devono essere confrontati con i materiali del sito potenzialmente contaminato o nell’ambito della gestione di TRS.

Il trattamento statistico “classico”, che prevede l’assunzione dell’indipendenza e dell’identica distribuzione delle osservazioni, e la verifica che i valori siano distribuiti sul territorio in modo non aggregato o localizzato in aree limitate bensì ragionevolmente omogeneo e diffuso (verifica con visualizzazione dei valori in una mappa), consente di ottenere, a partire dal campione statistico, delle informazioni sulla popolazione parente (nel caso in esame della popolazione del fondo). In quest’ambito sarà cioè possibile determinare, a partire dal campione statistico, dei valori numerici rappresentativi della popolazione del fondo.

I valori di fondo determinati (o, più in generale, i descrittori del fondo) saranno utilizzati per il confronto con la distribuzione delle concentrazioni riscontrate nella matrice ambientale di interesse finalizzato a chiarirne lo stato di naturalità e quindi l’operatività gestionale.

L’esito del confronto orienterà le decisioni inerenti la gestione del caso in esame (es. l’avvio di procedure ai sensi del titolo V della parte IV del TUA, l’utilizzo di TRS come sottoprodotto, ecc.).

I dati analitici saranno valutati inizialmente in funzione della distribuzione areale con l’obiettivo di individuare eventuali sub-aree che possano, anche in funzione delle conoscenze geologiche dell’area esaminata, rappresentare, secondo un criterio non



statistico, popolazioni differenti da sottoporre a valutazioni "statistiche" per verificare la bontà delle ipotesi fatte.

I dati di concentrazione saranno pertanto suddivisi in gruppi, con range di concentrazioni crescenti ad esempio:

Range 1 ≤ 0.25 CSC

Range 2 >0.25 CSC e ≤ 0.50 CSC

Range 3 >0.50 CSC e ≤ 0.75 CSC

Range 4 >0.75 CSC e \leq CSC

Range 5 $>$ CSC e ≤ 2 CSC

Range 6

Range 7

Una volta definite con dettaglio le popolazioni di interesse, identificati ed esclusi gli eventuali outlayers, individuati i parametri descrittivi, i dati saranno trattati con strumenti statistici appropriati alla tipologia di informazione che si intende ottenere.

Di seguito alcune tipologie di analisi di dati da porre in essere

- **Regressione lineare (metodo parametrico):** Uno dei metodi parametrici più comuni per verificare l'esistenza di un trend temporale nella distribuzione delle concentrazioni di una determinata sostanza consiste nel calcolare la retta di regressione in un diagramma cartesiano in cui siano riportati i dati di concentrazione in funzione della data di campionamento. Si attesta l'esistenza di un trend lineare quando si dimostra che la pendenza della retta di regressione è significativamente differente da zero. La regressione lineare può essere positiva (all'aumento dei valori di una variabile corrisponde un aumento anche nell'altra) o negativa (all'aumento dell'una corrisponde una diminuzione dell'altra)



- **Diagrammi di serie temporali (time plot):** Per verificare l'andamento e l'eventuale presenza di oscillazioni nella distribuzione di una serie di misure di concentrazione acquisite in un intervallo temporale, si può procedere alla elaborazione di un grafico in cui vengono riportati in un diagramma cartesiano i valori delle concentrazioni in funzione del tempo.
- **Test di Mann-Kendall:** Uno dei test più utilizzati per il rilevamento di trend monotoni è il test di Mann-Kendall il cui ampio utilizzo è dovuto al fatto che non richiede il rispetto dell'assunzione di distribuzione normale ed è applicabile anche quando i gruppi di dati contengono valori non detects.
- **Interpolazione spaziale:** molti strumenti statistici si basano sull'assunto che le osservazioni siano indipendenti ed identicamente distribuite. Questo significa che la variabile oggetto di interesse, anche per la valutazione del fondo, non dovrebbe mostrare dipendenza con altre variabili e che essa sia stazionaria sull'area interessata (condizione di identica distribuzione). Quando si tratta di dati ambientali entrambi gli assunti sono difficilmente verificabili; essi sembrerebbero in contrasto con la “prima legge della geografia” secondo la quale “Ogni cosa è correlata a qualsiasi altra, ma le cose vicine sono più relazionate di quelle lontane”. Questo significa che una variabile sul territorio, la cui distribuzione spaziale è controllata da n fattori (alcuni noti, altri non noti) che spesso agiscono secondo gradienti spaziali, potrà risultare autocorrelata.
- **Analisi Multivarata:** L'analisi esplorativa di dati multidimensionali (analisi multivariata), finalizzata alla determinazione dei valori di fondo, è particolarmente utile per la determinazione delle regole alla base della separazione dei dati in esame (classificazione) e nel raggruppamento (clustering) e ricerca tipologica, definendo le classi di valori in base alle somiglianze. In molti casi può essere necessario effettuare una riduzione dei dati eliminando la ridondanza nelle informazioni (analisi delle componenti



principali). Nei metodi di classificazione l'appartenenza dei campioni ad una classe è conosciuta a priori. Ciascuna osservazione utilizzata per la classificazione è pertanto assegnata a priori alla sua classe. I metodi servono per trovare delle regole che generalizzino la distinzione delle varie classi. Una volta trovate, queste regole servono per classificare campioni incogniti.

- **Matrice di varianza covarianza e di correlazione:** La matrice di varianza covarianza di un dataset di n campioni per p parametri è una matrice $p \times p$ che indica le varianze di ciascun campione sulla diagonale e le covarianze tra due campioni fuori diagonale.
- **Analisi delle componenti principali:** L'analisi delle componenti principali (PCA) viene generalmente utilizzata nella prima fase di elaborazione dei dati in quanto offre una visione generale degli andamenti e delle relazioni esistenti tra i campioni e tra le variabili e della presenza di possibili outlier multivariati (campioni anomali). E' in grado inoltre di fornire un'indicazione preliminare sul peso delle variabili, evidenziando la possibilità di eliminare alcune tra quelle che sono risultate strettamente correlate tra loro e quindi portatrici di informazioni ridondanti.
- **Analisi di clustering:** Serve per costruire gruppi dai dati primari che non siano definiti a priori. Lo scopo di condurre un'analisi di clustering è quello di assimilare l'omogeneità interna a ciascun gruppo e pertanto massimizzare le differenze tra i gruppi. Non esiste un metodo univoco per effettuare l'analisi di clustering.

In relazione agli strumenti statistici citati, viste le finalità dello studio e la complessità dei dati ottenibili, saranno scelti e utilizzati gli strumenti più appropriati per descrivere e caratterizzare i dati ottenuti sia dal punto di vista statistico che geostatistico. La scelta dei descrittori, tuttavia, potrà avere luogo solo dopo avere



analizzato il *dataset* ottenuto mediante i risultati delle analisi chimiche condotte sui campioni. A tal fine sarà di fondamentale importanza conoscere preliminarmente alcuni aspetti del *dataset* quali, il numero degli eventuali superamenti delle CSC riscontrati, l'entità di ciascun superamento, la significatività statistica del superamento ecc.



9 GESTIONE DEI RIFIUTI

Tutti i rifiuti provenienti dalle attività di perforazione, campionamento ed analisi eseguite e nonché dalle prove di campo, dovranno essere gestiti nel rispetto della vigente normativa in materia di trasporto e smaltimento.

La ditta esecutrice del piano della caratterizzazione sarà considerata il “Garante” della corretta gestione dei rifiuti e pertanto ai fini delle operazioni di prelievo, trasporto e recupero/smaltimento sarà considerata a tutti gli effetti il produttore e detentore dei rifiuti in oggetto.

La ditta esecutrice del piano della caratterizzazione procederà, ai sensi:

- del Regolamento (UE) N. 1357/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Dicembre 2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE;
- della Decisione 2014/995/CE, che modifica la decisione 2000/532/CE relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;
- del Regolamento (UE) N. 1342/2014 DELLA COMMISSIONE del 17 Dicembre 2014 recante modifica al regolamento (CE) N. 850/2004;
- della direttiva 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 Dicembre 2008;
- del Regolamento (CE) N. 1272/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 Dicembre 2008;
- del Regolamento (CE) N. 850/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 29 Aprile 2004;
- del DM del 27/09/2010 Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica.



alla classificazione e caratterizzazione dei rifiuti che saranno prodotti e gestiti nelle varie fasi di intervento (fino al successivo smaltimento).

Nelle attività previste sono da considerarsi almeno come rifiuti, tutti i residui delle attività di perforazione (comprese le cassette catalogatrici), campionamento, decontaminazione delle attrezzature (comprese le acque), i residui delle attività di laboratorio (chimiche, fisiche, microbiologiche ecc.), nonché di tutto il materiale, le attrezzature, i DPI a perdere prodotti durante e dopo l'esecuzione delle attività in oggetto, nonché le cassette catalogatrici contenenti le carote da smaltire a fine attività.

I materiali di risulta, solidi e liquidi, provenienti dalle attività di perforazione dovranno essere messi in deposito temporaneo solo per il tempo necessario all'esecuzione di ogni singola perforazione, in attesa del successivo smaltimento secondo la normativa vigente, a cura del prestatore del servizio.

Il trasporto dei rifiuti avverrà avvenire con mezzi adeguati ed autorizzati al trasporto in ottemperanza, ove pertinente, alla norma ADR, RID, IMDG.

Per tutti i rifiuti liquidi e solidi (pericolosi e non) che saranno inviati a recupero e/o smaltimento, il produttore dei rifiuti si farà carico di ottenere la quarta copia del formulario di trasporto, di cui all'art. 188 del D.Lgs 152/2006: nel caso i rifiuti siano conferiti in impianti autorizzati situati all'interno del territorio nazionale la quarta copia del formulario dovrà essere trasmessa alla Committente entro tre mesi dalla data di conferimento dei rifiuti al trasportatore; tale termine è esteso a sei mesi nel caso di spedizioni transfrontaliere.

Oltre alla quarta copia del formulario, qualora i rifiuti fossero conferiti a soggetti autorizzati alle operazioni D13, D14 e D15, dovrà essere consegnato anche il certificato di avvenuto recupero/smaltimento rilasciato dal titolare dell'impianto secondo quanto previsto dall'Art. 188 c.4 del D. Lgs. 152/2006.



**Piano di indagine ambientale per la definizione dei valori di fondo del
sito di utilizzo “Luogo Marchese”**

**L’Estensore dell’Elaborato
Servizi Tecnici - Giglio S.r.l.
Dott. Giandomenico Nardone**

**Il Direttore Tecnico
Giglio S.r.l.
Dott. Filippo Giglio**
