

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 1 di 151
				Rev. 1

Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti
Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti
DN 650 (26"), DP 75 bar
ed opere connesse

PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO
AI SENSI DEL DPR 120/2017



1	Emissione per Enti	Cingolani Cervi	Franceschini	Baldelli	Apr. '22
0	Emissione per commenti	Cingolani Cervi	Franceschini Ambrosini	Baldelli	Nov. '20
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 2 di 151 Rev. 1

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Riferimenti normativi	5
1.2	Documenti di riferimento	5
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
2.1	Descrizione del tracciato	7
2.2	Descrizione delle metodologie di movimento terra	7
2.3	Quadro dei materiali di scavo prodotti	16
2.4	Operazioni di normale pratica industriale sui materiali di scavo	19
3	INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI PROGETTO	20
3.1	Caratteristiche geomorfologiche, geologiche e pedologiche	20
3.2	Caratteristiche idrogeologiche	38
3.3	Strumenti di pianificazione urbanistica	44
3.4	Uso attuale del suolo	51
3.5	Descrizione attività pregresse e rischio contaminazione	54
4	MODALITÀ DI ESECUZIONE E RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	58
4.1	Indagini ambientali sui terreni lungo linea in progetto ed in dismissione	58
4.2	Indagini ambientali sulle acque sotterranee (progetto e dismissione)	99
4.3	Indagini ambientali suoli superficiali sulle aree di deposito intermedio	100
5	ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	103
5.1	Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo da realizzare in corso d'opera	103
5.2	Rispetto dei requisiti di qualità ambientale	105

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 3 di 151
				Rev. 1

5.3	Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo	107
6	BILANCIO E GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO IN FASE DI REALIZZAZIONE	113
6.1	Tabelle riepilogative bilancio delle terre e rocce da scavo	113
6.2	Riutilizzo finale interno al progetto	116
6.3	Riutilizzo finale esterno al progetto	118
6.4	Discariche di conferimento del materiale classificato come Rifiuto	119
6.5	DURATA DEL PIANO DI UTILIZZO	119

APPENDICE 1: PUNTI DI INDAGINE

APPENDICE 2: RISULTATI INDAGINI

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 4 di 151	Rev. 1

1 INTRODUZIONE

Il presente Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo è stato sviluppato per il progetto denominato “Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti, tratto San Benedetto del Tronto - Chieti DN 650 (26”)”, DP 75 bar ed opere connesse” ricadente in massima parte in Regione Abruzzo, salvo un breve tratto iniziale, in Regione Marche.

Il Piano, redatto ai sensi del DPR 120/2017, definisce le quantità e le modalità di utilizzo delle terre e rocce da scavo derivanti dalla realizzazione dell’opera, in base ad i risultati delle attività di caratterizzazione eseguite.

Nel dettaglio nel Piano di Utilizzo sono illustrate:

- I. l’ubicazione dei siti di produzione delle terre e rocce da scavo con l’indicazione dei relativi volumi in banco suddivisi nelle diverse litologie;
- II. l’ubicazione dei siti di destinazione e l’individuazione dei cicli produttivi di destinazione delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti, con l’indicazione dei relativi volumi di utilizzo suddivisi nelle diverse tipologie e sulla base della provenienza dai vari siti di produzione. I siti e i cicli produttivi di destinazione possono essere alternativi tra loro;
- III. le operazioni di normale pratica industriale finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali delle terre e rocce da scavo per il loro utilizzo;
- IV. i risultati dell’indagine conoscitiva dell’area di intervento con particolare riferimento all’uso del suolo, geomorfologia, geologia, idrogeologia;
- V. le modalità di esecuzione e le risultanze della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo eseguita in fase progettuale in conformità alle previsioni degli allegati 1, 2 e 4 del DPR 120/2017, precisando in particolare:
 - i risultati dell’indagine conoscitiva dell’area di intervento (ad esempio, fonti bibliografiche, studi pregressi, fonti cartografiche) con particolare attenzione alle attività antropiche svolte nel sito o di caratteristiche geologiche- idrogeologiche naturali dei siti che possono comportare la presenza di materiali con sostanze specifiche;
 - le modalità di campionamento, preparazione dei campioni e analisi con indicazione del set dei parametri analitici considerati che tenga conto della composizione naturale delle terre e rocce da scavo, delle attività antropiche pregresse svolte nel sito di produzione e delle tecniche di scavo che si prevede di adottare, esplicitando quanto indicato agli allegati 2 e 4;
 - la necessità o meno di ulteriori approfondimenti in corso d’opera e i relativi criteri generali da seguire, secondo quanto indicato nell’allegato 9, parte A;
- VI. l’ubicazione degli eventuali siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, anche alternativi tra loro, con l’indicazione della classe di destinazione d’uso urbanistica e i tempi del deposito per ciascun sito;
- VII. i percorsi previsti per il trasporto delle terre e rocce da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione (siti di produzione, aree di caratterizzazione, siti di deposito intermedio, siti di destinazione e processi industriali di impiego), nonché

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 5 di 151	Rev. 1

delle modalità di trasporto previste (ad esempio, a mezzo strada, ferrovia, slurry-dotto, nastro trasportatore).

Il presente Piano è stato redatto in conformità al DPR 120/2017 ed in particolare ai sensi degli articoli 9 e 24.

Il Piano fa riferimento ai risultati delle indagini eseguite per la caratterizzazione dei terreni lungo il tracciato dei metanodotti in progetto ed in dismissione

1.1 Riferimenti normativi

Il presente documento fa riferimento alle seguenti normative ambientali.

[1] DPR 13/06/2017 n. 120, Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

[2] DM 17/04/08, Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.

[3] DLgs 03/04/2006, n.152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i..

1.2 Documenti di riferimento

[1] SPC. LA-E-83000 – Studio di Impatto Ambientale

[2] SPC. LA-E-83041 - Piano di Monitoraggio Ambientale - Annesso B allo Studio di Impatto Ambientale

[3] SPC. LA-E-83035- Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti - Annesso C allo Studio di Impatto Ambientale, Rev. 1 Gen 2019.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 6 di 151 Rev. 1

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il principale intervento riguarda la realizzazione di un nuovo gasdotto, in sostituzione dell'esistente, che dal comune di San Benedetto del Tronto, raggiungerà il comune di Chieti. Nel suo percorso la linea interesserà, in particolare, le province di Ascoli Piceno, Teramo, Pescara e Chieti estendendosi fra i territori comunali di San Benedetto del Tronto e Montepreandone, in provincia di Ascoli Piceno, Martinsicuro, Colonnella, Alba Adriatica, Tortoreto, Mosciano Sant'Angelo, Giulianova, Roseto degli Abruzzi, Atri, Pineto, Silvi, in provincia di Teramo, Città Sant'Angelo, Collecervino, Cappelle sul Tavo, Moscufo, Spoltore, Pianella, Cepagatti in provincia di Pescara e Chieti in provincia di Chieti.

Più in dettaglio, il progetto in esame si articola in una serie di interventi che, oltre a riguardare la posa di una nuova condotta DN 650 (26") della lunghezza di 75,970 km e di pari diametro rispetto al metanodotto esistente "Ravenna – Chieti, tratto San Benedetto del Tronto - Chieti, DN 650 (26"), MOP 70 bar" della lunghezza di 74,070 km e di cui è prevista la rimozione, comporta anche l'adeguamento delle linee secondarie di vario diametro che, prendendo origine da quest'ultimo, garantiscono l'allacciamento al bacino di utenza abruzzese attraversato dalla stessa condotta. Detto adeguamento si attua attraverso la contestuale realizzazione di 26 nuove linee secondarie e la dismissione di 32 tubazioni esistenti.

In sintesi, l'intervento prevede la realizzazione di:

- Linea principale - una condotta DN 650 (26") interrata della lunghezza di 75,970 m;
- Linee secondarie – ventisei linee di vario diametro per una lunghezza complessiva pari a 14,770 km, con i seguenti diametri:
 - DN 300 (12") 0,045 km;
 - DN 200 (8") 0,230 km;
 - DN 150 (6") 7,450 km;
 - DN 100 (4") 7,045 km;
- n. 27 punti di linea di cui:
 - n. 10 punti di intercettazione di derivazione importante (PIDI), di cui n. 1 con regolazione pressione 70/35. Nella linea principale è ubicato l'impianto esistente n. 4103946 (PIDI n. 25), in un tratto da mantenere in esercizio e dove posare solo il cavo telecomando, non conteggiato nel presente elenco;
 - n. 1 punto di intercettazione di linea (PIL) ubicato lungo la linea principale;
 - n. 7 punti di intercettazione di derivazione semplice (PIDS), tutti ubicati sulla linea principale;
 - n. 4 punti di intercettazione di derivazione semplice con discaggio di allacciamento (PIDS/PIDA), tutti ubicati lungo le linee secondarie;
 - n. 5 punti di intercettazione con discaggio di allacciamento (PIDA), tutti ubicati sulle linee secondarie.

e la dismissione di:

- Linea principale - una condotta DN 650 (26") interrata per una lunghezza di 74,070 km;
- Linee secondarie – trentadue linee di vario diametro per uno sviluppo totale di 10,905 km, con i seguenti diametri:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 7 di 151 Rev. 1

- DN 80 (3") 4,635 km;
- DN 100 (4") 4,860 km;
- DN 150 (6") 1,310 km;
- DN 200 (8") 0,065 km;
- DN 300 (12") 0,035 km;

- n. 31 punti di linea di cui:
 - n.18 punti di intercettazione di derivazione importante (PIDI), di cui sette ubicati lungo le linee secondarie;
 - n. 11 punto di intercettazione di derivazione semplice (PIDS) tutti ubicati sulle linee secondarie;
 - n. 2 punti di intercettazione con discaggio di allacciamento (PIDA) tutti ubicati sulle linee secondarie.

2.1 Descrizione del tracciato

Sia il metanodotto in progetto che quello in dismissione nel tratto compreso tra il confine Marche-Abruzzo fino a Silvi (progressiva chilometrica 46 km circa) si sviluppano parallelamente alla costa ad una distanza variabile da minimo 1,4 km a massimo 4 km; da Silvi in poi i tracciati cominciano ad addentrarsi verso l'interno, seguendo nella parte terminale la valle del Pescara.

I tracciati delle condotte in progetto ed in dismissione sono per ampi tratti in parallelismo; l'unica importante variazione di tracciato è presente tra Alba Adriatica e Colle Imperatore in cui il tracciato del metanodotto in progetto compie un'ampia curva verso l'interno distaccandosi da quello in dismissione fino ad oltre 1,5 km.

I tracciati si sviluppano principalmente lungo i versanti e le sommità dei rilievi collinari, attraversando le pianure di fondovalle dei corsi d'acqua principali e secondari ed in alcuni tratti le piane della fascia costiera.

2.2 Descrizione delle metodologie di movimento terra

In considerazione degli obiettivi del presente Piano, si descrivono di seguito le attività di movimento terra necessarie per la costruzione dei nuovi metanodotti e per lo smantellamento di quelli esistenti.

Le attività di movimento terra riguardano sia le opere provvisorie che quelle di vera e propria messa in opera o smantellamento dei metanodotti:

- Piazzole di stoccaggio;
- Piste di accesso;
- Trincee di posa;
- Opere in sotterraneo;
- Ripristini ambientali.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 8 di 151 Rev. 1

Tra le attività di movimento terra rientrano quindi:

- Scotici;
- Livellamenti;
- Scavo a cielo aperto (trincee);
- Scavo in sotterraneo (trenchless);
- Riempimenti;
- Rimodellamenti.

2.2.1 Realizzazione di infrastrutture provvisorie

Con il termine di “infrastrutture provvisorie” s’intendono le piazzole di stoccaggio per l'accatastamento dei materiali (tubazioni, raccorderia, ecc. **Foto 2.2-1**).

Tali infrastrutture saranno, ove possibile, realizzate a ridosso di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto dei materiali. La realizzazione delle stesse, previo scotico e accantonamento dell’humus superficiale, consiste essenzialmente nel livellamento del terreno.

Si eseguiranno, ove non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l’ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

In fase di progetto è stata individuata la necessità di predisporre 37 piazzole provvisorie di stoccaggio tubazioni lungo il tracciato della condotta principale e ulteriori 18 piazzole lungo i tracciati delle linee secondarie in progetto; sono state inoltre predisposte 59 piazzole lungo i tracciati, sia della condotta principale che delle linee secondarie, in dismissione. Tutte le piazzole sono collocate in corrispondenza di superfici prative o a destinazione agricola.



Foto 2.2-1: Piazzola di accatastamento tubazioni

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo	SPC. BD-E-94706		
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 9 di 151	Rev. 1	

2.2.2 Apertura dell'area di passaggio

Lo svolgimento delle varie fasi operative e cantieristiche relative alla costruzione del metanodotto richiede l'apertura di un'area di passaggio che deve essere per quanto possibile continua e di larghezza tale da garantire la massima sicurezza nei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso.

L'apertura dell'area di passaggio comporta essenzialmente lo scotico per una profondità variabile per tutta la lunghezza dei tracciati dei metanodotti.

Lo strato umico superficiale verrà accantonato con adeguata protezione al margine della fascia di lavoro, per poter essere riposizionato nella sede originaria durante la fase dei ripristini.

L'area di passaggio per la posa della condotta DN 650 (26") avrà una larghezza variabile da un massimo di 25 m ad un minimo di 20 m (pista ristretta).

Dove la posa della nuova condotta si trova in parallelismo con quella esistente da smantellare, per la rimozione della condotta sarà sufficiente realizzare una pista di soli 14 m in quanto si sfrutterà quella già realizzata per la posa della nuova condotta.

L'area di passaggio per la messa in opera delle linee secondarie DN 100 (4") e DN 150 (6") in condizioni di non parallelismo, avrà una larghezza pari a 14 m e 12 m rispettivamente per quanto concerne l'area di passaggio normale e ristretta; analogamente per la messa in opera delle linee secondarie da DN 200 (8") a DN 300 (12") sempre in condizioni di non parallelismo, l'area di passaggio avrà una larghezza pari a 16 m e 14 m rispettivamente per quanto concerne l'area di passaggio normale e ristretta.

In corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture (strade, metanodotti in esercizio, ecc.), di corsi d'acqua e di aree particolari (imbocchi tunnel, impianti di linea), l'ampiezza dell'area di passaggio sarà superiore ai valori sopra riportati per evidenti esigenze di carattere esecutivo ed operativo.



Foto 2.2-2: Apertura dell'area di passaggio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 10 di 151 Rev. 1

2.2.3 Scavo della trincea

Lo scavo destinato ad accogliere la condotta sarà aperto con l'utilizzo di macchine escavatrici adatte alle caratteristiche morfologiche e litologiche del terreno attraversato (escavatori con benna in terreni sciolti, con martellone in roccia).

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della condotta (**Foto 2.2-3**). Tale operazione sarà eseguita in modo da evitare la miscelazione del materiale di risulta con lo strato humico accantonato, nella fase di apertura dell'area di passaggio (**Foto 2.2-4**).

Analogamente alla posa delle nuove condotte, la rimozione della condotta esistente sarà eseguita attraverso lo scavo di una trincea fino allo scoprimento del tubo, avendo cura di tenere sempre separato lo strato superficiale humico dal restante suolo minerale.

Il materiale di risulta dello scavo sarà depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della trincea.



Foto 2.2-3: Scavo della trincea

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 11 di 151 Rev. 1



Foto 2.2-4: Tratto di condotta posata, si noti l'accantonamento dello strato humico separato dal materiale di scavo della trincea

2.2.4 Rinterro della condotta

La condotta posata sarà ricoperta utilizzando totalmente il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dello scavo della trincea.

Le operazioni saranno condotte in due fasi per consentire, a rinterro parziale, la posa di una polifora costituita da tre tubi e del nastro di avvertimento, utile per segnalare la presenza della condotta in gas (**Foto 2.2-5**).

A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà, altresì, a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato (**Foto 2.2-6**).

Analogamente nel caso dello smantellamento si procede prima al riempimento della trincea con il suolo minerale e quindi alla copertura con lo strato humico.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 12 di 151 Rev. 1



Foto 2.2-5: Rinterro della condotta



Foto 2.2-6: Ridistribuzione dello strato humico superficiale

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 13 di 151 Rev. 1

2.2.5 Realizzazione degli attraversamenti

Gli attraversamenti di corsi d'acqua e delle infrastrutture vengono realizzati con piccoli cantieri, che operano contestualmente all'avanzamento della linea.

I mezzi utilizzati sono scelti in relazione all'importanza dell'attraversamento stesso. Le macchine operatrici fondamentali (trattori posatubi ed escavatori) sono generalmente sempre presenti ed a volte coadiuvate da mezzi particolari, quali spingitubo, trivelle, ecc.

Le metodologie realizzative previste per ciascun attraversamento cambiano in funzione di diversi fattori (profondità di posa, presenza di acqua o di roccia, intensità del traffico, eventuali prescrizioni dell'ente competente, ecc.) e si possono così raggruppare:

- attraversamenti con scavo a cielo aperto (trincea);
- attraversamenti con scavo in sotterraneo (trenchless).

2.2.5.1 Attraversamento in trincea

Gli attraversamenti con scavo a cielo aperto in corrispondenza di corsi d'acqua, di strade comunali e campestri, specialmente se non richiedono la messa in opera di tubi di protezione, sono del tutto analoghi alla posa della condotta lungo la linea.

Nel caso di attraversamenti di ferrovie, strade statali, strade provinciali, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) e, in alcuni casi, di collettori in cls, sono realizzati, in accordo alla normativa vigente, con tubo di protezione. Qualora si operi con scavo a cielo aperto, la messa in opera del tubo di protezione avviene, analogamente ai normali tratti di linea, mediante le operazioni di scavo, posa e rinterro della tubazione.

2.2.5.2 Attraversamento in trenchless

Gli attraversamenti o la realizzazione di particolari tratti di linea con scavo in sotterraneo vengono eseguiti, a seconda della geometria della posa in opera, con metodologie differenti:

- spingitubo (**Foto 2.2-7**), la messa in opera del tubo di protezione comporta la realizzazione del pozzo di spinta e quindi l'esecuzione della trivellazione mediante l'avanzamento del tubo di protezione, spinto da martinetti idraulici, al cui interno agisce solidale la trivella dotata di coclee per lo smarino del materiale di scavo.
- microtunnel a sezione monocentrica con diametro interno compreso tra 1,600 e 2,600 m, realizzati con l'ausilio di una fresa rotante a sezione piena il cui sistema di guida è, in generale, posto all'esterno del tunnel; la stabilizzazione delle pareti del foro è assicurata dalla messa in opera di conchi in c.a. contestualmente all'avanzamento dello scavo;
- pozzi inclinati a sezione monocentrica con diametro interno compreso tra 1,000 e 1,600 m, realizzate con l'impiego di raise borer. La metodologia prevede la perforazione di un foro pilota di piccolo diametro, il successivo alesaggio del foro e l'eventuale messa in opera di una camicia di protezione in acciaio;

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 14 di 151

- gallerie a sezione monocentrica con diametro interno minimo di 3,800 m realizzati con l'impiego di frese rotanti a sezione piena; in questo caso il sistema di guida della fresa è sempre posto all'interno del tunnel a ridosso del fronte di scavo. La stabilizzazione delle pareti è normalmente assicurata per mezzo di chiodature della volta e/o centinature della sezione e/o rivestimenti cementizi;
- gallerie a sezione policentrica la cui sagoma di scavo è normalmente inferiore ai 14 m², realizzati con le tradizionali metodologie ed attrezzature di scavo in roccia; in genere, questo tipo di metodologia viene adottata per realizzare i tratti posti in corrispondenza degli imbocchi, per risolvere problematiche legate alla geometria della condotta (percorrenze sotterranee non rettilinee) o in presenza di ammassi rocciosi con caratteristiche geomeccaniche scadenti;
- trivellazioni orizzontali controllate (TOC), realizzate con l'ausilio di una trivella di perforazione montata su una rampa inclinata mobile.

Lo smantellamento delle condotte esistenti in rimozione negli attraversamenti di corsi d'acqua ed infrastrutture è anch'esso realizzato con piccoli cantieri, che operano contestualmente allo smantellamento della linea.

Negli attraversamenti senza tubo di protezione si opera come lungo la linea con scavo a cielo aperto; solo nel caso di attraversamenti stradali importanti, per non interrompere il traffico o interferire con la stabilità dell'opera, si lascia la condotta esistente per l'ampiezza della strada e si inertizza con miscele cementizie.

Lo smantellamento degli attraversamenti di strade statali, strade provinciali, di particolari servizi interrati (collettori fognari, ecc.) e, in alcuni casi, di collettori in cls realizzati con tubo di protezione, prevedono lo sfilaggio della condotta e la successiva inertizzazione del tubo di protezione che sarà lasciato in sito.



Foto 2.2-7: Trivellazione con spingitubo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 15 di 151 Rev. 1

2.2.6 Realizzazione dei punti e degli impianti di linea

La realizzazione dei punti e degli impianti di linea consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc. **Foto 2.2-8**).

Per l'installazione delle valvole occorre realizzare uno scavo che potrà essere protetto da opere in calcestruzzo; la profondità di scavo sarà analoga a quella della trincea di linea o di poco superiore.

Lo smantellamento degli impianti e dei punti di linea consiste nello smontaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (apparecchiature di controllo, ecc.) nonché nello smantellamento dei basamenti delle valvole in c.a..



Foto 2.2-8: Esempio di punto di intercettazione di linea (PIL)

2.2.7 Esecuzione dei ripristini

Questa fase consiste in tutte le operazioni necessarie a riportare l'ambiente allo stato preesistente i lavori.

Le attività di ripristino (ripristini geomorfologici) comportano movimenti di terra di scavo e riporto molto limitati e puntuali, mirati alla sistemazione dei tratti di maggiore acclività, alla sistemazione e protezione delle sponde dei corsi d'acqua attraversati, al ripristino di strade e servizi interferiti dal tracciato, etc.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 16 di 151 Rev. 1

2.3 Quadro dei materiali di scavo prodotti

2.3.1 Stima materiali da scavo

Nelle tabelle seguenti si fornisce una stima dei metri cubi complessivi dei materiali da scavo associati alla realizzazione dell'opera; in **Tabella 2.3-1** sono riassunti i volumi (misurati in banco) delle Terre e Rocce da Scavo provenienti dagli scavi a cielo aperto (trincee), mentre in **Tabella 2.3-2** sono riportati i volumi (misurati in cumulo – aumento di volume circa 20%) di smarino prodotti dagli scavi in sotterraneo (trenchless).

Tale suddivisione deriva dal fatto che i materiali generati da scavi a cielo aperto saranno completamente riutilizzati per il ripristino delle medesime aree, avendo determinato la loro adeguatezza dal punto di vista ambientale, mentre i volumi di smarino prodotti nei tratti trenchless saranno trasportati in depositi temporanei, dove verrà eseguita in corso d'opera la loro caratterizzazione per determinare la possibilità ed il metodo di riutilizzo in sito o extra sito (sottoprodotti), o l'eventuale smaltimento come rifiuto nel caso si riscontrasse la non adeguatezza.

I volumi di terreno da tratti escavati a cielo aperto ammontano complessivamente a circa 1570000 mc (in banco), di cui circa 974.000 mc dalle opere in progetto e circa 596.000 mc dalle opere in dismissione.

Nei volumi di terreno proveniente dagli scavi a cielo aperto si distinguono circa 789.600 mc di suolo derivante dagli scotici dei primi 30 cm circa (opere in progetto: 572.600 mc + opere in dismissione: 217.000 mc).

I volumi derivanti dalle trenchless: circa 102.500 mc verranno frazionati nell'area di cantiere per recuperarne la parte fluida che verrà reimpiegata nella attività di perforazione. La fase solida rimanente, denominata smarino, verrà accumulata e gestita come rifiuto.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 17 di 151 Rev. 1

Tabella 2.3-1: Stima volumi movimenti terra da scavi a cielo aperto

REGIONE ABRUZZO - STIMA DEI VOLUMI DELLE TERRE MOVIMENTATE METANODOTTI IN PROGETTO						
METANODOTTI IN PROGETTO (DN)	Volume adeguamento strade esistenti (m ³) (I)	Volume piste provvisorie (m ³) (II)	Volume area di passaggio (m ³) (III)	Volume trincea di scavo (m ³) (IV)	Piazzole accatastamento tubazioni (m ³) (V)	Volume totale (m ³)
650 (26")	6.993	6.451	466.011		22.286	
				345.687		
200 (8") ÷ 300 (12")			3.780			
				2.331		
100 (4") - 150 (6")		1.645	60.840		4.593	
				53.209		
Tot. parz.	6.993	8.096	530.631	401.227	26.879	973.826
REGIONE ABRUZZO - STIMA DEI VOLUMI DELLE TERRE MOVIMENTATE METANODOTTI IN DISMISSIONE						
METANODOTTI IN DISMISSIONE (DN)	Volume adeguamento strade esistenti (m ³) (I)	Volume piste provvisorie (m ³) (II)	Volume area di passaggio (m ³) (III)	Volume trincea di scavo (m ³) (IV)	Piazzole accatastamento tubazioni (m ³) (V)	Volume totale (m ³)
650 (26")		8.627	148.806		7.995	
				343.155		
80 (3") - 250 (10")		2.518	45.801		3.207	
				35.851		
Tot. parz.		11.145	194.607	379.006	11.202	

(I) Ricavato considerando, per la lunghezza della strada, uno scotico medio di circa 0,2 m su un metro per parte rispetto alla carreggiata esistente

(II) Ricavato considerando, per la lunghezza della pista provvisoria, uno scotico medio di circa 0,2 m per un'ampiezza media di circa 3 m

(III) Ricavato considerando uno scotico medio di circa 0,3 m per l'ampiezza delle aree di passaggio previste da progetto

(IV) Considerando profondità di scavo variabili da un minimo di 1,8 m a un massimo di 5 m

(V) Ricavato considerando uno scotico medio di circa 0,3 m per la superficie della piazzola prevista da progetto

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 18 di 151 Rev. 1

Tabella 2.3-2: Volume smarino prodotto dai tratti trenchless

ID Nr.	Nome trenchless	Metodo di costruzione	Lunghezza trenchless m	Diametro esterno m	Smarino in cumulo m ³	Smarino per miscela di intasamento m ³	Terreno in esubero m ³
1	Mercatone	Microtunnel	410	2,40	2225	177	2048
2	Fiume Tronto	Microtunnel	375	2,40	2035	162	1873
3	Colonnella 1	Microtunnel	1080	2,90	8556	987	7569
4	Colonnella 2	Microtunnel	835	2,40	4531	360	4170
5	Svincoli Vibrata	Microtunnel	325	2,00	1225	42	1182
6	Colli Cavucci	HDD	215	1,00	203	0	203
7	Tortoreto Alto	HDD	440	1,00	414	0	414
8	Fosso Cavataso	HDD	430	1,00	405	0	405
9	Maggi	Microtunnel	1070	2,90	8477	978	7499
10	Aut. A14	Microtunnel	300	2,00	1130	39	1091
11	Fiume Tordino	Microtunnel	365	2,00	1375	47	1328
12	Mazzocco	Microtunnel	765	2,40	4151	330	3821
13	Montepagano	Microtunnel	760	2,40	4124	328	3796
14	Fiume Vomano	Microtunnel	700	2,40	3798	302	3496
15	Colle Morino	HDD	220	1,00	207	0	207
16	Aut. A14	Microtunnel	135	2,00	509	18	491
17	Fosso Casoli	Microtunnel	835	2,90	6615	763	5852
18	Colle Pigno	Microtunnel	860	2,90	6813	786	6027
19	Colle Cretone 1	Microtunnel	1800	2,90	14260	1645	12615
20	Colle Cretone 2	Microtunnel	375	2,00	1413	49	1364
21	Pianacce	Microtunnel	1400	2,90	11091	1280	9811
22	Fonte del Lupo	Microtunnel	1455	2,90	11527	1330	10197
23	Colle Santo Stefano	HDD	885	1,00	834	0	834
24	Caprara 1	HDD	840	1,00	791	0	791
25	Caprara 2	HDD	375	1,00	353	0	353
26	San Michele	HDD	485	1,00	457	0	457
27	Obletter	HDD	400	1,00	377	0	377
28	Fiume Pescara	Microtunnel	745	2,40	4042	321	3721
29	La Fortellezza	HDD	445	0,60	151	0	151
30	Salinello	HDD	680	0,60	231	0	231
31	Campo di Mare	HDD	610	0,60	207	0	207
Totali					102525	9945	92580

Diametro esterno:

Per i tunnel Drill&Blasting (gallerie) il diametro utile è considerato pari a 4,2 m; lo spessore delle strutture di contenimento pari a 0,50 m
Per le HDD il diametro del foro è considerato pari al massimo alesaggio (circa 1,3 * il diametro del pipeline)

Smarino in cumulo

Considerato pari al volume di scavo per un coefficiente di decompressione 1,2

Smarino per intasamento

Il volume del terreno di scavo utilizzato come inerte per intasamento microtunnel è considerato pari al 30% del volume di scavo

Il volume di terreno per l'intasamento a secco delle gallerie Drill&Blasting è considerato con coefficiente 1 in volume

Terreno in esubero

Terreno in esubero da gestire da smaltire come rifiuto

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo	SPC. BD-E-94706		
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 19 di 151	Rev. 1	

2.4 Operazioni di normale pratica industriale sui materiali di scavo

Non si prevedono particolari operazioni sui terreni di scavo provenienti dalle trincee a cielo aperto, in quanto si tratta per il 90% circa di terreni sciolti riutilizzabili tal quali nelle attività di rinterro. Il restante 10% è costituito da rocce tenere (arenarie scarsamente cementate) per le quali non necessita una frantumazione e/o una selezione granulometrica.

In fase di rinterro, a diretto contatto della condotta, sarà posata la parte più fine ed a seguire le frazioni più grossolane.

Le Terre e Rocce da Scavo in esubero derivanti dagli scavi in sotterraneo (trenchless), se classificabili come sottoprodotti, potranno essere utilizzati tal quali nelle opere di ripristino ambientale in sito o extra sito; nei casi in cui saranno invece impiegate in opere civili potranno dover essere eseguite selezioni granulometriche e lavaggio.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 20 di 151 Rev. 1

3 INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI PROGETTO

I vari caratteri territoriali lungo il tracciato sono stati tratti dallo Studio d'Impatto Ambientale redatto per questo specifico progetto, a cui si rimanda per la loro eventuale lettura in modo più estensivo e dettagliato.

3.1 Caratteristiche geomorfologiche, geologiche e pedologiche

3.1.1 Inquadramento geomorfologico

Il territorio attraversato dal metanodotto percorre tre unità fisiografiche principali, costituite dai **rilievi collinari**, l'unità di paesaggio più diffusa, dalle **piane alluvionali di fondovalle** e dalla **bassa fascia costiera**.

Nel suo complesso il paesaggio collinare è progressivamente digradante verso Est; le dorsali principali che lo costituiscono hanno andamenti prevalentemente orientati in direzione SO-NE o OSO-ENE e raggiungono quote modeste, (circa 300 m s.l.m. nella dorsale di Montepagano, circa 250 m s.l.m. a Colle Terremoto nei pressi di Mutignano).

La morfologia del rilievo è controllata sostanzialmente dall'assetto stratigrafico-strutturale della successione Plio-Pleistocenica: le sequenze arenaceo-conglomeratiche, e talora i terrazzi alluvionali Pleistocenici più alti, formano rilievi tabulari o pianalti definiti da ripide scarpate spesso subverticali, che nella parte inferiore dei versanti assumono forme tendenzialmente concave, in corrispondenza dell'affioramento di facies argillose o argilloso-limose maggiormente erodibili. A spese delle unità argillose si sono sviluppate forme calanchive, che occupano sui versanti superfici caratterizzate da un denso reticolo idrografico minore.

Per quanto riguarda l'idrografia, le forme del rilievo controllano anche l'andamento, tipicamente antiappenninico, dei numerosi fiumi e torrenti che scorrono in gran parte lungo valli conseguenti in direzione SO-NE o OSO-ENE. Da nord a sud i corsi d'acqua più importanti sono il Tronto, il Salinello, il Tordino, il Vomano, il Piomba, il Saline ed il Pescara. Gli alvei hanno tracciati generalmente rettilinei o moderatamente sinuosi; fanno eccezione il Piomba, il Fino affluente del Saline, il Pescara, con alvei marcatamente sinuosi o meandriformi.

Il reticolo di drenaggio ha pattern variabili, più frequentemente angolati o subparalleli, a traliccio. Caratteristica della fascia periadriatica marchigiano-abruzzese è l'asimmetria areale dei versanti, significativamente più estesi in sinistra idrografica che in destra. Nei fondovalle più ampi sono riconoscibili i diversi ordini di terrazzamenti separati da scarpate ben marcate, e, in particolare nella valle del Vomano, sono frequenti le conoidi provenienti dalle numerose valli laterali.

Nella successione Plio-Pleistocenica, generalmente a quote più alte dei terrazzi del I ordine, lungo le dorsali spartiacque, si riconoscono superfici di spianamento relitte, legate alle fasi più antiche di modellamento del rilievo, riferibili alla "superficie villafranchiana" di Demangeot (Brozzetti et al., 2008).

I fenomeni franosi sono particolarmente frequenti nei versanti a substrato argilloso e argilloso-limoso. Le coltri eluvio-colluviali e gli orizzonti superficiali alterati del substrato

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 21 di 151 Rev. 1

argilloso sono estesamente interessati da fenomeni di deformazione plastica (soliflussi), caratterizzati da movimenti lenti che riguardano coltri di spessore modesto.

Le sequenze arenaceo-conglomeratiche, dove formano scarpate subverticali sono soggette a frane di crollo, generalmente di limitate dimensioni. Frane di scorrimento rotazionale, colamenti, frane complesse, queste ultime corrispondenti spesso a scorrimenti rotazionali evolventi in colamento, interessano le parti marginali dei rilievi tabulari sabbioso-conglomeratici e i sottostanti versanti argillosi e argilloso-limoso-sabbiosi.

3.1.2 Assetto idrografico

I tracciati della linea principale di progetto e delle linee secondarie relative alle derivazioni ed allacciamenti ad essa connessa attraversano numerosi bacini idrografici, di maggiore o minore rilevanza per portate e dimensioni, ma tutti caratterizzati da forma allungata ed orientamento trasversale alla catena appenninica e normale alla costa adriatica (**Fig. 3.1-1**). La descrizione dell'idrografia dei bacini principali, riportata nel seguito, fa riferimento a dati ricavati in gran parte dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo.



Figura 3.1-1: Bacini idrografici dei fiumi principali. In rosso il tracciato principale in progetto.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 22 di 151	Rev. 1

3.1.2.1 Bacino del fiume Tronto

Il bacino del Fiume Tronto si estende su una superficie di 1.189 km² con un'altitudine media di 775 m circa. Il corso d'acqua principale nasce dalle pendici settentrionali dei Monti della Laga (circa a quota 1.900 m s.l.m.) e sbocca nel Mare Adriatico in prossimità di Porto d'Ascoli, dopo un percorso di 97,5 km.

Il bacino, di forma irregolarmente allungata in direzione anti-appenninica, è limitato a sud e sud-est dai Monti della Laga e dal sistema Montagna dei Fiori – Montagna di Campli, ad ovest dalla dorsale del M. Pizzuto, a nord dal massiccio carbonatico dei Monti Sibillini, in cui spicca il M. Vettore, la più alta vetta del bacino.

Nel tratto iniziale e fino all'altezza di Arquata del Tronto il fiume ha direzione prevalentemente S – N; alle falde del M. Vettore muta nettamente direzione assumendo fino alla foce una direzione all'incirca NE-SO. Tra i principali affluenti si segnalano, in destra idrografica, il torrente Castellano ed il torrente Marino e, in sinistra idrografica, il torrente Scandarella, il torrente Chifente, il torrente Fluvione ed il torrente Chiaro.

Per quanto riguarda il regime delle portate si riportano i dati tratti dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. Nella stazione di Cannuciaro, situata ad una distanza di circa 42 km dalla foce, la portata media (anni 1933 -1979, con interruzioni) è di 7,7 m³/s; la portata massima al colmo nel periodo di riferimento risulta di 111 m³/s, mentre quella minima giornaliera è pari a 1,4 m³/s.

3.1.2.2 Bacino del fiume Tordino

Il bacino del Fiume Tordino, di forma allungata in direzione OSO-ENE, copre una superficie di circa 450 km². L'asta principale nasce dalle pendici del Monte Gorzano, nei Monti della Laga, e sfocia nel Mare Adriatico in prossimità dell'abitato di Giulianova, dopo circa 59 km di percorso. Il reticolo idrografico è marcatamente asimmetrico, con sviluppo molto maggiore del drenaggio nel versante sinistro, percorso dagli affluenti principali, Fiumicino e Vezzola.

3.1.2.3 Bacino del fiume Vomano

Il bacino del Fiume Vomano, di forma irregolarmente orientata in direzione OSO-ENE, stretta e allungata dalla costa fino all'altezza della confluenza con il Torrente Mavone, suo principale affluente, poi più ampia nel settore montano, copre una superficie di circa 765 km². Nasce alle pendici settentrionali del Monte San Franco, nel gruppo montuoso del Gran Sasso, e sfocia nell'Adriatico nei pressi di Roseto degli Abruzzi, dopo un percorso di circa 76 km.

La portata media annua alla foce supera i 10m³/s (Guide Geologiche Regionali, 2003).

3.1.2.4 Bacino del fiume Saline

Il bacino dei fiumi Fino-Tavo-Saline, comprende il sistema idrografico del Fiume Saline in cui confluiscono, a circa 8 km dalla foce, in località Congiunti, i due fiumi Fino e Tavo. I fiumi Tavo e Fino hanno origine dai rilievi del Gran Sasso, il primo sul versante adriatico dell'altopiano di Campo Imperatore, l'altro dalle pendici nord-est del Monte Camicia, e

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 23 di 151	Rev. 1

corrono perpendicolarmente alla costa in direzione O-E e SO-NE. Solo nella parte alta del loro corso, in modo particolare il Tavo, i due fiumi ricevono contributi da sorgenti.

Il fiume Fino comprende un bacino idrografico di 277 km², il fiume Tavo raccoglie un bacino idrografico di 199 km². Il bacino del Saline, dalla confluenza Fino-Tavo alla foce copre una superficie di 35 km². La portata media giornaliera del Tavo (riferita ad un trentennio di osservazioni) alla stazione di San Pellegrino è pari a circa 30 m³/s. Il Fino a Castiglione Messer Raimondo presenta una portata media giornaliera, per un quinquennio di osservazioni, pari a circa 24 m³/s.

3.1.2.5 Bacino del fiume Aterno-Pescara

Il bacino del F. Tronto si estende su una superficie di 1.189 Km² con un'altitudine Il bacino idrografico dei fiumi Aterno-Pescara è il più vasto del territorio abruzzese, comprendendo il sistema idrografico del Pescara e quello altrettanto ampio del Fiume Aterno, suo affluente; esso si estende su una superficie di circa 4000 km². La forma del bacino è nel complesso triangolare, con un lato, ubicato all'interno della catena, parallelo alle direttrici principali del rilievo. Tale lato è grosso modo l'espressione del tracciato del Fiume Aterno che corre con andamento circa rettilineo verso SE fino alla piana di Sulmona, dove devia bruscamente verso NE assumendo, in prossimità dell'abitato di Popoli, il nome di Fiume Pescara.

Il territorio del Bacino del Pescara è prevalentemente montuoso, soprattutto nella porzione interna dove compaiono i rilievi della Laga, del Gran Sasso d'Italia, dei monti d'Ocre, della Maiella, del Sirente e della Marsica. Qui il sistema di drenaggio si presenta disarticolato da numerose conche intermontane (quali quelle dell'Aterno e di Sulmona), talora caratterizzate da drenaggio endoreico, con smaltimento delle acque all'interno di inghiottitoi carsici (es. il Piano delle Rocche). A valle della Gola di Popoli il bacino si sviluppa all'interno della fascia collinare peri-adriatica. Il tratto di costa sotteso dal Bacino del Pescara si estende per circa 10 km ed è caratterizzato da una fascia costiera di circa 1 km di larghezza, densamente urbanizzata.

La portata media del Pescara, basate sulle misure eseguite nel quarantennio 1951-1990 alla stazione fissa di Santa Teresa di Spoltore, in prossimità della foce, si aggirano intorno a 50 m³/s (Desiderio et al. 2001).

3.1.3 Assetto pedologico

La caratterizzazione dei suoli lungo il tracciato è stata realizzata attraverso la raccolta e consultazione di bibliografia esistente e cartografia prodotta dall' ARSSA – Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo dell'Abruzzo nel 2006 "Carta dei Suoli della regione Abruzzo in scala 1:250.000".

Il territorio attraversato è suddiviso in unità cartografiche all'interno dei quali sono stati descritti sinteticamente i suoli ed il loro uso (**Tabella 3.1-1**).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 24 di 151	Rev. 1

Tabella 3.1-2: Suoli cartografati lungo il tracciato in progetto

Associazione di suoli per unità cartografica	Sottounità
<p>A2a: Suoli dei fondovalle dei fiumi principali e dei relativi terrazzi alluvionali. I substrati sono costituiti da sedimenti alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e limoso-argillosi. Per quanto concerne l'uso del suolo prevale l'agricolo (64%; seminativi 38%, colture arboree 12%, zone eterogenee 7%), le formazioni riparie occupano il 13% della superficie dell'Unità e le superfici artificiali il 17%.</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 8,100-9,300; 22,850-24,100; 33,700-35,800; 54,900-58,950; 75,150-75,897.</p>	<p>TRI1, PAD1, BUF1</p>
<p>A2b: Suoli dei fondovalle dei corsi d'acqua minori con fasce colluviali. I substrati sono costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbiosi e limoso-argillosi interdigitati, talora sottoposti a sedimenti colluviali argilloso-limosi. Per quanto concerne l'uso del suolo prevale l'agricolo (71%; seminativi 48%, colture arboree 9%, zone eterogenee 14%), le formazioni riparie occupano il 13% della superficie dell'Unità e le superfici artificiali il 9%.</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 13,700-13,950; 14,100-14,500; 37,900-38,250; 39,500-40,000; 49,350-49,650; 73,150-73,600.</p>	<p>PAD1, TRI1, BUF1, TRI4</p>
<p>A2c: Suoli dei terrazzi fluviali recenti a quote più alte del fondovalle attuale. I substrati sono costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbiosi e limoso-argillosi interdigitati o sottoposti a sedimenti colluviali argilloso-limosi. L'uso del suolo è prevalentemente agricolo (64%; seminativi 40%, colture arboree 13%, zone eterogenee 14%), mentre le superfici artificiali coprono il 28% del territorio.</p> <p>Lungo il tracciato in progetto questi suoli compaiono alle seguenti chilometriche: Km 0,900-1,200; 7,500-8,100; 9,300-9,500; 22,000-22,850; 32,400-33,700; 35,800-36,100; 74,200-75,150.</p>	<p>SAB1, SAB2</p>
<p>A2d: Suoli dei terrazzi fluviali antichi a quote più alte del fondovalle attuale. I substrati sono costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbiosi. Per quanto concerne l'uso del suolo prevale nettamente l'agricolo (83%; seminativi 36%, oliveti 22%), mentre le superfici artificiali occupano il 10 dell'Unità.</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 6,800-7,500; 20,000-22,000; 30,500-32,400; 52,800-54,900; 64,150-73,150; 73,600-74,200.</p>	<p>AVA1, AVA3, SAB1</p>
<p>A2e: Suoli presenti sui lembi residuali dei terrazzi fluviali antichi. I substrati sono costituiti da sedimenti alluvionali ghiaioso-sabbiosi o limoso-argillosi e secondariamente da sedimenti marini argilloso-limosi. Per quanto concerne l'uso del suolo prevale nettamente l'agricolo (88%; seminativi 31%, oliveti 36%), mentre le superfici artificiali occupano il 6% dell'Unità.</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 50,700-52,800</p>	<p>AVA1, AVA3, CST1</p>

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 25 di 151	Rev. 1

Associazione di suoli per unità cartografica	Sottounità
<p>A3b: Suoli presenti su superfici residuali sommitali strette ed allungate ridotte a crinali subpianeggianti. I substrati sono costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbiosi. L'uso del suolo è prevalentemente l'agricolo (85% del territorio dell'Unità), con vigneti (25%), oliveti (20%), sistemi colturali e particellari complessi (17%) e seminativi semplici (16%).</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 1,800-2,650; 3,700-4,350; 41,200-41,300; 43,250-43,400; 45,350-45,800; 46,200-46,450.</p>	AVA1
<p>A4a: Suoli presenti su versanti lineari con substrati costituiti da sedimenti marini argilloso-limosi. L'uso del suolo è prevalentemente l'agricolo (88% del territorio dell'Unità), con oliveti (28%) e seminativi (35%).</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 24,100-26,300; 36,700-37,900; 47,900-49,350.</p>	TAG1, CST1
<p>A4b: Suoli presenti su versanti lineari e, secondariamente, su versanti dissestati con erosione calanchiva. I substrati sono costituiti da sedimenti marini argilloso-limosi. L'uso del suolo è prevalentemente l'agricolo (79% del territorio dell'Unità), con oliveti (22%), vigneti (11%) e seminativi (29%).</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 1,200-1,800; 13,950-14,100; 14,500-16,700; 26,300-30,500; 36,100-36,700; 38,250-37,900;</p>	TAG1, CST1
<p>A4d: Suoli presenti su versanti lineari e, secondariamente, su versanti dissestati con erosione calanchiva. I substrati sono costituiti da sedimenti marini grossolani ghiaiosi. L'uso del suolo è prevalentemente l'agricolo (78% del territorio dell'Unità), con oliveti e colture annuali associate a colture permanenti (12%) e seminativi (40%).</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 2,650-3,700; 4,350-5,350.</p>	MAR1, CST1, TAG1
<p>A4e: Suoli presenti su versanti lineari e superfici erose di terrazzi a morfologia dolcemente ondulata. L'uso del suolo è prevalentemente l'agricolo (91% del territorio dell'Unità), con seminativi (47%) e colture annuali associate con colture permanenti (19%).</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 5,350-6,800; 9,500-13,950; 16,700-20,000.</p>	CST1, TAG1, AVA3
<p>A5a: Suoli presenti su versanti in erosione calanchiva e secondariamente su versanti lineari. I substrati sono costituiti da sedimenti marini argilloso-limosi.</p> <p>L'uso del suolo è prevalentemente l'agricolo (71% complessivo), con seminativi (37%) e oliveti (15%). La vegetazione naturale o seminaturale copre il 26% del territorio; in particolare le aree con vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione e le boscaglie rade coprono il 10% mentre le aree con vegetazione rada occupano il 9% del territorio.</p> <p>Lungo il tracciato in progetto sono presenti alle seguenti chilometriche: Km 40,000-41,200; 41,300-43,250; 43,400-45,350; 45,800-46,200; 46,450-47,900; 49,950-50,700.</p>	CST1, CST2, TAG1

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 26 di 151 Rev. 1

Qui di seguito la descrizione dettagliata delle sottounità dei suoli citati nella precedente tabella presenti all'interno delle varie unità cartografiche.

Sottounità Tipologica “TRIGNO TRI1 moderatamente profondi”

Descrizione: Profondità utile alle radici moderata. Rocciosità assente. Piuttosto eccessivamente drenati con scorrimento superficiale trascurabile. Conducibilità idraulica satura moderatamente alta. Capacità in acqua disponibile bassa. Colore della matrice bruno oliva (2,5Y 4/4 o 4/3) negli orizzonti superficiali. Consistenza molto friabile. Struttura prevalentemente poliedrica subangolare media. Fortemente calcarei con calcare attivo elevato. Capacità depurativa bassa. Tasso di saturazione in basi molto elevato. Suoli non evoluti, senza riorganizzazione interna dei carbonati. Affioramento di strati sabbiosi o di ghiaia entro il metro. Sequenza tipica degli orizzonti A-C. La pedogenesi recente non ha obliterato le caratteristiche dei materiali di origine e sotto la profondità di aratura sono evidenti i segni della sedimentazione fluviale con alternanze di materiali a granulometria differente.

Variabilità della Sottounità: Pietrosità superficiale da assente a frequente. Da debolmente adesivi ad adesivi, da debolmente plastici a plastici. Tessitura da fine a grossolana in relazione alle deposizioni fluviali, da argilloso limosa a sabbiosa negli orizzonti superficiale e da franco argilloso limosa a limosa negli orizzonti di tipo C. Scheletro da assente a frequente. Reazione da moderatamente a fortemente alcalina. Sostanza organica da molto scarsa a scarsa. Capacità di scambio cationico da bassa a media.

Sottounità Tipologica “PADULA PAD1 piuttosto mal drenati”

Descrizione: Profondità utile alle radici moderatamente elevata. Rocciosità e pietrosità superficiale assenti. Piuttosto mal drenati con scorrimento superficiale molto basso. Conducibilità idraulica satura moderatamente bassa. Capacità in acqua disponibile elevata. Colore della matrice da bruno oliva (2,5Y4/3), bruno a bruno scuro negli orizzonti superficiali e grigio o grigio olivastro (5Y5/1 o 5/2) negli orizzonti sottostanti. Friabile negli orizzonti superficiali, resistente o estremamente resistente negli orizzonti sottostanti. Struttura poliedrica subangolare grande moderatamente sviluppata negli orizzonti superficiali e poliedrica angolare grande fortemente sviluppata negli orizzonti sottostanti. Pori molto fini scarsi e molto scarsi. Facce di pressione e scivolamento comuni negli orizzonti sottostanti. Tessitura fine (argilloso limosa). Scheletro assente. Reazione moderatamente alcalina Fortemente calcarei con calcare attivo elevato. Sostanza organica scarsa. Capacità di scambio cationico alta e saturazione in basi molto alta. Capacità depurativa alta. Suoli con sequenza tipica degli orizzonti A-Bw-Bg-BCgk-(Cg), che hanno evoluto un orizzonte di alterazione con debole o assente riorganizzazione dei carbonati entro il metro, senza traslocazione o accumulo, ma con il deposito di carbonato di calcio a morfologia di micelio sulle pareti dei pori. Formazione di un orizzonte di accumulo di carbonati in profondità dovuto alla falda.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, cambico, proprietà gleyiche.

Soil Taxonomy (98): *Vertic Haploxerepts fine, mixed, thermic*.

WRB (98): *Calcari Endogleyic Cambisols*

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 27 di 151 Rev. 1

Sottounità Tipologica “**BUFALARA BUF1 moderatamente ben drenati**”

Descrizione: Profondità utile alle radici molto elevata. Rocciosità e pietrosità superficiale assenti. Moderatamente ben drenati, con scorrimento superficiale basso. Conducibilità idraulica satura moderatamente bassa. Capacità in acqua disponibile elevata. Colore della matrice da bruno oliva (2.5Y4/3) a bruno, a bruno scuro. Friabile in superficie, resistente in profondità. Struttura poliedrica subangolare grande, moderatamente sviluppata in superficie e poliedrica angolare grande, fortemente sviluppata negli orizzonti sottostanti. Pori molto fini scarsi in superficie e comuni negli orizzonti sottostanti. Tessitura fine (argilloso limosa). Scheletro assente. Reazione da moderatamente a fortemente alcalina (i suoli hanno pH generalmente compreso tra 8,3 ed 8,4). Fortemente calcarei. Sostanza organica scarsa. Capacità di scambio cationico alta e saturazione in basi molto alta. Capacità depurativa dei suoli molto alta. Suoli poco evoluti con debole o assente riorganizzazione dei carbonati, senza traslocazione o accumulo, ma con il deposito di carbonato di calcio a morfologia di micelio sulle pareti dei pori.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte cambico, proprietà gleyiche, materiali di suolo calcarei.

Soil Taxonomy (98): Vertic Haploxerepts fine, mixed, thermic.

WRB (98): Eutri Calcic Cambisols.

Sottounità Tipologica: “**Variante colluviale dei Suoli TRIGNO TRI4**”

Descrizione: Profondità utile alle radici molto elevata. Rocciosità e pietrosità superficiale assenti. Ben drenato, con scorrimento superficiale trascurabile. Conducibilità idraulica satura moderatamente bassa. Capacità in acqua disponibile elevata. Colore della matrice bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2) negli orizzonti superficiali e bruno oliva chiaro (2,5Y 5/3) negli orizzonti sottostanti. Struttura poliedrica subangolare grande debolmente sviluppata e secondaria subangolare media fortemente sviluppata negli orizzonti superficiali e prismatica media fortemente sviluppata e secondaria poliedrica subangolare grande fortemente sviluppata negli orizzonti sottostanti. Tessitura media (franco limosa, franco argillosa e franco sabbiosa in profondità). Fortemente calcarei, con calcare totale molto elevato. Sostanza organica media negli orizzonti superficiali e molto scarsa negli orizzonti sottostanti. Capacità di scambio cationico molto alta. Saturazione in basi molto alta. Capacità depurativa dei suoli molto alta. Suoli evoluti da parent material in prevalenza costituito da sedimenti fluviali franchi oltre ad apporti colluviali di versante, nelle aree più prossime ai rilievi collinari. Inceptisuoli con traslocazione e deposito di carbonato di calcio con conseguente genesi di un orizzonte calcico entro il metro. Sequenza tipica degli orizzonti A-Bk-C. Al di sotto dell’orizzonte calcico sono ancora riconoscibile i segni della sedimentazione fluviale.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte calcico, materiali di suolo calcarei.

Soil Taxonomy (98): *Typic Calcixerepts fine-loamy, mixed, thermic*

WRB (98): *Haplic Calcisols*

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 28 di 151 Rev. 1

Sottounità Tipologica “SABINI SAB1 moderatamente calcarei”

Descrizione: Profondità utile alle radici molto elevata. Rocciosità assente. Ben drenati. Capacità in acqua disponibile da elevato a molto elevato. Colore della matrice da bruno grigiastro scuro (10YR 4/2) a bruno giallastro scuro (10YR 4/4) negli orizzonti superficiali, fino a bruno molto pallido (10YR 7/4) negli orizzonti sottostanti. Struttura da poliedrica subangolare a prismatica, da moderatamente sviluppata a fortemente sviluppata, da media a grande. Pori fini e molto fini comuni. Reazione moderatamente alcalina. Moderatamente calcarei con calcare attivo medio negli orizzonti superficiali e sotto superficiali e fortemente calcarei con calcare attivo molto elevato negli orizzonti sottostanti. Sostanza organica media. Capacità di scambio cationico alta. Saturazione in basi molto alta. Inceptisuoli con traslocazione e deposito di carbonato di calcio con conseguente genesi di un orizzonte calcico entro il metro. Sequenza tipica degli orizzonti A-Bw-Bk-C.

Variabilità della Sottounità: Scorrimento superficiale da basso ad alto. Pietrosità superficiale da assente a frequente. Conducibilità idraulica da moderatamente bassa a moderatamente alta. Tessitura da fine a media (da argilloso limosa a franco limosa) con affioramento di sabbia e ghiaie in profondità.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte cambico, orizzonte calcico, materiali di suolo calcarei.

Soil Taxonomy (98): *Typic Calcixerepts fine, mixed, thermic.*

WRB (98): *Haplic Calcisols*

Sottounità Tipologica “SABINI SAB2 fortemente calcarei”

Descrizione: Profondità utile alle radici molto elevata. Rocciosità assente. Ben drenati con scorrimento superficiale basso. Capacità in acqua disponibile da elevata a molto elevata. Colore della matrice da bruno grigiastro scuro (10YR 4/2) a bruno giallastro scuro (10YR 4/4) negli orizzonti superficiali, fino a bruno molto giallastro (10YR 5/4) negli orizzonti sottostanti. Struttura da poliedrica subangolare a prismatica, da moderatamente sviluppata a fortemente sviluppata da media a grande. Pori fini e molto fini comuni. Tessitura media (da franco argillosa a franco limosa) negli orizzonti superficiali. Reazione fortemente alcalina. Fortemente calcarei con calcare attivo elevato negli orizzonti superficiali e sotto superficiali, estremamente calcarei con calcare attivo molto elevato negli orizzonti sottostanti. Sostanza organica media. Capacità di scambio cationico molto alta. Saturazione in basi molto alta. Inceptisuoli con traslocazione e deposito di carbonato di calcio con conseguente genesi di un orizzonte calcico entro il metro. Sequenza tipica degli orizzonti A-Bk-C.

Variabilità della Sottounità: Scorrimento superficiale da basso ad alto. Pietrosità superficiale da assente a frequente. Conducibilità idraulica da moderatamente bassa a moderatamente alta. Tessitura da media a fine (da argilloso limosa a franco limoso argillosa) negli orizzonti profondi. Capacità di scambio cationico da alta a molto alta.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte calcico, materiali di suolo calcarei.

Soil Taxonomy (98): *Typic Calcixerolls fine, mixed, thermic.*

WRB (98): *Silti Calcic Chernozems.*

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 29 di 151	Rev. 1

Sottounità Tipologica “D’AVALOS AVA1 profondi”

Descrizione: Profondità utile alle radici elevata. Rocciosità e pietrosità superficiale assenti. Ben drenati con scorrimento superficiale lento. Capacità in acqua disponibile moderata. Colore della matrice del suolo da bruno a bruno scuro (10YR 4/3 - 7.5YR 3/2). Struttura poliedrica subangolare media e grande moderatamente sviluppata negli orizzonti superficiali e prismatica grande fortemente sviluppata negli orizzonti sottostanti. Tessitura fine (da argilloso limosa a argillosa). Scheletro assente. Reazione da moderatamente alcalina negli orizzonti superficiali a fortemente alcalina negli orizzonti profondi. Da moderatamente calcarei negli orizzonti superficiali a fortemente calcarei negli orizzonti profondi. Sostanza organica scarsa. Capacità di scambio cationico alta. Saturazione in basi molto alta. Capacità depurativa dei suoli molto alta. Suoli evoluti con riorganizzazione dei carbonati, con lisciviazione dagli orizzonti superiori ed accumulo in quelli inferiori a formazione di un orizzonte argillico. La sequenza tipica degli orizzonti è A-Bt-Bk-C.

Variabilità della Sottounità: L'orizzonte calcico, presenta contenuti di calcare attivo e totale variabili, e di conseguenza è variabile il grado di limitazione che debbono affrontare gli apparati radicali. La conducibilità idraulica satura varia da bassa a molto bassa (stima).

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte argillico, orizzontecalcico.

Soil Taxonomy (98): *Calcic Haploxeralfs very-fine, mixed, thermic.*

WRB (98): *Calcic Luvisols.*

Sottounità Tipologica “D’AVALOS AVA3 moderatamente profondi”

Descrizione: Profondità utile alle radici moderatamente elevata. Rocciosità e pietrosità superficiale assenti. Ben drenati con scorrimento superficiale lento. Tessitura fine (argillosa) negli orizzonti superficiali con affioramento del substrato sabbioso ghiaioso entro il metro. Scheletro assente. Colore della matrice del suolo da bruno a bruno scuro (10YR 4/3-7.5YR 3/2). Conducibilità idraulica satura bassa. Struttura poliedrica subangolare media e grande moderatamente sviluppata negli orizzonti superficiali e prismatica grande fortemente sviluppata negli orizzonti sottostanti. Reazione da debolmente alcalina a moderatamente alcalina. Moderatamente calcarei negli orizzonti superficiali Sostanza organica scarsa. Capacità di scambio cationico alta. Saturazione in basi molto alta. Suoli evoluti con riorganizzazione dei carbonati con lisciviazione dagli orizzonti superiori ed accumulo in quelli inferiori con formazione di un orizzonte argillico. Affioramento del substrato ghiaioso o sabbioso entro il metro di profondità. La sequenza tipica degli orizzonti è A-Bt-Bk-C.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte argillico, orizzonte calcico.

Soil Taxonomy (98): *Typic Haploxeralfs clayey over sandy or sandy-skeletal, mixed, thermic.*

WRB (98): *Skeletal Luvisols.*

Sottounità Tipologica “STRAMPANATO CST1 moderatamente profondi”

Descrizione: Profondità utile alle radici moderata. Rocciosità e pietrosità superficiale assente. Ben drenati, con scorrimento superficiale medio. Conducibilità idraulica satura

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 30 di 151 Rev. 1

moderatamente bassa. Capacità in acqua disponibile moderata. Colore della matrice bruno oliva (2.5Y4/3 e 4/4) in superficie e da bruno grigiastro (2.5Y5/2) a oliva grigiastro chiaro (5Y5/3) in profondità. Resistente, molto adesivo e molto plastico. Struttura da poliedrica subangolare media a prismatica media moderatamente sviluppata. Pori da molto fini a medi comuni. Tessitura fine (argilloso limosa). Scheletro assente. Reazione fortemente alcalina. Fortemente calcarei con calcare attivo molto elevato. Sostanza organica scarsa negli orizzonti superficiali e molto scarsa negli orizzonti sottostanti. Capacità di scambio cationico alta. Saturazione in basi molto alta. Inceptisuoli poco evoluti con debole o assente riorganizzazione dei carbonati, senza traslocazione o accumulo ma con il deposito di carbonato di calcio a morfologia di micelio sulle pareti dei pori. La sequenza tipica degli orizzonti è A-Bw-C.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte cambico. Materiali di suolo calcarei.

Soil Taxonomy (98): *Typic Haploxerepts fine, mixed, thermic.*

WRB (98): *Eutri Calcaric Cambisols.*

Sottounità Tipologica “TAGLIATE TAG1 moderatamente ben drenati”

Descrizione: Profondità utile alle radici elevata. Rocciosità e pietrosità superficiali assenti. Moderatamente ben drenati. Capacità in acqua disponibile moderata. Colore della matrice bruno oliva (2.5Y 4/3 e 4/4) in superficie e da bruno grigiastro (2.5Y 5/2) a oliva grigiastro chiaro (5Y 5/3) in profondità. Resistente, molto adesivo e molto plastico. Pori comuni fini e medi negli orizzonti superficiali e scarsi fini negli orizzonti sottostanti. Scheletro assente. Fortemente calcarei, con calcare attivo molto elevato. Sostanza organica scarsa negli orizzonti superficiali e molto scarsa negli orizzonti sottostanti. Tasso di saturazione in basi molto alto. Inceptisuoli con traslocazione e deposito di carbonato di calcio con conseguente genesi di un orizzonte calcico entro il metro. Sequenza tipica degli orizzonti A-(Bw)-Bk-C.

Variabilità della Sottounità: Scorrimento superficiale da medio a molto alto. Conducibilità idraulica satura da moderatamente bassa a bassa. Struttura da poliedrica subangolare media a prismatica media moderatamente sviluppata. Tessitura da fine a media (da argillosa a franco limoso argillosa). Reazione da moderatamente a fortemente alcalina. Capacità di scambio cationico da alta a molto alta.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte calcico. Materiali di suolo calcarei.

Soil Taxonomy (98): *Typic Calcixerepts fine, mixed, thermic*

WRB (98): *Haplic Calcisols*

Sottounità Tipologica “MARTINSICURO MAR1 profondi”

Descrizione: Profondità utile alle radici elevata. Rocciosità assente. Pietrosità superficiale comune. Ben drenati. Colore della matrice da bruno oliva chiaro a bruno giallastro scuro (2,5YR4/4 - 10YR5/4). Tessitura media (franca o franco argillosa). Scheletro comune. Calcarei. I suoli sono a profilo Ap-Bw-C. Il B strutturale è profondo e presenta occasionalmente pellicole di argilla e struttura poliedrica subangolare media o fine debolmente sviluppata.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 31 di 151 Rev. 1

Variabilità della Sottounità: Nel caso il suolo sia interessato da processi erosivi si ha un aumento della pietrosità superficiale e lo sviluppo di entisuoli.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, orizzonte cambico.

Soil Taxonomy (98): Typic Haploxerepts loamy-skeletal, mixed, mesic

WRB (98): Skeleti Calcaric Cambisols

Sottounità Tipologica “STRAMPANATO CST2 scarsamente profondi”

Descrizione: Profondità utile alle radici scarsa. Rocciosità e pietrosità superficiale assente. Moderatamente ben drenati, con scorrimento superficiale medio. Conducibilità idraulica satura moderatamente bassa. Capacità in acqua disponibile bassa. Colore della matrice bruno oliva (2.5Y4/3 e 4/4) in superficie e da bruno grigiastro (2.5Y5/2) a oliva grigiastro chiaro (5Y5/3) in profondità. Resistente, molto adesivo e molto plastico. Struttura da poliedrica subangolare media a prismatica media moderatamente sviluppata. Pori da molto fini a medi comuni. Tessitura fine (argilloso limosa). Scheletro assente. Reazione fortemente alcalina. Fortemente calcarei con calcare attivo da elevato a molto elevato. Sostanza organica scarsa negli orizzonti superficiali e molto scarsa negli orizzonti sottostanti. Capacità di scambio cationico alta. Saturazione in basi molto alta. Suoli poco evoluti con debole o assente riorganizzazione dei carbonati, senza traslocazione o accumulo ma con il deposito di carbonato di calcio a morfologia di micelio sulle pareti dei pori. La sequenza tipica degli orizzonti è A-C.

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici: Epipedon ochrico, materiali di suolo calcarei.

Soil Taxonomy (98): Typic Xerorthents fine, mixed, thermic

WRB (98): Eutri Calcaric Regosols

3.1.4 Assetto lito-stratigrafico e deposizionale

Il tracciato del metanodotto attraversa unità geologiche appartenenti alla Successione Plio-Pleistocenica del Bacino periadriatico marchigiano-abruzzese ed ai depositi continentali quaternari che la ricoprono discontinuamente (**Figura 3.1-2**). La Successione Plio-Pleistocenica si è deposta in un bacino subsidente, formatosi nel Plio-Pleistocene nella parte esterna dell'edificio a thrust dell'Appennino Centrale, mentre la parte interna andava incontro a fenomeni di progressivo sollevamento ed emersione (Bigi et al., 1995).

Seguendo lo schema di Centamore et al. (2009), la base

della successione Plio-Pleistocenica è caratterizzata da depositi sabbioso-conglomeratici di ambiente neritico-litorale, affioranti al margine occidentale del bacino periadriatico, all'esterno del territorio di studio. Su tali depositi sabbioso-conglomeratici poggia una potente successione pelitica all'interno della quale si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti sabbioso-conglomeratici o sabbioso-argillosi a geometria tabulare o lenticolare (Formazione di Mutignano).

Superiormente la successione è chiusa in discordanza da depositi neritico-litorali, sabbioso-conglomeratici (associazione sabbioso-conglomeratica della Formazione di Mutignano). All'interno della successione i depositi conglomeratici, intercalati a più livelli nelle sabbie litorali, evidenziano la progredazione di facies deltizie.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 32 di 151	Rev. 1

Le successioni neogenico-pleistoceniche si sono deposte in bacini caratterizzati da una fisiografia piuttosto complessa, in gran parte ereditata dalle fasi tettoniche precedenti e in continua evoluzione per gli effetti di una intensa tettonica sin-sedimentaria, caratterizzata da eventi compressivi con direzione di raccorciamento NE-SO, che hanno riattivato in parte le strutture a thrust prodottesi nel Pliocene inferiore. Di conseguenza il bacino risulta articolato in una serie di dorsali e depressioni sia ad andamento longitudinale che trasversale. Faglie trasversali ed oblique hanno suddiviso a loro volta i bacini in diversi settori a differente evoluzione tettonico- sedimentaria. Le dorsali sono costituite da anticlinali in crescita al disopra di incipienti thrust, probabilmente sviluppatasi per processi di inversione tettonica su antiche faglie normali listriche immergenti ad ovest.

Il bacino periadriatico risulta quindi differenziato, da nord a sud, nei settori anconetano, fermano, teramano e chietino (Bigi et al., 1995), gli ultimi due dei quali rientrano nel territorio di studio.

I settori teramano e chietino sono caratterizzati nel Pliocene inferiore da condizioni intermedie rispetto ai settori anconetano e fermano, con sedimentazione prevalentemente argillosa di ambiente di piattaforma poco profonda. Nel Pliocene superiore un parziale sollevamento comporta lo sviluppo di fenomeni erosivi e deposizionali di ambiente litorale. Nel Pleistocene inferiore si depongono, in ambienti marini chiusi, argille euxiniche; nel Pleistocene medio-superiore (Siciliano) sabbie più o meno cementate di spiaggia – battigia con corpi ghiaiosi indicativi di progradazione verso mare di ambienti fluvio – deltizi.

In discordanza sui vari termini della successione marina Plio-Pleistocenica affiorano i depositi continentali del Pleistocene medio basale, di ambiente da conoide alluvionale a piana alluvionale, a lago costiero. Il paesaggio continentale era caratterizzato, ai piedi dei rilievi occidentali, da una serie di conoidi alluvionali coalescenti, che bordavano un'ampia piana alluvionale, in cui si sviluppava un reticolo idrografico di tipo braided, e bordata verso est da laghi costieri (Centamore et al., 2009). I depositi continentali di origine fluviale, ampiamente diffusi nel territorio, sono tradizionalmente suddivisi in quattro ordini di terrazzi (Cantalamezza et al., 2004) e classificati, nella più recente cartografia geologica (CARG), all'interno di diversi Sintemi. Le alluvioni del primo e del secondo ordine sono attribuite al Pleistocene inferiore-medio, quelle del terzo ordine al Pleistocene superiore, mentre il quarto ordine appartiene all'Olocene.

Dove terminano i rilievi collinari, si sviluppa una fascia litorale relativamente poco estesa (da qualche centinaio di metri a circa un chilometro), formata da sedimenti di origine marina di variabile granulometria, da sabbie fini a ghiaie. Solo localmente (in particolare nel settore pescarese) sono presenti dune di limitate dimensioni, stabilizzate da vegetazione arborea e arbustiva.

I versanti di tutto il territorio sono interessati da estese coperture detritiche rappresentate principalmente da depositi eluvio – colluviali, sviluppati a spese delle sequenze argillose e argilloso-limose Plio-Pleistoceniche.

I depositi di frana sono molto diffusi nei versanti costituiti da litotipi argilloso - limosi delle sequenze Plio-Pleistoceniche. Si tratta generalmente di accumuli di modesto spessore, legati a fenomeni di deformazione plastica (soliflussi) superficiali nelle coltri eluvio-colluviali o negli orizzonti alterati. Alle frane di scorrimento e colamento sono associati per contro depositi di maggiore spessore, che coinvolgono il substrato argilloso.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 33 di 151	Rev. 1

Depositi continentali quaternari

- *Depositi di frana indifferenziati (a1i), frane in evoluzione (a1a), frane senza indizi di evoluzione (a1q)*

Sono state classificate tre categorie di depositi franosi: i depositi di frana in evoluzione, ovvero attivi, per i quali sono evidenti indizi di movimento recente o in atto (a1a), i depositi di frana privi di indizi di movimento recente o in atto, quindi sostanzialmente quiescenti (a1q), i depositi di frana indifferenziati (a1i).

In linea generale le scadenti caratteristiche geotecniche dei depositi argillosi e argilloso-sabbiosi e dei depositi eluvio-colluviali e di versante da questi derivati, che costituiscono le unità litologiche predominanti, fanno sì che gli accumuli di frana siano ampiamente diffusi in tutto il territorio attraversato dalle linee di progetto, anche in versanti a bassa acclività.

Per quanto riguarda la classificazione del tipo di movimento, prevalgono i movimenti gravitativi superficiali di tipo soliflusso, seguiti dai colamenti, dalle frane complesse (scorrimenti rotazionali che evolvono in colamenti). Più rari sono gli eventi di crollo, a carico delle sequenze arenaceo-conglomeratiche Plio-Pleistoceniche, dove queste formano pareti subverticali.

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 34 di 151

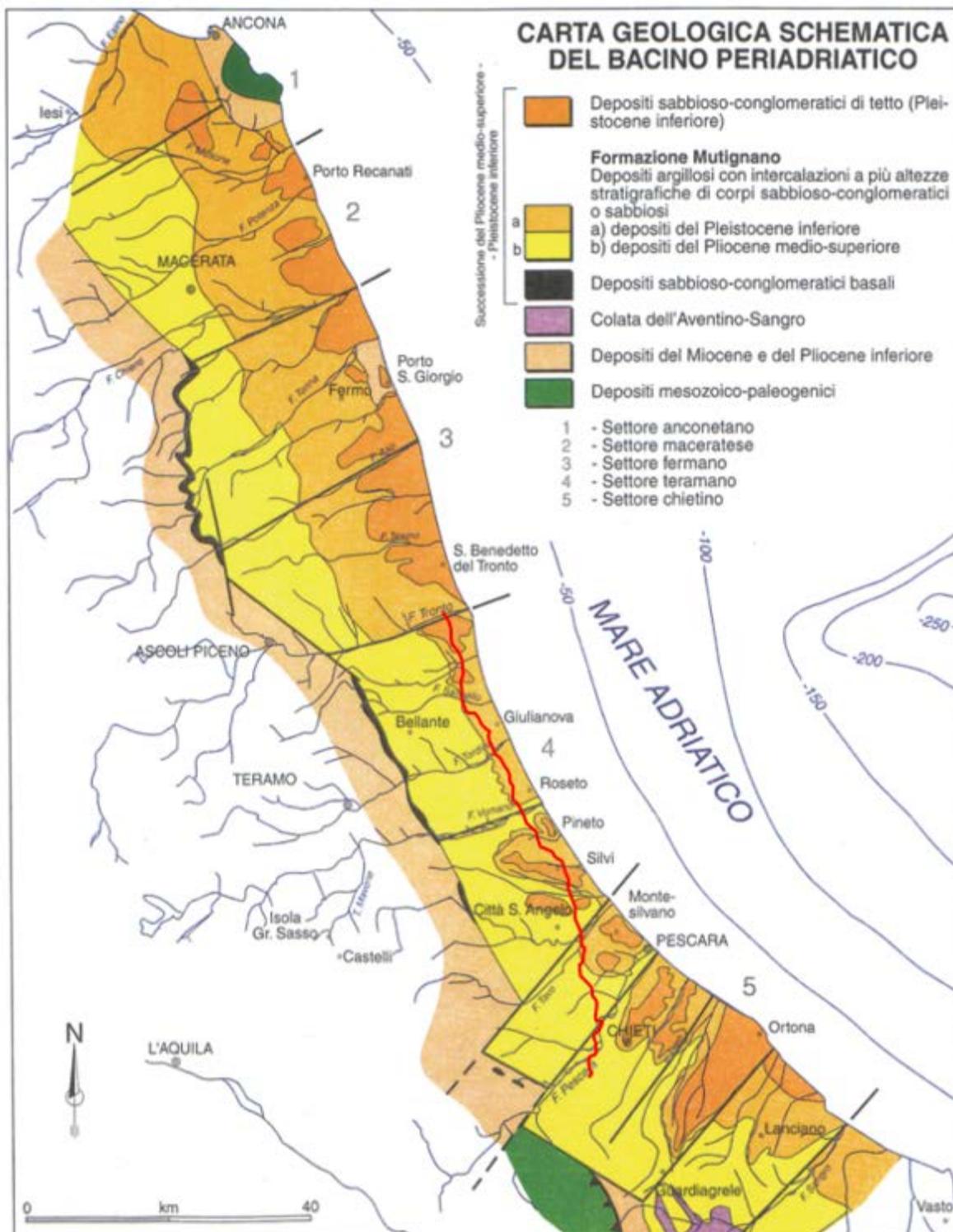


Figura 3.1-2: Carta geologica schematica del bacino periadriatico. In rosso il tracciato in progetto (da: Centamore et al., 2009, modificato).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 35 di 151 Rev. 1

- *Depositi di versante (dv)*

I depositi di versante sono rappresentati da coltri incoerenti, marcatamente eterometriche, ma generalmente con abbondante matrice fine pelitico-sabbiosa. Formano sovente la base delle scarpate costituite da arenarie e conglomerati della Successione Plio-Pleistocenica. L'età è olocenica.

- *Depositi eluvio-colluviali (ec)*

Affiorano estesamente lungo i versanti, negli impluvi delle valli secondarie e sulle superfici terrazzate. Sono formati in prevalenza da limi e sabbie più o meno argillose. I clasti sono prevalentemente arenacei o poligenici se derivati dai depositi alluvionali. Sono presenti concrezioni nodulari calcaree. Lo spessore è variabile, da qualche metro ad oltre 10-15 metri. L'età è olocenica.

- *Depositi alluvionali terrazzati Pleistocene (btp)*

Depositi alluvionali terrazzati marcatamente sospesi sugli alvei attuali affiorano estesamente sui versanti delle valli principali. Sono generalmente costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose, clasto-sostenute, con clasti arrotondati di dimensioni centimetrico-decimetriche, e intercalazioni di livelli sabbiosi, al cui interno si riconoscono diversi orizzonti di paleosuoli bruno-rossastri. Gli ordini di terrazzi più alti sono sospesi fino a 120-140 metri sulla quota attuale dei fondovalle; i terrazzi inferiori hanno un dislivello di 5-15 metri sugli alvei attuali. L'età è Pleistocenica.

- *Depositi alluvionali attuali (ba)*

Affiorano lungo gli alvei e le piane alluvionali dei fiumi e torrenti principali e dei loro maggiori affluenti. Depositi di conoide sono frequenti al piede del versante sinistro della valle del Vomano. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da ghiaie e da subordinate sabbie e limi. Lo spessore è variabile, di ordine da metrico a decametrico; spessori fino ad una ventina di metri sono documentati nel Vomano e nel Tordino (Brozzetti et al., 2008).

Depositi marini quaternari

- *Depositi sabbiosi fini recenti di spiaggia (qm)*

Sono compresi tra i depositi di spiaggia attuali ad est ed il substrato Plio-Pleistocenico ad ovest. Sono costituiti sedimenti prevalentemente sabbiosi e subordinatamente sabbioso-ghiaiosi, con subordinate intercalazioni di lenti limoso-argillose. L'età è olocenica.

- *Depositi ghiaioso-sabbiosi attuali di spiaggia (qma)*

Formano una stretta fascia continua, dello spessore di poche centinaia di metri, lungo la linea di costa. Si tratta generalmente di depositi sabbioso-ghiaiosi. L'età è Olocene.

Successione plio-pleistocenica

- *Depositi conglomeratici di ambiente marino (Q1c)*

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 36 di 151 Rev. 1

Ne fanno parte i livelli conglomeratici affioranti al tetto della successione Plio-Pleistocenica situati nel foglio 133-134 Ascoli Piceno - Giulianova della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, correlabili almeno in parte alla litofacies conglomeratica della Formazione di Fermo. Si tratta di conglomerati poligenici a clasti appiattiti, arenacei e calcarei, che formano i rilievi collinari su cui sorgono i centri abitati di Colonnella e Tortoreto. Sono datati al Pleistocene.

- *Sabbie gialle stratificate (Q1b)*

Comprendono le sequenze sabbioso-arenacee stratificate, di colore giallastro, che costituiscono la parte superiore della successione Plio-Pleistocenica affiorante nel foglio 133-134 - Ascoli Piceno - Giulianova della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, riferibili alle litofacies arenacea e arenaceo-pelitica della Formazione di Fermo. L'età è Pleistocene.

- *Argille sabbiose (Q1a)*

Comprendono le sequenze argilloso sabbiose, di colore grigio-azzurro, che costituiscono la parte inferiore della successione Plio-Pleistocenica affiorante nel foglio 133-134 - Ascoli Piceno - Giulianova della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, riferibili alle litofacies limosa e argilloso-limosa della Formazione di Fermo. L'età è Pleistocene.

- *Sabbie, arenarie e conglomerati (cal)*

Fanno parte di questa unità le sequenze sabbioso-conglomeratiche Plio-Pleistoceniche del foglio 141 - Pescara della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000. La sequenza comprende alla base sabbie argillose, passanti verso l'alto a sabbie e arenarie grossolane e al tetto conglomerati poligenici poco cementati, tentativamente correlabili alle associazioni sabbioso-pelitiche e sabbioso-conglomeratiche della Formazione di Mutignano. Alla sequenza è attribuita un'età Calabriana (Pleistocene inferiore).

- *Argille, argille sabbiose e marne (QP)*

Rappresentano la facies più estesa della successione Plio-Pleistocenica del foglio 141 - Pescara della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000. L'unità è costituita da argille sabbiose grigiastre ben stratificate, da alternanze di marne, argille e sabbie giallastre poco cementate. Le sequenze pelitiche hanno una giacitura monoclinale con inclinazione verso Est di 10°-15°. Sono in gran parte riferibili alle sequenze limose, argilloso-limose, pelitico-sabbiose della Formazione di Mutignano. L'età di tali depositi è Plio-Pleistocenica.

- *Argille e conglomerati di Ripa Teatina (RPT)*

Conglomerati di questa unità affiorano in sequenze di limitata estensione nelle aree di spartiacque tra Saline e Pescara. Si tratta di conglomerati poligenici prevalentemente calcarei, clasto-sostenuti, a matrice sabbiosa, di spessore decametrico, che poggiano con contatto erosivo sui termini stratigraficamente più alti della Formazione di Mutignano. L'età è Pleistocene medio.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 37 di 151 Rev. 1

- *Formazione di Mutignano (FMT)*

Nel settore abruzzese a sud di Pineto la successione Plio-Pleistocenica è interamente rappresentata dalla Formazione di Mutignano. Le diverse associazioni litologiche che la costituiscono mettono in luce un andamento coarsening upward, che corrisponde ad una progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree depocentrali, ed al colmamento del bacino.

L'associazione litologica pelitico-sabbiosa (FMTa), la più diffusa, affiora preferenzialmente nelle parti mediana e basale dei versanti dei rilievi collinari, a Sud della valle del Tronto. E' costituita da argille e argille marnose grigie, con intercalazioni sottili di sabbie fini e limi, in strati da medi a spessi. Lo spessore osservabile, non essendo esposta la sequenza basale dell'unità, è di almeno 400 metri (nel foglio CARG Pescara).

L'associazione sabbioso-pelitica (FMTb) è costituita da un'alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo ocra e di argille e argille siltose grigie con rapporto sabbia - argilla circa pari all'unità. Il passaggio con la sottostante associazione pelitico-sabbiosa è graduale e privo di discontinuità stratigrafiche.

L'associazione sabbioso-conglomeratica (FMTc) è formata da sabbie e arenarie giallastre con intercalazioni di ghiaie e da conglomerati clasto-sostenuti a ciottoli arrotondati e generalmente ben embricati. Il contatto con la sottostante associazione sabbioso-pelitica è netto e marcato da una evidente superficie di discontinuità erosiva.

L'età della formazione di Mutignano è Pliocene superiore – Pleistocene inferiore.

3.1.5 Suddivisione dei tracciati per litologia e scavabilità

Sulla base di quanto precedentemente descritto, i terreni interessati dagli scavi per la posa in opera delle condotte in progetto, possono essere raggruppati nelle seguenti classi di scavabilità:

- **Terre (T)**

Depositi di versante ed eluvio – colluviali, depositi alluvionali attuali e terrazzati, di conoide, depositi litorali, accumuli di frana, sequenze argillose, argilloso-limose e pelitico-sabbiose della Successione Plio-Pleistocenica: si tratta di unità costituite da terre incoerenti, di variabile granulometria, dalle ghiaie, in prevalenza eterometriche, alle sabbie, ai limi; della classe fanno parte anche i sedimenti coesivi come argille e marne della Formazione delle Argille Azzurre.

- **Rocce tenere (RT)**

Sequenze sabbioso-arenacee e arenaceo-conglomeratiche della Formazione di Mutignano (FMTc), depositi sabbioso – arenacei e conglomeratici dei fogli 133-134 e 141 della Carta Geologica d'Italia (Q1c, cal). All'interno di tali sequenze sono presenti sia sabbie sia arenarie caratterizzate da debole cementazione, che ne avvicina le caratteristiche geotecniche a quelle delle terre. La frazione di rocce tenere valutata su base stratigrafica si può quindi considerare sovrastimata.

La scavabilità è stata valutata per tutte le linee in progetto, salvo quelle di lunghezza pari a qualche decina di metri (**Tabella 3.1-2** e **Tabella 3.1-3**).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 38 di 151	Rev. 1

Tabella 3.1-3: Scavabilità lungo il tracciato della linea principale

Litologia	Lunghezza (km)	%
Terre sciolte	69,100	91
Rocce tenere	6,835	9

Tabella 3.1-4: Scavabilità lungo i tracciati in progetto delle linee secondarie

Litologia	Lunghezza (km)	%
Terre sciolte	13,295	90
Rocce tenere	1,475	10

Relativamente alle condotte in dismissione va precisato che in questo caso gli scavi interesseranno sostanzialmente i materiali sciolti di rinterro della condotta.

3.1.6 Assetto strutturale

Dopo la conclusione, nel Pliocene inferiore, della migrazione verso Est del sistema catena-avanfossa-avampaese in regime compressivo, il quadro geodinamico è caratterizzato da processi di sollevamento regionale e di tettonica estensionale nella parte interna-occidentale della catena in emersione, e dall'impostazione del bacino periadriatico marchigiano-abruzzese in regime blandamente compressivo (formazione delle dorsali intrabacinali).

Nel Pleistocene inferiore, attenuatasi la fase compressiva all'origine delle dorsali intrabacinali, si ha un sollevamento differenziale della successione Plio-Pleistocenica che assume una struttura monoclinale con blanda inclinazione verso E, di 3°-5° (Brozzetti F. *et al.*, 2008). Durante il Pleistocene la tettonica distensiva produce faglie ad andamento longitudinale (NO-SE) e trasversale (NE-SO e ONO-ESE). Nel settore pescarese le strutture NE-SO sembrano le più antiche, intersecate da successive dislocazioni NO-SE e ONO-ESE.

3.2 Caratteristiche idrogeologiche

3.2.1 Complessi idrogeologici

La suddivisione in complessi idrogeologici delle successioni sedimentarie affioranti lungo i tracciati dei metanodotti qui adottata, fa riferimento nelle linee generali agli studi idrogeologici del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo (2010), di cui si riporta uno stralcio in **Figura 3.2-1**.

Nell'insieme il quadro idrogeologico è relativamente semplice: gli acquiferi sono rappresentati dal complesso alluvionale, dal complesso dei depositi detritici, dal complesso arenaceo-conglomeratico della Successione Plio-Pleistocenica; comportamento da

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 39 di 151 Rev. 1

aquitardo – aquiclude ha per contro il complesso dei depositi argilloso-limosi appartenenti alla Successione Plio-Pleistocenica.

3.2.2 Acquiferi

Gli acquiferi alluvionali comprendono i depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati, affioranti nel fondovalle e nei bassi versanti dei principali corsi d'acqua. I depositi sono costituiti da sedimenti a granulometria prevalentemente ghiaiosa, ghiaioso-sabbiosa o ghiaioso-limosa, con intercalazioni di livelli limoso-argillosi, più frequenti avvicinandosi alla costa. Nell'alto corso delle valli le alluvioni, quasi esclusivamente ghiaiose, hanno spessori intorno a 10-20 metri ed ospitano una falda libera. Nel tratto intermedio delle valli si raggiungono spessori decisamente maggiori, fino a 50 metri; i livelli a granulometria più fine non hanno continuità tale da confinare la circolazione degli orizzonti a permeabilità più elevata; la falda è ancora complessivamente freatica. Nel settore terminale delle pianure dei corsi d'acqua più importanti (Tronto, Pescara) le sequenze alluvionali più grossolane sono caratterizzate dalla presenza di livelli fini estesi e sufficientemente continui che separano gli orizzonti più permeabili in un acquifero multistrato semi-confinato; nei depositi alluvionali delle pianure minori tale condizione non si verifica e la falda si mantiene freatica. Una copertura di sedimenti argilloso-limoso-sabbiosi è presente pressoché in tutti i settori terminali delle pianure alluvionali.

La ricarica degli acquiferi alluvionali avviene principalmente per alimentazione da parte dei corsi d'acqua nei settori mediano e terminale delle pianure, l'infiltrazione diretta delle precipitazioni rappresenta un contributo significativo nei settori più interni.

Il complesso dei depositi detritici è costituito principalmente da coltri eluvio-colluviali a granulometria argilloso-limosa o limoso-sabbiosa, ed in misura minore da depositi di versante a granulometria medio-fine, formati a spese delle sequenze arenaceo-conglomeratiche, e da accumuli di frana. E' caratterizzato da permeabilità complessivamente media, ma variabile, in funzione della granulometria dei depositi e dell'abbondanza della matrice fine: L'infiltrazione dalle precipitazioni rappresenta il fattore di ricarica più importante, in ragione delle condizioni di bassa acclività dei depositi; il complesso è sede di circolazione idrica significativa, non confinata.

In particolare, le estese coltri eluvio-colluviali argilloso-limose ed argilloso-siltoso-sabbiose a bassa permeabilità media, affioranti in prossimità dei fondovalle, ospitano falde con forte escursione stagionale del livello piezometrico, che alimentano numerosi pozzi - di modesta portata, il reticolo idrografico di fossi e torrenti e gli acquiferi delle pianure alluvionali.

Il complesso arenaceo-conglomeratico comprende principalmente i depositi di chiusura della Successione Plio-Pleistocenica (FMTb, FMTc, Q1c, Q1b, cal) formati da sedimenti eterometrici, a granulometria da grossolana a medio-fine, con debole grado di cementazione, quindi caratterizzati da alta permeabilità primaria. Le condizioni morfologiche e stratigrafico-strutturali favoriscono un'elevata infiltrazione diretta dalle precipitazioni; tuttavia, in gran parte degli affioramenti, l'estensione relativamente ridotta dei depositi limita la dimensione delle riserve idriche. Le sorgenti che scaturiscono dal complesso sono pertanto caratterizzate da portate modeste (dell'ordine di qualche l/min) e notevoli escursioni nel regime annuale.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 40 di 151	Rev. 1

3.2.3 Complessi idrogeologici di tipo aquitardo - aquiclide

I depositi pliocenici e plio-pleistocenici a dominante argilloso-limosa (q1a, QP), l'associazione litologica pelitico-sabbiosa della Formazione di Mutignano (FMTa) costituiscono un complesso idrogeologico scarsamente permeabile per porosità; le caratteristiche di plasticità rendono sostanzialmente trascurabile anche la permeabilità secondaria.

La scarsa permeabilità rende predominanti i fenomeni di ruscellamento rispetto all'infiltrazione. A scala regionale all'interno delle sequenze argilloso-limose sono presenti potenti intercalazioni arenacee, che costituiscono corpi idrici significativi, estesi in profondità nel sottosuolo, con caratteristiche di acquiferi confinati. Esse alimentano anche sorgenti a regime stagionale e perenne, la cui portate minime possono superare anche 1 l/s. Nel territorio di studio tali corpi acquiferi sono presenti solo marginalmente, affiorando soprattutto nel settore occidentale della Successione Plio-Pleistocenica.

3.2.4 Quadro della circolazione sotterranea

La struttura idrogeologica della fascia costiera è determinata in linea generale dall'assetto stratigrafico regionale. Le sequenze scarsamente permeabili del complesso argilloso sostengono e limitano inferiormente la circolazione idrica sia negli acquiferi delle piane alluvionali sia negli acquiferi delle sequenze arenaceo-conglomeratiche Plio-Pleistoceniche.

Le risorse idriche di maggiore rilevanza sono concentrate negli acquiferi alluvionali delle piane alluvionali più estese, dove avvengono i maggiori prelievi per approvvigionamento sia agricolo-industriale che idropotabile. Gli acquiferi alluvionali sono caratterizzati da spessori di ordine decametrico, di norma crescenti verso valle, e limitati inferiormente dai depositi argilloso-marnosi plio-pleistocenici. L'alimentazione avviene principalmente per ricarica da parte dei corsi d'acqua, ed in misura minore per infiltrazione diretta dalle precipitazioni.

Gli acquiferi dei depositi arenaceo-conglomeratici sono sede di una circolazione idrica sviluppata, che alimenta numerose emergenze sorgentizie. I volumi ridotti delle sequenze arenaceo-conglomeratiche, dovuti anche alla frammentazione di tali depositi in corpi separati, con ricarica legata quasi esclusivamente alle precipitazioni, produce sorgenti a regime stagionale e di importanza locale, con portate di pochi l/min.

Per quanto riguarda il complesso argilloso con carattere di aquitardo-aquiclide, la bassa permeabilità favorisce il prevalere di fenomeni di scorrimento superficiale e ruscellamento. La ridotta infiltrazione efficace implica quindi una scarsa circolazione sotterranea, legata, dove presente, alla coltre superficiale di alterazione, o all'esistenza locale di litotipi arenacei a maggiore permeabilità relativa. A scala regionale i corpi arenacei costituiscono livelli acquiferi significativi, estesi in profondità nel sottosuolo, con caratteristiche di circolazione confinata. Nel territorio di studio tali corpi acquiferi sono presenti solo marginalmente, affiorando soprattutto nel settore occidentale della Successione Plio-Pleistocenica.

Una circolazione più profonda, che modifica il quadro generale, è testimoniata dall'alimentazione delle sorgenti mineralizzate, le cui acque provengono in parte o

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 41 di 151

interamente da salamoie intrappolate nei sedimenti argillosi Plio-Pleistocenici a bassa permeabilità, la cui funzione di acquicluda viene localmente interrotta lungo le fasce tettonizzate.

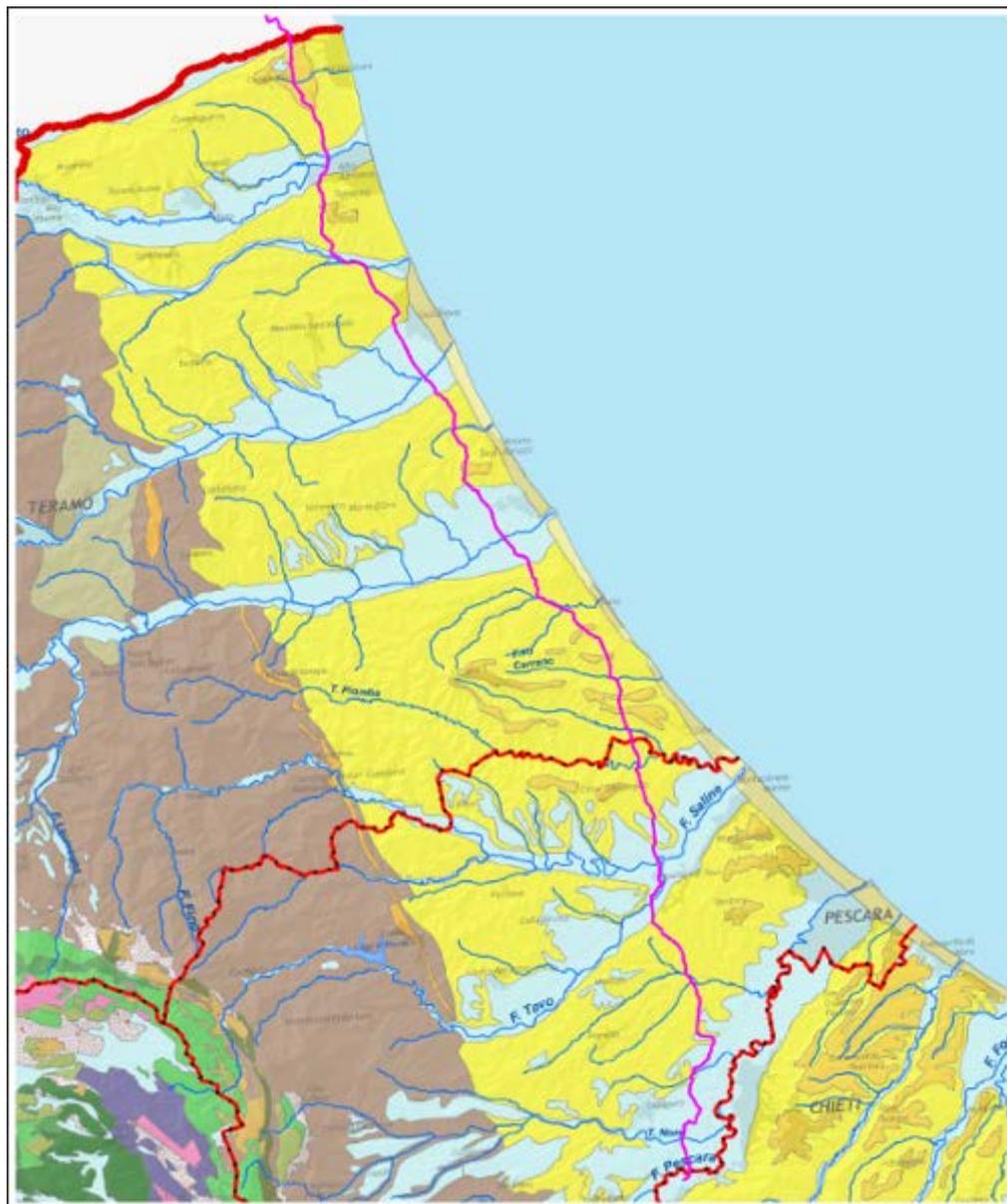


Figura 3.2-1: Carta idrogeologica (dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo, modificato). LEGENDA: Complesso arenaceo-conglomeratico (colore arancio), Complesso argilloso (giallo), Complesso alluvionale (azzurro), complesso dei depositi di spiaggia (beige), tracciato del metanodotto in progetto (linea viola).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 42 di 151 Rev. 1

3.2.4.1 Soggiacenza della superficie piezometrica lungo i tracciati di progetto

La stima della soggiacenza della falda freatica negli acquiferi alluvionali del fondovalle dei principali corsi d'acqua è stata eseguita sulla base della cartografia piezometrica ricavata dalle carte delle isofreatiche contenute nella pubblicazione della Cassa per il Mezzogiorno sull'idrogeologia dell'Italia centro-meridionale (Celico P.,1983), riguardanti Vibrata, Salinello, Tordino, Vomano, Saline e Pescara. Per i tratti della linea di progetto che si svolge in territorio collinare, non essendo disponibili dati piezometrici pubblicati, la valutazione è stata fatta in base a considerazioni idrogeologiche di carattere generale. Per quanto riguarda le linee secondarie in progetto, sono state esaminate solamente quelle di lunghezza significativa non parallele al tracciato principale.

Metanodotto San Benedetto del Tronto - Chieti DN 650 (26")

Settori collinari

L'assetto idrogeologico dei rilievi collinari che costituiscono le dorsali spartiacque tra le numerose valli occupate dagli acquiferi alluvionali, è caratterizzato da una sostanziale uniformità.

Lungo il tracciato della linea principale, nella grande maggioranza dei casi, i rilievi sono formati da una successione costituita inferiormente da terreni dell'aquitardo-aquiclude argilloso e nelle parti sommitali, da sequenze prevalentemente arenacee e conglomeratiche a maggior grado di permeabilità relativa. Si può ritenere che nell'attraversamento dell'aquitardo-aquiclude argilloso, caratterizzato da scarsa circolazione idrica, non vi sia interferenza con falde di significativa rilevanza come risorse idriche.

E' verosimile stimare che anche nell'attraversamento dell'acquifero arenaceo-conglomeratico, costituente le parti sommitali delle colline, da parte dell'opera in progetto, si possano escludere significative interferenze con le acque sotterranee, se non, localmente, in prossimità del limite di permeabilità tra acquifero arenaceo e aquiclude argilloso, dove l'orizzonte saturo dell'acquifero può avvicinarsi al piano campagna.

Per quanto riguarda le opere in sotterraneo (*microtunnel*, TOC) previste all'interno dei rilievi collinari, la maggior parte di esse attraversano terreni argillosi, al di sotto del limite di tetto dell'aquiclude con le sequenze dell'acquifero arenaceo-argilloso. Nei *microtunnel* di F. Tronto-Colonnella (circa al km 1), di Montepagano (situato intorno al km 29) e di Colle Pigno (circa al km 41) le opere, che prevedono l'attraversamento del limite superiore delle sequenze argilloso-limose, interferiranno verosimilmente con terreni saturi dell'acquifero arenaceo-conglomeratico. In tutti i casi si tratta di risorse non utilizzate; inoltre nei lavori sottofalda è possibile realizzare un tunnel impermeabilizzato durante tutte le fasi costruttive, riducendo così in maniera sostanziale l'impatto con le acque sotterranee.

Piane alluvionali

Tenuto conto della scala di rappresentazione dei dati di origine (intorno a 1:100.000 in tutti i casi) e del periodo di rilevamento dei livelli piezometrici (fine anni '70 – primi anni 2000), la valutazione ha un carattere di prima approssimazione. In linea generale si può considerare che una soggiacenza dell'ordine della decina di metri o superiore consenta di ritenere trascurabile l'interferenza con la falda, nel caso ordinario di posa della condotta in trincea (con profondità di scavo intorno a 2 metri). Con valori compresi tra 5 e 10 metri

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 43 di 151 Rev. 1

l'interferenza può essere possibile temporaneamente, in regime di falda alta; è da considerarsi molto probabile per valori inferiori a 5 metri.

Nella piana alluvionale della valle del Tronto la soggiacenza nella poco estesa sponda destra è verosimilmente bassa, intorno a 5 metri dal pc.

Nella valle del Vibrata i valori di soggiacenza sono bassi, intorno o poco superiori a 5 metri. Nella adiacente valle del Salinello, poiché il tracciato percorre la piana alluvionale in prossimità dell'alveo, i valori di soggiacenza sono da ritenere minimi.

Nel fondovalle del Tordino la piana alluvionale ha soggiacenze comprese tra 5 e 10 metri, con bassa probabilità di interferenza, tranne che nell'alveo, significativamente incassato. Nell'acquifero del Vomano la soggiacenza ha un andamento sostanzialmente simmetrico rispetto all'alveo, con valori compresi tra 5 e 10 metri nei depositi terrazzati di entrambe le sponde.

Nel fondovalle del Saline i dati piezometrici disponibili riguardano la confluenza Tavo-Fino. La soggiacenza ha valori abbastanza elevati nel terrazzo di Congiunti (superiori anche alla decina di metri), che scendono a qualche metro nei pressi della confluenza.

L'interferenza con terreni saturi nello stretto fondovalle del Piomba è limitata all'attraversamento dell'alveo e dei terrazzi immediatamente adiacenti.

Nel tratto terminale la linea di progetto attraversa i depositi alluvionali compresi tra Nora e Pescara. I pochi dati disponibili sembrano indicare in questo tratto soggiacenze elevate, superiori a 10 metri, nei depositi alluvionali terrazzati.

Linee secondarie in progetto

Sono esaminate le linee secondarie di lunghezza significativa, non parallele al tracciato principale.

Coll. Fonderia Veco (Martinsicuro) DN 100 (4")

Il tracciato attraversa rilievi collinari costituiti interamente da terreni dell'aquitardo-aquiclude argilloso, senza significative interferenze di qualche rilevanza con la circolazione idrica sotterranea.

Rif. Comune di Tortoreto 1° presa DN 150 (6")

Nel tratto iniziale il tracciato attraversa il torrente Vibrata e ne percorre poi l'acquifero alluvionale, caratterizzato da bassa soggiacenza (inferiore a 5 m dal p.c.). Il tratto successivo attraversa i depositi alluvionali terrazzati (con soggiacenza verosimilmente superiore) e nei pressi di Casa Mascarini, in località Sant'Angelo, entra nei terreni dell'aquitardo-aquiclude argilloso. In corrispondenza della dorsale di Tortoreto Alto si ha il limite con l'acquifero sabbioso, attraversato in parte in microtunnel. E' verosimile stimare che, poiché l'attraversamento *trenchless* si verifica nella parte sommitale dei rilievi collinari, si possano escludere significative interferenze della condotta con le acque sotterranee.

Coll. Metallurgica Abruzzese (Mosciano Sant'Angelo) DN 100 (4")

La linea di progetto ha inizio nel fondovalle del Salinello, che percorre lungo la sponda destra fino al termine del collegamento, percorrendo depositi alluvionali attuali e terrazzati, con bassi valori di soggiacenza. Nell'ultima parte del percorso viene attraversato con

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 44 di 151 Rev. 1

metodo *trenchless* (TOC) l'aquitardo-acquiclude argilloso, senza interferenze significative con le acque sotterranee.

Rif. Comune di Roseto degli Abruzzi 1° presa DN 150 (6")

Il tracciato percorre in direzione grosso modo NE-SO i rilievi collinari che bordano la piana costiera di Roseto degli Abruzzi, attraversando depositi alluvionali terrazzati nelle parti sommitali e coltri eluvio-colluviali negli avvallamenti che incidono il rilievo. Si può ritenere che vi siano scarsa probabilità di interferenza con falde sospese dell'acquifero dei depositi terrazzati, dato che la soggiacenza è stimabile come elevata. Nel tratto terminale, l'attraversamento di un deposito franoso con metodo *trenchless* interessa verosimilmente in gran parte il substrato argilloso dei depositi terrazzati, caratterizzato da scarsa circolazione idrica sotterranea.

3.3 Strumenti di pianificazione urbanistica

Si illustrano qui di seguito le zonizzazioni del tracciato come risultano dalla pianificazione urbanistica a livello comunale.

Per quanto riguarda le indagini eseguite al fine della caratterizzazione delle Terre e Rocce da Scavo e quindi alla attribuzione delle soglie di contaminazione da considerare (Colonna A o B della Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152), si è ovviamente fatto riferimento alla destinazione d'uso del territorio in cui ricadeva ciascun punto di indagine (tabelle A1-1, A1-2, A1.3 ed A1.4).

3.3.1 Metanodotto in progetto DN 650 (26"), DP 75 bar

3.3.1.1 Comune di San Benedetto del Tronto

Il tracciato del metanodotto ha origine in una zona identificata dal PRG come "zona di rispetto ed arredo stradale" (art. 53 delle NTA), percorsa per un brevissimo tratto lungo 10 metri; successivamente, il tracciato percorre, dal km 0,010 al km 0,070, un'area per le attrezzature tecnico distributive (art. 49 delle NTA). In tali aree le NTA del PRG ammettono la realizzazione di infrastrutture.

3.3.1.2 Comune di Monteprandone

Il metanodotto DN 650 (26") in progetto attraversa, dal km 0,070 al km 0,310, un'area per attrezzature tecnico-distributive (Art. 75 delle NTA). In tale zona, l'art. delle NTA ammette la realizzazione dell'opera; inoltre, l'interferenza si riduce ad un tratto di 0,140 km grazie alla percorrenza *trenchless*.

Nel tratto dal km 0,365 al km 0,430, il tracciato interferisce col margine di un'area per strutture di servizio alla viabilità (art. 52) interamente percorso in *trenchless* e, dal km 0,565 al km 0,780 per un tratto ridotto a 0,080 km grazie alla percorrenza *trenchless*, con una zona produttiva commerciale mista (art. 72 delle NTA).

L'art. 52 prevede la realizzazione di infrastruttura di trasporto del gas e l'art. 72 non pone alcun tipo di limitazione agli interventi di realizzazione della condotta in progetto.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 45 di 151	Rev. 1

3.3.1.3 Comune di Martinsicuro

Il tracciato di progetto attraversa una zona produttiva, non prevista dal PRG che, invece, individua l'area come "Zona dell'arenile" (art. 44 delle NTA) dal km 1,005 al km 1,220 per un tratto lungo 0,215 km, che si riduce a 0,035 km per la presenza di due tratti in trenchless.

Le NTA del PRG, per tale ambito, non pongono limitazioni alla realizzazione della condotta in progetto.

3.3.1.4 Comune di Colonnella

Il tracciato di progetto percorre due aree individuate dal PRG come "B2 - Struttura Urbana Residenziale per Nuclei Sparsi Consolidati" (art 38 delle NTA), la prima interessata marginalmente per un tratto lungo 0,060 km (dal km 1,330 al km 1,390) e la seconda dal km 1,400 al km 1,435 per un tratto lungo 0,035 km. Entrambi i tratti sono interamente percorsi in trenchless. Tali ambiti delimitano zone intensamente o parzialmente edificate appartenenti a nuclei disseminati nel territorio comunale; in essi, oltre che un'edificazione privata volta al consolidamento dell'area attraverso parametri conservativi, è prevista anche la realizzazione di edifici, spazi ed attrezzature pubbliche, ove possibile. In considerazione del contesto territoriale reale e specificando che la condotta sarà messa in essere a distanze da decreto dagli edifici esistenti, l'attraversamento della fascia citata da parte dell'infrastruttura in progetto si ritiene compatibile.

Il tracciato intercetta anche l'"Area di Progetto Coordinato" APC n. 55 - B4 "Residenziale in zona di completamento B" (art. 56 e art. 73.55 delle NTA) attualmente non ancora realizzato, dal km 5,670 al km 5,770 per un tratto lungo 0,100 km. L'APC è uno strumento di trasformazione urbanistica, attuabile grazie a progetti che definiscono di volta in volta i criteri e le regole da seguire per la progettazione urbanistica. Nello specifico, la tipologia d'intervento B4 prevede una nuova edificazione nell'area di completamento posizionata come area cerniera tra il tessuto urbano consolidato dei nuclei sparsi lungo la SP n. 1, con destinazione d'uso residenziale e terziario, realizzando anche le relative opere di urbanizzazione primaria, le aree di verde pubblico attrezzato e una strada di penetrazione. Si specifica che nell'area descritta attualmente si svolgono pratiche agricole.

3.3.1.5 Comune di Giulianova

Il tracciato di progetto intercetta una porzione modesta di un'area identificata dal PRG come Impianto Scoperto Sportivo (ISS) "G3 - Attrezzature ed impianti sportivi e ricreativi" (art. 2.8.4 delle NTA), dal km 20,360 al km 20,390 per un tratto lungo 0,030 km, che comprendono le parti del territorio e gli edifici adibiti all'esercizio della pratica sportiva con cui il progetto può ritenersi compatibile.

In prossimità del confine comunale con Roseto degli Abruzzi, il tracciato attraversa un'area a prevalente utilizzazione produttiva, destinata dal PRG al consolidamento D3 "insediamenti industriali, artigianali e commerciali di nuovo impianto" (art. 2.5.4 delle NTA), dal km 22,630 al km 23,305 per un tratto lungo 0,670 km che si riduce a 0,615 km per la presenza di un tratto in trenchless. Si specifica che il tracciato proposto è parallelo al tracciato del metanodotto DN 650 (26") esistente da dismettere, al fine di minimizzare quanto più possibile l'occupazione di nuove porzioni di territorio comunale e, dunque, di un incremento di servitù.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 46 di 151	Rev. 1

3.3.1.6 Comune di Roseto degli Abruzzi

Il tracciato in progetto interseca prima un'area identificata come "Attrezzature ricettive" F4 (art. 26 della NTA) dal km 24,115 al km 24,150 (per un tratto lungo 0,035 km) quindi intercetta il "Comparto tipo 1 – Attrezzature ed impianti pubblici" F3 (art. 26 delle NTA) dal km 24,160 al km 24,175 (per un tratto lungo 0,015 km). Si evidenzia che il tracciato interessa unicamente l'area di pertinenza e transita lontano dagli edifici in oggetto.

Il tracciato in progetto attraversa inoltre una porzione modesta e marginale di un'area "Comparto tipo 2" destinata a "verde pubblico attrezzato" F1 (Art. 25 delle NTA) dal km 29,440 al km 29,450 per un tratto lungo 0,010 km e, di seguito, dal km 29,450 al km 29,470 per un tratto lungo 0,020 km, interseca la porzione marginale di un'area della tipologia "F3". Si specifica che questi due brevi attraversamenti sono superati in sottoterraneo mediante tecnologia di posa trenchless.

3.3.1.7 Comune di Pineto

Il tracciato in progetto proposto attraversa una porzione periferica della "Zona industriale di espansione" (art. 35.3.B delle NTA), dal km 34,575 al km 35,020 per un tratto lungo 0,455 km. La scelta di porre il tracciato a margine ed ampiamente al di fuori del tessuto più strutturato della zona industriale per posizionarlo in un contesto produttivo in cui attualmente si svolgono pratiche agricole, rendono la localizzazione studiata più compatibile con le esigenze di pianificazione comunali.

A seguire, il tracciato in progetto si inserisce all'interno di un tessuto urbanizzato caratterizzato da diverse zonizzazioni:

- Viabilità e parcheggi (artt. 18-19 delle NTA): dal km 35,920 al km 35,925, dal km 35,945 al km 35,960, da km 36,040 a km 36,125, da km 36,260 a km 36,270, per un tratto lungo complessivamente 0,115 km;
- Zona di rispetto stradale (art. 40 delle NTA): dal km 35,925 al km 35,945, da km 36,125 a km 36,210, da km 36,215 a km 36,260, per un tratto lungo complessivamente 0,150 km;
- Zona per attrezzature urbane - Attrezzature tecniche distributive - Intervento privato (art. 23): dal km 35,960 al km 36,040 (0,080 km);
- Zone a verde - Verde pubblico attrezzato (art. 22 delle NTA): da km 36,210 a km 36,215 (0,005 km);
- Zona di espansione residenziale tipo C (artt. 24-29): da km 36,270 a km 36,335 (0,065 km).

La scelta di localizzare in quest'area, sita in Loc. San Rocco, il tracciato della linea principale in progetto è resa obbligatoria dal fatto che non esistono corridoi percorribili del territorio comunale privi di vincoli legati alla presenza di zone residenziali già edificate lungo la SP n. 27. Pertanto, non sono individuabili alternative di percorso a quella proposta. Si evidenzia che il tracciato del metanodotto DN 650 (26") in progetto è mantenuto, per quanto possibile, in stretto parallelismo a quello della condotta DN 650 (26") esistente in dismissione.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 47 di 151	Rev. 1

3.3.1.8 Comune di Silvi

Il tracciato proposto attraversa un'area identificata dal PRG come "Zona per attrezzature private per sport, tempo libero e ricreative" (Art. 62 delle NTA) dal km 45,415 al km 45,855 per un tratto lungo 0,440 km. Si specifica che attualmente in tale area si praticano attività agricole e che il tracciato della linea principale è proposto in stretto parallelismo con quello del metanodotto esistente DN 650 (26") in dismissione, al fine di minimizzare quanto più possibile l'occupazione di nuove porzioni di territorio comunale e, dunque, di un incremento sostanziale di servitù.

Successivamente è previsto un modesto tratto (dal km 46,515 al km 46,590, pari 0,075 km) di attraversamento della porzione marginale di una zona identificata dal PRG come "Zona per Campeggi attrezzature private per lo sport, tempo libero e ricreative" (art. 61 delle NTA). Si evidenzia che il tratto citato è superato in sotterraneo mediante tecnologia di posa trenchless.

3.3.1.9 Comune di Collecervino

Il tracciato proposto attraversa una "Zona Industriale di espansione" D2 (art. 33 bis) non ancora realizzata, con attuali attività vivaistiche, dal km 57,390 al km 57,810 per un tratto lungo 0,420 km. Si specifica che dal km 57,390 al km 57,635, si provvederà a posare unicamente il cavo telecomando in corrispondenza del tratto di tubazione esistente che sarà mantenuto in esercizio; pertanto, in tale tratto lungo 245 metri, non si verificherà alcun incremento di servitù. Per quanto riguarda l'interferenza dal km 57,635 al km 57,810 per un tratto lungo 0,175 km, il tracciato interessa la stessa tipologia di area, in una modesta porzione di territorio in cui attualmente si svolgono pratiche agricole.

3.3.1.10 Comune di Moscufo

La linea principale in progetto si inserisce all'interno di una "zona produttiva" (art. 37- 38 delle NTA) non del tutto realizzata, il cui tessuto è estremamente frammentato e misto a residenza:

- dal km 58,590 al km 58,625 per un tratto lungo 0,035 km;
- dal km 58,680 al km 58,775 per un tratto lungo 0,095 km;
- dal km 58,795 al km 58,820 per un tratto lungo 0,025 km;
- dal km 58,845 al km 58,955 per un tratto lungo 0,110 km;
- dal km 58,965 al km 59,015 per un tratto lungo 0,050 km.

Al fine di minimizzare l'interferenza con tali ambiti, si evidenzia che il tracciato proposto è studiato in affiancamento al tracciato del DN 650 (26") esistente da dismettere e in parallelismo ad una strada già realizzata che percorre l'area in oggetto.

Il tracciato DN 650 in progetto intercetta inoltre, presso Casa di Menno, una "Zona residenziale" (art. 30 delle NTA) dal km 59,565 al km 59,615 per un tratto lungo 0,050 km; il tratto citato è superato con posa trenchless.

3.3.1.11 Comune di Spoltore

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 48 di 151	Rev. 1

Dal km 61,560 al km 61,675 il tracciato della linea principale in progetto interseca un'area identificata dal PRG come "Perimetrazione urbana" (art. 18.1 delle NTA); tale tratto è superato in sotterraneo grazie a tecnologie trenchless.

3.3.1.12 Comune di Pianella

Il tracciato della linea DN 650 (26") in progetto interseca due zone residenziali di completamento non ancora realizzata B1 in cui sono compresi "Lotti pertinenziali di edifici residenziali esistenti" dal km 62,975 al km 63,125 per un tratto lungo 0,150 km e "Nuclei edificati di completamento stato di fatto" dal km 64,510 al km 64,550, per un tratto breve lungo 0,040 km in una porzione marginale dell'area (entrambi normati dall'art. 17 punto 3 delle NTA). In tali ambiti si perseguono obiettivi di consolidamento della struttura esistente; per questi ambiti il PRG definisce possibilità di intervento differenziate, in funzione delle specifiche situazioni insediative e/o dei vincoli presenti. In considerazione del contesto territoriale reale, si ritiene compatibile l'attraversamento della fascia citata da parte dell'infrastruttura in progetto;

Il tracciato proposto in progetto attraversa inoltre una zone F3 "Parchi urbani, attrezzature sportive, impianti ricettivi" (art. 23 comma 2 delle NTA), dal km 66,405 al km 66,510 per un tratto lungo 0,105 km, e di seguito per un brevissimo tratto lungo 10 metri un'area per attrezzature di interesse comune" (art. 24 bis). Tale interferenza è superata in sotterraneo con tecnologie trenchless.

Dal km 67,125 al km 67,205 il tracciato interferisce per un tratto lungo 80 metri con la porzione più marginale di un'ampia zona produttiva D1 (art. 19) non ancora realizzata, in cui attualmente si praticano le attività agricole.

Infine, dal km 68,465 al km 68,535 per un tratto lungo 0,070 km il tracciato interessa un'area definita "F3 - Parchi Urbani, attrezzature sportive, impianti ricettivi" (art. 23 comma 2) con cui il progetto può ritenersi compatibile.

3.3.1.13 Comune di Cepagatti

La linea principale in progetto interseca in più punti un'area definita dal PRG come "zona urbana semintensiva di completamento da B1 a B6" (art. dal 17 al 22 delle NTA)

- dal km 71,145 al km 71,220 per un tratto lungo 0,075 km;
- dal km 71,540 al km 71,600 per un tratto lungo 0,060 km;
- dal km 71,770 al km 71,915 per un tratto lungo 0,145 km;
- dal km 73,110 al km 73,180 per un tratto lungo 0,070 km.

Riguardo ai primi tre tratti di interferenza sopra citati, si specifica che il metanodotto esistente DN 650 (26") verrà mantenuto in esercizio e verrà posato solo il cavo telecomando, che non implica alcun incremento di servitù. Per ciò che concerne l'ultimo tratto di interferenza, il tracciato del metanodotto DN 650 (26") in progetto è proposto in stretto parallelismo con quello della linea DN 650 (26") in dismissione, al fine di minimizzare quanto più possibile l'occupazione di nuove porzioni di territorio comunale.

Infine, il tracciato del metanodotto DN 650 in progetto interseca una zona produttiva D4 denominata "Attività produttive di espansione" (art. 33 delle NTA), dal km 74,535 al km

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 49 di 151 Rev. 1

74,915 per un tratto lungo 0,380 km, non ancora realizzata, in cui attualmente si praticano le attività agricole.

3.3.2 Linee secondarie in progetto

In riferimento alle linee secondarie in progetto, si registrano le seguenti interferenze con aree ad azionamento diverse dalle aree destinate alle pratiche agricole o a valenza ambientale e/o paesaggistica.

3.3.2.1 Comune di Colonnella e Martinsicuro

Coll. Fonderia Veco (Martinsicuro) DN 100 (4''): il tracciato interseca in Comune di Colonnella dal km 0,265 al km 0,320 un'area "B3 – Struttura urbana residenziale a bassa densità fondiaria" (art. 39 delle NTA) e in Comune di Martinsicuro, dal km 0,320 al km 0,370, una zona di completamento (art. 22 delle NTA). Tali ambiti delimitano zone intensamente o parzialmente edificate appartenenti a nuclei disseminati nel territorio comunale; in essi, oltre che un'edificazione privata volta al consolidamento dell'area attraverso parametri conservativi, è prevista anche la realizzazione di edifici, spazi ed attrezzature pubbliche, ove possibile. In considerazione del contesto territoriale reale e specificando che la condotta sarà messa in essere a distanze da decreto dagli edifici esistenti, l'attraversamento della fascia citata da parte dell'infrastruttura in progetto si ritiene compatibile.

3.3.2.2 Comune di Tortoreto

Rif. Comune di Tortoreto 1° Presa DN 150 (6''): il tracciato proposto percorre un'area B2 denominata di "insediamenti estensivi" (art. 47 delle NTA) per un breve tratto nella porzione marginale della zona, dal km 2,895 al km 2,930.

Nel tratto finale, dal km 4,490 al km 4,635, interseca un'area B3 denominata "insediamenti sparsi, di frangia o in via di consolidamento" (art. 48) per raggiungere il punto di consegna.

Rif. Comune di Tortoreto 2° Presa DN 100 (4''): il tracciato proposto attraversa per tutto il suo sviluppo lineare (0,025 km) un'area identificata dal PRG B2 denominata di "insediamenti estensivi" (art. 47 delle NTA).

3.3.2.3 Comune di Giulianova

Rif. Metanauto Giulianova DN 100 (4''): il tracciato si sviluppa in stretto parallelismo ad una strada esistente, all'interno di una zona "industriale, artigianale e commerciale di nuovo impianto - D3" (art. 2.5.4 delle NTA) dal km 0,005 al km 0,295, punto terminale di consegna che consiste in una stazione di servizio per auto.

3.3.2.4 Comune di Roseto degli Abruzzi

Rif. Comune di Roseto degli Abruzzi 1° presa DN 150 (6''): il tracciato termina addentrandosi in una zona identificata dal PRG come "ristrutturazione – direzionale" B1 (art. 22 delle NTA), dal km 2,535 al km 2,715; si specifica che il metanodotto verrà posato, per un tratto pari a circa 20 metri, in sotterraneo grazie a tecnologia trenchless.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 50 di 151 Rev. 1

3.3.2.5 Comune di Pineto

Rif. Comune di Pineto 1° presa DN 100 (4''): l'ultimo tratto del tracciato proposto è posto, obbligatoriamente, all'interno dell'estesa "zona industriale" (art. 35 delle NTA) per un tratto lungo 0,065 km in cui si realizza la fornitura.

3.3.2.6 Comune di Collecervino

Coll. Der. per Loreto Aprutino - Penne DN 200 (8''): il tracciato si inserisce per tutto il suo sviluppo lineare (0,230 km) all'interno di una zona industriale di espansione D (art. 33 bis). Si specifica che il metanodotto in oggetto verrà posato in stretto parallelismo con la linea DN 650 (26'') e con un tratto del metanodotto Deriv. per Loreto Aprutino – Penne DN 200 (8'') entrambi in dismissione.

Rif. Comune di Moscufo DN 100 (4''): nel tratto iniziale, il tracciato percorre per 0,215 km una zona industriale di espansione D2 (art. 33 bis). Per tutta la lunghezza del tratto di interferenza, il DN 100 (4'') in oggetto sarà posato in stretto parallelismo con un tratto del DN 650 (26'') esistente che verrà lasciato in esercizio (tratto lungo il quale sarà posato solo il cavo telecomando) e, per i restanti metri, col DN 650 (26'') in progetto.

Il quadro sintetico delle interferenze tra gli strumenti di tutela ambientale e di pianificazione territoriale ed i tracciati in esame, suddivisi per comune, evidenzia quali sono i vincoli, a livello comunale, che il progetto nel suo complesso di interventi viene ad interessare (vedi **Tabella 3.3-1**).

Tabella 3.3-1: Strumenti di tutela e pianificazione urbanistica

Rif. Met. Ravenna Chieti, tratto San Benedetto del T. - Chieti DN 650 (26'') e linee secondarie in progetto							
Comune	Strumenti di pianificazione urbanistica (°)						
San Benedetto del Tronto							
Monteprandone							
Martinsicuro							
Colonnella							
Alba Adriatica							
Tortoreto							
Mosciano Sant' Angelo							
Giulianova							
Roseto degli Abruzzi							
Atri							
Pineto							
Silvi							
Città Sant' Angelo							
Collecervino							
Cappelle sul Tavo							
Montesilvano							

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 51 di 151 Rev. 1

Rif. Met. Ravenna Chieti, tratto San Benedetto del T. - Chieti DN 650 (26") e linee secondarie in progetto								
Comune	Strumenti di pianificazione urbanistica (°)							
Moscufo								
Spoltore								
Pianella								
Cepagatti								
Chieti								

(°) Legenda:

	Zona urbana (Zone A, B e loro compendi)		Zona di uso pubblico e di interesse generale
	Zona di espansione (zone C)		Zone vincolate e di rispetto (cimiteriale, paesistico, archeologico)
	Zona a prevalente funzione produttiva (zone D)		Zone turistico-ricreative
	Zone agricole a valenza paesaggistica-ambientale e zone boschive		Altre zone

3.4 Uso attuale del suolo

3.4.1 Tipologie di Uso del Suolo

La caratterizzazione e la localizzazione delle tipologie vegetazionali e di uso del suolo lungo i tracciati è stata utilizzata per la redazione della Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:10.000 (vedi Dis. LB-D-83110) che descrive l'interazione tra il tracciato proposto e le diverse forme di gestione del territorio.

Dai precedenti paragrafi si vede come per la descrizione botanico - vegetazionale si è fatto riferimento alle tipologie della vegetazione reale presenti, mentre per la Carta dell'Uso del Suolo tali tipologie sono state raggruppate in classi più ampie (**Tabella 3.4-1**).

Come già accennato in precedenza il territorio attraversato dal metanodotto è caratterizzato dalle colture agricole, che complessivamente occupano oltre il 70% dell'intera superficie analizzata. Nella **Tabella 3.4-2** e in **Fig. 3.4-1** sono indicate le superfici occupate dalle diverse tipologie d'uso del suolo presenti e la relativa percentuale sul totale del buffer indagato.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 52 di 151 Rev. 1

Tabella 3.4-1: Correlazione tra le tipologie di uso del suolo e le tipologie di vegetazione reale

Tipologie di uso del suolo	Tipologie di Vegetazione Reale
Bosco misto di conifere e latifoglie	Rimboscimento di conifere mediterranee misto ad altre latifoglie
Bosco di conifere	Rimboscimento di conifere mediterranee
Bosco di latifoglie	Querceto a roverella pioniero
	Querceto a roverella tipico
	Querceto di roverella mesoxerofilo
	Boscaglia pioniera calanchiva
	Latifoglie di invasione miste e varie
	Robinieto-aillanteto
Vegetazione ripariale	Pioppeto-saliceto ripario
Macchie e arbusteti	Arbusteto a prevalenza di ginestre
	Arbusteto a prevalenza di rose, rovi e prugnolo
Prati e pascoli	Praterie post-colturali appartenenti all'ordine <i>Agropyretalia repentis</i>
Seminativi arborati	Per queste tipologie si veda la descrizione nel testo
Colture legnose agrarie	
Seminativi semplici	
Roccia affiorante, cave, greti fluviali, specchi d'acqua	Greti dei torrenti mediterranei (carta degli habitat)
	dune mobili e dune bianche (carta degli habitat)
	vegetazione delle acque ferme (carta degli habitat)
	corsi fluviali (acque correnti dei fiumi maggiori) (carta degli habitat)
Aree urbanizzate ed industriali	Per queste tipologie si veda la descrizione nel testo

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo	SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 53 di 151	Rev. 1

Tabella 3.4-2: Incidenza delle tipologie di Uso del Suolo nell'area di studio.

Uso del suolo	Ettari	%
Seminativi semplici	2063,5	38,6
Colture legnose agrarie	976,5	18,2
Aree urbanizzate ed industriali	674,1	12,6
Seminativi arborati	608,7	11,4
Prati e pascoli	330,3	6,2
Vegetazione ripariale	259,5	4,8
Incolti erbacei ed arbustivi	141,4	2,6
Bosco di latifoglie	135,7	2,5
Macchie e arbusteti	115	2,2
Roccia affiorante, cave, greti fluviali, specchi d'acqua	33,4	0,6
Bosco di conifere	8,1	0,2
Bosco misto di conifere e latifoglie	4,4	0,1
TOTALE	5350,6	100

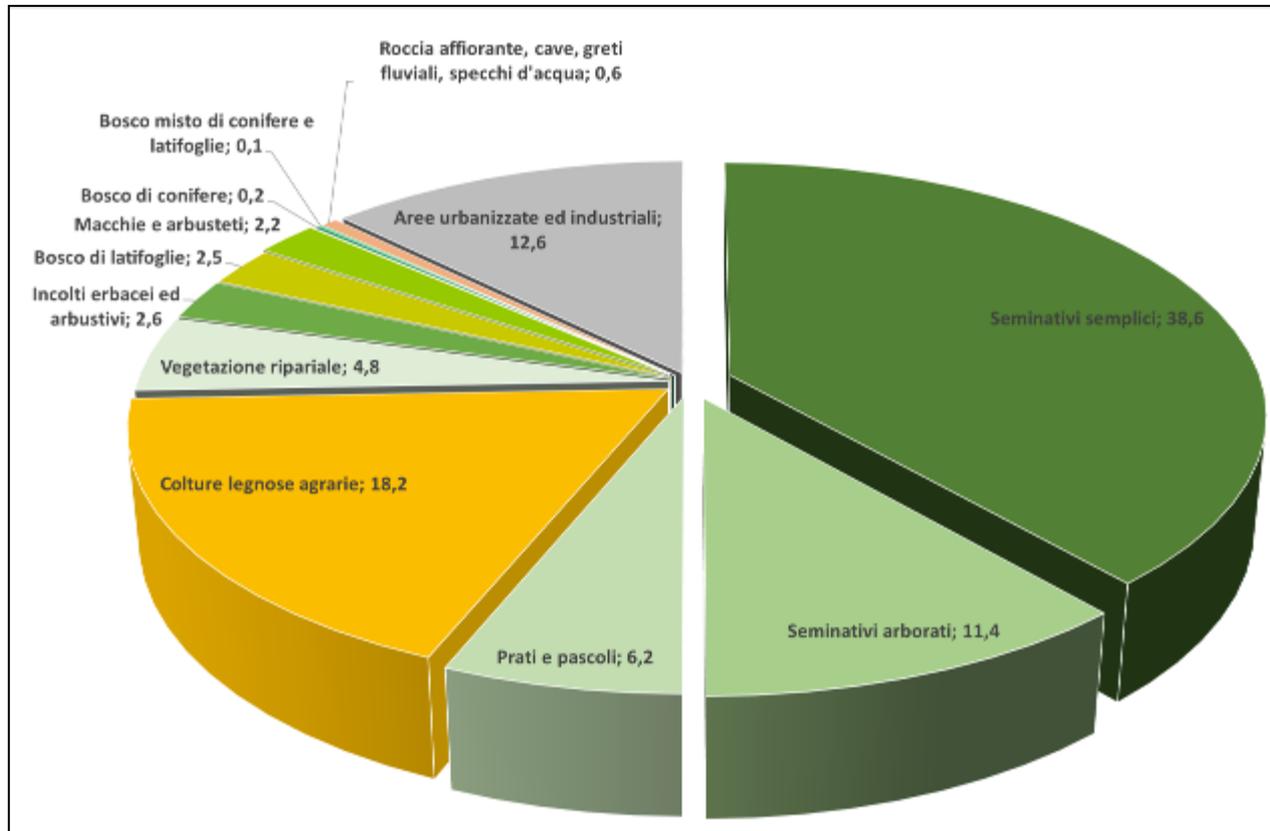


Fig. 3.4-1: Diagramma a torta rappresentante l'incidenza delle tipologie di Uso del Suolo da Tabella 3.4-2.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 54 di 151	Rev. 1

I seminativi (semplici ed arborati) ed i prati pascolo rappresentano oltre il 55% dell'intera superficie considerata ed è distribuita in modo uniforme lungo tutto il tracciato.

Il censimento ISTAT del 2010, nelle tre province (Teramo, Pescara e Chieti) interessate dal passaggio del metanodotto, evidenzia come le principali colture siano frumento duro, erba medica e altri prati ed erbai.

Le legnose agrarie, dopo i seminativi questa è la classe più rappresentata con circa il 18.2% del totale della superficie indagata. Le colture più frequenti sono quelle viticole e oleicole con produzioni anche di notevole pregio.

Le aree urbanizzate rappresentano il 12,6 % dell'intera superficie indagata ed è formata da fabbricati residenziali ed aree industriali. È più presente in prossimità della costa, soprattutto nelle valli dove le aree urbanizzate risalgono verso monte seguendo le principali infrastrutture stradali, mentre nelle aree più interne sono frequenti numerosi fabbricati rurali.

3.5 Descrizione attività pregresse e rischio contaminazione

Siccome nel terzo paragrafo dell'Allegato 2 "Procedure di campionamento in fase di progettazione (Articolo 8)" del DPR 120/2017 è previsto che: La densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione dovrà basarsi su un modello concettuale preliminare delle aree (campionamento ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale)", si era proceduto, durante la redazione della revisione 0 del PPdU (Rif. [3]), a qualificare i tratti di linea in base al potenziale rischio di contaminazione delle terre di scavo dovuta a sorgenti di rischio antropico

Lo scopo era quello di classificare gli elementi rilevanti del territorio che si trovano lungo i tracciati, in quanto potenzialmente contaminati, o a meno di una distanza che può giustificare il trasporto/ricaduta di sostanze contaminanti sulla linea. Erano stati esclusi dalla qualificazione del rischio tutti i tratti dei metanodotti in progetto realizzati in modalità "trenchless", perché i materiali estratti potranno essere caratterizzati solo in fase di realizzazione dell'opera. Parimenti, erano stati esclusi dall'analisi i tratti dove è previsto il mantenimento in esercizio del metanodotto esistente, non dovendosi realizzare degli scavi.

Gli elementi presi in considerazione per la qualificazione del rischio di contaminazione del suolo e sottosuolo sono stati i seguenti:

- insediamenti industriali, commerciali e urbani in prossimità dei tracciati che possono influenzare il sito per la ricaduta di contaminanti;
- attraversamenti e prossimità a vie di comunicazione con traffico intenso;
- attraversamenti e prossimità a corsi o corpi d'acqua;
- uso/copertura del suolo lungo i tracciati.

Gli elementi sopra elencati sono stati individuati e qualificati per il rischio di contaminazione del suolo e sottosuolo in base alle seguenti classi:

- Classe 0 Rischio nullo o trascurabile,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 55 di 151	Rev. 1

- Classe 1 Rischio basso o moderato,
- Classe 2 Rischio elevato.

Nel caso di sovrapposizione fra elementi con classi di rischio diverse, è stata sempre attribuita la classe di rischio più elevata.

Per la qualificazione del territorio erano state considerate le fonti di dati riportate in Tab. 3.5.1. Si specifica come, per le classi Aree verdi urbane e Aree nude costruite, era stata ipotizzato la possibile presenza di contaminazione locale non trascurabile (perché create su superfici precedentemente artificiali) ma senza possibilità di ricadute o trasporto a distanza (in quanto non in grado di generare emissioni che possono avere effetti a distanza).

Altre classi della nomenclatura (Aree artificiali industriali e commerciali, Aree artificiali urbane, Siti in costruzione, Strade di grande comunicazione, Siti di estrazione e frantoi, Discariche, Corpi d'acqua, Corsi d'acqua) prevedevano che il rischio di contaminazione derivasse da una possibile ricaduta/trasporto di materiali inquinanti; per tale motivo se ne individuava la presenza fino ad una distanza massima di 20 o 100 m dai tracciati. La soglia di 20 m viene citata nel DPR 120/2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.”, a proposito della estensione del set analitico a IPA e BTEX nel caso di “aree in cui l’area di scavo si collochi a meno di 20 m da infrastrutture viarie di grande comunicazione e da insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricadute delle emissioni in atmosfera”.

La distanza di 100 m era stata utilizzata per gran parte delle fonti di contaminazione. La distanza di 20 era stata utilizzata solo per fonti di contaminazione di prevedibile modesta entità (si veda la **Tabella 3.5-1**).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 56 di 151 Rev. 1

Tabella 3.5-1: Fattori per qualificazione del rischio di contaminazione del suolo e sottosuolo

Classe	Descrizione	Rischio	Note
1	Aree artificiali industriali e commerciali	2	Fino ad una distanza massima di 100 m
2	Aree artificiali urbane	2	<ul style="list-style-type: none"> • Fino ad una distanza di 100 m per le urbanizzazioni dense, di rilevante dimensione. • Fino ad una distanza di 20 m per le urbanizzazioni dense di dimensione minore. • Sono esclusi: tessuti insediativi a bassa densità, tessuti lineari che si sviluppano esclusivamente lungo gli assi viari, tessuti che si integrano allo spazio rurale, case sparse.
3	Siti in costruzione	1	Fino ad una distanza massima di 100 m
4	Aree verdi urbane	1	Solo se il tracciato vi insiste
5	Strade di grande comunicazione	2	Fino ad una distanza massima di 100 m
6	Strade comuni	0	
7	Altre infrastrutture lineari	0	
8	Seminativi e colture legnose agrarie	0	
10	Incolti erbacei ed arbustivi	0	
11	Bosco	0	
12	Arbusteti e cespuglieti	0	
13	Vegetazione ripariale	0	
14	Prati permanenti e pascoli	0	
15	Roccia affiorante	0	
16	Siti di estrazione e frantoi	2	Fino ad una distanza massima di 100 m
17	Discariche	2	Fino ad una distanza massima di 100 m
18	Aree nude non costruite	1	Siti disturbati, non vegetati, ma non edificati. Solo se il tracciato vi insiste
19	Spiagge, dune, sabbia	0	
20	Corpi d'acqua	1	<ul style="list-style-type: none"> • Fino ad una distanza di 20 m. • Solo se con potenziale contenuto di contaminanti.
21	Corsi d'acqua	1	<ul style="list-style-type: none"> • Fino ad una distanza di 20 m dall'alveo di piena ordinaria. • Solo se con potenziale trasporto di contaminanti.

Nel modello concettuale sviluppato per le varie linee del metanodotto erano stati quindi utilizzati criteri cautelativi rispetto alle indicazioni della norma, estendendo da 20 a 100 m, per i soli fini della qualificazione del rischio di contaminazione, la possibile ricaduta di emissioni dalle fonti di contaminazione.

La **Tabella 3.5-2** sintetizza i risultati relativi alla estensione lungo i tracciati dei metanodotti in costruzione e dismissione delle 3 diverse classi di rischio.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 57 di 151	Rev. 1

Tabella 3.5-2: Riepilogo del rischio di contaminazione del suolo e sottosuolo lungo i metanodotti in progetto e dismissione.

Classe di rischio	Percentuale sulla lunghezza complessiva
0 - Rischio nullo o trascurabile	83,3%
1 - Rischio basso o moderato	0,4%
2 - Rischio elevato	16,3%
Totale	100,0%

I livelli di contaminazione prevedibili ottenuti da questa metodologia di analisi sono, in generale, nulli o trascurabili.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 58 di 151 Rev. 1

4 MODALITÀ DI ESECUZIONE E RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

4.1 Indagini ambientali sui terreni lungo linea in progetto ed in dismissione

In riferimento all'esteso sviluppo lineare del progetto, è stato predisposto un piano di caratterizzazione (Rif. [3]) per l'accertamento dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce di scavo, da realizzarsi con le modalità definite nel DPR 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164."

Si precisa che le indagini ambientali sono state eseguite esclusivamente nei tratti dove è previsto lo scavo a cielo aperto (trincee); la caratterizzazione dei terreni provenienti dagli scavi in sotterraneo (trivellazioni, microtunnel, etc.) sarà eseguita in fase di esecuzione dei lavori sullo smarino.

4.1.1 Criteri di ubicazione delle indagini

Le indagini sono state sviluppate in due periodi differenti e con diversi criteri di individuazione dei punti:

- Classificazione del rischio potenziale (prima campagna di indagine);
- Allegato 4 al DPR 120/2017: un punto ogni 500 m (seconda campagna d'indagine)

Il primo criterio, già descritto nel Cap. 3.5, era stato adottato con la revisione 0 del PPdU (Rif. [3]), mentre un secondo criterio è stato adottato con la revisione 1, a seguito delle prescrizioni del MATTM (prot. n_amte.CVTA.REGISTRO UFFICIALE.U.0002628.13-07-2018; n_amte.DVA. REGISTRO UFFICIALE.I.0016249.13-07-2018). Conseguentemente, i punti d'indagine già eseguiti durante la prima campagna seguendo la classificazione del rischio potenziale e non congruenti con il criterio del DPR 120/2017, sono stati incrementati.

Quindi, i campioni prelevati nei punti d'indagine della prima campagna sono stati analizzati in alcuni casi secondo un set di analiti che prevede anche BTEX ed IPA anche se non prescritto dal DPR 120/2017, in quanto ricadenti all'interno di aree e relativi buffer ritenuti a potenziale rischio di contaminazione.

4.1.1.1 Ubicazione secondo DPR 120/2017

In accordo al DPR 120/2017, nella revisione 1 del PPdU (Rif. [3]) è stato ubicato un punto d'indagine con un passo di 500 m, pertanto dove la distanza tra i punti di indagine ubicati secondo il precedente criterio di rischio era superiore a 500 m, si è proceduto ad una integrazione.,

4.1.2 Modalità di esecuzione delle indagini

Le indagini in sito, realizzate con sondaggi a carotaggio continuo e con scavo manuale, sono state realizzate immediatamente a seguito degli accordi per l'accesso alle aree tra Snam Rete Gas S.p.A. e i singoli proprietari dei fondi interessati.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 59 di 151
				Rev. 1

I campioni di terreno prelevati sono stati inviati ad un laboratorio per essere sottoposti ad analisi chimiche sito specifiche.

La campagna d'indagine è stata sviluppata in tempi differenti: parte nel 2017 e parte nel 2019; la **Tabella 4.1-1** riepiloga tutte le indagini eseguite.

Tabella 4.1-1: Riepilogo indagini eseguite e campioni prelevati

METANODOTTO	TRACCIATO	PUNTI DI INDAGINE	CAMPIONI DI TERRENO	CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE
In progetto	Linea principale e secondarie	150	450	1
	Piazzole di lavoro e/o deposito materiali	54	54	0
In dismissione	Linea principale e secondarie	109	310	0
Totale		313	814	1

4.1.2.1 Realizzazione dei sondaggi

Lungo i tracciati dei metanodotti, dove la profondità di indagine varia da un minimo di 2,2 m a 5,0 m dal piano campagna, sono stati eseguiti sempre sondaggi a carotaggio continuo con prelievo dei campioni di terreno come illustrato successivamente.

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati eseguiti a rotazione ed a secco utilizzando carotieri di diametro $\varnothing = 101$ mm e colonna di manovra di diametro $\varnothing = 127$ mm.

La perforazione è stata eseguita con manovre di avanzamento di massimo 1 m e, al fine di evitare "cross contamination", l'attrezzatura di carotaggio è stata sempre ripulita ad ogni manovra.

Durante le operazioni di perforazione e recupero è stata annotata la descrizione dei terreni estratti (colore, litologia ed eventuale presenza di evidenze), nonché delle operazioni condotte e quant'altro utile allo scopo del lavoro.

Le carote, posizionate nelle apposite cassette catalogatrici, sono state fotografate.

Al termine della perforazione, i fori dei sondaggi sono stati richiusi con lo stesso terreno estratto dal sondaggio.

Il piano di indagine prevedeva che nel caso si verificasse l'intercettazione di livelli idrici sotterranei durante la perforazione, i sondaggi dovevano essere completati a piezometro per poter effettuare un successivo prelievo di campioni di acqua di falda finalizzato alla ricerca degli stessi analiti previsti per i terreni.

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati campioni di terreno per l'esecuzione di analisi chimiche di laboratorio secondo le modalità descritte nel successivo paragrafo.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 60 di 151	Rev. 1

4.1.2.2 Campionamento terreni

Le procedure di campionamento sono state definite in base a quanto previsto dall'allegato 2 del DPR 120/2017.

Nel caso dei sondaggi con profondità pari a 2,3 m i campioni sono stati prelevati come segue:

- campione 1: da 0,0 m a 1,0 m (strato superficiale);
- campione 2: da 1,0 m a 1,5 m campione intermedio;
- campione 3: da 1,5 m 2,3 m campione di fondo.

Nel caso dei sondaggi con profondità pari a 1,8 m i campioni sono stati prelevati come segue:

- campione 1: da 0,0 m a 1,0 m (strato superficiale);
- campione 2: da 1,0 m a 1,8 m campione di fondo.

Campionamento per l'analisi dei composti organici volatili

Nei punti di indagine per i quali era prevista l'analisi dei composti organici volatili, immediatamente dopo l'estrazione della carota, è stata prelevata un'aliquota di campione ed inserita in vials, per l'analisi dei composti organici volatili.

Campionamento per l'analisi dei composti non volatili

Il campione è stato prelevato dopo il prelievo delle aliquote per l'analisi dei composti volatili, prendendo il materiale estruso dal carotiere.

Il materiale utilizzato per la preparazione dei campioni è stato deposto su un telo di polietilene e sottoposto alle seguenti operazioni:

- setacciatura per la eliminazione della frazione maggiore a 2 cm
- omogeneizzazione manuale e asportazione dei materiali estranei che possono alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.);
- suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando, laddove è possibile, metodi di quartatura conformi alle norme IRSA CNR.

Per ogni campione prelevato sono state costituite due aliquote:

- n. 1 inviata al laboratorio per la realizzazione delle analisi chimiche stabilite,
- n. 1 inviata al laboratorio per la conservazione per le eventuali verifiche successive.

Ogni aliquota di campione ha un volume di 500 ml ed è stata raccolta in contenitori di vetro dotati di tappo a vite a tenuta (tipo Bormioli).

Onde evitare fenomeni di "cross contamination", le attrezzature per il prelievo del campione sono state bonificate tra un campionamento e il successivo e più precisamente, sono state eseguite le seguenti operazioni di campo:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 61 di 151
				Rev. 1

- i fogli di polietilene usati come base di appoggio delle carote, sono stati sostituiti ad ogni prelievo;
- i campioni sono stati preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox; la paletta di acciaio, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, è stata lavata facendo uso di acqua potabile; la stessa è stata infine asciugata con carta tipo Scottex, usa e getta;
- il carotiere e la trivella, dopo l'estrazione della carota, sono stati lavati con idropulitrice e lasciati asciugare all'aria, o con carta monouso, prima della successiva operazione di carotaggio e campionamento.

Per tutti i campioni è stata osservata rigorosamente tutta la catena di custodia e le norme di conservazione, registrate nell'apposito verbale di campionamento consegnato al laboratorio unitamente ai campioni (assegnazione codice identificativo e sua apposizione sul contenitore, data di prelievo e di invio al laboratorio, modalità di trasporto, set di analisi da eseguire, etc.).

4.1.3 Parametri analizzati

Le analisi sono state condotte adottando metodologie normate e/o ufficialmente riconosciute presso laboratori accreditati ISO 17025, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Le analisi eseguite in laboratorio sui campioni di terreno per la caratterizzazione della qualità ambientale sono elencate nella seguente **Tabella 4.1-2** in funzione dell'ubicazione del punto d'indagine (vedi Appendice 1). Gli analiti indicati nella colonna "Set analitico di Riferimento" sono stati ricercati in tutti i campioni prelevati nei punti d'indagine. Per i punti d'indagine ubicati a meno di 20 m da fonti di emissione in atmosfera secondo le indicazioni del DPR 120/2017 il set di parametri è stato integrato con BTEX e IPA. Nei campioni prelevati nei punti di indagine ricadenti nelle aree attualmente ad uso agricolo che negli strumenti urbanistici sono invece destinate ad altro uso (commerciale-industriale o residenziale) sono stati aggiunti al set di analiti i fitofarmaci.

L'elenco dei parametri rispetta la Tab. 4.1 riportata in allegato 4 al DPR 120/2017 fatta eccezione per l'amianto che non è stato rilevato lungo i tracciati come presenza naturale, né come potenziale contaminante in terreni di riporto di natura antropica.

In ottemperanza alle prescrizioni del Ministero, nei campioni prelevati nei punti di indagine ricadenti nelle aree attualmente ad uso agricolo che negli strumenti urbanistici sono invece destinate ad altro uso (commerciale-industriale o residenziale), sono stati aggiunti al set di analiti i fitofarmaci.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 62 di 151	Rev. 1

Tabella 4.1-2: parametri analizzati in relazione all'ubicazione dei punti di indagine

SET ANALITICO DI RIFERIMENTO	FASCIA DI 20 m DA VIABILITÀ PRINCIPALE
Scheletro	Scheletro
Umidità residua a 105 °C	Umidità residua a 105 °C
Arsenico	Arsenico
Cadmio	Cadmio
Cobalto	Cobalto
Nichel	Nichel
Piombo	Piombo
Rame	Rame
Zinco	Zinco
Mercurio	Mercurio
Cromo totale	Cromo totale
Cromo VI	Cromo VI
Idrocarburi C>12	Idrocarburi C>12
	Aromatici* (BTEX)
	IPA*

*Parametri previsti dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06

Il piano di indagine prevedeva, nel caso si riscontrasse la presenza di matrici materiali di riporto, l'esecuzione del test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al DM 05/02/1998, e, per i parametri pertinenti, doveva essere accertato il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Non sono stati eseguiti test di cessione, non avendo riscontrato mai la presenza di materiali di riporto.

4.1.3.1 Criteri di scelta delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione

Le terre e rocce da scavo, così come indicato nell'Allegato 4 al DPR 120/2017 possono essere riutilizzate in sito o extra sito se sono rispettati i requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per cui il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle 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, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Per tutte le aree con destinazione d'uso NON Commerciale e/o Industriale (Colonna B Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 63 di 151	Rev. 1

sono state utilizzate le CSC definite dalla colonna A della stessa tabella, essendo questi valori di soglia cautelativi.

4.1.4 Risultati delle analisi

Sono qui elencati e descritti i risultati della campagna di indagine per la caratterizzazione delle Terre e Rocce da Scavo lungo la linea in progetto e dismissione. Le stratigrafie e le foto dei sondaggi eseguiti sono riportati in Appendice 1 al documento.

Complessivamente i terreni attraversati con le perforazioni a carotaggio continuo hanno evidenziato la presenza di terreni a granulometria limoso sabbiosa, talvolta argillosa di colore da nocciola a bruno, talvolta color ocra. Soli in pochi sondaggi sono stati riscontrati strati di ghiaia con sabbie limose

In Appendice 2 sono riportati in forma tabulare i risultati delle analisi eseguite sui campioni di terreno prelevati nei vari punti di indagine. I dati presenti in Appendice 2 sono riportati con i seguenti dati:

- il codice identificativo del punto d'indagine; prima campagna: C###, seconda campagna: A ###;
- la sigla del metanodotto caratterizzato dal punto (2 o più metanodotti in caso di parallelismo);
- la chilometrica rispetto al metanodotto caratterizzato;
- la provincia;
- il comune;
- le coordinate X e Y secondo la proiezione Gauss Boaga fuso EST (Monte Mario Italy 2, codice EPSG 3004);
- la profondità di scavo che dipende dalla dimensione del tubo da interrare e dismettere e da eventuali situazioni di approfondimento che si verificano in corrispondenza di attraversamenti stradali, di corsi d'acqua e in corrispondenza dell'imbocco dei tratti in tunnel (trenchless);
- un flag che indica se la misura di eventuali contaminanti debba riguardare anche BTEX e IPA, in caso di prossimità a meno di 20 m da fonti di emissione in atmosfera, secondo le indicazioni del DPR 120/2017;
- un flag che indica se la misura di eventuali contaminanti debba riguardare anche i fitofarmaci nel caso di terreni agricoli con destinazione d'uso residenziale;
- la destinazione di uso in base agli strumenti di pianificazione comunali, la cui conoscenza è necessaria per definire le concentrazioni soglia di Contaminazione (CSC), con le quali confrontare le concentrazioni degli analiti misurati, al fine di individuare eventuali superamenti.

Per una rappresentazione visiva dei punti d'indagine è stato inoltre elaborato il Dis. LB-D-94703 "Ubicazione punti d'indagine per la caratterizzazione ambientale delle terre e rocce di scavo (scala 1:10.000)", in allegato alla presente relazione.

Nel corso delle indagini sono stati riscontrati alcuni superamenti delle CSC, colonna A o B della Tabella 1 dell'All.5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. a seconda dell'uso del suolo del tratto di metanodotto in progetto e/o in dismissione in n.8

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 64 di 151 Rev. 1

campioni di terreno, di cui n. 7 per Arsenico (con valori superiori a 20 mg/Kg) e n. 1 per Zinco (con valori superiori a 150 mg/Kg).

Di seguito l'elenco dei campioni di terreno con le concentrazioni superiori ai limiti previsti:

- **A054 (prof. 1,00m – 3,00m) per il parametro Arsenico (23 mg/Kg)**
- **A085 (prof. 4,00m – 5,00m) per il parametro Arsenico (23mg/Kg)**
- **A086 (prof. 1,50m – 2,30m) per il parametro Arsenico (43mg/Kg)**
- **A090 (prof. 4,00m – 5,00m) per il parametro Arsenico (23mg/Kg)**
- **A109 (prof. 0,00m – 1,00m) per il parametro Arsenico (21 mg/Kg)**
- **A354 (prof. 1,00m – 1,50 m) per il parametro Arsenico (25,3 mg/Kg)**
- **A354 (prof. 1,50m - 2,30m) per il parametro Arsenico (28,2 mg/Kg)**
- **A095 (prof. 0,00m – 1,00m) per il parametro Zinco (240 mg/Kg)**

4.1.4.1 Calcolo dei valori di fondo per i parametri caratterizzati da superamenti delle CSC

Nel presente rapporto vengono discussi i dati chimici (ed in particolare i dati dei metalli: As, Cd, Co, Crtot, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn) raccolti dai campioni di suolo e roccia durante la caratterizzazione del metanodotto Ravenna-Chieti, nel tratto abruzzese tra San Benedetto del Tronto e Chieti. Come vedremo nel Capitolo successivo (Dettaglio dei Superamenti), alcuni campioni (7 per l'As, 1 per lo Zn) presentano valori superiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC). Dal D.Lgs 152/06 all'art. 240, comma 1, lettera b), laddove viene definita la Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC), precisa che: "Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati". In questo caso, si esprime come VFN di una sostanza nella matrice ambientale (sia essa suolo, sottosuolo o materiale lapideo) la sua distribuzione derivante dai processi naturali (geogenici e naturali), con eventuale componente antropica non rilevabile o non apprezzabile.

L'articolo 11, comma 1 del DPR n°120 de 13 Giugno 2017 conferma che, in caso di superamenti delle CSC da parte di terre e rocce da scavo, con riferimento alla specifica destinazione d'uso, "è fatta salva la possibilità che le concentrazioni di tali parametri vengano assunte pari al valore di fondo naturale esistente". Anche la definizione (articolo 2 del detto decreto) dell'ambito territoriale con fondo naturale indica "la possibilità che in una data porzione di territorio valori di concentrazione che superano le CSC, siano ascrivibili a fenomeni naturali legati alla specifica PEDOGENESI del territorio stesso, alle sue caratteristiche LITOLOGICHE e alle condizioni CHIMICO-FISICHE". Il VFN è quindi un concetto imprescindibile per determinare uno stato di contaminazione del suolo, in particolar modo quando si parla di metalli e metalloidi i quali, essendo contenuti naturalmente nei materiali di partenza, sono sempre presenti, talora anche con concentrazioni significative. La difficoltà è quella di differenziare la componente naturale da quella antropica e, a cascata, quella antropica diffusa da quella puntuale. Infatti, la "Concentrazione rilevata" in un suolo può derivare da sorgenti naturali, sorgenti antropiche diffuse, sorgenti antropiche puntuali, interne od esterne al sito.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 65 di 151	Rev. 1

Nel presente rapporto si è identificato, per i parametri che hanno presentato superamenti dei valori soglia del CSC, il Valore di Fondo Naturale VFN, mediante le procedure statistiche riportate nelle recenti linee guida ISPRA (2018).

In particolare, la trattazione statistica è incentrata sull'utilizzo dei valori di concentrazione rilevata nei diversi sondaggi effettuati (preventivamente normalizzati alla frazione fine passante al setaccio con maglia 2mm; vedi Capitolo successivo "Ricalcolo della concentrazione dei diversi elementi a partire dal bulk") per capire se il set di osservazioni in esame (i.e. la distribuzione delle concentrazioni di un determinato metallo) sia composto da una o più popolazioni.

Per l'identificazione delle popolazioni che compongono la distribuzione, le linee guida ISPRA (2018) propongono l'utilizzo di procedure statistiche monovariate (box-plot e QQ-plot). In particolare, all'interno dei QQ-plot, i punti di flesso identificano le porzioni della distribuzione alle quali contribuisce prevalentemente una specifica popolazione (Menichetti e Doni, 2017). Ricontrate le popolazioni, si focalizza l'attenzione sulla popolazione superiore (quella che fornisce le concentrazioni superiori di quel determinato parametro chimico) e si identificano eventuali valori anomali da ritenersi estranei alla stessa popolazione superiore (i.e. outliers). Analisi statistiche bivariate (Multi-Scatter plots) e multivariate (dendrogramma) permettono di identificare eventuali associazioni geogeniche (e quindi naturali) tra i parametri chimici (in questo caso i metalli). Inoltre, la rimozione dal dataset di eventuali outlier precedentemente riscontrati dalla analisi monovariata può permettere di verificare le performance statistiche delle associazioni che, in caso di miglioramento, confermerebbero ulteriormente l'origine geogenica dei superamenti (con l'esclusione degli outlier). Conclude il rapporto una verifica spaziale, effettuata in ambiente GIS, della distribuzione dei punti delle popolazioni superiori anche rispetto alle formazioni geologiche affioranti. Nel caso le popolazioni superiori dei metalli che presentano superamenti di CSC non siano distribuite uniformemente tra le formazioni geologiche ma "concentrate" in alcune ciò potrebbe confermare ulteriormente l'origine geogenica delle concentrazioni più elevate.

Si ricorda che, come da indicazioni delle linee guida ISPRA (2018), le analisi statistiche contenute nel rapporto sono state effettuate sul dataset totale e su sottoinsiemi dello stesso dataset legati alla profondità del campionamento (Livello 1: profondità di 0-1 m; livello 2: profondità 1 – 1.5 m; livello 3: profondità 1.5 – 2.3 m). Dalle linee guida, si definisce come suolo lo strato superiore della crosta terrestre composto di parti minerali, sostanza organica, acqua, aria e organismi viventi di spessore orientativamente variabile fra qualche centimetro e 1,5 m. Per questo motivo (verifica di un eventuale variazione nelle popolazioni tra suolo, sottosuolo/roccia), si ritiene opportuno, così come prescrivono le linee guida ISPRA (2018), considerare le medesime analisi statistiche anche per livelli separati.

4.1.4.2 Dettaglio dei superamenti delle CSC

Il numero totale dei campioni per i quali sono presenti le analisi dei metalli As, Cd, Co, Crtot, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn è pari a 819, dei quali 285 sono quelli che interessano il livello 1 (profondità di 0-1 m), 285 il livello 2 (profondità di 1-1.5) e 251 il livello 3 (profondità di 1.5-2.30 m; tra questi 49 campioni sono stati campionati a profondità di 4.00-5.00 m). Per Cd, Co, Crtot, CrVI, Ni, Pb e Cu non si registrano superamenti nella CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione). L'arsenico presenta 7 superamenti delle CSC

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 66 di 151 Rev. 1

(i.e. valori superiori a 20 mg/kg_{TOT}) di cui 1 nel livello 1 (A109), 2 nel livello 2 (A054 e A354) e 4 nel livello 3 (A085, A086, A090 e A354). Lo zinco supera il valore soglia di 150 mg/kg_{TOT} in un solo punto (A095), nel livello 1.

4.1.4.3 Ricalcolo della concentrazione dei diversi elementi a partire dal bulk (passante a 2 mm)

I campionamenti, come prescrive la legge, sono stati effettuati a diverse profondità e sulle varie aliquote sono stati determinati As, Cd, Co, Crtot, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn. Come prevede la normativa (ISPRA, 2018) i valori analitici sono riferiti al campione comprendente lo scheletro, ma le determinazioni sono effettuate sulla frazione minore di 2 mm. Poiché la frazione tra 2 cm e 2 mm può variare con la profondità i rapporti tra le concentrazioni tra i diversi livelli possono variare in funzione della percentuale dello scheletro. Per questo motivo nella trattazione che segue i valori di concentrazione sono stati riferiti alla frazione inferiore ai 2 mm.

Se, per ogni campione analizzato, indichiamo come concentrazione ricavata dalla analisi strumentale [mg/Kg]TOTALE, il ricalcolo della concentrazione sul fine (ovvero [mg/Kg]FINE) può essere effettuato mediante la seguente:

$$[\text{mg/Kg}]_{\text{FINE}} = [\text{mg/Kg}]_{\text{TOT}} * 100 / (100 - \text{SCHELETRO})$$

dove (100 - SCHELETRO) rappresenta la frazione setacciata a 2 mm.

Si ritiene doveroso sottolineare buona parte dei campioni delle distribuzioni di Cromo Esavalente e Mercurio siano inferiori al limite di rilevabilità strumentale. I campioni con concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità del Cromo esavalente presentavano spesso anche concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità del Mercurio. Si è deciso di non scartare i campioni e assumere, per gli stessi, un valore di concentrazione [mg/Kg]TOT equivalente al limite strumentale dei parametri Cromo esavalente e Mercurio.

Per convenienza, nella prosecuzione del testo, si riportano i valori di concentrazione come mg/Kg da intendersi come ricalcolati sul fine. Nel caso si discutano i valori di concentrazione strumentali (ovvero i dati dalle analisi di laboratorio), verrà riportata l'unità di misura mg/KgTOT.

4.1.4.4 Analisi monovariata

Lo scopo dell'analisi monovariata è quello di studiare la distribuzione dei dati ed evidenziare l'eventuale presenza, all'interno della stessa distribuzione, di più popolazioni che hanno concorso alla formazione del campione. L'analisi, effettuata sia sul totale dei campioni che per ogni singolo livello di profondità, permette inoltre di confrontare i valori medi misurati sui singoli livelli e identificare la presenza di outlier.

Box plot e identificazione degli outliers inferiori e superiori

L'analisi visiva viene effettuata mediante gli indici di posizione (mediana e quartili) riportati in forma di box-plots, ovvero grafici composti da un rettangolo diviso in due parti, da cui escono due segmenti. Il rettangolo, verticale, è delimitato dal primo (1°quarto; il minimo valore osservato tale che almeno il 25% (=1/4) dei dati è minore o uguale a questo) e dal

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 67 di 151

terzo quartile (3° quarto; il minimo valore osservato tale che almeno il 75% (=3/4) dei dati è minore o uguale a questo), e diviso al suo interno dalla mediana (o 2°quarto; il minimo valore osservato tale che almeno il 50% (=1/2) dei dati è minore o uguale a questo). I segmenti (i "baffi") sono delimitati dal minimo 5 percentile (baffo inferiore; il valore sotto al quale si trovano il 5% delle osservazioni) e dal 95° percentile (baffo superiore; il valore sotto al quale si trovano il 95% delle osservazioni).

Come anticipato in 4.1.4.1 e 4.1.4.2, l'analisi è stata fatta solamente per i metalli che hanno mostrato un superamento delle CSC.

Dai risultati non si riscontrano, per gli elementi considerati (ovvero As e Zn), particolari differenze tra il 1° e 3° quartile nei diversi livelli (compresi i valori mediani).

Per ogni elemento in **Figura 4.1-1**, da sinistra a destra, la distribuzione calcolata sul totale, sul solo 1 livello, sul solo 2 livello, sul solo 3 livello. I baffi superiori equivalgono al 95° percentile delle distribuzioni.

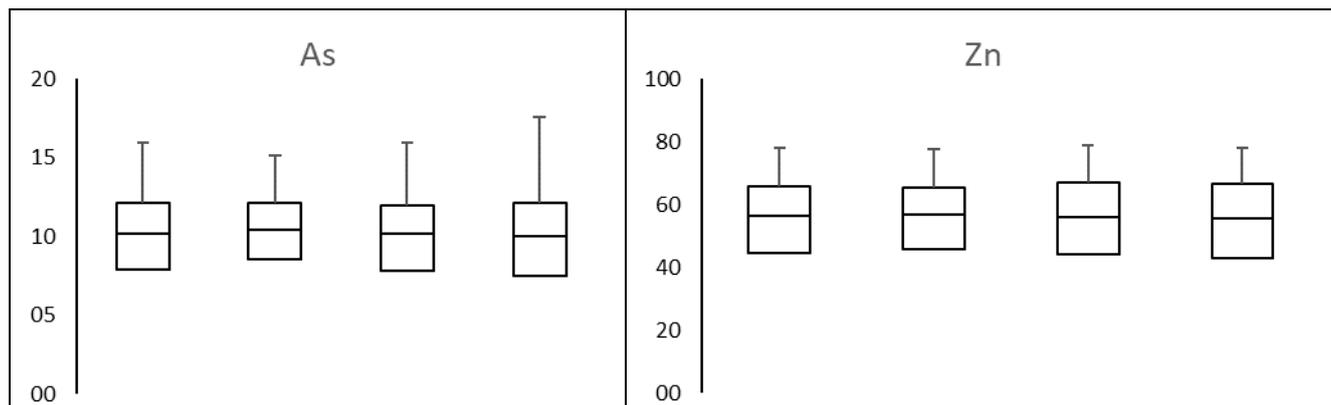


Figura 4.1-1: Box plot per gli elementi chimici (a: Arsenico; b: Zinco) che presentano superamento dei limiti (vengono riportati solo i baffi superiori per semplificazione; questi sono identificati dal 95° percentile di ciascuna distribuzione). Valori in mg/Kg.

In tale elaborazione vengono definiti outlier i valori esterni al limite superiore (i baffi superiori di ogni distribuzione), qui identificato come il 95° percentile delle osservazioni (riportati anche in **Tabella 4.1-3**). Non emergono sensibili differenze nel valore dei limiti superiori selezionati tra i diversi livelli anche se, nel caso dell'Arsenico, è comunque riscontrato un lieve incremento del baffo superiore con la profondità.

In **Figura 4.1-2** si riporta lo stesso tipo di elaborazione (box-plot), ma con outliers superiore calcolato con un metodo grafico, al fine di rendere indipendente la loro identificazione dal tipo di distribuzione dei dati (ISPRA, 2018).

Qui il baffo superiori è equivalente al valore 75° percentile più 1,5 volte la distanza interquartile (ovvero 75°percentile – 25°percentile).

Come nel caso precedente (selezione degli outliers dal 95° percentile), i valori che caratterizzano il 3° quartile non cambiano sensibilmente tra i diversi livelli. Ad ogni modo, si evidenzia un sensibile incremento nel valore del limite superiore ricavato dal metodo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 68 di 151
				Rev. 1

grafico per entrambi gli elementi chimici (vedi valori riportati in **Tabella 4.1-3** e **Tabella 4.1-4**). Da segnalare inoltre, come nel caso delle elaborazioni riguardanti l'Arsenico con limiti superiori al 95° percentile, la conferma dell'incremento dei baffi superiori con la profondità.

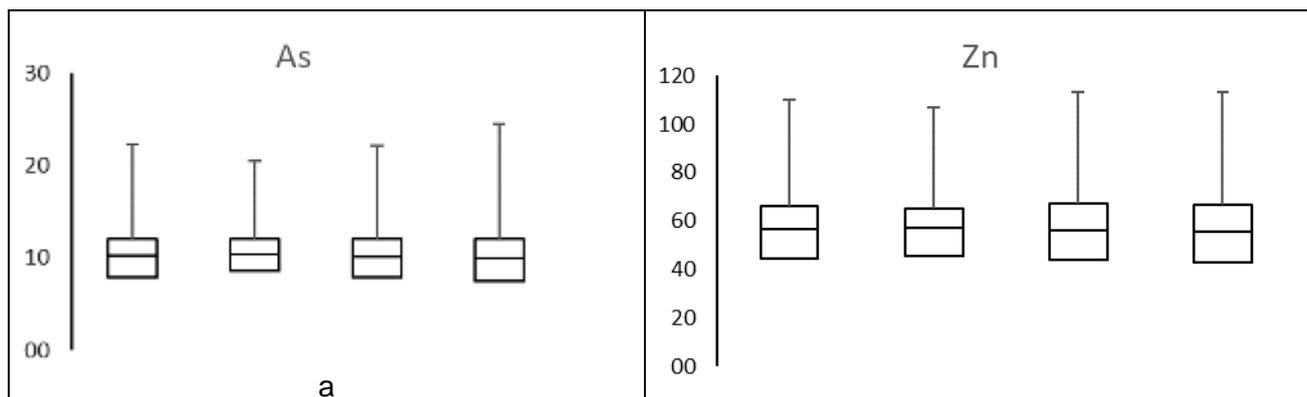


Figura 4.1-2: Box plot per gli elementi chimici che presentano superamento dei limiti (vengono riportati solo i baffi superiori per semplificazione; questi sono identificati dal 75° percentile + 1.5 x distanza interquartile). Valori in mg/Kg.

Tabella 4.1-3: valori degli outliers superiori (in mg/Kg), identificati dal 95° percentile di ciascuna distribuzione (baffi superiore di Figura 4.1-2).

Outliers	Arsenico	Zinco
Totale	16,0	78,0
Livello 1	15,2	77,6
Livello 2	16,0	78,8
Livello 3	17,6	78,0

Tabella 4.1-4: valori degli outliers superiori (in mg/Kg), identificati dal 75° percentile + 1.5 x distanza interquartile di ciascuna distribuzione (baffi superiore di Figura 4.1-2)

Outliers	Arsenico	Zinco
Totale	22,3	110,2
Livello 1	20,5	106,8
Livello 2	22,2	113,1
Livello 3	24,5	113,3

Q-Q plot: Distribuzioni di Frequenza e discriminazione delle popolazioni esistenti

Il Q-Q Plot è la rappresentazione grafica dei quantili di una distribuzione, in cui viene confrontata la distribuzione cumulata della variabile osservata con la distribuzione cumulata della normale. Se la variabile osservata presenta una distribuzione normale, i

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 69 di 151

punti di questa distribuzione congiunta si addensano sulla diagonale che va dal basso verso l'alto e da sinistra verso destra. Ogni discostamento dalla diagonale indica la potenziale presenza, all'interno della stessa distribuzione, di popolazioni diverse; si fa quindi particolare attenzione alla individuazione dei punti di flesso delle curve di distribuzione campionaria all'interno dei Q-Q plot per il riconoscimento delle diverse popolazioni nei tre livelli campionati.

Arsenico

Dai QQ-plot dell'Arsenico (**Figura 4.1-3**) si riscontra, per tutte le distribuzioni (totale, livello 1, livello 2, livello 3), la presenza di 1 punto di flesso (con valore di circa 17,5 mg/Kg), che permette di identificare, per ciascuna, due popolazioni distinte; queste sono composte da punti che si "allineano" (o tendono ad allinearsi) su segmenti a pendenza diversa (ISPRA, 2018).

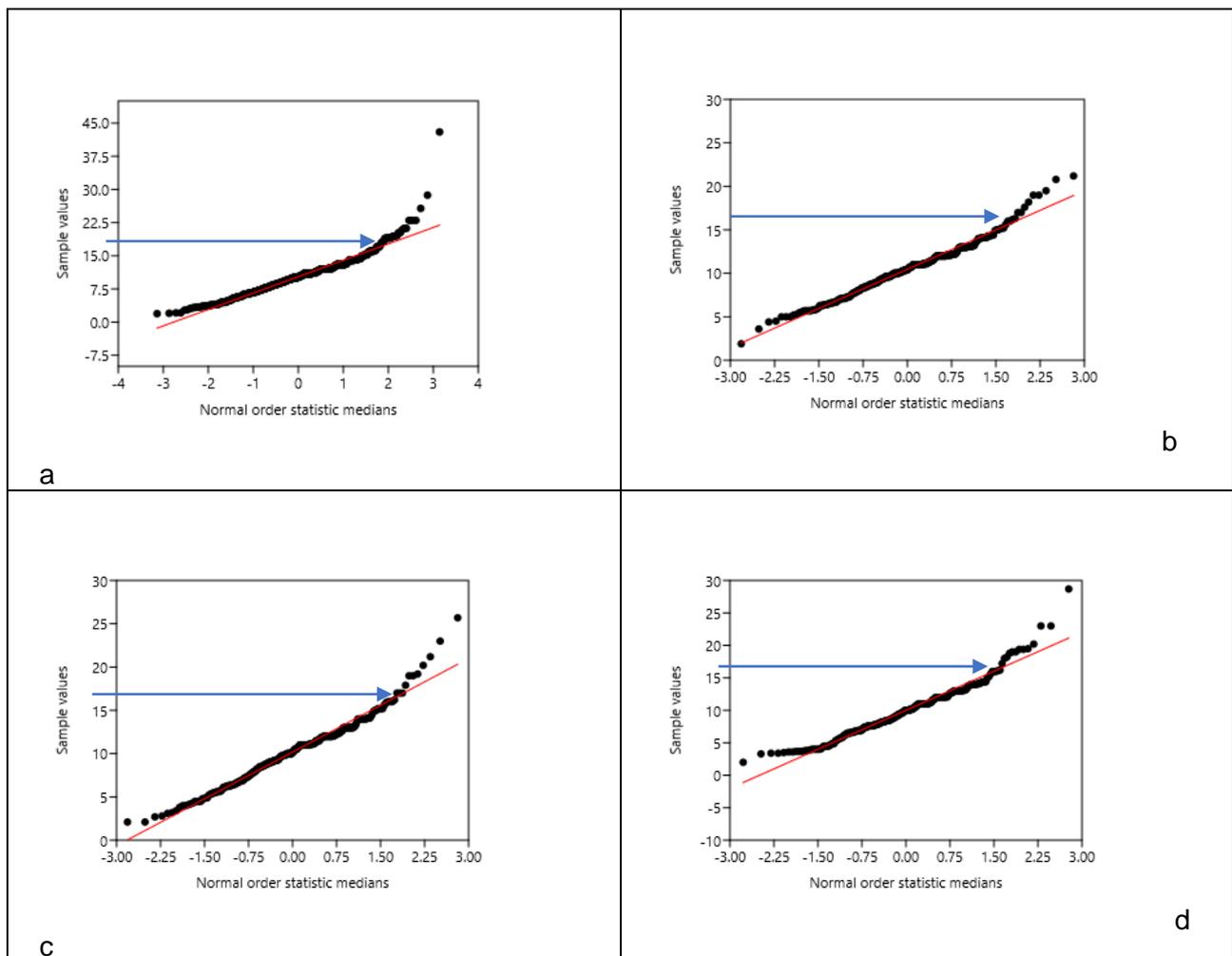


Figura 4.1-3: QQ-plot dell'Arsenico rispetto al totale dei campioni (a), al solo livello 1 (b), al livello 2 (c), al livello 3 (d). I punti di flesso sono evidenziati con le frecce blu. Valori in mg/Kg.

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 70 di 151

Le distribuzioni di frequenza (riportate come istogrammi in **Figura 4.1-4**) permettono di caratterizzare dal punto di vista statistico (media e deviazione standard) le singole popolazioni componenti ogni distribuzione. I punti di flesso rappresentati in **Figura 4.1-3** sono qui esplicitati dalla intersezione tra ogni singola distribuzione di probabilità gaussiana (o normale) rappresentante ciascuna popolazione. Non viene riportato il valore massimo (pari a 43 mg/Kg; campione A086 nel livello 3) per permettere una migliore visione grafica degli istogrammi totale e livello 3. Nelle diverse distribuzioni, la prima popolazione è centrata a circa 10 mg/kg (**Tabella 4.1-5**), la seconda presenta media variabile tra circa 18,4 mg/Kg (distribuzione totale) e 20,5 mg/Kg (livello 3).

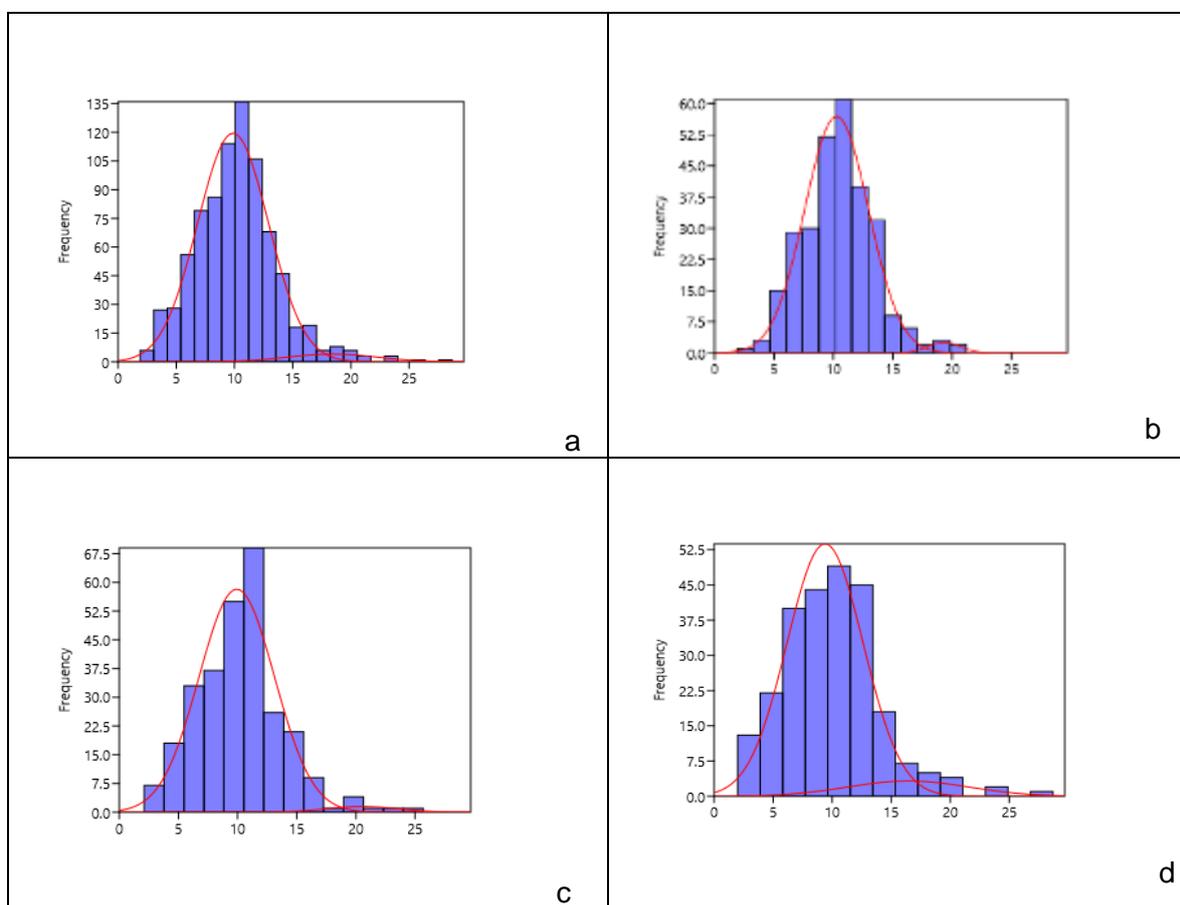


Figura 4.1-4: Distribuzioni di frequenza e popolazioni (linea rossa) presenti all'interno delle stesse per il totale (a), il livello 1 (b), il livello 2 (c), il livello 3 (d). Valori in mg/Kg.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 71 di 151 Rev. 1

Tabella 4.1-5: media e deviazione standard delle popolazioni (in rosso in figura precedente) presenti in ciascuna distribuzione dell'Arsenico.

Distribuzione	Popolazione	Media (in mg/kg)	Deviazione Standard (in mg/kg)
Totale	1	9,9	3,0
	2	18,4	3,9
Livello 1	1	10,3	2,7
	2	19,3	1,4
Livello 2	1	9,9	3,2
	2	20,5	3,0
Livello 3	1	9,6	3,4
	2	19,7	9,1

Dall'analisi con il software Pro_UCL, il valore di background (VLN) calcolato sulla base del valore di UTL 95-95 a partire dalla seconda popolazione (siccome tutte le distribuzioni dell'Arsenico non sono parametriche, non sono cioè Normali, Gamma né Lognormali, si procede al calcolo con la tecnica bootstrap), è pari a 27,5 mg/Kg. Di conseguenza, verrebbero identificati 2 outlier, ovvero A354 (nel livello 3; 28,7 mg/Kg) e A086 (nel livello 3; 43,0 mg/Kg). Come suggerito dalle linee guida ISPRA (2018), si è deciso di indagare anche le singole popolazioni superiori che presentino, nel diagramma QQ-plot, una disposizione lineare dei punti. È il caso della popolazione superiore del livello 2 (si ricorda come le distribuzioni nei livelli 2 e 3 presentino baffo superiore più elevato rispetto al livello 1; vedi **Figura 4.1-3** e **Figura 4.1-4**), per la quale il valore di background (VFN) calcolato con UTL 95-95 (distribuzione normale) è pari a 28,8 mg/Kg. In questo caso, viene quindi identificato un solo outlier superiore (A086 nel livello 3). Vale la pena sottolineare come, nel caso venga eliminato l'outlier A086, le deviazioni standard delle seconde popolazioni della distribuzione totale e Livello 3 si riducono a 3,7 e 5,1 mg/Kg (contro i 3,9 e 9,1 mg/Kg del totale). Le deviazioni standard non si riducono nel caso venga escluso anche il campione A354 (livello 3).

Zinco

I grafici QQ-plot per lo Zinco sono riportati in **Figura 4.1-5** insieme alla distribuzione in forma di istogramma di frequenza (**Figura 4.1-6**). E' possibile asserire come le diverse distribuzioni presentino una complessità importante, che in tutti i casi è dovuta alla presenza di più allineamenti separati da diversi punti di flesso. Nella distribuzione con il totale dei campioni sono presenti più punti di flesso, il primo a circa 37 mg/Kg, il secondo a 76 mg/Kg ed il terzo a 83 mg/Kg. Tali punti di flesso si riscontrano anche nei subsets provenienti dai livelli 2 e 3, seppur con alcune lievi differenze. Nel livello 1 non sembrano essere presenti punti di flesso. Nel livello 2 i tre punti di flesso sono confermati (39 mg/Kg; 76 mg/Kg; 83 mg/Kg) ma appare un flesso inferiore a circa 31 mg/Kg. Nel livello 2 il primo punto di flesso è localizzato a circa 44 mg/Kg, mentre i successivi flessi sono quelli già riportati. Nel livello 3 vengono nuovamente confermati i tre punti di flesso, anche se leggermente più elevati rispetto ai precedenti (39 mg/Kg, 79 mg/Kg e 84,5 mg/Kg). Le popolazioni ottenute a partire dalle distribuzioni del livello 2 e 3 sono centrate a circa 22-26

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 72 di 151 Rev. 1

mg/Kg (**Tabella 4.1-4**) e 59 mg/Kg e sono presenti anche nella distribuzione totale. Nel livello 1 è presente solo la popolazione centrata a 58 mg/Kg.

Se escludiamo il campione A095 (livello 1; Zinco = 244.9 mg/Kg e 240.0 mg/Kg_{TOT}), il contenuto in Zn è sempre decisamente inferiore alla soglia limite di 150 mg/Kg s.s. (1 solo punto presenta una concentrazione normalizzata al passante pari a 157.9 mg/Kg, con ulteriori due punti con concentrazioni di circa 100 mg/Kg).

Ciò non ci permette quindi di indagare con maggiore dettaglio le popolazioni superiori della distribuzione dello Zinco (come quelle identificate nell'analisi statistica inerente i superamenti riscontrati per il tratto Marche, con il riscontro di una popolazione superiore centrata ad oltre 130 mg/Kg). Per questo motivo si ritiene di non riportare la distribuzione di frequenza e relative popolazioni incluse come invece descritte nella trattazione dell'Arsenico.

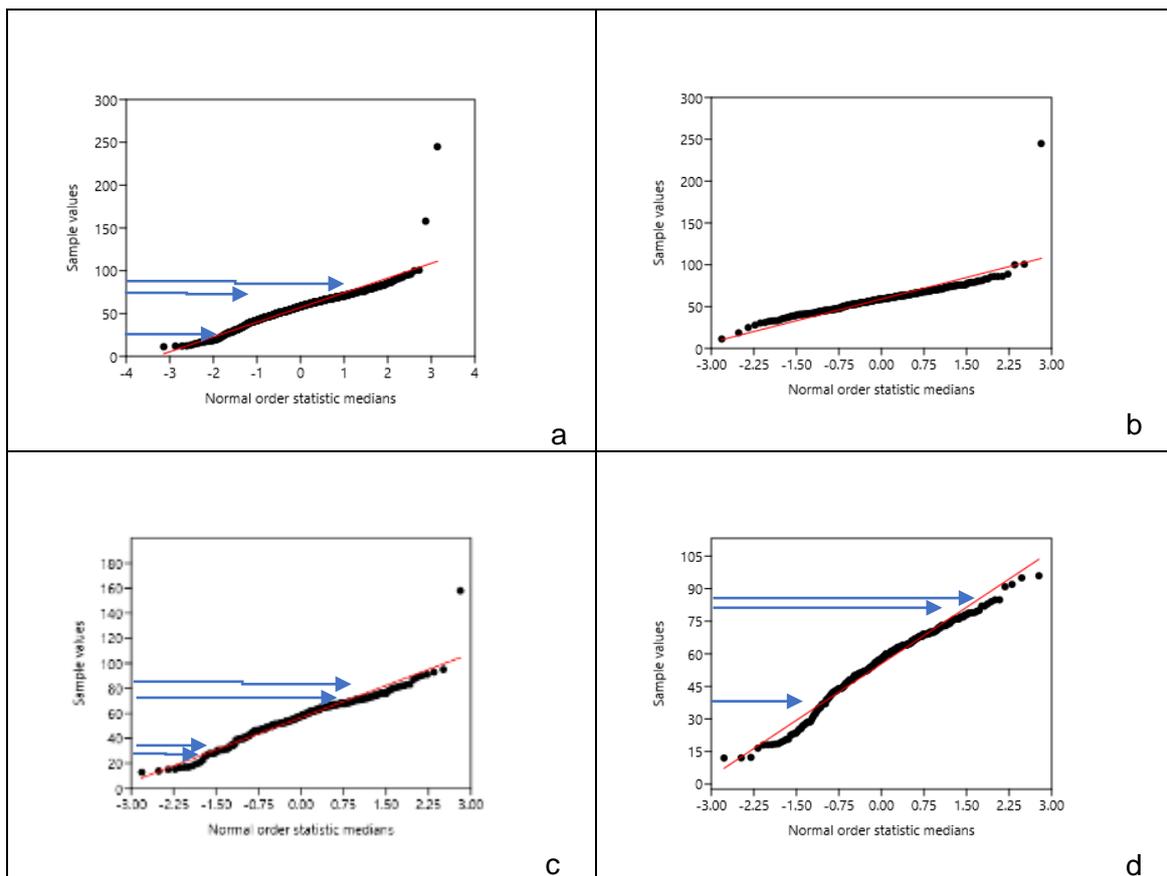


Figura 4.1-5: QQ-plot dello Zinco rispetto al totale dei campioni (a), al solo livello 1 (b), al livello 2 (c), al livello 3 (d). I punti di flesso sono evidenziati con le frecce blu. Valori in mg/Kg.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 73 di 151
				Rev. 1

Tabella 4.1-6: media e deviazione standard delle popolazioni (in rosso in figura precedente) presenti in ciascuna distribuzione dello Zinco.

Distribuzione	Popolazione	Media (mg/Kg)	Deviazione Standard (mg/Kg)
Totale	1	23,5	7,1
	2	59,0	13,0
	3	70,9	17,2
	4	96,9	5,8
Livello 1	1	58,3	13,1
Livello 2	1	26,3	8,2
	2	59,3	12,5
	3	72,3	15,3
	4	93,2	4,4
	5	97,1	2,5
Livello 3	1	22,7	6,1
	2	59,3	13,6
	3	71,5	16,4
	4	95,3	5,6

Dall'analisi con il software Pro_UCL, il valore di background calcolato sulla base del valore di UTL 95-95 (nessuna distribuzione statisticamente significativa; tecnica bootstrap) è pari a 106,3 mg/Kg, ed identifica quindi come outlier il campione A095 (livello 1; Zinco = 244,9 mg/Kg) ed il campione C110 (livello2; Zinco =157,9 mg/Kg). Come suggerito dalle linee guida ISPRA (2018), si è deciso di indagare anche le singole popolazioni superiori che presentino, nel diagramma QQ-plot, una disposizione lineare dei punti. È il caso della popolazione superiore del livello 1, per la quale il valore di background (VFN) calcolato con UTL 95-95 (distribuzione normale) è pari a 107,2 mg/Kg. Anche in questo caso verrebbero identificati due outlier superiore, ovvero A086 (nel livello 3) ed il campione C110 (livello 2). Ad ogni modo, essendo il valore di CSC per lo Zinco pari a 150 mg/Kg_{TOT}, nel presente rapporto si considera come outlier dello Zinco il solo campione A095 (livello 1), in quanto il C110 (livello 2) presenta concentrazione non normalizzata allo scheletro pari a 127,0 mg/Kg_{TOT}.

4.1.4.5 Considerazioni sulla analisi statistica monovariata

L'analisi statistica monovariata, qui svolta sui soli parametri chimici che hanno presentato superamenti delle CSC (Arsenico e Zinco), ha permesso di evidenziare alcune peculiarità nelle distribuzioni che caratterizzano gli stessi parametri chimici. In tutti i casi, gli insiemi dei dati non sono statisticamente approssimabili a distribuzioni standard (normali, lognormali e gamma) in quanto composte da popolazioni differenti, ben identificabili dai grafici Quantile-Quantile tramite i punti di flesso. Ciò fa ritenere che le concentrazioni riscontrate per ogni elemento siano dovute, nella specifica popolazione, al contributo di un determinato fenomeno che, nel caso in esame, potrebbe essere anche geologico (e quindi naturale). Il numero di punti ricadenti nella popolazione superiore dell'Arsenico (ovvero quei punti che presentano concentrazione superiore alla soglia di 17,5 mg/Kg) è pari a 28. Di questi, ben 13 sono localizzati nel livello 3, 8 nel livello 2 e 7 nel livello 1.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 74 di 151	Rev. 1

Nel caso dello Zinco, il numero di punti che appartengono alla popolazione superiore (la terza, ovvero quella caratterizzata da valori superiori a 83 mg/Kg) sono 22, di cui 8 nel livello 1, 7 nel livello 2 e 7 nel livello 3.

In maggior dettaglio, e con riferimento alle popolazioni superiori, si è verificato l'allineamento (e quindi la possibile distribuzione normale) dei punti. Nel caso dell'Arsenico, ben 27 punti sono allineati lungo la retta nel QQ-plot (tranne l'outlier A086 livello 3) dimostrando una distribuzione gaussiana della popolazione. Tale retta contiene 6 campioni che presentano superamenti delle CSC (valori di Arsenico maggiori di 20 mg/Kg_{TOT}, ovvero A054 (livello 2), A085 (livello 3), A090 (livello 3), A109 (livello 1), A354 (livello 2), A354 (livello 3).

Si considera quindi A086 (livello 3) come unico sospetto outlier della popolazione superiore.

Nel secondo caso (Zinco), il numero di campioni che ricade nella terza popolazione (quella superiore, ovvero con concentrazione mg/Kg superiore a 83 mg/Kg), è pari a 22 (dataset totale), di cui 20 allineati lungo una retta nel QQ-plot. Questi ultimi ricadono all'interno di una distribuzione gaussiana che indicherebbe un controllo geologico nella concentrazione di questo elemento nei suoli rappresentati. I due punti A095 (livello 1) e C110 (livello 2) sarebbero quindi da considerarsi come outlier della popolazione superiore. Ad ogni modo, un solo campione presenta superamenti nella CSC (campione A095 livello 1, Zinco =244.9 mg/Kg_{TOT}) ed è quindi considerato come unico sospetto outlier della popolazione.

Si riportano inoltre in **Figura 4.1-6** gli istogrammi per le popolazioni superiori di Arsenico e Zinco in cui si riscontra nuovamente la separazione, all'interno delle rispettive popolazioni superiori, dei campioni A086 livello 3 e A095 livello 1. In seguito alla analisi statistica monovariata (ed in particolare l'analisi dei punti di flesso nei grafici QQ-plot) sono quindi stati riscontrati 2 potenziali outlier (A086 livello 3 e A095 livello 1).

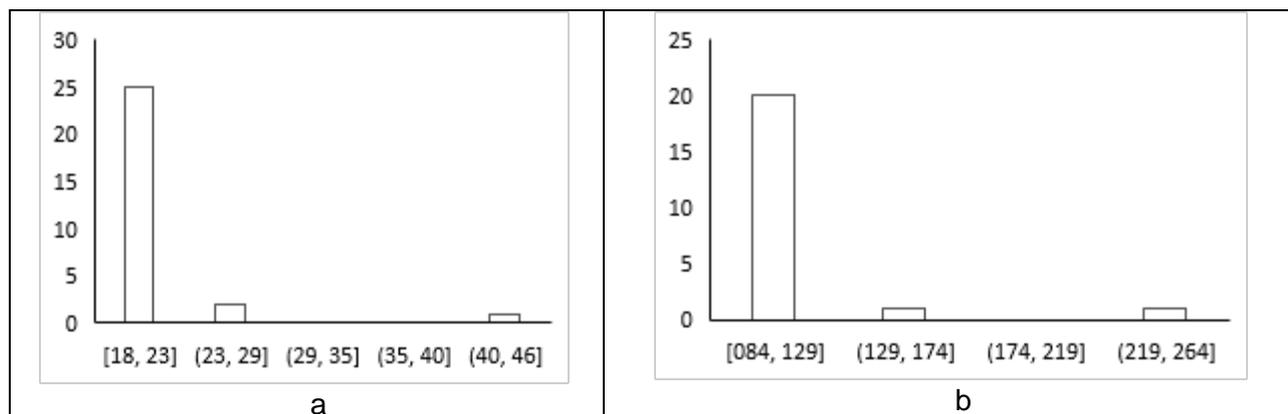


Figura 4.1-6: istogramma per i dati delle popolazioni superiori di Arsenico (3° popolazione; a) e Zinco (2° popolazione; b) nei rispettivi datasets totali. Valori in mg/Kg.

Per verificare eventuali associazioni naturali tra gli 8 metalli analizzati, analisi statistiche bivariate e multivariate sono state effettuate sui datasets chimici a disposizione. Le analisi hanno previsto anche l'eliminazione dal dataset dei 2 potenziali outlier per la verifica del

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 75 di 151	Rev. 1

comportamento dei descrittori statistici (R^2 e test di significatività, identificato dalla soglia $p\text{-value}=0.05$) in caso di presenza o meno degli outliers.

Si ricorda come il valore di R^2 sia un test della bontà della regressione, per valori prossimi a 1 sono indicate le associazioni statisticamente più robuste. Per ogni regressione è fornito inoltre il valore di p (chiamato anche $p\text{-value}$ o livello di significatività osservato); impostata una soglia (nel nostro caso, così come comunemente utilizzato in campo statistico e ambientale, $p=0.05$; Ispra, 2018), se il valore di p del test nella nostra regressione supera la soglia di 0.05 la regressione è da considerarsi non significativa.

4.1.4.6 Analisi statistica bivariata

Matrice di Correlazione

La matrice di correlazione verifica l'esistenza di associazioni bivariate tra le diverse variabili considerate mediante verifica della regressione lineare semplice in un piano cartesiano $x\text{-}y$ (con coefficiente di correlazione lineare R^2) prendendo in considerazione due variabili per volta (una variabile su asse x e l'altra variabile sull'asse y). La matrice può essere riportata anche in forma grafica, con un multiple scatter plot in cui sono riportate tutte le associazioni bivariate tra gli elementi chimici (ovvero tutti i singoli grafici $x\text{-}y$ tra le diverse variabili).

Nel caso dell'intero dataset senza distinzione tra i livelli (in **Figura 4.1-7**), le associazioni principali (threshold selezionata a $R^2=70$) sono quelle che tra Arsenico-Cobalto ($R^2=0.74$), Cobalto e Nichel ($R^2 = 0.86$), Cromo Totale e Cobalto ($R^2=0.82$), Zinco e Cobalto ($R^2=0.73$), Cromo Totale e Zinco ($R^2=0.77$), Zinco e Nichel ($R^2=0.79$), Cromo Totale e Nichel ($R^2=0.87$). Tutte le relazioni sono direttamente proporzionali. Risultano statisticamente non significative ($p>0.05$) molte relazioni bivariate con il Cadmio, ovvero quelle tra lo stesso elemento con l'Arsenico, il Cobalto, e lo Zinco.

Per quel che riguarda il livello 1, perdono di significatività statistica anche le relazioni Cadmio-Cromo Totale e Cadmio-Nichel. Sono sopra la soglia (e direttamente proporzionali) selezionata le relazioni Arsenico-Cobalto ($R^2=0.78$), Cromo Totale e Cobalto ($R^2=0.82$), Cobalto e Nichel ($R^2 = 0.85$), Cromo Totale e Nichel ($R^2=0.83$). E' ora sotto soglia la relazione tra Cobalto e Zinco ($R^2=0.60$).

Nel livello 2, tutte le associazioni con il Cadmio non sono statisticamente significative ($p>0.05$). Presentano valori di R^2 superiori alla soglia (oltre ad essere direttamente proporzionali) le coppie di elementi già riscontrate nel Totale, con un sensibile incremento dei parametri statistici: Arsenico-Cobalto ($R^2=0.79$), Cobalto-Cromo Totale ($R^2=0.80$), Nichel – Cobalto ($R^2=0.85$), Cromo Totale-Nichel ($R^2=0.88$), Cobalto-Zinco ($R^2=0.75$), Cromo Totale – Zinco ($R^2=0.79$), Nichel-Zinco ($R^2= 0.80$). E' sopra la soglia selezionata anche la relazione tra Arsenico-Piombo ($R^2=0.70$).

Per il livello 3, non sono statisticamente significative ($p>0.05$) alcune relazioni che coinvolgono il Cadmio, ovvero: Cadmio-Cobalto, Cadmio-Arsenico, Cadmio-Nichel, Cadmio-Piombo e Cadmio-Rame. Sono sopra alla soglia selezionata (e direttamente proporzionali) alcune delle relazioni bivariate con il Cobalto, ovvero Cobalto-Cromo Totale ($R^2= 0.83$), Cobalto-Nichel ($R^2=0.88$) e Cobalto Zinco ($R^2=87$). Inoltre, sono significative e sopra soglia ($R^2>0.70$) le relazioni Cromo Totale-Nichel ($R^2= 0.88$), Cromo Totale-Zinco ($R^2=0.90$), Rame-Zinco ($R^2=0.75$) e Zinco-Nichel ($R^2=0.93$).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 76 di 151 Rev. 1

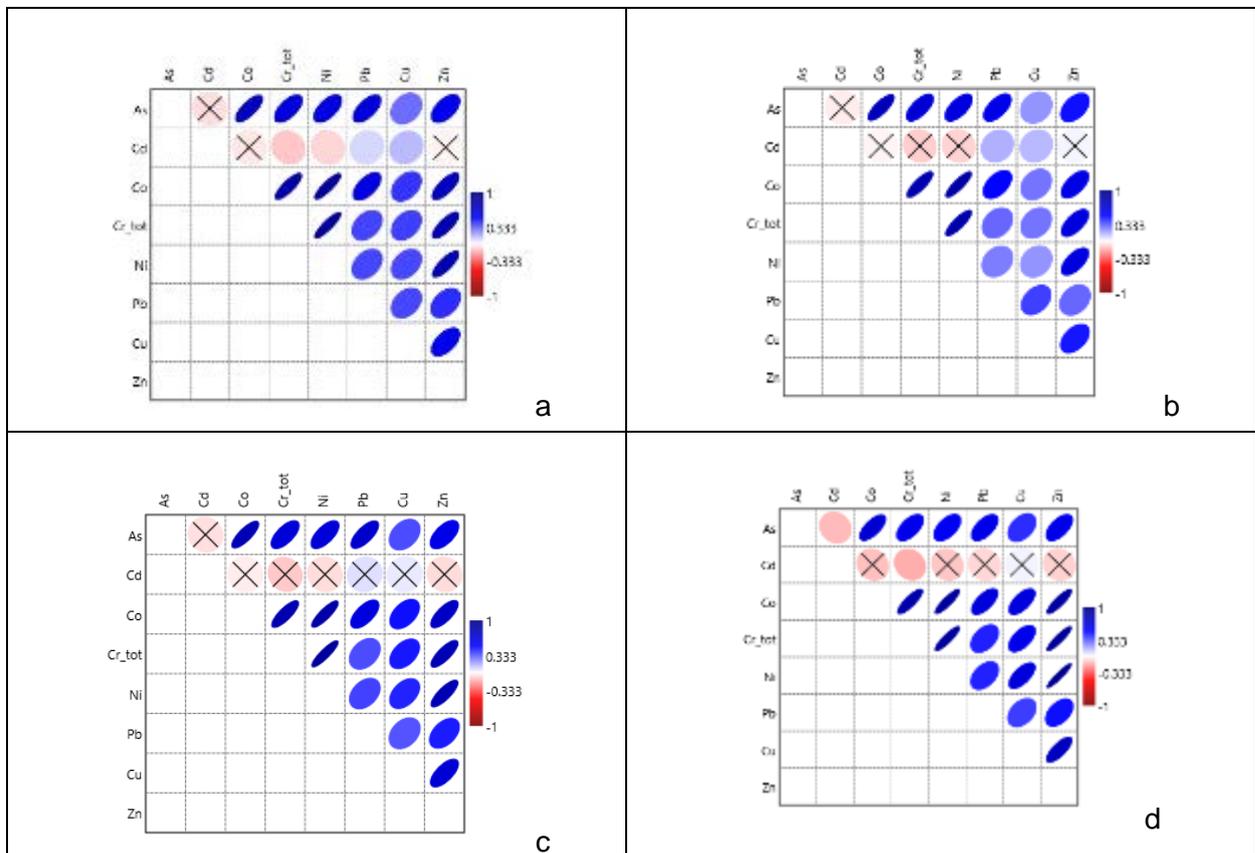


Figura 4.1-7: Multiple-scatter plots con i rapporti tra i diversi elementi chimici. Con la X vengono identificate le associazioni bivariate caratterizzate da $p > 0.05$, ovvero non significative dal punto di vista statistico. In senso orario, il multiple scatter plot ottenuto dall'intero dataset (a), dal solo livello 1 (b), dal solo livello 2 (c), dal solo livello 3 (d).

Con l'eliminazione degli outliers, ovvero A086 livello 3 (Arsenico = 43 mg/Kg) e A095 livello 1 (Zinco = 240 mg/Kg), le correlazioni bivariate per il dataset totale e il dataset comprendente e i soli livelli 1 e 3 presentano valori di R^2 sensibilmente superiori (in **Figura 4.1-8**). In particolare, per il dataset totale, incrementi negli indici statistici si riscontrano nelle correlazioni Arsenico-Cobalto ($R^2=0.78$), Cobalto e Zinco ($R^2 = 0.78$), Cromo Totale e Zinco ($R^2=0.83$), Nichel e Zinco ($R^2=0.85$). Per il livello 1, eccedono ora la soglia selezionata ($R^2 > 0.70$) alcune relazioni bivariate dello Zinco, ovvero quelle con il Cobalto ($R^2=0.74$), con il Cromo Totale ($R^2=0.80$) e con il Nichel ($R^2=0.79$). Nell'analisi per il solo livello 3, è ora sopra la soglia selezionata ($R^2 = 0.70$) anche la correlazione tra Arsenico e Cobalto ($R^2=0.76$).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 77 di 151 Rev. 1

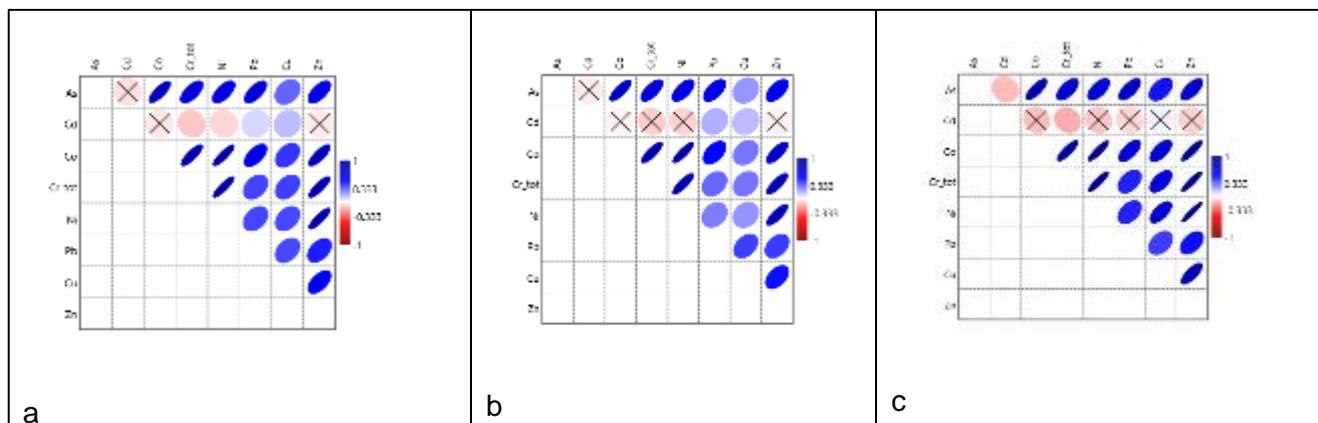


Figura 4.1-8: Multiple-scatter plots con i rapporti tra i diversi elementi chimici nel caso di eliminazione degli outliers. Con la X vengono identificate le associazioni bivariate caratterizzate da $p > 0.05$, ovvero non significative dal punto di vista statistico. A sx (a), il multiple scatter plot ottenuto dall'intero dataset, al centro (b) e a dx (c) gli equivalenti ottenuti dal solo livello 1 e 3.

4.1.4.7 Considerazioni sui risultati dell'analisi statistica bivariata

L'analisi ha permesso di riscontrare associazioni specifiche (e direttamente proporzionali) tra alcuni metalli; tali correlazioni si riscontrano in tutti i livelli analizzati, anche se nel suolo (livello 1), la robustezza delle correlazioni bivariate è generalmente inferiore. Tali riscontri positivi tra metalli sono generalmente indizi di origine geogenica della popolazione superiore dello specifico parametro.

L'eliminazione dei 2 campioni considerati come outlier dalla analisi monovariata (si ricorda nuovamente come provenienti dal livello 1 per lo Zinco e da livello 3 per l'Arsenico: A095 e A086) comporta un deciso aumento dei coefficienti di correlazione tra numerose associazioni bivariate del dataset totale e livelli 1 e 3, confermando una maggiore robustezza generale dei modelli statistici e, di conseguenza, il valore anomalo dei due campioni rispetto alle rispettive distribuzioni.

4.1.4.8 Analisi statistica multivariata

Dendrogramma

Appartiene all'approccio di clustering gerarchico, ovvero dove ogni gruppo di campioni (cluster) può essere contenuto nel gruppo successivo. La rappresentazione grafica avviene mediante il dendrogramma, ovvero un grafico ad albero utilizzato per visualizzare la somiglianza nel processo di "raggruppamento" ed esprime, nell'asse delle ascisse, la distanza tra i clusters e, nell'asse delle ordinate, il livello gerarchico di aggregazione. Per ogni dendrogramma è restituito un coefficiente di correlazione cofenetico, che quantifica il grado di correlazione fra la matrice di dissimilarità originale e quella inferita in base alla classificazione. Valori del coefficiente superiori a 0,80 indicano una correlazione importante, ovvero una buona rappresentazione delle relazioni fra gli oggetti analizzati.

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo	SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 78 di 151	Rev. 1

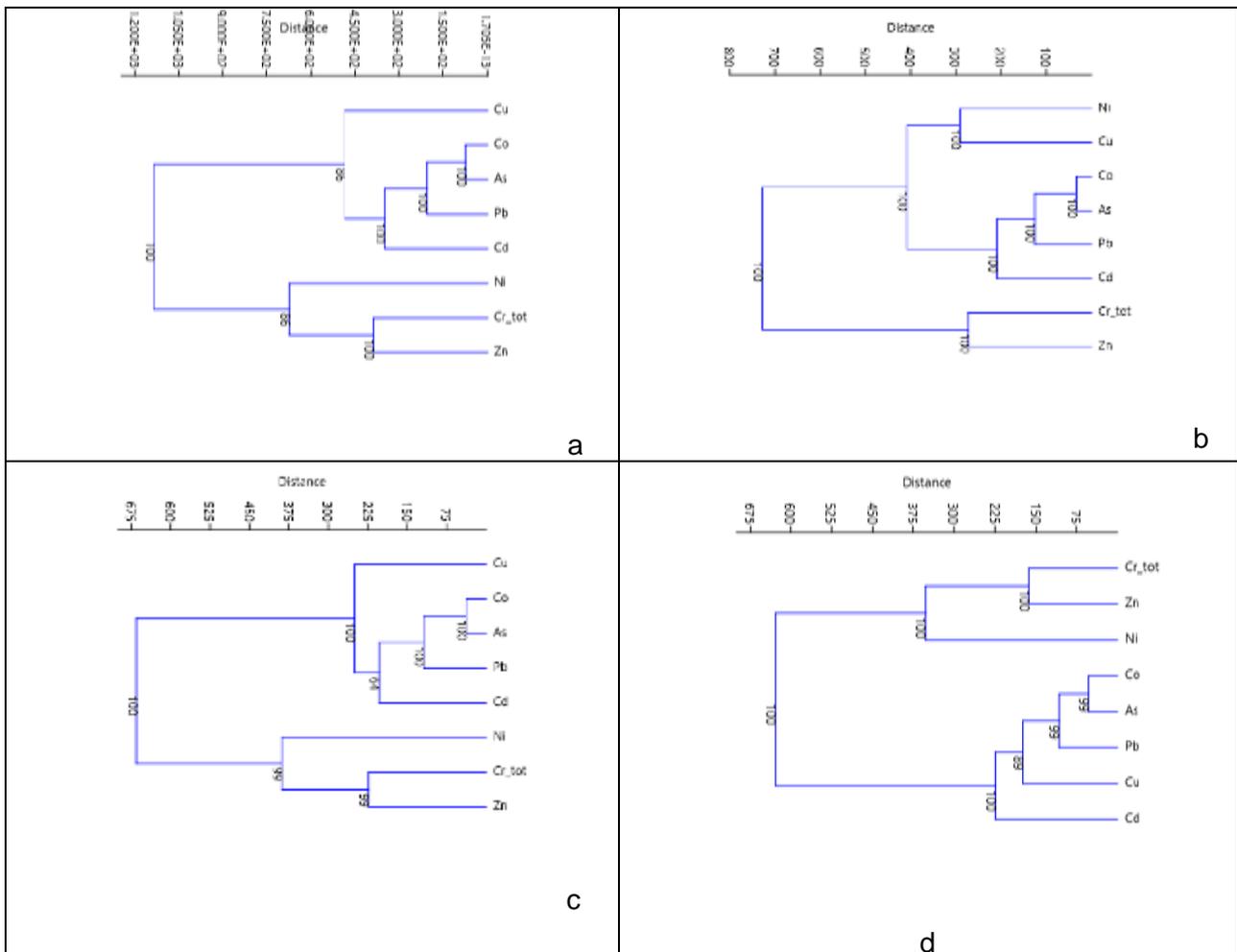


Figura 4.1-9: Dendrogrammi ottenuti per tutto il dataset (a), per il livello 1 (b), per il livello 2 (c) per il livello 3 (d).

Nell'analisi dei dataset totale (in **Figura 4.1-9**, livello 2 e livello 3, risultano fortemente associati (1) Cobalto e Arsenico (a loro volta associati al Piombo) e (2) Cromo Totale e Zinco (a loro volta associati al Nichel). Nell' analisi del livello 1, si evidenzia una associazione tra Nichel e Rame; qui viene quindi a perdersi la relazione del Nichel con l'associazione Cromo Totale e Zinco. I coefficienti di correlazione cofenetica sono compresi tra 0.83 (totale) e 0.87 (livello 1). Vale la pena segnalare come le associazioni sopramenzionate siano più robuste (minore distanza associativa, da leggersi nelle ordinate) nei livelli inferiori 2 e 3.

Nel caso si prendano in considerazione i datasets privi di outliers (**Figura 4.1-10**), il dendrogramma del livello 1 presenta ugualmente una associazione tra Nichel e Rame, non presente nel dataset totale. Si riscontra un incremento del coefficiente di correlazione cofenetica in tutti i dataset ed in particolare in quello totale (0.85).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 79 di 151 Rev. 1

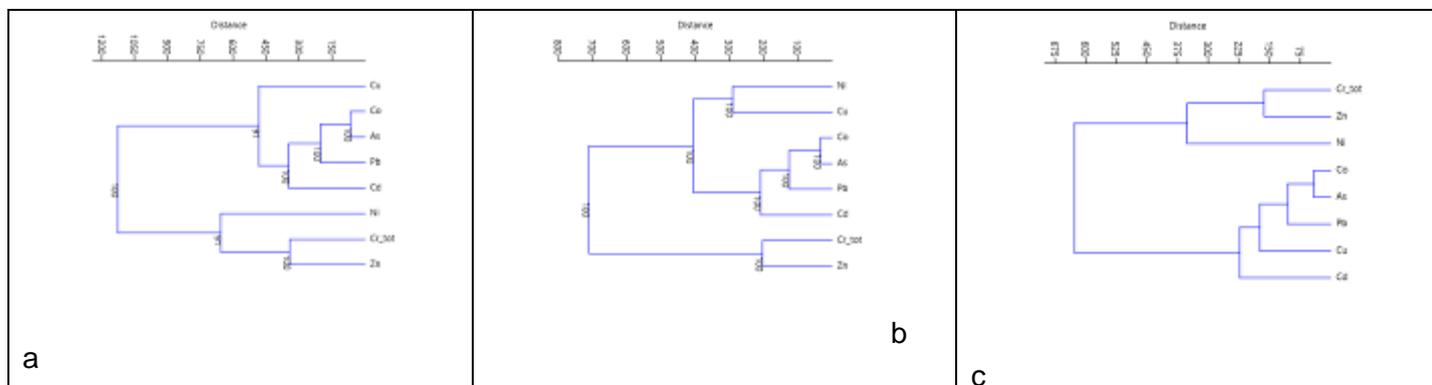


Figura 4.1-10: Dendrogrammi ottenuti per tutto il dataset (a) per il solo livello 1 (b) e livello 3 (c), senza outliers.

4.1.4.9 Considerazioni sui risultati dell'analisi statistica multivariata

L'analisi statistica multivariata ha permesso di riscontrare una congruenza sostanziale tra i diversi datasets. In particolare, è sempre presente una forte associazione tra Cobalto ed Arsenico, che risulta ancora più marcata nei livelli più profondi (livello 2 e livello 3). Un'altra associazione evidente in tutti i livelli è quella tra Cromo Tot e Zinco, seppur più debole rispetto a quella precedente. Anche in questo caso, la relazione è più robusta nel caso si considerino i datasets dei soli livelli profondi (2 e 3). Le due associazioni non sono in relazione ma presentano rispettivamente affinità con il Piombo (Cobalto-Arsenico) e con il Nichel (Cromo Tot e Zinco).

4.1.4.10 Analisi Geospaziale

Per il dataset di Arsenico (lo Zinco non è stato considerato in quanto l'unico superamento è già un outlier della rispettiva popolazione superiore), si è verificata la distribuzione spaziale della popolazione superiore (la terza popolazione dell'Arsenico, 28 punti con concentrazione superiore a 17,5 mg/Kg) rispetto alle formazioni geologiche interessate. Dalla **Figura 4.1-11**, si evince come questi punti siano localizzati indistintamente lungo il tracciato del metanodotto anche se si riscontra una maggiore frequenza nel tratto centrale (quello compreso tra il Fiume Vomano presso Roseto degli Abruzzi e il Fiume Saline all'altezza di Montesilvano). Degno di nota il fatto che la popolazione superiore si concentri negli impluvi o nei fondovalle sospesi dei fiumi principali (terrazzi).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 80 di 151
				Rev. 1



Figura 4.1-11: Popolazione superiore dell’Arsenico (in rosso) e punti di campionamento (in nero) lungo il tracciato.

Dal confronto tra i punti della popolazione superiore e le formazioni geologiche emerge come solo alcune di esse abbiano la probabilità di riscontrare valori elevati di Arsenico (ovvero appartenenti alla popolazione superiore).

Nella seguente **Tabella 4.1-7** vengono riportati i punti appartenenti alla popolazione superiore di Arsenico per formazione geologica e la probabilità (intesa come rapporto percentuale tra il numero di punti della popolazione superiore ricadenti nella classe geologica sul numero di punti totale ricadenti nella formazione geologica stessa) e i superamenti della CSC. In grassetto le formazioni che contengono almeno 1 superamento rispetto alle CSC.

Per l’Arsenico, 6 formazioni geologiche (sulle 16 totali) contengono tutti i punti della popolazione superiore: si tratta in particolare dei depositi di transizione pleistocenici delle Argille e conglomerati di Ripa Teatina (16,7%) e delle Argille e Marne grigie plioceniche (16,7%), seguite dai depositi alluvionali terrazzati del Pleistocene (5,6%). Non trascurabili, inoltre le percentuali che caratterizzano la Formazione plio-pleistocenica di Mutignano (nella sua associazione pelitico-sabbiosa; 3,6%) e i depositi eluvio-colluviali (2,4%).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 81 di 151 Rev. 1

Tabella 4.1-7: Numero di punti appartenenti alle popolazioni superiori di Arsenico per formazione geologica.

SIGLA-NOME	Punti totali	Arsenico		
		punti popolazione superiore	probabilità	superamenti CSC
Depositi alluvionali terrazzati – Olocene	12	8	0,0	0
Depositi alluvionali attuali	133	1	0,9	0
Sabbie gialle stratificate (Pleistocene)	35	0	0,0	0
Depositi conglomeratici di ambiente marino (Pleistocene)	15	0	0	0
Argille sabbiose grigio-azzurre (Pleistocene)	64	0	0,0	0
Depositi alluvionali terrazzati – Pleistocene	196	11	5,6	1
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa (Plio-Pleistocene)	222	8	3,6	3
Depositi eluvio-colluviali	85	2	2,4	1
Depositi detritici di versante	3	0	0,0	0
Argille e marne grigie (Pliocene)	30	5	16,7	2
Argille e conglomerati di Ripa Teatina	6	1	16,7	0
Materiali sterili di cava abbandonata	3	0	0,0	0
Depositi sabbiosi fini recenti di spiaggia	3	0	0,0	0
Depositi di frana indifferenziati	15	0	0,0	0
Formazione di Mutignano – Associazione sabbioso-conglomeratica (Plio-pleistocene)	7	0	0,0	0
Formazione di Mutignano – Associazione sabbioso-pelitica (Plio-pleistocene)	12	0	0,0	0

La seguente **Tabella 4.1-8** riporta il dettaglio della popolazione superiore dell'Arsenico; si tratta, per la quasi totalità (ovvero con l'esclusione di un punto, A036, localizzato in un deposito alluvionale attuale) di depositi antichi, che spaziano dal Pliocene superiore al Pleistocene p.p., con una certa uniformità tra i diversi livelli di campionamento (vi è una sensibile prevalenza dei livelli più profondi, ovvero 2 e 3). Si tratta, in particolare, di materiali litificati rappresentati da lito-facies di transizione continentale-marina come Argille e conglomerati di Ripa Teatina e la Formazione di Mutignano, o più prettamente marini come le Argille e marne grigie. Sempre del pleistocene, da segnalare la presenza della popolazione superiore nei depositi alluvionali terrazzati (continentali).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 82 di 151 Rev. 1

Tabella 4.1-8: Campioni appartenenti alle popolazioni superiori di Arsenico per formazione geologica. In grassetto, i campioni che presentano superamenti delle CSC (contenuto in Arsenico > 20 mg/Kg_{TOT}).

NOME	SIGLA	ETA'	Cod. Camp.	Liv	Arsenico ricalcolato sul fine (mg/Kg)	Arsenico (mg/Kg _{TOT})
Depositi alluvionali attuali	Ba	Olocene	A036	3	18,0	18,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A040	3	19,0	19,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A054	2	23,0	23,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A071	1	19,0	19,0
Argille e marne grigie	QP	Pliocene	A074	1	19,0	19,0
Argille e marne grigie	QP	Pliocene	A074	2	19,0	19,0
Argille e marne grigie	QP	Pliocene	A076	1	18,2	18,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A085	3	23,0	23,0
Depositi eluvio colluviali	Ec	/	A086	3	43,0	43,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A090	3	23,0	23,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A099	3	19,0	19,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A108	1	20,8	20,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A109	1	21,2	21,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A109	3	18,2	18,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A110	3	20,2	20,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A119	2	19,0	19,0
Argille e conglomerati di Ripa Teatina	RPT	Pleistocene	A123	3	18,8	15,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A133	2	20,2	20,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A146	3	19,4	19,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A202	1	17,6	15,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A202	2	17,9	17,0
Depositi eluvio colluviali	Ec	/	A221	2	21,2	18,0
Argille sabbiose grigio-azzurre	Q1a	Pleistocene	A311	3	19,5	19,1
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A504	1	19,5	19,5
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A341	3	19,4	14,1
Argille e marne grigie	QP	Pliocene	A354	2	25,7	25,3
Argille e marne grigie	QP	Pliocene	A354	3	28,7	28,2
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A512	2	19,2	18,1

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 83 di 151 Rev. 1

4.1.4.11 Considerazioni sui risultati dell'analisi geospaziale

L'analisi della distribuzione spaziale delle popolazioni superiori di Arsenico e Zinco indica che le concentrazioni maggiori di questi elementi chimici si hanno a ridosso delle zone vallive, in depositi litostratigrafici variabili (granulometrie variabili dalle sabbie alle ghiaie, anche litificate in arenarie e conglomerati) ma concentrati in un periodo temporale ristretto, compreso dal Pliocene superiore al Pleistocene s.s.. Dal confronto tra i punti della popolazione superiore dell'Arsenico e la geologia affiorante, è emerso come tutti i punti ricadano all'interno di sole 6 formazioni geologiche (sulle 16 litologie presenti nel database), alcune con probabilità di riscontrare la popolazione superiore (calcolata come rapporto percentuale tra il numero di punti della popolazione superiore ricadenti nella classe geologica sul numero di punti totale ricadenti nella formazione geologica stessa) sensibilmente più elevata, come ad esempio le Argille e marne grigie e le Argille e conglomerati di Ripa Teatina (entrambe con probabilità del 16,7%), i depositi alluvionali terrazzati del Pleistocene (probabilità del 5,6%) e Formazione di Mutignano nella sua litofacies pelitico-sabbiosa (Plio-Pleistocene) (3,6%).

4.1.4.12 Analisi Integrative sulla popolazione superiore dell'Arsenico

Per meglio comprendere l'origine dell'arricchimento dell'Arsenico nella popolazione superiore (campioni con tenori in As superiori a 17.5 mg/Kg) si è deciso di svolgere analisi supplementari su 19 campioni, dei quali 11 localizzati nel livello più profondo (ovvero il livello 3), 5 nel livello 2 e 3 nel livello 1. I campioni utilizzati sono riassunti nella seguente **Tabella 4.1-9**.

Tabella 4.1-9: Il sub-set di 19 campioni (su 28) appartenenti alla popolazione superiore di Arsenico per formazione geologica. In grassetto, i campioni che presentano superamenti delle CSC (contenuto in Arsenico > 20 mg/KgTOT).

NOME	SIGLA	ETA	Cod. Camp.	Liv	Arsenico ricalcolato sul fine (mg/Kg)	Arsenico (mg/Kg _{TOT})
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A040	3	19,0	19,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A085	3	23,0	23,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A090	3	23,0	23,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A099	3	19,0	19,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A109	1	21,2	21,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A109	3	18,2	18,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A110	3	20,2	20,0
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A119	2	19,0	19,0
Argille e conglomerati di Ripa Teatina	RPT	Pleistocene	A123	3	18,8	15,0

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 84 di 151	Rev. 1

NOME	SIGLA	ETA	Cod. Camp.	Liv	Arsenico ricalcolato sul fine (mg/Kg)	Arsenico (mg/Kg _{TOT})
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A133	2	20,2	20,0
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A146	3	19,4	19,0
Depositi eluvio colluviali	Ec	/	A221	2	21,2	18,0
Argille sabbiose grigio-azzurre	Q1a	Pleistocene	A311	3	19,5	19,1
Formazione di Mutignano – Associazione pelitico-sabbiosa	FMTa	Plio-Pleistocene	A504	1	19,5	19,5
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A341	3	19,4	14,1
Argille e marne grigie	QP	Pliocene	A354	2	25,7	25,3
Argille e marne grigie	QP	Pliocene	A354	3	28,7	28,2
Depositi alluvionali terrazzati	Btp	Pleistocene	A512	2	19,2	18,1

Per questi campioni sono state svolte analisi supplementari che sono state effettuate per verificare l'eventuale concentrazione dell'Arsenico in una determinata frazione granulometrica e la possibile associazione geochemica con ulteriori metalli non considerati nelle precedenti analisi (ovvero As, Cd, Co, Cr_{TOT}, CrVI, Hg, Ni, Pb, Cu e Zn). In dettaglio, nella analisi supplementari, si è effettuata la ricerca del Manganese e Ferro sul passante a 2mm. Inoltre, si è proceduto alla ricerca della concentrazione di Arsenico, Ferro, Manganese e Cobalto in tre frazioni granulometriche differenti (separate tramite vagliatura secca), ovvero:

- Frazione granulometrica "a": <0.075 mm;
- Frazione granulometrica "b": 0.075 mm – 0.2 mm;
- Frazione granulometrica "c": 0.2 – 2 mm.

Si sottolinea che, oltre alla verifica di eventuali associazioni geochemiche supplementari, le determinazioni aggiuntive di Ferro consentono di calcolare gli Indici di Geoaccumulo (Igeo) ed i Fattori di Arricchimento (EF) dell'Arsenico. Questi (Igeo e EF) sono i due parametri più utilizzati nella recente letteratura (si veda per esempio il lavoro Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (2016) per la redazione della "Carta delle Anomalie geochemiche dei metalli pesanti" nei suoli della Regione Emilia Romagna) per la valutazione dello stato di contaminazione puntuale in un suolo.

Si riportano nella seguente **Tabella 4.1-10** i risultati riassuntivi delle nuove analisi, alle quali si aggiunge il tenore in Arsenico e Cobalto già calcolati nella prima tornata di analisi. Si ricorda come, per le analisi di Ferro e Manganese sul passante a 2mm, le concentrazioni di laboratorio siano state ricalcolate sul fine (ovvero [mg/Kg]FINE; vedi 4.1.3)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 85 di 151 Rev. 1

Tabella 4.1-10: risultati delle analisi integrative sui 19 campioni appartenenti alla popolazione superiore dell'Arsenico. Manganese, Cobalto e Arsenico e Ferro in mg/Kg ricalcolati sulla frazione fine (i.e. passante a 2mm). Con a, b e c vengono riportate le diverse frazioni granulometriche (a: <0.075 mm; b: 0.075 mm – 0.2 mm; c: 0.2 – 2 mm). In grigio i campi privi di analisi (casi privi di frazione granulometrica b e c).

Campione (livello)	Fe	Mn	Co	As	Co (a)	Co (b)	Co (c)	Fe (a)	Fe (b)	Fe (c)	Mn (a)	Mn (b)	Mn (c)	As (a)	As (b)	As (c)
A311 (3)	29562	540,3	14,1	19,5	12,2	11,8	12,9	27305	27829	26246	493,0	529,0	341,0	17,2	16,7	18,3
A504 (1)	28000	580,0	10,9	19,5	10,1	10,5	8,0	23810	24934	25586	531,0	527,0	504,0	17,4	18,5	16,7
A341 (3)	25241	1193,1	13,5	19,4	4,8	5,2	5,6	15825	17186	18607	532,0	560,0	648,0	12,5	13,5	11,9
A354 (2)	27365	1414,0	13,2	25,7	11,6	11,0	10,4	21719	25516	22275	1296,0	1000,0	1149,0	23,6	24,1	22,6
A354 (3)	29562	778,8	11,1	28,7	8,9	9,3	8,5	26185	23490	24237	751,0	524,0	598,0	25,6	24,1	24,9
A512 (2)	33616	1739,1	20,3	19,2	11,2	13,1	19,9	25848	30717	29427	1553,0	1314,0	1830,0	16,9	17,1	15,6
A085 (3)	32000	550,0	12,0	23,0	13,0			33000			570,0			34,0		
A090 (3)	35000	290,0	15,0	23,0	17,0			35000			270,0			24,0		
A099 (3)	29000	700,0	11,0	19,0	13,0			30000			690,0			15,0		
A108 (1)	33333	770,8	16,7	20,8	15,0	14,0	14,0	33000	28000	29000	630,0	610,0	680,0	15,0	14,0	16,0
A109 (1)	36364	777,8	19,2	21,2	15,0	15,0	16,0	32000	33000	31000	600,0	630,0	700,0	15,0	14,0	17,0
A109 (3)	38384	1010,1	17,2	18,2	15,0	17,0	11,0	35000	31000	34000	900,0	1100,0	700,0	14,0	14,0	13,0
A110 (3)	42424	909,1	18,2	20,2	17,0	17,0	14,0	39000	34000	34000	810,0	790,0	640,0	17,0	18,0	16,0
A119 (2)	35000	810,0	13,0	19,0	14,0	11,0	14,0	34000	23000	33000	760,0	550,0	760,0	15,0	11,0	16,0
A123 (3)	23750	650,0	11,0	18,8	8,4	8,6	7,8	24000	22000	24000	650,0	680,0	550,0	14,0	14,0	15,0
A133 (2)	32323	707,1	12,1	20,2	12,0			31000			680,0					
A146 (3)	30612	428,6	14,3	19,4	13,0	11,0	9,2	34000	30000	25000	510,0	440,0	420,0	16,0	15,0	13,0
A221 (2)	36471	882,4	14,1	21,2	15,0	15,0	14,0	36000	35000	35000	760,0	890,0	760,0	21,0	21,0	22,0
A040 (3)	29293	1212,1	14,0	19,0	9,3			27000			910,0			13,0		

4.1.4.13 Analisi statistica monovariata, bivariata e multivariata

Monovariata

Si è preliminarmente eseguito un raffronto sulle distribuzioni di Arsenico, Cobalto, Manganese e Ferro per verificare l'eventuale concentrazione di questi elementi in una determinata frazione granulometrica. Per effettuare la comparazione, si è utilizzato un diagramma di tipo box-plot (**Figura 4.1-12**) centrato sulla mediana (secondo quartile o 2°quarto: il minimo valore osservato tale che almeno il 50% (=1/2) dei dati è minore o uguale a questo) e il cui rettangolo è delimitato da margini inferiori e superiori rappresentati dal primo quartile (1°quarto; il minimo valore osservato tale che almeno il 25% (=1/4) dei dati è minore o uguale a questo) e terzo quartile (3° quarto; il minimo valore osservato tale che almeno il 75% (=3/4) dei dati è minore o uguale a questo). I segmenti (i "baffi") sono delimitati dal minimo 5° percentile (baffo inferiore; il valore sotto al quale si trovano il 5% delle osservazioni) e dal 95° percentile (baffo superiore; il valore sotto al quale si trovano il

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 86 di 151
				Rev. 1

95% delle osservazioni). Nella figura è riportato anche il valore medio (con la X) mentre la linea centrale è la mediana. I valori di media e mediana vengono inoltre riportati nella **Tabella 4.1-11**.

Non si riscontrano variazioni sostanziali nei valori medi e mediani degli elementi Arsenico, Ferro e Cobalto nelle diverse frazioni granulometriche (vedi anche Tabella 3), se si esclude un trend molto debole di incremento di As e Fe nella frazione “a”. In particolare, le distribuzioni riportate in forma di box-plot in **Figura 4.1-12** dimostrano la sovrapposizione del 1° e 3° quarto (e del 5 e 95 percentile) in tutti gli elementi chimici considerati (con la parziale esclusione del Manganese nella aliquota granulometrica “b”).

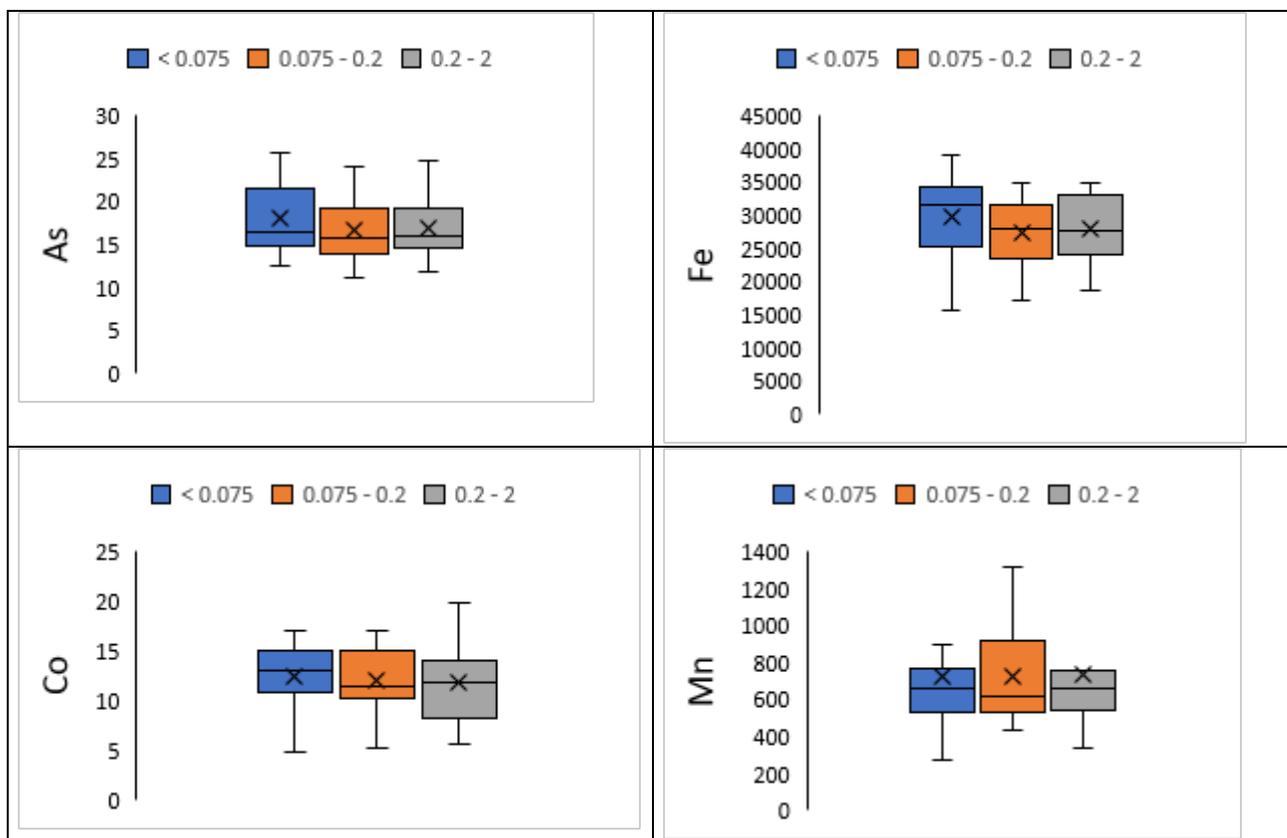


Figura 4.1-12: Box plot per gli elementi chimici (a: Arsenico; b: Ferro; c: Cobalto; d: Manganese) considerati (i baffi inferiori e superiori identificano rispettivamente il 5° e il 95° percentile di ciascuna distribuzione). La linea centrale rappresenta la mediana mentre la X il valor medio (vedi anche Tabella 2). In blu la frazione granulometrica “a”, in arancio la frazione “b” e in grigio “c”. Valori in mg/Kg in caso di Arsenico, Cobalto, Ferro e Manganese.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 87 di 151
				Rev. 1

Tabella 4.1-11: Valori medi e mediani di Arsenico, Ferro, Cobalto e Manganese nelle tre diverse frazioni granulometriche. Arsenico, Cobalto, Ferro e Manganese in mg/Kg.

Elementi (frazione granulometrica)	Media	Mediana
Arsenico (a)	18.1	16.5
Arsenico (b)	16.8	15.9
Arsenico (c)	17.0	16.0
Ferro (a)	29668	31000
Ferro (b)	27548	27915
Ferro (c)	27956	27623
Cobalto (a)	12.4	13.0
Cobalto (b)	12.1	11.4
Cobalto (c)	11.8	12.0
Manganese (a)	734	680
Manganese (b)	664	620
Manganese (c)	734	664

L'analisi statistica monovariata ha evidenziato quindi una presenza diffusa degli elementi chimici considerati in tutte le aliquote granulometriche "a", "b" e "c"). In particolare, il comportamento ubiquitario dell'Arsenico non è in accordo con contaminazioni di tipo antropico (come, ad esempio, lo sversamento di fasi liquide) che, al contrario, avrebbero dovuto concentrare il contaminante nella frazione granulometrica più fine ("a") rispetto a quella più grossolana ("c"). L'analisi bivariata conferma una origine naturale (geogenica) dei campioni che presentano superamenti alla CSC (i.e. 20 mg/Kg; in questo sub-set: A085 livello 3, A090 livello 3, A109 livello 1, A354 livello 2 e 3 e A085 livello 3).

Bivariata

La **Tabella 4.1-12** riporta i risultati dell'analisi statistica bivariata. Quest'ultima non evidenzia associazioni statistiche elevate ($R^2 > 0.80$) tra elementi se si esclude quella tra Ferro e Cobalto (riportata anche in maggiore dettaglio in **Figura 4.1-13**). Questa associazione è più spinta nelle frazioni granulometriche "a" (< 0.075 mm; $R^2 = 0.82$) e "b" (0.075 mm – 0.2 mm $R^2 = 0.98$) rimanendo debole nella aliquota "c" (0.2 mm – 2 mm; $R^2 = 0.46$). Non sono invece presenti relazioni tra il Ferro e Arsenico, in quanto gli indici statistici (come il p-value) identificano la non significatività in tutte le frazioni granulometriche. In maggior dettaglio, il grafico di **Figura 4.1-13** identifica un subset prevalente di campioni in cui il tenore in Ferro aumenta senza variazioni nel contenuto dell'Arsenico, ed un altro subset (composto dai campioni: A354 livello 2, A354 livello 3 e A085 livello 3; vedi riquadro rosso) nel quale Ferro e Arsenico aumentano linearmente. Merita attenzione il fatto che quest'ultimo raggruppamento include 3 campioni che presentano superamento delle CSC (3 su 6).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 88 di 151 Rev. 1

Tabella 4.1-13 : valori di R2 (in basso) e di p-value (in alto) delle associazioni bivariate tra i diversi elementi chimici considerati nelle analisi integrative (anche nelle diverse frazioni granulometriche “a”, “b” e “c”). Con i valori di R2 in grassetto nero, vengono riportate le correlazioni inter-elementi superiori alla soglia selezionata (=0.80), in grassetto blu le equivalenti intra-elemento. Nel caso in cui il p-value sia superiore alla soglia selezionata (i.e. 0.05), l’associazione è priva di significato ed il valore riportato come barrato.

	Fe	Mn	Co	As	Co (a)	Co (b)	Co (c)	Fe (a)	Fe (b)	Fe (c)	Mn (a)	Mn (b)	Mn (c)	As (a)	As (b)	As (c)
Fe		0.97	0.00	0.76	0.00	0.17	0.01	0.06	0.00	0.07	0.74	0.24	0.65	0.84	0.71	0.89
Mn	-0.01		0.08	0.91	0.19	0.89	0.19	0.09	1.00	0.93	0.00	0.00	0.01	0.36	0.45	0.85
Co	0.67	0.41		0.39	0.04	0.01	0.00	0.15	0.01	0.05	0.12	0.04	0.07	0.29	0.38	0.29
As	-0.07	-0.03	-0.21		0.94	0.58	0.59	0.69	0.70	0.33	0.82	0.83	0.80	0.00	0.00	0.00
Co (a)	0.84	-0.31	0.47	-0.02		0.03	0.01	0.00	0.00	0.72	0.66	0.46	1.00	0.50	0.77	0.87
Co (b)	0.89	0.04	0.69	-0.16	0.92		0.01	0.00	0.07	0.47	0.42	0.10	0.62	0.99	0.99	0.90
Co (c)	0.65	0.37	0.78	-0.16	0.64	0.67		0.07	0.01	0.01	0.06	0.06	0.02	0.95	0.74	0.80
Fe (a)	0.84	-0.40	0.35	-0.10	0.90	0.83	0.50		0.00	0.38	0.42	0.82	0.59	0.55	0.56	0.92
Fe (b)	0.79	0.00	0.67	-0.11	0.84	0.91	0.68	0.78		0.00	0.48	0.15	0.58	0.70	0.64	0.70
Fe (c)	0.91	-0.03	0.53	-0.28	0.86	0.87	0.68	0.88	0.76		0.61	0.22	0.69	0.76	0.55	0.98
Mn (a)	0.08	0.89	0.37	0.06	-0.11	0.24	0.51	-0.20	0.21	0.15		0.03	0.00	0.82	0.21	0.44
Mn (b)	0.34	0.81	0.55	-0.06	0.21	0.46	0.52	0.07	0.41	0.35	0.88		0.00	0.71	0.46	0.88
Mn (c)	0.13	0.91	0.50	0.08	0.00	0.15	0.60	-0.16	0.16	0.12	0.93	0.82		0.59	0.52	0.75
As (a)	0.05	-0.23	-0.27	0.73	0.17	0.00	-0.02	0.15	0.11	-0.09	-0.06	0.11	0.16		0.00	0.01
As (b)	-0.11	0.22	-0.25	0.80	-0.09	0.00	-0.10	-0.17	0.14	-0.17	0.36	0.22	0.19	0.94		0.00
As (c)	-0.04	0.05	-0.30	0.85	0.05	0.04	0.08	-0.03	0.11	0.01	0.23	0.04	0.10	0.94	0.84	

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 89 di 151

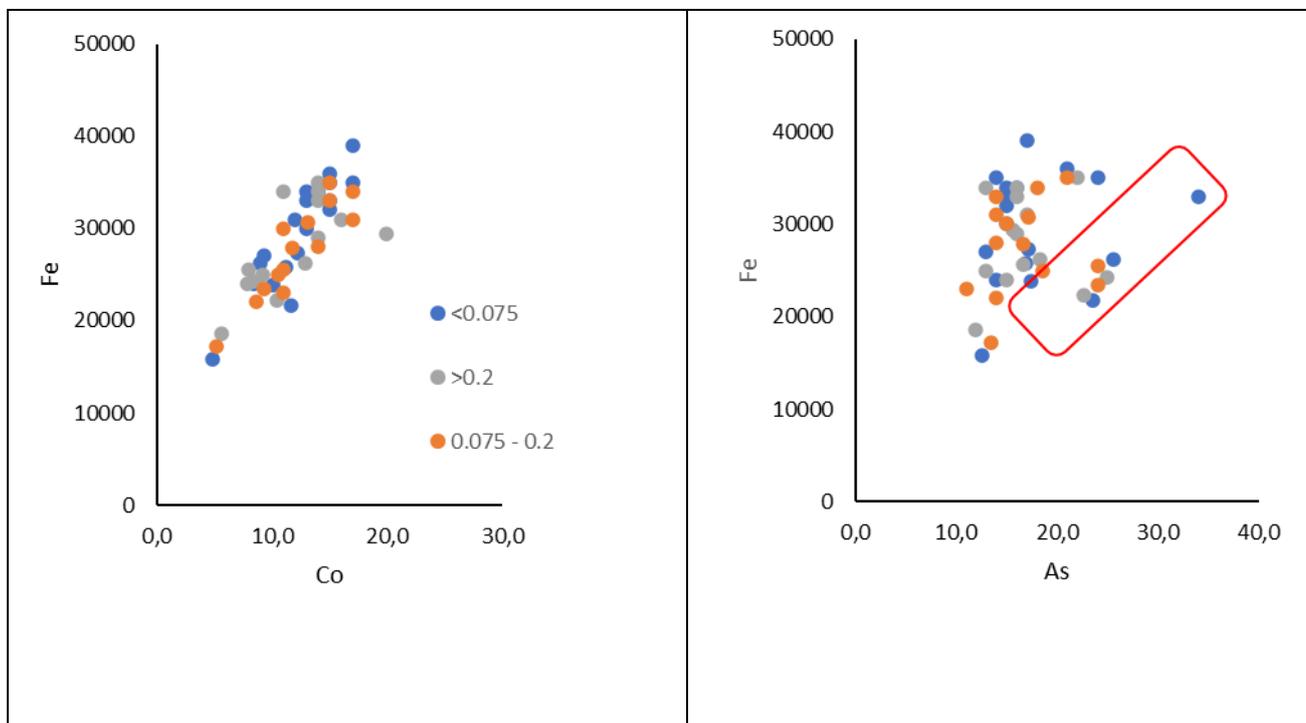


Figura 4.1-13: Associazione statistica bivariata tra Fe e Co (a sx) e Fe e As (a dx) nelle diverse frazioni granulometriche. Nel riquadro rosso viene identificato un insieme di punti (con As superiore a 20 mg/Kg) che sembrano presentare una allineamento positivo tra Fe e As (campioni A354 livello 2, A354 livello 3 e A085 livello 3)

Multivariata

La verifica delle associazioni multivariate con dendrogramma (**Figura 4.1-14**; dove l'asse y riporta la distanza tra associazione per mezzo dell'indice di dissimilarità tra clusters; minori valori di distanza corrispondono a maggiore associazione tra i parametri considerati ed eventuali clusters) identifica un comportamento affine tra le serie intra-elemento (ovvero il tenore dello stesso elemento nelle diverse frazioni granulometriche considerate a, b, c) nel caso del Cobalto, dell'Arsenico e del Manganese (in questo caso con un lieve aumento di dissimilarità, indicata dall'aumento di distanza sull'asse y). Nel caso del Ferro, le correlazioni intra-elemento risultano più deboli (aumento della dissimilarità): più simile il comportamento del Ferro tra livello 1 e 2. Nella verifica dell'intero dendrogramma, possono essere evidenziati 3 clusters che, da quello che presenta grado di associazione più elevata (minore distanza) a più ridotta (maggiore distanza), sono:

Co, Co(a), Co(b), Co(c), As, As(a), As(b), As(c);

Mn(a), Mn(b), Mn(c);

Fe(a), Fe(b), Fe(c), Fe.

In particolare, i primi due clusters risultano fortemente associati, indicando, in particolare comportamento affine tra le serie del Cobalto e dell'Arsenico. Molto debole l'associazione

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 90 di 151 Rev. 1

dei due clusters più affini con il terzo cluster (serie del Ferro). Non si evidenziano comunque informazioni aggiuntive rispetto all'analisi bivariata.

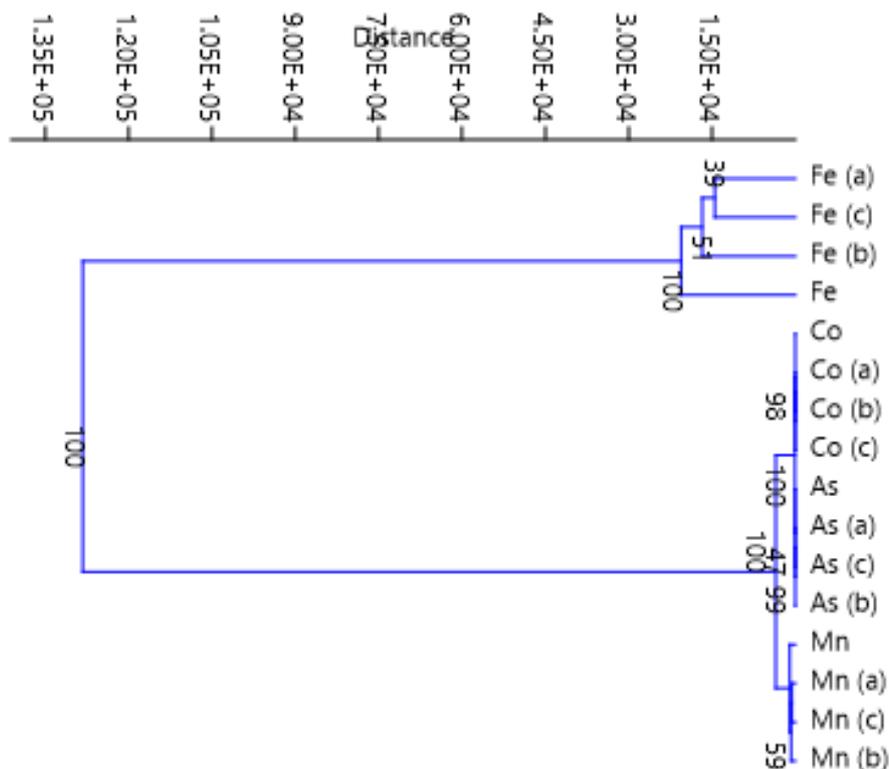


Figura 4.1-14: Dendrogramma degli elementi chimici considerate (anche nelle diverse frazioni granulometriche “a”, “b” e “c”). L’asse x riporta la distanza tra le associazioni, ovvero una metrica di dissimilarità tra clusters (minori valori di distanza identificano maggiore associazione tra i parametri considerati ed eventuali clusters).

4.1.4.14 Indice di Geoaccumulo (IGeo) e Fattore di Arricchimento (EF)

Indice di Geoaccumulo (Igeo)

L’indice di geoaccumulo (o geoaccumulazione, IGeo) è stato largamente impiegato per definire il grado di inquinamento da metalli pesanti (Forstner et al. 1990). L’indice, inizialmente utilizzato per i sedimenti, è stato poi impiegato anche per i suoli secondo quanto proposto da Sutherland (2000). Esso è definito come:

$$I_{geo} = \log_2 \left[\frac{C_n}{1,5 \times BEn} \right]$$

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 91 di 151 Rev. 1

Dove:

Cn si riferisce alla concentrazione dell'elemento n (i.e., l'Arsenico);

BEn è il valore geochimico di background dell'elemento n (i.e., l'Arsenico).

L'equazione indica che l'indice dipende dal contenuto del metallo nel campione e dal valore di background. Tra i diversi lavori presenti in bibliografia, Blaser et al (2000) asserisce che i valori di BEn negli indici di arricchimento possono essere determinati sull'orizzonte C del suolo e/o sul bedrock vero e proprio, avendo l'accortezza di verificare la variabilità spaziale di tale stima. Quest'ultimo approccio è stato utilizzato dalla Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (2016) per la redazione della "Carta delle Anomalie geochimiche dei metalli pesanti" nei suoli della Regione Emilia Romagna; BEn è qui identificato dal contenuto dello specifico metallo nel campionamento a 90-140 cm di profondità mentre Cn è rappresentato dalla concentrazione di metallo nel medesimo sito/punto di campionamento ma a 20-30 cm di profondità.

Siccome nella presente analisi molti tra i campioni della popolazione superiore dell'Arsenico provengono dal livello più profondo, non è stato possibile ricavare il valore di BEn con la metodologia proposta da Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (2016). Nel presente documento, si è deciso di considerare come BEn il valore di background regionale (ovvero il VFN) per lo specifico elemento (l'Arsenico), Tale valore è già stato calcolato nel Cap. (ed uguale a 28.8 mg/Kg). Inoltre, per verificare eventuali variazioni dell'indice Igeo, si è calcolato il medesimo partendo dai dati di media (21.0 mg/Kg) e mediana (19.5 mg/Kg) dell'Arsenico sul tratto di metanodotto analizzato, così come proposto da Rubio et al. (2000) per lavori di carattere regionale.

I risultati sono commentati secondo la classificazione descrittiva fornita dai seguenti Autori: Forstner et al (1990), Müller (1981), Banat et al. (2005) e Sainz & Ruiz (2006). In maggior dettaglio, tutti gli Autori identificano 6 differenti classi di contaminazione sulla base di differenti valori dell'Indice Igeo:

Igeo <0: suolo non inquinato,

Igeo tra 0 e 1: suolo da non inquinato a lievemente inquinato;

Igeo tra 1 e 2 suolo abbastanza inquinato;

Igeo tra 2 e 3 suolo da abbastanza inquinato a molto inquinato;

Igeo tra 3 e 4 suolo molto inquinato;

Igeo 4-5 suolo da molto inquinato ad altamente inquinato;

Igeo >5 il suolo è definito profondamente inquinato.

Come si evince dalla **Tabella 4.1-13**, nella quale vengono riportati i risultati del calcolo dell'indice Igeo con i tre valori di BEn differenti (media: Igeo1; mediana: Igeo2; VFN: Igeo3), emerge la presenza di valori sempre negativi (<0), quindi considerando le classificazioni descrittive, **siamo in presenza, in tutti i casi, di suoli non inquinati.**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 92 di 151	Rev. 1

Tabella 4.1-14: valori degli indici Igeo (Igeo1, Igeo2, Igeo3) calcolati sui 19 campioni della popolazione superiore dell'Arsenico. In grassetto i campioni appartenenti al livello più profondo e serviti come base per il calcolo dei valori (BEn) di media e mediana utilizzati rispettivamente nella formula di Igeo1 e Igeo2.

Campione	Livello	Igeo ₁	Igeo ₂	Igeo ₃
A311	LIVELLO3	-0.69	-0.58	-1.15
A504	LIVELLO1	-0.69	-0.58	-1.15
A341	LIVELLO3	-0.70	-0.59	-1.15
A354	LIVELLO2	-0.29	-0.18	-0.75
A354	LIVELLO3	-0.13	-0.02	-0.59
A512	LIVELLO2	-0.71	-0.60	-1.17
A085	LIVELLO3	-0.45	-0.34	-0.91
A090	LIVELLO3	-0.45	-0.34	-0.91
A099	LIVELLO3	-0.73	-0.62	-1.19
A108	LIVELLO1	-0.60	-0.49	-1.05
A109	LIVELLO1	-0.57	-0.46	-1.03
A109	LIVELLO2	-0.79	-0.68	-1.25
A110	LIVELLO3	-0.64	-0.53	-1.10
A119	LIVELLO2	-0.73	-0.62	-1.19
A123	LIVELLO3	-0.75	-0.64	-1.20
A133	LIVELLO2	-0.64	-0.53	-1.10
A146	LIVELLO3	-0.70	-0.59	-1.16
A221	LIVELLO2	-0.57	-0.46	-1.03
A040	LIVELLO3	-0.73	-0.62	-1.19

Fattore di Arricchimento (EF)

Il fattore di arricchimento EF viene calcolato come:

$$EF_n = \frac{\left[\frac{C_n}{C_x} \right]_{\text{campione}}}{\left[\frac{BEn}{BEx} \right]_{\text{suoloriferimento}}}$$

dove:

C_n si riferisce alla concentrazione dell'elemento n (i.e., l'Arsenico) mentre C_x la concentrazione dell'elemento x (i.e. un elemento chimico ritenuto "conservativo" come ad esempio il Titanio, l'Alluminio o il Ferro); BEn è il valore geochimico di background dell'elemento n (i.e., l'Arsenico) nel suolo di riferimento mentre BEx è il valore geochimico di background dell'elemento chimico "conservativo" x.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 93 di 151
				Rev. 1

Infatti, il fattore di Arricchimento EF_n, a differenza dell'indice Igeo viene calcolato normalizzando le concentrazioni di ogni metallo n (nel nostro caso l'Arsenico) con un elemento "conservativo" x, che si presuppone abbia un flusso uniforme da sorgenti come le rocce cristalline e che quindi può compensare variazioni nei livelli di elementi diluenti. Nel nostro caso, si è considerato come elemento conservativo il Ferro.

Di fondamentale importanza è il calcolo delle B_{En} e B_{Ex} nei suoli di riferimento.

Siccome nella presente analisi molti tra i campioni della popolazione superiore dell'Arsenico provengono dal livello più profondo, non è stato possibile ricavare il valore di B_{En} e B_{Ex} con la metodologia proposta da Regione Emilia Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (2016). Si è quindi proceduto al calcolo del Fattore di Accumulo con il medesimo approccio utilizzato nel caso dell'Indice di Geoaccumulo, ovvero considerando tre diversi valori di B_{En} e B_{Ex}. Nel primo caso, i valori degli elementi n e x nei livelli più profondi hanno permesso di calcolare B_{En} e B_{Ex} come valori medi dal livello più profondo (EF1). Il Fattore di Accumulo è stato poi ottenuto utilizzando come B_{En} e B_{Ex} i valori di Arsenico e Ferro dalle mediane di tutti i campioni provenienti dal livello più profondo (EF2). È stato inoltre calcolato il Fattore di Accumulo (EF3) anche utilizzando come equivalenti B_{En} e B_{Ex} i corrispondenti valori delle VFN. Per il valore del B_{En}, si richiama al valore di VFN dell'Arsenico ricavato nel 4.1.4. Per il Ferro, il VFN è stato calcolato ex-novo con i valori di Ferro provenienti dalle analisi integrative. In questo caso, si è deciso di considerare tutti i valori (19) e sottoporli, come da linee guida ISPRA (2018) a verifica della normalità per l'identificazione di più popolazioni all'interno della stessa distribuzione (con Q-Q plot). Per ciascun valore calcolato di EF1, EF2 e EF3 sono inoltre stati calcolati gli intervalli di confidenza tramite il metodo di propagazione degli errori (Taylor, 1982) applicato sugli errori analitici dei rapporti di prova di Ferro e Arsenico.

Una classificazione descrittiva basata su tale indice è fornita Fernández e Carballera (2001), i quali identificano 6 classi di qualità ambientale in base al valore del fattore di arricchimento EF:

EF <1: suolo non inquinato;

EF tra 1 e 2 suolo che presenta deboli segni di inquinamento;

EF tra 2 e 3.5 suolo debolmente inquinato;

EF tra 3.5 e 8 suolo moderatamente inquinato;

EF tra 8 e 27 suolo fortemente inquinato;

EF >27 suolo estremamente inquinato.

I valori di B_{En} – Arsenico che sono serviti da base per il calcolo dei tre indici EF (EF1, EF2, EF3) sono gli stessi utilizzati per i calcoli dei rispettivi Indici di Geoaccumulo Igeo rispettivamente 21.0 mg/Kg (media), 19.5 (mediana) mg/Kg e 28.8 mg/Kg (VFN). I valori di B_{Ex} – Ferro per il calcolo di EF1 e EF2 sono rispettivamente 30644 mg/Kg (media) e 29562 mg/Kg (mediana). Nel caso del calcolo di B_{Ex} – Ferro per EF3, si è proceduto alla stima della VFN del Ferro a partire dai valori dello stesso elemento nei 19 campioni. Il Q-Q plot ha confermato la presenza di una sola popolazione all'interno della distribuzione del Ferro, dalla quale si è ottenuto un valore di VFN pari a 38788 mg/Kg.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 94 di 151 Rev. 1

Nella **Tabella 4.1-14** vengono riportati i risultati del calcolo dell'indice EF con i tre valori di BEn e BEx specifici con gli intervalli di confidenza calcolati con propagazione dell'errore (Taylor, 1982). Sono sempre inferiori ad 1 i campioni A311 (livello 3), A512 (livello 2), A090 (livello 3), A099 (livello 3), A 108 (livello 1), A 109 (livello 1). Questi punti, nella classificazione di Fernández e Carballera (2001), ricadono all'interno della classe "suoli non inquinati". Presentano valori lievemente superiori a 1 i campioni A504 (livello 1), A341 (livello 3), A354 (livello 2 e 3) e A085 (livello 3). Ad ogni modo, e considerando gli errori analitici riportati sui rapporti di prova (pari a circa il 30% per Arsenico e Ferro), gli intervalli di confidenza del Fattore di Arricchimento variano a seconda del campione da un valore di ± 0.43 a ± 1.00 . Ciò significa che, sulla base del tenore in Arsenico e Ferro delle analisi qui discusse, non possono considerarsi superiori all'unità di EF anche i campioni A504 (livello 1), A341 (livello 3), A085 (livello 3), A354 (livello 2 e livello 3). Anche questi ultimi ricadrebbero quindi nella classe di "suoli non inquinati" secondo la classificazione di Fernández e Carballera (2001).

Tabella 4.1-15: valori dei Fattori di Arricchimento (EF1, EF2, EF3) calcolati sui 19 campioni della popolazione superiore dell'Arsenico. In grassetto i campioni appartenenti al livello più profondo e serviti come base per il calcolo dei valori (BEn) di media e mediana utilizzati rispettivamente nella formula di EF1 e EF2. In blu i valori di EF superiori a 1.

Campione	Livello	EF ₁	±	EF ₂	±	EF ₃	±
A311	LIVELLO3	0.96	0.65	1.00	0.68	0.89	0.60
A504	LIVELLO1	1.02	0.69	1.06	0.72	0.94	0.64
A341	LIVELLO3	1.12	0.76	1.17	0.80	1.04	0.71
A354	LIVELLO2	1.37	0.93	1.43	0.97	1.27	0.86
A354	LIVELLO3	1.42	0.96	1.48	1.00	1.31	0.89
A512	LIVELLO2	0.83	0.57	0.87	0.59	0.77	0.52
A085	LIVELLO3	1.05	0.71	1.09	0.74	0.97	0.66
A090	LIVELLO3	0.96	0.65	1.00	0.68	0.89	0.60
A099	LIVELLO3	0.96	0.65	1.00	0.68	0.88	0.60
A108	LIVELLO1	0.91	0.62	0.95	0.65	0.84	0.57
A109	LIVELLO1	0.85	0.58	0.89	0.60	0.79	0.53
A109	LIVELLO2	0.69	0.47	0.72	0.49	0.64	0.43
A110	LIVELLO3	0.69	0.47	0.72	0.49	0.64	0.44
A119	LIVELLO2	0.79	0.54	0.82	0.56	0.73	0.50
A123	LIVELLO3	1.15	0.78	1.20	0.82	1.06	0.72
A133	LIVELLO2	0.91	0.62	0.95	0.65	0.84	0.57
A146	LIVELLO3	0.92	0.63	0.96	0.65	0.85	0.58
A221	LIVELLO2	0.85	0.58	0.88	0.60	0.78	0.53
A040	LIVELLO3	0.95	0.64	0.99	0.67	0.87	0.59

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 95 di 151 Rev. 1

4.1.4.15 Considerazioni conclusive

L'analisi statistica monovariata ha permesso di riscontrare, sui parametri chimici che hanno presentato superamenti dei rispettivi valori CSC (Arsenico e Zinco), la presenza di popolazioni differenti all'interno delle rispettive distribuzioni. Questo fenomeno, verificato anche in altri studi a scala nazionale (Ispra, 2018), è un potenziale indicatore di controllo di fenomeni naturali sulla concentrazione di questi elementi nella matrice suolo. Sono state così suddivise le diverse popolazioni appartenenti alle singole distribuzioni e ci si è concentrati su quelle superiori. Per ognuna, si è verificata la potenziale presenza di outlier, ovvero di valori anomali rispetto alla popolazione superiore.

Sono così stati identificati 2 outlier, uno localizzato nel livello più profondo (livello 3), eccedente il valore massimo della popolazione superiore per l'Arsenico (**A086**, As = 43 mg/Kg_{TOT}), e l'altro localizzato nel livello 1, maggiore rispetto al livello limite della popolazione superiore dello Zinco (**A095**, Zn = 240.0 mg/Kg_{TOT}); tali campioni (tutti eccedenti i rispettivi valori di CSC) non sono spiegabili, dal punto di vista statistico, con un possibile arricchimento naturale.

Gli altri superamenti del CSC (che riguardano il solo Arsenico: **A054** livello 2, **A085** livello 3, **A090** livello 3; **A109** livello 1; **A354** livello 2 e **A354** livello 3) ricadono, dal punto di vista statistico, all'interno della popolazione superiore e possono quindi essere il risultato di un arricchimento di tipo naturale ovvero in relazione con il contesto geologico di fondo (sensu ISPRA, 2018).

Le successive analisi statistiche bivariate e multivariate hanno confermato l'origine geogenica della popolazione superiore dell'Arsenico.

La analisi statistica bivariata su tutti i campioni ha permesso di riscontrare associazioni tra alcune coppie di elementi chimici. Tali associazioni, sempre direttamente proporzionali, sono presenti nei livelli più profondi (livello 2 e livello 3) ed indicano una relazione Arsenico-Cobalto, Cobalto e Zinco, Cromo Totale e Zinco, Nichel e Zinco.

Tali associazioni, incrementano sensibilmente i propri indici di correlazione (R^2) se dal dataset vengono eliminati i due outliers (A086 livello 3 e A095 livello 1) identificati dalla analisi statistica monovariata, portando una ulteriore conferma alla relazione della popolazione superiore dell'Arsenico con il contesto geologico di fondo.

L'analisi multivariata del grado di associazione tra gli elementi chimici (dendrogramma) ha confermato l'associazione tra (1) Cobalto e Arsenico (associati al Piombo) e (2) Cromo Totale e lo Zinco (associati al Nichel). Tali associazioni, ed in particolare quella tra Arsenico e Cobalto, sono state riscontrate in numerosi studi, anche riguardanti il territorio italiano, per materiali alluvionali (sabbie e ghiaie; Giandon et al., 2011; Scialoja, 2005). **Esse sono indice della presenza, nella matrice solida, di fasi minerali che concentrano questi elementi chimici.**

L'analisi della distribuzione geografica dei valori appartenenti alla popolazione superiore dell'Arsenico superiore ha permesso di confermare come la stessa sia relazione con un ridotto numero di formazioni geologiche sulla linea del metanodotto (6 su 16 totali); **nello specifico, si tratta di litofacies tipiche di ambienti di transizione e alluvioni pleistoceniche, con granulometrie variabili da sabbie a ghiaie anche litificate.**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 96 di 151 Rev. 1

Le analisi integrative effettuate su 19 campioni appartenenti alla popolazione superiore dell'Arsenico hanno permesso di fornire ulteriori indicazioni sul comportamento dell'elemento Arsenico, **con la conferma supplementare della natura geogenica di questo parametro**. In particolare, l'analisi monovariata dei contenuti in Cobalto, Ferro, Manganese ed Arsenico nelle diverse frazioni granulometriche ("a": <0.075mm; "b": 0.075 mm – 0.2 mm; "c": 0.2 mm – 2 mm) ha mostrato una sostanziale omogeneità del loro contenuto nelle diverse frazioni granulometriche. **Già questa prima verifica ha fornito una ulteriore indicazione sulla natura geo-genica della popolazione superiore dell'Arsenico (ed in particolare dei campioni che hanno presentato superamento della CSC) nei terreni in quanto se la stessa fosse stata causata da contaminazione antropica (come ad l'eventuale sversamento di liquidi inquinanti) si sarebbero dovuti riscontrare incrementi della concentrazione di Arsenico nella frazione più fine.**

L'analisi bivariata sui parametri chimici ricavati dai 19 campioni della popolazione superiore dell'Arsenico ha permesso di riscontrare la relazione tra Ferro e Cobalto, che risulta direttamente proporzionale nelle frazioni granulometriche più fini ("a", $R^2 = 0.82$; "b", $R^2 = 0.98$).

Dal momento che Arsenico, Ferro, Manganese e Cobalto sono elementi vicarianti a causa delle similitudini di carica e raggio ionico, una loro eventuale proporzionalità è normalmente indicatore, in contesti come quelli oggetto di indagine (suoli aerati con percolazione delle precipitazioni verso falda) di fenomeni di coprecipitazione di ossidi e idrossidi di Ferro. In dettaglio, un aumento del contenuto di Ferro, Manganese e Cobalto, dovrebbe essere associato ad un incremento di Arsenico. **Il fatto che non sia mai presente un comportamento univoco di questi elementi chimici nel dataset ottenuto dalle analisi integrative indica il ridotto ruolo di ossidi e idrossidi nel controllo del contenuto di Arsenico nei campioni analizzati.**

Un ulteriore processo di accumulo naturale dell'Arsenico è quello descritto da recenti studi scientifici internazionali (come, ad esempio, quello di Roman-Ross et al. 2006, Alexandratos et al. 2007 e Yokoyama et al. 2012). Questi ultimi hanno dimostrato che l'Arsenico può concentrarsi nei carbonati (ed in particolari nella calcite) andando a sostituire il gruppo CO₃ (con formazione di complessi calcio-arseniati all'interno della matrice calcarea). Tale processo non richiederebbe condizioni di ossidoriduzione particolari (avvenendo in un range di pH ampio e compreso tra 7 e 12; Yokoyama et al., 2012) né particolari concentrazioni di Arsenico. Tale processo richiederebbe altresì la mobilitazione (almeno parziale) in soluzione di carbonati di calcio (come calcite) e la riprecipitazione del complesso calcio-arseniato.

I suoli che caratterizzano i campioni analizzati sono tutti, come da descrizione presente nella carta pedologica riportata nel Cap.3.1.3 (Assetto Pedologico), fortemente calcarei negli orizzonti più profondi e moderatamente calcarei negli orizzonti più superficiali. Il tenore in carbonati tende quindi ad aumentare con la profondità ed è il risultato di una riorganizzazione interna del contenuto in carbonati, con lisciviazione dagli orizzonti superiori ed accumulo in quelli inferiori (anche con formazione dei cosiddetti "calcinelli"). **E' plausibile quindi, essendo presenti importanti quantità di carbonato di calcio nel suolo che subiscono fenomeni di dissoluzione e riprecipitazione, la formazione naturale di complessi arseniati che, stante il processo di percolazione verticale di acque arricchite in carbonati con successiva riprecipitazione per sovrassaturazione, inducono un arricchimento del contenuti in Arsenico negli orizzonti più profondi del**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 97 di 151

suolo. E' quello che in effetti si riscontra in sito, con buona parte della popolazione superiore dell'As proveniente dai livelli più profondi (nel subset qui esaminato, ben 11 campioni su 19 provengono dal livello 3 mentre in altri 5 casi dal livello 2).

A conferma della naturalità (ovvero origine geogenica) dell'Arsenico (popolazione superiore con l'esclusione del valore outlier A086) sono i risultati del calcolo degli Indici di Geoaccumolo (valori di IGeo sempre inferiori a 0) e dei Fattori di Arricchimento (EF),

Quindi, riassumendo, i 6 superamenti riscontrati nell'Arsenico (A085 livello 2, A085 livello 3, A090 livello 3, A109 livello 1, A354 livelli 2 e 3) sono giustificabili perché ascrivibili ad un fondo naturale (inferiori al VFN) mentre il solo campione (A086 livello 3) non è statisticamente spiegabile come appartenente alla popolazione superiore. L'area in cui insiste il campione outlier (A086 livello 3; **Figura 4.1-15**), è ad uso agricolo (interna ad un uliveto), distante dai centri abitati e dalle zone industriali (è presente il tunnel autostradale A14 a circa 300 m di distanza ad est). Questo outlier ricade in depositi eluvio colluviali (unico punto all'interno di questa litologia). A 30 metri di distanza, sono presenti ulteriori tre indagini (Piazzole: P26, P27, P28) che riguardano la coltre di suolo superficiale campionata a profondità comprese tra 0-0,3 m; i tre valori di Arsenico sono sensibilmente inferiori e compresi tra 11 e 12 mg/Kg_{TOT}. Questi ultimi sono nell'ordine dei valori riscontrati nei campioni A086 livello 1 (9,3 mg/Kg_{TOT} e livello 2 (11 mg/Kg_{TOT}).



Figura 4.1-15: Localizzazione dei punti di campionamento nelle vicinanze del punto A086 (cerchio rosso), considerato dall'analisi statistica come outlier della distribuzione dell'Arsenico.

Il superamento riscontrato nello Zinco (A095 livello 1; **Figura 4.1-16**) non è ascrivibile ad un fondo naturale in quanto non appartenente alla popolazione superiore ed è più elevato

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 98 di 151 Rev. 1

rispetto al VFN calcolato con il presente approccio. Dal punto di vista geologico, questo outlier insiste sulla Formazione di Mutignano (nella litofacies pelitico-sabbiosa). L'area è ad uso agricolo (seminativi), in prossimità di un allevamento intensivo di suini (a circa 150 metri ad Ovest; è presente un bacino di stoccaggio acque posto a 50 metri nordovest).



Figura 4.1-16: Localizzazione dei punti di campionamento nelle vicinanze del punto A095 (cerchio rosso), considerato dall'analisi statistica come outlier della distribuzione dello Zinco.

Le indagini più vicine (A362 e A363) sono localizzate rispettivamente a 280 e 480 metri di distanza; 5 valori di Zinco sono compresi tra 42 mg/Kg_{TOT} (A363 livello 1) e 59 mg/Kg_{TOT} (A362 livello 3); il valore maggiore è riscontrato in A362 livello 1 pari a 79 mg/Kg_{TOT} (valore ascrivibile alla popolazione superiore).

4.1.4.16 Bibliografia

- Alexandratos V. G., Elzinga E. J. and Reeder R. J. (2007) Arsenate uptake by calcite: macroscopic and spectroscopic characterization of adsorption and incorporation mechanisms. *Geochim. Cosmochim. Acta* 71, 4172–4187.
- Banat, K. M., Howari, F. M., & Al-Hamad, A. A. (2005). Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks?. *Environmental research*, 97(3), 258-273.
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120, "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 99 di 151	Rev. 1

- Fernández AJ, Carballeira AA (2001) A comparison of indigenous mosses and topsoils for use in monitoring atmospheric heavy metal deposition in Galicia (North-West Spain). *Environ Pollut* 114:431–441.
- Förstner U. & Müller G., 1981 - Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in river sediments: geochemical background, man's influence and environmental impact. *Geojournal*, 5, 417–432.
- Giandon, P., Garlato, A., & Ragazzi, F. (2011). Metalli e metalloidi nei suoli del Veneto–Determinazione dei valori di fondo (Metals and metalloids in the Veneto soils–Background determination). ARPAV, Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale, Regione Veneto, Padova.
- ISPRA (2018) Linea guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee. Manuali e Linee Guida dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Manuali e Linee Guida 174.
- Yokoyama Y., Tanaka K. and Takahashi Y. (2012) Differences in the immobilization of arsenite and arsenate by calcite. *Geochim. Cosmochim. Acta* 91, 202–219.
- Menichetti, S., & Doni, A. (2017). Organohalogen diffuse contamination in Firenze and Prato groundwater bodies. investigative monitoring and definition of background values. *Acque Sotterranee-Italian Journal of Groundwater*, 6(1).
- Roman-Ross G., Cuello G. J., Turrillas X., Fernandez-Martinez A. and Charlet L. (2006) Arsenite sorption and co-precipitation with calcite. *Chem. Geol.* 233, 328–336.
- Rubio, B., Nombela, M. A., & Vilas, F. (2000). Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW Spain): an assessment of metal pollution. *Marine pollution bulletin*, 40(11), 968-980.
- Sainz A, Ruiz F (2006) Influence of the very polluted inputs of the Tinto–Odiel system on the adjacent littoral sediments of Southwestern Spain: a statistical approach. *Chemosphere* 62(10):1612–1622.
- Scialoja, M. G. (2005). Presenza e diffusione dell'arsenico nel sottosuolo e nelle risorse idriche italiane "Occurrence and distribution of arsenic in sediments and water resources of Italy" I Quaderni di ARPA. Arpa Emilia-Romagna, Bologna.
- Taylor, J. (1982). Introduction to error analysis, the study of uncertainties in physical measurements.
- Winkel, L. H., Casentini, B., Bardelli, F., Voegelin, A., Nikolaidis, N. P., & Charlet, L. (2013). Speciation of arsenic in Greek travertines: Co-precipitation of arsenate with calcite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 106, 99-110.

4.2 Indagini ambientali sulle acque sotterranee (progetto e dismissione)

Durante l'esecuzione del sondaggio A134 è stata riscontrata la presenza della falda nel foro di sondaggio. Pertanto, come previsto nel 4.1.2, il foro è stato attrezzato a piezometro e successivamente eseguito un campionamento delle acque mediante tecnica a basso flusso.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 100 di 151	Rev. 1

Le analisi chimiche hanno dimostrato che le concentrazioni degli analitici previsti dalla D.Lgs. 152/2006 (medesimo set di analiti previsti per i terreni) sono risultate inferiori alle CSC.

In Appendice 2 sono riportati gli esiti delle analisi.

4.3 Indagini ambientali suoli superficiali sulle aree di deposito intermedio

Lungo i metanodotti verranno realizzate delle piazzole destinate al deposito temporaneo di materiali e terreni; poiché sono previsti movimenti terra per lo “scotico” del terreno vegetale, che verrà depositato a margine delle piazzole e riutilizzato successivamente per le attività di ripristino ambientale, è previsto il campionamento del “top-soil” (primi 30 cm di suolo).

Sono oggetto di campionamento solo le piazzole non adiacenti le linee (ad una distanza superiore a 20 m), poiché le altre si ritengono già caratterizzate sulla base delle indagini eseguite lungo i tracciati dei metanodotti.

4.3.1 Criterio di ubicazione dei punti di indagine e campionamento

Il numero di punti da allocare è proporzionale alla superficie da scavare seguendo i criteri dettati dall'allegato 2 del D.P.R 120/2017, di cui si riporta la tabella:

<u>Dimensione dell'area</u>	<u>Punti di prelievo</u>
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 m ²
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 m ²

4.3.2 Modalità di esecuzione delle indagini

Per il campionamento del top-soil nelle piazzole è stato prelevato un solo campione rappresentativo dei primi 30 cm di suolo per mezzo di scavo manuale.

Il materiale utilizzato per la preparazione dei campioni è stato deposto su un telo di polietilene e sottoposto alle seguenti operazioni:

- setacciatura per la eliminazione della frazione maggiore a 2 cm
- omogeneizzazione manuale e asportazione dei materiali estranei che possono alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.);
- suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando, laddove è possibile, metodi di quartatura conformi alle norme IRSA CNR.

Per ogni campione prelevato sono state costituite due aliquote:

- n. 1 inviata al laboratorio per la realizzazione delle analisi chimiche stabilite,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 101 di 151
				Rev. 1

- n. 1 inviata al laboratorio per la conservazione per le eventuali verifiche successive.

Ogni aliquota di campione ha un volume di 500 ml ed è stata raccolta in contenitori di vetro dotati di tappo a vite a tenuta (tipo Bormioli).

Onde evitare fenomeni di “cross contamination”, le attrezzature per il prelievo del campione sono state bonificate tra un campionamento e il successivo e più precisamente, sono state eseguite le seguenti operazioni di campo:

- i fogli di polietilene usati come base di appoggio delle carote, sono stati sostituiti ad ogni prelievo;
- i campioni sono stati preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox; la paletta di acciaio, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, è stata lavata facendo uso di acqua potabile; la stessa è stata infine asciugata con carta tipo Scottex, usa e getta;

Per tutti i campioni è stata osservata rigorosamente tutta la catena di custodia e le norme di conservazione, registrate nell’apposito verbale di campionamento consegnato al laboratorio unitamente ai campioni (assegnazione codice identificativo e sua apposizione sul contenitore, data di prelievo e di invio al laboratorio, modalità di trasporto, set di analisi da eseguire, etc.).

4.3.3 Parametri analizzati

Le analisi sono state condotte adottando metodologie normate e/o ufficialmente riconosciute presso laboratori accreditati ISO 17025, tali da garantire l’ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Le analisi eseguite in laboratorio sui campioni di terreno per la caratterizzazione della qualità ambientale sono elencate nella seguente **Tabella 4.3-1** in funzione dell’ubicazione del punto d’indagine (vedi Appendice 1). Gli analiti indicati nella colonna “Set Analitico di Riferimento” sono stati ricercati in tutti i campioni prelevati nei punti d’indagine. Per i punti d’indagine ubicati a meno di 20 m da fonti di emissione in atmosfera secondo le indicazioni del DPR 120/2017 il set di parametri è stato integrato con BTEX e IPA. Nei campioni prelevati nei punti di indagine ricadenti nelle aree attualmente ad uso agricolo che negli strumenti urbanistici sono invece destinate ad altro uso (commerciale-industriale o residenziale) sono stati aggiunti al set di analiti i fitofarmaci.

L’elenco dei parametri rispetta la Tab. 4.1 riportata in allegato 4 al DPR 120/2017 fatta eccezione per l’amianto che non è stato rilevato lungo i tracciati come presenza naturale, né come potenziale contaminante in terreni di riporto di natura antropica.

In ottemperanza alle prescrizioni del Ministero, nei campioni prelevati nei punti di indagine ricadenti nelle aree attualmente ad uso agricolo che negli strumenti urbanistici sono invece destinate ad altro uso (commerciale-industriale o residenziale), sono stati aggiunti al set di analiti i fitofarmaci.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 102 di 151	Rev. 1

Tabella 4.3-1: parametri analizzati in relazione all'ubicazione dei punti di indagine

SET ANALITICO DI RIFERIMENTO	FASCIA DI 20 m DA VIABILITÀ PRINCIPALE
Scheletro	Scheletro
Umidità residua a 105 °C	Umidità residua a 105 °C
Arsenico	Arsenico
Cadmio	Cadmio
Cobalto	Cobalto
Nichel	Nichel
Piombo	Piombo
Rame	Rame
Zinco	Zinco
Mercurio	Mercurio
Cromo totale	Cromo totale
Cromo VI	Cromo VI
Idrocarburi C>12	Idrocarburi C>12
	Aromatici* (BTEX)
	IPA*

*Parametri previsti dalla Tabella 1 dell'Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06

4.3.4 Risultati delle analisi

In Appendice 2 sono riportati in forma tabulare i risultati delle analisi eseguite sui campioni di terreno prelevati nei vari punti di indagine riguardanti i depositi intermedi.

La tabella evidenzia che nel corso delle indagini sono stati riscontrati i superamenti delle CSC, colonna A o B della Tabella 1 dell'Al.5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. a seconda dell'uso del suolo del tratto di metanodotto in progetto e/o in dismissione in n.2 campioni di terreno, entrambi caratterizzati da Rame (con valori superiori a 120 mg/Kg).

Di seguito l'elenco dei campioni di terreno con le concentrazioni superiori ai limiti previsti:

- **P040 (prof. 0,30m) per il parametro Rame (130 mg/Kg)**
- **P041 (prof. 0,30 m) per il parametro Rame (140 mg/Kg)**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 103 di 151 Rev. 1

5 ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Le attività di controllo in corso d'opera saranno essenzialmente eseguite sulle Terre e Rocce da Scavo provenienti dagli scavi in sotterraneo (trenchless).

Questi materiali saranno considerati rifiuti fino a che non sarà eseguita la loro caratterizzazione e definito se si tratta o meno di sottoprodotti destinabili ad opere in sito o extra sito.

Il monitoraggio in corso d'opera su tutte le attività di costruzione e mitigazione degli impatti sarà eseguito secondo la proposta di piano allegata allo Studio d'Impatto Ambientale e quindi secondo il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) redatto ed avviato prima dell'inizio dei lavori di costruzione dal proponente e/o l'impresa esecutrice.

5.1 Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo da realizzare in corso d'opera

All'interno dell'area cantiere il materiale solido derivante dalla realizzazione dei tratti in trenchless. verrà allocato temporaneamente in cumuli nei depositi intermedi, allestite con teloni impermeabilizzati alla base e al tetto del deposito per evitare l'interazione dei cumuli con le acque meteoriche (6.2.2).

Ciascun tratto in trenchless verrà caratterizzato separatamente attraverso il prelievo di campioni compositi rappresentativi dell'intera massa ottenuti dall'unione di un certo numero di incrementi.

I materiali da scavo saranno disposti in cumuli nelle aree di caratterizzazione in quantità massime comprese tra 3.000 e 5.000 mc, in funzione dell'eterogeneità del materiale.

Il campione composito sarà riferito quindi a cumuli o frazioni di cumulo, aventi volumetria non superiore a 3000 m³. In base ai volumi di smarino estratti da ciascuna opera si valuta che saranno realizzati n.41 campioni compositi per la caratterizzazione in cumulo in corso d'opera (**Tabella 5.1-1**Il campionamento sui cumuli è effettuato sul materiale tal quale, in modo da ottenere un campione rappresentativo secondo la norma Uni 10802, previa selezione granulometrica del passante a 2cm.

Salvo evidenze organolettiche per le quali si procederà con un campionamento puntuale, da ogni singolo cumulo o frazione di cumulo da caratterizzare verrà eseguito il prelievo di 8 incrementi (ad esempio 4 in profondità e 4 in superficie), al fine di ottenere un campione composito che, per quartatura, rappresenterà il campione finale rappresentativo da destinare ad analisi chimica.

La miscelazione degli incrementi, così da ottenere una massa omogenea nelle sue caratteristiche e rappresentativa del cumulo andrà effettuata sopra un telo in polietilene posizionando tutto il materiale e rivoltandolo ripetutamente con una pala.

I campioni compositi così raccolti verranno prelevati in triplice aliquota:

- n. 1 inviata al laboratorio incaricato delle verifiche analitiche;
- n. 2 da conservare per eventuali controlli o altre analisi.

Ad ogni campione sarà assegnato un codice identificativo e sarà apposta un'etichetta identificatrice su ciascun contenitore. Tutte le operazioni svolte per il campionamento

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 104 di 151 Rev. 1

(prelievo, identificazione, trasporto e conservazione del campione) saranno riportate sul verbale di campionamento.

Onde evitare fenomeni di “cross contamination”, le attrezzature per il prelievo del campione saranno bonificate e/o sostituite tra un campionamento ed il successivo.

I campioni destinati all'immediato controllo analitico saranno mantenuti a temperatura di 4°C circa, evitando una prolungata esposizione alla luce, e velocemente consegnati al laboratorio. Le altre aliquote di ogni campione saranno conservate in apposito locale refrigerato a temperatura di 4±2 °C.

Tabella 5.1-1: Volumi in cumulo di smarino e stima campioni per la caratterizzazione

ID Nr.	Nome trenchless	Tipo di trenchless	Lunghezza trenchless	Diametro esterno	Volume in cumulo	Campioni compositi
			[m]	[m]	[mc]	[N.]
1	Mercatone	Microtunnel	410	2,40	2225	1
2	Fiume Tronto	Microtunnel	375	2,40	2035	1
3	Colonnella 1	Microtunnel	1080	2,90	8556	2
4	Colonnella 2	Microtunnel	835	2,40	4531	1
5	Svincoli Vibrata	Microtunnel	325	2,00	1225	1
6	Colli Cavucci	HDD	215	1,00	203	1
7	Tortoreto Alto	HDD	440	1,00	414	1
8	Fosso Cavataso	HDD	430	1,00	405	1
9	Maggi	Microtunnel	1070	2,90	8477	2
10	Aut. A14	Microtunnel	300	2,00	1130	1
11	Fiume Tordino	Microtunnel	365	2,00	1375	1
12	Mazzocco	Microtunnel	765	2,40	4151	1
13	Montepagano	Microtunnel	760	2,40	4124	1
14	Fiume Vomano	Microtunnel	700	2,40	3798	1

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 105 di 151 Rev. 1

15	Colle Morino	HDD	220	1,00	207	1
16	Aut. A14	Microtunnel	135	2,00	509	1
17	Fosso Casoli	Microtunnel	835	2,90	6615	2
18	Colle Pigno	Microtunnel	860	2,90	6813	2
19	Colle Cretone 1	Microtunnel	1800	2,90	14260	3
20	Colle Cretone 2	Microtunnel	375	2,00	1413	1
21	Pianacce	Microtunnel	1400	2,90	11091	3
22	Fonte del Lupo	Microtunnel	1455	2,90	11527	3
23	Colle Santo Stefano	HDD	885	1,00	834	1
24	Caprara 1	HDD	840	1,00	791	1
25	Caprara 2	HDD	375	1,00	353	1
26	San Michele	HDD	485	1,00	457	1
27	Obletter	HDD	400	1,00	377	1
28	Fiume Pescara	Microtunnel	745	2,40	4042	1
29	La Fortellezza	HDD	445	0,60	151	1
30	Salinello	HDD	680	0,60	231	1
31	Campo di Mare	HDD	610	0,60	207	1
		Totali			102525	41

5.2 Rispetto dei requisiti di qualità ambientale

Su ciascun campione saranno eseguite le analisi chimico-fisiche degli analiti elencati in

Tabella 5.2-1 in conformità alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al DPR 120/2017, per determinare il loro possibile riutilizzo come sottoprodotti.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 106 di 151	Rev. 1

Tabella 5.2-1: Parametri analizzati sullo smarino

SET ANALITICO DI RIFERIMENTO
Scheletro
Umidità residua a 105 °C
Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Cromo totale
Cromo VI
Idrocarburi C>12

I valori analitici saranno confrontati con la colonna A o B della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, a seconda della destinazione d'uso prevista dallo strumento di pianificazione urbanistica vigente.

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle 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, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

La consegna delle schede tecniche degli additivi eventualmente utilizzati sarà fornita con congruo anticipo (maggiore di 60 gg) rispetto alla prevista data di riutilizzo dei sottoprodotti.

Le terre e rocce da scavo così come definite ai sensi del presente decreto sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

In contesti geologici ed idrogeologici particolari (ad esempio, falda affiorante, substrati rocciosi fessurati, inghiottitoi naturali) sono applicati accorgimenti tecnici che assicurino

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 107 di 151

l'assenza di potenziali rischi di compromissione del raggiungimento degli obiettivi di qualità stabiliti dalla vigente normativa dell'Unione europea per le acque sotterranee e superficiali.

5.3 Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo

Il monitoraggio per garantire il rispetto dei requisiti ambientali delle attività di gestione delle Terre e Rocce da Scavo è ricompreso nella Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale (Rif SPC. LA-E-83041 - Piano di Monitoraggio Ambientale) allegata allo Studio d'Impatto Ambientale (SPC. LA-E-83000 – Studio di Impatto Ambientale) a cui si rimanda per il dettaglio della trattazione.

In particolare, il monitoraggio riguarderà le matrici suolo, acque superficiali e sotterranee, che sono le matrici principalmente impattate dall'attività di movimento terra e gestione dei materiali di risulta (TRS).

5.3.1 Componente suolo

Il monitoraggio dei suoli viene eseguito allo scopo di valutare l'efficacia delle tecniche di realizzazione del metanodotto e dei ripristini vegetazionali e morfologici adottati, sulla capacità di supportare autonomamente lo sviluppo di fauna e vegetazione biologicamente attive e una capacità di degradazione e mineralizzazione intatta.

Le aree sono state individuate in corrispondenza delle stesse aree individuate per il monitoraggio della biodiversità.

Il monitoraggio dei suoli sarà effettuato sulle stesse aree individuate per lo studio della dinamica vegetazionale e conservazione della biodiversità, sia in fase di caratterizzazione Ante Operam (1 campionamento in primavera/inizio estate) che in fase di verifica Post Operam (1 campionamento in primavera / inizio estate per cinque anni successivi all'ultimazione dell'opera).

Nella descrizione saranno sintetizzate le informazioni riguardanti la tipologia di suolo, il profilo (con la caratterizzazione degli orizzonti) e la valutazione delle caratteristiche e delle qualità del suolo (profondità utile alle radici, conducibilità idraulica, disponibilità di ossigeno per le piante, capacità di acqua disponibile (AWC)).

Per ogni profilo si prevede il prelievo di due campioni per ogni orizzonte individuato.

Su un campione saranno eseguite una serie d'analisi chimico-fisiche secondo i metodi ufficiali MUACS (1999) e successive modifiche, per la determinazione dei parametri elencati nella seguente **Tabella 5.3-1**.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 108 di 151 Rev. 1

Tabella 5.3-1: Analisi chimico fisiche sui suoli

ANALISI	
Tessitura (%)	
	Sabbia
	Limo
	Argilla
pH	
Carbonati totali (g/kg)	
Sostanza organica (g/kg)	
Capacità di Scambio Cationica (meq/100g)	
Azoto totale (g/kg)	
Fosforo assimilabile (mg/kg)	
Potassio assimilabile (mg/kg)	
Basi di scambio (meq/100g)	
	Ca
	Mg
	Na
	K
Conduttività elettrica (mS/cm)	

Sull'altro campione prelevato, da ogni orizzonte verranno eseguite le analisi biologiche per la:

- determinazione dell'indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS);
- applicazione degli indici di diversità di Margalef e di Menhinick.

L'estrazione della fauna del suolo avverrà mediante estrattore dinamico del tipo Berlese-Tullgren, in grado di estrarre organismi con diametro inferiore ai 2 mm.

Gli organismi saranno identificati e contati. Ad ogni forma biologica sarà attribuito un punteggio numerico, denominato EMI (Indice Eco-Morfologico) e sarà applicato l'indice QBS-ar (Parisi, 2001).

5.3.2 Componente ambiente idrico - acque superficiali

Il monitoraggio dell'ambiente idrico verrà effettuato sui corsi d'acqua direttamente interferiti dal progetto e ritenuti significativi dal punto di vista ecosistemico. Si intende come interferenza dell'opera con l'ambiente idrico superficiale la posa delle condotte che attraversano i corsi d'acqua in trincea (a cielo aperto) o che percorrono la piana alluvionale del corso d'acqua.

Nell'ambito dei monitoraggi a monte e a valle del tratto interessato dal lavoro, saranno prelevati campioni d'acqua e di sedimento da sottoporre ad analisi presso laboratori

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 109 di 151 Rev. 1

accreditati ACCREDIA (Ente Italiano di Accreditamento Laboratori); i parametri chimici, chimico-fisici e microbiologici previsti sulle acque e sui sedimenti sono quelli riportati rispettivamente in **Tabella 5.3-2** e **Tabella 5.3-3** insieme ai Limiti di Rilevabilità analitica garantiti (LR).

Tabella 5.3-2: Parametri di laboratorio da analizzare sulle acque superficiali

Parametro	UM	LR
Portata	m ³ /s	0,0001
Temperatura dell'acqua	°C	0,1
pH	unità pH	0,01
Conducibilità a 20°	µS/cm	1
Ossigeno disciolto (O ₂)	mg/l	0.1
Solidi sospesi totali (mat. in sosp.)	mg/l	1
Alcalinità (come CaCO ₃) - Durezza	mg/l	0.5
Fosforo totale (come P)	mg/l	0.05
Azoto ammoniacale (come N)	mg/l	0.02
Azoto nitrico (come N)	mg/l	0.02
Azoto nitroso (come N)	mg/l	0.01
BOD ₅	mg/l di O ₂	0.1
COD	mg/l di O ₂	5
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/l	10
IPA		
Benzo(a)pirene	µg/l	0,001
Naftalene	µg/l	1,2
Fluorantene	µg/l	0,1
Aromatici		
Benzene		
Etilbenzene		
Isopropil benzene (cumene)		
Toluene		
Xileni		
Alifatici clorurati		
1,2 dicloroetano	µg/l	0,01
cloruro di vinile		
Diclorometano		
Tetracloruro di carbonio		
Esaclorobutadiene		
Triclorometano		

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 110 di 151

Parametro	UM	LR
Tricloroetilene		
Composti organici semivolatili		
Ottifenolo (4-1,1',3,3'-tetrametilbutilfenolo)	µg/l	0,01
Metalli		
Cromo totale	µg/l	1
Cromo VI	µg/l	0.5
Mercurio totale	µg/l	0,1
Cadmio	µg/l	0,5
Rame	µg/l	10
Zinco	µg/l	10
Piombo e composti	µg/l	1
Nichel e composti	µg/l	1
Arsenico	µg/l	1
Parametro microbiologico		
<i>Escherichia coli</i>	1 UFC/100ml	0

Tabella 5.3-3: Parametri di laboratorio da analizzare sui sedimenti

PARAMETRO	UM	LR
Umidità residua a 105°C	%	< 0.1
Scheletro (>2mm)	% ss	< 0.1
Granulometria	% ss	< 0.1
Fosforo totale (P)	mg/kg ss	1
Azoto totale (come N)	% ss	0,005
Carbonio organico totale (TOC)	% ss	0,005
Idrocarburi pesanti (C > 12)	mg/kg ss	5

Per la valutazione dello stato di qualità dell'alveo interessato dall'attraversamento della condotta, in tratti significativi a monte e a valle dello stesso, verranno analizzati i seguenti indici richiesti dalla Direttiva Europea (Water Framework Directive, 2000/60/EU) ed introdotti in Italia dal DM 260/2010:

- **IQM (Indice di qualità morfologica dei corsi d'acqua)** determinato considerando la condizione idro-geomorfologica, il grado di artificializzazione dell'alveo e delle sponde, i disturbi temporanei e permanenti, la varietà e la dimensione relativa degli habitat biotici ed abiotici. Per la ridotta lunghezza longitudinale dei tratti e per la frequenza temporale dei rilevamenti si ritiene che il metodo CARAVAGGIO (Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydromorpholoGical cOndition) di Buffagni& Kemp (2002), nella più recente versione di Buffagni et al. (2013), sia più adatto dell'Indice IDRAIM (Rinaldi et al. 2014);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 111 di 151 Rev. 1

- **LIM_{eco} (Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori per lo Stato Ecologico)** calcolato elaborando le concentrazioni di quattro macrodescrittori secondo la procedura indicata nel DM 260/2010 (percentuale di saturazione dell'Ossigeno disciolto, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico e Fosforo totale);
- **STAR_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione)** che fa riferimento all'abbondanza e varietà di macroinvertebrati bentonici nei vari microhabitat presenti nelle sezioni da esaminare e confrontare (IRSA-CNR, 2007 e 2008). Il calcolo delle metriche che compongono l'Indice STAR_ICMi sarà eseguito mediante il programma MacOper (versione 0.1.1);
- **ICMi o Indice Diatomico (Indice Multimetrico Diatomico)** normato dal DM 260/2010 che si basa sulla abbondanza delle singole specie di Diatomee bentoniche e sulla loro relativa sensibilità agli inquinanti, prevalentemente di origine organica, ed al livello di trofia. Si applicherà questo Indice Diatomico seguendo le specifiche EN 13946:2003 e le linee guida di APAT (2007), con le modalità di calcolo proposte dall'Istituto Superiore di Sanità (n. 09/19 di Mancini e Sollazzo, 2009);
- **IBMR o Indice Macrofitico (Indice Biologique Macrophytique en Rivière, 2003)** basato sulla composizione, varietà e abbondanza delle macrofite acquatiche da valutare avvalendosi del manuale di Minciardi et al. (2009).

Si prevede, infine, anche il campionamento della fauna ittica secondo le Linee Guida ISPRA per la predisposizione del PMA.

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- fase ante operam: sono previsti 2 monitoraggi da effettuarsi nei periodi stagionali e nelle condizioni idrologiche più adeguate agli elementi di qualità biologica che si prevede di analizzare (indicativamente in primavera e in autunno). I monitoraggi verranno eseguiti per ogni stazione in corrispondenza dei punti di monte e di valle (M/V) dei corsi d'acqua e prevedono la caratterizzazione qualitativa di acque superficiali e sedimenti e la valutazione degli indici biotici;
- fase di cantiere: durante il periodo in cui sarà presente il cantiere non saranno effettuate campagne di misura;
- fase post operam: è previsto 1 campionamento da effettuarsi nei periodi stagionali e nelle condizioni idrologiche più adeguate agli elementi di qualità biologica che si prevede di analizzare (indicativamente in primavera o in autunno) fino alla stabilizzazione dei parametri rispetto alla condizione rilevata in Ante Operam e comunque per non più di cinque anni successivi all'ultimazione dell'opera.

5.3.3 Componente ambiente idrico - acque sotterranee

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo verrà effettuato in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua per i quali è stato stimato un valore di impatto medio in fase di costruzione.

Il monitoraggio prevede l'installazione di n. 2 piezometri (1 per sponda) in corrispondenza degli attraversamenti individuati per un totale di n. 34 piezometri.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 112 di 151 Rev. 1

I piezometri saranno del tipo a tubo aperto con diametro di completamento di 4” e raggiungeranno la profondità di 1 metro al di sotto della quota minima raggiunta dalla generatrice inferiore della condotta in progetto.

Il monitoraggio sarà rivolto alla rilevazione dell’andamento del livello di falda e dei suoi parametri chimico-fisici.

I campioni d’acqua prelevati saranno sottoposti ad analisi presso laboratori accreditati ACCREDIA; i parametri chimici e chimico-fisici previsti sono quelli riportati in **Tabella 5.3-4** insieme ai Limiti di Rilevabilità analitica garantiti (LR). Per questi parametri il laboratorio incaricato, in conformità al DLgs n. 152/2006, applicherà metodi analitici riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale per la gran parte accreditati ai sensi delle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025, debitamente comunicati all’ARPA territoriale di competenza.

Tabella 5.3-4: Parametri di laboratorio da analizzare sulle acque sotterranee

PARAMETRO	UM	LR
Torbidità	NTU	0.1
Temperatura dell'acqua	°C	0.1
pH	unità pH	0.01
Conducibilità elettrica specifica	µS/cm	5
Potenziale Redox		
Cloruri	mg/l	10
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/l	10
Metalli:		
Alluminio;	µg/l	10
Ferro	µg/l	10
Manganese	µg/l	1
Arsenico	µg/l	1
Cadmio	µg/l	0.5
Cromo totale	µg/l	1
Cromo VI	µg/l	0.5
Mercurio	µg/l	0.1
Nichel	µg/l	1
Rame	µg/l	1
Zinco	µg/l	5
Piombo	µg/l	1

Il monitoraggio si articolerà nelle seguenti fasi:

- Fase ante operam: rilevazioni trimestrali per un periodo di sei mesi precedenti l’apertura del cantiere;
- Fase di cantiere: rilevazioni settimanali per tutto il periodo di realizzazione del nuovo metanodotto;
- Fase post operam: rilevazioni trimestrale ripetute per un periodo di un anno a decorrere dalla data di completamento dell’opera.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 113 di 151 Rev. 1

6 BILANCIO E GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO IN FASE DI REALIZZAZIONE

6.1 Tabelle riepilogative bilancio delle terre e rocce da scavo

Come già illustrato in precedenza si distinguono in questo Piano di Utilizzo le Terre e Rocce da Scavo (TRS) provenienti dagli scavi a cielo aperto da quelli eseguiti in sotterraneo (trenchless).

Per le TRS provenienti dagli scavi a cielo aperto (trincee di posa e/o dismissione delle condotte) si sono distinti nella seguente tabella i volumi (misurati in banco) delle terre provenienti dallo scotico dei primi 30 cm circa (top-soil) da quelli derivanti dallo scavo al di sotto di questo livello superficiale (terre/rocce).

Tale distinzione non incide comunque nella destinazione del riutilizzo di questi terreni che verranno integralmente impiegati all'interno del sito di produzione, fatto salvo per le porzioni classificate come rifiuti per il superamento delle CSC, come da Tabella 1 dell'Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06, sulla base dei risultati dell'indagine di caratterizzazione eseguita, i cui risultati sono descritti nei precedenti capitoli 4.1.4 e 4.3.4..

Nella seguente **Tabella 6.1-1** sono riepilogati i volumi di TRS escavati, considerati rifiuti da smaltire e, per sottrazione, quelli realmente riutilizzabili in sito (ex art.24 del DPR 120/2017). I volumi di TRS da scavi a cielo aperto (trincee di posa) considerati attualmente rifiuti sono quelli derivanti dai tratti dove sono stati rilevati dei superamenti e sono stati oggetto di ulteriori indagini integrative.

Tabella 6.1-1: Bilancio TRS da scavi a cielo aperto (valori in mc)

REGIONE ABRUZZO - STIMA DEI VOLUMI DELLE TERRE MOVIMENTATE METANODOTTI IN PROGETTO				
(DN)	Top-soil	Terre/rocce	Rifiuti	Uso in situ terre
650 (26")	501740	345687	1125	846302
200 (8") ÷ 300 (12")	3780	2311	0	6091
100 (4") - 150 (6")	67070	53209	0	120279
Totali parziali	572598	401207	1125	972672
REGIONE ABRUZZO - STIMA DEI VOLUMI DELLE TERRE MOVIMENTATE METANODOTTI IN DISMISSIONE				
(DN)	Top-soil	Terre/rocce	Rifiuti	Uso in situ terre
650 (26")	165428	343155	0	488583
80 (3") - 250 (10")	51526	35851	0	87377
Totali parziali	216954	379006	0	595960

L'indagine integrativa sui punti in cui si è riscontrato il superamento delle CSC (da intendersi come superamento dei rispettivi VFN così come calcolate nel Cap. 6.4) è stata realizzata ripetendo il campionamento in prossimità del punto indagato. In particolare, per ogni punto

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 114 di 151 Rev. 1

sono stati eseguiti n.6 sondaggi, di cui tre a monte e tre a valle, a distanze progressive di circa 10 m, lungo la linea in modo da limitare la lunghezza del tratto effettivamente coinvolto dal superamento.

Le analisi hanno riguardato i soli parametri, le cui concentrazioni avevano avuto il superamento delle CSC, ovvero l'arsenico per il punto A086 e lo zinco per il punto A095.

Tabella 6.1.2: Ubicazione punti di indagine con superamenti delle CSC (e delle VFN)

Codice Punto	Tracciato	PROVINCIA	Comune	X	Y	Profondità	Destinazione d'uso
A086	A14	TERAMO	Pineto	2443093	4716068	2,30	Vincolata e di rispetto
A095	A14	TERAMO	Silvi	2444196	4711140	5,00	Vincolata e di rispetto

Gli esiti di laboratorio, riportati di seguito in **Tabella 6.1-2**, hanno mostrato che per il punto A086 tutte le concentrazioni risultano inferiori ai limiti alla Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006 e quindi conformi. Pertanto, in questa fase sono stati considerati rifiuti i volumi di TRS prodotte nel tratto di 20 m a cavallo del punto con superamento delle CSC, fino ai primi punti "puliti" indagati (10 m a monte e a valle del punto con i valori maggiori delle CSC). Per il punto A095 invece è stato confermato un superamento nelle concentrazioni anche 10 metri a monte pertanto dovranno essere considerati rifiuti i volumi di TRS prodotti per un tratto complessivo di 30 metri.

A questi volumi sono da aggiungersi i materiali di top-soils dai due punti di prelievo P040 e P041 che hanno mostrato superamenti alle CSC di colonna A (120 mg/Kg) per il parametro Rame (valori analitici di 130 e 140 mg/Kg, rispettivamente). I due punti di campionamento ricadono all'interno di due piazzole in Provincia di Pescara (Comune di Città Sant'Angelo). In dettaglio P040 ricade nella piazzola in località Alvano mentre P041 è compreso nella piazzola in località Vertonica. Le aree impattate dai superamenti sono state delimitate mediante poligono di Thiessen. I volumi stimati da inviare a rifiuto (profondità di 0,30 m dal p.c.) sono pari a 375 mc per ciascuna piazzola; quindi, sarà rimosso e inviato a rifiuto un volume di 750 mc di top-soils dalle due piazzole.

Riassumendo, i volumi di TRS escavati, da considerarsi attualmente come rifiuti da smaltire (derivanti dai tratti/aree dove sono stati rilevati dei superamenti) sono pari a 1125 mc, di cui 375 dai tratti in linea e 750 mc da top-soils di piazzole.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 115 di 151 Rev. 1

Tabella 6.1-2: Tabella 6.1.3: Esito analisi indagine integrative per sondaggi con superamenti delle CSC (da intendersi come superamento dei rispettivi valori VFN)

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	zinco
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A		20	150
						colonna B		50	1500
A086 – 10		1,50-2,30	A	08/07/2020		91	98	12.0	
A086 – 20		1,50-2,30	A	08/07/2020		93	100	9.1	
A086 – 30		1,50-2,30	A	08/07/2020		90	100	11.0	
A086 + 10		1,50-2,30	A	08/07/2020		88	100	9.7	
A086 + 20		1,50-2,30	A	08/07/2020		90	100	11.0	
A086 + 30		1,50-2,30	A	08/07/2020		90	100	10.0	
A095 – 10		0,00-1,00	A	07/07/2020		94	97		140
A095 – 20		0,00-1,00	A	07/07/2020		96	92		140
A095 + 10		0,00-1,00	A	07/07/2020		93	99		420
A095 + 20		0,00-1,00	A	07/07/2020		92	94		130
A095 + 30		0,00-1,00	A	07/07/2020		93	96		68

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 116 di 151

6.2 Riutilizzo finale interno al progetto

Nell'ambito del progetto, come già detto in precedenza, si distinguono sia le TRS escluse dalla disciplina dei rifiuti (ex Art.24 del DPR120/2017) che verranno riutilizzate completamente (o per la parte che ha i requisiti idonei) in sito, che le TRS classificabili come sottoprodotti (ex Art. 4 del DPR 120/2017) riutilizzabili sia in sito che extra sito (Figura 6.2-1).

EX ART. 24	TRS DA SCAVI A CIELO APERTO	UTILIZZO TRS NON AMMESSO	NON RIFIUTI
	TRS DA SCAVI IN SOTTERRANEO	TRS DA SCAVI IN SOTTERRANEO	
	IN SITO	EXTRA SITO	

Figura 6.2-1: Schema di riutilizzo delle Terre Rocce da Scavo (TRS) a seconda della loro classificazione e luogo di utilizzo nell'ambito del progetto.

6.2.1 Ubicazione dei depositi di TRS

6.2.1.1 Terre e Rocce da Scavo da scavi a cielo aperto (ex art.24)

Le TRS prodotte nei tratti di linea in progetto e/o in dismissione da scavi a cielo aperto sono già state caratterizzate attraverso il campionamento eseguito a mezzo di sondaggi e scavi a mano e, risultando quasi completamente idonee, sono escluse dal regime dei rifiuti e vengono depositate a margine dello scavo.

La deposizione di queste TRS non richiede alcuna cura particolare se non quella di mantenere separato il top-soil (primi 30 cm di suolo superficiale) dal sottostante suolo.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 117 di 151	Rev. 1

6.2.1.2 Terre e Rocce da Scavo da scavi in sotterraneo (ex art.4)

Le TRS prodotte nei tratti di linea in progetto da scavi in sotterraneo (trenchless) saranno caratterizzate in corso d'opera, pertanto fino all'esito delle indagini di caratterizzazione sono da gestire cautelativamente come rifiuti. I cumuli di volume massimo compreso tra 3000 mc e 5000 mc saranno distribuiti in corrispondenza delle aree già individuate negli elaborati progettuali (per il numero indicativo di cumuli suddiviso per ogni area trenchless si rimanda alla **Tabella 5.1-1**). Se in corso d'opera si ravvisasse la necessità di ampliare le aree di stoccaggio dello smarino, occorrerà procedere con la caratterizzazione preliminare degli zone di ampliamento secondo il DPR 120/2017.

I depositi temporanei delle TRS classificate come rifiuti da caratterizzare per determinare se si tratta, in toto o in parte, di sottoprodotti, saranno ubicati in prossimità del luogo di produzione per consentire per quanto possibile il trasporto attraverso le piste di cantiere.

6.2.2 Modalità di deposito dei materiali da scavo

6.2.2.1 Terre e Rocce da Scavo (TRS) da scavi a cielo aperto (ex art.24)

Per quanto concerne le TRS escluse dal regime dei rifiuti, il deposito avviene sul suolo privo dello scotico in cumuli distribuiti in modo abbastanza uniforme e quasi senza soluzione di continuità lungo il bordo scavo.

I cumuli hanno una altezza di alcuni metri e sono distinti quelli costituiti da top-soil (suolo dei primi 30 cm) da quelli del sottosuolo.

Poiché tali terreni sono esclusi dal regime dei rifiuti e sono stati già caratterizzati, non vengono attuate particolari precauzioni ambientali e/o di separazione dei cumuli. Nel caso dei punti che hanno presentato superamento delle VSN (ovvero A086 e A095), il tratto identificato dai superamenti tramite raffittimento verrà conferito direttamente in discarica o stoccato a lato dello scavo in maniera provvisoria per il successivo smaltimento. In dettaglio, lo stoccaggio avverrà su teli impermeabilizzati (tipo HDPE) che impediranno l'interazione con il suolo sottostante. Inoltre, il cumulo verrà ricoperto da teli impermeabilizzati (tipo HDPE) per evitare la filtrazione delle acque meteoriche.

6.2.2.2 Terre e Rocce da Scavo (TRS) da scavi in sotterraneo (ex art.4)

Per questi terreni, mancando la loro caratterizzazione preventiva allo scavo, dovranno essere considerati rifiuti in prima istanza e quindi per il loro deposito dovranno attuarsi alcune precauzioni ambientali.

Le piazzole di caratterizzazione, previo scotico e livellamento, verranno impermeabilizzate con un telo HDPE, al fine di evitare che i materiali non ancora caratterizzati entrino in contatto con la matrice suolo. Tali aree dovranno avere superficie e volumetria sufficiente a garantire il tempo di permanenza necessario per l'effettuazione di campionamento ed analisi dei materiali da scavo ivi depositate, come da Piano di Utilizzo.

Compatibilmente con le specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, le aree di caratterizzazione saranno ubicate preferibilmente in prossimità delle aree di scavo e saranno opportunamente distinte e identificate con adeguata segnaletica.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 118 di 151

Le porzioni di cumulo non oggetto di ulteriore scarico di materiale saranno ricoperte con teli in modo di garantirne la stabilità, l'assenza di erosione da parte delle acque e la dispersione in atmosfera di polveri, ai fini anche della salvaguardia dell'igiene e della salute umana, nonché della sicurezza sui luoghi di lavoro ai sensi del decreto legislativo n. 81 del 2008.

6.2.3 Modalità di trasporto

Per quanto concerne le TRS che rientrano nel regime di “non rifiuti” (art.24 DPR 120/2017), i materiali non vengono trasportati ma depositati dagli stessi mezzi di scavo ai lati della trincea.

Il trasporto delle TRS prodotte negli scavi in sotterraneo, dal luogo di produzione al deposito, avverrà con autocarri se il materiale ha un tenore di umidità non superiore al 50%, onde evitare lo sgocciolamento di liquidi e/o fanghi lungo il percorso; al contrario, il materiale, seppure palabile, con umidità maggiore del 50% verrà trasportato con scarrabili che garantiscano il contenimento della parte liquida e/o fangosa.

Il trasporto avverrà lungo le piste di cantiere esistenti o appositamente realizzate per raggiungere il sito di deposito.

6.3 Riutilizzo finale esterno al progetto

Il riutilizzo all'esterno del progetto, come indicato nello schema di **Figura 6.2-1**, è limitato alle TRS classificabili come sottoprodotti, quindi, nello specifico caso di questo progetto, lo smarino dopo le attività di caratterizzazione.

6.3.1 Modalità di deposito dei materiali da scavo

Le TRS classificate come sottoprodotto potranno essere utilizzate direttamente nelle attività di recupero di cave, rimodellamenti morfologici, realizzazione rilevati stradali o per altre opere civili, ricoprimento di discariche di RSU.

Nel caso in cui per il riutilizzo finale siano necessarie attività di selezione granulometrica e/o lavaggio il deposito provvisorio sarà effettuato nell'ambito dello stesso impianto di lavorazione.

6.3.2 Modalità di trasporto

Non avendo allo stato attuale una quantificazione delle TRS classificabili come sottoprodotto e non avendo individuato i possibili riutilizzi, non è stato possibile ovviamente individuare i possibili percorsi per il trasporto del materiale dai depositi temporanei ai siti di riutilizzo.

6.3.3 Caratterizzazione dei siti di deposito finale individuati

Per le motivazioni sopra esposte non sono stati individuati in questa fase del Piano di Utilizzo i siti di deposito finale.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 119 di 151	Rev. 1

6.4 Discariche di conferimento del materiale classificato come Rifiuto

Le Terre e Rocce da Scavo classificate come rifiuti verranno conferite in impianti autorizzati, attualmente non individuati.

Le TRS classificate rifiuti saranno gestite ai sensi della Parte IV del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii..

6.4.1 Modalità di trasporto

Il trasporto delle TRS dal luogo di produzione al deposito avverrà con autocarri se il materiale ha un tenore di umidità non superiore al 50%, onde evitare lo sgocciolamento di liquidi lungo il percorso; al contrario il materiale, seppure palabile, con umidità maggiore del 50% verrà trasportato con scarrabili che garantiscano il contenimento della parte liquida e/o fangosa.

Il trasporto dei rifiuti sarà effettuato ai sensi dell'art.193 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii..

6.5 DURATA DEL PIANO DI UTILIZZO

Il Piano di Utilizzo avrà la durata di 1 anno oltre quella di realizzazione dell'intera opera.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo	SPC. BD-E-94706		
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 120 di 151	Rev. 1	

APPENDICE 1

PUNTI DI INDAGINE

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 121 di 151	Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A001	228		ASCOLI PICENO	Monteprandone	2428435	4749925	Prevalente funzione produttiva	08/07/2019
	A002	652	424	ASCOLI PICENO	Monteprandone	2428804	4749715	Prevalente funzione produttiva	08/07/2019
	A003	752	100	ASCOLI PICENO	Monteprandone	2428828	4749619	Prevalente funzione produttiva	08/07/2019
	A004	1198	446	TERAMO	Martinsicuro	2428930	4749185	Prevalente funzione produttiva	09/07/2019
	A005	2272	1074	TERAMO	Colonnella	2428867	4748115	Non classificata	09/07/2019
	A006	2940	668	TERAMO	Colonnella	2428925	4747478	Agricola	09/07/2019
	A007	3413	473	TERAMO	Colonnella	2428886	4747012	Agricola	09/07/2019
	A008	4256	843	TERAMO	Colonnella	2429334	4746297	Non classificata	10/07/2019
	A009	5217	961	TERAMO	Colonnella	2429596	4745375	Agricola	11/07/2019
	A010	5780	563	TERAMO	Colonnella	2429938	4745057	Non classificata	11/07/2019
	A011	6187	407	TERAMO	Colonnella	2430141	4744721	Non classificata	23/07/2019
C101	A012	6818	631	TERAMO	Colonnella	2430269	4744109	Non classificata	
	A013	7183	365	TERAMO	Colonnella	2430480	4742997	Agricola	11/07/2019
	A014	7572	389	TERAMO	Colonnella	2428886	4747012	Agricola	14/07/2019
	A015	8243	671	TERAMO	Colonnella	2430481	4742744	Non classificata	12/07/2019
	A016	8943	700	TERAMO	Alba Adriatica	2430299	4742081	Non classificata	22/07/2019
	A017	9474	531	TERAMO	Alba Adriatica	2430001	4741681	Non classificata	22/07/2019
	A018	9912	438	TERAMO	Alba Adriatica	2429889	4741290	Non classificata	22/07/2019
	A019	10350	438	TERAMO	Tortoreto	2430050	4740915	Non classificata	22/07/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 122 di 151 Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A020	10892	542	TERAMO	Tortoreto	2430107	4740382	Non classificata	16/07/2019
	A021	11074	182	TERAMO	Tortoreto	2430079	4740201	Non classificata	17/07/2019
	A022	11284	210	TERAMO	Tortoreto	2430013	4740003	Agricola	17/07/2019
	A023	11532	248	TERAMO	Tortoreto	2429903	4739786	Agricola	17/07/2019
	A024	11923	391	TERAMO	Tortoreto	2429903	4739786	Non classificata	25/07/2019
	A025	13050	1127	TERAMO	Tortoreto	2429903	4739786	Agricola	25/07/2019
	A026	12691	1159	TERAMO	Tortoreto	2429949	4738688	Agricola	24/07/2019
	A026	12691	768	TERAMO	Tortoreto	2429949	4738688	Agricola	04/11/2019
	A027	13435	385	TERAMO	Tortoreto	2430399	4738127	Non classificata	25/07/2019
	A028	13844	409	TERAMO	Tortoreto	2430304	4737742	Agricola	25/07/2019
	A029	14256	412	TERAMO	Tortoreto	2430566	4737484	Non classificata	25/07/2019
C106	A030	14815	559	TERAMO	Tortoreto	2431020	4737170	Agricola	
	A031	15528	713	TERAMO	Mosciano Sant Angelo	2431703	4737099	Vincolata e di rispetto	26/07/2019
	A032	15741	213	TERAMO	Mosciano Sant Angelo	2431892	4737007	Vincolata e di rispetto	26/07/2019
	A033	15955	214	TERAMO	Mosciano Sant Angelo	2432043	4736872	Vincolata e di rispetto	26/07/2019
	A034	16981	1026	TERAMO	Mosciano Sant Angelo	2432335	4735889	Non classificata	29/07/2019
	A034			TERAMO	Mosciano Sant Angelo	2432335	4735889	Non classificata	04/11/2019
	A035	17264	283	TERAMO	Mosciano Sant Angelo	2432440	4735628	Vincolata e di rispetto	
C109	A036	17638	374	TERAMO	Mosciano Sant Angelo	2432684	4735369	Vincolata e di rispetto	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 123 di 151

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A037			TERAMO	Giulianova	2433718	4732794	Vincolata e di rispetto	
	A038			TERAMO	Giulianova	2433718	4732794	Vincolata e di rispetto	
	A039			TERAMO	Giulianova	2433718	4732794	Vincolata e di rispetto	
	A040			TERAMO	Giulianova	2433718	4732794	Non classificata	
	A041	20494	927	TERAMO	Giulianova	2433507	4733151	Non classificata	
	A042	20914	420	TERAMO	Giulianova	2433718	4732794	Vincolata e di rispetto	
	A043	21232	318	TERAMO	Giulianova	2433826	4732495	Non classificata	
	A044	21696	464	TERAMO	Giulianova	2433975	4732089	Non classificata	01/08/2019
	A044	21696	0	TERAMO	Giulianova	2433975	4732089	Non classificata	29/10/2019
	A045	22210	514	TERAMO	Giulianova	2434171	4731617	Non classificata	01/08/2019
C110	A046	22577	367	TERAMO	Giulianova	2434362	4731309	Prevalente funzione produttiva	
	A047	23206	629	TERAMO	Giulianova	2434728	4730800	Prevalente funzione produttiva	01/08/2019
	A048	23617	411	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2434979	4730478	Agricola	01/08/2019
	A048	23617	0	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2434979	4730478	Agricola	28/10/2019
C113	A049	24121	504	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2435257	4730068	Non classificata	01/08/2019
C113	A049			TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2435257	4730068	Non classificata	01/08/2019
C113	A049			TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2435257	4730068	Non classificata	01/08/2019
	A050	24656	535	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2435554	4729692	Agricola	01/08/2019
	A051	25409	753	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2435965	4729092	Agricola	01/08/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 124 di 151	Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A051	25409	0	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2435965	4729092	Agricola	28/10/2019
	A052	25816	407	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436148	4728770	Non classificata	06/08/2019
	A053	26015	199	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436244	4728604	Non classificata	06/08/2019
	A054	26766	751	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436198	4727865	Non classificata	06/08/2019
	A055	27134	368	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436119	4727591	Non classificata	06/08/2019
	A056	27633	499	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436344	4727156	Non classificata	06/08/2019
	A056			TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436119	4727591	Non classificata	28/10/2019
	A057	28309	676	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436669	4726647	Non classificata	07/08/2019
	A057			TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436119	4727591	Non classificata	28/10/2019
	A058	28620	311	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436714	4726341	Non classificata	07/08/2019
	A058			TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436714	4726341	Non classificata	28/10/2019
	A059	28985	365	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436610	4726017	Non classificata	07/08/2019
	A060	29716	731	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436505	4725293	Non classificata	
	A061	30383	667	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2436719	4724742	Non classificata	
	A062	30847	464	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2437056	4724448	Non classificata	
	A063	31269	422	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2437232	4724150	Non classificata	
C116	A064	31679	410	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2437418	4723840	Non classificata	
C117	A065	32433	754	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2437831	4723229	Vincolata e di rispetto	
	A066	32750	317	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2437885	4722918	Agricola	28/10/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 125 di 151 Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A067	33387	637	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2438032	4722317	Agricola	
	A068	33934	547	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	2438350	4721874	Vincolata e di rispetto	
	A069	34250	316	TERAMO	Atri	2438529	4721614	Non classificata	
C118	A070	34876	626	TERAMO	Pineto	2438862	4721088	Prevalente funzione produttiva	22/07/2019
C118	A070			TERAMO	Pineto	2438862	4721088	Prevalente funzione produttiva	22/07/2019
C118	A070			TERAMO	Pineto	2438862	4721088	Prevalente funzione produttiva	22/07/2019
	A071	35351	475	TERAMO	Pineto	2439199	4720804	Non classificata	
C119	A072	35721	370	TERAMO	Pineto	2439518	4720637	Non classificata	
	A073	36184	463	TERAMO	Pineto	2439569	4720215	Non classificata	23/10/2019
	A074	36690	506	TERAMO	Pineto	2439728	4719753	Non classificata	
	A075	36850	160	TERAMO	Pineto	2439761	4719598	Non classificata	23/10/2019
	A076	37366	516	TERAMO	Pineto	2439877	4719179	Non classificata	
C121	A077	37903	537	TERAMO	Pineto	2439906	4718687	Non classificata	
C122	A078	38282	379	TERAMO	Pineto	2440166	4718461	Vincolata e di rispetto	
	A079	38663	381	TERAMO	Pineto	2440446	4718234	Vincolata e di rispetto	
	A080	39463	800	TERAMO	Pineto	2441147	4717849	Vincolata e di rispetto	
C124	A081	39838	375	TERAMO	Pineto	2441468	4717703	Non classificata	
C125	A082	40132	294	TERAMO	Pineto	2441730	4717576	Non classificata	
	A083	40828	696	TERAMO	Pineto	2441964	4716956	Non classificata	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 126 di 151 Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A084	40974	146	TERAMO	Pineto	2442065	4716851	Non classificata	
	A085	41909	935	TERAMO	Pineto	2442776	4716243	Non classificata	29/08/2019
	A086	42272	363	TERAMO	Pineto	2443093	4716068	Vincolata e di rispetto	
	A087	42698	426	TERAMO	Pineto	2443187	4715654	Non classificata	29/08/2019
	A088	42969	271	TERAMO	Pineto	2443260	4715393	Non classificata	23/10/2019
	A089	44218	1249	TERAMO	Silvi	2443598	4714190	Agricola	29/08/2019
	A090	44557	339	TERAMO	Silvi	2443732	4713879	Vincolata e di rispetto	29/08/2019
	A091	44843	286	TERAMO	Silvi	2443864	4713634	Non classificata	29/08/2019
	A092	45215	372	TERAMO	Silvi	2443864	4713634	Non classificata	02/09/2019
	A093	45896	681	TERAMO	Silvi	2443864	4712616	Non classificata	30/08/2019
	A094	46108	212	TERAMO	Silvi	2443905	4712428	Vincolata e di rispetto	02/09/2019
	A095	47434	1326	TERAMO	Silvi	2444196	4711140	Vincolata e di rispetto	04/09/2019
	A096	48013	579	TERAMO	Silvi	2444390	4710629	Non classificata	04/09/2019
	A097	48342	329	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444441	4710313	Agricola	05/09/2019
	A098	48907	565	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444590	4709848	Agricola	05/09/2019
	A099	49378	471	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444691	4709394	Non classificata	05/09/2019
	A100	49810	432	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444583	4709010	Vincolata e di rispetto	05/09/2019
	A101	50214	404	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444635	4708668	Agricola	05/09/2019
	A102	50502	288	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444690	4708385	Agricola	05/09/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 127 di 151 Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A103	51510	1008	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444871	4707394	Non classificata	06/09/2019
	A104	51865	355	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2444982	4707072	Non classificata	09/09/2019
	A105	52477	612	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445254	4706536	Non classificata	22/10/2019
	A106	52896	419	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445210	4706154	Non classificata	10/09/2019
	A107	53466	570	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445229	4705641	Non classificata	10/09/2019
	A108	53847	381	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445229	4705242	Non classificata	10/09/2019
	A109	54467	620	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445122	4704667	Non classificata	10/09/2019
	A110	54886	419	PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445206	4704260	Vincolata e di rispetto	10/09/2019
	A111	55305	419	PESCARA	Collecorvino	2445315	4703875	Non classificata	12/09/2019
	A112	55775	470	PESCARA	Collecorvino	2445383	4703420	Non classificata	11/09/2019
	A113	56385	610	PESCARA	Collecorvino	2445328	4702819	Non classificata	11/09/2019
	A114	57040	655	PESCARA	Collecorvino	2445212	4702501	Non classificata	22/10/2019
C126	A115	57378	338	PESCARA	Collecorvino	2445027	4702229	Prevalente funzione produttiva	
	A116	57625	247	PESCARA	Collecorvino	2445025	4702003	Non classificata	11/09/2019
	A117	58408	783	PESCARA	Moscufo	2444856	4701257	Non classificata	12/09/2019
	A118	58836	428	PESCARA	Moscufo	2444824	4700847	Non classificata	12/09/2019
	A119	59084	248	PESCARA	Moscufo	2444855	4700625	Non classificata	12/09/2019
	A120	59295	211	PESCARA	Moscufo	2445016	4700494	Non classificata	13/09/2019
	A121	60510	1215	PESCARA	Moscufo	2445830	4699609	Non classificata	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 128 di 151 Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A122	60779	269	PESCARA	Spoltore	2446035	4699434	Non classificata	
	A123	61559	780	PESCARA	Spoltore	2446312	4698721	Urbana	16/09/2019
	A124	61950	391	PESCARA	Spoltore	2446376	4698340	Non classificata	17/09/2019
	A125	62363	413	PESCARA	Spoltore	2446375	4697943	Non classificata	18/09/2019
	A126	62470	107	PESCARA	Spoltore	2446382	4697838	Non classificata	19/09/2019
C130	A127	62971	501	PESCARA	Pianella	2446618	4697408	Urbana	
	A128	63224	253	PESCARA	Pianella	2446768	4697211	Non classificata	20/09/2019
	A129	63614	390	PESCARA	Pianella	2446906	4696847	Non classificata	
	A130	64124	510	PESCARA	Pianella	2447057	4696400	Non classificata	
	A131	64668	544	PESCARA	Pianella	2446939	4695879	Non classificata	
	A132	65207	539	PESCARA	Pianella	2446857	4695350	Non classificata	
	A133	65530	323	PESCARA	Pianella	2446793	4695034	Vincolata e di rispetto	
	A134	66122	592	PESCARA	Pianella	2446870	4694494	Non classificata	
	A135	66506	384	PESCARA	Pianella	2446821	4694113	Non classificata	
	A136	67124	618	PESCARA	Pianella	2447128	4693729	Non classificata	
	A137	67812	688	PESCARA	Cepagatti	2447203	4693105	Non classificata	
	A138	68353	541	PESCARA	Pianella	2446772	4692793	Non classificata	
	A139	68828	475	PESCARA	Pianella	2446416	4692568	Non classificata	
	A140	69233	405	PESCARA	Cepagatti	2446305	4692229	Non classificata	27/09/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 129 di 151 Rev. 1

TABELLA A1-1 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO IL METANODOTTO PRINCIPALE IN PROGETTO

Campione su sondaggio effettuato	Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	Progressiva (mm)	Distanza tra i punti di sondaggio (mm)	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
	A141	69814	581	PESCARA	Cepagatti	2446165	4691696	Non classificata	30/09/2019
	A142	70376	562	PESCARA	Cepagatti	2446256	4691173	Non classificata	01/10/2019
	A143	70699	323	PESCARA	Cepagatti	2446401	4690890	Non classificata	01/10/2019
	A144	71423	724	PESCARA	Cepagatti	2446569	4690327	Non classificata	01/10/2019
	A145	71750	327	PESCARA	Cepagatti	2446394	4690056	Urbana	01/10/2019
	A146	72148	398	PESCARA	Cepagatti	2446569	4690327	Non classificata	02/10/2019
	A147	72944	796	PESCARA	Cepagatti	2446569	4690327	Non classificata	02/10/2019
	A148	73277	333	PESCARA	Cepagatti	2446569	4690327	Vincolata e di rispetto	02/10/2019
	A149	73629	352	PESCARA	Cepagatti	2445539	4688906	Non classificata	02/10/2019
	A150	74338	709	PESCARA	Cepagatti	2445429	4688232	Non classificata	03/10/2019
	A151	74806	468	Pescara	Cepagatti	2445525	4687775	Prevalente funzione produttiva	03/10/2019
	A152	75009	203	Pescara	Cepagatti	2445561	4687574	Non classificata	03/10/2019
	A153	75597	588	Chieti	Chieti	2445653	4686994	Non classificata	04/10/2019
	A220	52961		PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445181	4706096	Non classificata	
	A221	52561		PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445293	4706462	Non classificata	
	A222	52178		PESCARA	Cittá Sant Angelo	2445167	4706820	Non classificata	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 130 di 151	Rev. 1

TABELLA A1-2 – PUNTI DI INDAGINE LUNGO I TRACCIATI SECONDARI IN PROGETTO

Campioni integrativi su sondaggi da effettuare	PROVINCIA	Comune	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
A200	Teramo	Roseto degli Abruzzi	2437688	4724098	Non classificata	19/08/2019
A201	Teramo	Roseto degli Abruzzi	2438132	4724097	Non classificata	21/08/2019
A202	Teramo	Roseto degli Abruzzi	2438567	4724151	Non classificata	20/08/2019
A203	Teramo	Roseto degli Abruzzi	2438799	4724372	Agricola	20/08/2019
A204	Teramo	Roseto degli Abruzzi	2439208	4724836	Prevalente funzione produttiva	20/08/2019
A205	Teramo	Colonnella	2430171	4744968	Urbana	24/07/2019
A206	Teramo	Martinsicuro	2430434	4745082	Agricola	24/07/2019
A207	Teramo	Giulianova	2434073	4731449	Prevalente funzione produttiva	01/08/2019
A208	Teramo	Alba Adriatica	2430795	4742782	Non classificata	12/07/2019
			2430795	4742782		
A209	Teramo	Alba Adriatica	2430901	4742301	Non classificata	12/07/2019
A210	Teramo	Alba Adriatica	2430940	4741837	Non classificata	12/07/2019
A211	Teramo	Alba Adriatica	2431148	4741548	Non classificata	12/07/2019
A212	Teramo	Tortoreto	2431296	4741182	Vincolata e di rispetto	15/07/2019
A213	Teramo	Tortoreto	2431564	4740653	Urbana	16/07/2019
			2431564	4740653		
A214	Teramo	Tortoreto	2431423	4740472	Vincolata e di rispetto	16/07/2019
A215	Teramo	Tortoreto	2431397	4740098	Agricola	16/07/2019
A215	Teramo	Tortoreto	2431397	4740098	Agricola	31/10/2019
A216	Teramo	Tortoreto	2431665	4739788	Non classificata	16/07/2019
A217	Teramo	Mosciano Sant Angelo	2432097	4736881	Vincolata e di rispetto	
A218	Teramo	Mosciano Sant Angelo	2432239	4736796	Vincolata e di rispetto	29/07/2019
A218	Teramo	Mosciano Sant Angelo	2432239	4736796	Vincolata e di rispetto	30/10/2019
A219	Teramo	Mosciano Sant Angelo	2432949	4736604	Vincolata e di rispetto	29/07/2019
A219	Teramo	Mosciano Sant Angelo	2432949	4736604	Vincolata e di rispetto	30/10/2019
A220	Pescara	Cittá Sant Angelo	2445181	4706096	Non classificata	22/10/2019
A221	Pescara	Cittá Sant Angelo	2445293	4706462	Non classificata	22/10/2019
A221	Pescara	Cittá Sant Angelo	2445293	4706462	Non classificata	22/10/2019
A222	Pescara	Cittá Sant Angelo	2445167	4706820	Non classificata	
A223	Pescara	Cittá Sant Angelo	2444904	4707425	Non classificata	06/09/2019
A224	Teramo	Mosciano Sant Angelo	2432804	4735581	Non classificata	29/07/2019
A225	Pescara	Collecorvino	2444719	4701844	Non classificata	11/09/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 131 di 151 Rev. 1

TABELLA A1-3 – PUNTI DI INDAGINE E CAMPIONAMENTO NELLE AREE DEPOSITO DI MATERIALI DA COSTRUZIONE E DI LAVORO

Codice Campione da effettuare	PROVINCIA	Comune	Località	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
P001	TERAMO	Colonnella	Loc. Poggio Civita	2429615	4745241	Non classificata	18/07/2019
P002	TERAMO	Colonnella	Loc. Poggio Civita	2429638	4745241	Non classificata	18/07/2019
P003	TERAMO	Colonnella	Loc. Poggio Civita	2429658	4745237	Non classificata	18/07/2019
P004	TERAMO	Colonnella	Minitunnel Val Vibrata	2430199	4743816	Non classificata	11/07/2019
P005	TERAMO	Colonnella	Minitunnel Val Vibrata	2430211	4743811	Non classificata	11/07/2019
P006	TERAMO	Colonnella	Minitunnel Val Vibrata	2430221	4743826	Non classificata	11/07/2019
P007	TERAMO	Alba Adriatica	Loc. Casa Santa	2430157	4742284	Urbana	24/07/2019
P008	TERAMO	Alba Adriatica	Loc. Casa Santa	2430249	4742277	Urbana	24/07/2019
P009	TERAMO	Alba Adriatica	Loc. Casa Santa	2430218	4742262	Urbana	24/07/2019
P010	TERAMO	Alba Adriatica	Loc. Casa Santa	2430180	4742271	Urbana	24/07/2019
P011	TERAMO	Tortoreto	Loc. Tortoreto Alto	2431041	4740099	Non classificata	18/07/2019
P012	TERAMO	Tortoreto	Loc. Tortoreto Alto	2431051	4740077	Non classificata	18/07/2019
P013	TERAMO	Tortoreto	Loc. Tortoreto Alto	2431062	4740056	Non classificata	18/07/2019
P014	TERAMO	Giulianova	Loc. Fiume Tordino	2434728	4730871	Non classificata	01/08/2019
P015	TERAMO	Giulianova	Loc. Fiume Tordino	2434730	4730853	Non classificata	01/08/2019
P016	TERAMO	Giulianova	Loc. Fiume Tordino	2434748	4730859	Non classificata	01/08/2019
P017	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	Loc. Cortino	2436409	4727834	Non classificata	06/08/2019
P018	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	Loc. Cortino	2436431	4727825	Non classificata	06/08/2019
P019	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	Loc. Cortino	2436451	4727829	Non classificata	06/08/2019
P020	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	Loc. Colle Della Corte	2436453	4724939	Non classificata	22/07/2019
P021	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	Loc. Colle Della Corte	2436445	4724912	Non classificata	22/07/2019
P022	TERAMO	Roseto degli Abruzzi	Loc. Colle Della Corte	2436436	4724885	Non classificata	22/07/2019
P023	TERAMO	Pineto	Loc. Solagnone	2440270	4718254	Non classificata	
P024	TERAMO	Pineto	Loc. Solagnone	2440279	4718233	Non classificata	
P025	TERAMO	Pineto	Loc. Solagnone	2440292	4718255	Non classificata	
P026	TERAMO	Pineto	Loc. Solagnone	2440299	4718240	Non classificata	
P027	TERAMO	Pineto	Loc. Casa Ronchi	2443114	4716094	Non classificata	29/08/2019
P028	TERAMO	Pineto	Loc. Casa Ronchi	2443123	4716107	Non classificata	29/08/2019
P029	TERAMO	Pineto	Loc. Casa Ronchi	2443132	4716081	Non classificata	29/08/2019
P030	TERAMO	Silvi	Loc. Colle Terremoto	2443446	4712806	Vincolata e di rispetto	16/09/2019
P031	TERAMO	Silvi	Loc. Colle Terremoto	2443448	4712780	Vincolata e di rispetto	16/09/2019
P032	TERAMO	Silvi	Loc. Colle Terremoto	2443490	4712778	Vincolata e di rispetto	16/09/2019
P033	TERAMO	Silvi	Loc. Colle Terremoto	2443476	4712803	Vincolata e di rispetto	16/09/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 132 di 151	Rev. 1

TABELLA A1-3 – PUNTI DI INDAGINE E CAMPIONAMENTO NELLE AREE DEPOSITO DI MATERIALI DA COSTRUZIONE E DI LAVORO

Codice Campione da effettuare	PROVINCIA	Comune	Località	X	Y	Destinazione	Data di campionamento
P034	TERAMO	Silvi	Loc. Pianacce	2443715	4712413	Non classificata	16/09/2019
P035	TERAMO	Silvi	Loc. Pianacce	2443730	4712399	Non classificata	16/09/2019
P036	TERAMO	Silvi	Loc. Pianacce	2443750	4712408	Non classificata	16/09/2019
P037	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Alvano	2444356	4707195	Non classificata	17/09/2019
P038	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Alvano	2444381	4707193	Non classificata	17/09/2019
P039	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Alvano	2444390	4707219	Non classificata	17/09/2019
P040	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Alvano	2444413	4707216	Non classificata	17/09/2019
P041	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Vertonica	2445253	4705818	Non classificata	17/09/2019
P042	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Vertonica	2445284	4705785	Non classificata	17/09/2019
P043	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Vertonica	2445273	4705820	Non classificata	17/09/2019
P044	PESCARA	Cittá Sant Angelo	Loc. Vertonica	2445286	4705803	Non classificata	17/09/2019
P045	PESCARA	Collecervino	Monte F Tavo	2444811	4702036	Non classificata	17/09/2019
P046	PESCARA	Collecervino	Monte F Tavo	2444837	4702032	Non classificata	17/09/2019
P047	PESCARA	Collecervino	Monte F Tavo	2444853	4702029	Non classificata	17/09/2019
P048	PESCARA	Pianella	Loc. Castellana	2446908	4694547	Non classificata	30/09/2019
P049	PESCARA	Pianella	Loc. Castellana	2446921	4694524	Non classificata	30/09/2019
P050	PESCARA	Pianella	Loc. Castellana	2446935	4694505	Non classificata	30/09/2019
P051	Chieti	Chieti	Loc. Succetto	2445530	4686940	Non classificata	04/10/2019
P052	Chieti	Chieti	Loc. Succetto	2445559	4686928	Non classificata	04/10/2019
P053	Chieti	Chieti	Loc. Succetto	2445587	4686954	Non classificata	04/10/2019
P054	Chieti	Chieti	Loc. Succetto	2445562	4686956	Non classificata	04/10/2019

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo	SPC. BD-E-94706		
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 133 di 151	Rev. 1	

APPENDICE 2

RISULTATI INDAGINI

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 134 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A001	CA01	0,00-1,00	B	08/07/2019	01/204538	95	100	7,1	0,26	8,3	48	<0,027	30	12	60	64	0,30	13
A001	CA02	1,00-3,00	B	08/07/2019	02/204538	99	42	1,8	0,055	2	8,5	0,013	5,2	1,5	14	13	0,10	<0,36
A001	CA03	4,00-5,00	B	08/07/2019	03/204538	94	30	1,2	0,031	0,96	5,2	<0,0086	3,6	0,97	2,2	6,2	0,067	<0,260
A002	CA01	0,00-1,00	B	08/07/2019	04/204538	95	79	5,0	0,14	6,1	33	<0,022	23	6,7	17	36	0,18	13
A002	CA02	1,00-3,00	B	08/07/2019	05/204538	87	94	6,0	0,15	7,0	38	<0,027	25	7,2	19	41	0,25	11
A002	CA03	4,00-5,00	B	08/07/2019	06/204538	86	100	5,6	0,12	6,4	36	<0,027	22	6,2	15	35	0,31	<0,93
A003	CA01	0,00-1,00	B	08/07/2019	07/204538	97	100	6,4	0,19	7,6	42	<0,027	28	8,9	30	47	0,27	<0,82
A003	CA02	1,00-3,00	B	08/07/2019	08/204538	88	100	6,4	0,14	7,6	44	<0,027	28	8,4	14	42	0,27	19
A003	CA03	4,00-5,00	B	08/07/2019	09/204538	88	100	6,0	0,15	7,3	42	<0,029	26	7,6	19	43	0,28	<0,77
A004	CA01	0,00-1,00	B	09/07/2019	10/204538	87	100	8,5	0,19	9,5	56	<0,029	36	12	33	76	0,3	21
A004	CA02	1,00-3,00	B	09/07/2019	11/204538	83	100	9,7	0,16	11,0	62	<0,028	41	13	19	61	0,28	<0,85
A004	CA03	4,00-5,00	B	09/07/2019	12/204538	83	99	8,7	0,15	10,0	54	<0,028	35	9,7	16	53	0,24	<0,84
A005	CA01	0,00-1,00	A	09/07/2019	13/204538	85	100	5,9	0,17	9,9	63	<0,029	37	9	16	57	0,21	<0,85
A005	CA02	1,00-3,00	A	09/07/2019	14/204538	82	100	8,6	0,17	12,0	75	<0,029	43	11	21	68	0,21	<1,00
A005	CA03	4,00-5,00	A	09/07/2019	15/204538	83	100	7,7	0,11	9,5	74	<0,028	41	11	18	68	0,21	<0,97
A006	CA01	0,00-1,00	Agricola	09/07/2019	16/204538	88	100	9,4	0,14	11,0	61	<0,028	38	11	19	59	0,27	<0,94
A006	CA02	1,00-1,50	Agricola	09/07/2019	17/204538	88	100	8,8	0,16	9,0	60	<0,028	35	10	19	59	0,24	<0,87
A006	CA03	1,50-2,30	Agricola	09/07/2019	18/204538	83	100	5,3	0,17	12,0	77	<0,029	46	11	21	70	0,25	<0,92
A007	CA01	0,00-1,00	Agricola	09/07/2019	19/204538	89	99	9,5	0,17	11,0	63	<0,029	38	13	26	58	0,28	<0,75
A007	CA02	1,00-3,00	Agricola	09/07/2019	20/204538	86	100	11,0	0,16	12,0	68	<0,029	47	12	22	65	0,27	<0,94
A007	CA03	4,00-5,00	Agricola	09/07/2019	21/204538	83	100	9,5	0,14	11,0	60	<0,029	42	10	19	58	0,21	<0,91
A008	CA01	0,00-1,00	A	10/07/2019	01/204612	89	98	11	0,17	12	56	<0,028	40	21	21	60	0,27	<0,87
A008	CA02	1,00-3,00	A	10/07/2019	02/204612	87	98	8,6	0,12	9	51	<0,027	32	11	17	47	0,43	<0,79
A008	CA03	4,00-5,00	A	10/07/2019	03/204612	88	96	8,1	0,12	8	45	<0,027	29	9,8	15	43	0,35	<0,73
A009	CA01	0,00-1,00	Agricola	11/07/2019	04/204612	91	92	9,3	0,21	8,5	52	<0,027	30	13	67	58	0,31	24
A009	CA02	1,00-3,00	Agricola	11/07/2019	05/204612	90	100	11	0,18	11	77	<0,028	44	15	24	67	0,26	8
A009	CA03	4,00-5,00	Agricola	11/07/2019	06/204612	89	100	9,1	0,15	8,8	60	<0,029	36	11	17	54	0,2	<0,73
A010	CA01	0,00-1,00	A	11/07/2019	07/204612	87	100	8,4	0,16	10	72	<0,029	42	12	20	65	0,2	<0,94
A010	CA02	1,00-1,50	A	11/07/2019	08/204612	85	100	7,9	0,16	10	75	<0,028	47	12	22	71	0,21	<0,89
A010	CA03	1,50-2,30	A	11/07/2019	09/204612	85	100	8,3	0,16	9,9	76	0,037	46	13	21	72	0,21	<0,77
A011	CA01	0,00-1,00	A	04/11/2019	10/210453	87	99	12	0,17	14	90	<0,029	55	15	29	88	0,28	<0,92

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 135 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A011	CA02	1,00-1,50	A	04/11/2019	11/210453	86	100	9	0,15	11	74	<0,026	46	11	21	69	0,24	<0,94
A011	CA03	1,50-2,30	A	04/11/2019	12/210453	86	100	10	0,18	11	72	<0,029	46	13	20	66	0,24	<0,98
C101	CA01	0,00-1,00	A	06/10/2017		85,3	0	11,9	<RL	11,5	39,6	<RL	38	18,8	23,9	52,9	<RL	35,1
C101	CA02	1,00-1,50	A	06/10/2017		84,84	96,9	6,9	<RL	6,5	22,3	<RL	19,9	10,6	10,9	33,7	<RL	<RL
C101	CA03	1,50-2,30	A	06/10/2017		86,15	99,2	7,9	<RL	5,06	20,5	<RL	13,4	14,5	7,4	30,8	<RL	<RL
A013	CA01	0,00-1,00	Agricola	11/07/2019	10/204612	92	2	12	0,17	11	54	<0,028	35	19	22	55	0,2	29
A013	CA02	1,00-3,00	Agricola	11/07/2019	11/204612	91	87	11	0,17	9,8	43	<0,024	30	17	16	41	0,24	5,2
A013	CA03	4,00-5,00	Agricola	11/07/2019	12/204612	88	99	16	0,13	16	63	<0,028	42	29	19	56	0,24	<0,81
A014	CA01	0,00-1,00	Agricola	22/07/2019	13/205310	89	96	8,2	0,13	9,1	44	<0,027	29	13	18	46	0,28	<0,76
A014	CA02	1,00-3,00	Agricola	22/07/2019	14/205310	86	100	8,3	0,11	8,9	49	<0,029	29	12	15	46	0,37	<0,78
A014	CA03	4,00-5,00	Agricola	22/07/2019	15/205310	84	100	6,9	0,12	8,2	43	<0,029	27	11	13	44	0,33	<0,91
A015	CA01	0,00-1,00	A	12/07/2019	16/204612	92	98	9,8	0,15	11	55	<0,027	37	16	23	55	0,27	<0,69
A015	CA02	1,00-1,50	A	12/07/2019	17/204612	89	100	7,8	0,17	9,1	50	<0,030	33	12	16	49	0,31	15
A015	CA03	1,50-2,30	A	12/07/2019	18/204612	84	100	8,8	0,15	9,8	51	<0,027	33	15	16	50	0,3	<1,00
C105BIS	CA01	0,00-1,00	A	23/07/2019	16/205310	92	79	4,5	0,12	4,8	27	<0,022	16	6,8	12	26	0,23	23
C105BIS	CA02	1,00-1,50	A	23/07/2019	17/205310	91	88	5,5	0,13	5,7	30	<0,025	18	7,8	9,2	28	0,26	<0,76
C105BIS	CA03	1,50-2,30	A	23/07/2019	18/205310	85	100	8,5	0,12	9,5	54	<0,029	32	13	16	50	0,32	27
C105TER	CA01	0,00-1,00	A	04/11/2019	07/210453	86	100	9,7	0,31	11	63	<0,027	41	17	67	70	0,33	8,9
C105TER	CA02	1,00-1,50	A	04/11/2019	08/210453	97	20	0,9	0,041	0,93	5,3	<0,0054	3,5	1,1	3,9	6,3	0,057	3,2
C105TER	CA03	1,50-2,30	A	04/11/2019	09/210453	97	36	1,3	0,066	1,2	6,7	<0,0100	4,4	1,4	3,3	7,4	0,096	5,8
A016	CA01	0,00-1,00	A	22/07/2019	10/205310	94	93	9	0,24	9,8	57	<0,025	35	20	51	63	0,31	36
A016	CA02	1,00-1,50	A	22/07/2019	11/205310	90	96	7,2	0,2	10	67	<0,030	39	15	30	63	0,35	35
A016	CA03	1,50-2,30	A	22/07/2019	12/205310	86	100	4,9	0,13	8,1	56	<0,029	32	9,7	16	49	0,24	<0,78
A017	CA01	0,00-1,00	A	22/07/2019	07/205310	88	98	12	0,2	13	72	0,027	49	15	34	72	0,33	<0,80
A017	CA02	1,00-1,50	A	22/07/2019	08/205310	88	96	11	0,12	9,6	60	<0,027	37	10	18	57	0,23	<0,89
A017	CA03	1,50-2,30	A	22/07/2019	09/205310	87	100	9,4	0,12	8,5	59	<0,026	33	9,1	15	52	0,22	14
A018	CA01	0,00-1,00	A	22/07/2019	04/205310	89	99	9,5	0,14	9,1	55	<0,029	34	11	17	51	0,3	<0,83
A018	CA02	1,00-1,50	A	22/07/2019	05/205310	87	99	11	0,13	11	65	<0,029	41	14	20	63	0,24	<0,87
A018	CA03	1,50-2,30	A	22/07/2019	06/205310	85	99	10	0,12	11	53	<0,029	37	12	18	63	0,27	<0,82
A019	CA01	0,00-1,00	A	31/10/2019	48/210349	91	100	10	0,15	10	72	<0,029	45	13	22	74	0,21	<0,91
A019	CA02	1,00-1,50	A	31/10/2019	49/210349	80	100	8,8	0,13	13	63	<0,030	44	12	21	68	0,16	<0,90

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 136 di 151	Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A019	CA03	1,50-2,30	A	31/10/2019	50/210349	88	100	7,6	0,14	9,4	66	0,042	40	12	20	68	0,17	<0,84
A020	CA01	0,00-1,00	A	16/07/2019	12/204963	93	78	7,3	0,14	6	39	<0,023	24	7,6	25	39	0,22	17
A020	CA02	1,00-3,00	A	16/07/2019	13/204963	87	100	13	0,15	10	70	<0,030	41	10	23	63	0,21	20
A020	CA03	4,00-5,00	A	16/07/2019	14/204963	87	100	12	0,14	9,1	67	<0,030	38	10	21	60	0,24	<0,84
A021	CA01	0,00-1,00	A	17/07/2019	15/204963	88	100	12	0,15	11	77	<0,029	46	11	27	70	0,26	<0,88
A021	CA02	1,00-3,00	A	17/07/2019	16/204963	86	100	13	0,16	10	67	<0,029	40	10	23	62	0,21	<0,73
A021	CA03	4,00-5,00	A	17/07/2019	17/204963	86	100	10	0,13	11	72	<0,028	43	11	23	65	0,21	<0,94
A022	CA01	0,00-1,00	Agricola	17/07/2019	18/204963	90	100	10	0,2	10	74	<0,027	43	12	65	70	0,27	<0,86
A022	CA02	1,00-1,50	Agricola	17/07/2019	19/204963	89	100	11	0,19	12	76	<0,029	46	13	64	67	0,27	<0,77
A022	CA03	1,50-2,30	Agricola	17/07/2019	20/204963	87	100	11	0,17	11	71	<0,028	44	12	26	63	0,24	<0,76
A023	CA01	0,00-1,00	Agricola	17/07/2019	21/204963	93	83	8,9	0,16	8,9	61	<0,023	37	10	33	54	0,25	11
A023	CA02	1,00-3,00	Agricola	17/07/2019	22/204963	85	100	11	0,14	12	78	<0,029	49	12	26	69	0,15	<0,82
A023	CA03	4,00-5,00	Agricola	17/07/2019	23/204963	83	100	12	0,15	12	87	<0,028	51	13	29	74	0,25	<0,94
A024	CA01	0,00-1,00	A	18/02/2020	13/215850	86	100	12	0,19	12	71	<0,029	47	17	29	69	0,34	<0,82
A024	CA02	1,00-3,00	A	18/02/2020	14/215850	88	100	11	0,21	10	66	<0,028	41	14	26	61	0,31	<0,95
A024	CA03	4,00-5,00	A	18/02/2020	15/215850	83	100	10	0,18	12	81	<0,029	50	14	23	72	0,3	<0,90
A025	CA01	0,00-1,00	Agricola	18/02/2020	10/215850	87	100	11	0,18	11	67	0,033	43	15	20	60	0,33	<0,85
A025	CA02	1,00-3,00	Agricola	18/02/2020	11/215850	91	100	9,2	0,12	9,2	58	<0,029	36	11	17	50	0,27	<0,87
A025	CA03	4,00-5,00	Agricola	18/02/2020	12/215850	87	100	9,5	0,19	10	70	<0,029	43	13	20	60	0,32	<0,88
A026	CA01	0,00-1,00	Agricola	04/11/2019	04/210453	85	100	9,4	0,12	10	73	<0,028	43	12	20	70	0,26	<0,78
A026	CA02	1,00-3,00	Agricola	04/11/2019	05/210453	85	100	12	0,16	13	82	<0,029	48	13	23	76	0,26	<0,86
A026	CA03	4,00-5,00	Agricola	04/11/2019	06/210453	85	100	9,8	0,16	9,9	81	<0,028	44	12	21	73	0,25	<0,97
A027	CA01	0,00-1,00	A	18/02/2020	07/215850	85	100	11	0,22	12	67	0,04	46	16	30	66	0,3	<0,90
A027	CA02	1,00-1,50	A	18/02/2020	08/215850	87	100	10	0,18	9,7	63	<0,027	40	11	18	53	0,33	<0,91
A027	CA03	1,50-2,30	A	18/02/2020	09/215850	87	99	8,1	0,11	7,8	52	<0,029	31	9,3	14	42	0,26	<0,85
A028	CA01	0,00-1,00	Agricola	25/07/2019	09/205386	86	100	7,3	0,19	11	67	<0,029	46	13	22	66	0,35	<0,94
A028	CA02	1,00-1,50	Agricola	25/07/2019	10/205386	86	99	11	0,16	9,7	65	<0,029	41	12	17	66	0,3	12
A028	CA03	1,50-2,30	Agricola	25/07/2019	11/205386	89	88	3	0,11	3,3	15	<0,025	11	4,2	8,3	17	0,28	14
A029	CA01	0,00-1,00	A	25/07/2019	12/205386	86	96	5,8	0,12	6,4	33	<0,028	23	7,8	12	33	0,32	21
A029	CA02	1,00-1,50	A	25/07/2019	13/205386	95	58	2,8	0,13	2,8	13	<0,0160	9,6	3,3	7,4	16	0,2	11
A029	CA03	1,50-2,30	A	25/07/2019	14/205386	93	28	1,1	0,057	1,3	5,3	<0,0078	3,8	1,4	5,1	7,5	0,093	2,6

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 137 di 151	Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
C106	CA01	0,00-1,00	A	12/10/2017		85,29	98,3	7,3	<RL	6,9	22,7	<RL	25,1	10,1	24,8	46,6	<RL	22
C106	CA02	1,00-1,50	A	12/10/2017		91,3	87,6	4,9	<RL	3,89	10,9	<RL	12,6	4,6	34,9	35,3	<RL	16,5
C106	CA03	1,50-2,30	A	12/10/2017		94,08	54,5	2,06	<RL	1,64	3,95	<RL	4,4	1,73	11,7	12,8	<RL	<RL
A031	CA01	0,00-1,00	A	26/07/2019	15/205386	89	98	8,1	0,18	9,4	49	<0,028	33	14	17	49	0,37	<0,76
A031	CA02	1,00-1,50	A	26/07/2019	16/205386	88	92	5,2	0,12	6,5	33	<0,025	23	7,6	11	32	0,31	<0,85
A031	CA03	1,50-2,30	A	26/07/2019	17/205386	94	67	7,8	0,11	4,2	20	<0,0190	13	5,6	7,5	19	0,26	13
A032	CA01	0,00-1,00	A	17/02/2020	04/215850	90	99	13	0,17	13	73	0,028	45	20	22	62	0,31	<0,83
A032	CA02	1,00-1,50	A	17/02/2020	05/215850	90	100	13	0,18	14	73	<0,027	47	19	23	65	0,33	<0,91
A032	CA03	1,50-2,30	A	17/02/2020	06/215850	89	100	14	0,24	14	82	<0,028	52	20	26	74	0,4	<0,92
A033	CA01	0,00-1,00	A	17/02/2020	01/215850	96	42	4,6	0,08	2,4	13	<0,0110	8,3	3,4	6,2	13	0,16	<0,38
A033	CA02	1,00-3,00	A	17/02/2020	02/215850	83	100	9,9	0,2	12	88	0,035	53	15	25	76	0,17	<0,99
A033	CA03	4,00-5,00	A	17/02/2020	03/215850	83	100	13	0,15	13	86	0,029	54	14	26	75	0,13	<1,10
A034	CA01	0,00-1,00	A	04/11/2019	01/210453	88	100	12	0,16	14	82	<0,028	54	14	26	79	0,32	<0,86
A034	CA02	1,00-3,00	A	04/11/2019	02/210453	85	100	17	0,18	17	87	<0,029	67	14	28	79	0,26	<0,81
A034	CA03	4,00-5,00	A	04/11/2019	03/210453	84	100	13	0,17	18	91	<0,029	66	14	27	82	0,31	<0,97
C109BIS	CA01	0,00-1,00	A	12/205680	30/07/2019	85	100	12	0,15	11	50	<0,028	34	22	17	48	0,28	23
C109BIS	CA02	1,00-1,50	A	13/205680	30/07/2019	84	100	12	0,13	10	57	<0,029	38	22	20	54	0,32	22
C109BIS	CA03	1,50-2,30	A	14/205680	30/07/2019	85	100	11	0,14	12	50	<0,028	34	24	16	46	0,28	<0,83
C109TER	CA01	0,00-1,00	A	30/10/2019	37/210349	89	99	6,6	0,14	8,9	64	0,032	38	10	18	63	0,19	<0,73
C109TER	CA02	1,00-1,50	A	30/10/2019	38/210349	89	99	10	0,14	10	70	0,044	41	12	21	71	0,18	<0,87
C109TER	CA03	1,50-2,30	A	30/10/2019	39/210349	88	99	8,8	0,14	9,1	69	<0,030	40	11	19	64	0,21	<0,92
A036	CA01	0,00-1,00	A	30/07/2019	15/205680	84	100	12	0,21	10	55	<0,028	35	25	48	58	0,33	<0,95
A036	CA02	1,00-1,50	A	30/07/2019	16/205680	87	100	12	0,13	11	59	<0,028	38	23	19	55	0,3	26
A036	CA03	1,50-2,30	A	30/07/2019	17/205680	83	100	18	0,15	14	67	<0,028	43	24	19	63	0,37	32
A037	CA01	0,00-1,00	A	30/10/2019	34/210349	92	100	9,7	0,17	11	55	0,041	42	13	20	59	0,2	11
A037	CA02	1,00-1,50	A	30/10/2019	35/210349	92	99	8,6	0,16	10	56	<0,029	40	12	20	58	0,22	<0,86
A037	CA03	1,50-2,30	A	30/10/2019	36/210349	90	99	10	0,15	11	63	<0,028	42	13	22	64	0,2	<0,91
A038	CA01	0,00-1,00	A	30/10/2019	31/210349	91	100	8	0,15	9,5	65	0,031	39	12	22	63	0,22	11
A038	CA02	1,00-1,50	A	30/10/2019	32/210349	90	100	10	0,13	11	66	0,033	41	12	20	68	0,19	<0,91
A038	CA03	1,50-2,30	A	30/10/2019	33/210349	89	100	10	0,15	10	70	<0,029	41	12	21	69	0,18	<0,97
A039	CA01	0,00-1,00	A	30/10/2019	28/210349	91	100	8,9	0,16	10	70	0,037	44	13	27	68	0,21	2,6

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo	SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 138 di 151	Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A		20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50
						colonna B		50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola		30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50
A039	CA02	1,00-1,50	A	30/10/2019	29/210349	91	100	9,5	0,15	12	70	<0,028	45	12	21	68	0,21	<0,85
A039	CA03	1,50-2,30	A	30/10/2019	30/210349	89	100	9,4	0,12	9,2	70	<0,029	41	11	20	70	0,18	<0,95
A040	CA01	0,00-1,00	A	29/10/2019	25/210349	88	98	10	0,14	8,8	59	<0,029	35	12	34	62	0,22	<0,84
A040	CA02	1,00-1,50	A	29/10/2019	26/210349	89	100	10	0,14	8,4	71	<0,030	34	11	21	68	0,2	5,5
A040	CA03	1,50-2,30	A	29/10/2019	27/210349	87	100	19	0,16	14	87	<0,029	66	16	34	92	0,19	<0,78
A041	CA01	0,00-1,00	A	31/07/2019	33/205680	90	96	11	0,18	11	60	0,044	45	22	27	54	0,3	38
A041	CA02	1,00-1,50	A	31/07/2019	34/205680	95	98	9,5	0,14	9,4	56	<0,028	39	17	22	53	0,31	15
A041	CA03	1,50-2,30	A	31/07/2019	35/205680	92	97	12	0,15	12	58	<0,028	46	29	26	67	0,31	<0,79
A042	CA01	0,00-1,00	A	29/10/2019	22/210349	84	100	15	0,11	15	77	<0,028	55	23	30	70	0,32	8,6
A042	CA02	1,00-1,50	A	29/10/2019	23/210349	87	100	12	0,12	14	63	<0,029	44	21	35	64	0,3	40
A042	CA03	1,50-2,30	A	29/10/2019	24/210349	87	98	13	0,091	15	73	<0,027	42	22	21	65	0,26	<0,80
A044	CA01	0,00-1,00	A	19/02/2020	16/215850	87	99	12	0,23	12	69	0,055	44	20	26	63	0,37	<0,97
A044	CA02	1,00-1,50	A	20/02/2020	17/215850	89	100	15	0,11	15	92	0,034	61	21	27	83	0,39	<0,93
A044	CA03	1,50-2,30	A	21/02/2020	18/215850	90	94	12	0,12	11	71	<0,028	49	14	22	66	0,32	<0,88
A045	CA01	0,00-1,00	A	01/08/2019	01/205734	95	100	9,8	0,13	9,9	48	<0,029	31	14	18	44	0,36	<0,87
A045	CA02	1,00-1,50	A	01/08/2019	02/205734	93	100	11,0	0,14	10	49	<0,029	33	15	16	46	0,39	<0,95
A045	CA03	1,50-2,30	A	01/08/2019	03/205734	93	100	12,0	0,15	12	57	<0,029	36	18	18	51	0,38	2,6
C110	CA01	0,00-1,00	B	17/10/2017		87,65	75,5	4,3	<RL	2,75	11,8	<RL	10,6	31,5	66	76	<RL	46,5
C110	CA02	1,00-1,50	B	17/10/2017		84,9	81,7	3,9	<RL	3,76	17,4	1,6	15,2	19,8	40,4	129	<RL	286
C110	CA03	1,50-2,30	B	17/10/2017		83,8	99,7	7,7	<RL	8,2	27,5	<RL	29,6	10,3	18	46,7	<RL	<RL
A047	CA01	0,00-1,00	B	01/08/2019	09/205734	92	100	10,0	0,25	9,4	54	0,082	32	23	42	58	0,44	43
A047	CA02	1,00-3,00	B	01/08/2019	10/205734	64	100	8,0	0,15	9,7	81	<0,029	45	15	22	65	0,27	65
A047	CA03	4,00-5,00	B	01/08/2019	11/205734	92	43	1,7	0,078	1,5	5,6	<0,0120	4,5	1,2	2,3	5,2	0,17	29
A048	CA01	0,00-1,00	Agricola	28/10/2019	10/210349	85	100	11,0	0,22	13	81	<0,028	51	17	37	79	0,26	<0,79
A048	CA02	1,00-1,50	Agricola	28/10/2019	11/210349	83	100	13,0	0,19	14	86	<0,029	56	19	28	87	0,32	<0,86
A048	CA03	1,50-2,30	Agricola	28/10/2019	12/210349	84	100	12,0	0,19	13	82	<0,029	54	17	26	79	0,3	<0,77
A049	CA01	0,00-1,00	A	01/08/2019	18/205734	92	100	11,0	0,17	10	67	<0,029	40	14	20	58	0,33	38
A049	CA02	1,00-1,50	A	01/08/2019	19/205734	90	100	10,0	0,16	11	64	<0,028	42	14	20	59	0,37	19
A049	CA03	1,50-2,30	A	01/08/2019	22/205734	86	100	11,0	0,18	11	75	<0,028	45	15	22	67	0,38	17
A050	CA01	0,00-1,00	Agricola	01/08/2019	23/205734	89	100	13,0	0,16	10	71	<0,028	41	14	20	60	0,32	12
A050	CA02	1,00-1,50	Agricola	01/08/2019	24/205734	88	100	11,0	0,095	9,2	73	<0,028	38	11	19	63	0,28	<0,86

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 139 di 151	Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A050	CA03	1,50-2,30	Agricola	01/08/2019	25/205734	87	100	8,7	0,11	9,8	71	<0,028	38	12	17	60	0,27	<0,82
A051	CA01	0,00-1,00	Agricola	28/10/2019	13/210349	92	100	12,0	0,17	11	66	<0,029	41	16	22	66	0,2	<0,74
A051	CA02	1,00-1,50	Agricola	28/10/2019	14/210349	91	100	11,0	0,17	12	69	<0,029	44	16	23	69	0,22	<0,74
A051	CA03	1,50-2,30	Agricola	28/10/2019	15/210349	90	99	17,0	0,084	16	74	<0,028	46	31	22	78	0,22	<0,91
A052	CA01	0,00-1,00	A	06/08/2019	01/206124	92	100	11,0	0,16	11	70	<0,029	43	14	20	71	0,31	12
A052	CA02	1,00-1,50	A	06/08/2019	02/206124	91	100	9,8	0,16	11	79	<0,029	46	15	24	72	0,31	6,4
A052	CA03	1,50-2,30	A	06/08/2019	03/206124	89	100	11,0	0,16	11	80	<0,029	45	15	25	71	0,33	12
A053	CA01	0,00-1,00	A	06/08/2019	04/206124	86	100	10,0	0,16	11	76	<0,028	45	15	23	71	0,4	34
A053	CA02	1,00-3,00	A	06/08/2019	05/206124	87	99	12,0	0,16	10	71	<0,028	44	16	21	70	0,35	7,3
A053	CA03	4,00-5,00	A	06/08/2019	06/206124	87	99	13,0	0,15	12	72	<0,026	43	19	20	67	0,4	10
A054	CA01	0,00-1,00	A	06/08/2019	07/206124	86	100	16,0	0,19	15	80	<0,029	53	17	27	76	0,37	4,1
A054	CA02	1,00-3,00	A	06/08/2019	08/206124	85	100	23,0	0,18	17	74	<0,029	53	20	26	72	0,36	4,3
A054	CA03	4,00-5,00	A	06/08/2019	09/206124	84	100	12,0	0,18	14	73	<0,030	51	19	24	70	0,4	28
A055	CA01	0,00-1,00	A	06/08/2019	13/206124	88	99	11	0,17	11	77	<0,027	48	16	25	75	0,33	16
A055	CA02	1,00-1,50	A	06/08/2019	14/206124	88	100	10	0,2	11	86	<0,028	50	17	29	81	0,32	6,6
A055	CA03	1,50-2,30	A	06/08/2019	15/206124	87	99	12	0,15	13	86	<0,028	57	17	29	84	0,3	38
A056	CA01	0,00-1,00	A	28/10/2019	04/210349	86	100	9,3	0,16	13	85	0,044	51	15	32	79	0,24	<0,85
A056	CA02	1,00-1,50	A	28/10/2019	05/210349	88	100	13	0,18	15	100	0,058	64	17	32	95	0,21	<0,81
A056	CA03	1,50-2,30	A	28/10/2019	06/210349	85	100	11	0,19	13	85	0,063	55	15	28	95	0,2	<0,88
A057	CA01	0,00-1,00	A	28/10/2019	07/210349	85	100	12	0,18	13	90	0,073	56	16	30	86	0,19	<0,88
A057	CA02	1,00-1,50	A	28/10/2019	08/210349	85	100	11	0,19	14	92	0,082	56	17	30	90	0,2	<0,85
A057	CA03	1,50-2,30	A	28/10/2019	09/210349	86	100	11	0,16	13	86	0,073	53	16	29	82	0,21	<0,89
A058	CA01	0,00-1,00	A	28/10/2019	16/210349	92	100	13	0,19	13	92	<0,027	53	17	29	86	0,22	<0,77
A058	CA02	1,00-1,50	A	28/10/2019	17/210349	90	97	12	0,16	15	91	0,05	54	16	28	90	0,19	<0,75
A058	CA03	1,50-2,30	A	28/10/2019	18/210349	89	100	7,8	0,16	12	76	<0,029	47	14	24	73	0,21	<0,80
A059	CA01	0,00-1,00	A	07/08/2019	25/206124	95	99	12	0,16	11	76	<0,029	44	16	30	74	0,31	29
A059	CA02	1,00-3,00	A	07/08/2019	26/206124	92	99	9	0,18	9,5	67	<0,029	40	13	31	65	0,3	11
A059	CA03	4,00-5,00	A	07/08/2019	27/206124	91	99	11	0,17	12	80	<0,028	48	15	53	90	0,34	11
A060	CA01	0,00-1,00	A	26/02/2020	01/216529	89	99	10	0,19	13	88	0,038	51	16	37	73	0,38	<0,95
A060	CA02	1,00-3,00	A	26/02/2020	02/216529	91	99	11	0,19	13	84	0,034	51	16	27	70	0,36	<0,77
A060	CA03	4,00-5,00	A	26/02/2020	03/216529	89	97	11	0,2	13	88	0,055	53	16	26	73	0,39	15

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 140 di 151	Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A061	CA01	0,00-1,00	A	08/08/2019	04/206123	87	97	7,7	0,13	7	46	<0,028	27	9,5	21	45	0,35	8,4
A061	CA02	1,00-1,50	A	08/08/2019	05/206123	85	100	7,7	0,1	6,9	46	<0,030	27	8,2	16	39	0,33	<0,88
A061	CA03	1,50-2,30	A	08/08/2019	06/206123	86	99	3,5	0,088	2,6	18	<0,028	10	5,1	11	18	0,32	<0,79
A062	CA01	0,00-1,00	A	08/08/2019	07/206123	89	97	10	0,19	9,5	48	<0,027	32	20	19	51	0,34	7,2
A062	CA02	1,00-1,50	A	08/08/2019	08/206123	87	100	15	0,21	14	57	<0,029	41	29	26	63	0,34	<0,78
A062	CA03	1,50-2,30	A	08/08/2019	09/206123	88	100	12	0,2	12	56	<0,029	35	24	47	68	0,47	2,8
A063	CA01	0,00-1,00	A	19/08/2019	01/206444	91	87	13	0,19	13	73	<0,025	47	20	40	75	0,35	22
A063	CA02	1,00-1,50	A	19/08/2019	02/206444	91	94	14	0,2	14	79	<0,028	53	23	28	74	0,39	8,2
A063	CA03	1,50-2,30	A	19/08/2019	03/206444	88	97	14	0,14	15	76	<0,028	49	25	23	71	0,33	<0,85
A064	CA01	0,00-1,00	A	19/08/2019	04/206444	91	88	12	0,3	12	65	<0,026	43	22	37	70	0,35	7,1
A064	CA02	1,00-1,50	A	19/08/2019	05/206444	91	92	13	0,27	13	69	<0,026	46	24	41	75	0,35	7,5
A064	CA03	1,50-2,30	A	19/08/2019	06/206444	90	100	13	0,22	14	78	<0,027	49	24	32	76	0,38	5,2
A065	CA01	0,00-1,00	A	20/08/2019	09/206444	88	99	11	0,27	11	63	<0,028	39	20	49	63	0,37	14
A065	CA02	1,00-1,50	A	20/08/2019	10/206444	88	99	11	0,19	13	66	<0,027	42	19	26	60	0,4	9,1
A065	CA03	1,50-2,30	A	20/08/2019	11/206444	85	100	9,1	0,16	12	74	<0,028	47	18	26	68	0,41	15
A066	CA01	0,00-1,00	Agricola	28/10/2019	01/210349	87	100	13	0,18	16	85	0,039	56	21	23	83	0,3	<0,91
A066	CA02	1,00-1,50	Agricola	28/10/2019	02/210349	87	100	12	0,17	13	75	<0,029	52	17	25	73	0,26	<0,99
A066	CA03	1,50-2,30	Agricola	28/10/2019	03/210349	86	97	7,2	0,16	7	51	0,029	29	9,1	14	45	0,22	<0,95
A067	CA01	0,00-1,00	Agricola	22/08/2019	22/206444	92	99	12	0,21	13	70	<0,028	47	18	32	71	0,38	25
A067	CA02	1,00-1,50	Agricola	22/08/2019	23/206444	92	99	9,6	0,18	12	58	<0,029	40	18	22	58	0,37	20
A067	CA03	1,50-2,30	Agricola	22/08/2019	24/206444	90	97	7,4	0,13	9,4	55	<0,026	36	10	16	50	0,31	18
A070	CA01	0,00-1,00	B	22/07/2019	04/206474	92	100	17	0,23	12	69	<0,029	44	13	40	75	0,41	3,2
A070	CA02	1,00-1,50	B	22/07/2019	05/206474	91	100	16	0,2	12	69	<0,027	44	13	37	83	0,42	3
A070	CA03	1,50-2,30	B	22/07/2019	06/206474	90	100	16	0,17	12	75	<0,027	46	14	25	73	0,42	3,4
A071	CA01	0,00-1,00	A	22/07/2019	07/206474	86	100	19	0,26	16	110	<0,028	65	17	37	100	0,42	3,2
A071	CA02	1,00-1,50	A	22/07/2019	08/206474	88	100	17	0,16	13	85	<0,027	52	15	26	82	0,41	5,4
A071	CA03	1,50-2,30	A	22/07/2019	09/206474	87	100	16	0,15	11	64	<0,029	42	21	22	69	0,39	26
A072	CA01	0,00-1,00	A	22/08/2019	10/206474	0	0	<0,33	<0,097	<0,098	<0,280	<0,057	<0,200	<0,200	<0,56	<2,50	<0,270	<1,30
A072	CA02	1,00-1,50	A	22/08/2019	11/206474	0	0	<0,33	<0,097	<0,098	<0,280	<0,057	<0,200	<0,200	<0,56	<2,50	<0,270	<1,30
A072	CA03	1,50-2,30	A	22/08/2019	12/206474	0	0	<0,33	<0,097	<0,098	<0,280	<0,057	<0,200	<0,200	<0,56	<2,50	<0,270	<1,30

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 141 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A073	CA01	0,00-1,00	A	23/10/2019	14/209907	87	100	10	0,21	10	71	0,045	42	13	21	63	0,31	4,1
A073	CA02	1,00-1,50	A	23/10/2019	15/209907	87	100	8,3	0,23	10	75	0,061	47	14	23	68	0,28	<0,81
A073	CA03	1,50-2,30	A	23/10/2019	16/209907	87	100	7,6	0,17	10	75	0,054	46	13	23	68	0,27	<0,73
A074	CA01	0,00-1,00	A	23/08/2019	19/206474	92	100	19	0,13	11	75	0,044	45	12	22	68	0,36	14
A074	CA02	1,00-3,00	A	23/08/2019	20/206474	93	100	19	0,12	11	68	0,036	42	11	20	66	0,33	8,9
A074	CA03	4,00-5,00	A	23/08/2019	21/206474	85	100	13	0,12	14	94	0,034	56	13	22	77	0,38	20
A075	CA01	0,00-1,00	A	23/10/2019	17/209907	88	95	11	0,18	10	67	0,045	40	14	21	60	0,29	3,9
A075	CA02	1,00-3,00	A	23/10/2019	18/209907	89	100	14	0,14	11	80	0,052	49	14	23	71	0,3	<0,70
A075	CA03	4,00-5,00	A	23/10/2019	19/209907	84	100	9,6	0,28	9,4	81	0,07	54	14	32	76	0,27	<0,92
A076	CA01	0,00-1,00	A	23/08/2019	22/206474	92	99	18	0,15	13	84	0,04	49	12	28	68	0,39	<0,73
A076	CA02	1,00-1,50	A	23/08/2019	23/206474	89	100	17	0,15	15	92	0,042	58	14	23	76	0,36	<0,79
A076	CA03	1,50-2,30	A	23/08/2019	24/206474	87	100	14	0,14	15	91	0,051	60	14	22	76	0,37	<0,91
A077	CA01	0,00-1,00	A	26/08/2019	01/206699	89	100	12	0,18	12	81	0,042	48	14	26	74	0,31	7,8
A077	CA02	1,00-1,50	A	26/08/2019	02/206699	88	100	12	0,16	11	78	0,04	46	13	26	71	0,31	<0,93
A077	CA03	1,50-2,30	A	26/08/2019	03/206699	87	100	11	0,18	11	80	0,042	46	13	26	72	0,36	<0,77
A078	CA01	0,00-1,00	A	27/08/2019	04/206699	90	100	14	0,22	14	83	0,039	51	17	29	75	0,36	<0,90
A078	CA02	1,00-1,50	A	27/08/2019	05/206699	88	100	14	0,2	15	83	0,047	52	18	28	80	0,33	<0,99
A078	CA03	1,50-2,30	A	27/08/2019	06/206699	89	96	12	0,15	11	59	0,032	38	11	26	58	0,27	11
A079	CA01	0,00-1,00	A	27/08/2019	07/206699	91	100	11	0,17	11	68	0,036	42	14	23	65	0,29	<0,80
A079	CA02	1,00-1,50	A	27/08/2019	08/206699	91	100	11	0,18	12	68	0,033	43	16	23	64	0,25	<0,93
A079	CA03	1,50-2,30	A	27/08/2019	09/206699	94	97	11	0,17	12	67	0,032	42	15	24	64	0,24	<0,82
A080	CA01	0,00-1,00	A	27/08/2019	10/206699	86	100	11	0,19	11	74	0,041	44	27	78	69	0,28	8,8
A080	CA02	1,00-1,50	A	27/08/2019	11/206699	86	100	8,2	0,13	6,9	55	0,031	32	8,8	18	45	0,34	<1,00
A080	CA03	1,50-2,30	A	27/08/2019	12/206699	87	100	8,3	0,19	12	73	0,044	43	12	26	64	0,32	22
A081	CA01	0,00-1,00	A	27/08/2019	13/206699	87	99	14	0,08	14	81	0,048	46	20	26	75	0,43	<0,98
A081	CA02	1,00-1,50	A	27/08/2019	14/206699	86	99	13	0,15	13	73	0,052	43	19	24	68	0,43	13
A081	CA03	1,50-2,30	A	27/08/2019	15/206699	87	92	12	0,14	12	62	0,044	37	19	20	62	0,33	<0,73
A082	CA01	0,00-1,00	A	28/08/2019	16/206699	91	100	13	0,19	12	66	0,056	43	22	28	66	0,39	<0,85
A082	CA02	1,00-1,50	A	28/08/2019	17/206699	91	97	13	0,18	13	66	0,052	41	25	24	63	0,38	<0,78
A082	CA03	1,50-2,30	A	28/08/2019	18/206699	90	100	13	0,15	13	68	0,052	42	25	22	63	0,35	<0,86
A083	CA01	0,00-1,00	A	28/08/2019	19/206699	89	99	14	0,26	13	67	0,047	46	22	26	70	0,39	<0,77

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 142 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A083	CA02	1,00-1,50	A	28/08/2019	20/206699	89	96	14	0,16	13	66	0,048	45	24	24	71	0,35	15
A083	CA03	1,50-2,30	A	28/08/2019	21/206699	88	100	14	0,12	12	63	0,055	40	24	22	62	0,36	<0,93
A084	CA01	0,00-1,00	A	28/08/2019	22/206699	90	100	10	0,12	8,8	65	0,035	36	12	21	58	0,35	<0,83
A084	CA02	1,00-1,50	A	28/08/2019	23/206699	86	100	16	0,17	11	69	0,051	42	13	25	66	0,34	<0,88
A084	CA03	1,50-2,30	A	28/08/2019	24/206699	81	100	7,4	0,18	11	84	0,046	50	15	26	77	0,36	<0,93
A085	CA01	0,00-1,00	A	29/08/2019	01/206767	91	100	12	0,19	12	72	<0,028	46	17	52	73	0,39	10
A085	CA02	1,00-3,00	A	29/08/2019	02/206767	90	100	11	0,15	9,8	77	<0,028	48	12	22	67	0,3	9,9
A085	CA03	4,00-5,00	A	29/08/2019	03/206767	86	100	23	0,16	12	100	<0,028	62	13	24	84	0,35	20
A086	CA01	0,00-1,00	A	28/08/2019	25/206699	89	95	9,3	0,17	7,8	56	0,042	32	12	19	52	0,31	<0,70
A086	CA02	1,00-1,50	A	28/08/2019	26/206699	89	100	11	0,16	9	58	0,04	33	12	22	54	0,34	<0,78
A086	CA03	1,50-2,30	A	28/08/2019	27/206699	86	100	43	0,13	9,4	68	0,042	35	14	20	59	0,35	<1,00
A087	CA01	0,00-1,00	A	29/08/2019	07/206767	90	99	8,9	0,14	9,7	65	<0,028	40	12	20	60	0,35	19
A087	CA02	1,00-1,50	A	29/08/2019	08/206767	89	100	11	0,14	11	62	<0,028	40	12	20	59	0,31	<0,99
A087	CA03	1,50-2,30	A	29/08/2019	09/206767	88	100	10	0,13	11	66	<0,029	43	12	21	64	0,31	21
A088	CA01	0,00-1,00	A	23/10/2019	11/209907	87	100	12	0,18	9,5	67	0,053	39	15	18	62	0,31	3,9
A088	CA02	1,00-3,00	A	23/10/2019	12/209907	84	99	14	0,14	11	78	0,053	44	14	19	67	0,3	<0,87
A088	CA03	4,00-5,00	A	23/10/2019	13/209907	84	100	13	0,15	9,6	68	0,058	38	13	18	61	0,26	<0,82
A089	CA01	0,00-1,00	Agricola	29/08/2019	13/206767	91	99	11	0,17	11	66	<0,028	40	14	23	65	0,36	47
A089	CA02	1,00-3,00	Agricola	29/08/2019	14/206767	86	99	12	0,16	11	72	<0,028	44	14	22	70	0,35	8,3
A089	CA03	4,00-5,00	Agricola	29/08/2019	15/206767	83	100	11	0,11	12	89	<0,028	54	14	22	76	0,22	9
A090	CA01	0,00-1,00	A	29/08/2019	16/206767	89	100	11	0,15	10	61	<0,028	42	13	22	64	0,37	13
A090	CA02	1,00-3,00	A	29/08/2019	17/206767	82	100	3,4	0,17	10	64	<0,029	41	12	19	67	0,31	<1,00
A090	CA03	4,00-5,00	A	29/08/2019	18/206767	84	100	23	0,07	15	77	<0,028	45	23	25	79	0,35	26
A091	CA01	0,00-1,00	A	29/08/2019	19/206767	90	98	11	0,17	11	67	<0,028	41	13	21	65	0,36	7,8
A091	CA02	1,00-1,50	A	29/08/2019	20/206767	88	100	12	0,15	12	74	<0,028	46	14	24	73	0,35	17
A091	CA03	1,50-2,30	A	29/08/2019	21/206767	86	100	11	0,14	10	65	<0,029	42	13	22	67	0,37	8
A092	CA01	0,00-1,00	A	02/09/2019	01/207129	91	90	14	0,21	12	56	0,081	37	24	26	58	0,42	45
A092	CA02	1,00-1,50	A	02/09/2019	02/207129	91	88	14	0,24	12	58	0,055	37	22	19	61	0,37	14
A092	CA03	1,50-2,30	A	02/09/2019	03/207129	91	94	13	0,26	13	58	0,057	43	21	22	65	0,38	13
A093	CA01	0,00-1,00	A	30/08/2019	22/206767	95	92	5,9	0,13	5,8	34	<0,026	21	6,4	25	36	0,38	140
A093	CA02	1,00-1,50	A	30/08/2019	23/206767	96	82	4,4	0,095	4,7	23	<0,023	16	5	15	25	0,25	39

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 143 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A093	CA03	1,50-2,30	A	30/08/2019	24/206767	98	73	2,7	0,096	3,1	15	<0,021	9,7	2,8	8,2	17	0,17	19
A094	CA01	0,00-1,00	A	02/09/2019	04/207129	92	99	12	0,17	11	62	0,045	38	18	23	59	0,42	<0,89
A094	CA02	1,00-3,00	A	02/09/2019	05/207129	85	100	12	0,19	12	61	0,033	45	15	20	66	0,4	<0,90
A094	CA03	4,00-5,00	A	02/09/2019	06/207129	82	100	14	0,19	13	71	0,042	52	19	24	74	0,41	<0,98
A095	CA01	0,00-1,00	A	04/09/2019	07/207129	88	98	12	0,28	12	62	0,045	39	16	58	240	0,34	33
A095	CA02	1,00-3,00	A	04/09/2019	08/207129	85	100	12	0,12	11	46	0,044	32	12	15	46	0,36	<0,75
A095	CA03	4,00-5,00	A	04/09/2019	09/207129	83	100	10	0,14	11	52	0,064	34	15	17	52	0,4	<0,77
A096	CA01	0,00-1,00	A	04/09/2019	10/207129	88	100	10	0,17	11	75	0,053	46	17	23	71	0,34	<0,82
A096	CA02	1,00-1,50	A	04/09/2019	11/207129	87	100	10	0,15	11	75	0,049	47	17	24	74	0,33	<0,76
A096	CA03	1,50-2,30	A	04/09/2019	12/207129	86	100	9,7	0,16	12	72	0,047	48	17	24	73	0,34	<0,96
A097	CA01	0,00-1,00	Agricola	05/09/2019	13/207129	90	87	10	0,11	7,9	53	0,033	32	13	20	53	0,29	<0,62
A097	CA02	1,00-1,50	Agricola	05/09/2019	14/207129	88	100	9,3	0,13	10	70	0,053	41	16	23	65	0,33	<0,93
A097	CA03	1,50-2,30	Agricola	05/09/2019	15/207129	88	100	12	0,14	11	70	0,057	40	15	21	67	0,32	<0,91
A098	CA01	0,00-1,00	Agricola	05/09/2019	16/207129	93	91	12	0,16	6,9	40	0,043	24	25	16	37	0,36	<0,74
A098	CA02	1,00-1,50	Agricola	05/09/2019	17/207129	96	56	5,2	0,047	2,1	9,8	0,019	6,6	3,6	4,5	10	0,19	<0,45
A098	CA03	1,50-2,30	Agricola	05/09/2019	18/207129	97	42	5,8	0,057	3,2	10	0,15	7,7	4,2	7,5	12	0,14	<0,38
A099	CA01	0,00-1,00	A	05/09/2019	19/207129	90	98	14	0,17	11	68	0,04	41	22	21	61	0,34	<0,75
A099	CA02	1,00-1,50	A	05/09/2019	20/207129	90	100	14	0,15	12	75	0,046	45	18	21	65	0,37	<0,88
A099	CA03	1,50-2,30	A	05/09/2019	21/207129	87	100	19	0,13	11	80	0,046	47	15	22	69	0,33	<0,85
A100	CA01	0,00-1,00	A	05/09/2019	22/207129	87	100	11	0,16	10	70	0,052	40	17	26	68	0,32	<0,95
A100	CA02	1,00-1,50	A	05/09/2019	23/207129	87	100	11	0,16	9,8	65	0,046	38	17	22	62	0,36	<0,93
A100	CA03	1,50-2,30	A	05/09/2019	24/207129	85	100	11	0,15	10	50	0,032	32	17	17	48	0,36	<0,76
A101	CA01	0,00-1,00	Agricola	05/09/2019	25/207129	89	100	14	0,18	12	73	0,035	44	20	24	72	0,37	<0,95
A101	CA02	1,00-3,00	Agricola	05/09/2019	26/207129	87	100	13	0,19	11	68	0,04	41	20	22	67	0,36	<0,95
A101	CA03	4,00-5,00	Agricola	05/09/2019	27/207129	86	100	12	0,15	10	68	0,043	40	15	19	64	0,34	<0,85
A102	CA01	0,00-1,00	Agricola	05/09/2019	28/207129	90	99	15	0,18	12	62	0,033	38	20	21	60	0,36	<0,81
A102	CA02	1,00-3,00	Agricola	05/09/2019	29/207129	87	100	14	0,14	11	65	<0,028	38	20	18	62	0,46	<0,88
A102	CA03	4,00-5,00	Agricola	05/09/2019	30/207129	87	100	12	0,11	9,5	68	0,047	37	14	17	63	0,36	<0,85
A103	CA01	0,00-1,00	A	06/09/2019	31/207129	87	99	12	0,15	11	61	0,033	36	20	17	58	0,38	<0,97
A103	CA02	1,00-3,00	A	06/09/2019	32/207129	84	100	14	0,13	8,5	70	0,056	39	14	19	66	0,32	<1,00
A103	CA03	4,00-5,00	A	06/09/2019	33/207129	83	100	12	0,12	11	71	0,053	41	15	18	69	0,38	<1,10

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 144 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A104	CA01	0,00-1,00	A	09/09/2019	01/207546	88	94	15	0,14	11	58	<0,028	38	22	21	58	0,29	<0,90
A104	CA02	1,00-1,50	A	09/09/2019	02/207546	85	98	14	0,12	10	52	<0,028	33	22	17	51	0,35	<0,83
A104	CA03	1,50-2,30	A	09/09/2019	03/207546	84	91	12	0,12	9,7	50	<0,026	31	21	17	49	0,37	<0,95
A105	CA01	0,00-1,00	A	22/10/2019	06/209907	89	99	16	0,18	13	59	0,047	38	27	20	59	0,32	3,4
A105	CA02	1,00-1,50	A	22/10/2019	07/209907	89	100	14	0,17	13	66	0,048	44	20	23	66	0,31	11
A105	CA03	1,50-2,30	A	22/10/2019	08/209907	88	100	14	0,17	14	73	0,047	49	21	23	70	0,34	<0,63
A106	CA01	0,00-1,00	A	10/09/2019	04/207546	89	99	14	0,14	10	52	<0,027	35	23	25	56	0,34	<0,99
A106	CA02	1,00-1,50	A	10/09/2019	05/207546	88	99	15	0,15	12	57	<0,028	39	26	24	67	0,32	<1,00
A106	CA03	1,50-2,30	A	10/09/2019	06/207546	89	90	13	0,19	11	46	<0,026	32	23	19	54	0,28	<0,73
A107	CA01	0,00-1,00	A	10/09/2019	07/207546	91	98	14	0,16	14	60	<0,026	41	24	38	62	0,33	<0,64
A107	CA02	1,00-1,50	A	10/09/2019	08/207546	88	94	15	0,16	14	62	<0,026	39	27	20	59	0,31	<0,95
A107	CA03	1,50-2,30	A	10/09/2019	09/207546	88	97	14	0,12	11	59	<0,028	35	24	18	57	0,31	<0,95
A108	CA01	0,00-1,00	A	10/09/2019	10/207546	86	96	20	0,23	16	80	<0,028	49	35	46	78	0,34	<0,66
A108	CA02	1,00-1,50	A	10/09/2019	11/207546	85	99	15	0,14	11	58	<0,029	39	28	18	52	0,3	<1,00
A108	CA03	1,50-2,30	A	10/09/2019	12/207546	88	94	12	0,21	9,6	51	<0,027	34	24	16	49	0,28	<0,73
A109	CA01	0,00-1,00	A	10/09/2019	13/207546	89	99	21	0,2	19	90	<0,027	62	33	32	80	0,37	<0,95
A109	CA02	1,00-1,50	A	10/09/2019	14/207546	88	100	13	0,11	10	57	<0,029	35	21	27	57	0,34	<0,92
A109	CA03	1,50-2,30	A	10/09/2019	15/207546	85	99	18	0,068	17	87	<0,028	58	33	31	84	0,33	<1,00
A110	CA01	0,00-1,00	A	10/09/2019	16/207546	88	100	17	0,16	15	76	<0,029	49	27	31	76	0,65	<0,87
A110	CA02	1,00-1,50	A	10/09/2019	17/207546	88	99	14	0,11	13	66	<0,027	40	23	44	75	0,34	<0,81
A110	CA03	1,50-2,30	A	10/09/2019	18/207546	85	99	20	0,082	18	92	<0,028	74	28	46	95	0,34	<1,00
A111	CA01	0,00-1,00	A	12/09/2019	30/207546	92	99	14	0,14	11	67	<0,029	39	14	20	66	0,31	<0,82
A111	CA02	1,00-1,50	A	12/09/2019	31/207546	94	61	3,2	0,089	3,4	16	<0,0170	12	4,3	31	34	0,22	<0,54
A111	CA03	1,50-2,30	A	12/09/2019	32/207546	89	71	4,4	0,14	4,9	30	<0,0190	19	6,6	10	31	0,26	<0,66
A112	CA01	0,00-1,00	A	11/09/2019	27/207546	96	69	5,6	0,12	4,7	24	<0,0200	16	8,6	13	29	0,24	<0,48
A112	CA02	1,00-1,50	A	11/09/2019	28/207546	98	58	2,2	0,13	2	9,1	<0,0160	6,1	2,7	5,9	13	0,2	<0,43
A112	CA03	1,50-2,30	A	11/09/2019	29/207546	98	44	2,1	0,13	2	9,9	<0,0130	6,4	2,8	5,7	12	0,15	<0,300
A113	CA01	0,00-1,00	A	11/09/2019	24/207546	89	100	7,3	0,21	7,6	45	<0,029	26	18	34	53	0,39	<0,94
A113	CA02	1,00-1,50	A	11/09/2019	25/207546	87	100	5,9	0,12	5,5	34	<0,028	19	7,2	10	34	0,26	<0,91
A113	CA03	1,50-2,30	A	11/09/2019	26/207546	86	100	6,9	0,11	6,5	34	<0,029	22	8,2	16	37	0,32	<0,88
A114	CA01	0,00-1,00	A	22/10/2019	01/209907	92	100	6,5	0,13	7,4	32	0,041	23	8,9	11	41	0,33	3,1

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 145 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A114	CA02	1,00-1,50	A	22/10/2019	02/209907	84	100	8,9	0,18	8,7	46	0,058	29	13	15	48	0,36	<0,79
A114	CA03	1,50-2,30	A	22/10/2019	03/209907	87	90	5,9	0,11	6,6	35	0,042	22	8,7	12	35	0,28	<0,70
C126	CA01	0,00-1,00	A	26/10/2017		89,13	96,6	9,2	<RL	7,2	22,1	<RL	24,2	10,6	17,2	40,7	<RL	16
C126	CA02	1,00-1,50	A	26/10/2017		88,76	94,7	6,4	<RL	7,2	21,2	<RL	23	9,4	16,6	39,9	<RL	17,5
C126	CA03	1,50-2,30	A	26/10/2017		88,06	99,7	7,9	<RL	9,4	29,4	<RL	32,1	12,7	22,9	57	<RL	26,1
A116	CA01	0,00-1,00	A	11/09/2019	21/207546	95	87	4,8	0,12	4,3	23	<0,024	14	6,2	18	32	0,33	<0,74
A116	CA02	1,00-1,50	A	11/09/2019	22/207546	95	68	4,4	0,1	3,9	20	<0,0200	12	5,6	29	35	0,26	<0,61
A116	CA03	1,50-2,30	A	11/09/2019	23/207546	84	97	5,3	0,14	8,3	49	<0,028	30	11	15	51	0,43	<0,84
A117	CA01	0,00-1,00	A	12/09/2019	33/207546	88	100	9,2	0,14	7,7	48	<0,028	29	11	19	50	0,36	<0,89
A117	CA02	1,00-1,50	A	12/09/2019	34/207546	88	100	6,2	0,11	5,9	33	<0,029	20	8	22	40	0,35	6,2
A117	CA03	1,50-2,30	A	12/09/2019	35/207546	84	98	8,3	0,17	8,7	48	<0,029	32	12	16	51	0,34	<0,95
A118	CA01	0,00-1,00	A	12/09/2019	36/207546	90	100	13	0,2	9,8	58	<0,026	37	16	41	59	0,35	<0,83
A118	CA02	1,00-1,50	A	12/09/2019	37/207546	89	100	12	0,15	9,4	59	<0,030	37	12	18	58	0,3	<0,83
A118	CA03	1,50-2,30	A	12/09/2019	38/207546	89	100	12	0,13	8	51	<0,027	31	11	17	51	0,32	<0,95
A119	CA01	0,00-1,00	A	12/09/2019	39/207546	92	100	13	0,21	10	65	<0,027	39	15	24	62	0,34	<0,92
A119	CA02	1,00-1,50	A	12/09/2019	40/207546	90	100	19	0,15	13	80	<0,027	49	19	24	76	0,38	<0,89
A119	CA03	1,50-2,30	A	12/09/2019	41/207546	87	99	14	0,069	11	69	<0,027	38	17	17	70	0,4	<0,90
A120	CA01	0,00-1,00	A	13/09/2019	42/207546	90	100	13	0,17	9,3	64	<0,027	38	15	27	61	0,39	<0,93
A120	CA02	1,00-3,00	A	13/09/2019	43/207546	87	100	14	0,14	9,9	66	<0,027	40	14	17	61	0,36	<0,93
A120	CA03	4,00-5,00	A	13/09/2019	44/207546	88	100	12	0,15	8,6	57	<0,029	35	12	16	56	0,27	<0,74
A121	CA01	0,00-1,00	A	25/09/2019	19/208442	91	90	10	0,13	7,2	47	0,047	27	9,8	29	46	0,27	<0,68
A121	CA02	1,00-1,50	A	25/09/2019	20/208442	93	68	4,9	0,096	3,8	21	0,021	14	4	9,8	22	0,23	<0,54
A121	CA03	1,50-2,30	A	25/09/2019	21/208442	85	100	16	0,11	9,8	64	0,053	36	12	19	61	0,31	<0,81
A122	CA01	0,00-1,00	A	25/09/2019	16/208442	89	99	11	0,13	9	53	0,041	32	13	19	53	0,36	<0,94
A122	CA02	1,00-3,00	A	25/09/2019	17/208442	82	100	12	0,14	9,5	62	0,042	37	14	18	61	0,31	5
A122	CA03	4,00-5,00	A	25/09/2019	18/208442	82	99	11	0,16	11	69	0,051	41	14	19	62	0,37	<1,00
A123	CA01	0,00-1,00	A	16/09/2019	08/207996	92	97	11	0,22	9,8	62	<0,028	37	21	46	83	0,27	19
A123	CA02	1,00-3,00	A	16/09/2019	09/207996	94	84	8,8	0,11	5,8	36	<0,024	23	7,3	19	41	0,22	<0,59
A123	CA03	4,00-5,00	A	16/09/2019	10/207996	91	80	15	0,16	8,8	70	<0,023	40	10	24	64	0,23	<0,66
A124	CA01	0,00-1,00	A	17/09/2019	21/207996	88	99	13	0,2	11	84	<0,028	47	15	32	80	0,35	3,7
A124	CA02	1,00-1,50	A	17/09/2019	22/207996	89	99	7,5	0,15	9	66	<0,029	37	10	16	62	0,3	<0,69

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 146 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A124	CA03	1,50-2,30	A	17/09/2019	23/207996	89	99	6,6	0,14	8,6	67	<0,029	37	9,5	16	63	0,29	<0,67
A125	CA01	0,00-1,00	A	18/09/2019	24/207996	91	99	13	0,16	10	68	<0,027	39	16	26	67	0,31	<0,71
A125	CA02	1,00-3,00	A	18/09/2019	25/207996	89	92	12	0,15	10	66	<0,026	37	14	23	63	0,31	<0,57
A125	CA03	4,00-5,00	A	18/09/2019	26/207996	87	95	11	0,15	10	60	<0,027	36	14	20	60	0,3	<0,77
A126	CA01	0,00-1,00	A	19/09/2019	28/207996	88	98	12	0,12	9,1	68	<0,029	38	14	19	66	0,29	<0,71
A126	CA02	1,00-3,00	A	19/09/2019	29/207996	85	99	16	0,14	10	72	<0,029	41	11	28	77	0,3	<0,64
A126	CA03	4,00-5,00	A	19/09/2019	30/207996	85	100	8,4	0,15	10	77	<0,028	45	12	21	77	0,29	<0,74
C130	CA01	0,00-1,00	A	27/10/2017		87,29	100	13,2	<RL	9,7	35,2	<RL	39	11,4	22,5	66	<RL	<RL
C130	CA02	1,00-1,50	A	27/10/2017		87,13	100	12,3	<RL	9,5	31,8	<RL	36,1	11,3	23,7	64	<RL	27,7
C130	CA03	1,50-2,30	A	27/10/2017		83,8	100	8,5	<RL	10,6	33,5	<RL	41	12,1	24,9	69	<RL	24,1
A128	CA01	0,00-1,00	A	20/09/2019	31/207996	85	100	12	0,14	9,1	61	<0,029	35	11	20	64	0,35	<0,74
A128	CA02	1,00-3,00	A	20/09/2019	32/207996	85	100	12	0,13	11	72	<0,028	40	13	21	69	0,35	<0,83
A128	CA03	4,00-5,00	A	20/09/2019	33/207996	86	100	9,1	0,12	8,4	56	<0,028	32	9,1	17	55	0,31	<0,78
A129	CA01	0,00-1,00	A	25/09/2019	13/208442	91	100	11	0,11	8,4	57	0,054	33	10	18	53	0,3	4,1
A129	CA02	1,00-3,00	A	25/09/2019	14/208442	88	98	11	0,12	10	71	0,058	41	13	19	68	0,24	<0,90
A129	CA03	4,00-5,00	A	25/09/2019	15/208442	88	100	14	0,15	10	70	0,073	41	13	21	66	0,25	<0,92
A130	CA01	0,00-1,00	A	26/09/2019	22/208442	90	100	11	0,14	8,4	60	0,046	33	12	21	54	0,28	7,2
A130	CA02	1,00-1,50	A	26/09/2019	23/208442	93	100	12	0,076	9,2	63	0,045	36	12	18	59	0,25	<0,73
A130	CA03	1,50-2,30	A	26/09/2019	24/208442	92	99	12	0,12	9,9	68	0,052	39	13	21	64	0,27	<0,80
A131	CA01	0,00-1,00	A	25/09/2019	10/208442	90	97	12	0,065	11	65	0,041	46	16	16	56	0,3	<0,87
A131	CA02	1,00-1,50	A	25/09/2019	11/208442	91	90	7,7	0,08	6,5	44	0,046	28	8,3	9,8	36	0,25	<0,88
A131	CA03	1,50-2,30	A	25/09/2019	12/208442	90	99	13	0,15	8	52	0,046	35	10	17	52	0,25	<0,87
A132	CA01	0,00-1,00	A	24/09/2019	01/208442	86	98	12	0,14	9,6	64	0,077	37	13	24	60	0,31	44
A132	CA02	1,00-1,50	A	24/09/2019	02/208442	93	99	11	0,11	10	63	0,045	39	12	20	61	0,26	<0,80
A132	CA03	1,50-2,30	A	24/09/2019	03/208442	93	99	12	0,15	10	71	0,046	41	13	21	64	0,27	<0,92
A133	CA01	0,00-1,00	A	24/09/2019	04/208442	87	100	9,6	0,16	12	80	0,071	47	15	29	74	0,29	36
A133	CA02	1,00-1,50	A	24/09/2019	05/208442	88	99	20	0,18	12	78	0,065	49	15	26	81	0,28	<0,84
A133	CA03	1,50-2,30	A	24/09/2019	06/208442	88	99	12	0,14	13	86	0,057	51	16	24	78	0,26	<0,93
A134	CA01	0,00-1,00	A	24/09/2019	07/208442	83	97	14	0,2	12	67	0,055	40	24	34	68	0,35	5,9
A134	CA02	1,00-3,00	A	24/09/2019	08/208442	82	100	13	0,12	17	83	0,047	50	26	27	76	0,38	5
A134	CA03	4,00-5,00	A	24/09/2019	09/208442	85	100	13	0,12	12	62	0,034	40	17	20	60	0,29	<1,00

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 147 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A135	CA01	0,00-1,00	A	26/09/2019	25/208442	89	99	15	0,18	12	71	0,054	42	22	25	69	0,29	<0,88
A135	CA02	1,00-3,00	A	26/09/2019	26/208442	86	99	15	0,16	11	71	0,043	42	17	22	71	0,3	<0,96
A135	CA03	4,00-5,00	A	26/09/2019	27/208442	85	100	15	0,16	13	78	0,049	47	18	22	71	0,34	<1,00
A136	CA01	0,00-1,00	A	26/09/2019	28/208442	92	86	13	0,15	12	48	0,041	35	22	15	45	0,27	<0,82
A136	CA02	1,00-1,50	A	26/09/2019	29/208442	93	97	12	0,18	12	47	0,037	34	21	17	50	0,3	<0,87
A136	CA03	1,50-2,30	A	26/09/2019	30/208442	97	63	4,8	0,15	3,3	15	0,023	9,9	4,9	5,6	16	0,18	<0,57
A137	CA01	0,00-1,00	A	26/09/2019	31/208442	90	88	11	0,1	7,3	58	0,04	28	9,3	13	46	0,26	<0,80
A137	CA02	1,00-1,50	A	26/09/2019	32/208442	85	100	14	0,11	12	70	0,056	48	12	21	65	0,3	<0,78
A137	CA03	1,50-2,30	A	26/09/2019	33/208442	85	100	12	0,12	10	68	0,06	39	13	19	64	0,27	<0,72
A138	CA01	0,00-1,00	A	27/09/2019	34/208442	87	93	11	0,16	9,3	49	0,049	32	14	19	49	0,3	5,1
A138	CA02	1,00-1,50	A	27/09/2019	35/208442	90	86	8,1	0,093	4,9	28	0,033	16	6,8	7,8	24	0,27	<0,81
A138	CA03	1,50-2,30	A	27/09/2019	36/208442	91	83	5,4	0,11	4,9	26	0,035	15	6,2	7,3	23	0,22	<0,70
A139	CA01	0,00-1,00	A	27/09/2019	37/208442	87	100	13	0,14	12	64	0,051	41	19	41	68	0,32	<0,95
A139	CA02	1,00-1,50	A	27/09/2019	38/208442	96	56	3,5	0,089	3,2	17	0,023	11	4,2	7	17	0,17	5
A139	CA03	1,50-2,30	A	27/09/2019	39/208442	87	99	9,9	0,14	10	59	0,051	37	15	18	54	0,27	<0,93
A140	CA01	0,00-1,00	A	27/09/2019	01/208780	90	93	11	0,13	11	56	<0,027	36	23	20	55	0,37	<0,69
A140	CA02	1,00-1,50	A	27/09/2019	02/208780	92	90	11	0,11	8,6	45	<0,026	31	12	15	49	0,28	<0,86
A140	CA03	1,50-2,30	A	27/09/2019	03/208780	91	96	9,8	0,16	8,7	45	<0,028	29	12	15	48	0,28	<0,71
A141	CA01	0,00-1,00	A	30/09/2019	04/208780	88	99	7,9	0,19	8,2	45	<0,029	29	14	16	45	0,31	<0,97
A141	CA02	1,00-1,50	A	30/09/2019	05/208780	88	98	6,8	0,13	8,8	45	<0,028	28	11	15	47	0,26	<0,93
A141	CA03	1,50-2,30	A	30/09/2019	06/208780	85	100	7,9	0,15	11	60	<0,029	36	14	19	60	0,26	<0,87
A142	CA01	0,00-1,00	A	01/10/2019	10/208780	85	100	13	0,23	14	77	<0,029	47	24	32	71	0,34	<0,97
A142	CA02	1,00-1,50	A	01/10/2019	11/208780	91	99	9,9	0,11	11	55	<0,028	35	14	17	52	0,31	<0,84
A142	CA03	1,50-2,30	A	01/10/2019	12/208780	94	93	5,4	0,1	6,3	36	<0,026	22	7,6	9,9	34	0,26	<0,79
A143	CA01	0,00-1,00	A	01/10/2019	13/208780	98	40	2	0,071	1,8	9,2	<0,0120	6,1	2,7	6,2	10	0,11	<0,34
A143	CA02	1,00-1,50	A	01/10/2019	14/208780	95	63	5,8	0,096	5,6	29	<0,0180	20	7,4	11	31	0,16	<0,47
A143	CA03	1,50-2,30	A	01/10/2019	15/208780	93	95	9,7	0,13	8,9	44	<0,028	30	65	17	48	0,23	<0,83
A144	CA01	0,00-1,00	A	01/10/2019	16/208780	90	99	13	0,19	12	61	<0,029	36	22	16	54	0,33	<0,90
A144	CA02	1,00-1,50	A	01/10/2019	17/208780	89	95	13	0,086	10	69	<0,027	41	22	22	64	0,3	<0,90
A144	CA03	1,50-2,30	A	01/10/2019	18/208780	88	99	15	0,079	13	85	<0,029	48	27	22	75	0,3	<0,81
A145	CA01	0,00-1,00	A	01/10/2019	19/208780	92	89	9,4	0,17	9,2	48	<0,025	31	14	14	49	0,26	<0,79

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706	
	PROGETTO Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 148 di 151	Rev. 1

TABELLA A2-1 – RISULTATI ANALITICI CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
						colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
D.M. 46/2019 Allegato 2						Agricola	30	5	30	150	1	120	100	200	300	2	50	
A145	CA02	1,00-1,50	A	01/10/2019	20/208780	91	99	11	0,17	9,9	55	<0,029	34	15	18	57	0,29	<0,93
A145	CA03	1,50-2,30	A	01/10/2019	21/208780	87	96	10	0,17	10	53	<0,029	33	16	20	59	0,26	<0,90
A146	CA01	0,00-1,00	A	02/10/2019	22/208780	86	99	12	0,22	12	61	0,047	37	28	32	68	0,27	30
A146	CA02	1,00-1,50	A	02/10/2019	23/208780	91	91	11	0,11	11	46	<0,026	29	16	12	42	0,28	<0,85
A146	CA03	1,50-2,30	A	02/10/2019	24/208780	89	98	19	0,065	14	86	<0,029	47	23	20	78	0,31	<0,82
A147	CA01	0,00-1,00	A	02/10/2019	25/208780	94	68	6,3	0,15	5,5	27	<0,0190	18	10	12	29	0,19	<0,59
A147	CA02	1,00-1,50	A	02/10/2019	26/208780	92	87	9,4	0,23	8,7	44	<0,024	28	17	17	45	0,28	<0,68
A147	CA03	1,50-2,30	A	02/10/2019	27/208780	90	92	10	0,25	9,8	48	<0,026	29	16	19	51	0,27	<0,78
A148	CA01	0,00-1,00	A	02/10/2019	28/208780	90	100	8,6	0,14	11	59	<0,029	37	12	19	60	0,33	<0,88
A148	CA02	1,00-1,50	A	02/10/2019	29/208780	87	100	6,6	0,12	8,2	42	<0,029	27	8,9	15	46	0,29	<0,82
A148	CA03	1,50-2,30	A	02/10/2019	30/208780	87	100	7,7	0,14	8,1	40	<0,029	27	8,8	13	43	0,31	<0,92
A149	CA01	0,00-1,00	A	02/10/2019	31/208780	98	56	2,9	0,099	3	15	<0,0160	9,9	4	6,2	17	0,17	5
A149	CA02	1,00-1,50	A	02/10/2019	32/208780	99	62	2,5	0,1	2,2	10	<0,0170	6,7	3	4,6	12	0,17	3,1
A149	CA03	1,50-2,30	A	02/10/2019	33/208780	99	53	2,1	0,094	1,8	8	<0,0150	5,2	2,3	3,6	9,6	0,15	<0,37
A150	CA01	0,00-1,00	A	03/10/2019	01/208922	89	100	7,1	0,13	7,3	40	0,051	26	8,2	13	41	0,32	<0,87
A150	CA02	1,00-1,50	A	03/10/2019	02/208922	88	100	6,9	0,13	7,1	40	0,098	25	8,4	13	41	0,32	<0,88
A150	CA03	1,50-2,30	A	03/10/2019	03/208922	89	99	6,8	0,15	6,7	33	0,05	23	8,3	13	40	0,3	<0,79
A151	CA01	0,00-1,00	B	03/10/2019	04/208922	93	100	9,3	0,16	9,5	54	0,062	36	12	17	57	0,32	<0,94
A151	CA02	1,00-1,50	B	03/10/2019	05/208922	94	100	6,5	0,1	6,5	31	0,049	21	6,9	11	34	0,28	<0,74
A151	CA03	1,50-2,30	B	03/10/2019	06/208922	92	100	6,8	0,11	6,5	32	0,053	21	7,4	11	35	0,28	<0,95
A152	CA01	0,00-1,00	A	03/10/2019	07/208922	93	98	8,1	0,21	8,4	45	0,084	29	12	18	51	0,31	8,8
A152	CA02	1,00-3,00	A	03/10/2019	08/208922	93	77	4,1	0,16	5,3	26	0,037	17	7	10	28	0,24	<0,67
A152	CA03	4,00-5,00	A	03/10/2019	09/208922	97	40	1,8	0,084	1,6	7,9	0,018	5,2	2,3	3,6	9	0,11	<0,33
A153	CA01	0,00-1,00	A	04/10/2019	10/208922	94	91	7,1	0,2	6,7	39	0,17	23	14	15	42	0,3	15
A153	CA02	1,00-3,00	A	04/10/2019	11/208922	97	46	1,9	0,11	1,2	6	0,068	3,7	3,1	2,5	7	0,14	12
A153	CA03	4,00-5,00	A	04/10/2019	12/208922	96	49	2	0,11	1,6	7,6	0,092	4,8	7,1	2,6	8,1	0,15	5

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 149 di 151 Rev. 1

TABELLA A2-2 – RISULTATI ANALITICI (SET ESTESO) CAMPIONI PRELEVATI LUNGO IL TRACCIATO PRINCIPALE DEL METANODOTTO IN PROGETTO

Sondaggio	Campione	Profondità	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	- sommatoria organici aromatici (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	benzene	etilbenzene	m,p-xilene	o-xilene	stirene	toluene	- xileni (o,m,p)	- sommatoria policiclici aromatici (Dlgs 152/06 - All 5 Tab1)	benzo[a]antracene	benzo[a]pirene	benzo[b]fluorantene	benzo[g,h,i]perilene	benzo[k]fluorantene	crisene	dibenzo[a,e]pirene	dibenzo[a,h]antracene		
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006						1	0,1	0,5			0,5	0,5	0,5	10	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5	0,1	0,1	0,1	
A064	CA01	0,00-1,00	A	19/08/2019	04/206444	<0,003	<0,00170	<0,00160	<0,00300	<0,00170	<0,00150	<0,00190	<0,003	<0,00036	<0,000320	<0,000240	<0,000280	<0,000230	<0,000240	<0,000240	<0,000260	<0,000210	<0,00036	<0,0002
A064	CA02	1,00-1,50	A	19/08/2019	05/206444	<0,0042	<0,00250	<0,00220	<0,0042	<0,00240	<0,00220	<0,00270	<0,0042	<0,00047	<0,00042	<0,000310	<0,00036	<0,000300	<0,000310	<0,000310	<0,00033	<0,000280	<0,00047	<0,0003
A064	CA03	1,50-2,30	A	19/08/2019	06/206444	<0,0031	<0,00180	<0,00170	<0,00310	<0,00170	<0,00160	<0,00200	<0,0031	<0,00051	<0,00046	<0,00034	<0,00040	<0,00033	<0,00034	<0,00034	<0,00037	<0,000300	<0,00051	<0,0003
A070	CA01	0,00-1,00	B	22/07/2019	04/206474	<0,0036	<0,00210	<0,00190	<0,0036	<0,00200	<0,00190	<0,00230	<0,0036	<0,00041	<0,00036	<0,000270	<0,000310	<0,000260	<0,000270	<0,000270	<0,000290	<0,000240	<0,00041	<0,0002
A070	CA02	1,00-1,50	B	22/07/2019	05/206474	<0,0041	<0,00240	<0,00220	<0,0041	<0,00230	<0,00210	<0,00260	<0,0041	<0,00041	<0,00037	<0,000270	<0,000320	<0,000270	<0,000270	<0,000270	<0,000290	<0,000240	<0,00041	<0,0002
A070	CA03	1,50-2,30	B	22/07/2019	06/206474	<0,0043	<0,00250	<0,00230	<0,0043	<0,00240	<0,00220	<0,00270	<0,0043	<0,00049	<0,00044	<0,000320	<0,00038	<0,000320	<0,000320	<0,000330	<0,00035	<0,000290	<0,00049	<0,0003
A081	CA01	0,00-1,00	A	27/08/2019	13/206699	<0,00260	<0,00230	0,007	0,0076	<0,00230	<0,00280	<0,00047	<0,00034	<0,00040	<0,00034	<0,00035	<0,00035	<0,00037	<0,000310	<0,00052	<0,00036	<0,00045	<0,00034	<0,0004
A081	CA02	1,00-1,50	A	27/08/2019	14/206699	<0,00250	<0,00230	0,0065	0,0071	<0,00230	<0,00280	<0,00037	<0,000270	<0,000320	<0,000270	<0,000270	<0,000270	<0,000290	<0,000240	<0,00041	<0,000280	<0,00035	<0,000270	<0,0003
A081	CA03	1,50-2,30	A	27/08/2019	15/206699	<0,00250	<0,00230	0,0069	0,0074	<0,00220	<0,00270	<0,00035	<0,000260	<0,000300	<0,000250	<0,000260	<0,000260	<0,000280	<0,000230	<0,00039	<0,000270	<0,00033	<0,000260	<0,0003

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 150 di 151 Rev. 1

Sondaggio	Campione	Profondità	BTEX - IPA	Fitofarmaci	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nichel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006								colonna A		20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50
								colonna B		50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750
P001		0,00-0,30	0	0	A	18/07/2019	01/205019	92	99	12	0,17	10	70	<0,028	40	12	29	70	0,31	45
P002		0,00-0,30	0	0	A	18/07/2019	02/205019	92	98	10	0,19	10	69	<0,028	40	12	59	75	0,3	38
P003		0,00-0,30	0	0	A	18/07/2019	03/205019	92	98	8,7	0,19	9,4	63	<0,028	37	12	34	61	0,37	48
P004		0,00-0,30	0	0	A	11/07/2019	13/204612	88	97	12	0,18	10	55	<0,028	34	56	35	59	0,21	23
P005		0,00-0,30	0	0	A	11/07/2019	14/204612	90	100	14	0,22	13	65	<0,029	44	25	40	66	0,24	24
P006		0,00-0,30	0	0	A	11/07/2019	15/204612	91	100	13	0,21	13	64	<0,028	43	26	41	70	0,28	30
P007		0,00-0,30	0	0	A	24/07/2019	29/205310	90	97	8,8	0,25	8,1	50	<0,029	28	14	23	48	0,37	11
P008		0,00-0,30	0	0	A	24/07/2019	30/205310	89	99	9,1	0,24	8,7	53	<0,028	31	14	26	51	0,36	7,4
P009		0,00-0,30	0	0	A	24/07/2019	31/205310	90	99	9,9	0,24	9,1	54	<0,028	33	15	41	55	0,36	8
P010		0,00-0,30	0	0	A	24/07/2019	32/205310	89	99	8,9	0,23	8,6	51	<0,028	31	14	39	52	0,34	8
P011		0,00-0,30	0	0	A	18/07/2019	04/205019	88	99	9,1	0,17	10	63	<0,028	39	14	21	60	0,36	39
P012		0,00-0,30	0	0	A	18/07/2019	05/205019	90	94	8,6	0,19	9,6	60	<0,028	37	12	19	57	0,37	36
P013		0,00-0,30	0	0	A	18/07/2019	06/205019	90	88	8,4	0,16	9	54	<0,026	34	12	20	55	0,33	94
P014		0,00-0,30	0	0	A	01/08/2019	12/205734	85	100	11	0,26	10	60	<0,028	36	22	54	66	0,41	9,4
P015		0,00-0,30	0	0	A	01/08/2019	13/205734	86	99	12	0,28	11	64	0,028	38	23	60	70	0,4	9,9
P016		0,00-0,30	0	0	A	01/08/2019	14/205734	86	100	11	0,28	10	56	0,029	34	23	53	64	0,48	14
P017		0,00-0,30	0	0	A	06/08/2019	11/206124	93	100	12	0,16	12	72	<0,029	45	15	22	66	0,38	25
P018		0,00-0,30	0	0	A	06/08/2019	10/206124	90	100	12	0,2	12	73	<0,029	46	18	23	67	0,36	12
P019		0,00-0,30	0	0	A	06/08/2019	12/206124	89	100	12	0,16	11	68	<0,029	44	16	22	65	0,37	17
P020		0,00-0,30	0	0	A	22/07/2019	01/206474	95	99	19	0,20	12	83	<0,029	49	15	30	87	0,38	4,2
P021		0,00-0,30	0	0	A	22/07/2019	02/206474	94	100	19	0,21	13	83	<0,029	48	17	27	73	0,40	5,5
P022		0,00-0,30	0	0	A	22/07/2019	03/206474	95	99	19	0,22	12	78	<0,029	46	15	26	70	0,38	4
P023		0,00-0,30	0	0	A	28/08/2019	28/206699	93	93	9,1	0,16	10	52	0,035	34	14	20	53	0,38	6,8
P024		0,00-0,30	0	0	A	28/08/2019	29/206699	91	99	11	0,21	17	60	0,037	47	19	21	59	0,39	<0,80
P025		0,00-0,30	0	0	A	28/08/2019	30/206699	92	100	9,4	0,2	11	59	0,037	38	15	20	57	0,39	<0,89
P026		0,00-0,30	0	0	A	28/08/2019	31/206699	93	100	11	0,23	12	59	0,039	39	16	20	57	0,38	9,6
P027		0,00-0,30	0	0	A	29/08/2019	04/206767	90	98	11	0,2	11	67	<0,028	43	15	25	67	0,36	<0,95
P028		0,00-0,30	0	0	A	29/08/2019	05/206767	87	100	11	0,2	11	66	<0,028	40	15	25	69	0,39	11
P029		0,00-0,30	0	0	A	29/08/2019	06/206767	90	99	12	0,22	12	78	<0,028	47	18	28	79	0,37	<0,87
P030		0,00-0,30	0	0	A	16/09/2019	01/207996	89	97	14	0,22	12	60	0,028	35	27	20	63	0,3	<0,79
P031		0,00-0,30	0	0	A	16/09/2019	02/207996	88	95	16	0,21	13	61	<0,028	38	29	23	65	0,3	<0,81
P032		0,00-0,30	0	0	A	16/09/2019	03/207996	89	97	16	0,25	13	64	<0,029	39	30	23	68	0,3	<0,77

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023068
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		SPC. BD-E-94706
	PROGETTO	Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 151 di 151 Rev. 1

Sondaggio	Campione	Profondità	BTEX - IPA	Fitofarmaci	Colonna di riferimento	Data di campionamento	CPR	residuo a 105°C	frazione setacciata a 2 mm	arsenico	cadmio	cobalto	cromo totale	mercurio	nicel	piombo	rame	zinco	cromo (VI)	idrocarburi pesanti >C12 (C12-C40)
CSC Suolo e sottosuolo Tab. 1 - All.5 - Parte IV - D.Lgs. 152/2006								colonna A	20	2	20	150	1	120	100	120	150	2	50	
								colonna B	50	15	250	800	5	500	1000	600	1500	15	750	
P033		0,00-0,30	0	0	A	16/09/2019	04/207996	88	98	16	0,24	12	59	<0,028	35	29	20	64	0,32	12
P034		0,00-0,30	0	0	A	16/09/2019	05/207996	89	82	8,8	0,22	8	43	0,029	27	17	31	63	0,28	18
P035		0,00-0,30	0	0	A	16/09/2019	06/207996	90	74	6,6	0,17	6,5	32	<0,021	20	12	25	45	0,23	13
P036		0,00-0,30	0	0	A	16/09/2019	07/207996	87	87	8,4	0,20	7,6	43	<0,026	26	16	31	62	0,3	18
P037		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	11/207996	90	100	15	0,31	13	86	0,089	48	19	120	93	0,38	10
P038		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	12/207996	90	100	17	0,29	14	95	0,17	55	23	91	99	0,44	<0,77
P039		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	13/207996	91	100	16	0,26	14	88	0,2	53	20	60	91	0,34	<0,75
P040		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	14/207996	91	100	16	0,37	13	90	0,095	49	23	140	100	0,39	<0,84
P041		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	15/207996	91	98	14	0,22	14	73	<0,028	45	25	130	110	0,33	27
P042		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	16/207996	88	98	14	0,21	14	71	<0,028	43	25	98	88	0,34	13
P043		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	17/207996	89	98	16	0,23	16	80	<0,028	48	27	120	110	0,36	18
P044		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	27/207996	83	96	19	0,24	18	81	<0,027	53	32	73	93	0,33	15
P045		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	18/207996	95	98	8,4	0,21	10	54	<0,027	33	13	29	61	0,35	<0,63
P046		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	19/207996	95	100	8,6	0,20	9,6	52	<0,029	33	12	26	57	0,36	<0,75
P047		0,00-0,30	0	0	A	17/09/2019	20/207996	93	98	9,9	0,21	10	55	<0,029	34	13	26	59	0,33	7,7
P048		0,00-0,30	0	0	A	30/09/2019	07/208780	83	99	12	0,17	10	61	<0,028	36	15	36	62	0,32	<0,99
P049		0,00-0,30	0	0	A	30/09/2019	08/208780	85	100	11	0,18	9,9	59	<0,029	35	15	27	60	0,36	13
P050		0,00-0,30	0	0	A	30/09/2019	09/208780	87	100	11	0,18	9,8	56	<0,028	34	15	23	58	0,34	<1,00
P051		0,00-0,30	0	0	A	04/10/2019	13/208922	91	99	5,7	0,27	5,2	26	0,05	16	7,1	8,9	29	0,32	7,9
P052		0,00-0,30	0	0	A	04/10/2019	14/208922	89	99	5,6	0,23	5,1	26	0,054	17	7,7	8,9	28	0,31	<0,96
P053		0,00-0,30	0	0	A	04/10/2019	15/208922	89	99	5,7	0,22	5,1	25	0,047	16	6,7	9	28	0,33	<0,82
P054		0,00-0,30	0	0	A	04/10/2019	16/208922	89	100	5,9	0,23	5,2	26	0,056	17	7	9,1	29	0,33	<0,92