



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA 12/09

### CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

### S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

### AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

## MONITORAGGIO AMBIENTALE IN CORSO D'OPERA

CONTRAENTE GENERALE



DIRETTORE DEI LAVORI

**Ing. CARLO DAMIANI**

STRUTTURA OPERATIVA DI DIREZIONE LAVORI

**ITALCONSULT**

## COMPONENTE SUOLO

### Report semestrale periodo Maggio 2017 - Ottobre 2017

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

6063-186

Codice Elaborato:

PA12\_09 - C 0 0 0 G E 2 2 7 M O 1 6 O R H 0 0 2 A

Scala:  
----

F						
E						
D						
C						
B						
A	Novembre 2017	EMISSIONE	C. FERONE	C. FERONE	A. ANTONELLI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO

Il Progettista:

Il Responsabile del PMA:

Il Geologo:

Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di esecuzione:

Il Direttore dei Lavori:



Responsabile del procedimento: Ing.ETTORE DE CESBRON DE LA GRENNELAIS

## Sommario

1. Premessa .....	2
2. Normativa di riferimento.....	2
3. Identificazione dei punti di monitoraggio .....	3
4. Attività svolte e metodologie di indagine .....	4
4.1. Parametri chimico-fisici indagati .....	5
5. Risultati delle analisi .....	7
5.1. Risultati analisi chimico-fisiche e conclusioni.....	7
5.2. Parametri chimico-fisici risultati e conclusioni.....	16
5.3. Analisi tossicologiche: risultati e conclusioni .....	19

## 1. Premessa

Il monitoraggio ambientale della componente "suolo" consiste nell'analisi delle caratteristiche dei terreni tramite la determinazione di parametri fisici, chimici e biologici. Il presente monitoraggio è indispensabile per controllare l'evoluzione della qualità del suolo, intesa sia come capacità agro produttiva, che come funzione protettiva.

Inoltre, il monitoraggio del suolo permette di controllare che l'attività di cantierizzazione sia conforme a quanto pianificato nel progetto dell'Opera e in particolare ha l'obiettivo di rilevare le eventuali contaminazioni dei terreni limitrofi alle attività di cantiere durante tutte le fasi di progetto.

Nello specifico si analizza l'evoluzione della "qualità" del suolo, intesa come la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque di falda.

Lo scopo del monitoraggio in corso d'opera è quello di controllare, attraverso rilievi periodici e conseguentemente all'andamento delle attività di costruzione:

- le condizioni dei suoli e le necessarie operazioni di mantenimento delle loro caratteristiche;
- l'insorgere di situazioni critiche, quali eventuali sversamenti accidentali.

Le attività svolte hanno riguardato campionamenti di suolo in situ e la determinazione in laboratorio dei parametri chimici. I prelievi sono stati compiuti a giugno 2017, come previsto dal PMA.

## 2. Normativa di riferimento

Le normative di riferimento in accordo con il progetto di monitoraggio è la normativa nazionale vigente per quanto riguarda le analisi di laboratorio e i criteri adottati dagli organismi nazionali e internazionali per quel che concerne le descrizioni di campagna e la classificazione dei suoli. Per quanto concerne le analisi fisiche e chimiche di campo e di laboratorio, si fa riferimento alle seguenti normative:

- Comunicazione della Commissione "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" COM(2002) 179 del 16 aprile 2002.
- Il D.Lgs. 03/04/2006 n. 152 "Norme in materia ambientale. Pubblicato nella Gazz. Uff. 14 aprile 2006, n.88, S.O.
- Il D.M. 25/3/2002 "Rettifiche al decreto ministeriale 13 settembre 1999 riguardante l'approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".
- Il D.M. 13/9/1999 - Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"(G.U. n. SD.O. 185 del 21/10/1999);
- D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;
- La Legge 7 agosto 1990 n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- La Legge 18 maggio 1989, n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (testo coordinato con le modifiche apportate a tutto il 6 maggio 1996)".

Sono stati trovati riferimenti dettagliati in:

- PAGLIAI M., INTERNATIONAL UNION OF SOIL SCIENCE & SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO - Metodi di analisi fisica del suolo. Ministero delle Politiche Agricole

e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, "Collana di metodi analitici per l'agricoltura" diretta da Paolo Sequi, Commissione I - Fisica del Suolo, Franco Angeli Editore;

- VIOLANTE P., INTERNATIONAL UNION OF SOIL SCIENCE & SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO - Metodi di analisi chimica del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, "Collana di metodi analitici per l'agricoltura" diretta da Paolo Sequi, Commissione II - Chimica del Suolo, Franco Angeli Editore;

Per quanto concerne il rilevamento di campagna, si fa riferimento alle terminologie italiane d'uso corrente, consolidate o in fase di definizione, quali:

- GARDIN L., COSTANTINI E.A.C., NAPOLI R., LACHI A. & VENUTI L. (2002) - Manuale per la descrizione del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali - Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo;
- GARDIN L., SULLI L., NAPOLI R., GREGORI E., COSTANTINI E.A.C. (1998) - Manuale per il rilevamento del suolo. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo;
- SANESI G. (1977) - Guida alla descrizione dei suoli. C.N.R..

I criteri di esecuzione dei rilievi e le designazioni degli orizzonti fanno riferimento alle seguenti metodologie internazionali:

- IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999) - World Reference Base for Soil Resources. Versione italiana a cura di E.A.C. Costantini e C. Dazzi. ISSDS, Firenze;
- FAO-Unesco (1998) - Guidelines for soil description. Roma, FAO;
- SOIL SURVEY STAFF (1998) - Keys to Soil Taxonomy (eighth edition). USDA, Soil Conservation Service, Washington D.C., USA.

### 3. Identificazione dei punti di monitoraggio

La realizzazione dell'opera comporta alcuni rischi legati principalmente alla degradazione del suolo. Tali rischi possono essere così sintetizzati:

- perdita di orizzonti superficiali di elevata fertilità, a seguito di operazioni di scotico effettuate senza un adeguato accantonamento del terreno e una corretta conservazione dello stesso;
- inquinamento chimico degli orizzonti profondi del suolo, per infiltrazione delle sostanze contaminanti e scorrimento di queste sugli strati superficiali in caso di non corretta o insufficiente regimazione delle acque interne dei cantieri;
- peggioramento delle proprietà fisiche del suolo (struttura, permeabilità, porosità, consistenza), a seguito di non corrette modalità di protezione del suolo;
- perdita di suolo per erosione, nelle aree limitrofe ai cantieri (soprattutto presso le aree caratterizzate dai maggiori dislivelli o presso le incisioni fluviali), a causa della mancata o insufficiente regimazione delle acque di cantiere.

La componente suolo è stata quindi monitorata allo scopo di tutelarne la conservazione e garantire che le attività previste nel progetto esecutivo siano condotte con modalità idonee a favorire il ripristino delle condizioni originarie della copertura pedologica.

L'attività di monitoraggio del suolo è stata svolta in corso d'opera su 70 siti complessivi suddivisi in 4 diverse tipologie:

1. Suoli di tipo A – aree di cantiere logistico-operative e aree di cantiere temporanee;
2. Suoli di tipo B – aree di stoccaggio temporanee e rocce da scavo;
3. Suoli di tipo C – aree di stoccaggio temporanee demolizioni e materiali di scarifica;
4. Suoli di tipo D – nuove aree di esproprio temporaneo.

I punti monitorati e le tempistiche del campionamento sono stati scelti in corrispondenza delle aree maggiormente esposte ad attività di rimozione e mescolamento di terreno per finalità di tipo cantieristico.

Si riportano di seguito i punti indagati e le aree monitorate nel presente report.

AREE DI CANTIERE LOGISTICO/OPERATIVE E AREE DI CANTIERE TEMPORANEE		
Nome misura	Area	Data di campionamento
SUO 02 A	Area di cantiere operativo GA01	09/06/2017
SUO 13 A	Area di cantiere operativo GA01 – Contrada Crotta D'Acqua	09/06/2017
SUO 14 A	Area di cantiere operativo GN02f - imbocco sud Galleria S. Filippo Neri	08/06/2017
SUO 19 A	Area di cantiere operativo GN04 - svincolo S.S.626	08/06/2017

AREE DI STOCCAGGIO TEMPORANEE TERRE E ROCCE DA SCAVO		
Nome misura	Area	Data di campionamento
SUO 06 B	Area di deposito temporaneo A.1.3 – C.da Grotta d'Acqua	09/06/2017
SUO 07 B	Area di deposito temporanea A3 - C.da Grotta d'Acqua	09/06/2017
SUO 10 B	Area di deposito temporanea A1	09/06/2017
SUO 11 B	Area di deposito temporanea A4-A5	09/06/2017
SUO 12 B	Area di deposito temporanea A4-A5	09/06/2017
SUO 13 B	Area di deposito temporanea A4-A5	09/06/2017
SUO 21 B	Area di deposito temporanea A5	08/06/2017

AREE DI STOCCAGGIO TEMPORANEE DEMOLIZIONI E MATERIALI DI SCARIFICA		
Nome misura	Area	Data di campionamento
SUO 01 C	Area di deposito temporanea B3 – C.da Grotta d'Acqua	09/06/2017
SUO 02 C	Area di deposito temporanea B1 – C.da Grotta d'Acqua	09/06/2017
SUO 04 C	Area di deposito temporaneo B.3 - Favarella	09/06/2017
SUO 05 C	Area di deposito temporaneo B.2 - C.da Bigini	09/06/2017

AREE DI STOCCAGGIO TEMPORANEE TERRE E ROCCE DA SCAVO		
Nome misura	Area	Data di campionamento
SUO 08 D	Area di deposito temporaneo B.4.6	08/06/2017
SUO 20 D	Area di occupazione temporanea B.4.7 - Svincolo A19	08/06/2017

Tabella n.1 – Suoli – Elenco dei punti monitorati

#### 4. Attività svolte e metodologie di indagine

Le attività di monitoraggio sono state indirizzate verso la descrizione di quei caratteri che sono strettamente legati ai rischi di degradazione della risorsa suolo; sono stati quindi valutati i principali parametri fisici e chimici della risorsa.

Durante le attività di campo sono stati eseguiti, mediante trivella manuale a punta elicoidale, i campionamenti di suolo che hanno permesso di prelevare in situ campioni indisturbati da

sottoporre alle analisi di laboratorio. Sui punti più disagiati invece, laddove è stato possibile, i campioni sono stati prelevati da fratture o profili di terreno preesistenti.

I prelievi di suolo sono stati effettuati a secco, senza ricorrere all'ausilio di fluidi o fanghi.

La metodica di campionamento è stata eseguita secondo i D.M. 13/09/1999 e D.M. 25/03/02.

Sui campioni prelevati sono state effettuate le analisi di laboratorio previste dal PMA e volte a definire le caratteristiche dei suoli e la presenza di inquinanti. Le analisi hanno riguardato in particolare i parametri riportati nella seguente tabella.

Parametri chimici (analisi di laboratorio)	
capacità di scambio cationico	azoto totale
azoto assimilabile	fosforo assimilabile
carbonati totali	sostanza organica
idrocarburi	As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Pb, Ni
Cianuri	Fluoruri
Benzene	IPA
PCB	Fenolo
Fitofarmaci totali	Tossicità
Le analisi ecotossicologiche comprenderanno i test tossicologici Microtox e con <i>Brachionus calyciflorus</i> e i test di fototossicità relativi alla germinazione e all'allungamento radicale con <i>Lepidium sativum</i> .	

Tabella n.2 – Suoli – Elenco dei parametri chimici e microbiologici

#### 4.1. Parametri chimico-fisici indagati

- ✓ **Azoto totale e fosforo assimilabile:** L'azoto, il fosforo ed il potassio sono i tre elementi minerali di maggiore importanza per le piante. Il potassio risulta fissato nel terreno ed è per questo poco dilavabile; gli altri due elementi sono invece facilmente dilavabili, soprattutto nel suolo in cumuli, e quindi costituiscono interessanti indicatori delle variazioni nel terreno accantonato.

Un terreno agrario contiene mediamente lo 0,10 - 0,15 % (raramente arriva a 0,2%) di azoto totale. Di seguito si riportano una tabella indicativa di giudizio sulla dotazione di azoto totale e fosforo assimilabile in un terreno:

AZOTO TOTALE (%)	Giudizio	FOSFORO ASSIMILABILE (mg/Kg P)	Giudizio
< 0,05	molto povero	< 7	molto scarso
0,05-0,07	scarsamente dotato	7-14	scarso
0,08-1,2	mediamente dotato	15-20	medio
1,3-2,4	ben dotato	21-30	buono
2,5-5,0	ricco	31-45	ricco
> 5	molto ricco	> 45	molto ricco

Tabella n.3 – Suoli – Giudizi agronomici per il contenuto di azoto totale e fosforo assimilabile

- ✓ **Carbonio organico:** Il contenuto di carbonio organico nel suolo è strettamente correlato al contenuto di sostanza organica. La sostanza organica nel suolo è costituita principalmente da cellule di microrganismi, residui animali e vegetali a diverso stadio di trasformazione. Tale sostanza esplica una serie di azioni chimico-fisiche positive che influenzano numerose proprietà del suolo, tra cui la formazione e la conservazione della struttura del suolo stesso, rendendo ottimali i rapporti tra le fasi solida, liquida e gassosa.

La sostanza organica, in definitiva, contribuisce alla fertilità organica del suolo e, più in generale, all'accrescimento vegetale esercitando effetti indiretti ed effetti diretti sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

- ✓ **Capacità di scambio cationico (C.S.C.):** la conoscenza di tale parametro fornisce un'indicazione sulla fertilità potenziale e sulla natura dei minerali argillosi. La capacità di scambio cationico, da un punto di vista agronomico, è quindi la capacità che hanno i suoli di trattenere i cationi di scambio (calcio, magnesio, sodio e potassio) in una forma prontamente utilizzabile dalle colture. Tale parametro è correlato al contenuto di argilla e di sostanza organica.

Può essere valutata secondo il seguente schema:

C.S.C [meq/100 g di suolo]	Valutazione
inferiore a 5	molto bassa
tra 5 e 10	bassa
tra 10 e 20	media
superiore a 20	alta

Tabella n.4 – Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo – fonte: Ministero per le Politiche Agricole (1999)

- ✓ **Composti inorganici (Metalli pesanti):** Per metalli pesanti si intendono gli elementi inorganici caratterizzati dall'essere presenti in natura come ioni con singola o doppia carica positiva e dall'aver un peso atomico abbastanza elevato (>50). L'origine dei metalli pesanti, che alterano la qualità dell'ambiente, è riconducibile a fonti sia naturali, quali il substrato pedogenetico, sia antropiche, quali le attività industriali, civili e agricole.

I metalli originati dal substrato pedogenetico si possono definire inquinanti geochimici, ma i fenomeni di contaminazione del suolo, attribuibili al materiale originario e in grado di produrre danni biologici sono, di norma, limitati ad aree ristrette.

I fanghi di depurazione delle acque reflue industriali contengono metalli pesanti di tipo e quantità variabili secondo le lavorazioni e la dimensione delle industrie. Un discorso analogo può essere fatto per i "compost". I metalli pesanti provenienti dalle attività civili si ritrovano, inoltre, nella fase gassosa dei combustibili utilizzati per il riscaldamento, nei fumi provenienti dagli inceneritori o dal traffico veicolare; tali metalli raggiungono il suolo attraverso la deposizione atmosferica, facilitata dalle precipitazioni. Alcune attività tipicamente agricole, come l'uso di prodotti fitosanitari e di concimi minerali, possono costituire una fonte di inquinamento da metalli pesanti.

La concentrazione dei metalli pesanti nel suolo è, quindi, funzione delle caratteristiche dei materiali originari, dell'utilizzo di sostanze contenenti metalli pesanti (quali quelle utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione), e delle emissioni in atmosfera.

L'analisi dei metalli pesanti viene condotta generalmente mediante digestione acida, con acqua regia, del campione ad alte temperature e successiva determinazione in assorbimento atomico in fiamma (AAS) o spettrometria di emissione a plasma (ICP).

## 5. Risultati delle analisi

### 5.1. Risultati analisi chimico-fisiche e conclusioni

Si riportano di seguito, in forma tabellare, le analisi chimiche e chimico-fisiche dei campioni di suolo prelevati durante il periodo di riferimento del seguente report.



Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PARAMETRO	UM	17LA08822	17LA08823	17LA08824	17LA08825	17LA08826	17LA08827	17LA08828	17LA08829	17LA08830	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 02 A	SUO 13 A	SUO 14 A	SUO 19 A	SUO 06 B	SUO 07 B	SUO 10 B	SUO 11 B	SUO 12 B		
		09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017		
FLUORURI	mg/kg s.s.	18,0	13,0	6,8	2,6	4,9	< 2	8,4	3,2	5,0	100	2000
CIANURI	mg/Kg s.s.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	100
CARBONATI TOTALI	%	67,0	136,0	17,0	101,0	138,0	158,0	172,0	142,0	172,0		
AZOTO ASSIMILABILE	mg/kg s.s.	< 5	< 5	< 5	< 10	< 5	5,4	6,3	5,5	< 5		
AZOTO TOTALE	g/kg	0,64	0,78	0,89	1,6	1,3	1,7	1,5	1,3	1,4		
SOSTANZA ORGANICA	mg/kg s.s.	7,2	7,0	6,4	14,4	15,9	14,5	15,7	13,8	16,1		
FOSFORO ASSIMILABILE	mg/kg P	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10		
CAPACITA' DI SCAMBIO CATIONICO	meq/100 g	49	16	32	18	24	29,0	22	18	24		
ARSENICO	mg/kg s.s.	5,4	6,2	4,1	4	10	6,1	11	5,3	7,7	20	50
CADMIO	mg/kg s.s.	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	2	15
CROMO TOTALE	mg/kg s.s.	63,0	36	45	27,0	25	35	45	27	34	150	800
CROMO ESAVALENTE	mg/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	15
MERCURIO	mg/kg s.s.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	5
NICHEL	mg/kg s.s.	33,0	16,0	19	13,0	9,2	21	15	13	15	120	500
PIOMBO	mg/kg s.s.	13,0	8,4	6,5	5,10	5,6	11	9,3	8,8	10	100	1000
BENZENE	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0.1	2
BENZO(a)ANTRACENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.5	10
BENZO(b)FLUORANTENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.5	10
BENZO(k)FLUORANTENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.5	10
BENZO(g,h,i)PERILENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10
BENZO(a)PIRENE	mg/kg s.s.	0,012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10
CRISENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	5	50
DIBENZO(a,h)ANTRACENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10
DIBENZO(a,e)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10
DIBENZO(a,i)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10



Natura S.r.l.  
 Via G. Rossini n.16  
 80026 Casoria (NA)

Relazione monitoraggio Suolo  
 periodo mag 17 \ ott 17

Pagina 8 di 20

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PARAMETRO	UM	17LA08822	17LA08823	17LA08824	17LA08825	17LA08826	17LA08827	17LA08828	17LA08829	17LA08830	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 02 A	SUO 13 A	SUO 14 A	SUO 19 A	SUO 06 B	SUO 07 B	SUO 10 B	SUO 11 B	SUO 12 B		
		09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017		
DIBENZO(a,h)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10
DIBENZO(a,l)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10
INDENOPIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	5
PIRENE	mg/kg s.s.	0,014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	5	50
SOMMATORIA POLICICLICI AROMATICI	mg/kg s.s.	0,026	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	10	100
2-CLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.5	25
2,4-DICLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.5	50
FENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1	60
METILFENOLO (o-,m-,p-)	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	25
PENTACLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.01	5
2,4,6-TRICLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.01	5
ALACLOR	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	1
ALDRIN	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	0.1
ATRAZINA	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	1
CIS-CLORDANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
TRANS-CLORDANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
CLORDANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	0.1
2,4'DDD	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
2,4'DDE	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0042		
2,4'DDT	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
4,4'DDD	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0031		
4,4'DDE	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
4,4'DDT	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
DDD,DDE,DDT	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0073	0.01	0.1
ALFA-ESACLOROESANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0074	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	0.1



Natura S.r.l.  
 Via G. Rossini n.16  
 80026 Casoria (NA)

Relazione monitoraggio Suolo  
 periodo mag 17 \ ott 17

Pagina 9 di 20

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PARAMETRO	UM	17LA08822	17LA08823	17LA08824	17LA08825	17LA08826	17LA08827	17LA08828	17LA08829	17LA08830	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 02 A	SUO 13 A	SUO 14 A	SUO 19 A	SUO 06 B	SUO 07 B	SUO 10 B	SUO 11 B	SUO 12 B		
		09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017		
BETA-ESACLOROESANO	mg/kg s.s.	0,0034	0,0022	0,005	0,0019	0,0021	0,0056	< 0,001	0,0071	0,0023	<b>0.01</b>	<b>0.5</b>
GAMMA-ESACLOROESANO (LINDANO)	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	0,0011	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<b>0.01</b>	<b>0.5</b>
PCB28	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB30	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB52	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB77	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB81	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB101	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB105	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB114	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB118	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB123	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB126	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB128	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB138	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB153	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB156	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB157	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB167	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB169	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB170	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB180	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB189	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
SOMMATORIA PCB	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	<b>0.06</b>	<b>5</b>
IDROCARBURI LEGGERI	mg/kg s.s.	9,9	6,8	5,9	5,8	< 5	5,2	8,2	8,6	5,4	<b>10</b>	<b>250</b>



Natura S.r.l.  
 Via G. Rossini n.16  
 80026 Casoria (NA)

Relazione monitoraggio Suolo  
 periodo mag 17 \ ott 17

Pagina 10 di 20

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PARAMETRO	UM	17LA08822	17LA08823	17LA08824	17LA08825	17LA08826	17LA08827	17LA08828	17LA08829	17LA08830	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 02 A	SUO 13 A	SUO 14 A	SUO 19 A	SUO 06 B	SUO 07 B	SUO 10 B	SUO 11 B	SUO 12 B		
		09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017		
C<12 (6<C<12)												
IDROCARBURI C>12 (C12 - C40)	mg/kg s.s.	27,0	5,6	29,0	12,0	20,0	19,0	49,0	26,0	28,0	50	750
INDICE DI GERMINAZIONE E ALLUNGAMENTO RADICALE CON LEPIDIUM SATIVUM	%	139,0	112,0	102,0	119,0	121,0	111,0	114,0	120,0	118,0		
SAGGIO DI TOSSICITA' ACUTA CON BRACHIONUS CALYCIFLORUS	% mortalità (24h)	0	3	0	0	0	3	10	0	0		
SAGGIO DI TOSSICITA' ACUTA CON BATTERI BIOLUMINESCENTI (elutriato)	% inibizione biolumine scenza (dopo 30 minuti)	< 0	< 0	< 0	< 0	< 0	< 0	< 0	< 0	< 0		
SAGGIO DI TOSSICITA' ACUTA CON BATTERI BIOLUMINESCENTI (elutriato)	EC50	non calcolabile	non calcolabile	non calcolabile	non calcolabile	non calcolabile	non calcolabile	non calcolabile	non calcolabile	non calcolabile		



Natura S.r.l.  
Via G. Rossini n.16  
80026 Casoria (NA)

Relazione monitoraggio Suolo  
periodo mag 17 \ ott 17

Pagina 11 di 20

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PARAMETRO	UM	17LA08831	17LA08832	17LA08833	17LA08834	17LA08835	17LA08836	17LA08837	17LA08838	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 13 B	SUO 21 B	SUO 01 C	SUO 02 C	SUO 04 C	SUO 05 C	SUO 08 D	SUO 20 D		
		09/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017		
FLUORURI	mg/kg s.s.	8,8	2,1	7,2	2,1	10,0	< 2	9,3	4,8	100	2000
CIANURI	mg/Kg s.s.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	100
CARBONATI TOTALI	%	181,0	70,0	14,0	45,0	118,0	26,0	40,0	137,0		
AZOTO ASSIMILABILE	mg/kg s.s.	< 5	8,3	< 5	5,9	< 5	< 5	28,0	8,6		
AZOTO TOTALE	g/kg	1,6	1,1	1,4	1,3	1,1	0,64	1,3	2		
SOSTANZA ORGANICA	mg/kg s.s.	19,7	12,0	16,6	9,6	12,9	5,8	11,7	19,5		
FOSFORO ASSIMILABILE	mg/kg P	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10		
CAPACITA' DI SCAMBIO CATIONICO	meq/100 g	26,0	19	39	34	23	8,7	62	22		
ARSENICO	mg/kg s.s.	7	4,6	4,9	< 2	9	4,9	13	3,8	20	50
CADMIO	mg/kg s.s.	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	2	15
CROMO TOTALE	mg/kg s.s.	47	34	49	17	39	15	72	37	150	800
CROMO ESAVALENTE	mg/kg s.s.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	15
MERCURIO	mg/kg s.s.	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	5
NICHEL	mg/kg s.s.	24,0	16	27	8,5	13	6,7	33	18	120	500
PIOMBO	mg/kg s.s.	13,0	6,2	11	3,7	7,3	7,2	16	7,6	100	1000
BENZENE	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0.1	2
BENZO(a)ANTRACENE	mg/kg s.s.	< 0,01	0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,096	0,011	< 0,01	0.5	10
BENZO(b)FLUORANTENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,130	< 0,01	< 0,01	0.5	10
BENZO(k)FLUORANTENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,000	< 0,01	< 0,01	0.5	10
BENZO(g,h,i)PERILENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,034	< 0,01	< 0,01	0.1	10
BENZO(a)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,050	0,014	< 0,01	0.1	10
CRISENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,016	< 0,01	5	50
DIBENZO(a,h)ANTRACENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,130	< 0,01	< 0,01	0.1	10
DIBENZO(a,e)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,024	< 0,01	< 0,01	0.1	10
DIBENZO(a,i)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	10

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PARAMETRO	UM	17LA08831	17LA08832	17LA08833	17LA08834	17LA08835	17LA08836	17LA08837	17LA08838	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 13 B	SUO 21 B	SUO 01 C	SUO 02 C	SUO 04 C	SUO 05 C	SUO 08 D	SUO 20 D		
		09/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017		
DIBENZO(a,h)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,019	< 0,01	< 0,01	0.1	10
DIBENZO(a,l)PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01	< 0,01	0.1	10
INDENOPIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,045	0,013	< 0,01	0.1	5
PIRENE	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,092	0,015	< 0,01	5	50
SOMMATORIA POLICICLICI AROMATICI	mg/kg s.s.	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,55	0,069	< 0,01	10	100
2-CLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.5	25
2,4-DICLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.5	50
FENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	1	60
METILFENOLO (o-,m-,p-)	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.1	25
PENTACLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.01	5
2,4,6-TRICLOROFENOLO	mg/kg s.s.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0.01	5
ALACLOR	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	1
ALDRIN	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	0.1
ATRAZINA	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	1
CIS-CLORDANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
TRANS-CLORDANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
CLORDANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0.01	0.1
2,4'DDD	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
2,4'DDE	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
2,4'DDT	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
4,4'DDD	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
4,4'DDE	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0038	< 0,001		
4,4'DDT	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
DDD,DDE,DDT	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,0038	< 0,001	0.01	0.1
ALFA-ESACLOROESANO	mg/kg s.s.	< 0,001	< 0,001	0,0019	0,0020	< 0,001	< 0,001	0,0084	< 0,001	0.01	0.1

Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
 Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PARAMETRO	UM	17LA08831	17LA08832	17LA08833	17LA08834	17LA08835	17LA08836	17LA08837	17LA08838	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 13 B	SUO 21 B	SUO 01 C	SUO 02 C	SUO 04 C	SUO 05 C	SUO 08 D	SUO 20 D		
		09/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017		
BETA-ESACLOROESANO	mg/kg s.s.	0,0024	0,0034	0,0017	0,0011	0,0027	0,0013	0,0062	0,0046	<b>0.01</b>	<b>0.5</b>
GAMMA-ESACLOROESANO (LINDANO)	mg/kg s.s.	< 0,001	0,0010	< 0,001	0,0023	< 0,001	0,0088	< 0,001	< 0,001	<b>0.01</b>	<b>0.5</b>
PCB28	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB30	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB52	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB77	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB81	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB101	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB105	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB114	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0056	< 0,005	< 0,005		
PCB118	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB123	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB126	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB128	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0070	< 0,005	< 0,005		
PCB138	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB153	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB156	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB157	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB167	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB169	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB170	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB180	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
PCB189	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
SOMMATORIA PCB	mg/kg s.s.	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,0126	< 0,005	< 0,005	<b>0.06</b>	<b>5</b>
IDROCARBURI LEGGERI C<12 (6<C<12)	mg/kg s.s.	7,9	5,2	5,4	< 5	5,9	9,3	8,2	7,2	<b>10</b>	<b>250</b>

*Corridoio Plurimodale Tirrenico - Nord Europa / Itinerario Agrigento – Caltanissetta - A19 / S.S. n° 640 "di Porto Empedocle"  
Ammodernamento e adeguamento alla Cat. B del D.M. 5.11.2001 dal km 44+000 allo svincolo con l'A19*

PARAMETRO	UM	17LA08831	17LA08832	17LA08833	17LA08834	17LA08835	17LA08836	17LA08837	17LA08838	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	Tab.1 All.5 parte quarta D.Lgs 152/06 - siti ad uso commerciale e industriale
		SUO 13 B	SUO 21 B	SUO 01 C	SUO 02 C	SUO 04 C	SUO 05 C	SUO 08 D	SUO 20 D		
		09/06/2017	08/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	09/06/2017	08/06/2017	08/06/2017		
IDROCARBURI C>12 (C12 - C40)	mg/kg s.s.	33,0	19,0	35,0	11,0	23,0	15,0	20,0	25,0	50	750
INDICE DI GERMINAZIONE E ALLUNGAMENTO RADICALE CON LEPIDIUM SATIVUM	%	113,0	127,0	122,0	98,0	107,0	100,0	118,0	122,0		
SAGGIO DI TOSSICITA' ACUTA CON BRACHIONUS CALYCIFLORUS	% mortalità (24h)	20	10	20	20	10	20,0	17	17,0		
SAGGIO DI TOSSICITA' ACUTA CON BATTERI BIOLUMINESCENTI (elutriato)	% inibizione bioluminescenza (dopo 30 minuti)	16,0	5,0	31	16,0	6,0	32	16,0	19,0		
SAGGIO DI TOSSICITA' ACUTA CON BATTERI BIOLUMINESCENTI (elutriato)	EC50	non calcolabile	non calcolabile	ORMESI	non calcolabile	non calcolabile	ORMESI	non calcolabile	non calcolabile		

*Tabella n.5 – Sintesi dei risultati delle indagini di laboratorio per i suoli di tipo A, B, C e D*



## 5.2. Parametri chimico-fisici risultati e conclusioni

Si riportano di seguito le risultanze riscontrate per i principali parametri ricercati, necessari a identificare le caratteristiche fondamentali del suolo e la dotazione in elementi nutritivi.

Per quanto concerne l'**azoto totale**, i valori medi rilevati consentono di assegnare una valutazione agronomica specifica. La tabella comparativa n. 3, riporta, infatti, il giudizio agronomico proprio in relazione alle concentrazioni di azoto e fosforo determinate.

Si osserva che per tutti i terreni di tipo "A", "B", "C" e "D" il giudizio agronomico, derivante dal raffronto delle concentrazioni medie, è "*mediamente dotato*".

Suoli	AZOTO TOTALE (%)	Giudizio
Suoli di tipo A	0.10	mediamente dotato
Suoli di tipo B	0.14	mediamente dotato
Suoli di tipo C	0.11	mediamente dotato
Suoli di tipo D	0.17	mediamente dotato

Relativamente alle concentrazioni medie del **fosforo assimilabile**, si può associare un giudizio agronomico di "*molto scarso*" per tutti i suoli di tipo "A", "B", "C" e "D".

Suoli	FOSFORO ASSIMILABILE (mg/Kg P)	Giudizio
Suoli di tipo A	< 10	molto scarso
Suoli di tipo B	< 10	molto scarso
Suoli di tipo C	< 10	molto scarso
Suoli di tipo D	< 10	molto scarso

Per quanto riguarda la **sostanza organica** del terreno, questa rappresenta l'insieme dei composti organici presenti nel terreno, di origine sia animale che vegetale. Questo insieme, eterogeneo sotto diversi aspetti, è in gran parte compreso fra i costituenti della frazione solida ed è di prevalente origine biologica. Per i suoli di tipo A, il tenore medio di sostanza organica registrata è pari a 0.009 g/kg, mentre per quelli di tipo B, C e D, risulta un tenore di sostanza organica pari a 0.01 g/kg.

Per quanto riguarda la **capacità di scambio cationico (C.S.C.)**, la conoscenza di questo parametro consente di avere un'indicazione sulla fertilità potenziale e sulla natura dei minerali argillosi. L'assorbimento per scambio ionico rappresenta infatti il meccanismo più importante di trattenimento degli ioni e coinvolge quasi esclusivamente i cationi - tra cui quelli utili alla nutrizione vegetale. Dai dati registrati si evince che la tipologia di suoli campionati presenta una C.S.C. media compresa tra 23.14 e 42.00 meq/100g, ricadendo pertanto nella valutazione "*alta*".

Suoli	C.S.C [meq/100 g di suolo]	Giudizio
Suoli di tipo A	28.75	alta
Suoli di tipo B	23.14	alta
Suoli di tipo C	26.18	alta
Suoli di tipo D	42.00	alta

I composti **policiclici aromatici** (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b,k)fluorantene, crisene, dibenzo(a,e)pirene, dibenzo(a,h)antracene, pirene, dibenzo(a,h)pirene, dibenzo(a,i)pirene, dibenzo(a,l)pirene, sommatoria policiclici aromatici) sono risultati tutti inferiori ai rispettivi limiti di rilevabilità e inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di contaminazione del D.Lgs.152/06. Per il dettaglio dei risultati si rimanda ai rapporti di prova allegati relazione specialistica.

Anche i **fenoli** (fenolo, metilfenolo,) e i fenoli clorurati (2-clorofenolo, 2,4-diclorofenolo, 2,4,6-triclorofenolo e il pentaclorofenolo) sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità (<0,01 mg/kg s.s.) e inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di contaminazione del D.Lgs.152/06.

Per quanto riguarda gli **idrocarburi leggeri (C<=12)**, tutti i campioni analizzati hanno mostrato un tenore inferiore al limite normativo di 10 mg/kg s.s., stabilito nella Tab.1 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs 152/06 per siti ad uso verde pubblico.

Le concentrazioni degli **idrocarburi pesanti (C>12)**, sono risultate al di sotto dei limiti normativi di riferimento fissati dalla Colonne A e B della Tab.1 dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs 152/06, per siti ad uso verde pubblico.

Infine, i valori di **fitofarmaci** (Alaclor, Aldrin, Atrazina, alfa-esacloroesano, Clordano, ecc.) sono risultati tutti inferiori al limite della concentrazione soglia di contaminazione pari a 0,01 mg/kg s.s., riportato nella Tab. 1 su citata.

Per quanto concerne i **metalli pesanti**, sono stati oggetto di monitoraggio i seguenti parametri Cadmio, Cromo totale, Cromo esavalente, Piombo, Nichel, Arsenico e Mercurio. I risultati ottenuti dalle analisi chimiche sono riportati nelle tabelle seguenti, suddivisi per tipologie di terreni:

Suoli di tipo A	Data	ARSENICO	CADMIO	CROMO TOTALE	CROMO ESAVALENTE	MERCURIO	NICHEL	PIOMBO
		mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.
SUO 02 A	09/06/2017	5,4	< 0,7	63	< 1	< 0,5	33	13
SUO 13 A	09/06/2017	6,2	< 0,7	36	< 1	< 0,5	16	8,4
SUO 14 A	08/06/2017	4,1	< 0,7	45	< 1	< 0,5	19	6,5
SUO 19 A	08/06/2017	4	< 0,7	27	< 1	< 0,5	13	5,1

Suoli di tipo B	Data	ARSENICO	CADMIO	CROMO TOTALE	CROMO ESAVALENTE	MERCURIO	NICHEL	PIOMBO
		mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.
SUO 06 B	09/06/2017	10	< 0,7	25	< 1	< 0,5	9,2	5,6
SUO 07 B	09/06/2017	6,1	< 0,7	35	< 1	< 0,5	21	11
SUO 10 B	09/06/2017	11	< 0,7	45	< 1	< 0,5	15	9,3
SUO 11 B	09/06/2017	5,3	< 0,7	27	< 1	< 0,5	13	8,8
SUO 12 B	09/06/2017	7,7	< 0,7	34	< 1	< 0,5	15	10
SUO 13 B	09/06/2017	7	< 0,7	47	< 1	< 0,5	24	13
SUO 21 B	08/06/2017	4,6	< 0,7	34	< 1	< 0,5	16	6,2

Suoli di tipo C	Data	ARSENICO	CADMIO	CROMO TOTALE	CROMO ESAVALENTE	MERCURIO	NICHEL	PIOMBO
		mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.
SUO 01 C	09/06/2017	4,9	< 0,7	49	< 1	< 0,5	27	11
SUO 02 C	09/06/2017	< 2	< 0,7	17	< 1	< 0,5	8,5	3,7
SUO 04 C	09/06/2017	9	< 0,7	39	< 1	< 0,5	13	7,3
SUO 05 C	09/06/2017	4,9	< 0,7	15	< 1	< 0,5	6,7	7,2

Suoli di tipo D	Data	ARSENICO	CADMIO	CROMO TOTALE	CROMO ESAVALENTE	MERCURIO	NICHEL	PIOMBO
		mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.
SUO 08 D	08/06/2017	13	< 0,7	72	< 1	< 0,5	33	16
SUO 20 D	08/06/2017	3,8	< 0,7	37	< 1	< 0,5	18	7,6

Tabella n.6 – Sintesi dei risultati dei metalli pesanti per i diversi tipi di suoli

Per il **cadmio**, nessuno dei terreni presenta superamenti dei limiti stabiliti dalla Tab. 1 col. A dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/06. Detta condizione ricalca quanto già registrato durante le precedenti campagne di monitoraggio eseguite in assenza di lavorazioni.

Le concentrazioni di **cromo totale** registrate su tutti i terreni monitorati risultano sensibilmente inferiori al limite stabilito dal D.Lgs.152/06 alla parte IV, pari a 150 mg/kg. Tale circostanza risulta conforme a quanto rilevato durante la fase ante operam.

Analogamente al parametro "**cromo totale**", anche le concentrazioni di **piombo** registrate sui campioni di suolo analizzati risultano notevolmente al di sotto del limite stabilito dalla Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/06 pari a 100 mg/kg s.s. Tale circostanza è conforme a quanto rilevato durante la fase ante operam.

Anche le concentrazioni di **nicel** registrate risultano inferiori al limite stabilito nella Tab.1 all'allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/06, pari a 120 mg/kg s.s. Tale circostanza è conforme a quanto rilevato durante la fase ante operam.

Il **mercurio** è risultato, per tutti i campioni di suolo analizzati, inferiore al limite di rilevabilità strumentale (0,5 mg/kg s.s.). Tale circostanza è conforme a quanto rilevato durante la fase ante operam.

Le concentrazioni di **arsenico** rilevate sui suoli campionati sono risultate inferiore alla concentrazione soglia di contaminazione di cui alla Tab1 all'allegato 5 alla parte IV del D. Lgs.152/06, pari a 20 mg/kg s.s., L'andamento generale rispecchia quanto già registrato durante la fase ante operam.

Tali valori limiti si riferiscono alla caratterizzazione di siti potenzialmente contaminati e, pertanto, hanno carattere esclusivamente indicativo per le finalità del presente studio.

Per quanto riguarda gli inquinanti inorganici sono stati monitorati i **cianuri** e i **fluoruri**. Dalle analisi di laboratorio, le concentrazioni di fluoruri sono risultate, tutte inferiori a 100 mg/kg s.s., concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo per i fluoruri per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs.152/06). Il valore più elevato di fluoruri è risultato sul punto di campionamento SUO\_02-A, per il quale si è registrato un valore di 18 mg/kg s.s. I valori determinati per i cianuri, invece, sono risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale. Una situazione analoga è stata riscontrata anche nella precedente campagna eseguita prima dell'avvio del cantiere.

Tra i composti organici aromatici, il **benzene** è risultato inferiore al limite di rilevabilità dello strumento (<0,005 mg/kg s.s.) e, pertanto, inferiore a 0,1 mg/kg s.s., concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo (tabella n.1 allegato 5 alla parte IV del D.Lgs.152/06), da considerare come valore puramente indicativo. L'andamento ricalca quanto monitorato in ante operam.


### 5.3. Analisi tossicologiche: risultati e conclusioni

Tra i saggi ecotossicologici di contatto più diffusi ci sono quelli che utilizzano le piante. Le piante sono componenti essenziali per l'ecosistema e si trovano alla base della catena alimentare. Quando crescono su un suolo contaminato diventano una potenziale minaccia per la salute degli animali e dell'uomo, in quanto possono accumulare sostanze tossiche (es. metalli pesanti) nei loro tessuti.

Studiare gli effetti tossici dei contaminanti del suolo sulle piante è molto importante proprio per il ruolo ecologico che esse ricoprono. I test di fitotossicità con diverse specie di piante vengono comunemente utilizzati perché sensibili a diversi tipi di contaminanti.

Per il **test di fitotossicità**, il P.M.A. ha previsto l'utilizzo del **Lepidium sativum**. Il test consiste in una prova di accrescimento di una pianta test sul campione in esame miscelato ad un substrato di base costituito da sabbia e torba in rapporto 1:1. Al substrato di base viene aggiunto il campione di terreno in due dosi; per ogni dose vanno effettuate tre ripetizioni. Sulle diverse miscele ottenute viene effettuata la semina e al termine dello sviluppo vegetativo le piantine vengono tagliate per determinare la produzione. I dati ricavati, calcolati sul peso secco, vengono espressi come produzione media delle tre ripetizioni, riferita al testimone non concimato (costituito da sabbia e torba 1:1 in volume), considerato uguale a 100. I valori ottenuti vanno confrontati con la tabella seguente che riporta la classificazione degli indici di germinazione (Viarengo et al., 2004; Pasini et al., 2000).

I risultati del test di fitotossicità con Lepidium Sativum mostrano, per i suoli campionati, valori medi compresi tra 98 e 120 %, determinando una "assenza di effetti" (tossici o biostimolativi), ad eccezione

	Natura S.r.l. Via G. Rossini n.16 80026 Casoria (NA)	Relazione monitoraggio Suolo periodo mag 17 \ ott 17	Pagina 19 di 20
---	--	---	-----------------

dei suoli SUO\_02-A, SUO\_06-B e SUO\_21-B, SUO\_01-C e SUO\_20-D, che presentano valori medi tra 121 e 139%, per i quali si può associare una "capacità di biostimolazione".

Range IG%	Giudizio
>120	Suolo con capacità di biostimolazione
80 ÷ 120	Assenza di effetti (tossici o biostimolativi)
40 ÷ 80	Leggera Inibizione (da bassa a moderata tossicità del suolo)
<40	Marcata Inibizione (alta tossicità del suolo)

Tabella n.7 – Classificazione degli indici di germinazione (Viarengo et al., 2004; Pasini et al., 2000)

Il test di tossicità acuta con batteri bioluminescenti (**Vibrio Fisher**), si basa sulla proprietà del batterio *Photobacterium phosphoreum* di emettere luce come prodotto dei suoi processi metabolici. I cambiamenti che avvengono in tali processi causati dall'esposizione a sostanze tossiche provocano cambiamenti nell'emissione della luce. Pertanto le sostanze tossiche eventualmente presenti nel campione da saggiare, interferendo con il metabolismo del batterio aggiunto al campione stesso, riducono la sua emissione di luce in modo proporzionale alla tossicità esibita. La tossicità viene espressa come "Effective Concentration" (E.C.50), che rappresenta la concentrazione in grado di diminuire del 50% la luminosità della popolazione batterica saggiata.

A seconda delle percentuali di inibizione ottenute si procede alla prosecuzione del saggio secondo il seguente schema:

- < 20% non si prosegue con il saggio e pertanto risulterà "EC50 non calcolabile";
- 20% - 50% non si prosegue con il saggio e pertanto risulterà "EC50 non calcolabile";
- > 50% si prosegue con il saggio.

I risultati ottenuti mostrano mediamente "assenza di effetti tossici", con percentuali di saggio sensibilmente inferiori al 20%. ; la determinazione dell'EC50 sui campioni per i quali la percentuale di inibizione risulta > 20% ha restituito valori pari a zero o con assenza di tossicità (ormesi).

E' stato effettuato inoltre il **Test di tossicità acuta con *Brachionus calyciflorus***. Esso si effettua invece su una specie d'acqua dolce appartenente al phylum dei Rotiferi, un gruppo di organismi di grande rilevanza ecologica negli ambienti acquatici) I risultati vengono espressi come percentuale di individui morti/immobilizzati valutando la mortalità di *Brachionus Calyciflorus*.

Così come nel caso precedente, I risultati ottenuti presentano "assenza di effetti tossici".

Alla luce di quanto esposto, si ritiene che, allo stato attuale, non risultano evidenti interazioni tra le attività di cantiere e la complessiva qualità dei suoli.