

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA FERROVIARIA MILANO - NAPOLI NODO DI FIRENZE - PENETRAZIONE URBANA LINEA AV

RIAMBIENTALIZZAZIONE AREA MINERARIA S. BARBARA MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI DEL MATERIALE

PROCEDURA OPERATIVA PER SCAVO MECCANIZZATO

SCALA -

IL PROGETTISTA



Infrarail Firenze srl - IFR Firenze
sede legale: Via Circondaria, 32-34 - 50127 Firenze
PEC: infrarail.pec@legalmail.it
Codice fiscale e n. iscr. al Registro Imprese: 06956550484

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NF1W	00	E	ZZ	RH	IM0600	004	C

REV	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
A	EMISSIONE	TREVISANI	04/10/21	FRECENTESE	04/10/21	SORBELLO	04/10/21
B	Recep. oss. ARPAT del 02/11/2021	FRECENTESE	16/11/21	SORBELLO	17/11/21	SORBELLO	17/11/21
C	Recep. oss. ARPAT del 05/05/2022	FRECENTESE	10/05/22	SORBELLO	11/05/22	SORBELLO	11/05/22

File: NF1W.00.E.ZZ.RH.IM0600.004.C.docx

n. Elab.:

SOMMARIO

1.	PREMESSA	1
2.	PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	2
3.	SITO DI CARATTERIZZAZIONE	4
3.1.	AREE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE	4
3.2.	FORMAZIONE E IDENTIFICAZIONE CUMULI	6
4.	PROCEDURA PER LA CARATTERIZZAZIONE.....	14
4.1.	INTRODUZIONE.....	14
4.2.	COMUNICAZIONE DI INIZIO CARATTERIZZAZIONE	15
4.3.	MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO NELLE PIAZZOLE DI CARATTERIZZAZIONE (TERRENO T2 OVERO 14 GIORNI DI MATURAZIONE).....	15
4.4.	MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO NELLE BAIE DI CARATTERIZZAZIONE (TERRENO T1 O INTERMEDIO OVERO 28 GIORNI DI MATURAZIONE)	16
4.5.	FORMAZIONE E GESTIONE DEI CAMPIONI DI ANALISI	18
4.5.1.	Quartatura.....	18
4.5.2.	Setacciatura terreni condizionati.....	19
4.5.3.	Preparazione dei campioni per analisi D.M. 161/2012.....	19
4.5.4.	Trasferimento dei campioni	20
4.6.	ANALISI DEI CAMPIONI.....	21
4.6.1.	Laboratori di riferimento per le analisi	21
4.6.2.	Metodi ed esecuzione di analisi dei materiali provenienti da scavo meccanizzato	21
	Analisi ecotossicologiche	21
4.6.3.	21
4.6.4.	Analisi chimiche.....	25
4.7.	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GESTIONE DEL MATERIALE PROVENIENTE DA SCAVO MECCANIZZATO	33
4.7.1.	Trasmissione dei risultati delle analisi.....	34
4.7.2.	Tracciabilità dei materiali	34
5.	CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE SULLA POSSIBILE PRESENZA DI AMIANTO	36
6.	VERIFICA AMBIENTALE FINALE	39
7.	CAMPO PROVA	40
8.	ALLEGATO 1	1
9.	ALLEGATO 2	2
10.	ALLEGATO 3	3
11.	APPENDICI.....	4

1. PREMESSA

La presente procedura è redatta ai fini del completo recepimento della prescrizione C21, emessa nell'ambito della Verifica di Ottemperanza del V.I.A. di Enel Produzione S.p.A. (rif. Decreto VIA DS-DEC-2009-000938 del 29.07.2009) per la realizzazione della c.d. Collina Schermo.

In particolare, essa contiene le modalità di campionamento e analisi del materiale proveniente dallo scavo meccanizzato del Nodo dell'Alta Velocità del Nodo di Firenze, che rappresenta il sito di produzione delle terre.

2. PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

L'area di cantiere di S. Barbara rientra in un più ampio Piano di recupero ambientale della concessione denominata "Santa Barbara", sviluppato da Enel S.p.A. e da realizzarsi in aree ricomprese tra i comuni di Cavriglia (AR) e Figline Valdarno (FI). Con Decreto 416 del 9 Febbraio 2010 la Regione Toscana, settore Mineriere ed Energia, è stata autorizzata la realizzazione del suddetto Piano, articolato in diverse zone, corrispondenti ad altrettanti ambiti di intervento.

Con tale decreto è stato approvato anche il "disciplinare attuativo", con il quale si disciplina che l'intero progetto di "Riambientalizzazione dell'area mineraria Santa Barbara" venga realizzato secondo una suddivisione in zone omogenee di attuazione, tra le quali è ricompresa la c.d. Collina Schermo (ovvero Collina TAV), che ricade nella ZONA 1 riportata nella planimetria di intervento allegata al decreto stesso (Figura 1).

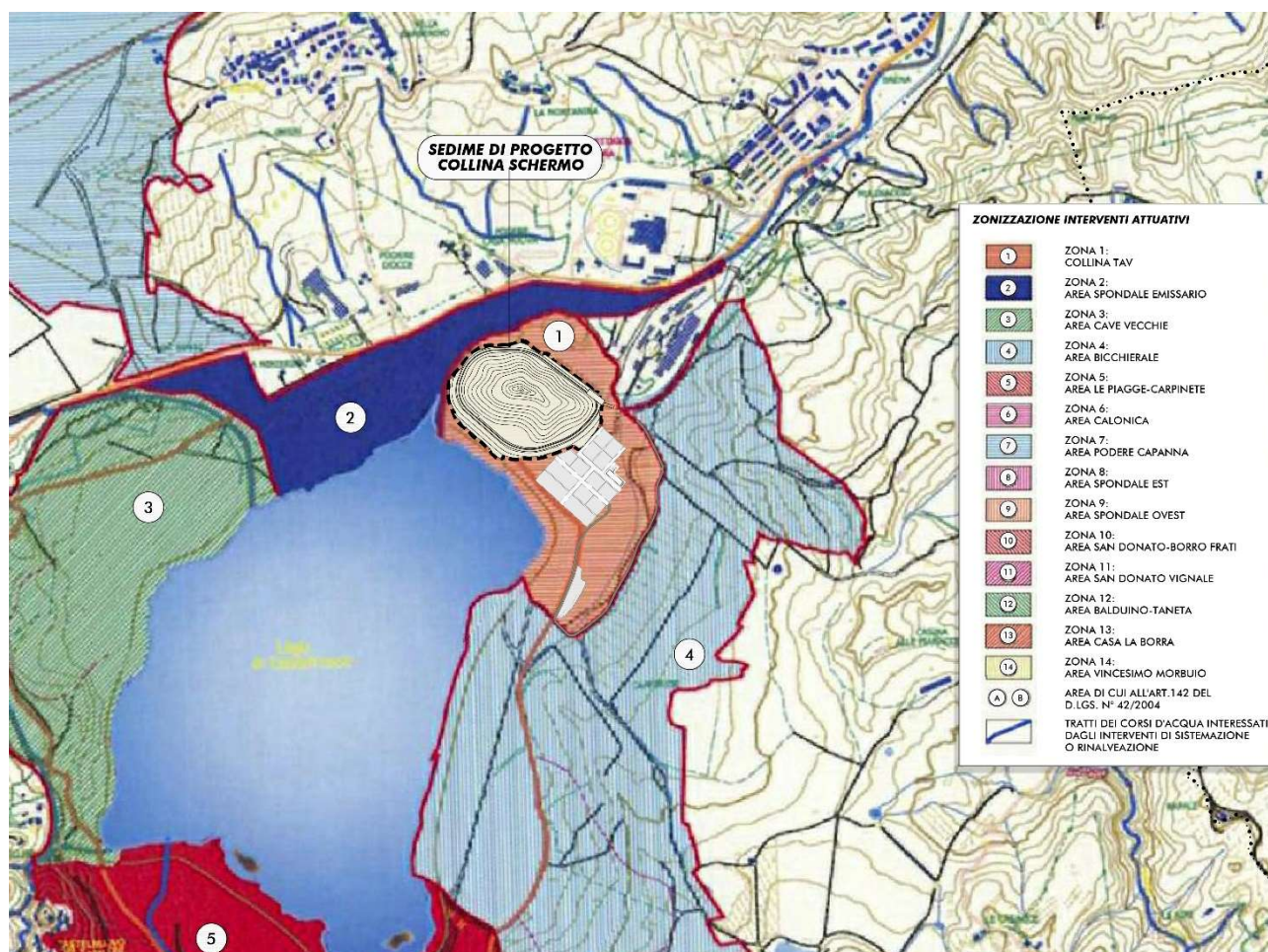


Figura 1 - Stralcio planimetrico con sovrapposizione delle aree riguardanti la Collina Schermo e le piazzole di caratterizzazione nella configurazione attuale

Al fine di soddisfare i tempi di biodegradazione previsti nel "Protocollo", trasmesso dal M.A.T.T.M. con DVA.U.0010288 del 15.04.2016, è stato necessario prevedere l'ampliamento delle piazzole di caratterizzazione del materiale pro, che sarà trattato nei paragrafi successivi. Come si può evincere dalla figura seguente (Figura 2), anche la configurazione futura delle piazzole ricadrebbe all'interno della suddetta ZONA 1.

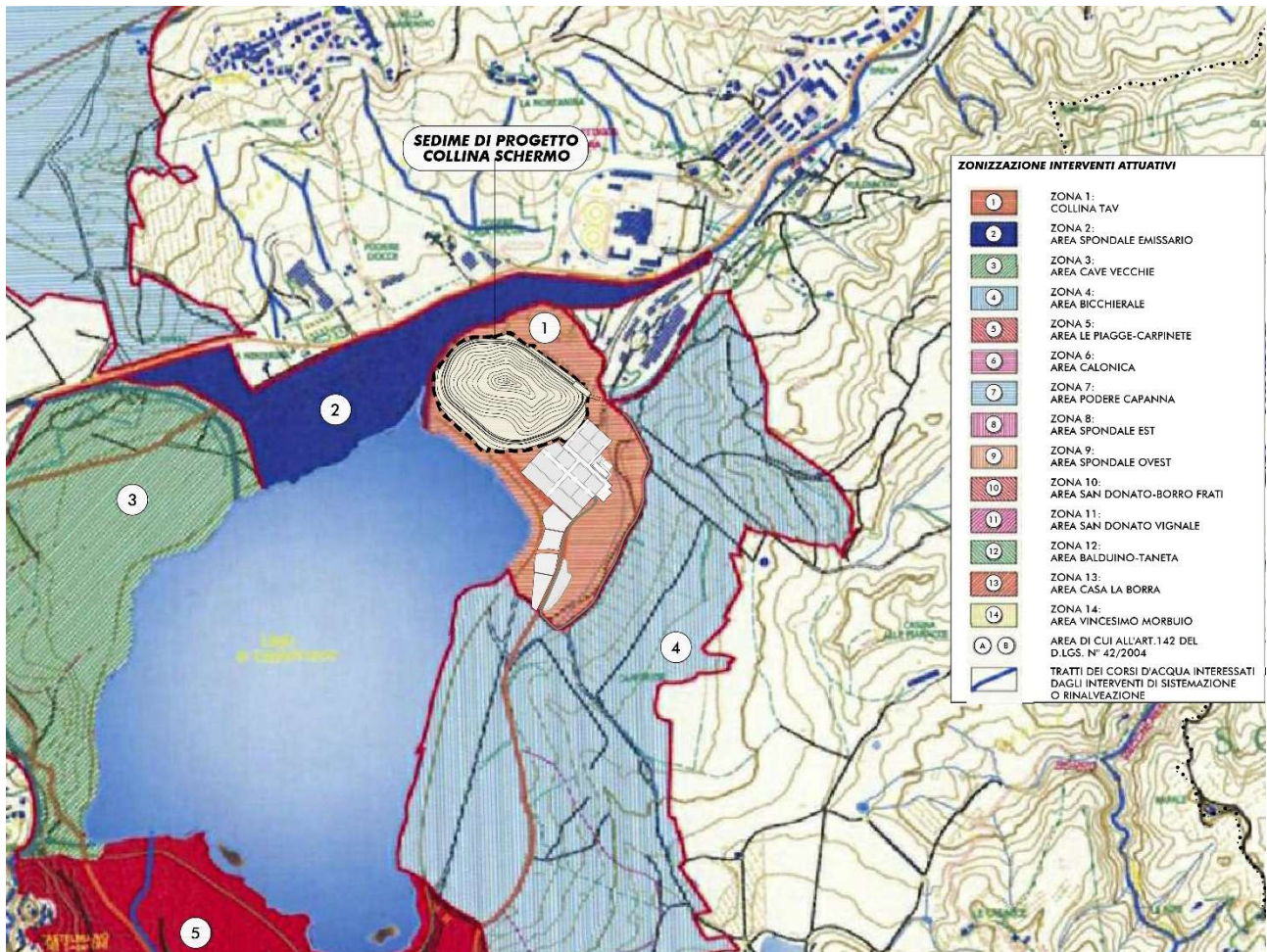


Figura 2 - Stralcio planimetrico con sovrapposizione delle aree riguardanti la Collina e le relative piazzole

3. SITO DI CARATTERIZZAZIONE

3.1. AREE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE

Il Passante AV consiste in tutte le opere necessarie per la realizzazione delle gallerie che consentiranno alla futura linea AV di transitare al di sotto della città di Firenze, partendo dal punto in cui questa si interrerà in corrispondenza della stazione di Campo di Marte, fino al punto in cui, dopo aver transitato per la futura stazione, riemergerà presso l'area di Rifredi.

Gli scavi per la realizzazione delle future gallerie di sottoattraversamento della città di Firenze, lungo le quali transiteranno i treni della futura linea AV, saranno eseguiti per la totalità in meccanizzato, utilizzando una fresa (TBM) del tipo EPB. Il materiale scavato dalla TBM sarà direttamente caricato, tramite nastri trasportatori installati lungo l'asse della galleria, in cassoni presenti su convogli ferroviari, con i quali lo stesso sarà trasportato fino al sito di destino di S. Barbara, nel comune di Cavriglia (AR). In questo sito, il materiale sarà dapprima depositato temporaneamente su apposite piazzole per la sua caratterizzazione, necessaria a poter stabilire il rispetto dei limiti imposti per il suo riutilizzo ai fini della realizzazione della c.d. collina schermo.

Attualmente nel sito di S. Barbara sono presenti n. 8 piazzole di caratterizzazione, aventi una superficie di circa 4.200 metri quadrati ciascuna.

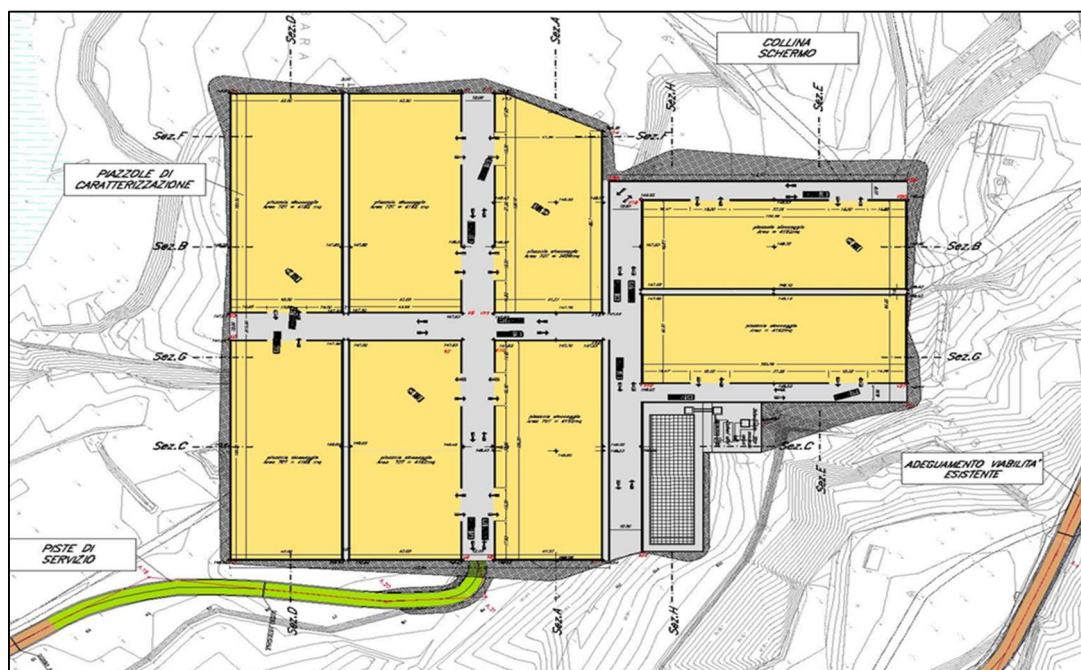


Figura 3 - Planimetria delle attuali piazzole presenti nel sito di Santa Barbara

Le piazzole, disposte secondo lo stralcio planimetrico sopra riportato (Figura 3) sono delimitate da New Jersey di altezza pari ad 1 m e sono dotate di una copertura mobile, che, in funzione delle condizioni meteorologiche, può ricoprire o meno la superficie delle piazzole stesse, azionando il sistema motorizzato di cui sono dotate le capriate.

La pavimentazione delle piazzole è stata realizzata con una sovrastruttura in cls di spessore 25 cm, poggiata su uno strato di calcestruzzo magro di spessore di 10 cm. Per avere una completa garanzia di impermeabilità, tra la soletta in c.a. ed il sottostante strato di livellamento in calcestruzzo magro, è interposto un geocomposito bentonitico.

Ai fini del soddisfacimento dei tempi di biodegradazione previsti nel "Protocollo", trasmesso dal M.A.T.T.M. con DVA.U.0010288 del 15.04.2016, è in corso di approvazione un progetto di implementazione delle piazzole, che prevede la suddivisione di tre piazzole esistenti in tre baie ciascuna e la realizzazione di una ulteriore baia di circa

1.300 metri quadrati. Così facendo, nella configurazione futura, saranno disponibili cinque piazzole e dieci baie (nove ricavate dalle piazzole esistenti ed una realizzata ex novo).

Ogni baia avrà la stessa capacità di stoccaggio delle piazzole, ossia ca. 3.500 m³ sciolti di volume di materiale scavato. Per garantire tale capacità, la suddivisione delle piazzole in baie avverrà tramite l'ausilio di setti (muri prefabbricati) di altezza pari a 4 metri, i quali serviranno come delimitazione dei singoli cumuli di volume di terreno scavato. Nella nuova configurazione le cinque piazzole rimanenti saranno identificate come aree di stoccaggio di "tipo A", mentre le baie saranno identificate come aree di stoccaggio di "tipo B" (Figura 4).



Figura 4 - Configurazione futura per la gestione delle TRS provenienti dallo scavo meccanizzato

Per completezza di trattazione della gestione delle terre provenienti dallo scavo del nodo AV di Firenze, il progetto di ampliamento delle piazzole prevede anche la realizzazione di ulteriori piazzole scoperte in prossimità delle piazzole esistenti, per la caratterizzazione del materiale proveniente dallo scavo in tradizionale (le cui modalità di campionamento e analisi sono oggetto di altra procedura già approvata, cfr. doc NF1W.00.E.ZZ.RH.IM0600.003.B), contemporaneamente alla caratterizzazione del materiale proveniente dallo scavo meccanizzato. Queste ultime si estenderanno su una superficie complessiva di circa 16.000 m² (aree di stoccaggio "tipo C"), sulla quale saranno ricavate quattro aree di caratterizzazione di superficie pari a 4.000 m² ciascuna, in grado di accumulare circa 5.000 m³ di materiale scavato (Figura 5).

Tutte le aree di caratterizzazione saranno delimitate da elementi di separazione in modo tale da garantire la tracciabilità dei materiali terrigeni in esse temporaneamente depositati.

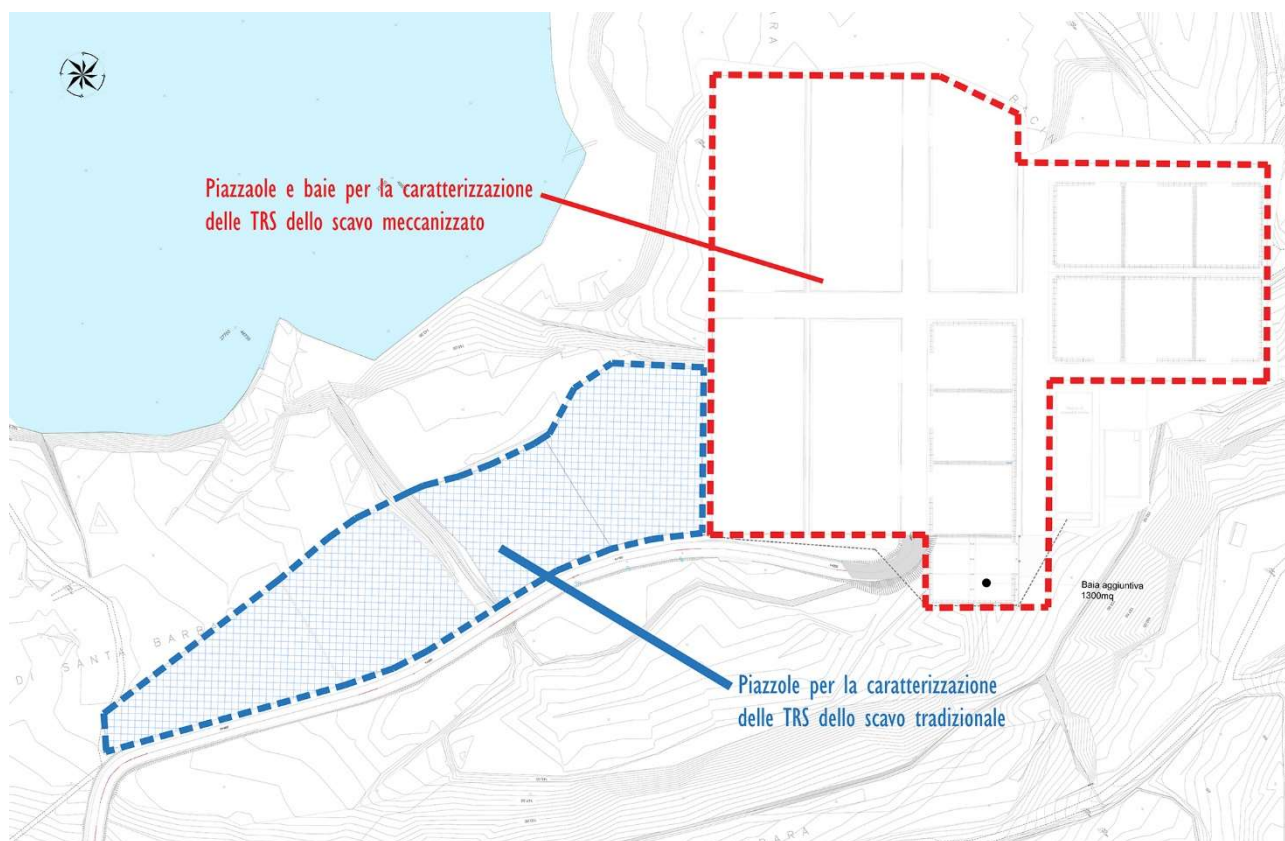


Figura 5 – Suddivisione delle aree per la caratterizzazione delle TRS

3.2. FORMAZIONE E IDENTIFICAZIONE CUMULI

Per quanto riguarda il materiale proveniente dagli scavi meccanizzati, i mezzi scaricheranno i singoli container trasportati su carri ferroviari nelle singole piazzole di “tipo A”, fino al completo riempimento della stessa. A riempimento avvenuto la piazzola sarà identificata come chiusa, saranno vietati ulteriori scarichi e il tempo di fine riempimento sarà identificato come il T=0 previsto dal “Protocollo”.

I cumuli saranno effettuati in modo tale da garantire un’altezza massima di 80 cm lungo tutta la superficie utile della piazzola stessa e per un volume totale di 3.500 m³.

Ciascuna piazzola di caratterizzazione sarà identificata con la lettera “A” e con un numero progressivo.

I cartelli indicanti la sigla identificativa della piazzola saranno posizionati all’ingresso della stessa.

In analogia alla “PROCEDURA OPERATIVA PER SCAVO TRADIZIONALE” (doc NF1W.00.E.ZZ.RH.IM0600.003.B), già approvata e adottata per i lavori di scavo della nuova stazione AV di Belfiore, ogni piazzola sarà identificata da un cartello contenente le seguenti informazioni:

- data di inizio stesa (data dello scarico del materiale contenuto nel primo cassone in ingresso) e di fine stesa (data dello scarico del materiale dell’ultimo cassone costituente la piazzola);
- tipologia di terreno (a valle delle analisi granulometriche);
- identificativo del rapporto di prova (contenente: parametri condizionanti e quantità condizionante; tipologia di polimero ove utilizzato; consumo registrato di pasta di tenuta e di lubrificante).

Il livello di rintracciabilità per le informazioni di cui sopra sarà garantito per un singolo convoglio ferroviario (massimo 38 cassoni corrispondente a circa 700 m³ di materiale).

Le nuove baie aggiuntive, dedicate ai materiali derivanti dallo scavo meccanizzato, una volta realizzate saranno identificate con la lettera "B" e con un numero progressivo.

Il materiale che dalle piazzole sarà trasferito all'interno delle baie sarà abbancato in modo uniforme e l'altezza dei cumuli sarà circa di 2,5 m.

Nel seguito esempi di cartellonistica da adottare nelle singole piazzole/baie di caratterizzazione per le TRS dello scavo meccanizzato (per completezza si riporta anche la cartellonistica per le piazzole di "tipo C").

PIAZZOLA A1
Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa Consumo pasta di tenuta: Consumo lubrificante:
FASE: RIEMPIMENTO

PIAZZOLA

A1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: In fase di definizione
Consumo pasta di tenuta:
Consumo lubrificante:

**FASE:
IN ATTESA DI ANALISI**

PIAZZOLA

A1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: Terreno tipo X
Consumo pasta di tenuta:
Consumo lubrificante:
RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

**FASE:
SVUOTAMENTO PER LA COLLINA**

PIAZZOLA

A1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa

Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa

Tipologia di materiale: Terreno tipo X

Consumo pasta di tenuta:

Consumo lubrificante:

RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

**FASE:
IN SVUOTAMENTO
PER EX CAVA BRUNI**

PIAZZOLA

A1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa

Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa

Tipologia di materiale: Terreno tipo X

Consumo pasta di tenuta:

Consumo lubrificante:

RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

**FASE:
IN SVUOTAMENTO
PER IMPIANTO DI ADRASTEIA**

BAIA B1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Consumo pasta di tenuta:
Consumo lubrificante:

FASE: RIEMPIMENTO

BAIA B1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: In fase di definizione
Consumo pasta di tenuta:
Consumo lubrificante:

FASE: IN ATTESA DI ANALISI

BAIA B1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: Terreno tipo X
Consumo pasta di tenuta:
Consumo lubrificante:
RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

FASE: SVUOTAMENTO PER LA COLLINA

BAIA B1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: Terreno tipo X
Consumo pasta di tenuta:
Consumo lubrificante:
RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

**FASE:
IN SVUOTAMENTO
PER EX CAVA BRUNI**

BAIA B1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: Terreno tipo X
Consumo pasta di tenuta:
Consumo lubrificante:
RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

**FASE:
IN SVUOTAMENTO
PER IMPIANTO DI ADRASTEIA**

PIAZZOLA C1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa

**FASE:
RIEMPIMENTO**

PIAZZOLA C1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: In fase di definizione

**FASE:
IN ATTESA DI ANALISI**

PIAZZOLA C1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: Terreno tipo X
RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

**FASE:
SVUOTAMENTO PER LA COLLINA**

PIAZZOLA C1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa
Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa
Tipologia di materiale: Terreno tipo X
RdP xxxxxxx del gg/mm/aaaa

**FASE:
IN SVUOTAMENTO
PER EX CAVA BRUNI**

PIAZZOLA

C1

Data di inizio riempimento: gg/mm/aaaa

Data di fine riempimento: gg/mm/aaaa

Tipologia di materiale: Terreno tipo X

RdP xxxxxx del gg/mm/aaaa

FASE:
IN SVUOTAMENTO
PER IMPIANTO DI ADRASTEIA

4. PROCEDURA PER LA CARATTERIZZAZIONE

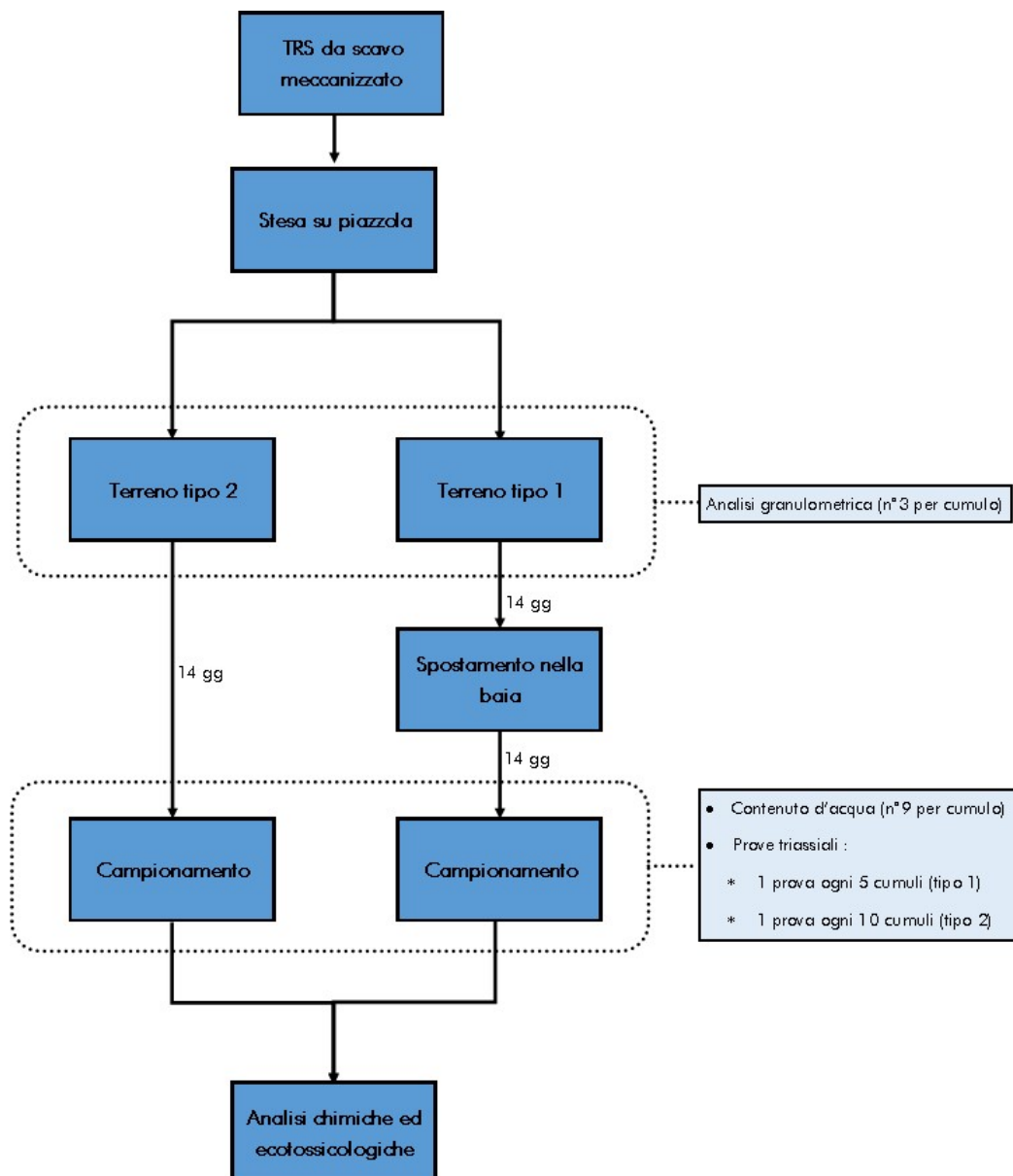
4.1. INTRODUZIONE

Il materiale escavato per mezzo della TBM prevede una caratterizzazione a seguito del periodo di biodegradazione. Quest'ultimo potrà essere di 14 o 28 giorni a seconda del tipo di terreno. Infatti, per il terreno di "tipo 1" saranno eseguiti i prelievi per la costituzione dei campioni a distanza di 28 giorni dalla stesa, mentre il terreno di "tipo 2" potrà essere campionato dopo 14 giorni.

Nella configurazione attuale saranno impiegate le otto piazzole per la stesa e successivo campionamento del materiale; mentre, qualora sarà approvato il progetto di ampliamento delle piazzole, il materiale sarà gestito impiegando sia le piazzole (aree di stoccaggio tipo "A") sia le baie (aree di stoccaggio tipo "B").

In particolare, nel caso di terreno di "tipo 2", dopo 14 giorni dalla stesa nelle piazzole si procederà al campionamento, per procedere alle analisi chimiche ed ecotossicologiche.

Invece, nel caso di terreno di "tipo 1", dopo 14 giorni dalla stesa nelle piazzole, sarà trasferito nelle baie e, attesi ulteriori 14 giorni, si potrà procedere alle analisi chimiche ed ecotossicologiche. Si riporta di seguito lo schema del processo di campionamento e analisi delle terre provenienti dallo scavo meccanizzato.



In parallelo ai campionamenti per le analisi chimiche ed ecotossicologiche saranno svolti dei campionamenti atti a definire le caratteristiche geotecniche dei terreni escavati. Infatti, una volta ultimata la stesa del materiale nelle piazzole, saranno prelevati 3 campioni di materiale per cumulo, che saranno sottoposti alle analisi granulometriche (atte a definire la tipologia di terreno). Infine, al termine del periodo di biodegradazione, saranno prelevati 9 campioni per la definizione del contenuto d'acqua del materiale e sarà effettuata una prova triassiale ogni 5 cumuli, per il terreno "tipo 1", ed ogni 10 cumuli, per il terreno "tipo 2".

4.2. COMUNICAZIONE DI INIZIO CARATTERIZZAZIONE

Come illustrato al paragrafo precedente, in relazione ai tempi di maturazione sarà possibile pianificare in anticipo la data del prelievo.

La comunicazione relativa al campionamento avverrà tramite programma bisettimanale di campionamento, inviato il venerdì di ogni settimana, così che la pianificazione abbia sempre una sovrapposizione settimanale. La data e l'ora del campionamento sarà confermata con almeno 5 giorni di anticipo come da "PROCEDURA OPERATIVA PER SCAVO TRADIZIONALE" (doc. NF1W.00.E.ZZ.RH.IM0600.003.B del 28/01/2021).

In ogni caso, i primi campionamenti dovranno essere concordati e condotti alla presenza di ARPAT¹.

4.3. MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO NELLE PIAZZOLE DI CARATTERIZZAZIONE (TERRENO T2 OVERO 14 GIORNI DI MATURAZIONE)

La procedura di campionamento prevede la realizzazione di un campione medio composito di una volumetria di circa 3.500 m³, ossia corrispondente indicativamente al volume stoccato in ciascuna piazzola di campionamento.

Come previsto dal Protocollo ISPRA, il campionamento per i terreni provenienti da scavo meccanizzato sarà effettuato su tali cumuli dopo il periodo di maturazione di 14 giorni, nel caso di terreno assimilabile al terreno di tipo 2. Il campionamento deve avvenire prelevando un campione composito rappresentativo del terreno delle piazzole nel suo complesso, costituito da 20 incrementi prelevati con criterio casuale, distribuiti omogeneamente sul cumulo e per l'intero spessore (0,8 m), tramite idoneo mezzo meccanico dotato di benna. Per il terreno "tipo 2", il prelievo avverrà nelle piazzole.

Da ogni bennata di escavatore verranno prelevati 6 litri di materiale (misurati con un secchio di plastica graduato di capienza nota) per un peso corrispondente a circa 10,2 kg (considerando un peso di volume di 1,70 t/m³). Per il prelievo dei campioni possono essere utilizzate altre tipologie di attrezzature/mezzi, che abbiano le medesime capacità di prelievo della benna dell'escavatore sopracitata, ovvero deve essere in grado di prelevare con ogni prelievo una quantità di materiale pari a 6 litri.

In questa fase verranno scartati a mano gli elementi litoidi di dimensioni evidentemente superiori a 2 cm.

Si otterrà quindi un campione complessivo da sottoporre a quartatura, previa omogeneizzazione, ricavato dal seguente calcolo: 6 (litri di terreno) x 1,70 (kg/litro peso specifico) x 20 (n. di incrementi) per un totale di circa 200 kg.

Saranno compilati i verbali di campionamento, sia per le analisi chimiche sia per le analisi eco tossicologiche.

Di seguito si riporta uno schema planimetrico con l'ubicazione dei prelievi.

¹ In tutti i casi in cui, durante l'esecuzione dei lavori, venga effettuato un campionamento in contraddittorio con ARPAT, sarà necessario attendere anche la comunicazione dei Rapporti di Prova di ARPAT prima della messa a dimora del materiale. Quindi, per la piazzola/baia in questione si adatterà la cartellonista "In attesa di analisi".

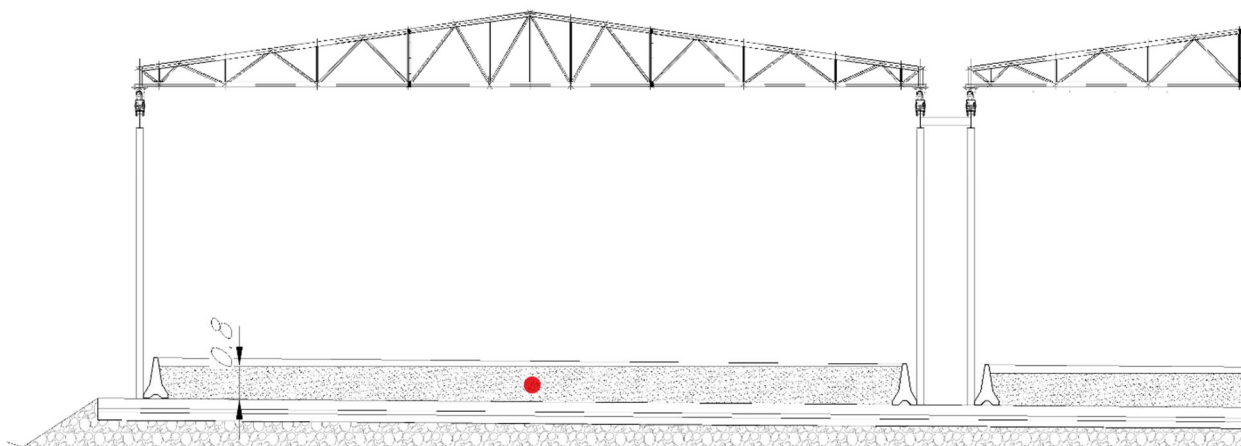


Figura 6 – Sezione caratteristica piazzola

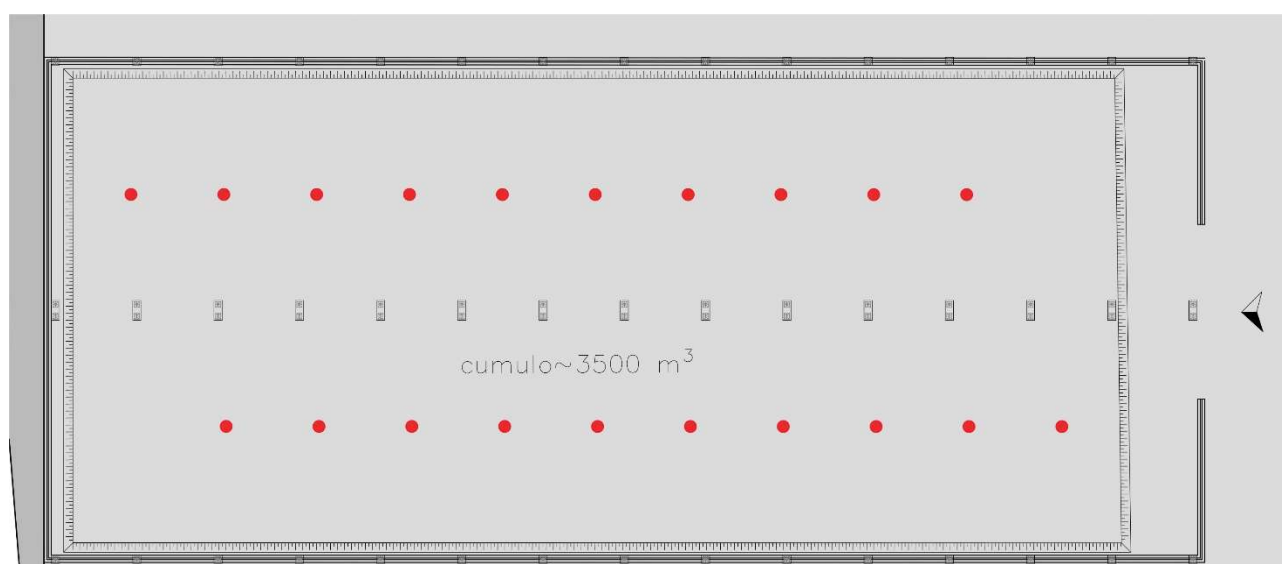


Figura 7 – Schema planimetrico con individuazione dei prelievi (in rosso) nella piazzola

Seppur remota, in quanto non sussistono presupposti geologici, meglio argomentati nel paragrafo 5, nel caso in cui si ipotizzasse la presenza di amianto in fibre o con presenza massiva nel terreno, il campionamento deve essere effettuato previa bagnatura del cumulo. Le determinazioni analitiche devono essere condotte sull'intero campione, compresa la frazione superiore a 2 cm; il campione deve essere inserito in un contenitore di plastica per l'aliquota destinata ad ARPAT; l'aliquota per l'analisi dell'amianto deve essere analizzata per prima e si devono adottare tutte le precauzioni previste da norma volte ad evitare l'inalazione delle fibre e il trasferimento della contaminazione.

4.4. MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO NELLE BAIE DI CARATTERIZZAZIONE (TERRENO T1 O INTERMEDIO OVVERO 28 GIORNI DI MATURAZIONE)

La procedura di campionamento prevede, anche per il terreno di "tipo 1", la realizzazione di un campione medio composito di una volumetria di circa 3.500 m³.

Come descritto nel paragrafo precedente, il terreno di “tipo 1” sarà depositato temporaneamente nelle piazzole, steso per uno spessore di 80 cm, trascorsi 14 giorni dalla sua stesa in tali piazzole, esso sarà spostato e accumulato nelle baie.

Nella baia l’altezza del cumulo sarà pari a circa 2,5 m, pertanto per il campionamento si devono considerare 3 incrementi (superficiale, intermedio e profondo - Figura 8) in corrispondenza di 7 punti omogeneamente distribuiti sul cumulo (Figura 9), scelti con criterio casuale per un totale di 21 incrementi per campione analogamente alla “PROCEDURA OPERATIVA PER SCAVO TRADIZIONALE”(doc. NF1W.00.E.ZZ.RH.IM0600.003.B del 28/01/2021).

Come per il terreno “tipo 2” verranno prelevati 6 litri di materiale (misurati con un secchio di plastica graduato di capienza nota) per un peso corrispondente a circa 10,2 kg (considerando un peso di volume di 1,70 t/m³).

In questa fase verranno scartati a mano gli elementi litoidi di dimensioni evidentemente superiori a 2 cm.

Si otterrà quindi un campione complessivo da sottoporre a quartatura, previa omogeneizzazione, ricavato dal seguente calcolo: 6 (litri di terreno) x 1,70 (kg/litro peso specifico) x 21 (n. di incrementi) per un totale di circa 214 kg.

Saranno compilati i verbali di campionamento, sia per le analisi chimiche sia per le analisi eco tossicologiche.

Anche in questo caso il campione verrà prelevato con l’ausilio di un mezzo meccanico dotato di benna (si ipotizza che la maturazione del materiale possa consentire al mezzo meccanico di effettuare le manovre, potranno essere presi in considerazione sistemi alternativi).

Di seguito si riporta uno schema planimetrico con l’ubicazione dei prelievi.

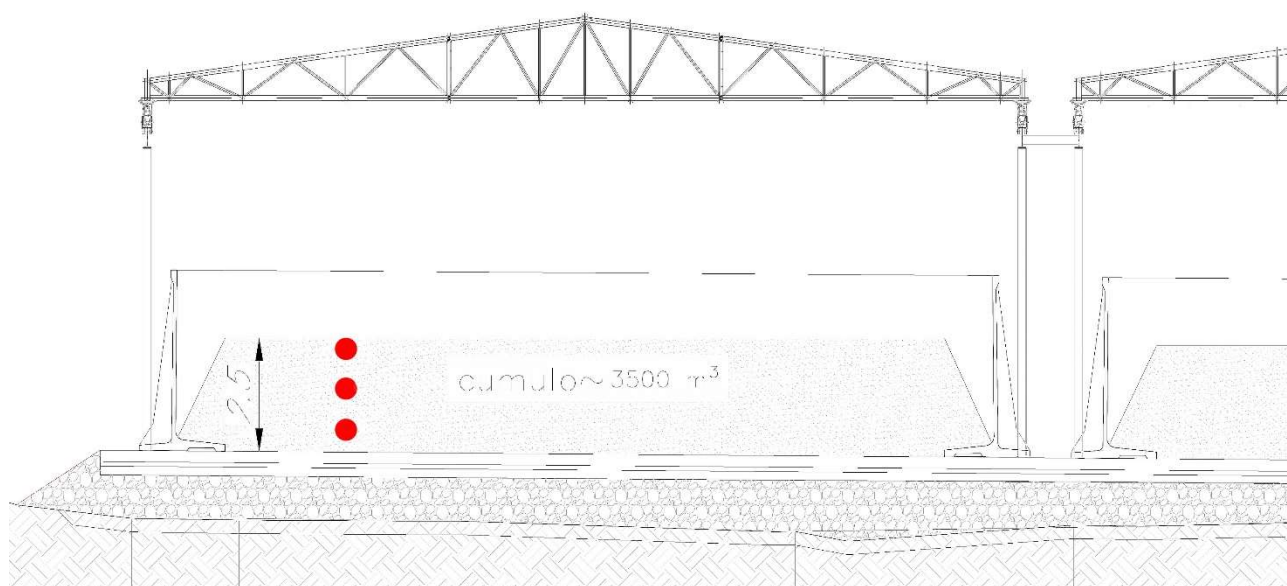


Figura 8 – Sezione caratteristica baia con punti di prelievo

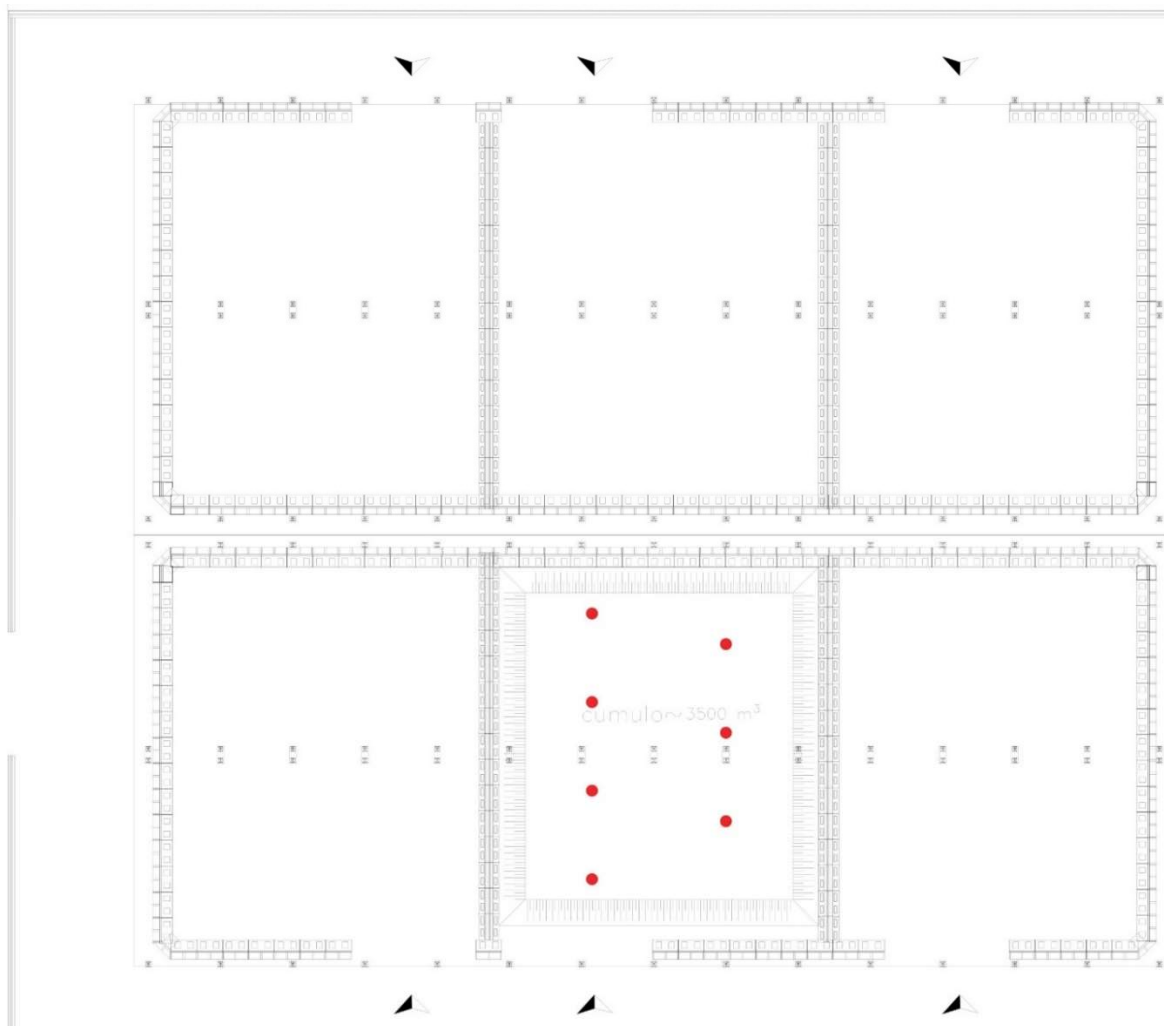


Figura 9 - Schema planimetrico con individuazione dei prelievi (in rosso) nella baia

Seppur remota, in quanto non sussistono presupposti geologici, meglio argomentati nel paragrafo 5, nel caso in cui si ipotizzasse la presenza di amianto in fibre o con presenza massiva nel terreno, il campionamento deve essere effettuato previa bagnatura del cumulo. Le determinazioni analitiche devono essere condotte sull'intero campione, compresa la frazione superiore a 2 cm; il campione deve essere inserito in un contenitore di plastica per l'aliquota destinata ad ARPAT; l'aliquota per l'analisi dell'amianto deve essere analizzata per prima e si devono adottare tutte le precauzioni previste da norma volte ad evitare l'inalazione delle fibre e il trasferimento della contaminazione.

4.5. FORMAZIONE E GESTIONE DEI CAMPIONI DI ANALISI

Il confezionamento del campione avverrà direttamente presso la piazzola o la baia oggetto di campionamento. Il materiale non utilizzato per il confezionamento del campione sarà riposizionato nella piazzola o baia dalla quale era stato prelevato.

A prelievo avvenuto si procederà all'omogeneizzazione del campione, anche con l'eventuale ausilio di una mazza e/o martello, qualora il materiale si presenti in forma coerente e compatta.

Al termine dell'omogeneizzazione, valutata attraverso l'omogeneità del colore, il materiale raccolto sarà disposto al di sopra di un telo in PVC per poter procedere alla quartatura del materiale.

4.5.1. Quartatura

Il materiale omogeneizzato, disposto in cumulo su telo in PVC, verrà sottoposto a quartatura (diametro 1 m).

Mediante l'utilizzo di attrezzatura di plastica o acciaio si provvederà a dividere il cumulo formato in quattro parti, delle quali due verranno scartate, mentre le due rimanenti unite verranno sottoposte ad una seconda quartatura fino ad ottenere un campione composito di 50 kg da sottoporre a setacciatura. Di seguito è riportato lo schema che descrive la fase di quartatura.

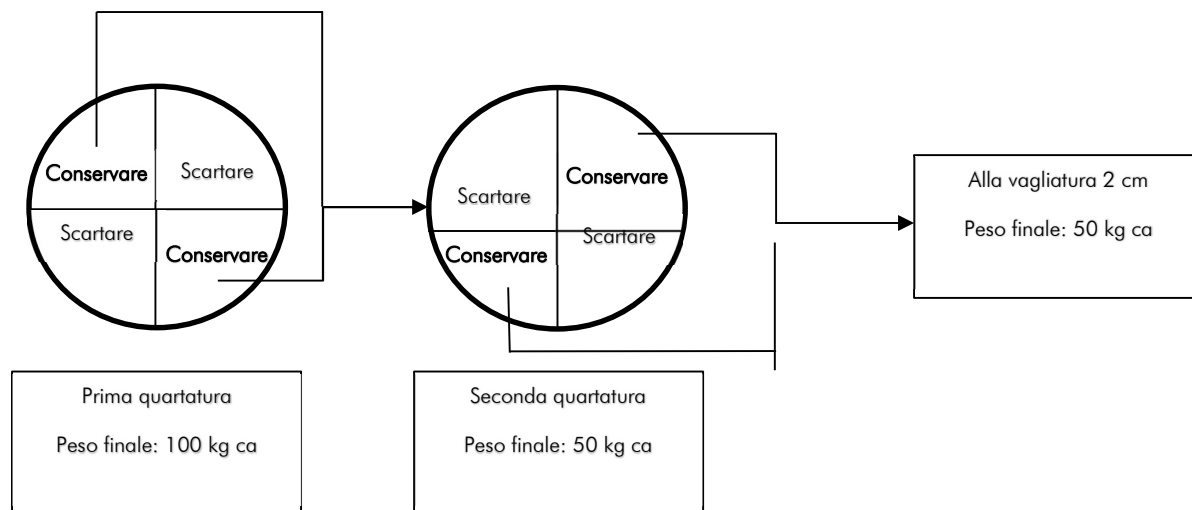


Figura 10 - Schematizzazione processo di quartatura del materiale

4.5.2. Setacciatura terreni condizionati

Successivamente alla quartatura si provvederà a vagliare il quantitativo di materiale pari a circa 50 kg, mediante l'utilizzo di vaglio di acciaio inossidabile con maglia di 2 cm.

Dalla setacciatura dei 50 kg si prevede di ottenere circa 36 kg di terreno con granulometria inferiore a 2 cm, di cui circa 6 kg verranno impiegati per le analisi previste sul materiale da scavo dal D.M. 161/2012 ed i restanti 30 kg circa impiegati per le analisi del tensioattivo ed ecotossicologie sull'elutriato.

Dall'inizio della fase di campionamento della piazzola al termine delle operazioni di vagliatura a 2 cm occorreranno circa 4 ore; quindi, iniziando le attività alle ore 8 del mattino, si prevede che alle ore 12 il materiale sarà vagliato a 2 cm e predisposto per le analisi ai sensi del D.M. 161/2012.

4.5.3. Preparazione dei campioni per analisi D.M. 161/2012

Per la preparazione del campione destinato alle analisi previste dal D.M. 161/12, determinazione analitica delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), si prevede la seguente procedura.

Per le analisi di caratterizzazione previste sui parametri di cui alla tabella 1 dell'allegato 4 del D.M. 161/2012 saranno prelevate dal terreno vagliato n. 3 aliquote da 1 kg ciascuna: una destinata al controllo da parte dell'esecutore, una per ARPAT ed una da conservare per eventuali ripetizioni. Tutti i campioni saranno conservati in contenitori di vetro con tappo a vite e sotto tappo teflonato.

Le analisi ai sensi del D.M. 161/2012 saranno eseguite a cura di un laboratorio riconosciuto e accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN ISO 17025. I campioni saranno consegnati al laboratorio senza alcun tipo di alterazione.

Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori ai valori di concentrazione limite.

Qualora il materiale risulti particolarmente coeso, rendendo il processo di frantumazione e disaggregazione particolarmente difficoltoso, dovrà essere messo a disposizione un locale/container ove tale operazione possa essere svolta in sicurezza e pulizia.

I campioni destinati alle analisi eco tossicologiche provenienti dallo scavo meccanizzato saranno prelevati tal quale e, una volta in laboratorio, sottoposti ai trattamenti previsti dal Protocollo di Sperimentazione del CNR alla base del Protocollo 2032 della CTVA.

Anche per quanto riguarda la parte analitica relativa ai Rifiuti solidi non pericolosi D.M. 27/09/2010 (Tabella 5 + D.Lgs 152/2006 All. D + Decisione n° 2000/532/CE e Test di cessione D.M. n° 186 05/04/2006 GU n°115 del 19/05/2006), saranno campionate 3 aliquote prelevando, in questo caso, il materiale tal quale per i successivi trattamenti da effettuarsi in laboratorio.

Per il campione da destinare all'analisi per rifiuto, sarà utilizzata la stessa tecnica di ripartizione sulle tre aliquote non prevedendo però alcuna setacciatura. Nel caso di materiale particolarmente coeso si farà riferimento a quanto detto in precedenza.

Per ogni campionamento sarà redatto un verbale di prelievo recante:

- riferimenti committenti;
- data ora campionamento;
- riferimenti del sito (numero piazzola e sigle identificative);
- strategia e metodo di campionamento;
- ubicazione prelievi;
- quantità del campione;
- descrizione dei contenitori per lo stoccaggio dei campioni di terreno;
- tipologia di analisi da svolgere sul campione prelevato;
- data e firma di chi preleva.

Tale documentazione (verbale di campionamento) sarà redatta anche in assenza di personale ARPAT. Qualora ARPAT sia presente alle fasi di prelievo, sarà cura del personale dell'Ente di redigere il verbale di campionamento. Una copia verrà presa in carico dal personale di cantiere e una sarà fornita al Committente.

Sia in questa fase preliminare di campionamento e preparazione campione sia nella fase analitica, verrà redatto un verbale catena di custodia, qualora il campione "passi di mano", riportando l'identificativo del campione con la registrazione dei singoli passaggi, apponendo date e firme del personale che cede e del personale che riceve il campione o parte di esso.

Per ogni campione composito rappresentativo della piazzola saranno prelevate tre aliquote. Un'aliquota verrà conservata congelata a -20°C per un minimo di sei mesi dal giorno del campionamento presso i laboratori incaricati all'esecuzione delle analisi. Una seconda aliquota verrà utilizzata per l'esecuzione dei test, la terza aliquota sarà preparata per gli Enti di Controllo.

Questa terza aliquota dovrà essere conservata presso il cantiere, in sacchi di plastica di idoneo spessore e di colore nero, ad una temperatura $\leq 4^{\circ}\text{C}$ e tenuta a disposizione degli Enti di Controllo, che in qualsiasi momento potrà ritirarla ed inviarla ad analisi.

4.5.4. Trasferimento dei campioni

Il trasporto e la conservazione dei campioni per le analisi ambientali avverranno in modalità refrigerata per mezzo di frigo box ($\leq 4^{\circ}\text{C}$), dalle piazzole del cantiere sito, in località Santa Barbara nel Comune di Cavriglia (AR), fino ai vari laboratori incaricati dell'esecuzione delle analisi.

Il trasferimento verso il laboratorio di destino avverrà al termine della costituzione del campione.

4.6. ANALISI DEI CAMPIONI

4.6.1. Laboratori di riferimento per le analisi

In riscontro al Parere n. 2429 della Commissione di Valutazione di Impatto Ambientale VIA – VAS del 16.06.2017, trasmesso dal MATTM con nota DVA.U.0014701 del 22.06.2017, nel quale si richiedeva che l'esecuzione delle prove fosse affidata a "laboratori accreditati di provata specializzazione", si riporta nel seguito l'elenco dei laboratori accreditati e ad oggi individuati:

Settore Ambiente

- Alpha Ecologia S.r.l. – Piazza Artom 12 c/o Mercafir 50127 Firenze
- BiochemieLAB S.r.l. – Via di Limite 27/G 50013 Campi Bisenzio (FI) (tale laboratorio è qualificato per le analisi di amianto con tecnica SEM-EDS in aria)
- Chelab S.p.A. – Corso Europa 600/A 10088 Volpiano (Torino)
- HERATECH S.R.L. – Laboratorio Bologna, Via Setta 4 40037 Sasso Marconi (BO)

Settore Geotecnico

- Laboratori Fratini S.r.l. – Via della Pace 286/Q 36100 Vicenza
- ELLETIPI S.r.l. – Via Zucchini 69 44122 Ferrara
- Laboter S.n.c. – Via Nazario Sauro 440 51030 Pontelungo (Pistoia)
- Laboratorio Geotecnico del Dott. Geol. Antonio Mucchi – Via A. Ascari 44019 Gualdo di Voghiera (Ferrara)
- G.S.C. Palladio S.r.l. – Strada Saviabona 278/1 A 36100 Vicenza
- Geotea S.r.l. – Via della Tecnica 57/A4 40068 San Lazzaro di Savena

Contestualmente alla comunicazione del programma di campionamento, si dovrà trasmettere i riferimenti del laboratorio incaricato delle relative analisi.

Eventuali modifiche e/o variazioni o integrazioni dei soggetti accreditati saranno comunicati almeno 5 giorni prima dell'avvio delle prove.

4.6.2. Metodi ed esecuzione di analisi dei materiali provenienti da scavo meccanizzato

L'esecuzione delle analisi di laboratorio, volte all'applicazione del protocollo trasmesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) sui materiali provenienti dallo scavo meccanizzato mediante fresa TBM, saranno effettuate sulla base delle risultanze del Tavolo Tecnico ISPRA-CNR-ISS-ARPAT, coordinato da ISPRA, noto come "Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze con riferimento all'utilizzo degli additivi, della pasta di tenuta e del lubrificante della fresa utilizzati durante gli scavi" .

Nell'ambito del protocollo di verifica ambientale, le indagini di laboratorio saranno svolte secondo le modalità descritte nei successivi paragrafi ed utilizzando le metodologie ivi indicate.

4.6.3. Analisi ecotossicologiche

4.6.3.1. Test di ecotossicità acuta su *Vibrio Fischeri*

La preparazione degli estratti acquosi (elutriati) e i test di ecotossicità acuta su *Vibrio Fischeri* devono essere effettuati secondo quanto disposto nella "Scheda metodologica per l'effettuazione di analisi SLES e test di tossicità acuta su *Vibrio fischeri* – terreni da scavo meccanizzato Nodo AV di Firenze" allegata alla presente procedura (Allegato 3).

4.6.3.2. Test di eco tossicità acuta su Danio Rerio

L'impiego del test acuto su pesci è previsto attualmente dal Regolamento Europeo REACH. I test vengono effettuati a livello embrionale, dato che l'utilizzo della forma adulta presenta difficoltà applicative ed etiche. L'Istituto Superiore di Sanità ha selezionato per questo studio il Fish Embryo Toxicity (FET) Test, a seguito di studi e applicazioni sperimentali in collaborazione con l'Università di Aachen (Germania) per identificare alternative ai test su pesci adulti tra quelli attualmente ammessi dalla normativa OECD. Il Fish Embryo Toxicity (FET) Test, che utilizza embrioni della specie Danio rerio, comunemente chiamato danio zebrato, riconosciuto nella norma OECD n. 236, rappresenta una valida e fattibile alternativa al saggio su pesci adulti.

La valutazione dell'ecotossicità viene eseguita a partire da un volume di estratti acquosi (elutriati), preparati secondo quanto disposto nella "Scheda metodologica per l'effettuazione di analisi SLES e test di tossicità acuta su Vibrio fischeri – terreni da scavo meccanizzato Nodo AV di Firenze" allegata alla presente procedura (Allegato 3).

Il principio della prova è quello di esporre per 96 ore alla sostanza chimica in esame uova di danio zebrato appena fecondate. Ogni 24 ore si registra l'osservazione di uno o più dei quattro endpoint apicali indicatori di letalità:

- i. coagulazione delle uova fecondate;
- ii. mancata formazione dei somiti
- iii. mancato distacco dell'abbozzo caudale dal sacco vitellino;
- iv. assenza di battito cardiaco.

Al termine del periodo di esposizione si determina la tossicità acuta in base all'esito positivo di uno dei quattro endpoint apicali registrati e si calcola l' LC_{50}

Una sintesi delle modalità di mantenimento e delle condizioni sperimentali raccomandate figura nell'appendice 1.

Definizioni

Endpoint apicale: indicatore di effetti a livello della popolazione.

Blastula: formazione cellulare intorno al polo animale che ricopre una determinata parte del vitello.

Epibolia: proliferazione massiccia di cellule prevalentemente epidermiche nella fase di gastrulazione dell'embrione e loro spostamento dal lato dorsale verso quello ventrale mediante il quale gli strati cellulari entodermici si invaginano e il vitello si ritrova all'interno dell'embrione.

Prova a flusso continuo: prova nella quale le soluzioni saggiate scorrono nel sistema sperimentale con un flusso continuo durante il periodo di esposizione.

Controllo interno della piastra: controllo interno costituito, in una piastra a 24 pozzetti, da 4 pozzetti riempiti di acqua di diluizione al fine di individuare la contaminazione potenziale delle piastre causata dal fabbricante o dal ricercatore durante la procedura e ricercare eventuali effetti che possano influire sull'esito della prova (ad esempio, gradiente di temperatura).

IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry — Unione internazionale di chimica pura e applicata.

Concentrazione letale mediana (LC_{50}): concentrazione della sostanza chimica in esame ritenuta letale per il 50 % degli organismi esposti nell'arco temporale della prova.

Prova con rinnovo semistatico: prova con un regolare rinnovo delle soluzioni di prova a cadenza prestabilita (ad esempio, ogni 24 ore).

SMILES: Simplified Molecular Input Line Entry Specification (notazione semplificata lineare delle molecole).

Somite: negli embrioni dei vertebrati, gruppo di cellule mesodermiche posto ai lati del tubo neurale da cui si svilupperanno il derma (dermatomo), i muscoli scheletrici (miotomo) e le vertebre (sclerotomo).

UVCB: sostanze di composizione sconosciuta o variabile, prodotti di una reazione complessa o materiali biologici.

Di seguito la strumentazione da utilizzare per l'esecuzione delle prove

- a) microscopio rovesciato e/o binoculare con capacità d'ingrandimento di almeno 80x. Se la temperatura del locale utilizzato per registrare le osservazioni non può essere regolata a 26 ± 1 °C, è necessario un tavolino riscaldante a movimento incrociato o altri metodi che mantengano costante la temperatura;
- b) recipienti di prova, ad esempio, piastre standard a 24 pozzetti con una profondità di circa 20 mm, in vetro o polistirene, di capacità compresa tra 2,5 e 5 ml per pozzetto. Nel caso in cui si sospetti un adsorbimento nel polistirene, per ridurre le perdite dovute all'adsorbimento si utilizzano materiali inerti (vetro);
- c) pellicola autoadesiva, ad esempio, per coprire le piastra a 24 pozzetti;
- d) pH-metro;
- e) materiale per la determinazione della durezza e della conduttività dell'acqua.

Il test ha inizio entro 90 minuti dalla fecondazione delle uova e si conclude dopo 96 ore di esposizione. Tra le uova fecondate raccolte dal vassoio di deposizione o "trappola" vengono selezionate al microscopio quelle allo stadio di 16 cellule e immediatamente pre-esposte ponendole in capsule-petri contenenti ciascuna le soluzioni o campioni da testare ed una soluzione di controllo negativo. È previsto l'allestimento anche di un controllo positivo per ogni gruppo di uova utilizzate impiegando. Come composto tossico di riferimento viene utilizzata la 3,4-dicloroanilina (3,4 DCA) alla concentrazione di 4 mg/L.

Entro 180 minuti dalla fecondazione si separano le uova fecondate vitali da quelle non fecondate e le si trasferisce in piastre a 24 pozzetti precondizionate per 24 ore e riempite nuovamente con 2 ml di soluzione di prova fresca per pozzetto. Con l'ausilio di uno stereomicroscopio (preferibilmente con ingrandimento $\geq 30x$) si selezionano le uova fecondate in fase di segmentazione che in questo processo non presentano evidenti irregolarità (ad esempio, asimmetria, formazione di vescicole) né lesioni del corion. Per la raccolta e la separazione delle uova, cfr. appendice 2, figure 1 e 3, e appendice 3, figura 2.

Le uova nelle piastre a 24 pozzetti saranno distribuite come segue (cfr. anche appendice 3, figura 1):

- 20 uova per piastra per ciascuna concentrazione di prova;
- 20 uova in una piastra di controllo del solvente (se necessario);
- 20 uova in una piastra di controllo positivo (se necessario);
- 4 uova in ciascuna delle predette piastre come controllo interno dell'acqua di diluizione;
- 24 uova in una piastra di controllo negativo dell'acqua di diluizione

Gli endpoint apicali osservati in ciascun embrione sottoposto a prova sono (tabella 1):

- la coagulazione di embrioni, la mancata formazione dei somiti,
- il mancato distacco dell'abbozzo caudale;
- l'assenza di battito cardiaco.

Queste osservazioni servono a determinare la letalità: il risultato positivo in una di esse indica il decesso dell'embrione di danio zebbrato. Si registra inoltre la schiusa nei gruppi esposti e nei controlli ogni giorno a partire dalla 48a ora. Le osservazioni sono registrate ogni 24 ore fino al termine della prova.

Tabella 1

Osservazioni degli endpoint apicali di tossicità acuta negli embrioni di danio zebrato a 24-96 ore dalla fecondazione.

	Tempo di esposizione			
	24 ore	48 ore	72 ore	96 ore
Embrioni coagulati	+	+	+	+
Mancata formazione dei somiti	+	+	+	+
Mancato distacco dell'abbozzo caudale	+	+	+	+
Assenza di battito cardiaco		+	+	+

Di seguito le indicazioni sulle osservazioni degli embrioni:

Coagulazione degli embrioni: gli embrioni coagulati sono di color bianco latteo e appaiono scuri al microscopio (cfr. appendice 4, figura 1). Si determina il numero di embrioni coagulati dopo 24, 48, 72 e 96 ore.

Mancata formazione dei somiti: a una temperatura di 26 (\pm 1) °C, nell'embrione di danio zebrato dallo sviluppo normale dopo 24 ore si formano circa 20 somiti (cfr. appendice 4, figura 2). In un embrione che si sviluppa normalmente si osservano movimenti spontanei (contrazioni), che indicano la formazione di somiti. Si registra l'assenza di somiti dopo 24, 48, 72 e 96 ore. La mancata formazione di somiti dopo 24 ore potrebbe essere dovuta a un ritardo generale dello sviluppo. Se al più tardi dopo 48 ore la formazione di somiti non è avvenuta, gli embrioni sono considerati morti.

Mancato distacco dell'abbozzo caudale: nell'embrione di danio zebrato dallo sviluppo normale il distacco dell'abbozzo caudale dal vitello (cfr. appendice 4, figura 3) si osserva dopo l'allungamento posteriore dell'embrione. Si registra il mancato distacco dell'abbozzo caudale dopo 24, 48, 72 e 96 ore.

Assenza di battito cardiaco: a 26 (\pm 1)°C nell'embrione di danio zebrato dallo sviluppo normale il battito cardiaco è visibile dopo 48 ore (cfr. appendice 4, figura 4). La registrazione di questo endpoint richiede particolare attenzione: non è da considerarsi letale un battito irregolare (erratico) né un battito visibile senza circolazione nell'aorta addominale. Si registra l'assenza di battito cardiaco nell'embrione dopo un'osservazione di almeno un minuto con un ingrandimento minimo di 80x, La registrazione di questo endpoint va effettuata dopo 48, 72 e 96 ore.

Si registrano e si riportano nella relazione i tassi di schiusa di tutti i gruppi esposti e di controllo a partire dalla 48a ora. Sebbene non sia un endpoint utilizzato per il calcolo dell'LC₅₀, la schiusa fa sì che l'embrione sia esposto senza l'interposizione del corion, che può fungere da barriera; è pertanto un elemento che aiuta a interpretare i dati.

La descrizione dettagliata dello sviluppo normale (ed esempi di sviluppo anomalo degli embrioni di danio zebrato) figurano nelle appendici 2 e 4

All'inizio e alla fine della prova si misurano il pH, la durezza totale e la conduttività nel/i controllo/i e nella concentrazione dell'elutriato in esame. Nei sistemi semistatici il pH è misurato prima e dopo il rinnovo dell'acqua. La concentrazione dell'ossigeno disciolto è misurato alla fine della prova. Se si sospetta che la temperatura non sia

uguale nelle varie piastre a 24 pozzetti, la si misura in tre recipienti selezionati a caso; di preferenza, si registra la temperatura in continuo durante la prova o almeno su base giornaliera.

Ai fini dell'analisi statistica, in questa prova ogni pozzo è considerato una replica indipendente. Si traccia il grafico delle percentuali di embrioni per i quali l'osservazione di almeno uno degli endpoint apicali è positiva a 48 e/o 96 ore in funzione delle concentrazioni di prova. Per calcolare la pendenza della curva, i valori di LC₅₀ e i limiti di confidenza (95 %) occorre applicare metodi statistici appropriati e consultare il documento di orientamento dell'OCSE sugli approcci attuali all'analisi statistica dei dati sull'ecotossicità.

Al termine delle prove dovrà essere emessa la "Relazione di prova" contenente i seguenti dati:

- sostanza chimica in esame
- organismi di prova: nome scientifico, ceppo, origine e metodo di raccolta delle uova fecondate e successiva manipolazione;
- procedura utilizzata (ad esempio, con rinnovo semistatico);
- fotoperiodo;
- disegno sperimentale (ad esempio, numero di recipienti di prova, tipo di controlli);
- caratteristiche di qualità dell'acqua nelle vasche di mantenimento dei pesci (ad esempio, pH, durezza, temperatura, conduttività, ossigeno disciolto);
- concentrazione dell'ossigeno disciolto, pH, durezza totale, temperatura e conduttività delle soluzioni di prova all'inizio e dopo 96 ore;
- tasso di fecondazione delle uova;
- tasso di schiusa nei gruppi esposti e nei controlli.
- valori dell'LC₅₀ a 96 ore (e facoltativamente a 48 ore) per la mortalità con limiti di confidenza al 95 %, se possibile;
- dati sull'esito dell'osservazione di ciascuno dei quattro endpoint apicali;
- incidenza e descrizione delle eventuali anomalie morfologiche e fisiologiche, se del caso (cfr. esempi forniti nell'appendice 4, figura 2);
- incidenti avvenuti nel corso della prova che potrebbero aver influito sui risultati;
- analisi statistica e trattamento dei dati (analisi probit, modello di regressione logistica e media geometrica per l'LC₅₀).

4.6.3.3. Analisi dello SLES

La determinazione diretta dello SLES (Sodio LaurilEtere Solfato) non è contemplata dalla normativa vigente. Pertanto, anche sulla base dello studio condotto dal CNR, si fa riferimento a studi di natura eco-tossicologica e di composti da esso derivati. Sarà pertanto analizzato il tensioattivo anionico SLES nell'elutriato secondo il metodo ufficiale MBAS per le acque, con gli accorgimenti e modifiche riportate al cap. 3 della "scheda metodologica" allegata alla presente procedura (Allegato 3).

4.6.4. Analisi chimiche

In laboratorio l'essiccazione del campione propedeutica all'analisi verrà condotta secondo DM Politiche Agricole 13/09/1999² ad una temperatura di 35±5 °C.

Successivamente, il campione verrà setacciato ai 2 mm con setaccio in acciaio inox avendo cura di pesare il sopra ed il sottovaglio. Le analisi chimiche saranno effettuate sul sottovaglio a 2 mm per poi, ad analisi avvenuta, riferire il valore alla frazione passante ai 2 cm.

² Decreto Ministeriale 13/09/1999 – Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" – GU Serie Generale n. 248 del 21/10/1999

In Tabella 1, sono riportati i metodi utilizzati per ogni singola specie. I laboratori incaricati ed indicati al paragrafo 4.6.1 potrebbero utilizzare metodi di analisi comunque validi e riconosciuti, ma diversi da quelli indicati in Tabella 1.

Tabella 1

DESCRIZIONE	METODO PREPARATIVA	METODO ANALISI	U.d.M	TECNICA ANALITICA
Scheletro	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1	%	
Residuo secco a 105°C	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2	%	
COMPOSTI INORGANICI				
Arsenico	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Cadmio	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Cobalto	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Cromo totale	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Cromo VI		IRSA 16 Q64 Vol3 1986	mg/kg	Spettrofotometria
Mercurio	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Nichel	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Piombo	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Rame	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
Zinco	UNI EN 13657:2004	UNI EN ISO 17294-2:2016	mg/kg	ICP-MS
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI				
Benzene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Etilbenzene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Stirene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Toluene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Xilene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Sommatoria Organici Aromatici (da 20 a 23) escluso Benzene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
AROMATICI POLICICLICI				
Naftalene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ

Acenafilene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Acenafene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Fluorene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Fenantrene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Antracene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Fluorantene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Benzo(a)antracene (25)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Benzo(a)pirene (26)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Benzo(b)fluorantene (27)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Benzo(k)fluorantene (28)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Benzo(g,h,i)perilene (29)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Crisene (30)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Dibenzo(a,e)pirene (31)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Dibenzo(a,l)pirene (32)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Dibenzo(a,i)pirene (33)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Dibenzo(a,h)pirene (34)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Indenopirene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Pirene	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
Sommatoria Policiclici Aromatici (da 25 a 34)	EPA 3545A 2007	EPA 8270E 2018	mg/kg	GC-QQQ
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI				
Clorometano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Diclorometano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Triclorometano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Cloruro di vinile	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1,2-Dicloroetano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1,1-Dicloroetilene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Tricloroetilene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Tetracloroetilene (PCE)	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI				
1,1- Dicloroetano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1,2-Dicloroetilene	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1, 1, 1 Tricloroetano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1,2-Dicloropropano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS

1,1,2-Tricloroetano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1,1 ,2,2-Tetracloroetano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI				
Tribromometano (bromofornio)	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
1,2-Dibromoetano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Dibromoclorometano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
Bromodichlorometano	EPA 5035A 2002	EPA 8260D 2018	mg/kg	PT-GC-MS
IDROCARBURI				
Idrocarburi leggeri C<12	EPA 5021A 2014	EPA 8015D 2003	mg/kg	HS-FID
Idrocarburi pesanti C> 12	EPA 3545C 2007	EPA 8015D 2003	mg/kg	GC-FID
ALTRE SOSTANZE				
Amianto	DM 06/09/1994 All. 1 Met. B (GU n. 288 10/12/1994)	DM 06/09/1994 All. 1 Met. B (GU n. 288 10/12/1994)	mg/kg	SEM-EDX

In alternativa ai metodi sopra elencati potrebbero essere applicati i seguenti procedimenti:

- la determinazione dei metalli potrebbe essere effettuata con ICP-MS, di conseguenza sarebbe utilizzato il metodo EPA 6020 o UNI EN ISO 17294-2;
- per l'analisi di BTEX e organoalogenati potrebbe essere adoperato EPA 5035 come metodo di preparativa, al posto di EPA 5021;
- Mercurio – EPA 3051° 2007 + EPA 6010D 2014
- Idrocarburi Leggeri (C<12) – EPA 8015D 2003
- Idrocarburi Pesanti (C>12) – EPA 8015D 2003
- Amianto – si conferma il metodo indicato nella “PROCEDURA OPERATIVA PER SCAVO TRADIZIONALE” (doc. NF1W.00.E.ZZ.RH.IM0600.003.B del 28/01/2021).

Per quanto riguarda il campione destinato a rifiuto, se necessario, sarà analizzato previa macinazione a 4 mm. Nella Tabella 2 sono riportati i metodi utilizzati per l'analisi dei vari parametri di Rifiuti solidi non pericolosi D.M. 27/09/2010 Tabella 5 + D.Lgs 152/2006 All. D + Decisione n° 2000/532/CE e Test di cessione D.M. n°186 05/04/2006 GU n°115 del 19/05/2006. Anche in questo caso i metodi previsti devono considerarsi come base per l'esecuzione delle analisi, alcuni laboratori hanno proposto altri metodi, anche di validazione successiva a quelli riportati in tabella. I metodi che in alternativa potrebbero essere utilizzati a quelli indicati in Tabella 1 sono riportati a margine della stessa.

Tabella 2

CARATTERIZZAZIONE BASE CER 17 05 04		
Determinazioni	Metodo	Accr.
Giudizio professionale di classificazione	-	No

pH	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985	Si
Residuo a 105°C	UNI EN 14346:2007	Si
Residuo a 550°C	CNR IRSA 1.4 Q 64 vol 2 1984	Si
Carbonio Organico Totale (TOC)	UNI EN 15936:2012	Si
Antimonio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Arsenico	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Bario	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Berillio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Cromo VI	CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986	Si
Cadmio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Cobalto	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Cromo	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Mercurio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Molibdeno	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Nichel	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Piombo	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Rame	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Selenio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Stagno	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Tallio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Tellurio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Vanadio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Zinco	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 17294-2:2016	Si
Idrocarburi C<=12	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Idrocarburi (C10-C40)	UNI EN 14039:2005	Si
1,3-Butadiene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	No
SOLVENTI AROMATICI		
Benzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Toluene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Etilbenzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
o-Xilene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
p,m-Xileni	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Xileni	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Stirene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
1,2,3-Trimetilbenzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
1,2,4-Trimetilbenzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
1,3,5-Trimetilbenzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Trimetilbenzeni	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Isopropilbenzene (Cumene)	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	Si
Dipentene	EPA 5021A 2014 + EPA 8015D 2003	No

IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(e)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Benzo(j)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
Benzo(a)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Benzo(a)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Benzo(b)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Benzo(k)fluorantene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Crisene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
indeno(1,2,3-c,d)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Naftalene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PARAMETRI AGGIUNTIVI - POPs		
Determinazioni	Metodo	Accr.
Esaclorobenzene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Pentaclorobenzene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Sommatoria esabromobifenili (PBB 153 + PBB 155)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Naftaleni policlorurati	MP 195 rev 0 2017	No
Cloroparaffine: Alcani C10-C13 cloro (paraffine clorate a catena corta) (SCCP)	MP 195 rev 0 2017	No
Acido Perfluorootanoico (PFOA)	ASTM D7968-17	No
Perfluorootansulfonato e suoi derivati (PFOS)	ASTM D7968-17	No
Esaclorobutadiene	EPA 5021A 2014 +EPA 8260D 2018	No
esabromociclododecano (HBCD)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
Pentaclorofenolo	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Sommatoria PCDD, PCDF (conversioneTE)	EPA 3545A 2007 + EPA 8280B 2007	Si
PCB		
PCB 177	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 180	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 183	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 187	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 189	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 28 + PCB 31	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 52	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 77	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si

PCB 81	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 95	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 99	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB totali	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 101	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 105	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 110	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 114	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 118	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 123	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 126	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 128 + PCB 167	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 138	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 146	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 149	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 151	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 153	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 156	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 157	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 169	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PCB 170	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
PESTICIDI		
Alfa-Endosulfan	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Beta-Endosulfan	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Endosulfan	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Aldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
a-HCH (alfa-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
b-HCH (beta-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
d-HCH (delta-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
g-HCH (gamma-Esaclorocicloesano)	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Clordano-cis	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Clordano-trans	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Clordano	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
4,4'-DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
2,4'-DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
DDT	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Dieldrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Endrin	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Eptacloro	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	Si
Mirex	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No

Toxafene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
Clordecone	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
POLIBROMODIFENIETTERI		
Tetrabromodifenilettere	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
Pentabromodifenilettere	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
Esabromodifenilettere	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
Eptabromodifenilettere	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
Decabromodifenilettere	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	No
TEST DI CESSIONE DISCARICA – DLGS 121 DEL 03/09/2020		
Determinazioni	Metodo	Accr.
Test di lisciviazione in acqua deionizzata: preparazione eluato	UNI EN 12457-2:2004	Si
Arsenico	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Bario	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Cromo totale	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Rame	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Mercurio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Molibdeno	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Nichel	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Piombo	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Antimonio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Selenio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Zinco	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Cloruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	Si
Fluoruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	Si
Solfati	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	Si
Carbonio Organico Disciolto (DOC)	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 1484:1999	Si
Solidi Totali Disciolti (TDS)	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2090 A Man 29 2003	Si
TEST DI CESSIONE PER RECUPERO DM 186/06		
Determinazioni	Metodo	Accr.
ANALISI ESEGUITE SU ELUATO IN ACQUA DEIONIZZATA		Si
Cianuri	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 6703-2:1984 Sez. 4	Si
Amianto	UNI EN 12457-2:2004 + DM 06/09/1994 GU SG n°220 20/09/1994 All 1-METODO B GU n.288 del 10/12/1994	Si
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	UNI EN 12457-2:2004 + ISO 15705:2002	Si
pH	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Si
Test di lisciviazione in acqua deionizzata: preparazione eluato	UNI EN 12457-2:2004	Si
METALLI		

Bario	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Rame	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Zinco	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Berillio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Cobalto	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Nichel	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Vanadio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Arsenico	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Cadmio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Cromo totale	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Piombo	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Selenio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
Mercurio	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 6020B 2014	Si
ANIONI		
Nitrati	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	Si
Fluoruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	Si
Solfati	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	Si
Cloruri	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	Si

Per i rifiuti, in alternativa ai metodi sopra elencati, potrebbero essere applicati i seguenti procedimenti:

Per il parametro su Tal Quale:

- pH – CNR IRSA 1Q 64 Vol.3 1985
- Idrocarburi Leggeri (C<12) – EPA 8015D 2003
- Idrocarburi Pesanti (C>12) – EPA 8015D 2003

Per il parametro su Test di Cessione (tutti analiti saranno espressi in mg/l):

- Nitrati – EPA 9057A 2007
- Fluoruri – EPA 9057A 2007
- Solfati – EPA 9057A 2007
- Cloruri – EPA 9057A 2007
- Cianuri totali (ione cianuro) – EPA 9014A 2014T
- COD – APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003
- pH – APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003

4.7. VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GESTIONE DEL MATERIALE PROVENIENTE DA SCAVO MECCANIZZATO

Per ogni specifico test i risultati saranno valutati con riferimento ai valori indicati nell'elaborato del tavolo tecnico ISPRA-CNR-ISS-ARPAT coordinato da ISPRA "Protocollo di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze con riferimento all'utilizzo degli additivi, della pasta di tenuta e del lubrificante della fresa utilizzati durante gli scavi" punto 2.3 Protocollo di verifica ambientale (Tabella 3). Sarà

considerata la media dei quattro valori per il test con *Vibrio fischeri*, rispettivamente per i terreni 1 e 2. Per i terreni intermedi, cautelativamente, deve essere considerato il valore medio di riduzione di bioluminescenza calcolato per il terreno 2. Per il test con Danio Rerio si assumerà, come riferimento, il valore di 15 embrioni sopravvissuti, sia per il terreno 1 sia per tutti i terreni intermedi fra quelli 1 e 2, e di 14 per il terreno 2.

Tabella 3 - Condizioni di riferimento dei terreni necessari ai test eco tossicologici riportati nell'elaborato del tavolo tecnico ISPRA-CNR-ISS-ARPAT

	Tempo di maturazione (d)	Riduzione bioluminescenza con batterio <i>Vibrio fischeri</i>	Organismi Danio Rerio sopravvissuti su 20 di inizio prova
Terreno 1	0	18,11%	15
	7	10,80%	-
	14	10,80%	-
	28	6,52%	15
	Media	11,56%	15

	Tempo di maturazione (d)	Riduzione bioluminescenza con batterio <i>Vibrio fischeri</i>	Organismi Danio Rerio sopravvissuti su 20 di inizio prova
Terreno 2	0	15,99%	14
	7	11,71%	-
	14	11,71%	-
	28	-0,45%	14
	Media	11,03%	14

4.7.1. Trasmissione dei risultati delle analisi

I rapporti di prova propedeutici alla sistemazione finale del materiale di scavo per la formazione della Collina Schermo, eseguiti in autocontrollo, saranno inviati per posta elettronica all'Esecutore che provvederà a trasmetterli ad ARPAT. Solo all'esito positivo dei rapporti di prova sarà consentito l'immediato proseguo dei lavori di realizzazione della collina schermo.

4.7.2. Tracciabilità dei materiali

Come da "PROCEDURA OPERATIVA PER SCAVO TRADIZIONALE" (doc. NF1W.00.E.ZZ.RH.IM0600.003.B del 28/01/2021), già approvata il 05/03/2021 ed adottata nei lavori di scavo della stazione, che sono in fase di esecuzione, la tracciabilità sarà garantita nel modo seguente.

Dal punto di scavo fino alla destinazione finale, è garantita dai Documenti di Trasporto (DDT), compilati nei seguenti tragitti:

Terreno "tipo 2"

- 1° DDT: Area scavo (Stazione AV Belfiore) / Terminal Bricchette;
- 2° DDT: Terminal Bricchette / Piazzole di caratterizzazione;
- 3° DDT: Piazzole di caratterizzazione (all'ottenimento dei risultati analitici) / Collina schermo o Terminal Bricchette;
- 4° DDT: Terminal Bricchette / Interporto di Prato;
- 5° DDT: Interporto di Prato / Ex cava Bruni.

*Nota: Sulla base delle risultanze di laboratorio, nonché per i volumi in esubero alla capienza della collina schermo, il terzo DDT potrà tracciare il percorso Piazzole di caratterizzazione / Terminal Bricchette, da quest'ultimo, su rotaia fino all'Interporto di Prato (4° DDT) e poi nuovamente su gomma, fino all'ex cava Bruni (5° DDT); in alternativa il materiale sarà gestito nell'ambito dei rifiuti qualora non dovesse soddisfare i criteri di accettabilità imposti alla cava (AUA n.18 del 27/04/2017).

Terreno "tipo 1"

- 1° DDT: Area scavo (Stazione AV Belfiore) / Terminal Bricchette;
- 2° DDT: Terminal Bricchette / Piazzole di caratterizzazione;
- 3° DDT: Piazzole di caratterizzazione/ Baie
- 4° DDT: Baie (all'ottenimento dei risultati analitici) / Collina schermo o Terminal Bricchette;
- 5° DDT: Terminal Bricchette / Interporto di Prato;
- 6° DDT: Interporto di Prato / Ex cava Bruni.

*Nota: Sulla base delle risultanze di laboratorio, nonché per i volumi in esubero alla capienza della collina schermo, il quarto DDT potrà tracciare il percorso Baie / Terminal Bricchette, da quest'ultimo, su rotaia fino all'Interporto di Prato (5° DDT) e poi nuovamente su gomma, fino all'ex cava Bruni (6° DDT); in alternativa il materiale sarà gestito nell'ambito dei rifiuti qualora non dovesse soddisfare i criteri di accettabilità imposti alla cava (AUA n.18 del 27/04/2017).

5. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE SULLA POSSIBILE PRESENZA DI AMIANTO

Ai fini della ricostruzione geologica-idrogeologica dell'intera area interessata dalla realizzazione del Passante e della Stazione Ferroviaria di Belfiore, sono stati realizzati 142 sondaggi con profondità comprese tra i 50 m e gli 80 m, nel corso delle diverse campagne di investigazione. È stato così definito un modello che illustra le principali caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sottosuolo fiorentino e che ha consentito di inquadrare, ai fini dell'opera da realizzare, le problematiche connesse alla natura dei terreni presenti nell'area interessata dal tracciato ed alla presenza della falda acquifera. Tale modello è in accordo all'inquadramento geologico dell'area di Firenze, riassunto di seguito.

La pianura di Firenze, che nel suo sviluppo completo comprende anche le aree di Prato e Pistoia, costituisce l'attuale fase evolutiva del bacino fluvio-lacustre del Valdarno Medio; si tratta di una depressione di origine tettonica impostasi su due unità strutturali: la Falda Toscana e le Unità Liguri. La Falda Toscana, rappresentata dalle arenarie della Formazione del Macigno, affiora a sud di Firenze nella dorsale Montalbano - Pian dei Cerri, e nella dorsale di Fiesole a nord. Le Unità Liguri sono presenti con il Complesso di Canetolo e con il Supergruppo della Calvana: le formazioni geologiche più diffuse, sia in affioramento nelle colline circostanti Firenze che al di sotto dei depositi fluvio-lacustri, sono la Formazione di Sillano, la Pietraforte e la Formazione di Monte Morello. La Formazione di Sillano è costituita da calcari marnosi, argilliti, arenarie calcaree e calcareniti; la Pietraforte è costituita da arenarie calcaree con intercalazioni pelitiche, mentre nella formazione di Monte Morello sono prevalenti i calcari marnosi, con marne, arenarie ed argilliti presenti in via subordinata.

Il bacino del Valdarno Medio appare come una depressione asimmetrica, tipo semigraben, con maggiore profondità verso il margine nord-orientale dove ha agito la faglia principale, riempito durante il suo sprofondamento da sedimenti fluviali e lacustri che raggiungono uno spessore anche di qualche centinaio di metri.

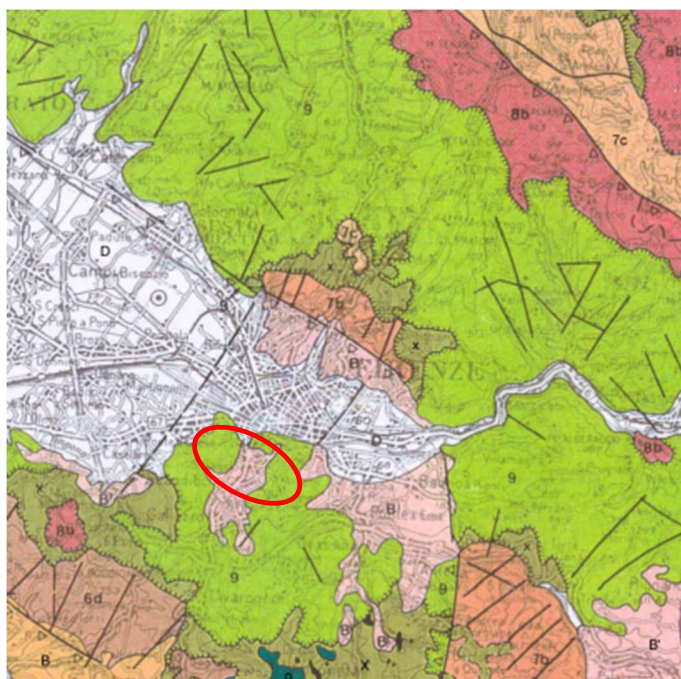


Figura 11 - Porzione della Carta Strutturale dell'Appennino Settentrionale (C.N.R.), in Scala 1:250.000; D) depositi continentali post-Villafranchiano, B') Sedimenti lacustri plio-villafranchiani, B) Sedimenti marini pliocenici, 9) Unità di Monte Morello, x) Complesso Caotico, o) Masse ofiolitiche sparse, 8b) Unità di Canetolo, 7c) Torbiditi arenaceo marnose del Cervarola e di Castel Guerrino, 7b) Torbiditi arenacee del Pratomagno e del Falterona.
Nell'ellisse rosso è indicata l'area interessata dal progetto.

Lo scavo delle gallerie interesserà tre unità sedimentarie che, dalle più antiche alle più recenti, sono: le Argille turchine del Supersintema del Lago Firenze-Prato-Pistoia, i depositi del Supersintema di Firenze e quelli del Supersintema dell'Arno.

Supersistema del Lago Firenze-Prato-Pistoia (Argille turchine)

Sono i sedimenti più antichi, di origine lacustre, sovraconsolidati, costituiti prevalentemente da argille sabbiose o limose o da limi argillosi, contenenti frequenti inclusi ghiaiosi di origine calcarea. Tali termini presentano una consistenza da solido-plastica a solida. In alcune zone sono presenti lenti e strati di ghiaie sabbiose o limose mediamente addensate.

Depositi del Supersistema di Firenze

Si possono distinguere due litofacies:

- argille sabbiose e limose, o limi argillosi, a consistenza semisolida, da poco a mediamente plastiche, con livelli ghiaiosi sabbiosi addensati e con contenuto variabile di limo. Nelle ghiaie sono stati rinvenuti ciottoli di natura arenacea della dimensione dei 100÷150 mm di diametro, e a volte anche superiore ai 200 mm. Si tratta di materiali di natura lacustre o fluvio-lacustre, che rispetto ai terreni del Supersistema di Firenze precedentemente citati, presentano una maggiore frequenza di lenti ghiaiose sabbiose addensate rispetto ai livelli argillosi. I termini granulari risultano in genere addensati.
- ghiaie eterometriche con ciottoli (diam. max > 10 cm), poligenica, in matrice da limoso argilloso a limoso sabbioso; a volte sono intercalati livelli limoso argilloso o limoso sabbioso (di spessore massimo intorno al metro). Si tratta di materiali attribuiti alla sedimentazione del paleo-Arno.

Depositi del Supersistema dell'Arno

Sono in prevalenza costituiti da ghiaie sabbiose addensate e in misura minore da argille limose compatte e limi argillosi di media plasticità. Possono presentare inclusi ciottoli arenacei di diametro dell'ordine dei 100÷150 mm e più raramente superiore ai 200 mm.

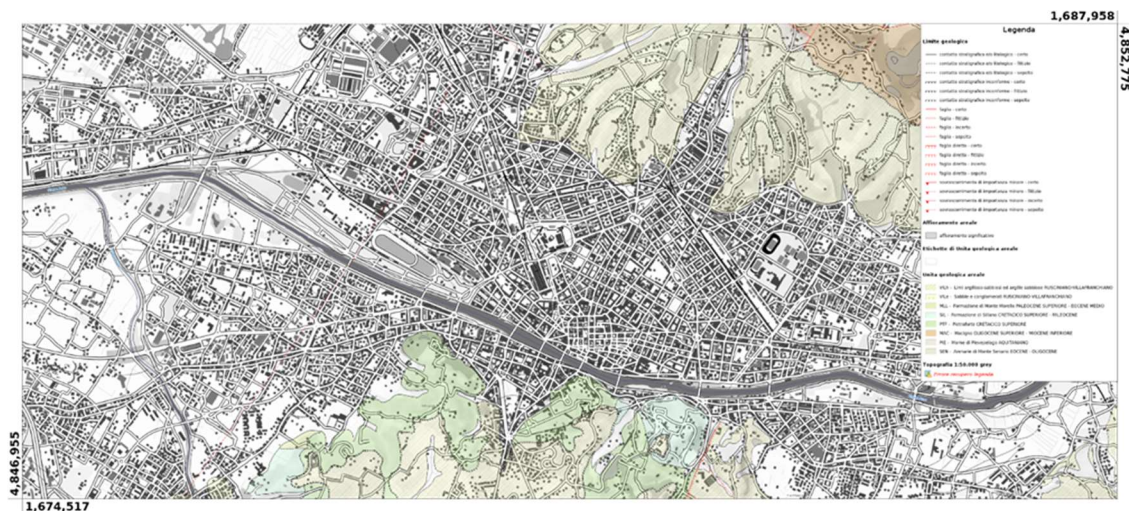


Figura 12 - Mappa geologica della zona d'intervento

La stratigrafia dell'area è caratterizzata dalla seguente successione verticale, partendo dai depositi più recenti (le sigle sono quelle riportate per brevità nel prosieguo della relazione):

1. Riperto superficiale costituito da ciottoli, ghiaia e frammenti di laterizi, poco addensato in matrice sabbioso – limosa con spessore variabile da 3,5 a 7,5 m (R);
2. Sabbie fini Limose con spessore variabile da 0 a 5,7 m (LAS);
3. Ghiaie in matrice sabbiosa-limosa con spessore variabile da 6,10 a 11,10 m (G);
4. Limi Argillosi lacustri con intercalazione di lenti e/o strati di ghiaia in matrice limosa-argillosa verificate fino a -23 m slm ovvero a 70 m dal pc (LAL);
5. Substrato prelacustre (formazione di Sillano).

In conclusione, nell'area interessata dall'intervento non risultano presenti associazioni rocciose costituite da sedimenti di mare profondo, lave basaltiche o rocce ignee (ofioliti); la presenza dei naturali depositi alluvionali riferibili a sabbie, ghiaie con matrice argillosa, argille e rocce sedimentarie compatte, permette di escludere con ragionevole certezza, la presenza di amianto in quanto caratteristici dei processi di genesi sedimentaria fluvio lacustre.

A riprova di quanto suddetto, si prendano a riferimento gli esiti dei campionamenti svolti il 13/01/2021 su alcuni piezometri collocati lungo il tracciato del futuro Passante AV (Allegato 1).

6. VERIFICA AMBIENTALE FINALE

Fatta salva la possibilità di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione (collina schermo di Santa Barbara), sia a completamente sia durante la posa in opera del materiale, si procederà ai controlli con il criterio per "stati di avanzamento" utilizzando lo schema di campionamento riportato in allegato mediante pozzetti esplorativi, il numero dei punti d'indagine non sarà mai inferiore a 3 (superficiale, intermedio e profondo). Il numero di punti di prelievo è stato determinato secondo il criterio riportato in Tab. 8.2 All. 8 D.LGV 161/2012, ovvero considerando che la dimensione dell'area è pari a 116.000 m² e che vanno previsti n.7 punti di prelievo e n.1 punti di prelievo ogni 5.000 m² eccedenti i 10.000 m², si ottengono 28 punti di prelievo. Considerata l'altezza che raggiungerà la collina schermo, il numero dei punti di indagine pari a 3 è incrementato in ragione della quota sommitale raggiunta in corrispondenza del punto di prelievo riportato nello schema proposto, ovvero n. 1 ulteriore campione ogni 6 m di incremento di quota, così da poter verificare l'intero volume significativo.

Ogni campione sarà, quindi, prelevato in corso di realizzazione della collina a raggiungimento della quota proposta e riportata nella griglia di riferimento esplicitata nello schema di campionamento proposto (Allegato 2).

7. CAMPO PROVA

Al fine di mettere a punto la presente procedura e coerentemente con quanto previsto nel PUT, la prima parte del materiale proveniente dallo scavo meccanizzato sarà gestita fuori dall'ambito della qualifica di sottoprodotto, sul quale poter effettuare il campo prova.

Il campo prova su questa prima parte del materiale proveniente dallo scavo con TBM sarà effettuato in condizioni ambientali quanto più comparabili con quelle che si presenteranno nel sito destino, ovvero abbancando il materiale secondo quanto previsto nelle piazzole, come anche secondo quanto previsto nelle baie.

In particolare, si procederà all'analisi di 3.500 m³ di materiale scavato inizialmente steso in uno spessore massimo di 0,8 m. Trascorsi 14 giorni, lo stesso materiale sarà abbancato uniformemente fino ad uno spessore di 2,5 m, previo il prelievo di campioni di materiale sul quale effettuare i primi test previsti dal Protocollo. Trascorsi 28 giorni, si procederà ad effettuare i test sui campioni prelevati dal materiale abbancato a 2,5 m.

Questa soluzione consentirà di mettere in atto le modalità di campionamento ed analisi previste nella presente procedura.

I suddetti materiali saranno gestiti come rifiuto dalla partenza della TBM, dal cantiere Campo di Marte nella Galleria Artificiale denominata "GA02", e compresi indicativamente fra le progressive 1+455 ed 1+762, per un quantitativo stimato in banco di circa 21.000 metri cubi corrispondenti, pressappoco, a 30.000 metri cubi fioriti.

La progressiva di inizio dello scavo per i materiali destinati al campo prova è la prima utile al termine dei tratti consolidati e ad elevata permeabilità (terreno "tipo 2") nei quali saranno impiegati polimeri aggiuntivi.

Così come i materiali da riutilizzare come sottoprodotto anche il materiale gestito in regime di rifiuto sarà allontanato dal cantiere su treno, utilizzando procedure analoghe a quelle che saranno messe in atto per il trasporto dei materiali di scavo al sito di destino di Santa Barbara, e conferito in un sito in ottemperanza ai dettami sulla normativa sulla gestione dei rifiuti, ma che altresì consenta a destino, laddove possibile, l'applicazione della presente procedura, in coerenza al "Protocollo".

Le analisi del campo prova dei materiali condizionati saranno effettuate presso l'impianto della società ADRASTEIA s.r.l., sito in Roma, via Canestrini s.n.c., autorizzato, con determinazione n. B6278 del 04/12/2009.

Il sito dispone di spazi e strutture tali da garantire la maturazione delle sostanze biodegradabili utilizzate nel corso delle attività di scavo secondo le tempistiche richiamate nel protocollo, il controllo di dette tempistiche e l'effettuazione, prima dell'avvio a smaltimento definitivo, delle necessarie verifiche analitiche.

L'impianto della ADRASTEIA s.r.l. su richiamato ha, tra l'altro, già svolto attività simili nell'ambito dei lavori di grandi opere, gestendo fino a 3.000 t/g di terre da scavo, acquisendo, nel tempo, le necessarie conoscenze sia sulla tipologia del rifiuto in questione sia sulla gestione di detto rifiuto una volta addizionato con materiali necessari allo scavo attraverso la tecnologia TBM.

Al termine dello scavo del primo tratto di galleria (binario pari), successivo sulla base anche delle risultanze ottenute nell'applicazione e messa a punto della procedura, il materiale sarà gestito in conformità a quanto previsto nel PUT.

8. ALLEGATO 1

VERBALE DI CAMPIONAMENTO

DR.19.01 rev. 10

N.Accettazione:	2141473
Verbale Campionamento:	A cura del laboratorio CADA
Ragione Sociale:	ITALFERR s.p.a - Via V.G. Galati n° 71 - ROMA - 00155
Tecnico:	Luca Mineo
Data Inizio:	15/12/2020 08:30:00
Data Fine:	15/12/2020 14:00:00
Descrizione Luogo-Campioni:	Nodo AV di Firenze
Condizioni Ambientali:	Nuvoloso - Coperto
Temperatura Ambientale [°C]:	7
Piano di Campionamento:	<input type="checkbox"/>
Desc. Piano di Camp.:	ITF- FIRENZE-NF15.2B01.A01
Temperatura Trasporto [°C]:	4

Campioni Verbale

Numero Campione	Descrizione
001	Acque sotterranee "PZM_33" - Nodo A V di Firenze - Lotto Intermedio
002	Acque sotterranee "PZM_A5" - Nodo A V di Firenze - Lotto 2 Stazione
003	Acque sotterranee "PZM_16" - Nodo A V di Firenze - Lotto 2 Stazione
004	Acque sotterranee "PZM_07" - Nodo A V di Firenze - Lotto 1 Nord

Contenitori Campione

- > Camp. 001 -- N. 2 Bottiglie in plastica 1 LT
- > Camp. 002 -- N. 2 Bottiglie in plastica 1 LT
- > Camp. 003 -- N. 2 Bottiglie in plastica 1 LT
- > Camp. 004 -- N. 2 Bottiglie in plastica 1 LT

Riferimento alle prove richieste dal cliente

Contratto:	<input checked="" type="checkbox"/>
Contratto n°:	200001207
Profilo Analitico:	<input checked="" type="checkbox"/>

Motivazione del Campionamento

Campione	Matrice	Note	Tipologia attività indicata in Offerta/Contratto/Profilo	Lab. Appaltante
001	Acque sotterranee		Allegato 01	
Campionamento Puntuale				
Motivazioni di campionamento				
Acque sotterranee e superficiali - Analisi su "analiti" in offerta/allegato per verifica rispetto limiti tab.2 all.5 p.te IV del D.Lgs 152/06				
Metodiche di campionamento				
Manuale UNICHIM n°196/2 2004 (p.fo 5 e 7)				
002	Acque sotterranee		Allegato 01	
Campionamento Puntuale				
Motivazioni di campionamento				
Acque sotterranee e superficiali - Analisi su "analiti" in offerta/allegato per verifica rispetto limiti tab.2 all.5 p.te IV del D.Lgs 152/06				
Metodiche di campionamento				
Manuale UNICHIM n°196/2 2004 (p.fo 5 e 7)				
003	Acque sotterranee		Allegato 01	
Campionamento Puntuale				
Motivazioni di campionamento				
Acque sotterranee e superficiali - Analisi su "analiti" in offerta/allegato per verifica rispetto limiti tab.2 all.5 p.te IV del D.Lgs 152/06				
Metodiche di campionamento				
Manuale UNICHIM n°196/2 2004 (p.fo 5 e 7)				

Campionamento
Puntuale

**Motivazioni di
campionamento**

Acque sotterranee e superficiali - Analisi su "analiti" in offerta/allegato per verifica rispetto limiti tab.2 all.5 p.te IV del D.Lgs 152/06

**Metodiche di
campionamento**

Manuale UNICHIM n°196/2 2004 (p.fo 5 e 7)

Firma Tecnico





LAB N° 0439 L

Rapporto di prova n°: **2141473-001** del: **13/01/2021**

Descrizione: **Acque sotterranee "PZM_33" - Nodo A V di Firenze - Lotto Intermedio**

**Spettabile:
ITALFERR s.p.a
Via V.G. Galati n° 71
00155 ROMA (RM)**

Accettazione: **2141473**
Data Campionamento: **15-dic-20**
Data Arrivo Camp.: **22-dic-20**
Data Inizio Prova: **12-gen-21** Data Fine Prova: **12-gen-21**
Mod.Campionam.: **A cura del Laboratorio**
Presenza Allegati: **NO**
Riferim. dei limiti: **///**

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
Campionamento per prove chimiche	Manuale UNICHIM n°196/2: 2004 (p.f. 5 e 7)						
PARAMETRI CHIMICI							
Amianto	ISS.EAA.000:2015	< 3220	ff/l				

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



Segue Rapporto di
prova n°:

2141473-001

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	--------	--------

Abbreviazioni:

- "L.B." = Criterio Lower Bound per l'espressione delle sommatorie
- "U.B." = Criterio Upper Bound per l'espressione delle sommatorie
- "M.B." = Criterio Medium Bound per l'espressione delle sommatorie
- "MDL" = Limite di Rilevabilità del metodo di prova
- "U.M." = Unità di Misura
- "N.P." = Non percettibile
- "R" = Valore del recupero percentuale, nel caso di analisi di residui/tracce
- "ss" = sostanza secca
- "TQ" = tal quale

L'analita contraddistinto dal simbolo ► indica il superamento del limite normativo.

L'analita contraddistinto dal simbolo • indica che "il valore misurato tenuto conto dell'incertezza, non risulta significativamente maggiore del valore limite al livello di confidenza del 95%", così come indica il Manuale ISPRAS n°52/2009 al paragrafo 5.3.

Il campione è conservato per due settimane dalla data di emissione del rapporto di prova, a meno di richieste specifiche da parte del cliente.

Il presente rapporto di prova riguarda il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte della C.A.D.A. s.n.c. Nel caso di campionamento non eseguito dal laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati di campionamento forniti dal cliente o richiedente.

Le registrazioni riguardanti il suddetto campione vengono conservate per un periodo non inferiore a 5 anni.

Nel caso in cui il risultato della prova risulti non valutabile, per valore inferiore a MDL, il Laboratorio indica nel campo del risultato del rapporto di prova "<MDL".

In caso di determinazione di residui / tracce, il recupero è compreso nel range di accettabilità dei metodi di prova e non è utilizzato nei calcoli, se non diversamente specificato.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il cliente o richiedente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio (accettazione con riserva)

Le firme in calce al rapporto di prova indicano la fine del rapporto di prova stesso.

Per le prove chimiche e microbiologiche, l'incertezza di misura è espressa come estesa e con la stessa unità di misura del risultato analitico, ed è calcolata utilizzando un fattore di copertura K=2 ed una probabilità di misura del 95%.

Per le prove microbiologiche su acque, la stima dell'incertezza è espressa come livelli di confidenza.

Per le prove microbiologiche su matrici solide, la stima dell'incertezza di misura è eseguita secondo la ISO 19036:2019.

Se non diversamente indicato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del Lower Bound (L.B.).

(1) Note per prove D. Lgs. 31/01 e ss.mm.ii.

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Antiparassitari" si intende la "Somma dei singoli Antiparassitari (insetticidi, erbicidi, fungicidi, ect.) rilevati e quantificati".

(2) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 1A/1B

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene".
- Per "Sommatoria di Solventi Organici Aromatici" si intende la "Somma di Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene".
- Per "Sommatoria Ammine Aromatiche" si intende la "Somma di Anilina, o-Anisidina, m-p-Anisidina, Difenilammina, p-Toluidina".
- I risultati analitici sono espressi su "ss".

(3) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 2

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Sommatoria Organoalogenati" si intende la "Somma di Clorometano, Triclorometano (Clorofornio), Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene".

(4) Note per prove su rifiuti

- Se non diversamente specificato, per "Sommatoria" si intende la "Somma di tutti gli analiti elencati per la stessa famiglia sul presente rapporto di prova".
- I risultati analitici sono espressi sul "TQ", se non diversamente specificato nel campo dell'unità di misura riportato a fianco della prova.
- Per la dicitura "N.A." riportata nel campo del risultato, si intende "Non applicabile per effetto della matrice".
- Per la dicitura "N.D." riportata nel campo del risultato, si intende "Non determinabile per l'assenza delle condizioni necessarie per l'esecuzione della prova".
- Nel caso in cui è riportata la dicitura "Non determinato" per il parametro "Idrocarburi C10 - C40", essa indica che tale parametro, in relazione al metodo di prova indicato nella condivisa nota dell'ISS n° 0035653 del 06/08/2010, non viene quantificato a causa della interferenza concretizzabile allorquando il campione di rifiuto contenga materiali plastici, carta e/o materiali trattati con sostanze organiche. Ciò in quanto tutti gli anzidetti materiali sono in condizione di restituire risultati non correlabili (valori elevati di idrocarburi pesanti derivanti dalle caratteristiche merceologiche dei materiali e non da sua contaminazione idrocarburica) con lo scopo stesso dell'analisi destinata alla "classificazione" del rifiuto.

Il Responsabile Analisi Chimiche

Dott. Orazio Coniglio

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo N.314

Il Direttore della Divisione Analitica

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



LAB N° 0439 L

Rapporto di prova n°:	2141473-002	del:	13/01/2021
Descrizione:	Acque sotterranee "PZM_A5" - Nodo A V di Firenze - Lotto 2 Stazione		Spettabile: ITALFERR s.p.a Via V.G. Galati n° 71 00155 ROMA (RM)
Accettazione:	2141473		
Data Campionamento:	15-dic-20		
Data Arrivo Camp.:	22-dic-20		
Data Inizio Prova:	12-gen-21	Data Fine Prova:	12-gen-21
Mod.Campionam.:	A cura del Laboratorio		
Presenza Allegati:	NO		
Riferim. dei limiti:	///		

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
Campionamento per prove chimiche	Manuale UNICHIM n°196/2: 2004 (p.f. 5 e 7)						
PARAMETRI CHIMICI							
Amianto	ISS.EAA.000:2015	< 3220	ff/l				

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



Segue Rapporto di
prova n°:

2141473-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	--------	--------

Abbreviazioni:

- "L.B." = Criterio Lower Bound per l'espressione delle sommatorie
- "U.B." = Criterio Upper Bound per l'espressione delle sommatorie
- "M.B." = Criterio Medium Bound per l'espressione delle sommatorie
- "MDL" = Limite di Rilevabilità del metodo di prova
- "U.M." = Unità di Misura
- "N.P." = Non percettibile
- "R" = Valore del recupero percentuale, nel caso di analisi di residui/tracce
- "ss" = sostanza secca
- "TQ" = tal quale

L'analita contraddistinto dal simbolo ► indica il superamento del limite normativo.

L'analita contraddistinto dal simbolo • indica che "il valore misurato tenuto conto dell'incertezza, non risulta significativamente maggiore del valore limite al livello di confidenza del 95%", così come indica il Manuale ISPRAS n°52/2009 al paragrafo 5.3.

Il campione è conservato per due settimane dalla data di emissione del rapporto di prova, a meno di richieste specifiche da parte del cliente.

Il presente rapporto di prova riguarda il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte della C.A.D.A. s.n.c. Nel caso di campionamento non eseguito dal laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati di campionamento forniti dal cliente o richiedente.

Le registrazioni riguardanti il suddetto campione vengono conservate per un periodo non inferiore a 5 anni.

Nel caso in cui il risultato della prova risulti non valutabile, per valore inferiore a MDL, il Laboratorio indica nel campo del risultato del rapporto di prova "<MDL".

In caso di determinazione di residui / tracce, il recupero è compreso nel range di accettabilità dei metodi di prova e non è utilizzato nei calcoli, se non diversamente specificato.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il cliente o richiedente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio (accettazione con riserva)

Le firme in calce al rapporto di prova indicano la fine del rapporto di prova stesso.

Per le prove chimiche e microbiologiche, l'incertezza di misura è espressa come estesa e con la stessa unità di misura del risultato analitico, ed è calcolata utilizzando un fattore di copertura K=2 ed una probabilità di misura del 95%.

Per le prove microbiologiche su acque, la stima dell'incertezza è espressa come livelli di confidenza.

Per le prove microbiologiche su matrici solide, la stima dell'incertezza di misura è eseguita secondo la ISO 19036:2019.

Se non diversamente indicato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del Lower Bound (L.B.).

(1) Note per prove D. Lgs. 31/01 e ss.mm.ii.

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Antiparassitari" si intende la "Somma dei singoli Antiparassitari (insetticidi, erbicidi, fungicidi, ect.) rilevati e quantificati".

(2) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 1A/1B

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene".
- Per "Sommatoria di Solventi Organici Aromatici" si intende la "Somma di Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene".
- Per "Sommatoria Ammine Aromatiche" si intende la "Somma di Anilina, o-Anisidina, m-p-Anisidina, Difenilammina, p-Toluidina".
- I risultati analitici sono espressi su "ss".

(3) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 2

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Sommatoria Organoalogenati" si intende la "Somma di Clorometano, Triclorometano (Clorofornio), Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene".

(4) Note per prove su rifiuti

- Se non diversamente specificato, per "Sommatoria" si intende la "Somma di tutti gli analiti elencati per la stessa famiglia sul presente rapporto di prova".
- I risultati analitici sono espressi sul "TQ", se non diversamente specificato nel campo dell'unità di misura riportato a fianco della prova.
- Per la dicitura "N.A." riportata nel campo del risultato, si intende "Non applicabile per effetto della matrice".
- Per la dicitura "N.D." riportata nel campo del risultato, si intende "Non determinabile per l'assenza delle condizioni necessarie per l'esecuzione della prova".
- Nel caso in cui è riportata la dicitura "Non determinato" per il parametro "Idrocarburi C10 - C40", essa indica che tale parametro, in relazione al metodo di prova indicato nella condivisa nota dell'ISS n° 0035653 del 06/08/2010, non viene quantificato a causa della interferenza concretizzabile allorquando il campione di rifiuto contenga materiali plastici, carta e/o materiali trattati con sostanze organiche. Ciò in quanto tutti gli anzidetti materiali sono in condizione di restituire risultati non correlabili (valori elevati di idrocarburi pesanti derivanti dalle caratteristiche merceologiche dei materiali e non da sua contaminazione idrocarburica) con lo scopo stesso dell'analisi destinata alla "classificazione" del rifiuto.

Il Responsabile Analisi Chimiche

Dott. Orazio Coniglio

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo N.314

Il Direttore della Divisione Analitica

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



LAB N° 0439 L

Rapporto di prova n°: **2141473-003** del: **13/01/2021**

Descrizione: **Acque sotterranee "PZM_16" - Nodo A V di Firenze - Lotto 2 Stazione**

**Spettabile:
ITALFERR s.p.a
Via V.G. Galati n° 71
00155 ROMA (RM)**

Accettazione: **2141473**
Data Campionamento: **15-dic-20**
Data Arrivo Camp.: **22-dic-20**
Data Inizio Prova: **12-gen-21** Data Fine Prova: **12-gen-21**
Mod.Campionam.: **A cura del Laboratorio**
Presenza Allegati: **NO**
Riferim. dei limiti: **///**

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
Campionamento per prove chimiche	Manuale UNICHIM n°196/2: 2004 (p.f. 5 e 7)						
PARAMETRI CHIMICI							
Amianto	ISS.EAA.000:2015	< 3220	ff/l				

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



Segue Rapporto di
prova n°:

2141473-003

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	--------	--------

Abbreviazioni:

- "L.B." = Criterio Lower Bound per l'espressione delle sommatorie
- "U.B." = Criterio Upper Bound per l'espressione delle sommatorie
- "M.B." = Criterio Medium Bound per l'espressione delle sommatorie
- "MDL" = Limite di Rilevabilità del metodo di prova
- "U.M." = Unità di Misura
- "N.P." = Non percettibile
- "R" = Valore del recupero percentuale, nel caso di analisi di residui/tracce
- "ss" = sostanza secca
- "TQ" = tal quale

L'analita contraddistinto dal simbolo ► indica il superamento del limite normativo.

L'analita contraddistinto dal simbolo • indica che "il valore misurato tenuto conto dell'incertezza, non risulta significativamente maggiore del valore limite al livello di confidenza del 95%", così come indica il Manuale ISPRA n°52/2009 al paragrafo 5.3.

Il campione è conservato per due settimane dalla data di emissione del rapporto di prova, a meno di richieste specifiche da parte del cliente.

Il presente rapporto di prova riguarda il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte della C.A.D.A. s.n.c. Nel caso di campionamento non eseguito dal laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati di campionamento forniti dal cliente o richiedente.

Le registrazioni riguardanti il suddetto campione vengono conservate per un periodo non inferiore a 5 anni.

Nel caso in cui il risultato della prova risulti non valutabile, per valore inferiore a MDL, il Laboratorio indica nel campo del risultato del rapporto di prova "<MDL".

In caso di determinazione di residui / tracce, il recupero è compreso nel range di accettabilità dei metodi di prova e non è utilizzato nei calcoli, se non diversamente specificato.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il cliente o richiedente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio (accettazione con riserva)

Le firme in calce al rapporto di prova indicano la fine del rapporto di prova stesso.

Per le prove chimiche e microbiologiche, l'incertezza di misura è espressa come estesa e con la stessa unità di misura del risultato analitico, ed è calcolata utilizzando un fattore di copertura K=2 ed una probabilità di misura del 95%.

Per le prove microbiologiche su acque, la stima dell'incertezza è espressa come livelli di confidenza.

Per le prove microbiologiche su matrici solide, la stima dell'incertezza di misura è eseguita secondo la ISO 19036:2019.

Se non diversamente indicato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del Lower Bound (L.B.).

(1) Note per prove D. Lgs. 31/01 e ss.mm.ii.

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Antiparassitari" si intende la "Somma dei singoli Antiparassitari (insetticidi, erbicidi, fungicidi, ect.) rilevati e quantificati".

(2) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 1A/1B

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene".
- Per "Sommatoria di Solventi Organici Aromatici" si intende la "Somma di Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene".
- Per "Sommatoria Ammine Aromatiche" si intende la "Somma di Anilina, o-Anisidina, m-p-Anisidina, Difenilammina, p-Toluidina".
- I risultati analitici sono espressi su "ss".

(3) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 2

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Sommatoria Organoalogenati" si intende la "Somma di Clorometano, Triclorometano (Clorofornio), Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene".

(4) Note per prove su rifiuti

- Se non diversamente specificato, per "Sommatoria" si intende la "Somma di tutti gli analiti elencati per la stessa famiglia sul presente rapporto di prova".
- I risultati analitici sono espressi sul "TQ", se non diversamente specificato nel campo dell'unità di misura riportato a fianco della prova.
- Per la dicitura "N.A." riportata nel campo del risultato, si intende "Non applicabile per effetto della matrice".
- Per la dicitura "N.D." riportata nel campo del risultato, si intende "Non determinabile per l'assenza delle condizioni necessarie per l'esecuzione della prova".
- Nel caso in cui è riportata la dicitura "Non determinato" per il parametro "Idrocarburi C10 - C40", essa indica che tale parametro, in relazione al metodo di prova indicato nella condivisa nota dell'ISS n° 0035653 del 06/08/2010, non viene quantificato a causa della interferenza concretizzabile allorquando il campione di rifiuto contenga materiali plastici, carta e/o materiali trattati con sostanze organiche. Ciò in quanto tutti gli anzidetti materiali sono in condizione di restituire risultati non correlabili (valori elevati di idrocarburi pesanti derivanti dalle caratteristiche merceologiche dei materiali e non da sua contaminazione idrocarburica) con lo scopo stesso dell'analisi destinata alla "classificazione" del rifiuto.

Il Responsabile Analisi Chimiche

Dott. Orazio Coniglio

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo N.314

Il Direttore della Divisione Analitica

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



LAB N° 0439 L

Rapporto di
prova n°:

2141473-004

del: **13/01/2021**

Descrizione:

Acque sotterranee "PZM_07" - Nodo A V di Firenze - Lotto 1 Nord

**Spettabile:
ITALFERR s.p.a
Via V.G. Galati n° 71
00155 ROMA (RM)**

Accettazione:

2141473

Data Campionamento:

15-dic-20

Data Arrivo Camp.:

22-dic-20

Data Inizio Prova:

12-gen-21

Data Fine Prova:

12-gen-21

Mod.Campionam.:

A cura del Laboratorio

Presenza Allegati:

NO

Riferim. dei limiti:

///

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
Campionamento per prove chimiche	Manuale UNICHIM n°196/2: 2004 (p.f. 5 e 7)						
PARAMETRI CHIMICI							
Amianto	ISS.EAA.000:2015	< 3220	ff/l				

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



Segue Rapporto di
prova n°:

2141473-004

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	L.Min.	L.Max.
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	--------	--------

Abbreviazioni:

- "L.B." = Criterio Lower Bound per l'espressione delle sommatorie
- "U.B." = Criterio Upper Bound per l'espressione delle sommatorie
- "M.B." = Criterio Medium Bound per l'espressione delle sommatorie
- "MDL" = Limite di Rilevabilità del metodo di prova
- "U.M." = Unità di Misura
- "N.P." = Non percettibile
- "R" = Valore del recupero percentuale, nel caso di analisi di residui/tracce
- "ss" = sostanza secca
- "TQ" = tal quale

L'analita contraddistinto dal simbolo ► indica il superamento del limite normativo.

L'analita contraddistinto dal simbolo • indica che "il valore misurato tenuto conto dell'incertezza, non risulta significativamente maggiore del valore limite al livello di confidenza del 95%", così come indica il Manuale ISPRA n°52/2009 al paragrafo 5.3.

Il campione è conservato per due settimane dalla data di emissione del rapporto di prova, a meno di richieste specifiche da parte del cliente.

Il presente rapporto di prova riguarda il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte della C.A.D.A. s.n.c. Nel caso di campionamento non eseguito dal laboratorio, i risultati ottenuti si considerano riferiti al campione così come ricevuto e il laboratorio declina la propria responsabilità sui risultati calcolati considerando i dati di campionamento forniti dal cliente o richiedente.

Le registrazioni riguardanti il suddetto campione vengono conservate per un periodo non inferiore a 5 anni.

Nel caso in cui il risultato della prova risulti non valutabile, per valore inferiore a MDL, il Laboratorio indica nel campo del risultato del rapporto di prova "<MDL".

In caso di determinazione di residui / tracce, il recupero è compreso nel range di accettabilità dei metodi di prova e non è utilizzato nei calcoli, se non diversamente specificato.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il cliente o richiedente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio (accettazione con riserva)

Le firme in calce al rapporto di prova indicano la fine del rapporto di prova stesso.

Per le prove chimiche e microbiologiche, l'incertezza di misura è espressa come estesa e con la stessa unità di misura del risultato analitico, ed è calcolata utilizzando un fattore di copertura K=2 ed una probabilità di misura del 95%.

Per le prove microbiologiche su acque, la stima dell'incertezza è espressa come livelli di confidenza.

Per le prove microbiologiche su matrici solide, la stima dell'incertezza di misura è eseguita secondo la ISO 19036:2019.

Se non diversamente indicato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del Lower Bound (L.B.).

(1) Note per prove D. Lgs. 31/01 e ss.mm.ii.

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Antiparassitari" si intende la "Somma dei singoli Antiparassitari (insetticidi, erbicidi, fungicidi, ect.) rilevati e quantificati".

(2) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 1A/1B

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene".
- Per "Sommatoria di Solventi Organici Aromatici" si intende la "Somma di Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene".
- Per "Sommatoria Ammine Aromatiche" si intende la "Somma di Anilina, o-Anisidina, m-p-Anisidina, Difenilammina, p-Toluidina".
- I risultati analitici sono espressi su "ss".

(3) Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii, Tab. 2

- Per "Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici" si intende la "Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene".
- Per "Sommatoria Organoalogenati" si intende la "Somma di Clorometano, Triclorometano (Clorofornio), Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene".

(4) Note per prove su rifiuti

- Se non diversamente specificato, per "Sommatoria" si intende la "Somma di tutti gli analiti elencati per la stessa famiglia sul presente rapporto di prova".
- I risultati analitici sono espressi sul "TQ", se non diversamente specificato nel campo dell'unità di misura riportato a fianco della prova.
- Per la dicitura "N.A." riportata nel campo del risultato, si intende "Non applicabile per effetto della matrice".
- Per la dicitura "N.D." riportata nel campo del risultato, si intende "Non determinabile per l'assenza delle condizioni necessarie per l'esecuzione della prova".
- Nel caso in cui è riportata la dicitura "Non determinato" per il parametro "Idrocarburi C10 - C40", essa indica che tale parametro, in relazione al metodo di prova indicato nella condivisa nota dell'ISS n° 0035653 del 06/08/2010, non viene quantificato a causa della interferenza concretizzabile allorquando il campione di rifiuto contenga materiali plastici, carta e/o materiali trattati con sostanze organiche. Ciò in quanto tutti gli anzidetti materiali sono in condizione di restituire risultati non correlabili (valori elevati di idrocarburi pesanti derivanti dalle caratteristiche merceologiche dei materiali e non da sua contaminazione idrocarburica) con lo scopo stesso dell'analisi destinata alla "classificazione" del rifiuto.

Il Responsabile Analisi Chimiche

Dott. Orazio Coniglio

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo N.314

Il Direttore della Divisione Analitica

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

(*) = Prova non accreditata da ACCREDIA



**Chimica
Applicata
Depurazione
Acque s.n.c.**

di Filippo Giglio & C.

- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-001

Campione n° 2141473-001
Committente ITALFERR s.p.a
Descrizione campione Acque sotterranee "PZM_33" - Nodo A V di Firenze - Lotto Intermedio
Data inizio analisi 12/01/2021
Data fine analisi 12/01/2021
Metodo di prova ISS.EAA.000:2015

Campi osservati	221	n°	Volume filtrato	300	ml
Ingrandimenti di lavoro	4000	X	Diametro nominale del filtro	25,0	mm
FOV ampiezza campo visivo a 4000 X	67,3	µm	Diametro utile del filtro	20,3	mm
Area campo visivo a 4000 X	4529	µmq	Superficie utile di filtrazione	323,65	mmq
Superficie del filtro osservata	1,00	mmq	Carico di filtrazione	0,9	ml/mm ²
Campi respinti	0	n°	Numeri di filtri impiegati	1	n°
Campi validi	221	n°	Limite di rilevabilità	3220	ff/l
Porosità filtro utilizzato	0,8	µm	Modello strumentazione SEM	Phenom XL	
Tipologia filtro utilizzato	Policarbonato		Tipologia metallizzazione	Au	

	<i>n° di fibre</i>		<i>Concentrazione</i>	
	<i>ff</i>	<i>ff/L</i>	<i>LFI ff/L</i>	<i>LFS ff/L</i>
Crisotilo	0,0	0	0	3220
Crocidolite	0,0	0	0	3220
Amosite	0,0	0	0	3220
Tremolite	0,0	0	0	3220
Antofillite	0,0	0	0	3220
Actinolite	0,0	0	0	3220
Fibre totali di serpentino	0,0	0	0	3220
Fibre totali di anfibolo	0,0	0	0	3220
Fibre totali di amianto	0,0	< 3220	0	3220

LFI - Limite fiduciario inferiore al 95% di probabilità
LFS - Limite fiduciario superiore al 95% di probabilità



**Chimica
Applicata
Depurazione
Acque s.n.c.**

di Filippo Giglio & C.

- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-001

Tabella di dettaglio delle fibre di amianto riscontrate

ID	Campo n°	Struttura	Natura	Lunghezza (µm)	Diametro (nm)	Conta	Note

Tabella compilata esclusivamente in caso di positività (riscontro di fibre di amianto)

Note

Il Responsabile Analisi Chimiche

Dott. Giuseppe Rocca

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo n°294

Il Direttore della Divisione Analitica

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.



- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-002

Campione n° 2141473-002
Committente ITALFERR s.p.a
Descrizione campione Acque sotterranee "PZM_A5" - Nodo A V di Firenze - Lotto 2 Stazione
Data inizio analisi 12/01/2021
Data fine analisi 12/01/2021
Metodo di prova ISS.EAA.000:2015

Campi osservati	221	n°	Volume filtrato	300	ml
Ingrandimenti di lavoro	4000	X	Diametro nominale del filtro	25,0	mm
FOV ampiezza campo visivo a 4000 X	67,3	µm	Diametro utile del filtro	20,3	mm
Area campo visivo a 4000 X	4529	µmq	Superficie utile di filtrazione	323,65	mmq
Superficie del filtro osservata	1,00	mmq	Carico di filtrazione	0,9	ml/mm ²
Campi respinti	0	n°	Numeri di filtri impiegati	1	n°
Campi validi	221	n°	Limite di rilevabilità	3220	ff/l
Porosità filtro utilizzato	0,8	µm	Modello strumentazione SEM	Phenom XL	
Tipologia filtro utilizzato	Policarbonato		Tipologia metallizzazione	Au	

	<i>n° di fibre</i>		<i>Concentrazione</i>	
	<i>ff</i>	<i>ff/L</i>	<i>LFI ff/L</i>	<i>LFS ff/L</i>
Crisotilo	0,0	0	0	3220
Crocidolite	0,0	0	0	3220
Amosite	0,0	0	0	3220
Tremolite	0,0	0	0	3220
Antofillite	0,0	0	0	3220
Actinolite	0,0	0	0	3220
Fibre totali di serpentino	0,0	0	0	3220
Fibre totali di anfibolo	0,0	0	0	3220
Fibre totali di amianto	0,0	< 3220	0	3220

LFI - Limite fiduciario inferiore al 95% di probabilità
LFS - Limite fiduciario superiore al 95% di probabilità



- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-002

Tabella di dettaglio delle fibre di amianto riscontrate

ID	Campo n°	Struttura	Natura	Lunghezza (µm)	Diametro (nm)	Conta	Note

Tabella compilata esclusivamente in caso di positività (riscontro di fibre di amianto)

Note

Il Responsabile Analisi Chimiche
Dott. Giuseppe Rocca
Chimico Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia Sigillo n°294

Il Direttore della Divisione Analitica
Dott.ssa Margherita Augello
Ordine Nazionale dei Biologi Albo professionale N.036132



- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-003

Campione n° 2141473-003
Committente ITALFERR s.p.a
Descrizione campione Acque sotterranee "PZM_16" - Nodo A V di Firenze - Lotto 2 Stazione
Data inizio analisi 12/01/2021
Data fine analisi 12/01/2021
Metodo di prova ISS.EAA.000:2015

Campi osservati	221	n°	Volume filtrato	300	ml
Ingrandimenti di lavoro	4000	X	Diametro nominale del filtro	25,0	mm
FOV ampiezza campo visivo a 4000 X	67,3	µm	Diametro utile del filtro	20,3	mm
Area campo visivo a 4000 X	4529	µmq	Superficie utile di filtrazione	323,65	mmq
Superficie del filtro osservata	1,00	mmq	Carico di filtrazione	0,9	ml/mm ²
Campi respinti	0	n°	Numeri di filtri impiegati	1	n°
Campi validi	221	n°	Limite di rilevabilità	3220	ff/l
Porosità filtro utilizzato	0,8	µm	Modello strumentazione SEM	Phenom XL	
Tipologia filtro utilizzato	Policarbonato		Tipologia metallizzazione	Au	

	<i>n° di fibre</i>		<i>Concentrazione</i>	
	<i>ff</i>	<i>ff/L</i>	<i>LFI ff/L</i>	<i>LFS ff/L</i>
Crisotilo	0,0	0	0	3220
Crocidolite	0,0	0	0	3220
Amosite	0,0	0	0	3220
Tremolite	0,0	0	0	3220
Antofillite	0,0	0	0	3220
Actinolite	0,0	0	0	3220
Fibre totali di serpentino	0,0	0	0	3220
Fibre totali di anfibolo	0,0	0	0	3220
Fibre totali di amianto	0,0	< 3220	0	3220

LFI - Limite fiduciario inferiore al 95% di probabilità
LFS - Limite fiduciario superiore al 95% di probabilità



- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-003

Tabella di dettaglio delle fibre di amianto riscontrate

ID	Campo n°	Struttura	Natura	Lunghezza (µm)	Diametro (nm)	Conta	Note

Tabella compilata esclusivamente in caso di positività (riscontro di fibre di amianto)

Note

Il Responsabile Analisi Chimiche
Dott. Giuseppe Rocca
Chimico Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia Sigillo n°294

Il Direttore della Divisione Analitica
Dott.ssa Margherita Augello
Ordine Nazionale dei Biologi Albo professionale N.036132



**Chimica
Applicata
Depurazione
Acque s.n.c.**

di Filippo Giglio & C.

- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-004

Campione n° 2141473-004
Committente ITALFERR s.p.a
Descrizione campione Acque sotterranee "PZM_07" - Nodo A V di Firenze - Lotto 1 Nord
Data inizio analisi 12/01/2021
Data fine analisi 12/01/2021
Metodo di prova ISS.EAA.000:2015

Campi osservati	221	n°	Volume filtrato	300	ml
Ingrandimenti di lavoro	4000	X	Diametro nominale del filtro	25,0	mm
FOV ampiezza campo visivo a 4000 X	67,3	µm	Diametro utile del filtro	20,3	mm
Area campo visivo a 4000 X	4529	µmq	Superficie utile di filtrazione	323,65	mmq
Superficie del filtro osservata	1,00	mmq	Carico di filtrazione	0,9	ml/mm ²
Campi respinti	0	n°	Numeri di filtri impiegati	1	n°
Campi validi	221	n°	Limite di rilevabilità	3220	ff/l
Porosità filtro utilizzato	0,8	µm	Modello strumentazione SEM	Phenom XL	
Tipologia filtro utilizzato	Policarbonato		Tipologia metallizzazione	Au	

	<i>n° di fibre</i>		<i>Concentrazione</i>	
	<i>ff</i>	<i>ff/L</i>	<i>LFI ff/L</i>	<i>LFS ff/L</i>
Crisotilo	0,0	0	0	3220
Crocidolite	0,0	0	0	3220
Amosite	0,0	0	0	3220
Tremolite	0,0	0	0	3220
Antofillite	0,0	0	0	3220
Actinolite	0,0	0	0	3220
Fibre totali di serpentino	0,0	0	0	3220
Fibre totali di anfibolo	0,0	0	0	3220
Fibre totali di amianto	0,0	< 3220	0	3220

LFI - Limite fiduciario inferiore al 95% di probabilità
LFS - Limite fiduciario superiore al 95% di probabilità



- Autorizzazione Ministero Politiche Agricole Alimentari e Forestali per analisi nel Settore Oleicolo D.M. 06/04/2011 (Rinnovo del 21/03/2019 – G.U. n°92 del 19/04/2019)
- Inserimento nell'Elenco dei "Tecnici Competenti" p.to 7 art. 2 Legge 26/10/95 n°447 "Inquinamento acustico"
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori qualificati ad effettuare analisi amianto – Regione Sicilia (COD n°244SIC2)
- Inserimento nell'Elenco dei laboratori riconosciuti dal MIPAAF per la verifica di conformità dei fertilizzanti di cui all'art.1 d.lgs. n°75/2010 (Decreto n°3734 del 07 marzo 2019)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori della Regione Sicilia per le attività analitiche di autocontrollo alimentare, di cui al D.D.G. n° 434/17 del 09/03/2017 (ID n°2012/AG002)
- Inserimento nell'Elenco dei Laboratori di prova riconosciuti dal MIPAAF per l'esecuzione di analisi di campioni in agricoltura biologica ai sensi del Decreto Ministeriale n. 2592 del 12 marzo 2014
- Laboratorio Accreditato ACCREDIA n° 0439L (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018)



Allegato al Rapporto di Prova n° 2141473-004

Tabella di dettaglio delle fibre di amianto riscontrate

ID	Campo n°	Struttura	Natura	Lunghezza (µm)	Diametro (nm)	Conta	Note

Tabella compilata esclusivamente in caso di positività (riscontro di fibre di amianto)

Note

--

Il Responsabile Analisi Chimiche

Dott. Giuseppe Rocca

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo n°294

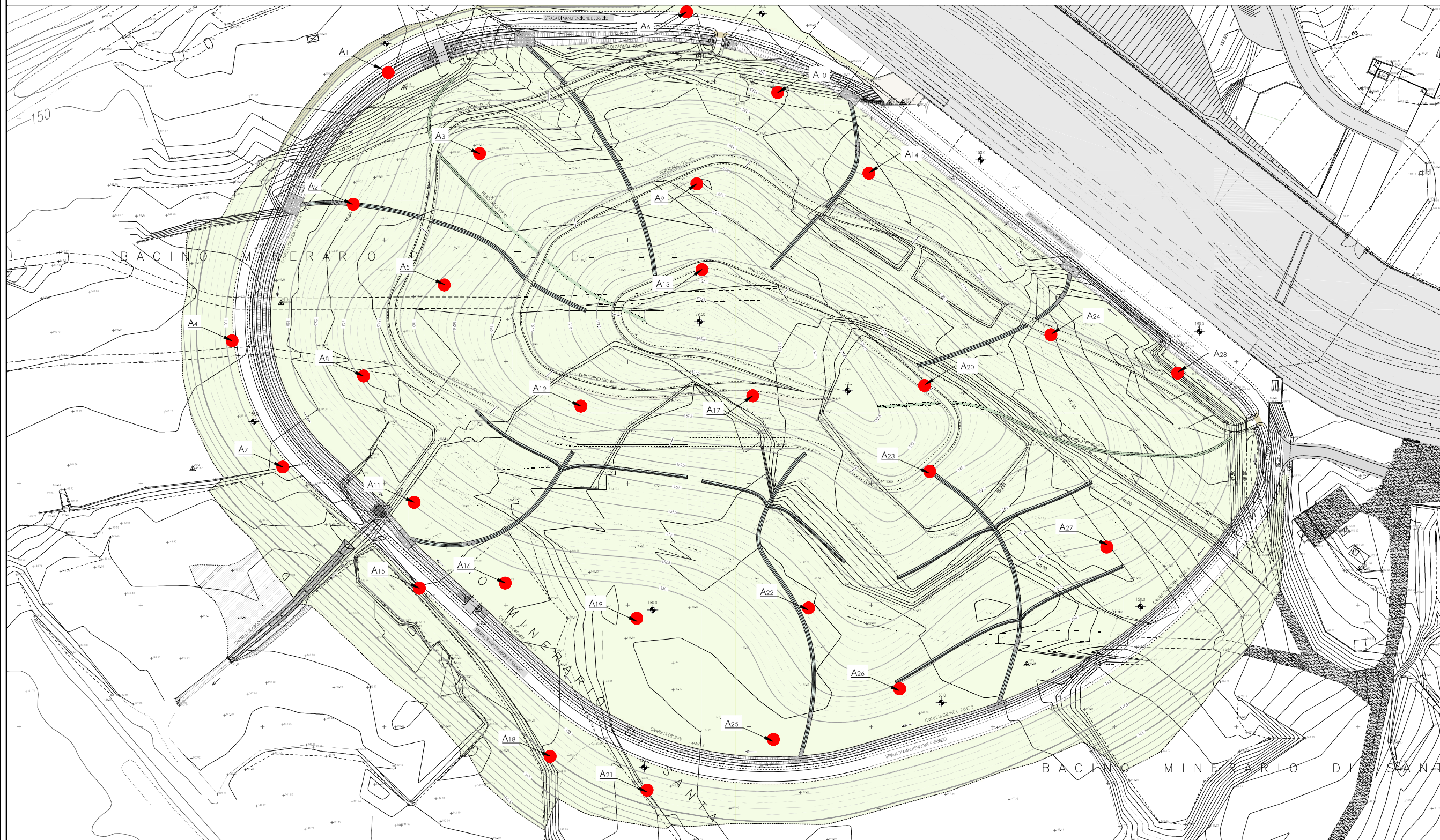
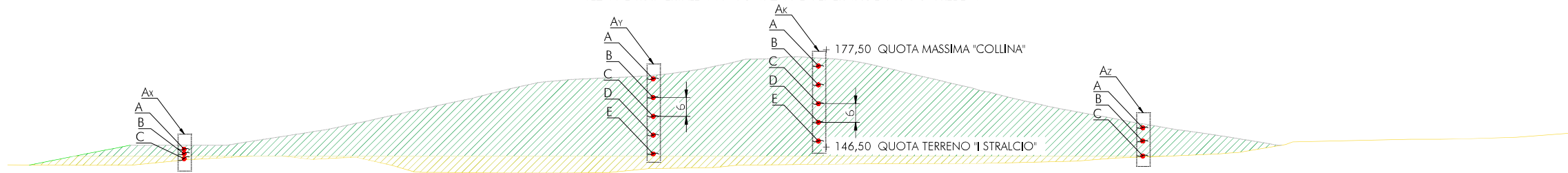
Il Direttore della Divisione Analitica

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

9. ALLEGATO 2

SEZIONE TRASVERSALE CON INDICAZIONE GENERICA DEI PUNTI DI PRELIEVO



LEGENDA	
●	Posizione punto di prelievo
A1,2,...X	Denominazione punto di prelievo
A,B,...E	Altezza punto di prelievo

COMMITENTE

PROGETTAZIONE

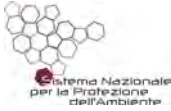
PROGETTO ESECUTIVO

LINEA FERROVIARIA MILANO – NAPOLI
 NODO DI FIRENZE – PENETRAZIONE URBANA LINEA AV
 RIAMBIENTALIZZAZIONE AREA MINERARIA S. BARBARA
 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI DEL MATERIALE

ALLEGATO 2 | SCALA 1:500

I. PROGETTISTA											
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTRATA	PROGETTAZIONE	PRODOTTORE	REVISIONE	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
NF1W	00	E	ZZ	RH	IM0600	004	C				
REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA				
C	Rac. osserv.		10/05/22		11/05/22		11/05/22				

10. ALLEGATO 3



ARPAT - DIREZIONE TECNICA - Settore VIA/VAS
ARPAT - AREA VASTA CENTRO - Settore Laboratorio
 Via Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze

SCHEDA METODOLOGICA EFFETTUAZIONE ANALISI SLES E TEST DI TOSSICITÀ ACUTA SU VIBRIO FISCHERI - TERRENI DA SCAVO MECCANIZZATO NODO AV DI FIRENZE

Rev. 1 del 29/4/2021

Indice

1. Determinazione dell'umidità.....	1
2. Preparazione dell'Elutriato.....	1
2.1. Preparazione sub-aliquote.....	1
2.2. Estrazione.....	2
3. Analisi SLES.....	2
3.1. Premessa.....	2
3.2. Modifiche al metodo MBAS ufficiale per la determinazione dello SLES.....	3
3.3. Ulteriori accorgimenti.....	4
4. Test di tossicità acuta su Vibrio fischeri.....	4
4.1. Premessa.....	4
4.2. Preparazione.....	4
4.3. Esecuzione del saggio.....	5
5. Comunicazione dei risultati.....	5
6. Riferimenti bibliografici.....	6

1. DETERMINAZIONE DELL'UMIDITÀ

Per la determinazione dell'umidità in laboratorio viene adottato il metodo *II.2 D.M. 13/9/1999-determinazione gravimetrica del contenuto di umidità*, che prevede il calcolo dell'umidità in % come differenza tra la massa di un campione di suolo e la massa dello stesso campione dopo essiccazione a 105 °C fino a massa costante.

La determinazione viene quindi effettuata su sub-aliquote di terreno di circa 10 g (tre repliche). Le sub-aliquote vengono pesate in contenitori di alluminio pre-essiccati in stufa.

2. PREPARAZIONE DELL'ELUTRIATO

La Norma di riferimento da adottare è la UNI 10802:2004 "Rifiuti liquidi granulari pastosi e fanghi" che fa riferimento alla Norma Europea UNI EN 12457-2:2004, la quale prevede un rapporto 10:1 l/kg di acqua distillata:terreno in peso secco.

2.1. Preparazione sub-aliquote

Per ottenere un estratto rappresentativo del campione:

- si setaccia il terreno a 2 mm;
- utilizzando contenitori di vetro (1,5 l capacità e con tappo teflonato) o HDPE o PP (da 1÷1,2 l), si pesano tre aliquote di terreno di circa 90 g ciascuna (repliche a, b, c);

- i contenitori di vetro devono essere stati preventivamente lavati in Acido cloridrico diluito (10%) e successivamente sciacquati in acqua distillata mentre per quelli in HDPE o PP si pratica il monouso;
- si aggiunge acqua distillata in rapporto acqua:terreno=10:1 l/kg.

Il terreno viene pesato tenendo conto dell'umidità precedentemente calcolata.

Nel caso in cui il tempo di attesa del campione prima delle analisi sia maggiore di 24÷36 ore, preferibilmente 24 ore, il campione viene congelato (-20 °C) o preferibilmente ripreparato.

2.2. Estrazione

L'estrazione in acqua viene effettuata secondo queste fasi:

- **agitazione** su miscelatore a rovesciamento (10 giri/min) o agitatore rotante orizzontale (130 giri/min) per 24 ore al buio a temperatura controllata di 20 °C ± 5 °C;
- successiva **decantazione** di ogni replica per 15 minuti per separare la fase liquida da quella solida;
- in un becher di vetro di 1,5 l (precedentemente mantenuto per almeno 4 ore in soluzione acida diluita, e risciacquati con acqua distillata e infine con un solvente - Acetone, Esano, Metanolo -) vengono **riunificate le fasi liquide** dei tre estratti ottenendo così un unico elutriato;
- l'elutriato **se necessario** viene sottoposto a **centrifugazione** in contenitori in polietilene ad alta densità (HDPE), precedentemente lavati in Acido cloridrico diluito per almeno 4 ore e risciacquati in abbondante acqua distillata; la centrifugazione si effettua per un ciclo di 30 minuti o due cicli da 15 minuti ad almeno 3.000÷4.000 rpm (in questo caso, il secondo ciclo da 15 minuti viene effettuato sul surnatante del primo ciclo); se dopo la centrifugazione a 3.000÷4.000 rpm l'estratto risultasse ancora molto torbido, ulteriore centrifugazione a 9.000 rpm per 15 min (eventualità più probabile con terreni a prevalente frazione argillosa);
- **determinazioni analitiche ed ecotossicologiche** sull'unico estratto così ottenuto; l'elutriato composito (circa 100÷200 ml) viene mantenuto in contenitori sterili o monouso o di vetro Pyrex a 4 °C ed analizzato entro 24÷36 ore, preferibilmente entro 24 ore.

3. ANALISI SLES

3.1. Premessa

Per l'analisi del Tensioattivo anionico SLES nell'elutriato si adotta il metodo ufficiale MBAS per le acque (IRSA-APAT 5170) con degli adattamenti per la matrice elutriato (si veda paragrafo successivo).

Il metodo MBAS metodo determina globalmente i Tensioattivi anionici di tipo solfonati in soluzione. Si basa sul principio che i Tensioattivi anionici, reagendo con il Blu di Metilene (colorante cationico), formano un sale di colore blu per la formazione di una coppia ionica tra il gruppo solfato del Tensioattivo e il colorante cationico Blu di Metilene, che viene poi estratto quantitativamente in Cloroformio.

La misura spettrofotometrica di assorbanza della fase cloroformica avviene alla lunghezza d'onda di 650 nm ed è proporzionale alla concentrazione del Tensioattivo anionico in essa presente.

Il metodo prevede l'utilizzo di una retta di taratura per la determinazione quantitativa dei Tensioattivi anionici (espressi in mg/l di MBAS) utilizzando soluzioni a concentrazione nota dello *standard* di riferimento, il sale sodico dell'Acido dodecilbenzensolfonico (SDS), composto rappresentativo di tutti i Tensioattivi MBAS.

In generale questo metodo non separa i diversi Tensioattivi, né in base alla lunghezza della catena alchilica né in base al numero delle unità etossiliche, in quanto la determinazione avviene

sulla base del solo gruppo solfato ed è, quindi, aspecifica.

Sono state costruite quattro rette di taratura preparando soluzioni a concentrazione nota del SDS e dello SLES (Sodio lauril etere solfato [SLES, C10-C16], purezza grado analitico, BOC Sciences [US, Canada]) negli intervalli di concentrazione compresi tra 0,05÷0,5 mg/l e 0,5÷4,0 mg/l, rispettivamente.

Da prove di recupero effettuate con entrambi questi standard è emerso come lo SLES dia recuperi più alti ed è stato quindi adottato come *standard* di riferimento per l'applicazione del metodo MBAS alle successive misure del Tensioattivo anionico negli elutriati.

Questa maggiore accuratezza nel metodo MBAS così modificato consente di determinare quantitativamente e con una migliore precisione il Tensioattivo anionico SLES presente in soluzione.

3.2. Modifiche al metodo MBAS ufficiale per la determinazione dello SLES

Si specificano le seguenti modifiche al metodo MBAS APAT-IRSA 5170 da apportate rispetto al metodo ufficiale per l'analisi dei Tensioattivi anionici nell'elutriato proveniente dai terreni di scavo (riportate anche in Rauseo et al. [2017] e ripreso da IRSA-CNR):

- in riferimento al paragrafo 4, pag. 828 del metodo ufficiale, la **conservazione dei campioni** di elutriato avviene mediante **congelamento a temperatura ≤ -20 °C** e non per aggiunta dell'1% v/v di Formaldeide al 37%. Il congelamento ha il vantaggio di bloccare le attività degradative dei microrganismi senza alterare il campione, mentre la formaldeide ha lo svantaggio di essere tossica e cancerogena ed il suo utilizzo deve essere limitato al solo caso in cui il congelamento non possa essere effettuato. Infine a seguito dell'aggiunta di formaldeide l'analisi del Tensioattivo dovrebbe successivamente essere effettuata entro le 24 ore, mentre il congelamento consente di allungare i tempi di conservazione a circa 3 mesi;
- in riferimento al paragrafo 5.2, pag. 828 del metodo ufficiale, il lavaggio della vetreria è da effettuare non come indicato, bensì nelle seguenti modalità:
 - **evitare l'uso di detersivi per il lavaggio della vetreria** in quanto i saponi stessi costituiscono una fonte di contaminazione;
 - **tutta la vetreria** da utilizzare nell'applicazione del metodo (ad esempio: imbuti separatori), deve essere preliminarmente **lavata con acqua ultrapura**, successivamente lasciata in **immersione** per almeno **4 ore** in una soluzione di **Acido cloridrico 1 M** ed infine **risciacquata con abbondante acqua ultrapura**. Al termine di tale lavaggio, la vetreria costituita da vetro Duran o Pyrex viene posta in **muffola a 550 °C per almeno 4 ore**;
 - la vetreria non idonea al trattamento in muffola, dopo il trattamento in acido e acqua ultrapura viene accuratamente solventata prima con Acetone, per la rimozione di residui (contaminanti) di natura polare, e poi con n-Esano per la rimozione di residui di natura apolare;
 - in assenza di trattamento in muffola della vetreria occorre effettuare il "bianco procedurale" ad ogni sessione analitica;
 - **in alternativa** è possibile utilizzare **lavavetreria da laboratorio**, impiegando **programmi di lavaggio intensivi** e utilizzando **prodotti esenti da Tensioattivi**, effettuando il "bianco procedurale" ad ogni sessione analitica;
- in riferimento al paragrafo 6, punti 6.1 e 6.2, pag. 828 del metodo ufficiale, la **preparazione delle soluzioni** di MBAS concentrata e diluita è eseguita utilizzando lo **standard SLES (C10-C16) della BOC Science¹** (US Canada, purezza grado analitico) in sostituzione del

1 Lo standard SLES della BOC Science risulta l'unico disponibile sul mercato. Qualora sul mercato il proponente ne individuasse uno alternativo andrà previsto di effettuare un test apposito anche presso il Laboratorio ARPAT.

Sale sodico dell'Acido dodecilbenzenosolfonico (SDS) previsto dal metodo. Inoltre **la sola soluzione concentrata** (6.1 del metodo) è **preparata in Metanolo** e non in acqua distillata;

- in riferimento ai paragrafi 6.4 e 6.6, pag. 829 del metodo ufficiale, **nella preparazione delle soluzioni neutra e acida di Blu di Metilene i volumi utilizzati non sono preliminarmente estratti con Cloroformio**;
- in riferimento al punto 7.1 del paragrafo 7, pag. 829, **la prima estrazione in Cloroformio** per la preparazione della retta di taratura è effettuata con un volume di 20 ml di Cloroformio e non di 15 ml come riportato nel metodo. Inoltre, sempre in riferimento al punto 7.1 del metodo ufficiale, le fasi cloroformiche non sono solitamente filtrate attraverso ovatta idrofila trattata con Etanolo ad eccezione dei casi in cui si ha presenza di emulsione o non perfetta separazione della fase organica e acquosa;
- in riferimento al punto 7.3 del paragrafo 7, pag. 830, nel caso di **campioni** di elutriato ottenuti da campioni ad **elevato contenuto di argilla** al fine di ridurre l'interferenza di matrice si effettua la **determinazione su 20 ml e, parallelamente**, si effettua una **prova di recupero fortificando l'elutriato (spike) con SLES** (ad esempio: a concentrazione di 2 mg/l: il recupero deve essere > 65%, altrimenti deve essere ripetuta la prova. In questo caso il Limite di Quantificazione garantito sarà 0,2 mg/l anziché 0,05 mg/l.

3.3. Ulteriori accorgimenti

- Se per conservare i campioni per la determinazione non si utilizzano contenitori usa-e-getta bensì contenitori in vetro, questi devono essere prima tenuti per almeno 4 ore in soluzione acida diluita, risciacquati con acqua ultrapura e infine con un solvente (Acetone, Esano, Metanolo).
- **Periodicamente** si procede ad eseguire un "**bianco procedurale**", ossia un campione di acqua ultrapura privo di SLES, che viene sottoposto ad una procedura di analisi identica a quella di un campione di elutriato, al fine di escludere eventuali contaminazioni esterne.

4. TEST DI TOSSICITÀ ACUTA SU VIBRIO FISCHERI

4.1. Premessa

La procedura adottata è il metodo standardizzato descritto nella norma europea UNI EN ISO 11348-3:2019 (Water quality – Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* [luminescent bacteria test] – Part 3: Method using freeze-dried bacteria) in accordo con le indicazioni riportate nel manuale tecnico dell'analizzatore utilizzato.

Questo saggio permette di misurare la tossicità del campione (elutriato), rilevando la percentuale di inibizione della luminescenza emessa dal batterio marino *Vibrio fischeri*, attraverso un sistema di misura fotometrico (thermo-block + luminometro) secondo quanto riportato al punto 6.3 e 6.4 del metodo ISO.

I possibili strumenti sul mercato verificati sono LumisTox 300 dr. Lange o Microtox® Modello 500, distribuito dalla Ecotox LDS (Pregnana Milanese-Italia). Qualora venisse individuato un modello alternativo è necessario effettuare una comparazione con quelli verificati.

4.2. Preparazione

La valutazione dell'ecotossicità viene eseguita a partire da un volume di circa 30÷50 ml di elutriato (preparato secondo quanto in precedenza descritto) che viene **filtrato** (tramite apposito apparato in vetro dotato di una pompa a vuoto) utilizzando filtri in acetato di cellulosa (0,45 µm di porosità). Tale passaggio è necessario al fine di eliminare le eventuali particelle sospese.

L'estratto acquoso **filtrato** viene **conservato in contenitori sterili** usa-e-getta a 4 °C (non deve

essere congelato) per **24÷36 ore**, e analizzato preferibilmente dopo 24 ore; se si supera tale tempo l'elutriato deve essere ripreparato.

Prima di procedere al test:

- il **pH** dell'elutriato deve essere **portato intorno a 7** con una soluzione di HCl 0,1 molare o di NaOH 0,1 molare, come previsto dal metodo;
- la **beuta** dell'apparato di filtrazione **ed** il **bicchiere** in vetro devono essere **lavati** in acido diluito (come descritto a proposito della vetreria da usare per le analisi SLES) e **poi muffolati** a 550 °C (minimo 4 ore); l'**imbuto** deve essere **lavato** in Metanolo e **sciacquato** in abbondante acqua distillata;
- **in alternativa** è possibile utilizzare **lavavetreria da laboratorio**, impiegando programmi di lavaggio intensivi utilizzando prodotti esenti da Tensioattivi ed effettuando il "bianco procedurale" ad ogni sessione analitica.

4.3. Esecuzione del saggio

Le modalità operative di riferimento per l'esecuzione del test saranno:

- **metodo** standardizzato utilizzato: UNI EN ISO 11348-3:2019;
- **materiale** biologico: batteri liofilizzati e congelati - Vibrio fischeri, ceppo NRRL B-11177;
- **tipo di test**: saggio acuto (*screening test*);
- **numero di letture** al luminometro del campione e del bianco: da 3 a 6 letture del campione (unico elutriato) e almeno 2 letture per il bianco;
- **sostanze di riferimento** utilizzate per determinare la sensibilità e salute del lotto di batteri in utilizzo (secondo il punto 5.6 della UNI EN ISO 11348-3:2019): 3,5-Diclorofenolo ($C_6H_4OCl_2$) o il Bicromato di potassio ($K_2Cr_2O_7$);
- **criteri di validità** del test: secondo quanto riportato nella norma (section 11).

I risultati forniti, come valore medio di inibizione (%) della bioluminescenza dei batteri, saranno quelli relativi al tempo di esposizione di 30 minuti, ed elaborati attraverso il *software* di gestione dello strumento.

Il valore di inibizione di luminosità del Vibrio fischeri viene espresso come valore percentuale di inibizione media delle diverse letture al luminometro, unitamente allo scarto tipo (σ) o deviazione standard.

Il coefficiente di variazione (CV%) dovrebbe essere $\leq 20\%$ ad indicazione di una bassa variabilità tra i dati ottenuti. Se tuttavia i valori di inibizione risultano $\leq 16\%$ la ripetizione non è necessaria.

5. COMUNICAZIONE DEI RISULTATI

I rapporti di prova devono essere emessi in modo tale da collegare agevolmente il risultato analitico al cumulo cui si riferiscono (ad esempio: oltre al codice identificativo del campione, indicare piazzola e data di campionamento).

La concentrazione di SLES viene espressa in mg/l come valore medio delle determinazioni analitiche, insieme alla deviazione standard.

L'effetto tossico su Vibrio fischeri viene espresso come valore medio di inibizione (%) della bioluminescenza dei batteri dopo 30 minuti di esposizione al campione. Il risultato finale viene espresso arrotondandolo all'unità.

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- APAT-IRSA (2003), Metodi analitici per le acque. Metodo 5170. Tensioattivi anionici: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/metodi-analitici-per-le-acque>;

- Rauseo J., Ademollo N., Pescatore T., Patrolecco L. (2017), Determinazione di Tensioattivi anionici in terreni provenienti dallo scavo in sotterraneo mediante Estrazione Liquida Pressurizzata (PLE) e metodo MBAS (Sostanze Attive al Blu di Metilene) modificato. Notiziario dei metodi analitici & IRSA news, Vol. 1, Maggio 2017. <http://www.irsa.cnr.it/index.php/ita/news/item/154-notiz-1-2017>;
- IRSA-CNR (2017), MODALITÀ OPERATIVE DI ANALISI, Allegato alla "Procedura operativa di campionamento e analisi" Autostrada A1 Milano/Napoli – Ampliamento terza corsia Barberino di Mugello/Incisa Valdarno - Tratto: Barberino-Firenze Nord_Lotto 2;
- standard SLES (C10-C16) della BOC Science.

11. APPENDICI

Appendice 1

MANTENIMENTO, RIPRODUZIONE E CONDIZIONI TIPO PER LE PROVE DI TOSSICITÀ ACUTA
SUGLI EMBRIONI DI DANIO ZEBRATO

Danio zebrato (<i>Danio rerio</i>)		
Origine delle specie	India, Birmania, Malacca, Sumatra	
Dimorfismo sessuale	Femmina: ventre prominente quando portano le uova Maschio: più sottile, di tonalità arancio tra le strisce blu longitudinali (particolarmente visibile nella pinna anale)	
Regime alimentare	Fiocchi disidratati (max. 3 % del peso del pesce al giorno) 3-5 volte al giorno + naupli di artemia (<i>Artemia</i> sp.) e/o dafnie di dimensioni appropriate provenienti da fonte non contaminata. Il cibo vivo arricchisce l'ambiente e pertanto deve far parte, per quanto possibile, del regime alimentare. Per garantire una qualità dell'acqua ottimale si rimuovono il cibo non consumato e gli escrementi circa un'ora dopo la somministrazione del cibo.	
Peso approssimativo del pesce adulto	Femmina: 0,65 ± 0,13 g Maschio: 0,5 ± 0,1 g	
Mantenimento dei pesci riproduttori	Illuminazione	Lampadine fluorescenti (ad ampio spettro) 10-20 µE/m ² /s, 540-1 080 lux, o 50-100 ft-c (livelli ambientali di laboratorio); fotoperiodo: 12-16 ore
	Temperatura dell'acqua	26 (±1) °C
	Qualità dell'acqua	O ₂ ≥ 80 % del valore di saturazione, durezza: ad esempio, ~30-300 mg/l CaCO ₃ , NO ₃ ⁻ : ≤48mg/l, NH ₄ ⁺ e NO ₂ ⁻ : < 0,001 mg/l, cloro residuo <10 µg/l, cloro organico totale < 25 ng/l, pH = 6,5 — 8,5
	Altri criteri di qualità dell'acqua	Particolato <20 mg/l, carbonio organico totale < 2 mg/l, pesticidi organofosforati totali < 50 ng/l, pesticidi organoclorurati totali + difenili policlorurati < 50 ng/l
	Dimensioni delle vasche di mantenimento	180 l, 1 pesce/l, ad esempio
	Depurazione dell'acqua	Permanente (con filtri a carbone); altre possibilità: combinazione con sistemi di mantenimento a rinnovo semistatico o a flusso continuo con rinnovo costante dell'acqua
	Rapporto maschi/femmine raccomandato per la riproduzione	2:1 (o riproduzione di massa)
Vasche di riproduzione	Ad esempio vasche da 4 l munite di fondo con griglia in acciaio e piante artificiali come stimolo di riproduzione; tappetini riscaldanti esterni, o riproduzione di massa all'interno delle vasche di mantenimento	
Struttura e aspetto delle uova	Corion stabile (ossia, molto trasparente, non colloso, diametro ~ 0,8-1,5 mm)	
Tasso di riproduzione	Una femmina matura produce almeno 50-80 uova al giorno. In alcuni ceppi questo tasso può essere molto più alto. Il tasso di fecondazione deve essere ≥70 %. Nei pesci che si riproducono per la prima volta, il tasso di fecondazione delle uova può essere inferiore nei primi cicli.	
Tipo di prova	Statica, semistatica con rinnovo, a flusso continuo, 26 (± 1) °C, recipienti di prova condizionati per 24 ore (ad esempio, piastre a 24 pozzetti di capienza 2,5-5 ml/pozzetto)	

SVILUPPO NORMALE DEL DANIO ZEBRATO A 26 °C

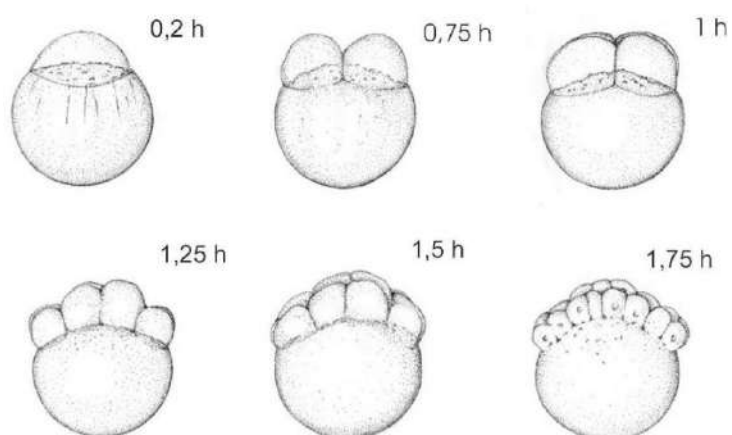


Figura 1 — Alcuni stadi iniziali dello sviluppo del danio zebrato (*Danio rerio*): 0,2-1,75 ore dopo la fecondazione (Kimmel *et al.*, 1995 (35)). Per diagnosticare la fecondazione e la vitalità delle uova è utile basarsi sulla cronologia di uno sviluppo normale (cfr. paragrafo 26, Selezione delle uova fecondate).

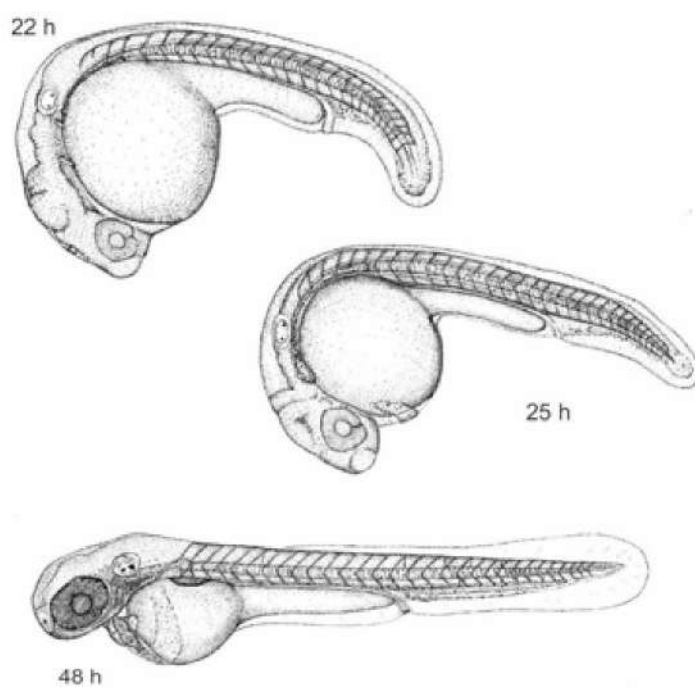


Figura 2 — Alcuni stadi posteriori dello sviluppo del danio zebrato (*Danio rerio*) (embrione privo del corion per ottimizzare la visibilità): 22 — 48 ore dopo la fecondazione (Kimmel *et al.*, 1995 (35)).

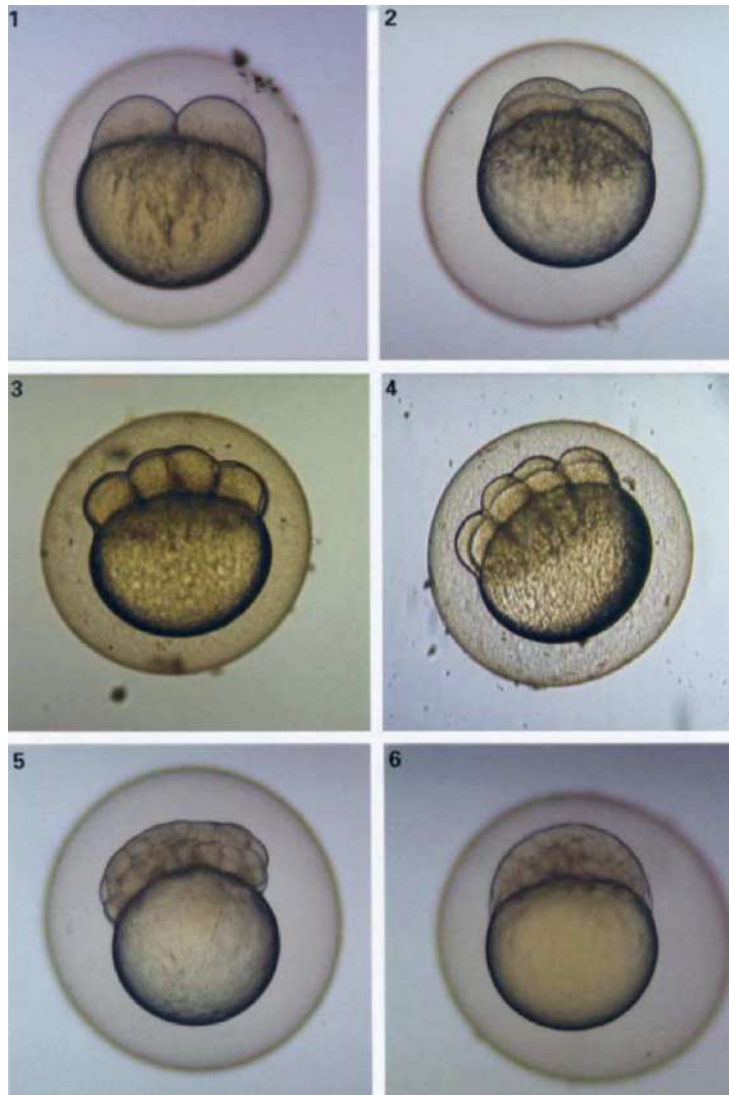
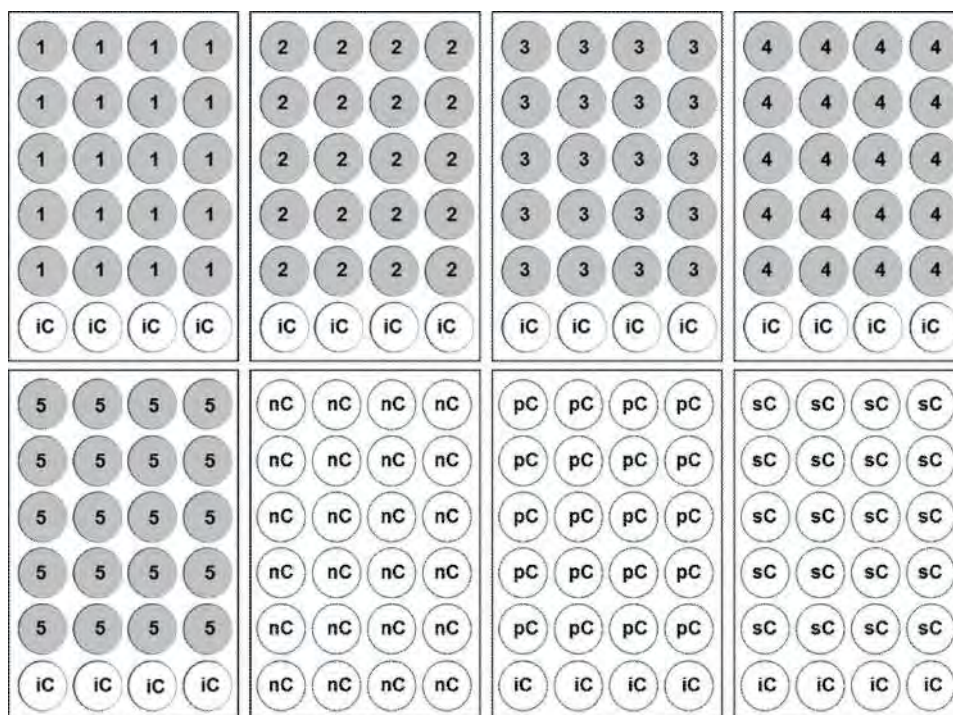


Figura 3 — Sviluppo normale di embrioni di danio zebrato (*Danio rerio*): (1) 0,75 ore, stadio a 2 cellule; (2) 1 ora, stadio a 4 cellule; (3) 1,2 ore, stadio a 8 cellule; (4) 1,5 ore, stadio a 16 cellule; (5) 4,7 ore, inizio dell'epibolia; (6) 5,3 ore, epibolia al 50 % circa (Braunbeck & Lammer 2006 (40)).

Figura 1

Allestimento delle piastre a 24 pozzetti



1-5 = cinque concentrazioni di prova/sostanza chimica;

nc = controllo negativo (acqua di diluizione);

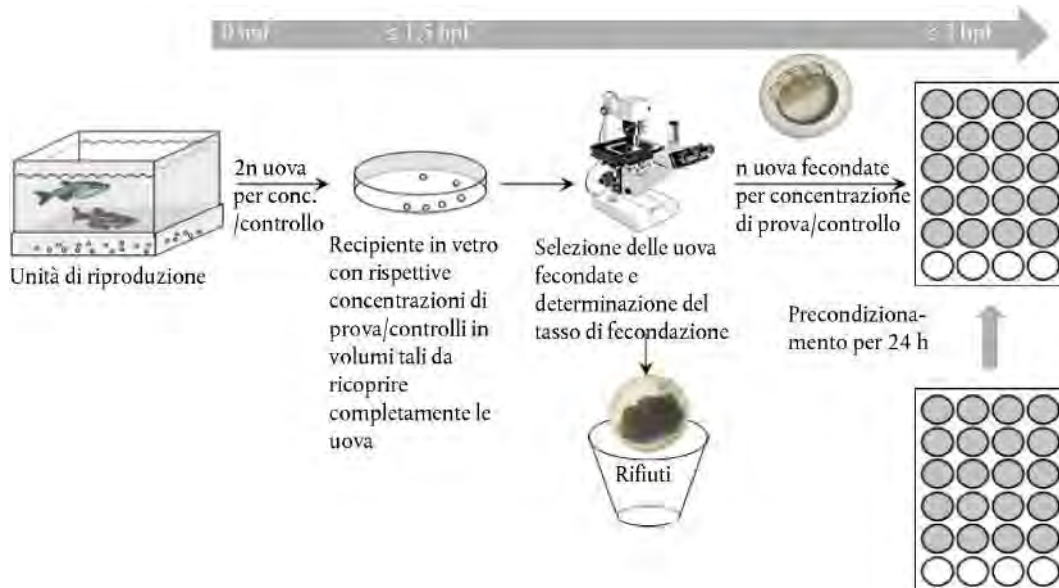
iC = controllo interno della piastra (acqua di diluizione);

pC = controllo positivo (3,4-DCA 4 mg/l);

sC = controllo del solvente

Figura 2

Schema della procedura sperimentale di tossicità acuta sugli embrioni di Danio zebtrato (da sinistra a destra): produzione delle uova, raccolta delle uova, pre-esposizione subito dopo la fecondazione in recipienti di vetro, selezione delle uova fecondate con un microscopio rovesciato o un binocolare e distribuzione delle uova fecondate nelle piastre a 24 pozzetti preparate con le rispettive concentrazioni di prova/controlli, n = numero di uova necessarie per ogni concentrazione di prova/controllo (in questo caso 20), hpf = ore trascorse dalla fecondazione



ATLANTE DEGLI ENDPOINT LETALI PER LA PROVA DI TOSSICITÀ ACUTA SUGLI EMBRIONI DI DANIO ZEBRATO

I seguenti endpoint apicali indicano tossicità acuta e, di conseguenza, il decesso degli embrioni: *coagulazione dell'embrione*, *mancato distacco dell'abbozzo caudale*, *mancata formazione dei somiti* e *assenza di battito cardiaco*. Per illustrarli sono state selezionate le seguenti micrografie.

Figura 1

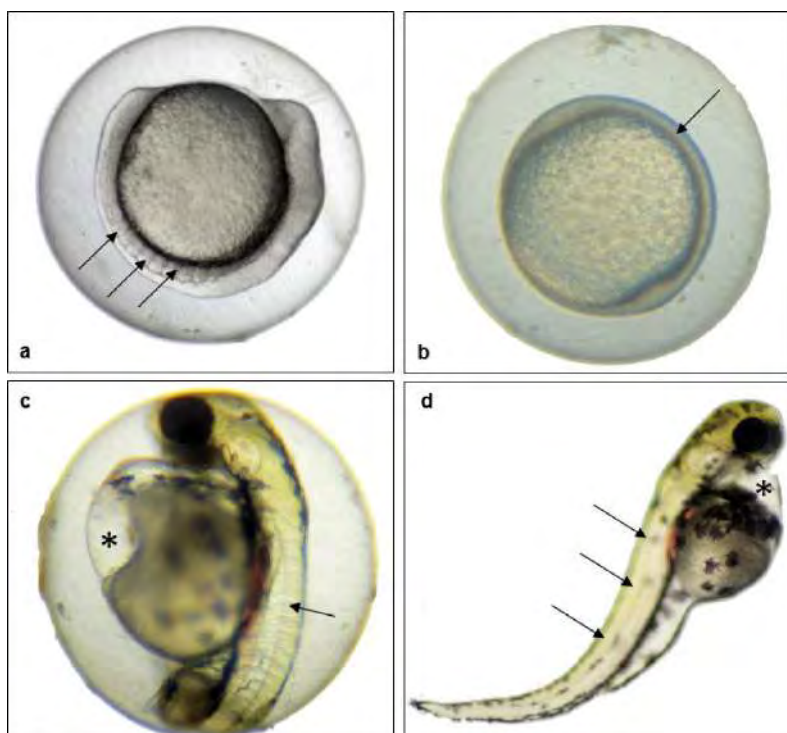
Coagulazione dell'embrione:



con illuminazione a campo chiaro si distingue una serie di inclusioni opache negli embrioni coagulati di danio zebrato.

Figura 2

Mancata formazione dei somiti:



malgrado il ritardo di sviluppo di circa 10 ore, l'embrione di danio zebrato di 24 ore in (a) presenta somiti ben sviluppati (→), mentre l'embrione in (b) non presenta alcun segno di formazione di somiti (→). Si osserva la netta formazione di somiti (→) nell'embrione di danio zebrato di 48 ore in (c), nonostante un edema pronunciato del sacco vitellino (*), mentre l'embrione di danio zebrato di 96 ore in (d) non presenta alcun segno di formazione di somiti (→). Si noti anche in (d) la deviazione della colonna vertebrale (scoliosi) e l'edema pericardico (*).

Figura 3

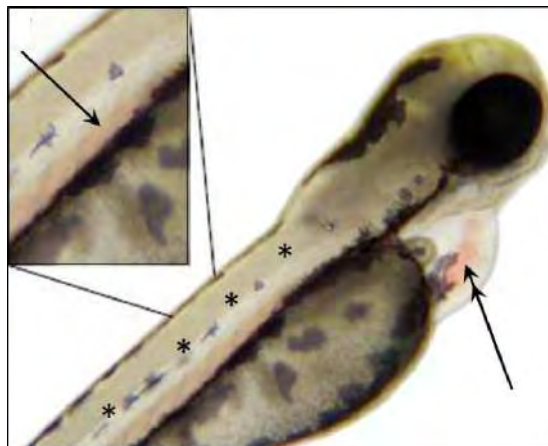
Vista laterale del mancato distacco dell'abbozzo caudale



(a: →; embrione di danio zebrato di 96 ore). Si osservi anche l'assenza di abbozzo oculare (*).

Figura 4

Assenza di battito cardiaco



L'assenza di battito cardiaco è, per ovvie ragioni, difficile da illustrare in una micrografia. La non convulsione del cuore (doppia freccia) indica l'assenza di battito cardiaco. L'immobilità delle cellule ematiche, ad esempio nell'aorta addominale (→ nel riquadro) non è un indicatore dell'assenza di battito cardiaco. Si osservi anche la mancata formazione dei somiti in questo embrione (*, aspetto omogeneo anziché segmentale dei tessuti muscolari). Il tempo di osservazione per la registrazione dell'assenza di battito cardiaco deve essere di almeno un minuto con un ingrandimento minimo di 80×.