

COMMITTENTE:



APPALTATORE A.T.I.



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
ALPITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

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

PROGETTO COSTRUTTIVO

**CRITERI OPERATIVI PER L'UTILIZZO COME
SOTTOPRODOTTO DEI MATERIALI DA SCAVO
CONDIZIONATI PROVENIENTI DALLO SCAVO IN
MODALITÀ EPB DELLA GALLERIA CEFALÙ**

Codice Elaborato

COMMESSA LOTTO FASE ENTE OPERA DISCIPLINA TIPO PROGR. REV.

RS01 20 C ZZ RHIM 00 03 016 A

Scala:

-

File: RS0120CZZRHIM0003016A.pdf

Formato: pdf

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A	Luglio 2021	RELAZIONE TECNICA			

PROGETTAZIONE:

APPROVAZIONI:

Committente

TOTO COSTRUZIONI S.p.A.

Viale Abruzzo, 410 66100 CHIETI (CH)



CRITERI OPERATIVI PER L'UTILIZZO COME SOTTOPRODOTTO DEI MATERIALI DA SCAVO CONDIZIONATI PROVENIENTI DALLO SCAVO IN MODALITA' EPB DELLA GALLERIA CEFALU'

nell'ambito dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del "Raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo (i) – Castelbuono (i), della linea Palermo – Messina, di lunghezza di km 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S.Ambrogio e Malpertugio."

<p><i>per Redazione</i> Esperto Tecnico Ambientale <i>Ing. Luca Castiglioni</i></p>	<p><i>per Verifica</i> Il Direttore Tecnico <i>Dott. Filippo Giglio</i></p>	<p><i>per Approvazione del Committente</i> Il Direttore Tecnico di Cantiere <i>Ing. Giovanni Pinna</i></p>
---	---	--

I emissione – 20 aprile 2020

II emissione – 20 luglio 2021

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
3. DOSAGGIO ADDITIVI	5
4. INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE	7
4.1. Valutazione preliminare dei prodotti condizionati	8
4.2. Valutazione della degradazione dei tensioattivi e di riduzione dell'ecotossicità.	13
4.3. Le valutazioni operative per l'applicazione in cantiere dei risultati dello studio .	22

Documento di riferimento 1

Ricerca applicata per la valutazione dei possibili rischi ecotossicologici associati all'utilizzo di additivi condizionanti su terre e rocce da scavo prodotte dal cantiere TOTO a Cefalù" - ISTITUTO DI RICERCHE FARMACOLOGICHE MARIO NEGRI di Milano

Documento di riferimento 2

"Prove di laboratorio con i prodotti MAPEI per il condizionamento e il trattamento del terreno – GALLERIA FERROVIARIA CEFALU" - MAPEI prot.AT/UTT23/2016/AB/EB del 29 Febbraio 2016

Documento di riferimento 3

Rapporti di Prova dal 9803 al 9808 del 30 settembre 2016 - Laboratorio CONGEO

Documento di riferimento 4

Schede Tecniche e di sicurezza dei prodotti MAPEI Polyfoamer ECO100 e Mapedrill SV

Documento di riferimento 5

Risultanze dello studio per la classificazione di rischio per ambienti acquatici (WGK) effettuato dal Hygiene-Institut des Ruhrgebiets di Gelsenkirchen per i prodotti MAPEI Polyfoamer ECO100 e Mapedrill SV

1. PREMESSA

Con provvedimento prot. DVADEC-2015-206 in data 22 giugno 2015 trasmesso con nota prot. DVA – 2015 – 16721 in data 25 giugno 2015 (cod. ID_VIP:2776), l'Autorità Competente, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha approvato, con prescrizioni, il **Piano di Utilizzo dei materiali di scavo**, relativo ai lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del "Raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo (i) – Castelbuono (i), della linea Palermo – Messina, di lunghezza di km 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S.Ambrogio e Malpertugio." predisposto, nell'ambito del Progetto Esecutivo dell'opera, dal proponente, l'Associazione Temporanea di Imprese costituita da TOTO S.p.A. Costruzioni Generali (Capogruppo Mandataria) - ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A. (Mandante) - ESIM S.r.l. (Mandante) - ALPITEL S.p.A. (Mandante) - ARMAFER del Dr Michele Morelli S.r.l. (Mandante), Appaltatore dell'opera.

Scopo del presente documento è quello di fornire una sintesi degli esiti delle attività di studio e di indagine condotte in ottemperanza a quanto richiesto dal suddetto Provvedimento Direttoriale, in particolare le prescrizioni n.2 e n.3 di Ante-Operam (prima dell'inizio dei lavori o della specificativa attività di cantiere¹), riportate, per immediato riferimento, nel seguente box,

2. Con riferimento agli additivi che saranno impiegati è necessario che, prima di avviare le operazioni di scavo con la fresa, al fine di determinare il corretto mix-design e nello specifico il quantitativo di additivo da utilizzare ricorrendo a prodotti con certificazione di appartenenza alla classe WGK1 e che siano conformi alle indicazioni dettate dalla Dir. 1999/45/CE sulla formulazione ed identificazione delle sostanze utilizzate, vengano effettuate indagini ecotossicologiche utilizzando organismi vegetali ed animali autoctoni e campioni di terreno reali, per stabilire e/o confermare la compatibilità ambientale ed i tempi di attesa in deposito prima della messa a dimora definitiva;
3. proponente ha l'obbligo di effettuare gli approfondimenti sui materiali additivati in coerenza con la "*linea guida per lo studio di caratterizzazione preliminare tecnologica merceologica ambientale dei materiali da scavo prodotti mediante scavo meccanizzato*" indicate in allegato 1 al Piano di Utilizzo, preliminarmente alla fase di scavo, e di trasmetterne gli esiti dello studio al MATTM e all'ARPA per preventiva autorizzazione alla gestione delle terre additivate in esclusione dal regime rifiuti;

con la finalità di individuare strumenti operativi che consentano, sulla base di criteri di cautela, la corretta gestione dei materiali provenienti da attività di scavo meccanizzato in modalità EPB, quindi con impiego di additivi condizionanti atti a conferire ai materiali consistenza e caratteristiche idonee a quella modalità di scavo, in ottemperanza alla prescrizione n. 6 del parere VIA, relativa alla fase di corso d'opera, riportata nel seguente box.

¹ Terminologia di riferimento per la descrizione delle macrofasi – tabella 2 DM Ambiente 24/12/15

6. Prima della posa nel luogo di destinazione finale dei materiali da scavo della galleria Cefalù vengano effettuate le prove ecotossicologiche su campioni di tali materiali, ciò al fine di avere la ragionevole garanzia che gli scarti di produzione delle terre e rocce da scavo possano essere riutilizzati senza arrecare danno all'ambiente e quindi potere essere considerati sottoprodotti e non rifiuti;

A tal fine:

- nel capitolo 2 del presente documento sono riassunti i riferimenti normativi applicabili alla fattispecie in esame.
- nel capitolo 3 del presente documento sono descritti gli approfondimenti tecnologici sugli additivi e sul loro dosaggio, avviati dal proponente il PdU, come descritto, ancor prima dell'emanazione del parere della Commissione Tecnica VIA, a partire dal mese di ottobre 2014.
- nel capitolo 4 del presente documento sono riportate le risultanze relative alla "**Ricerca applicata per la valutazione dei possibili rischi ecotossicologici associati all'utilizzo di additivi condizionanti su terre e rocce da scavo prodotte dal cantiere TOTO a Cefalù**", condotte dall'**ISTITUTO DI RICERCHE FARMACOLOGICHE MARIO NEGRI di Milano**, riportate nella relazione finale del giugno 2017 (**documento di riferimento 1**).

In particolare, i risultati dello studio ecotossicologico sono stati utilizzati per definire le concentrazioni soglia di compatibilità ecotossicologica (CSE) degli smarini condizionati e le relative metodiche per la loro verifica in corso d'opera, in aggiunta alle verifiche in corso d'opera dell'assenza di inquinanti rispetto alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di tab. 1 dell'allegato 5 al titolo V parte quarta d.lgs 152/06 (vedere prescrizione n 18) e le fasi di controllo e verifica in corso d'opera, in ottemperanza alla citata prescrizione n. 6, al fine di disporre di strumenti scientificamente supportati e affidabili e operativamente efficaci, che consentano una corretta gestione dei materiali condizionati sulla base di criteri di cautela ambientale.

2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

La normativa nazionale vigente che regola la materia della gestione dei materiali da scavo, applicabile al caso di specie è la seguente:

- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministro delle Infrastrutture 10 agosto 2012, n. 161 - Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale.

I documenti di progetto a cui si è fatto riferimento per la stesura della presente sono:

- Piano di utilizzo redatto ai sensi art. 5 del D.M. 161/12. Denominato di seguito PdU
- Piano di caratterizzazione *ante operam* e in corso d'opera dei materiali da scavo allegato al Piano di Utilizzo. Denominato di seguito PdC.

Il Decreto del Presidente della Repubblica n. 120 del 13 giugno 2017 ha infatti chiarito (art. 27 co.1) che anche ***“i piani e i progetti di utilizzo già approvati prima dell'entrata in vigore del presente regolamento restano disciplinati dalla relativa normativa previgente, che si applica anche a tutte le modifiche e agli aggiornamenti dei suddetti piani e progetti intervenuti successivamente all'entrata in vigore del presente regolamento”***.

3. DOSAGGIO ADDITIVI

Per la definizione dei dosaggi degli additivi, sono state effettuate prove di condizionamento presso il laboratorio del Politecnico di Torino, munito di un generatore di schiuma simile a quelli che equipaggiano le TBM. Gli esiti di tale attività sono contenuti nel documento MAPEI prot.AT/UTT23/2016/AB/EB del 29 Febbraio 2016 “**Prove di laboratorio con i prodotti MAPEI per il condizionamento e il trattamento del terreno – GALLERIA FERROVIARIA CEFALU**” (documento di riferimento 2).

I parametri significativi per la determinazione del dosaggio ottimale (su scala di laboratorio) dell'agente condizionante sono i seguenti:

- **c** = concentrazione, espressa in percentuale, del prodotto condizionante nel liquido generatore di schiuma (costituito da acqua e prodotto condizionante):
- **FER** = rapporto tra volume di schiuma e volume di liquido generatore impiegato per produrlo;
- **FIR** = rapporto, espresso in percentuale, tra volume di schiuma immesso nel terreno e corrispondente volume di terreno condizionato.

Posto g_t espresso in kg/m^3 il peso di volume del terreno oggetto di studio e g_c espresso in g/cm^3 il peso di volume (pari a $1,04 g/cm^3$) del prodotto condizionante, la concentrazione di prodotto condizionante nel terreno, espressa in mg/kg , è data da:

$$(FIR/100) / FER \times (c/100) \times g_c / g_t \times 10^9$$

I terreni attraversati dallo scavo meccanizzato appartengono a due distinte unità: Terrazzi Marini e Flysch Numidico.

Dallo studio di condizionamento eseguito su entrambi i terreni, emerge che i parametri ottimali sono i seguenti:

Terrazzi Marini ($g_t = 1.600 kg/mc$)

c = 1,7%

FER = 8

FIR = 25%

Flysch numidico ($g_t = 1.700 kg/mc$)

c = 2,0%

FER = 14

FIR = 35%

In base a tali elementi, si desumono le seguenti concentrazioni di prodotto condizionante nei terreni condizionati:

Terrazzi Marini: 345 mg/kg

Flysch Numidico: 306 mg/kg

A favore di sicurezza, lo studio ecotossicologico è stato eseguito assumendo che l'intero quantitativo di agente condizionante sia contenuto dalla frazione passante al setaccio 2 mm per la quale le analisi granulometriche eseguite presso il laboratorio **CONGEO (Rapporti di Prova dal 9803 al 9808 del 30 settembre 2016 – documento di riferimento 3)**, indicano i seguenti valori:

Terrazzi Marini: 90,56%

Flysch Numidico: 51,16%

Pertanto, le concentrazioni di agente condizionante assunte nello studio ecotossicologico sono le seguenti:

Terrazzi Marini: $345 / 90,56\% = 380$ mg/kg

Flysch Numidico: $306 / 51,16\% = 590$ mg/kg

4. INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE

In ottemperanza alla prescrizione n. 2 di cui al Provvedimento Direttoriale DVADEC-2015-206 in data 22 giugno 2015 di approvazione del Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo ai sensi del DM161/12, l'Impresa ha commissionato all'Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri (IMN) lo studio ecotossicologico prescritto sui materiali condizionati.

Lo studio è stato effettuato su campioni di terreno rappresentativi delle litologie (Terrazzi Marini e Flysch Numidico) delle quali è previsto lo scavo meccanizzato in modalità EPB, impiegando come agente condizionante il prodotto MAPEI Polyfoamer ECO 100, munito, in ottemperanza alla citata prescrizione, di certificazione WGK1 emessa dal Hygiene-Institut des Ruhrgebiets di Gelsenkirchen e i cui dosaggi sono stati definiti attraverso apposito studio tecnologico.

- Lo studio ecotossicologico è stato svolto utilizzando una diversificata gamma di organismi e consente, quindi, di trarre valutazioni sui potenziali effetti ecotossicologici su organismi terrestri (piante, microorganismi del suolo e vermi) ed acquatici (alghe e crostacei).

Pertanto, gli esiti dello studio consentono di individuare eventuali attenzioni e, se del caso, limitazioni dei contesti nei quali possano essere previsti gli utilizzi dei materiali da scavo.

Lo studio completo dell'IMN, "*Ricerca applicata per la valutazione dei possibili rischi ecotossicologici associati all'utilizzo di additivi condizionanti su terre e rocce da scavo prodotte dal cantiere TOTO a Cefalù*", nella versione finale di giugno 2017, è riportato in allegato 1 al presente documento.

Esso è articolato su tre fasi:

- Valutazione preliminare dei prodotti condizionanti
- Valutazione della degradazione dei tensioattivi nei cumuli artificiali ricostituiti
- Valutazione della variazione temporale della tossicità dei cumuli artificiali ricostituiti

Per la consultazione della relazione finale dello studio, si rimanda all'allegato 1.

4.1. Valutazione preliminare dei prodotti condizionati

I risultati delle prove ecotossicologiche dirette sui dosaggi soglia di prodotto (“**studi dose-risposta**”) nell’ambito della prima fase dello studio, sono riportati nella tabella finale della prima parte dello studio (pg.42) con riferimento ai prodotti specifici:

- additivo condizionante (*definito anche “tensioattivo”*)
- additivo polimerico per la riduzione dell’acqua libera
- grassi lubrificanti e sigillanti necessari al corretto funzionamento delle parti mobili della fresa e “fisiologicamente” rilasciati dalla stessa in fase di scavo, e quindi additivo “indiretto”.

In sintesi, in questa fase dello studio si è proceduto alla valutazione degli effetti di concentrazioni crescenti del singolo prodotto sugli organismi di riferimento.

È importante rimarcare che per l’agente condizionante principale, ovvero il cosiddetto “**schiumogeno**” (ECO100), il contenuto di tensioattivi totali è di **10,58±0,35%** (tab. 1 pg. 20).

Quindi per confronti con la concentrazione dei tensioattivi totali usualmente utilizzati come parametro indicatore per la caratterizzazione in corso d’opera, andrà considerato il valore corrispondente (**ca. 1/10**). Ad esempio, per una concentrazione di potenziale effetto di **1000 mg/kg** di agente condizionante il valore soglia teorico corrispondente, misurato in campo tramite determinazione dei tensioattivi totali, è di ca. **105 mg/kg** ($= 0,1058 \pm 0,0035 \times 1.000 \text{ mg/kg} = 105,8 \pm 3,5 \text{ mg/kg} \approx 100 \text{ mg/kg}$).

Le sperimentazioni col metodo “**concentrazioni/ risposta**” sono state effettuate considerando gli effetti diretti del prodotto condizionante sugli organismi test, con un contatto immediato e totale in condizioni di laboratorio.

I modelli indagati in questa parte dello studio sono costituiti da:

1. **Crescione (*L. sativum*)**
2. **Crostaceo (*Daphnia magna*).**
3. **Alga (*R. subcapitata*).**

La prima parte dello studio si conclude con un raffronto puramente numerico – se si vuole, di carattere convenzionale - tra le concentrazioni teoriche di ciascunadditivo (condizionante, polimero e grassi) previste per le due tipologie di suolo e, nell’ipotesi di un rilascio integrale degli additivi nell’elutriato ottenuto con un rapporto di 1 a 4, le concentrazioni IC50 e NOAEC ottenute nello studio “**dose-risposta**”. Tale raffronto è effettuato considerando i valori al T=0 (pag. 43 “*considerando la totale cessione del tensioattivo [prodotto condizionante] alla matrice acquosa*” e pag. 44 “*considerando la totale cessione del polimero alla matrice acquosa*”), quindi senza considerare le matrici di interazione, costituite dai terreni di scavo, e neppure gli effetti dei processi di biodegradazione.

Si ritiene, infine, utile precisare che in altri studi ecotossicologici di gestione di terre e rocce da scavo sono stati utilizzati riferimenti al test di cessione con eluato 1:10, e, quindi, eventuali confronti dei risultati dello studio allegato, che utilizza un riferimento al test con elutriato 1:4, con altri studi che utilizzano

riferimenti a eluato 1:10 possono essere effettuati solo riportando le concentrazioni teoriche a tale riferimento.

Ad esempio, il NOAEC per le alghe di 40 mg/l, corrisponde ad un valore teorico corrispondente nei terreni di 160 mg/kg con elutriato 1:4 mentre corrisponde ad un valore teorico di 400 mg/kg (sempre inteso come quantitativo di prodotto condizionante) nei terreni ipotizzando una diluizione 1 a 10.

Analogamente, il valore atteso di concentrazioni di prodotto al tempo T0, ad esempio per il caso del Flysch, sarebbe di 59 mg/l (test di cessione con eluato 1:10), e quindi inferiore al valore soglia sperimentale di NOAEC per la Daphnia, derivante dallo studio in laboratorio.

Quindi, le valutazioni dello studio condotte sull'elutriato 1:4 risultano, naturalmente, più restrittive.

I risultati della prima parte dello studio costituiscono, dunque, dei riferimenti non specifici, in quanto non prendono in considerazione le specifiche matrici ambientali dell'opera, ma costituiscono, tuttavia, un riferimento importante per le **valutazioni di rischio** degli agenti condizionanti espressamente richieste dalla Commissione VIA. Al riguardo si riporta la prescrizione n. 7 (in corso d'opera) contenuta nel provvedimento ministeriale di approvazione del PdU prot. DVADEC-2015-206 del 22 giugno 2015:

7. Venga costantemente effettuata una preventiva valutazione del rischio specifico ambientale per quanto riguarda la possibile contaminazione delle acque sotterranee, secondo quanto previsto dalla *Tabella 2, Allegato V parte IV del D.Lgs 152/06 "concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee"*, al fine di garantire che le sostanze chimiche utilizzate per lo scavo con la TBM non determinino, sia durante gli scavi e depositi temporanei che successivamente all'abbancamento dei materiali scavati, pregiudizio all'ambiente ed alla salute umana e che il fango di risulta possa essere classificato come sottoprodotto e quindi non sia assoggettato alla normativa sui rifiuti;

Detta prescrizione richiede che venga effettuata una preventiva **valutazione del rischio specifico ambientale** per quanto riguarda la possibile contaminazione delle acque sotterranee, secondo quanto previsto dalla tabella 2 all.to V della parte quarta titolo V del dlgs 152/06, in cui sono indicate le Concentrazioni Soglia di Contaminazione nelle acque sotterranee, al fine di garantire che i prodotti utilizzati per lo scavo con la TBM non determinino pregiudizio all'ambiente e alla salute umana, sia durante gli scavi e depositi intermedi (non temporanei in quanto sottoprodotti di scavo e non rifiuti), che successivamente alla collocazione finale/ posa in opera ("*all'abbancamento*") dei materiali scavati. È, infatti, noto che gli additivi di scavo, come da scheda tecniche dei prodotti da utilizzare (**documenti di riferimento 4**), non contengono sostanze indicate o affini a quelle delle CSC della tab.2. I valori individuati dalla prima parte dello studio consentono di effettuare le specifiche valutazioni richieste dalla prescrizione, per poter considerare i potenziali effetti ambientali della gestione degli smarini di scavo

("fanghi di risulta"), la cui ammissibilità costituisce requisito ambientale della gestione come sottoprodotti ai sensi dell'art. 184-bis del dlgs 152/06, e non come rifiuti ex lett. a) art. 183 dello stesso dlgs 152/06.

Tali riferimenti, inoltre, possono essere di interesse durante lo scavo come elementi di indirizzo per la prima gestione degli smarini condizionati (*terre e rocce di scavo in galleria con impiego di additivi*), sia in merito alle concentrazioni soglia teoriche per la fitotossicità degli agenti condizionanti, con IC50 corrispondente a ca. 562 mg/kg di tensioattivo, e NOAEC a ca. 25 mg/kg (per i polimeri oltre i dosaggi di progetto: > 2000 mg/kg di prodotto) sia in riferimento agli effetti per l'ambiente acquatico, valutati

- ✓ mediante organismi standard (*Daphnia magna*) utilizzati anche dalla disciplina sulle acque di scarico per valutare i potenziali rilasci e/o contenuti residui di sostanze contaminanti,
- ✓ mediante organismi di norma utilizzati per il monitoraggio delle acque interne (*alga*) per valutare la compatibilità con il contatto diretto con ambienti idrici.

In merito all'interpretazione di livello "**operativo**" da assegnare alle concentrazioni di effetto "**inibente**" (IC₅₀) o di "**Nessun Effetto Potenziale**" (NOAEC), in prima istanza, si ritiene di poter individuare il valore di IC₅₀ o concentrazione inibente (concentrazione di un inibitore necessaria per inibire il 50% del bersaglio in esame) come indicatore di un potenziale effetto "**significativo**", mentre di contro **è possibile** utilizzare il "**No Observed Adverse Effect Concentration**" (NOAEC - traducibile in italiano come "concentrazione senza effetto avverso osservabile") come indicatore di "**assenza di effetto**" ecotossicologico.

In tale ottica, sulla base dei presupposti sopra evidenziati e da ritenersi estremamente cautelativi, la prima parte dello studio consente di orientare alcune valutazioni operative sui materiali da scavo condizionati, che di seguito si riassumono:

- 1) I risultati dello studio "**dose-risposta**" sono stati confrontati con le massime concentrazioni attese di agenti condizionanti e polimeri nei due litotipi principali dello scavo, Flysch Numidico e Terrazzi Marini. In prima analisi tali risultati individuano potenziali criticità connesse alla eventuale movimentazione, al tempo T0, dei materiali dal cantiere a destinazione, per qualsiasi tipo di progetto e categoria di sito, in quanto le concentrazioni attese, nelle ipotesi estremamente cautelative sopra richiamate poste a base delle valutazioni, risultano superiori a quelle tollerate da organismi indicatori di rilasci (*Daphnia*) e matrici (*alga*) in ambiente idrico. Tale condizione "ostativa" è rilevabile già con riferimento alle dosi di "**effetto inibente**" (IC50) per i microrganismi acquatici mentre, nel contempo, i **test di fitotossicità** escludono effetti inibenti sulla vegetazione (IC50) e si può assumere anche l'assenza di effetti potenziali (NOAEC fito) laddove si considerino non significativi effetti che si discostino per una entità non superiore al 20% rispetto al campione di riferimento non trattato. Le considerazioni sopra esposte portano a concludere per l'esigenza di prevedere una **zona di maturazione degli smarini** per la loro prima gestione in cantiere, dimensionata sulla base dei risultati della seconda parte dello studio, in cui sono definiti i **tempi di maturazione**.

2) I test di laboratorio sui potenziali impatti “**ecosistemici**” (**IC50/NOAEC Daphnia e alga**) confermano la necessaria regimentazione (raccolta) e gestione (trattamento) delle acque:

- ✓ di rilascio/scolatura (cosiddette “acque di galleria”),
- ✓ meteoriche di dilavamento (cosiddette “acque di vasca”).

Quindi è consequenziale la necessità di dover prevedere la gestione degli “**smarini**” condizionati in vasche confinate (e quindi **non la loro collocazione direttamente sul suolo**), che contemplino sia la raccolta delle acque di rilascio e di galleria, che di quelle prodotte dal dilavamento meteorico.

Dette acque di processo, in quanto acque reflue assimilabili ad industriali, dovranno essere trattate in impianto appositamente dimensionato ed autorizzato, prima del loro scarico in idoneo corpo idrico recettore.

In merito al trattamento delle acque, con riferimento alle considerazioni di cui al punto 2, si sottolinea che la regimentazione e trattamento delle acque di rilascio dagli smarini e di dilavamento risulta necessaria per il potenziale effetto tossico per i “**crostacei**” e le “**alghe**”, ove si faccia riferimento alle concentrazioni attese nell'ipotesi cautelativa riferita al rilascio totale in un rapporto solido/liquido pari a 1:4 di prodotto condizionante dagli smarini di scavo, sia dai suoli “**Flysch**” (**147.5 mg/l**) che dai “**Terrazzi**” (**95 mg/l**).

Al riguardo, si evidenzia come, per valutare i potenziali effetti ecotossicologici connessi all'impiego di materiali inerti per uso costruttivo, normalmente viene utilizzato un test di cessione 1:10 (*acque di rifiuto – test di cessione nell'eluato*), come quello previsto dall'allegato 3 del DM 05/02/98 e ss.mm.ii.. Quindi, **per i soli** potenziali effetti **eco-tossicologici** dell'impiego come materiale inerte dei sottoprodotti di scavo, in rilevati o altre opere di ingegneria, laddove si assuma, come dato di riferimento, il valore teorico di concentrazione di prodotto condizionante corrispondente a un rilascio totale in un rapporto volumetrico solido/liquido pari a 1:10, risulterebbe non strettamente necessario alcun trattamento delle acque di dilavamento (“run-off”), in quanto gli smarini risulterebbero già “**eco-compatibili**”.

Il rilascio atteso con test di cessione sull'eluato 1:10 anziché sull'elutriato 1:4 risulterebbe, infatti, ambientalmente compatibile anche con riferimento al caso più gravoso dei **Flysch (concentrazione attesa nell'eluato di 59 mg/l di prodotto condizionante)** essendo la “**soglia di non effetto**” con **Daphnia** pari a **60 mg/l**, e quindi del tutto confrontabile e “sotto soglia” ecotossicologica.

Naturalmente, tuttavia, occorre tener presente che le acque, tanto quelle di rilascio/scolatura quanto quelle di dilavamento dovranno essere recapitate in corpi ricettori e che per esse, la norma prevede specifici limiti di concentrazione. Nel caso specifico dei tensioattivi, nell'ipotesi di recapito a un corpo idrico superficiale, in particolare, il limite di concentrazione fissato dalla norma (tab. 3 all.to 3 parte terza dlgs 152/06) è pari a 2 mg/l. Mantenendo, in via teorica “preventiva” (all'atto pratico, le portate e le caratteristiche delle acque dovranno essere elementi di valutazione per il dimensionamento degli impianti di trattamento e le concentrazioni allo scarico dovranno essere oggetto di specifico monitoraggio come, peraltro, indicato nella prescrizione n. 8 del provvedimento ministeriale di approvazione del Piano di

Utilizzo) le concentrazioni teoriche corrispondenti a un rilascio totale in corrispondenza di un rapporto solido/liquido di 1:10, la concentrazione di tensioattivi nell'acqua sarebbe pari a circa il 10% della concentrazione di prodotto condizionante e, pertanto, pari a circa 5,9 mg/litro, quindi superiore al limite tabellare di norma il che porta a confermare la necessità di prevedere un idoneo sistema di trattamento delle acque.

Per quanto riguarda i polimeri, già al tempo T0 la concentrazione residua, sempre nell'ipotesi di totale cessione alla matrice acquosa, risulta inferiore alle dosi di effetto (IC50), mentre i valori tossicologici relativi al saggio di fitotossicità mostrano un contenuto "*paragonabile o inferiore alle concentrazioni di non effetto*" (pag. 45).

I polimeri, infatti, non presentano alcun **potenziale effetto fitotossico** o per **l'ambiente idrico (se si considerano i valori di IC50 per alghe e daphnia)**, e quindi non sono richieste ulteriori cautele specifiche aggiuntive a quelle già previste per i prodotti condizionanti.

Lo studio non riporta considerazioni per i grassi, ma si evidenzia che le massime concentrazioni attese, rispettivamente di **0,06 g/kg [HBW]** e **0,03 g/kg [EP2]** (tab. 9 pg.47), corrispondenti a concentrazioni equivalenti a **15 mg/l [HBW]** e **7,5 mg/l [EP2]** nell'elutriato 1:4, **risultano inferiori alle NOAEC** algali di **75 mg/l** (250 mg/l laddove si faccia riferimento alla concentrazione cui corrisponde un effetto che si scosti per una entità non superiore al 20% rispetto al campione non trattato) e di **10 mg/l**, rispettivamente.

Le considerazioni finora esposte, come esplicitato in premessa, prescindono totalmente – e, da qui, il loro carattere di "convenzionalità" – dai seguenti aspetti:

- biodegradazione dei prodotti di condizionamento. Le caratteristiche di biodegradabilità del prodotto condizionante sono attestate dalle risultanze dello studio per la classificazione di rischio per ambienti acquatici (WGK) effettuato dal Hygiene-Institut des Ruhrgebiets di Gelsenkirchen (**documenti di riferimento 5**);
- influenza della circostanza che, all'atto operativo, i prodotti impiegati interagiscano con la matrice costituita dai suoli scavati (vedasi conclusioni dello studio IMN - pg. 70 "*la tossicità dei detriti di roccia di scavo risulta comunque ridotta probabilmente per la diminuita biodisponibilità delle sostanze chimiche studiate, quando presenti nella matrice*");
- le caratteristiche ambientali "intrinseche" dei materiali da scavo non condizionati, che possono avere effetti negativi, quando già per le proprie caratteristiche chimico-fisiche risultano "**inospitali**" allo sviluppo degli organismi-test (sempre a pg. 70 dello studio IMN "*E' importante tenere presente che i detriti di roccia risultano "di per sé" almeno in parte tossici, per alcuni organismi modello (..) perché, per definizione, la roccia madre non è un "suolo" idoneo alla crescita e alla riproduzione di organismi animali, vegetali e microbici*"), per il cosiddetto "**effetto matrice**".

Tali aspetti sono oggetto della seconda parte dello studio condotto dall'Istituto Mario Negri, "**studi sui cumuli modello**", con una fase (2) di "**valutazione della degradazione dei tensioattivi [prodotti condizionanti] nei cumuli artificiali ricostituiti**", e con la fase (3) di "**valutazione della variazione temporale della tossicità dei cumuli artificiali ricostituiti**", con un quadro finale riassuntivo delle sperimentazioni sui cumuli condizionati, in cui sono indicati "**i tempi di maturazione necessari per ottenere, negli organismi esposti ai cumuli condizionati, risposte paragonabili a quelle ottenute nei litotipi non condizionati**" (pg. 69).

4.2. Valutazione della degradazione dei tensioattivi e di riduzione dell'ecotossicità

La fase 2 di valutazione della degradazione ha considerato tutte le possibili combinazioni, di seguito riportate, ed è stato anche simulato l'impiego di calce, come ulteriore agente disidratante post-scavo.

- **Cumulo 1: solo litotipo ed acqua;**
- **Cumulo 2: litotipo, acqua e prodotto condizionante (definito in via speditiva "tensioattivo");**
- **Cumulo 3: litotipo, acqua e grassi;**
- **Cumulo 4: litotipo, acqua, prodotto condizionante e grassi;**
- **Cumulo 5: litotipo, acqua, prodotto condizionante, grassi e calce (condizionamento post-scavo);**
- **Cumulo 6: litotipo, acqua, prodotto condizionante, grassi e polimero (condizionamento in scavo).**

Le dosi di prodotto condizionante per i due litotipi prevalenti dello scavo sono state le stesse utilizzate per i confronti con i "**valori teorici**" della prima parte dello studio, pari a **0,59 g/kg** di prodotto condizionante (*agente schiumogeno*) per i **Flysch Numidici** e pari a **0,38 g/kg** per i **Terrazzi Marini**. Sono state osservate degradazioni significative nei primi 7 giorni (**fino a T₇**), più marcate per il litotipo *Flysch Numidico* (ca. 65-70% rispetto a valore al T₀) che per i *Terrazzi Marini* (ca. 90% rispetto a valore al T₀).

Nei successivi 7 giorni (**fino a T₁₄**) la degradazione è risultata **meno marcata**, sebbene non trascurabile, per il *Flysch Numidico*, attestandosi la concentrazione rilevata a ca. il 50% rispetto a valore al T₀), mentre per i *Terrazzi Marini* mantiene un andamento mediamente paragonabile a quello dei primi 7 gg, attestandosi la concentrazione a 14 gg a ca. l'80% rispetto a valore al T₀.

Come riportato nelle considerazioni di pg. 49, la massima riduzione osservata del contenuto di prodotto condizionante risulta dell'ordine del **40-50%** nei *Flysch* e del **10-20%** nei *Terrazzi*.

In siffatto contesto sperimentale i cumuli artificiali ricostituiti sono stati quindi utilizzati come "*matrice campione*" dei "**saggi ecotossicologici**" della fase 3, col fine di valutare la variazione della tossicità per i modelli, con la maturazione dei cumuli nel tempo.

Gli esiti di tale fase di studio consentono la valutazione dei tempi previsti di efficace maturazione dei cumuli. Tale dato, correlato alla produttività prevista per lo scavo, consente il dimensionamento del volume utile delle vasche degli smarini.

I modelli (**endpoint**) utilizzati dall'IMN nella seconda parte dello studio (**studi su cumulo modello**), come descritto al cap. 2 dello studio allegato, risultano quelli derivanti dalle “**Migliori Tecniche Disponibili**” per il monitoraggio **idrobiologico** ed **eco-tossicologico** dei substrati ambientali.

Detti modelli consentono di indagare un'ampia casistica di possibili effetti, ciascuno con proprie caratteristiche di significatività per quanto attiene agli aspetti applicativi negli effettivi contesti operativi. Nel merito di detti possibili effetti, di seguito viene indicata una sintesi di carattere operativo, anche sulla base delle esperienze maturate nella gestione degli smarini di precedenti lavori, tenendo conto

- ✓ delle considerazioni applicative già illustrate per lo studio “**dose-risposta**”,
- ✓ delle ulteriori considerazioni sugli altri modelli introdotti in questa fase di sperimentazione diretta sui cumuli condizionati (**sempre in scala di laboratorio**), quali ameba e verme del suolo.

I modelli di valutazione applicati nello studio elaborato dall'IMN sono i seguenti

1. **Crescione (*L. sativum*)**

- Indicativo per la valutazione della fitotossicità del materiale condizionato con test di germinazione.

2. **Crostaceo (*Daphnia magna*)**

- Indicativo per la valutazione dell'effetto di rilascio in **ambiente acquatico**, con **test di sopravvivenza a 48 h**

3. **Alga (*R. subcapitata*).**

- Indicativo per la valutazione dell'effetto della compatibilità con microrganismi in acque dolci interne, con **test di inibizione della crescita in 72 ore**.

4. **Ameba (*D. discoideum*).**

- Indicativo per la valutazione dell'effetto di compatibilità nell'ambiente terrestre con microrganismi nei suoli (**pore water/ acque interstiziali**), con **test di sopravvivenza e di riproduzione (test ancora non normati)**.

5. **Verme del suolo (*E. andrei*).**

- Indicativo per la valutazione dell'effetto della qualità della matrice suolo.

Dagli esiti della sperimentazione, riepilogate nel quadro riassuntivo di pag. 69, si possono desumere i “**tempi di maturazione necessari**” per ottenere, negli organismi esposti (**sempre in scala di laboratorio**) ai cumuli condizionati (**condizioni standard**), risposte paragonabili a quelle ottenute nei litotipi **non condizionati**.

Tali tempi rappresentano un'importante indicazione a livello progettuale per la realizzazione delle “**vasche di maturazione**” degli smarini prodotti, ferma restando, comunque, l'opportunità di condurre

specifici **test in scala reale** di cantiere, per eventuali verifiche e/o dimensionamenti progressivi delle citate vasche, il tutto nel rispetto di scelte tecniche che possono anche essere definite in una fase successiva a quella di elaborazione del presente documento.

In ogni caso i risultati sperimentali prima citati forniscono indicazioni,

- in merito alla sussistenza di eventuali **vincoli di utilizzo**,
- **per l'individuazione di eventuali contesti di esclusione** (per impraticabilità economica) di alcune tipologie di utilizzi.

Il tutto derivante da quanto identificato dai modelli, secondo un approccio operativo ispirato sempre ad un principio di **necessaria cautela** (tutela della salute e dell'ambiente) e di **adeguata proporzionalità** (riduzione impiego di suolo e di risorse economiche pubbliche).

Si deve rilevare, in via preliminare, che, per quanto attiene ai risultati del **test di fitotossicità con crescita** (pag. 51), le considerazioni riportate nei commenti dello studio sui risultati, osservano che *“per il litotipo Flysch non si verificano sostanziali effetti tossici nei semi esposti ai diversi cumuli (..). Nel litotipo Terrazzi l'andamento dell'indice di germinazione non ha evidenziato segnali di tossicità, neanche a seguito dell'esposizione ai cumuli appena condizionati”*.

Tali considerazioni risultano del tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nei grafici riportati e con il commento sul **positivo** *“effetto matrice, che si traduce in una crescita aumentata rispetto al controllo non trattato”*, **ed anche coerenti con i risultati della prima parte dello studio**, mentre non corrispondono al riferimento al **T28** riportato nella tabella di sintesi finale (pag. 69) per il modello **“Crescione”**, che non è stato quindi preso in considerazione nelle valutazioni che seguono, in quanto tale valutazione appare non supportata dagli esiti delle sperimentazioni sul modello di cui si tratta. Tale conclusione è confermata anche da quanto riportato nelle conclusioni dello studio IMN (pag. 70: *“I dati dimostrano inoltre che le concentrazioni delle sostanze studiate nei suoli analizzati non risultano fitotossiche.”*

Analoghe considerazioni emergono dal raffronto tra gli esiti dello studio effettuato sull'organismo ameba *D. discoideum* e le tempistiche di riferimento riportate nella tabella di sintesi finale (**pag. 69**) che risultano maggiormente conservative (**tempi più lunghi**) se comparate con gli effettivi andamenti degli esiti delle prove sui cumuli riportati nei grafici riportati, che tengono in considerazione i margini di accettabilità (fasce rappresentative degli scostamenti non superiori al $\pm 20\%$ rispetto al campione non trattato).

Sulla base dei risultati dello studio degli effetti dei cumuli condizionati sui vari tipi di organismo, si possono trarre le seguenti considerazioni di carattere operativo:

- 1) I tempi attesi significativi di maturazione (**T14**) ricavati dal **test con verme del suolo** ma, soprattutto, la circostanza che lo stesso materiale di scavo, anche laddove non sia condizionato, risulta tal quale intrinsecamente inadatto alla sopravvivenza del verme – cosiddetto *“effetto matrice”* - portano ad escludere l'impiego degli smarini come strato superficiale di suolo per la ricostituzione dello **strato edafico superficiale** dei suoli (*il cosiddetto “terreno vegetale”*) a meno

di non prevederne la modifica delle caratteristiche, ad es., mediante miscelazione con altro materiale (ad es.: compost) presentando un “**effetto matrice**” **negativo** e, quindi, **risultando non idoneo** per il miglioramento della qualità dei suoli superficiali.

Quindi non appare possibile utilizzare detti smarini per la formazione del cosiddetto “**top soil**”, mentre ne è, invece, possibile l'impiego per reinterri, rilevati o riempimenti, al di fuori del primo orizzonte pedologico dei suoli.

- 2) Infatti, in quanto **senza alcun effetto potenziale sulla vegetazione** già prima del **T7** (*test con crescita* – v. considerazioni sopra riportate), oltre che per **reinterri** di parti d'opera, è utilizzabile per il miglioramento della funzionalità dei terreni e della percezione paesaggistica, ad es. come substrato di **riempimento** (*cave esaurite*) o per la formazione di **rilevati** (*opere di sistemazione o prevenzione di dissesti*), o in interventi di **riqualificazione paesaggistica** o di **ripristino ambientale** di aree degradate o dismesse.
- 3) I tempi **indefiniti (T>28)** o **elevati (T28)** di maturazione ed un significativo “*effetto matrice*” del terreno in un contesto di contatto diretto con acque interne dolci (modello di riferimento: *alga P. Subcapitata*) e tempi significativi di maturazione per il contatto con suoli saturi/acque interstiziali (falda - modello di riferimento: *ameba D.Discoideum* – “*effetto matrice*” sulla replicazione) **porta a sconsigliare o, quanto meno, subordinare a specifiche valutazioni da effettuare caso per caso** (analogia del contesto geologico del sito di destinazione rispetto al sito di produzione, previsione di interventi di presidio e mitigazione, elaborazione di analisi di rischio etc.), in funzione del contesto, **l'utilizzo dei materiali condizionati in aree sensibili/vulnerabili** dal punto di vista dell'inquinamento, sia in ambiente idrico che in ambiente terrestre caratterizzato da condizioni di saturazione (presenza di falda), e quindi in ecosistemi di interesse o di protezione speciale, o in aree per le quali sono richieste specifiche prestazioni ambientali.

Pertanto, dovrà essere valutata con estrema cautela l'eventualità di impiegare i terreni, per **sistemazioni spondali di acque interne** dolci (es: *laghi, stagni*) o degli **acquiferi collegati** (*ricostituzione/drenaggi*). Ciò col fine di evitare possibili alterazioni del **funzionamento idrobiologico** e della capacità di “**autodepurazione**”, in condizioni ottimali, delle componenti ambientali interessate, sebbene non sempre effettive o disponibili nelle condizioni reali.

- 4) Gli esiti dello studio sul modello indicativo per la **tossicità** per rilasci potenziali nell'ambiente acquatico (*test con Daphnia*), confermano la possibilità di utilizzo dei materiali in contesti “ordinari” (in assenza, quindi, di particolari criticità sotto il profilo della vulnerabilità o dell'interesse ambientale per l'ambiente acquatico), utilizzo, comunque, subordinato alla verifica, in corso d'opera, attraverso opportuni test, dell'assenza di significativi effetti ecotossicologici, condizione, questa, che, sulla base degli esiti dello studio, dovrebbe verificarsi dopo un tempo di **maturazione** di 7/14 gg (il valore più elevato è riferito al caso dell'impiego di **calce - per il Flysch**

- o di polimeri – per i Terrazzi Marini. Tale condizione è ragionevolmente da mettere in relazione alla ridotta degradazione già osservata nella fase 2 dello studio nei cumuli in laboratorio confezionati con aggiunta di calce e polimeri).

In ogni caso per l'impiego di detti smarini condizionati, deve essere prevista una loro adeguata "asciugatura" al fine di garantirne la trasportabilità e la corretta sistemazione in opera, così come, nella pianificazione delle fasi di realizzazione degli interventi cui è destinato l'utilizzo dei materiali nei siti di destinazione, devono essere valutati con attenzione gli effetti di potenziale dilavamento nelle fasi transitorie di realizzazione di detti interventi, in quanto eventuali scolature residue di acque di rilascio devono sempre essere gestite per assicurare l'"**assenza**" di interferenze potenziali.

Si deve qui evidenziare come, tanto per i siti di deposito intermedio quanto per quelli di destinazione finale, è stata elaborata, in ottemperanza alla citata prescrizione n. 7 (in corso d'opera) contenuta nel provvedimento ministeriale di approvazione del PdU prot. DVADEC-2015-206 del 22 giugno 2015, una apposita analisi di rischio rispetto al potenziale inquinamento delle acque sotterranee.

In merito a quanto riportato al punto 1) e al punto 3) riguardo alle criticità connesse a un eventuale ipotesi di impiego degli smarini condizionati come "terreno vegetale" e/o in aree sensibili/ vulnerabili o in ambienti in cui è richiesta una funzionalità idrobiologica dello strato superficiale del suolo, si precisa che tali criticità riguardano i materiali da scavo di analoghe caratteristiche litologiche, anche in assenza di agenti condizionanti e rispettose dei limiti di tab. 1 all. 5 parte IV titolo V del D.Lgs. 152/06. Gli effetti ecotossicologici rilevati dallo studio in relazione alla presenza di sostanze immesse nel terreno in fase di scavo e di gestione dei materiali scavati, è, infatti, un "effetto secondario", in quanto gli stessi litotipi allo stato naturale presentano significative problematiche per tali impieghi specifici per la presenza di un effetto matrice dei suoli non condizionati su alcuni modelli.

Alla luce di quanto sopra esposto, assunte, in via predittiva, le limitazioni di tipologia di utilizzo ricavate dalle conclusioni generali prima illustrate, che potrebbero, comunque, essere riesaminate per specifici contesti, il modello di riferimento utile e cautelativo per la valutazione dei potenziali effetti connessi all'utilizzo dei materiali condizionati e che consente, pertanto, di ottemperare a quanto indicato nella citata prescrizione n. 6 (in corso d'opera) contenuta nel provvedimento ministeriale di approvazione del PdU prot. DVADEC-2015-206 del 22 giugno 2015 e richiamato nelle conclusioni di "**carattere ecotossicologico**" dello studio dell'IMN (pag. 71, laddove si evidenzia che "*la tossicità dei cumuli dovrà comunque essere controllata prima del loro successivo utilizzo, in quanto il tempo di maturazione varierà con il tipo di roccia di scavo, le condizioni climatiche nelle diverse stagioni, e con il livello e il tipo di contaminazione biologica del materiale di scavo*"), è quello costituito dalla **Daphnia magna**. A tale modello, si farà, pertanto, riferimento nelle considerazioni che seguono.

La seconda parte dello studio (*cumuli modello*) evidenzia che "*Non si osservano comunque differenze significative tra organismi controllo non esposti e organismi esposti agli elutriati dei soli litotipi non*

condizionati” e che, pertanto, per il modello in considerazione, non si rileva un “effetto matrice” associato al litotipo non condizionato.

Gli esiti dello studio, inoltre, evidenziano come gli effetti di tossicità dei materiali condizionati in ambiente idrico “ordinario”, per i quali è indicativo il modello costituito dalla *Daphnia magna*, si scostino dagli effetti desumibili, in via teorica e convenzionale, dagli esiti della prima fase dello studio, che individuano una NOAEC per il prodotto condizionante pari a 240 mg/kg.

Infatti, gli effetti eco-tossicologici connessi ai materiali condizionati risultano non significativi, nei casi più gravosi (cumulo modello 5 – con calce – per il Flysch; cumulo modello 6 – con polimero – per i Terrazzi Marini) al T14.

Richiamando le conclusioni della fase 2 dello studio, di valutazione della biodegradazione del prodotto condizionante, la degradazione massima valutata è pari a circa il **50%** per i Flysch e a circa l'**80%** per i Terrazzi mentre, al T14, i valori corrispondenti sono di circa il 65% e 90%. Pertanto, al T14, la concentrazione residua “attesa” di prodotto condizionante è pari a circa

- $590 \text{ mg/kg} \times 0,65$ (massima degradazione - fase 2) = **383 mg/kg** nel **Flysch Numidico**,
- $380 \text{ mg/kg} \times 0,9$ (massima degradazione - fase 2) = **342 mg/kg** nei **Terrazzi Marini**,

mentre, a lungo termine, la concentrazione residua “attesa” di prodotto condizionante è pari a circa:

- $590 \text{ mg/kg} \times 0,5$ (massima degradazione - fase 2) = **295 mg/kg** nel **Flysch Numidico**,
- $380 \text{ mg/kg} \times 0,8$ (massima degradazione - fase 2) = **304 mg/kg** nei **Terrazzi Marini**

tanto i valori “attesi” di concentrazione residua a lungo termine, quanto, a maggior ragione, quelli al T14, risultano, pertanto, superiori alla NOAEC sperimentale desumibile dalla prima fase dello studio denotando, pertanto, come gli effetti dei cumuli modello “reali” (ancorché di laboratorio) sul modello di riferimento (*Daphnia magna*) risultino attenuati come, peraltro, evidenziato anche nelle conclusioni dello studio IMN (pag. 70: “La tossicità dei detriti di roccia di scavo risulta comunque ridotta probabilmente per la diminuita biodisponibilità delle sostanze chimiche studiate quando presenti nella matrice.”). Pertanto, risulta che gli effetti dell’esposizione dell’organismo modello ai cumuli reali risultano non significativi per concentrazioni attese superiori **alle NOAEC desumibili dagli esiti del solo studio dose-risposta**, in quanto si è in presenza di un effetto matrice positivo.

Di seguito, si dettagliano le considerazioni sopra esposte e si sviluppano le valutazioni utili a definire le **soglie di non effetto potenziale** ricavate dalle osservazioni sui cumuli-modello che, pertanto, costituiscono il valore di riferimento per la gestione diretta in cantiere e che tengono conto anche

dell'effetto matrice (aspetto, questo, non considerato nella prima fase dello studio ecotossicologico).

Dalle curve di biodegradazione sui cumuli (pag. 50 dello studio IMN) si ricavano, le seguenti percentuali di permanenza del prodotto condizionante:

per il **Flysch**:

- a 7 gg con calce: 70%, corrispondente a: 413 mg/kg
- a 7 gg con polimero: 65%, corrispondente a: **383 mg/kg**
- a 14 gg con calce: 65%, corrispondente a: **383 mg/kg**
- a 14 gg con polimero: 55%, corrispondente a: 325mg/kg

per i **Terrazzi Marini**:

- a 7 gg con calce: 125%, corrispondente a: **475 mg/kg**
- a 7 gg con polimero: 90%, corrispondente a: 342 mg/kg
- a 14 gg con calce: 120%, corrispondente a: 456 mg/kg
- a 14 gg con polimero:85%, corrispondente a: **323 mg/kg**

mentre (pagg. 53 e 54 dello studio IMN), risultano non significativi gli effetti:

- **a T7**
 - o per il cumulo modello 6 (con polimeri) per il Flysch
 - o per il cumulo modello 5 (con calce) per i Terrazzi marini;
- **a T14**
 - o per il cumulo modello 5 (con calce) per il Flysch e
 - o per il cumulo modello 6 (con polimeri) per i Terrazzi marini;

i cumuli modello non addizionati con calce e con polimeri risultano, invece, privi di effetti significativi già **a T0**.

Le **concentrazioni soglia “eco-tossicologiche” (CSE)** per il controllo dei tensioattivi nella caratterizzazione in corso d'opera, tenendo conto del contenuto di tensioattivi totali nel prodotto condizionante (ca. 10%), **possono essere calcolate** in relazione agli effetti misurati ai diversi **tempi di maturazione** (fase 3) tenendo conto degli effetti del processo di biodegradazione del prodotto condizionante (fase 2), rispetto allo specifico modello di riferimento per le tipologie di utilizzo previste, che si **ritengono rappresentate dal non effetto sull'organismo Daphnia**, come già ampiamente argomentato.

Pertanto, in relazione ai due diversi litotipi e all'impiego dell'agente schiumogeno (*indicatore: tensioattivi*), combinato con altri specifici additivi (*polimeri, grassi, calce*), si ottengono le seguenti CSE:

- Per litotipo Flysch Numidico – modello *Daphnia*:
 - uso di calce:
 - ✓ concentrazioni residuali accettabili al T14, con degradazione del 35% rispetto al T0, con una concentrazione ammissibile di $590 \text{ mg/kg} \times 0,65 = 383 \text{ mg/kg}$ di prodotto condizionante, corrispondente ad una CSE di 38 mg/kg di tensioattivi totali nel Flysch Numidico con uso di calce;
 - con uso di polimero:
 - ✓ concentrazioni residuali accettabili al T7, con degradazione del 35% rispetto al T0, con una concentrazione ammissibile di $590 \text{ mg/kg} \times 0,65 = 383 \text{ mg/kg}$ di prodotto condizionante, corrispondente ad una CSE di 38 mg/kg di tensioattivi totali nel Flysch Numidico;

- Per litotipo Terrazzi Marini – modello *Daphnia*:
 - con uso di polimeri:
 - ✓ concentrazioni residuali accettabili al T14, con degradazione del 15% rispetto al T0, con una concentrazione ammissibile di $380 \text{ mg/kg} \times 0,85 = 323 \text{ mg/kg}$ di prodotto condizionante, corrispondente ad una CSE di 32 mg/kg di tensioattivi totali nei Terrazzi Marini con uso di polimeri;
 - con uso di calce:
 - ✓ Concentrazioni residuali accettabili al T7, con degradazione del -25% rispetto al T0, e quindi con una concentrazione ammissibile di $380 \text{ mg/kg} \times 1,25 = 475 \text{ mg/kg}$ di prodotto condizionante, corrispondente ad una CSE di 47 mg/kg di tensioattivi totali nei Terrazzi Marini.

Al tempo T0 si ritiene, inoltre opportuno, effettuare un *test eco-tossicologico con per la determinazione dell'effetto inibitorio sulla motilità di D. magna (con valutazione dell'IC50)*, secondo la metodica adottata per le acque di scarico, per la valutazione diretta dell'assenza di ecotossicità degli smarini, utile anche per la verifica degli effetti indotti dai polimeri, discriminante per qualsiasi tipologia di utilizzo previsto (*ipotesi cautelativa*), che **non può essere associato ad altre sostanze indicatrici**. Mentre per il contenuto residuo di prodotto condizionante è infatti possibile utilizzare la determinazione dei tensioattivi totali come indicatore, per il contenuto residuale di polimeri

non è possibile individuare un "costituente" da impiegare come indicatore, e quindi è opportuno ricorrere alla prova diretta, almeno per indicazioni su impatto potenziale di una prima movimentazione (IC50), monitorando poi le cinetiche di degradazione del prodotto condizionante per la successiva valutazione di compatibilità all'uso finale.

Si sottolinea che le caratterizzazioni in corso d'opera dovranno prevedere anche la verifica delle concentrazioni di inquinanti significativi negli smarini, per la conformità con le concentrazioni soglia di potenziale contaminazione.

Quindi dovranno essere valutate le CSC nei suoli della **tabella 1 dell'all.to 5 all.ti titolo V parte quarta dlgs 152/06**, per la **destinazione d'uso industriale/commerciale (tab.1/B)** e per **destinazione d'uso verde/ residenziale (tab.1/A)**, che risultano del tutto scollegate dal contenuto residuale di prodotti condizionanti.

4.3. Valutazioni operative per l'applicazione in cantiere dei risultati dello studio

In sintesi, quindi, gli utilizzi finali dei materiali condizionati devono sottostare alle condizioni di seguito riassunte.

- a) Periodo di “**maturazione**” nel cantiere di produzione degli smarini, con la massima “**scolatura**” possibile delle acque in eccesso contenute nei materiali.

Protrazione del periodo di “**maturazione**” fino a una durata complessiva, stimabile, in via preventiva, nell'ordine di grandezza di **7 giorni** (T7), da estendere a **14 giorni** (T14) per uso di calce nei FLYSCH Numidici o dei polimeri nei Terrazzi Marini.

Impiego diretto senza particolari presidi di protezione del reticolo idrologico delle acque superficiali, una volta verificate le **soglie di non effetto in corso d'opera** per ciascun lotto omogeneo secondo i riferimenti di cui alla **tabella sottostante**

CSE (tensioattivi totali)	litotipo FLYSCH Numidici	litotipo Terrazzi Marini
con uso di calce	38 mg/kg	47 mg/kg
con uso di polimeri	38 mg/kg	32 mg/kg

Si evidenzia che, in funzione dell'effettivo comportamento dei materiali nelle reali condizioni ambientali in cui avviene la maturazione, i livelli di concentrazione richiesti potrebbero essere sortiti in tempi di maturazione differenti rispetto a quelli stimati dai citati studi di laboratorio.

- b) **l'impiego per reinterri, riempimenti e rilevati e, quindi, l'utilizzo in processi produttivi, è sempre possibile senza potenziali effetti** di carattere eco-tossicologico, una volta effettuata la prima fase di maturazione in cantiere e rilevato il raggiungimento dei livelli di concentrazione dei tensioattivi esposti al precedente **punto a)**.

Si osserva che l'uso come **materiale di integrazione (materiale inerte) in rimodellamenti superficiali**, in miscelazione a compost o altri materiali vegetali idonei, sarebbe comunque **vincolato a tempi di maturazione dell'ordine di almeno 14 giorni** (T14) che, qualora non interamente praticabili in cantiere, potrebbero essere completati nei siti di utilizzo (dopo il T7).

- c) **Esclusione, in via preliminare (T>28) dall'impiego a contatto diretto con acque interne o altri ecosistemi sensibili, o già compromessi o vulnerabili**

a meno di appositi studi di approfondimento sito-specifici, in riferimento alle condizioni ambientali e ai valori di fondo naturali, con possibile impiego, sempre dopo la prima fase di maturazione in cantiere – punto a), solo a seguito di valutazione sito-specifica sulla compatibilità litologica dei suoli di scavo con l'utilizzo previsto, quindi dell'effetto matrice degli stessi terreni non condizionati rispetto agli ecosistemi di destinazione.

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

PROVE DI LABORATORIO CON I PRODOTTI MAPEI PER I CONDIZIONAMENTI E IL TRATTAMENTO DEL TERRENO

MAPEI S.p.A.

Sede: Via Cafiero, 22 - 20158 MILANO
Tel. +39 02 37673.1 - Fax +39 02 37673.214
www.mapei.com - mapei@mapei.it



Toto S.p.A. Costruzioni Generali

V.le Abruzzo, 410
66100 Chieti - Italia

c.a. Stefano Manai

29 Febbraio 2016

Rif.prot.AT/UTT23/2016/AB/EB

Prove di laboratorio con i prodotti MAPEI per il condizionamento e il trattamento del terreno

GALLERIA FERROVIARIA DI CEFALÙ (ITALIA)



Indice

1. Introduzione

2. Caratterizzazione dei terreni

3. Prove di laboratorio sui Flysh Numidici

3.1 Prove di Slump con POLYFOAMER ECO 100

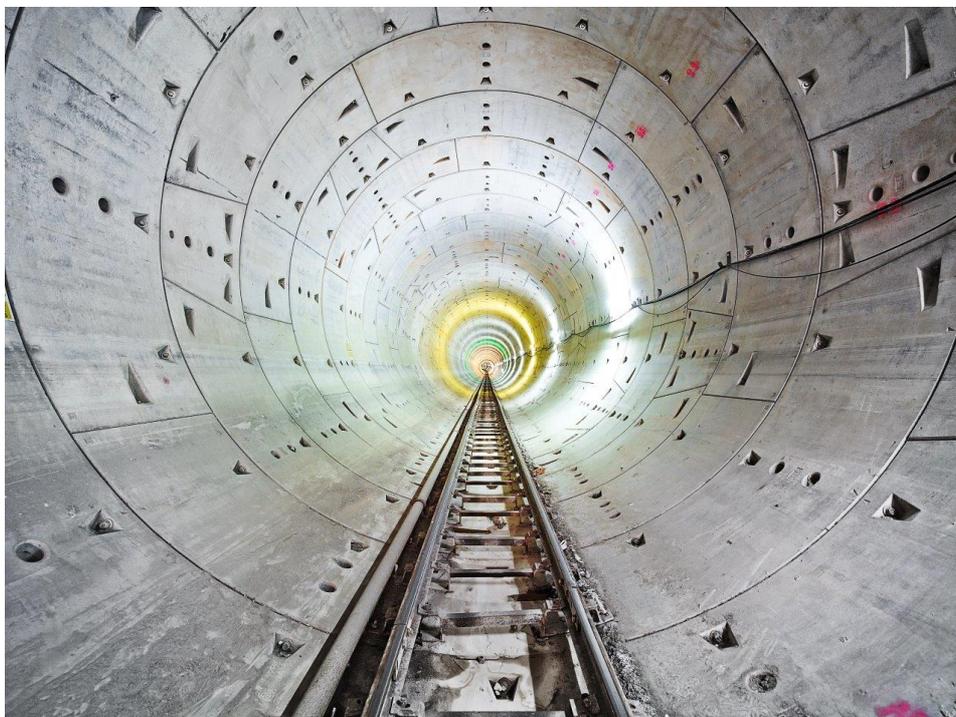
3.2 Prove per trattamento del terreno con calce, MAPEDRILL SV e MAPEDRILL DVF/10

4. Prove di laboratorio sui Terrazzi Marini

4.1 Prove di Slump con POLYFOAMER ECO 100

4.2 Prove per trattamento del terreno con calce, MAPEDRILL SV e MAPEDRILL DVF/10

5. Conclusioni



1. Introduzione

Alcuni provini di terreno dal cantiere ferroviario di Cefalù (Italia) sono stati prelevati ed inviati presso il ns. Laboratorio di Ricerca e Sviluppo di Milano.

Le prove di caratterizzazione del terreno si sono svolte a Milano, mentre quelle di condizionamento presso il laboratorio del Politecnico di Torino, con il quale MAPEI collabora da numerosi anni.

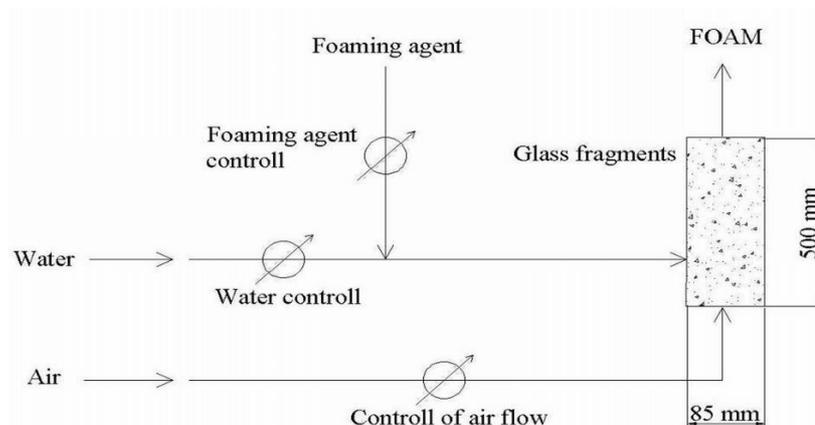
Le prove di laboratorio sono molto utili per fornire una valutazione iniziale delle caratteristiche geologiche del sito e quindi per definire quali siano i migliori prodotti da utilizzare durante lo scavo e i loro dosaggi (concentrazione, FER, FIR). Poiché le prove sono condotte ad una scala inferiore rispetto a quella di cantiere e non posso simulare le differenti condizioni che possono essere incontrate durante lo scavo, sarà necessario ottimizzare i parametri direttamente in sito considerando le condizioni locali.



Immagine 1 e 2: Foto dei nostri strumenti di laboratorio.

Nel laboratorio del Politecnico di Torino vi è un generatore di schiuma simile a quello usato in una TBM. Questo generatore è utilizzato variando la concentrazione dell'agente schiumogeno, dell'aria e dell'acqua in modo da definire i parametri caratteristici della schiuma quali la concentrazione e il FER

Il seguente disegno mostra una semplificazione del processo che permette la creazione della schiuma.



2. Caratterizzazione dei terreni

I provini di terreno prelevati dal cantiere appartengono a due formazioni geologiche differenti, le quali saranno entrambe interessate dallo scavo delle gallerie:

- “Flysh Numidici”: ammasso roccioso fratturato e caratterizzato da materiale eterogeneo
- “Terrazzi Marini”: formazione caratterizzata prevalentemente da materiale fine

Nei nostri laboratori di Ricerca e Sviluppo nella sede centrale del gruppo UTT di Mapei S.p.A. sono stati caratterizzati alcuni campioni rappresentativi in modo da valutarne le principali caratteristiche geotecniche.

Flysh Numidici

Sui campioni di terreno appartenenti alla formazione geologica definita come “Flysh Numidici” sono stati misurati i seguenti parametri:

- Granulometria
- Densità
- Contenuto d’acqua

I risultati della caratterizzazione eseguita sono riassunti nei seguenti grafici e tabelle:

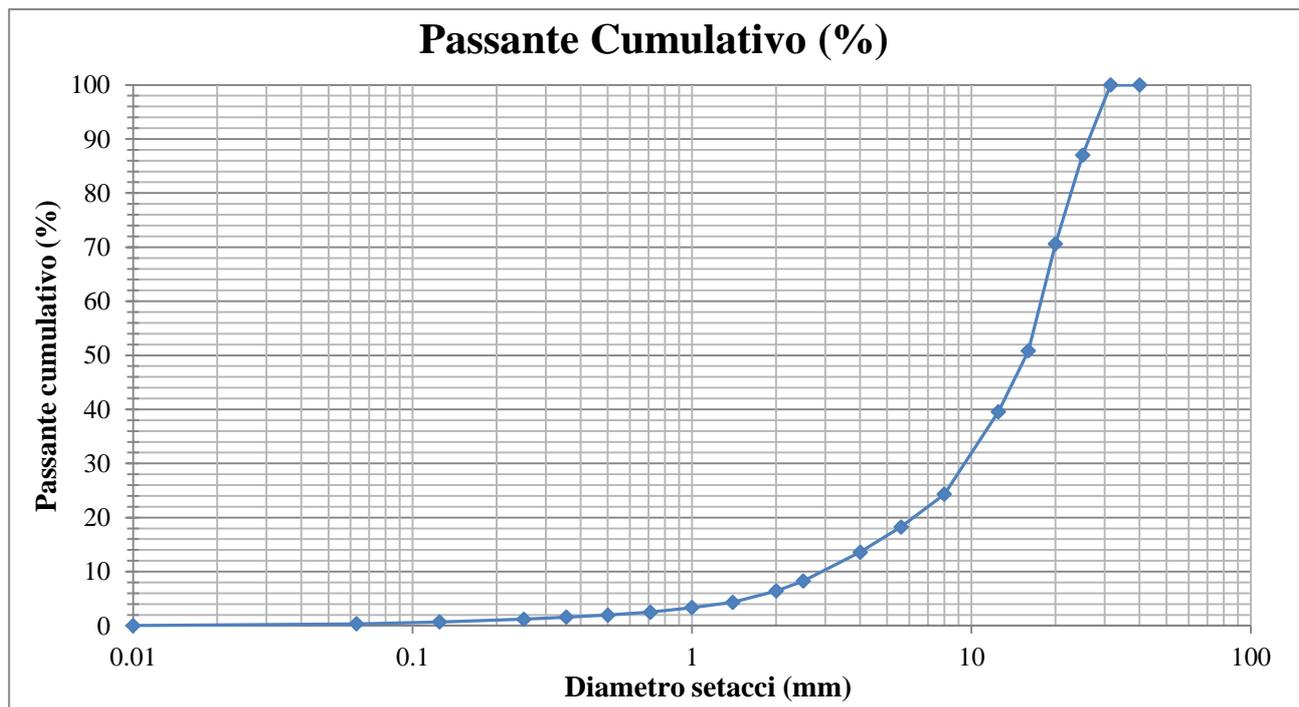


Immagine 3: Curva granulometrica Flysh Numidici.

Densità (Kg/dm ³)	Contenuto d'acqua (%)
1,7	9,7

Il terreno si presenta eterogeneo dal punto di vista granulometrico con un fuso ampio (Figura3). Su questo terreno sono state eseguite prove di condizionamento sia sul terreno tal quale sia scartando i grani con dimensione superiore ai 20 mm.

Terrazzi Marini

Sui campioni di terreno appartenenti alla formazione geologica definita come “Terrazzi Marini” sono stati misurati i seguenti parametri:

- Granulometria
- Densità
- Contenuto d’acqua
- Limiti di Atterberg

I risultati della caratterizzazione eseguita sono riassunti nei seguenti grafici e tabelle:

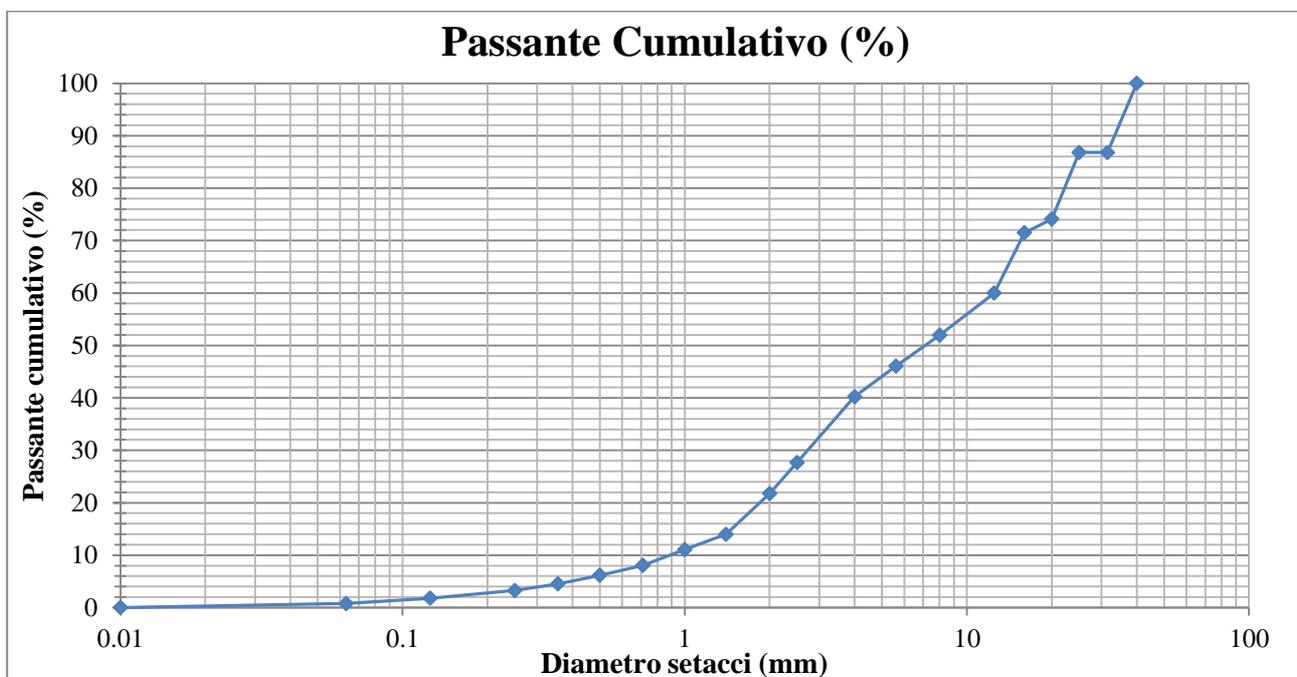


Immagine 4: Curva granulometrica Terrazzi Marini.

Densità	Contenuto d'acqua	Limite plastico	Limite liquido	I _p	I _c
(Kg/dm ³)	(%)	(%)	(%)	(%)	(-)
1,6	10,3	20,1	26,2	6,1	2,61

Il terreno è caratterizzato da elevata percentuale di materiale fine, il quale può presentarsi aggregato in piccoli blocchetti di consistenza anche molto rigida, o in grani fini aventi caratteristiche granulometriche tipiche di argille e limi.

3. Prove di laboratorio sui Flysh Numidici

Il prodotto usato per il condizionamento del terreno è il **POLYFOAMER ECO 100**, il quale è un agente schiumogeno basato su tensioattivi anionici biodegradabili combinato con un polimero naturale.

Il **POLYFOAMER ECO 100** è in grado di generare una schiuma stabile e compatibile con ogni tipo di terreno.

Il polimero presente all'interno del **POLYFOAMER ECO 100** è molto importante poiché:

- Migliora la stabilità delle bolle di schiuma, che presentano quindi maggiore durabilità quando viene miscelato con il terreno. Questa caratteristica è quantificabile misurando il tempo di semi-vita e confrontandolo a pari FER e concentrazione con quello di schiume generate con agenti schiumogeni tradizionali.
- Migliora le proprietà lubrificanti della schiuma, riducendo quindi la coppia della testa della macchina e l'usura primaria e secondaria.

Essendo formulato totalmente con materie prime biodegradabili ed essendo privo di glicoli, è caratterizzato da un'elevata biodegradabilità, non contiene idrocarburi e non è bioaccumulativo.

Il **POLYFOAMER ECO 100** ha una rapida biodegradabilità e non è tossico per l'acqua e per gli organismi acquatici. È stato classificato dai laboratori tedeschi dell'Hygiene Institute con valore di WGK = 1, il che indica "basso pericolo per le acque e gli organismi acquatici" e che rappresenta la classe di rischio più bassa associabile ad un prodotto chimico.

3.1 Prove di Slump con POLYFOAMER ECO 100

Queste prove sono state condotte variando il quantitativo di acqua aggiunto, la concentrazione di **POLYFOAMER ECO 100**, il FER e il FIR in modo ottenere i parametri di condizionamento ottimali per il tipo di terreno utilizzato nelle prove.

Sui campioni di terreno sono state eseguite prove di condizionamento con **POLYFOAMER ECO 100** sia utilizzando tutto il fuso granulometrico (test 1, 2 e 3) sia vagliando le particelle con dimensioni maggiori di 20 mm (test 4). Tali prove sono state svolte per valutare la differenza di comportamento tra due campioni di terreno aventi al loro interno una diversa percentuale in peso di materiale fine. Inoltre la pezzatura utilizzata nel test 4 è quella che maggiormente si avvicina alle condizioni di frantumazione reali durante lo scavo con TBM.

L'acqua aggiunta è in volume sul volume del terreno.

Test	w	Concentrazione	FER	FIR	Foto
	[%]	[%]	[-]	[%]	
1	7,0	2,0	14	35	
2	1,5	2,0	14	35	

3	2,5	2,2	14	35	
4	3,0	2,0	14	35	

Commenti:

Al fine di ottenere un condizionamento ottimale di questo tipo di terreno con il **POLYFOAMER ECO 100**, si è utilizzata una schiuma caratterizzata da una media concentrazione di agente schiumogeno e un valore di FER alto. Con questo tipo di terreno caratterizzato da elevata permeabilità una schiuma con molta aria al suo interno è adatta per ottenere un condizionamento ottimale.

Le prove di condizionamento sul terreno sono state eseguite variando il contenuto di acqua aggiunto al provino e il valore del FIR.

Definiti i parametri caratterizzanti le proprietà della schiuma (c e FER), nel test 1 si è scelto di condizionare un campione di terreno con percentuale di acqua aggiunta pari al 7,0% e FIR pari al 35%. Il campione di terreno così condizionato è troppo fluido per essere adatto allo scavo con EPB.

Nel test 2 si è scelto quindi di ridurre la quantità di acqua aggiunta e il FIR in modo da ridurre la perdita di acqua e schiuma dal campione di terreno. Il comportamento del terreno è però troppo rigido e poco plastico per essere facilmente scavato con EPB.

I parametri utilizzati nel test 3 ($w=2,5\%$ e $FIR=35\%$) permettono di ottenere un terreno caratterizzato da buona plasticità e adatto per lo scavo con EPB, considerando la grossolana pezzatura del campione testato.

Il test 4 come detto è quello più rappresentativo dal punto di vista granulometrico. La schiuma generata con **POLYFOAMER ECO 100** ad una concentrazione pari al 2,0%, $FER=14$ e $FIR=35\%$ e il corretto quantitativo di acqua aggiunta ($w=3,0\%$) permettono di ottenere un campione di terreno avente la necessaria plasticità e impermeabilità per essere scavato in maniera ottimale con EPB.

3.2 Prove per trattamento del terreno con calce, MAPEDRILL SV e MAPEDRILL DVF/10

Al fine di valutare le prestazioni di alcuni prodotti MAPEI nell'aumentare la viscosità del materiale scavato in modo da renderlo facilmente palabile si è scelto di effettuare alcune prove sul terreno condizionato e confrontare le prestazioni dei prodotti MAPEI in relazione a quelle della calce che viene utilizzata in alcuni cantieri per tale scopo.

Da un punto di vista dell'impatto ambientali, a dispetto della calce i prodotti proposti sono biodegradabili e formulati con materie prime naturali che li rendono non tossici per organismi acquatici e terrestri. Inoltre, non causano un rallentamento della degradazione dell'agente schiumogeno all'interno del terreno come invece avviene quando si aggiunge calce.

I prodotti utilizzati per le prove sono i seguenti:

- **MAPEDRILL SV**: polimero in polvere che può essere utilizzato per il trattamento dello smarino in modo da ridurre il contenuto d'acqua e incrementare la viscosità del terreno.
- **MAPEDRILL DVF/10**: polimero liquido ad azione asciugante utilizzato per viscosizzare il terreno.

Le prove sono state svolte conoscendo il quantitativo di calce richiesta a rendere il terreno idoneo per essere facilmente gestibile durante le normali operazioni di cantiere. La calce richiesta in cantiere per soddisfare tale scopo è pari al 2,0% in peso di terreno.

Durante le prove si è determinato il quantitativo di **MAPEDRILL SV** e **MAPEDRILL DVF/10** necessario per ottenere un terreno con le stesse caratteristiche ottenute dopo l'aggiunta della calce.

I dosaggi indicati sono in peso del prodotto sul peso del terreno.

Prodotto utilizzato	Dosaggio	Foto
	(%)	
Calce	2,0	
MAPEDRILL SV	0,10	
MAPEDRILL DVF/10	0,22	

Commenti

Sulla base dell'aspetto del terreno trattato si nota che sia il **MAPEDRILL SV** che il **MAPEDRILL DVF/10** sono idonei a ridurre il contenuto di liquido presente nel terreno, rendendolo facilmente gestibile in cantiere. Trattando il terreno con i **MAPEDRILL** si possono utilizzare dosaggi di prodotto inferiori a quelli richiesti utilizzando la calce, riducendo ugualmente il contenuto di liquido presente nel terreno. Inoltre come detto precedentemente tali prodotti sono biodegradabili.

4. Prove di laboratorio sui Terrazzi Marini

Anche per il condizionamento di questo tipo di terreno si è scelto di utilizzare il **POLYFOAMER ECO 100**.

4.1 Prove di Slump con POLYFOAMER ECO 100

Le prove svolte sui Terrazzi Marini sono state eseguite variando il quantitativo di acqua aggiunta al campione di terreno, la concentrazione di **POLYFOAMER ECO 100**, il FER e il FIR in modo da ottenere i parametri di condizionamento ottimali.

L'acqua aggiunta è in volume sul volume del terreno.

Test	w	Concentrazione	FER	FIR	Foto
	[%]	[%]	[-]	[%]	
5	10,0	1,7	8	30	

6	6,0	1,7	8	45	
7	9,0	1,7	8	35	
8	12,0	1,7	8	25	

Commenti:

Al fine di ottenere un condizionamento ottimale di questo tipo di terreno con il **POLYFOAMER ECO 100**, si è utilizzata una schiuma caratterizzata da bassa concentrazione di agente schiumogeno

e FER medio-basso. Con questo tipo di terreno è richiesta una schiuma abbastanza “bagnata” al fine di ridurre l’elevata consistenza del materiale aumentando il contenuto di liquido (acqua e agente schiumogeno) all’interno del terreno.

Le prove di condizionamento sul terreno sono state eseguite variando il contenuto di acqua aggiunto al provino e il valore del FIR.

Definiti i parametri caratterizzanti le proprietà della schiuma (c e FER), nel test 5 si è scelto di condizionare un campione di terreno con percentuale di acqua aggiunta pari al 10% e FIR pari al 30%. Il campione di terreno così condizionato presenta buona plasticità ma è troppo rigido per essere scavato con EPB.

Nel test 6 si è scelto quindi di ridurre la quantità di acqua aggiunta (6%) e aumentare il FIR (45%) al fine di migliorare il comportamento del materiale. Il campione di terreno è ancora troppo rigido e poco plastico per essere facilmente scavato con EPB.

I parametri utilizzati nel test 7 (w=9% e FIR=35%) permettono di incrementare la plasticità del terreno.

Al fine di ottenere la medesima plasticità del test 7 e una maggiore uniformità di comportamento del terreno, ottimizzando la quantità di schiuma aggiunta al terreno, il test 8 è stato eseguito aggiungendo acqua al 12% e FIR=25%. La schiuma generata con **POLYFOAMER ECO 100** ad una concentrazione pari al 1,7%, FER=8 e FIR=25% e il corretto quantitativo di acqua aggiunta (w=12,0%) permettono quindi di ottenere un campione di terreno avente la necessaria plasticità e uniformità per essere scavato in maniera ottimale con EPB.

4.2 Prove per trattamento del terreno con calce, MAPEDRILL SV e MAPEDRILL DVF/10

Anche per i Terrazzi Marini sono stati utilizzati i prodotti MAPEI in comparazione con la calce per aumentare la viscosità del terreno condizionato con **POLYFOAMER ECO 100**.

I prodotti utilizzati per le prove sono i seguenti:

- **MAPEDRILL SV**: polimero in polvere che può essere utilizzato per il trattamento dello smarino in modo da ridurre il contenuto d’acqua e incrementare la viscosità del terreno.
- **MAPEDRILL DVF/10**: polimero liquido ad azione asciugante utilizzato per viscosizzare il terreno.

Le prove sono state svolte conoscendo il quantitativo di calce richiesta a rendere il terreno idoneo per essere facilmente gestibile durante le normali operazioni di cantiere. Anche per i Terrazzi Marini la calce richiesta in cantiere per soddisfare tale scopo è pari al 2,0% in peso di terreno.

Durante le prove si è determinato il quantitativo di **MAPEDRILL SV** e **MAPEDRILL DVF/10** necessario per ottenere un terreno con le stesse caratteristiche ottenute dopo l’aggiunta della calce.

I dosaggi indicati sono in peso del prodotto sul peso del terreno.

Prodotto utilizzato	Dosaggio in peso sul peso di terreno
	(%)
Calce	2,0
MAPEDRILL SV	0,10
MAPEDRILL DVF/10	0,22



Immagine 5 e 7: Terrazzi Marini trattati con MAPEDRILL SV e MAPEDRILL DVF/10.

Commenti

Anche per i Terrazzi Marini sulla base dell'aspetto del terreno trattato si nota che sia il **MAPEDRILL SV** che il **MAPEDRILL DVF/10** sono idonei a ridurre il contenuto di liquido presente nel terreno, rendendolo facilmente gestibile in cantiere. Trattando il terreno con i **MAPEDRILL** si possono utilizzare dosaggi di prodotto inferiori a quelli richiesti utilizzando la calce, riducendo ugualmente il contenuto di liquido presente nel terreno.

Tuttavia occorre notare che l'aspetto dei campioni di Terrazzi Marini condizionati con **POLYFOAMER ECO 100** appare idonea alla movimentazione in cantiere anche senza l'aggiunta di alcun prodotto, data la particolare plasticità e consistenza del materiale.

5. Conclusioni

Le prove di laboratorio svolte al Politecnico di Torino hanno evidenziato la compatibilità dell'agente schiumante **POLYFOAMER ECO 100** con i campioni di terreno appartenenti alle formazioni geologiche che saranno interessate dallo scavo delle gallerie ferroviarie di Cefalù (Flysh Numidici e Terrazzi Marini).

Il buon condizionamento del terreno è influenzato in maniera significativa dal quantitativo di acqua aggiunta e dal valore del FIR. Si sono eseguite alcune prove al fine di individuare le combinazioni di tali parametri in modo da ottenere il condizionamento ottimale con il **POLYFOAMER ECO 100**, al fine di rendere il terreno idoneo per essere scavato con macchine di tipo EPB.

Per quanto riguarda i campioni di terreno appartenenti alla formazione dei Flysh Numidici, il condizionamento ottimale è stato ottenuto con una schiuma generata con **POLYFOAMER ECO** alla concentrazione del 2,0%, FER=14 e FIR=35% e con l'aggiunta di acqua pari al 3,0% sul volume del terreno.

Il condizionamento ottimale dei Terrazzi Marini ha richiesto l'utilizzo di una schiuma abbastanza "bagnata" con concentrazione pari a 1,7% e FER=8. La schiuma generata con **POLYFOAMER ECO** è stata aggiunta insieme alla corretta quantità di acqua per ottenere un campione di terreno idoneo allo scavo con EPB (FIR=25% e w=12%).

I campioni di terreno condizionati sono stati trattati con il **MAPEDRILL SV** e con il **MAPEDRILL DVF/10** in modo da ottenere una consistenza adatta alla movimentazione in cantiere. Tali prodotti, valutati in comparazione con la calce, hanno permesso di ottenere le stesse prestazioni a dosaggi inferiori (calce: 2,0%; **MAPEDRILL SV**:0,1%; **MAPEDRILL DVF/10**: 0,22%; dosaggi sul peso di terreno).

Le prove di laboratorio sono molto utili per ottenere una prima approssimazione dei parametri di condizionamento, i quali però non dipendono solo dalla geologia del sito. Molti altri aspetti, i quali non possono essere simulati in laboratorio, influenzano il definitivo consumo di schiuma: la pressione in camera di scavo, la posizione e la distribuzione delle linee di iniezione della schiuma, la capacità del generatore di schiuma, i fattori umani, ecc.

Per queste ragioni siamo a completa disposizione per collaborare con voi direttamente sulla TBM, con il comune intento di ottimizzare l'intero processo del condizionamento del terreno.

Siamo a vostra disposizione per ulteriori informazioni

*Alessandro Boscaro
Enrico Barbero
Underground Technology Team
MAPEI*

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

DETERMINAZIONE UMIDITA' NATURALE GRANULOMETRIA PER STACCIATURA GRANULOMETRIA PER SEDIMENTAZIONE



CON.GEO s.r.l.

LABORATORIO AUTORIZZATO ai sensi del D.P.R. 380/2001
Decreto n°0035 del 10/02/2015, per le prove sui terreni e sulle rocce,
Decreto n°6019 del 17/09/2014, per le prove sui materiali da costruzione.



**PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI
PER LA REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE FERROVIARIA
DEL RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO-
CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO-MESSINA, DI
LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE
SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE
GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO**

Committente: TOTO Costruzioni Generali

Appaltatore: A.T.I.: TOTO COSTRUZIONI GENERALI S.P.A., ITALIANA COSTRUZIONI S.P.A.,
ESIM S.R.L., ARMAFER S.R.L., ALPITEL S.P.A.

Luogo di prelievo:

- Campione 1: "Flysch numidico" prelevato presso area Malpertugio
- Campione 2: "Terrazzi marini" prelevato presso area Ogliastrillo

PROVE ESEGUITE:

DETERMINAZIONE UMIDITA' NATURALE
GRANULOMETRIA PER STACCIATURA
GRANULOMETRIA PER SEDIMENTAZIONE

Verbale n°	Certificati n°	Esitato il:	N° di revisione	Il Tecnico Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
718	dal n. 9803 al n. 9808	30/09/2016	00	Dott. Angelo Ticali	Dott. Geol. Michele Tumminello

COMMITTENTE: TOTO Costruzioni generali

APPALTATORE: A.T.I.: TOTO COSTRUZIONI GENERALI S.P.A., ITALIANA COSTRUZIONI S.P.A., ESIM S.R.L., ARMAFER S.R.L., ALPITEL S.P.A.

OGGETTO: Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio

PROVE ESEGUITE

Verbale di Prelievo n°	P1	P2																	
CAMPIONE n°	C1	C1																	
PROFONDITA' m.	/	/																	
N° certificato																			
Apertura campione	9803	9806																	
Contenuto d'acqua																			
Peso unità di volume																			
Peso specifico	9804	9807																	
Granulometria per setacciatura	9805	9808																	
Granulometria per sedimentazione	9805	9808																	
Limiti di Atterberg																			
Carbonati																			
Sostanza organica																			
Classificazione UNI 10006																			
Permeabilità carico costante																			
Permeabilità carico variabile																			
Vane test																			
E.L.L.																			
Triassiale UU																			
Triassiale CU																			
Triassiale CD																			
Taglio diretto																			
Taglio residuo																			
Compressione edometrica																			
Prova di costipamento AASHTO																			
Indice di portanza CBR																			
Contenuto iniziale di calce (CIC)																			



Il Direttore del laboratorio
 Dott. Geol. Michele Tumminello

SCHEDA APERTURA CAMPIONE

1/1

N. Lavoro 2106/114/16 Committente TOTO Costruzioni generali

Appaltatore A.T.I.: TOTO COSTRUZIONI GENERALI S.P.A., ITALIANA COSTRUZIONI S.P.A., ESIM S.R.L., ARMAFER S.R.L., ALPITEL S.P.A.

Oggetto Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio

Luogo di prelievo Zona Malpertugio WBS -

Verbale di Prelievo n° P1 del 20/09/2016 Campione "Flysch numidico" prelevato presso area Malpertugio

Data di arrivo in laboratorio 20/09/2016 Data di apertura campione 21/09/2016

Contenitore Sacchetto Chiusura contenitore Nastro adesivo

Forma campione Informe Altezza (cm) / Lato/Diametro (cm) /

Qualità del campione **Q4**

Pocket Penetrometer (Kpa)

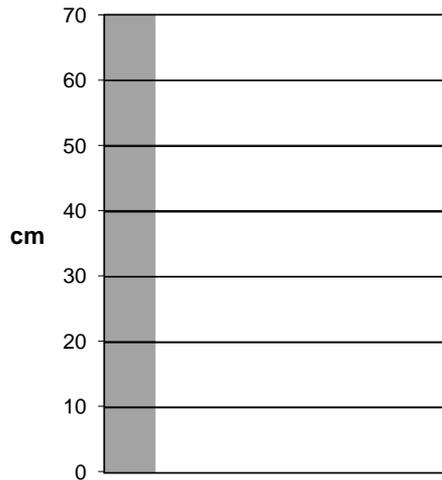
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media

/

DESCRIZIONE

Materiale sciolto di natura Flyschoide, costituito da elementi argillitici, raramente quarzosi, eterometrici, a spigoli da vivi a subarrotondati di colore Marrone. Poco Umido



- TD Provino taglio diretto
- TX Provino compressione triassiale
- ED Provino compressione edometrica
- ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo Sperimentatore
Dott. Severino Ticali

Il Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Michele Tumminello

N. Lavoro 2106/114/16

Committente _____

TOTO Costruzioni generali

Oggetto **Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio**

Verbale di

Prelievo

n° P1

Campione _____

"Flysch numidico" prelevato presso area Malpertugio

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA (Metodologia di prova: ASTM D2216)

Data di inizio prova 21/09/2016

Data di fine prova 22/09/2016

Provino n. _____

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

	1	2	3
Massa contenitore g	17,70	17,21	17,42
Massa contenitore + campione umido g	108,93	111,52	105,17
Massa contenitore + campione secco g	102,96	105,34	99,60
Contenuto naturale d'acqua %	7,00	7,01	6,78

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

6,93

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME (Metodologia di prova: BS1377 T15)

Data di inizio prova _____

Data di fine prova _____

Tipo fustella _____

Provino n. _____

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume KN/m³

Parallelepipedo		
1	2	3

Peso di volume (valore medio)

KN/m³

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (Metodologia di prova ASTM D854)

Data di inizio prova 27/09/2016

Data di fine prova 30/09/2016

Provino n. _____

Massa picnometro g

Massa picnometro + campione secco g

Massa picnometro + campione + acqua g

Massa picnometro + acqua g

Temperatura acqua distillata °C

Peso specifico campione a T (°C) KN/m³

Peso specifico acqua a T (°C) KN/m³

Peso specifico campione a 20 °C KN/m³

Peso specifico (valore medio) KN/m³

	1	2
Massa picnometro g	84,60	84,63
Massa picnometro + campione secco g	109,82	109,62
Massa picnometro + campione + acqua g	238,54	240,64
Massa picnometro + acqua g	222,84	225,03
Temperatura acqua distillata °C	25	25
Peso specifico campione a T (°C) KN/m ³	25,99	26,13
Peso specifico acqua a T (°C) KN/m ³	9,78	9,78
Peso specifico campione a 20 °C KN/m ³	25,95	26,10
Peso specifico (valore medio) KN/m ³	26,03	



Lo Sperimentatore

Dott. *G. Angelò Ticali*

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. *Michele Tumminello*

ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 2106/114/16 Committente TOTO Costruzioni generali

Oggetto **Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio**

Verbale di Prelievo n° P1 Campione "Flysch numidico" prelevato presso area Malpertugio

Data di inizio prova 26/09/2016 Data di fine prova 30/09/2016

Massa campione secco iniziale (g)					779,70
Setacci		Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	13,68	1,75	1,75	98,25
4	4,760	149,51	19,18	20,93	79,07
10	2,000	217,60	27,91	48,84	51,16
20	0,840	140,69	18,04	66,88	33,12
40	0,420	52,61	6,75	73,63	26,37
60	0,250	31,33	4,02	77,65	22,35
140	0,106	31,24	4,01	81,65	18,35
200	0,074	5,80	0,74	82,40	17,60

Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Letture	Letture corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m ³	26,03
min	°C	R	R'	mm	%	Massa campione secco g	40,769
						Temperatura minima di prova °C	25,0°
						Temperatura massima di prova °C	25,0°
0,50	25	1025,9	1023,65	0,05580	16,38		
1,00	25	1024,7	1022,42	0,04013	15,53		
2,00	25	1022,8	1020,57	0,02908	14,25		
4,00	25	1021,6	1019,33	0,02089	13,39		
8,00	25	1019,7	1017,48	0,01511	12,11		
15,00	25	1018,5	1016,25	0,01119	11,26		
30,00	25	1017,3	1015,02	0,00803	10,40		
60,00	25	1016,0	1013,78	0,00576	9,55		
120,00	25	1015,4	1013,17	0,00410	9,12		
240,00	25	1014,2	1011,93	0,00294	8,27		
480,00	25	1013,0	1010,70	0,00210	7,41		
1440,00	25	1012,3	1010,08	0,00122	6,99		



Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Michele Tumminello

ANALISI GRANULOMETRICA

2/2

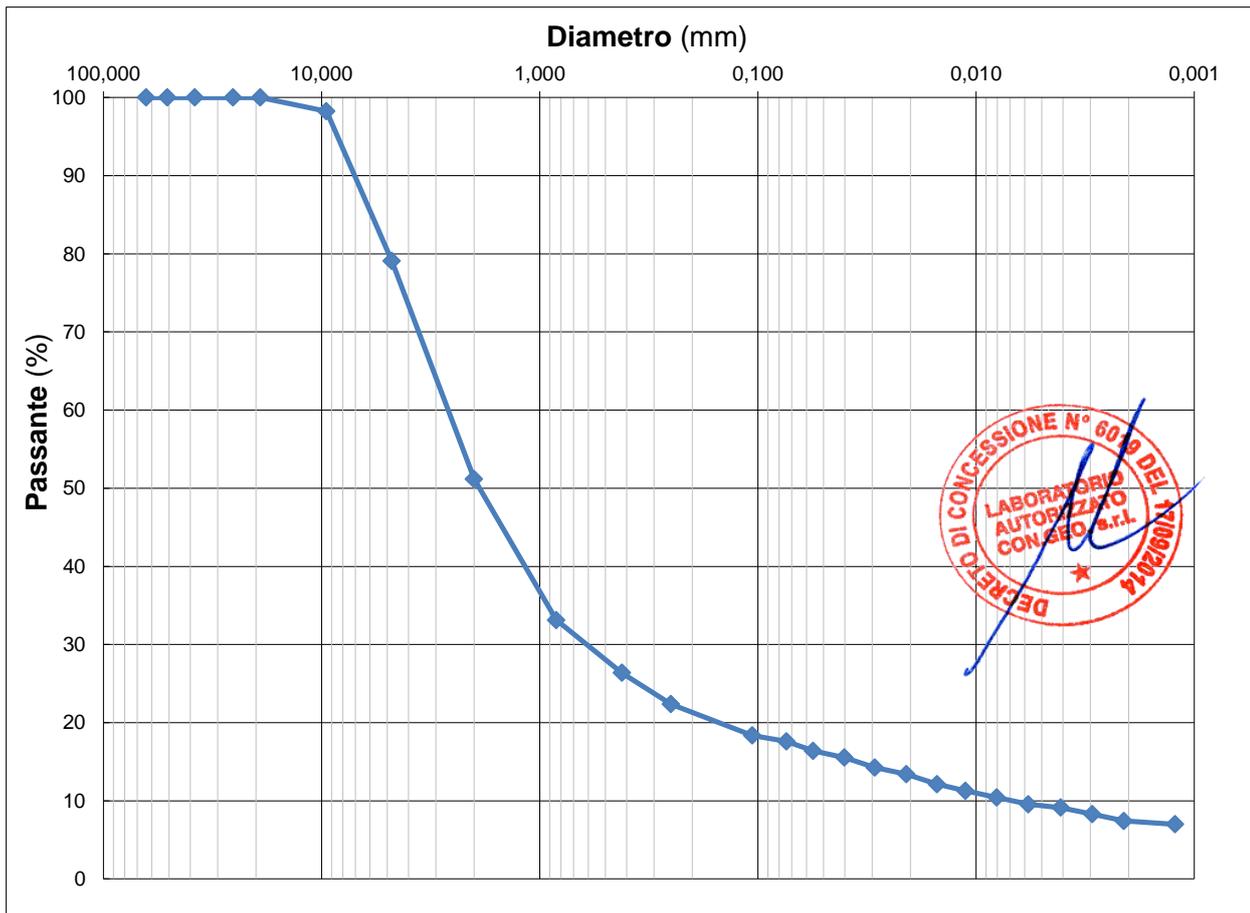
Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 2106/114/16 Committente TOTO Costruzioni generali

Oggetto **Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio**

Verbale di Prelievo n° P1 Campione "Flysch numidico" prelevato presso area Malpertugio

Data di inizio prova 26/09/2016 Data di fine prova 30/09/2016



Frazioni granulometriche

Ghiaia	%	20,93
Sabbia	%	61,47
Limo	%	10,24
Argilla	%	7,36

D10 mm	0,00696
D30 mm	0,64593
D60 mm	2,87404

Coefficiente di uniformità	413,22
Coefficiente di curvatura	20,87

NOTE:

Le porzioni ghiaiose e sabbiose sono costituite da elementi argillitici che non si sono disgregate, nonostante l'applicazione di diversi cicli di asciugatura e immersione in acqua

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Angelo Tici

Il Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Michele Tumminello

SCHEDA APERTURA CAMPIONE

1/1

N. Lavoro 2106/114/16 Committente TOTO Costruzioni generali

Appaltatore A.T.I.: TOTO COSTRUZIONI GENERALI S.P.A., ITALIANA COSTRUZIONI S.P.A., ESIM S.R.L., ARMAFER S.R.L., ALPITEL S.P.A.

Oggetto Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio

Luogo di prelievo Zona ogliastrillo WBS -

Verbale di Prelievo n° P2 del 20/09/2016 Campione "Terrazzi marini" prelevato presso area Ogliastrillo

Data di arrivo in laboratorio 20/09/2016 Data di apertura campione 21/09/2016

Contenitore Sacchetto Chiusura contenitore Nastro adesivo

Forma campione Informe Altezza (cm) / Lato/Diametro (cm) /

Qualità del campione **Q4**

Pocket Penetrometer (Kpa)

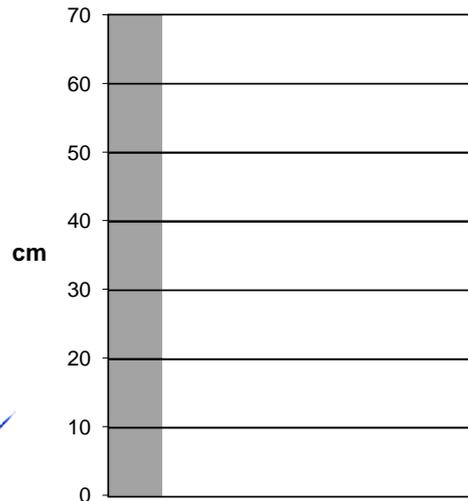
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media

/

DESCRIZIONE

Argilla e argilla-limosa, alterata, a struttura omogenea con la presenza di trovanti di varia natura ed eterometrici. Di colore variabile dal Marrone con striatura grigiastre al beige. Umida e molto plastica



- TD Provino taglio diretto
- TX Provino compressione triassiale
- ED Provino compressione edometrica
- ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. Michela Fumminello

N. Lavoro 2106/114/16 Committente TOTO Costruzioni generali

Oggetto **Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrocio e Malbertugio**

1/1

Prelievo P2 Campione "Terrazzi marini" prelevato presso area Ogliastrillo

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA (Metodologia di prova: ASTM D2216)

Data di inizio prova 21/09/2016 Data di fine prova 22/09/2016

Provino n.

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

	1	2	3
Massa contenitore g	17,12	20,26	21,40
Massa contenitore + campione umido g	69,98	113,70	87,42
Massa contenitore + campione secco g	61,73	98,68	77,08
Contenuto naturale d'acqua %	18,49	19,16	18,57

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

18,74

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME (Metodologia di prova: BS1377 T15)

Data di inizio prova _____ Data di fine prova _____

Tipo fustella

Provino n.

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume KN/m³

Peso di volume (valore medio)

Parallelepipedo		
1	2	3

KN/m³

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (Metodologia di prova ASTM D854)

Data di inizio prova 27/09/2016 Data di fine prova 30/09/2016

Provino n.

Massa picnometro

Massa picnometro + campione secco

Massa picnometro + campione + acqua

Massa picnometro + acqua

Temperatura acqua distillata

Peso specifico campione a T (°C)

Peso specifico acqua a T (°C)

Peso specifico campione a 20 °C

Peso specifico (valore medio)



	1	2
g	92,38	67,58
g	117,64	92,61
g	240,06	189,38
g	224,45	173,94
°C	25	25
KN/m ³	25,69	25,60
KN/m ³	9,78	9,78
KN/m ³	25,66	25,57
KN/m ³	25,61	

Lo Sperimentatore
 Dott. Geol. Aniello Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico
 Dott. Michèle Tumminello

ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 2106/114/16 Committente TOTO Costruzioni generali

Oggetto **Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la**

Verbale di Prelievo n° P2 Campione "Terrazzi marini" prelevato presso area Ogliastrillo

Data di inizio prova 26/09/2016 Data di fine prova 30/09/2016

Massa campione secco iniziale (g)					695,60
Setacci	Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante	
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	25,60	3,68	3,68	96,32
4	4,760	21,00	3,02	6,70	93,30
10	2,000	19,06	2,74	9,44	90,56
20	0,840	21,49	3,09	12,53	87,47
40	0,420	21,46	3,09	15,61	84,39
60	0,250	25,23	3,63	19,24	80,76
140	0,106	48,90	7,03	26,27	73,73
200	0,074	15,74	2,26	28,53	71,47

Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Letture	Letture corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m ³	25,61
<i>min</i>	°C	<i>R</i>	<i>R'</i>	<i>mm</i>	%	Massa campione secco g	40,087
						Temperatura minima di prova °C	25,0°
						Temperatura massima di prova °C	25,0°
0,50	25	1025,3	1023,03	0,05701	66,54		
1,00	25	1023,4	1021,18	0,04133	61,20		
2,00	25	1022,8	1020,57	0,02946	59,41		
4,00	25	1021,6	1019,33	0,02116	55,85		
8,00	25	1021,0	1018,72	0,01508	54,07		
15,00	25	1020,4	1018,10	0,01109	52,29		
30,00	25	1019,7	1017,48	0,00790	50,51		
60,00	25	1019,4	1017,18	0,00561	49,62		
120,00	25	1019,1	1016,87	0,00398	48,73		
240,00	25	1018,5	1016,25	0,00283	46,94		
480,00	25	1017,9	1015,63	0,00202	45,16		
1440,00	25	1017,3	1015,02	0,00117	43,38		



Lo Sperimentatore
Dott. *Coni*: Angelo Tici

Il Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. *Tumminello*: Michele Tumminello

ANALISI GRANULOMETRICA

2/2

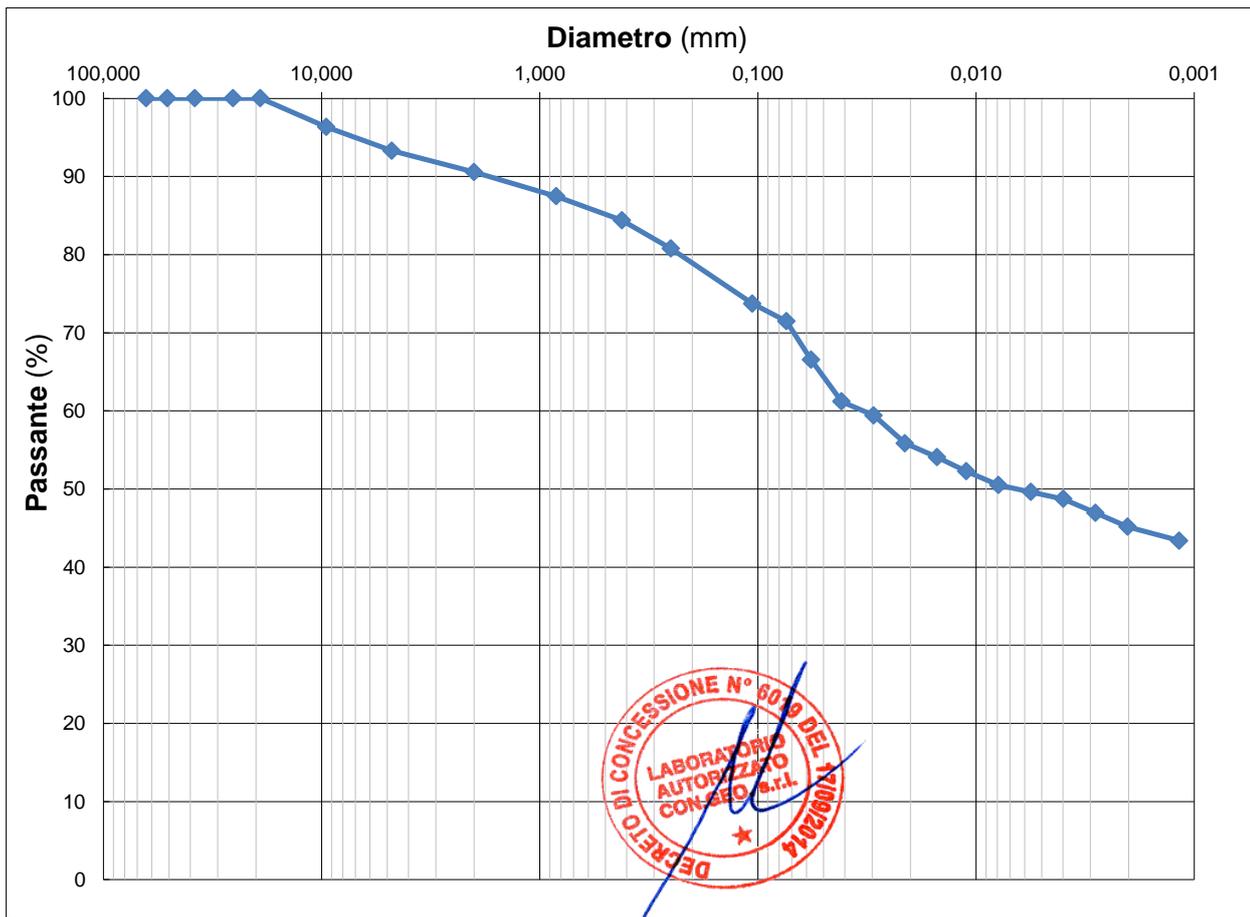
Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 2106/114/16 Committente TOTO Costruzioni generali

Oggetto **Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori per la realizzazione della nuova sede ferroviaria del raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo-Castelbuono, della linea Palermo-Messina, di lunghezza di km. 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio**

Verbale di Prelievo n° P2 Campione "Terrazzi marini" prelevato presso area Ogliastrillo

Data di inizio prova 26/09/2016 Data di fine prova 30/09/2016



Frazioni granulometriche

Ghiaia	%	6,70
Sabbia	%	21,83
Limo	%	26,34
Argilla	%	45,12

D10 mm	
D30 mm	
D60 mm	0,03336

Coefficiente di uniformità	
Coefficiente di curvatura	

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. *Angelo Ticli*

Il Direttore del laboratorio geotecnico
Dott. *Michele Tumminello*

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

RICERCA APPLICATA PER LA VALUTAZIONE DEI POSSIBILI RISCHI ECOTOSSICOLOGICI ASSOCIATI ALL'UTILIZZO DI ADDITIVI CONDIZIONANTI SU TERRE E ROCCE DA SCAVO



Ricerca Applicata per la
Valutazione dei possibili rischi
Ecotossicologici associati all'utilizzo di
additivi condizionanti su terre e rocce da
scavo prodotte dal Cantiere TOTO a Cefalù

- Relazione Giugno 2017 -



Marco Lodi - Unità di Igiene Industriale ed Ambientale



Emilio Benfenati - Laboratorio di Chimica e Tossicologia dell'Ambiente



Renzo Bagnati - Unità di Strumentazione Analitica

La presente relazione riporta i risultati della sperimentazione ecotossicologica eseguita dal nostro Istituto sugli additivi condizionanti e sulle terre e rocce da scavo del Cantiere TOTO a Cefalù.

La relazione è strutturalmente suddivisa in due parti:

- La prima sezione che contiene i risultati degli studi dose-risposta dei diversi additivi il cui utilizzo è previsto durante le operazioni di scavo del cantiere in oggetto. Verranno pertanto analizzati l'agente condizionante Mapei Polyfoamer ECO100, il polimero in polvere Mapei SV e la coppia di grassi CONDAT HPV ed EP2. Per ciascun additivo verranno stabilite le concentrazioni di interesse tossicologico.
- La seconda sezione contenente i risultati del monitoraggio chimico e tossicologico di cumuli modello di rocce condizionate ricostituite in laboratorio a partire da aliquote dei litotipi individuati nell'area oggetto di scavo e condizionate con concentrazioni di ciascun additivo secondo lo studio ingegneristico preliminare consegnatoci dal committente. Per ciascun cumulo artificiale è stato determinato l'andamento temporale della concentrazione dei tensioattivi (contenuti nell'agente condizionante) e della tossicità dovuta complessivamente alla miscela.



1. Obiettivi del progetto di ricerca

Il presente progetto di ricerca ha come obiettivo la valutazione del potenziale rischio per l'ambiente associato all'utilizzo di additivi durante l'escavazione di terre e rocce da scavo simili a quanto prodotto dal Cantiere TOTO a Cefalù.

2. Descrizione del progetto di ricerca

A tal fine il progetto si articolerà in 3 fasi:

- Valutazione preliminare dei prodotti condizionanti
- Valutazione della degradazione dei tensioattivi nei cumuli artificiali ricostituiti
- Valutazione della variazione temporale della tossicità dei cumuli artificiali ricostituiti

Nella fase 1 (valutazione preliminare dei prodotti condizionanti) sono stati identificati i principali componenti chimici dell'agente condizionante MAPEI Polyfoamer ECO100 mediante analisi qualiquantitativa con cromatografia liquida – spettrometria di massa ad alta risoluzione (HPLC-HRMS) mediante analizzatore Orbitrap. L'analisi ha permesso l'identificazione di alcuni composti indicatori il cui contenuto è stato successivamente monitorato nel tempo nella fase 2 per verificare la degradazione dei tensioattivi nei cumuli. Parallelamente, il potenziale ecotossicologico di ciascun additivo è stato valutato mediante l'applicazione di una batteria di saggi ecotossicologici acuti e cronici e svolgendo gli studi in modalità dose-risposta ovvero esponendo gli organismi modello a concentrazioni crescenti di ciascun additivo mediante diluzione dell'agente nel mezzo di coltura (per alga, ameba e daphnidi) o mediante addizione nel terreno (verme e piante).

La valutazione ha previsto l'impiego dei seguenti modelli biologici:

- Tossicità acquatica: alga verde *Raphidocelis subcapitata* (nota anche con il nome di *Pseudokirkneriella subcapitata* o *Selenastrum capricornutum*) e crostaceo di acqua dolce *Daphnia magna*,
- Tossicità terrestre: pianta superiore *Lepidum sativus* (crescione), ameba sociale *Dictyostelium discoideum* e verme di terra *Eisenia andrei*.

Di seguito si descrivono i diversi modelli biologici e i protocolli adottati nel presente studio.



Test di tossicità acquatica: inibizione della crescita algale con *R. subcapitata*

Le alghe rappresentano una delle componenti principali degli ecosistemi acquatici in quanto l'ossigeno da loro prodotto mediante il processo fotosintetico è fondamentale per la sopravvivenza delle specie animali. Le alghe contribuiscono all'attività auto-purificante di principali corpi idrici e sono alla base dell'alimentazione degli organismi consumatori. Ne consegue che una modificazione della comunità fitoplanctonica causata da effetti tossici può alterare la struttura e il funzionamento di un intero ecosistema.

Il saggio algale è un valido strumento d'indagine capace di fornire risposte utili nell'attività di monitoraggio ambientale e nella previsione dell'impatto sui recettori da parte degli xenobiotici presenti da soli o contemporaneamente.

Rhaphidocelis subcapitata appartiene alla famiglia delle Chlorophyceae, è ubiquitaria nelle acque dolci ed è una delle alghe verdi più utilizzate in ecotossicologia.

È nota anche con il nome di *Selenastrum capricornutum* e di *Pseudokirkhneriella subcapitata*.

Quest'alga possiede delle caratteristiche che ne rende vantaggioso l'impiego in laboratorio:

- Facilmente coltivabile in condizioni di laboratorio;
- Facilmente reperibile in commercio;
- Crescita rapida;
- Sensibile alle sostanze tossiche.

Rhaphidocelis subcapitata è una delle specie chiave utilizzabili nei test di inibizione della crescita algale secondo le linee guida OECD, ISO ed US EPA per valutare la tossicità acquatica delle sostanze chimiche.

Il saggio di inibizione della crescita algale misura la crescita di popolazioni di alghe monocellulari, poste nel mezzo di coltura liquido nel quale è dissolta la sostanza da studiare, rispetto ai risultati della medesima popolazione in mezzo di coltura di controllo ovvero non addizionato della sostanza da testare.

La coltura algale è stata iniziata da aliquote di *R. subcapitata* fornite da ATCC e successivamente coltivate in "medium" Blue Green Algae medium (BG11) (Sigma Aldrich) ed in seguito criocongelate secondo il protocollo fornito da ATCC (in presenza di DMSO 5% v/v). Due settimane prima dell'esecuzione del test, le alghe criocongelate sono state scongelate e trasferite in flask T25 sterili con tappo ventilato contenenti 5 ml di BG11.

La coltura è stata routinariamente mantenuta in fase di crescita esponenziale fino alla data di inizio del test mediante diluizioni e passaggi con BG-11 fresco. Le flask, ben chiuse in modo da evitare la contaminazione del medium, sono state incubate a 25 ± 1 °C in presenza di illuminazione continua (4000 lux).

Il test di inibizione algale è stato effettuato secondo il protocollo previsto dall' OECD 201 con leggere modifiche. Al momento del test, la densità della coltura algale è stata determinata utilizzando un counter automatico impostato per rilevare particelle con delle dimensioni comprese in un range da



4 a 10 μm (range di dimensioni di *R. subcapitata*) e successivamente diluita in acqua standard (ISO freshwater) per ottenere una densità di 10.000 alghe/ml nei pozzetti di trattamento.

Come camera di esposizione è stata utilizzata una piastra multipozzetto a 24 pozzetti in ciascuno dei quali sono stati inseriti 2 ml di ISO freshwater tal quale (controllo) o contenente concentrazioni crescenti di prodotto condizionante.

In ciascun pozzetto sono state successivamente addizionate le alghe e la piastra, una volta chiusa, è stata riposta nell'incubatore per 72 ore in presenza di luce continua e agitazione mediante shaker orbitale (90 rpm).

Al termine del periodo espositivo, le alghe in ciascun pozzetto sono state risospese mediante 5 cicli di aspirazione e rilascio con pipetta Pasteur e successivamente contate con il counter automatico per la determinazione della densità algale dopo 72 ore di esposizione. Sono state effettuate almeno 3 letture per ogni concentrazione.

I criteri adottati per la validità del test sono stati:

- il tasso di crescita pari o superiore a 1.4 d^{-1} nelle alghe controllo (tasso corrispondente ad un aumento della densità cellulare di un fattore 67 in 72 ore) come descritto nella norma ISO 6892:2012(E).
- il coefficiente di variazione del tasso di crescita dei controlli non deve superare il 5%.

La sensibilità degli organismi da noi utilizzati è stata verificata mediante esposizione al composto di riferimento bicromato di potassio alle concentrazioni da 0.1 a 3.2 mg/L.

Test di tossicità acquatica: tasso di immobilizzazione con *D. magna*

Daphnia magna è un crostaceo di acqua dolce. I daphnidi sono organismi filtratori e la loro dieta è basata principalmente sull'ingestione di alghe, batteri e detriti acquatici.

Gli habitat principali includono acque dolci e ambienti salmastri con temperature tra i 18 e i 22° C.

I daphnidi occupano una posizione chiave nella catena alimentare acquatica: sono, infatti, consumatori primari e alla base dell'alimentazione di pesci e invertebrati predatori.

Le specie di *Daphnia* sono state ampiamente studiate per la loro importanza negli ecosistemi acquatici e per la loro capacità di fronteggiare stress esterni.

Basso costo di mantenimento, ciclo vitale breve, trasparenza, discreta crescita e facilità di gestione sono i vantaggi che rendono *Daphnia magna* un ottimo organismo indicatore ed un efficace modello da laboratorio. *Daphnia* viene ampiamente impiegata in saggi ecotossicologici volti a determinare l'eventuale tossicità di acque superficiali e profonde, di sedimenti ma anche di scarichi idrici e di effluenti trattati o non. I daphnidi sono tutt'oggi utilizzati per la valutazione della tossicità di sostanze, e miscele provenienti da fonti antropiche e ambientali.



Il test di immobilizzazione con *Daphnia magna* è stato eseguito secondo il protocollo OECD Guideline 202 (OECD, 2004a) e ISO 6341:2012 (ISO, 2012), utilizzando gli efippi forniti da MicroBioTests Inc.

Tre giorni prima dell'esecuzione del test, gli efippi di *Daphnia magna* sono stati trasferiti quantitativamente in Petri contenenti 15 ml di "Standard FreshWater", un medium ricostituito utilizzato per la schiusa degli efippi. Lo stesso è stato utilizzato come medium per il test negli organismi controllo e per le diluzioni del prodotto condizionante. Gli efippi sono stati incubati per 3 giorni in un termostato alla temperatura di $20\pm 1^\circ\text{C}$ in presenza di luce. Al termine del periodo di incubazione, i neonati sono stati alimentati con una soluzione di spirulina per 2 ore prima del test. Per l'esecuzione del test sono state utilizzate apposite piastre multipozzetto con 30 pozzetti organizzati in 6 file di 5 pozzetti. Ciascuna fila è stata riempita con 10 ml di medium acquoso contenente standard freshwater per il controllo o soluzioni di additivo a diverse concentrazioni.

Cinque (5) neonati di *Daphnia* sono stati inseriti in ogni pozzetto contenente 10 ml di ciascun campione da testare. Aliquote di standard freshwater sono state utilizzate come controllo negativo mentre concentrazioni scalari di bicromato di potassio (0.32 – 3.2 mg/L) come controllo positivo.

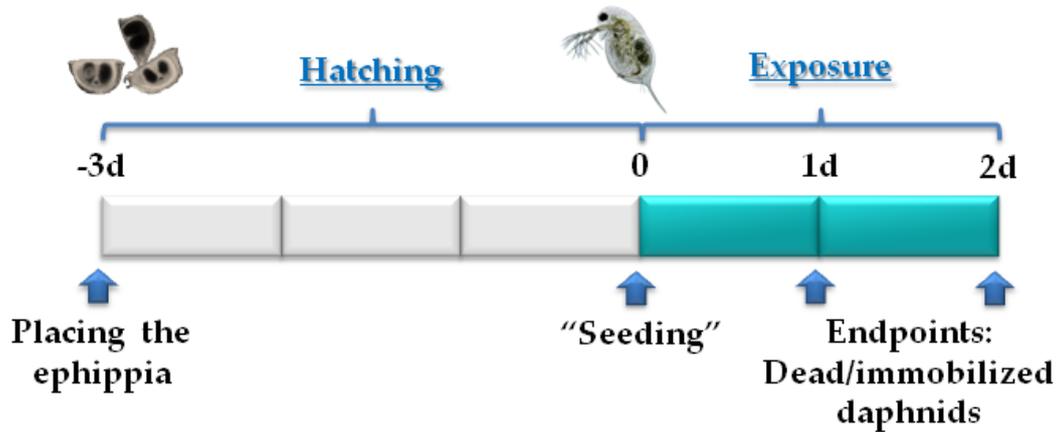
La piastra, chiusa con parafilm, è stata successivamente trasferita nel termostato al buio (20°) e gli effetti dei trattamenti sulla mobilità di *Daphnia* sono stati valutati dopo 24 e 48 ore di esposizione valutando per ogni pozzetto il numero degli organismi immobili o morti.

La mortalità percentuale del trattamento è stata derivata comparando il numero totale di soggetti immobili o morti nei trattamenti rispetto al numero del controllo.

Il test è stato considerato valido quando sono soddisfatti i criteri ISO e OECD:

- le Daphnie non trattate (controllo) presentavano un tasso di immobilizzazione inferiore al 10%;
- le Daphnie esposte al bicromato di potassio presentavano un EC50 a 24h tra 0.6 e 2.1 mg/L, acceptability range stabilito dalla ISO 6341 (2012).





Test di immobilizzazione con Daphnia magna

Test di tossicità terrestre: inibizione della germinazione e dell'allungamento radicale del crescere

Le piante sono strettamente collegate all'ambiente dove vivono e la loro crescita è regolata in maniera molto precisa da una complessa serie di fattori ecologici (inquinanti, nutrienti, luce e temperatura) che possono modificare la crescita, la presenza e la diffusione delle specie vegetali in un territorio. Tale set di condizioni ambientali determina l'omeostasi della pianta e qualsiasi variazione nelle condizioni omeostatiche può causare effetti avversi (es. una crescita anormale, fenomeni di tossicità o l'insorgere di patologie).

Le piante sono utilizzate in ecotossicologia per lo studio della qualità/contaminazione dei suoli perché posseggono diversi vantaggi:

- Basso costo per l'allestimento e l'esecuzione del saggio;
- Semplicità e velocità dei test più diffusi, sia acuti che cronici;
- Risultano più sensibili di alcuni organismi animali;
- Permettono di testare la tossicità di più inquinanti presenti in miscela;
- Permettono di testare direttamente il campione di suolo tal quale senza operazioni che sconvolgano eccessivamente la struttura del suolo e la biodisponibilità degli inquinanti e dei nutrienti in esso presenti.

Le piante utilizzate nei saggi di tossicità non devono essere selettive per alcun tipo di inquinante (non devono assorbire prevalentemente determinati elementi a discapito di altri) e non possono essere piante accumulatrici in quanto andrebbero ad accumulare nei loro tessuti alte concentrazioni di contaminanti senza manifestare alterazioni degenerative se non a lungo termine.

Le piante sono utilizzate in ecotossicologia sia per valutare gli effetti acuti sia gli effetti a lungo termine, ma il test più diffuso è senza dubbio il test di inibizione della germinazione e dell'allungamento radicale a 72 ore altrimenti noto con il nome di "Fitotest" (Martignon 2009).

Tale saggio presenta diversi vantaggi: basso costo d'esecuzione, facilità di allestimento, rapidità di svolgimento (72 ore), applicabilità sia in fase solida (su matrice tal quale) che liquida (su elutriato della matrice), rappresentatività ecologica degli organismi test e sensibilità dimostrata in relazione all'esposizione alle sostanze tossiche.

Il saggio si basa sulla valutazione del tasso di germinazione e della crescita delle radici di semi germinati dopo 72 ore di esposizione in condizioni controllate suoli non trattati o addizionati con concentrazioni crescenti di sostanza tossica (UNI 10780:1998, UNI EN 16086-2:2012, UNI EN ISO 11269-1:2013). Al termine del periodo di esposizione, il numero di semi germinati nel suolo addizionato con la sostanza tossica e il relativo allungamento radicale sono misurati e comparati con il tasso di germinazione e la lunghezza delle radici di semi cresciuti in un terreno di controllo.

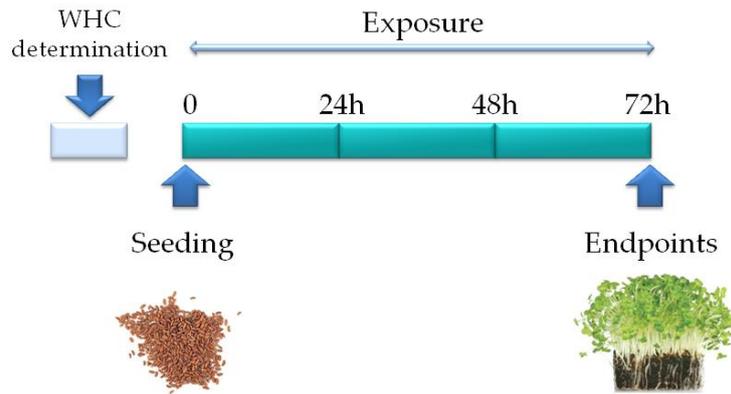
Relativamente alla batteria utilizzata in questo studio, la pianta utilizzata per il test di fitotossicità è stata il *Lepidium sativum*, più comunemente noto come crescione.

Il protocollo da noi utilizzato per l'esecuzione del fitotest in piastra con valutazione del tasso di germinazione e allungamento radicale è basato sul protocollo Martignon (2009) (Figura 3.3) con lievi modifiche (Baderna et al., 2015).

Il protocollo prevede l'esposizione in piastre Petri di semi di crescione ad aliquote di terreno standard OECD (85% di sabbia quarzosa, 10% di caolino e 5% di torba) idratati con acqua milliQ tal quale (controllo) o con concentrazioni crescenti di tensioattivo. Nella variante da noi adottata i semi non sono posti a diretto contatto con il suolo ma sono disposti su filtri di cellulosa (Whatman®) leggermente inumiditi e posti sopra al terreno.

Le piastre con i semi sono state sigillate con parafilm ed incubate al buio per 72 ore alla temperatura di $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Per ogni piastra sono stati contati e registrati i semi germinati ovvero quei semi che presentano una radice della lunghezza minima di 3 mm. Al termine dell'incubazione si conta il numero di semi germinati e si misura la lunghezza dell'apparato radicale di ciascun seme ponendo il seme su di un foglio di carta millimetrata e stendendo delicatamente la radice



Test di fitotossicità

Per ciascuna condizione sperimentale si derivano:

- L'indice di Germinazione (IG) calcolato come prodotto del numero di semi germinati per la lunghezza media della replica: $IG = \text{germination rate} \times \text{root elongation}$
- L'IG medio e le relative deviazioni standard come media dei valori di IG per ciascuna replica;
- L'Indice di Germinazione percentuale (IG%) inteso come rapporto tra l'IG medio del trattato e quello del controllo, moltiplicato per 100

Il test è considerato valido quando il tasso di germinazione del suolo controllo (OECD) risulta essere superiore o uguale al 70%.

Test di tossicità terrestre: mortalità e inibizione della replicazione dell'ameba *Dictyostelium discoideum*

Dictyostelium discoideum è un'ameba sociale che vive nella "pore water" dei suoli. Questi protozoi sono molto studiati in quanto, in condizioni ambientali avverse (quali la mancanza di cibo), sono in grado di aggregare formando un organismo pluricellulare che evolve formando un corpo fruttifero che produce spore; queste potranno essere rilasciate nell'ambiente quando le condizioni ritornano favorevoli. Quest'ameba è facilmente coltivabile in laboratorio e per le sue caratteristiche risulta un target ottimale per le sostanze tossiche presenti nei suoli. Per queste ragioni *D. discoideum* è stato utilizzato come organismo modello per saggi di tossicità delle acque e dei suoli risultando estremamente sensibile all'effetto degli inquinanti. I due end point usualmente utilizzati riguardano il tasso di sopravvivenza e di riproduzione: questi parametri possono dare un'indicazione di eventuali effetti a livello di popolazione. È importante notare che su questo organismo sono stati



messi a punto recentemente biomarker in grado di evidenziare effetti subletali quali ridotto tasso di fagocitosi, aumentata autofagia, danno genotossico, etc.

Le modalità di esecuzione dei test di mortalità e di riproduzione di *D. discoideum*, sebbene non ancora normati OECD, sono stati negli ultimi anni pubblicate su numerose riviste internazionali nelle quali si è messo in evidenza l'elevata sensibilità di questi test.

Mortalità cellulare

Principio del metodo

Questo test permette di stimare quantitativamente il numero di cellule che muoiono come conseguenza dell'effetto tossico di sostanze: più quest'ultimo è marcato e maggiore sarà il tasso di mortalità cellulare. Come sonda si utilizza il SYBR Green™ (Sigma-Aldrich) che si lega selettivamente agli acidi nucleici delle cellule morte di *Dictyostelium discoideum*: solo le cellule morte lo assorbono, a differenza di quelle vive che hanno le membrane biologiche intatte. L'assorbimento del SYBR Green™ da parte dei nuclei delle cellule morte fa sì che esse emettano una fluorescenza verde visibile mediante l'utilizzo di microscopio a fluorescenza, utilizzando il filtro FITC. I risultati vengono espressi in grafico come % di cellule morte per ciascun campione.

Metodica

Dopo aver incubato le cellule con il campione in esame in condizioni standard (180rpm, 21°C), sono stati prelevati 100µl per ogni campione e si trasferiti in una eppendorf da 1,5ml. E' stata effettuata una centrifugata a 500g per 5' (RT) in modo da eliminare il terreno di coltura, altamente fluorescente. Dopo la prima centrifuga, il surnatante è stato rimosso e il pellet risospeso in 100µl di PAS per effettuare un lavaggio; è stata effettuata un'ulteriore centrifugata a 500g per 5' (RT).

Nel frattempo è stata preparata la soluzione di SYBR Green: 1µl SYBR Green stock solution (concentrazione: 10.000X, mantenuto a -20 °C) in 10ml di PAS.

E' stato rimosso il surnatante e risospeso il pellet in 100µl di SYBR Green/PAS work solution (l'importante è mantenere sempre il rapporto di volume 1:1 tra la quantità di campione messo in eppendorf all'inizio e la quantità di SYBR Green per avere una concentrazione di cellule appropriata per l'analisi). Sono stati prelevati 40µl di ogni campione e messi su un vetrino coprioggetto per l'analisi, lasciando aderire le cellule per almeno 10' in camera umida alla temperatura di 21 ± 1°C. Subito dopo si è proceduto con l'acquisizione delle immagini utilizzando un microscopio invertito (Zeiss Axiovert 100M) in fluorescenza (filtro di emissione: FITC, obiettivo 200×).



Per ogni singola immagine è stato contato il numero di cellule totali e il numero di cellule morte (le uniche fluorescenti) ed è stato calcolato il rapporto percentuale.

Tasso di replicazione

Principio del metodo

La crescita cellulare può essere definita come l'incremento numerico di individui nell'ambito di una popolazione. Mediante tale processo la cellula si divide generando due cellule figlie che ricevono ciascuna una copia del DNA della cellula genitrice. L'accrescimento e la divisione cellulare sono influenzati da numerosi fattori: disponibilità di fonti di carbonio e di energia, capacità del DNA di replicarsi, dimensioni e massa delle cellule e, naturalmente effetti di agenti di natura fisica e chimica (T, pH e forza ionica) presenti nell'ambiente. I protozoi destinati a tale esperimento vengono prelevati routinariamente al terzo giorno di crescita, cioè durante la fase di crescita logaritmica, momento nel quale la divisione cellulare è mantenuta ad un ritmo costante e massimale. Durante la fase logaritmica (detta anche fase esponenziale) il ritmo di crescita o tempo di raddoppiamento è costante. *Dictyostelium discoideum*, in condizioni ottimali di crescita ha un tempo di raddoppiamento di 8h.

Metodica

Il procedimento ha previsto la conta ai tempi 0h e 24h delle amebe incubate negli elutriati dei campioni in esame. Il numero delle amebe è stato stabilito per osservazione diretta al microscopio grazie all'impiego di una particolare camera di conteggio o "camera di Neubauer". Sono state contate le cellule che si osservano all'interno del reticolo impresso sulla camera di Neubauer; il numero ottenuto è stato rapportato al valore volumetrico della camera.



Test di tossicità terrestre: effetti sulla mortalità, accrescimento e sulla riproduzione del verme

Eisenia andrei

Il verme terrestre *Eisenia andrei* (Oligochaeta, Lumbricidae) è una delle specie più utilizzate per l'effettuazione di test di tossicità standardizzati (OECD, 1984, 2004; ISO, 2005, 2008) e in studi ecotossicologici. Le caratteristiche di questo organismo, tra cui ampia distribuzione negli ambienti terrestri, sensibilità alle sostanze chimiche, ampio range di tolleranza per temperatura e umidità, ciclo vitale breve e facilità di coltivazione, rendono *E. andrei* particolarmente adatta ad essere utilizzata in tali studi. I vermi terrestri sono organismi ormai ampiamente usati per valutare la qualità della matrice suolo: in quanto rappresentativi della macrofauna della maggior parte dei suoli, in termini sia di abbondanza che di distribuzione, e per il loro ruolo ecologico negli habitat del suolo, questi invertebrati sono specie chiave degli ecosistemi terrestri. Inoltre, per il loro comportamento e la loro fisiologia, i vermi rappresentano uno dei target principali della potenziale tossicità del suolo dal momento che sono in diretto e costante contatto con le particelle del terreno attraverso le superfici corporee sia esterne (epidermide) che interne (mucosa intestinale) ed inoltre sono in contatto sia con la fase acquosa sia con la fase solida del substrato.

Le condizioni sperimentali utilizzate in questo studio sono quelle previste dal metodo OECD (2004) applicati sui campioni oggetto di studio.

I vermi sono stati coltivati seguendo le indicazioni riportate nelle linee guida OECD (1984, 2004). Quale mezzo di allevamento è stata utilizzata una miscela di torba e stallatico. La coltivazione è stata effettuata in una camera climatica a 20 ± 1 °C. Gli animali sono stati nutriti con stallatico e farina d'avena opportunamente selezionati. Al fine di ottenere organismi sincroni, la coltivazione è stata avviata e mantenuta utilizzando cocooni. Negli esperimenti sono stati utilizzati solo individui adulti con clitello ben sviluppato, di dimensione e peso simile (da 400 a 500 mg).

Prima dell'inizio dell'incubazione i suoli sono stati reidratati aggiungendo una quantità di acqua deionizzata pari a circa il 40% della massima capacità di ritenuta idrica di ciascun suolo (OECD, 2004). Per ciascuna replica, sono stati incubati 10 vermi in 500 g di suolo posto in contenitori di vetro. Gli animali sono stati cibati all'inizio del periodo di incubazione con 5 g di farina d'avena e quindi ogni 6 giorni con 1,5 g. I contenitori sono stati posti in una camera climatica ad una temperatura di $20^\circ \pm 1^\circ$ C. Il test è stato effettuato secondo cicli controllati di luce-buio (16 h luce e 8 h buio) con illuminazione di 800 lux e per un periodo di 28 giorni. Gli animali sono stati pesati all'inizio ed al termine del periodo di incubazione.



La fase 2 (Valutazione della degradazione dei tensioattivi nei cumuli artificiali ricostituiti) ha previsto l'allestimento di cumuli modello di rocce condizionate mediante condizionamento artificiale di aliquote di terre e rocce identificate dal committente come rappresentative dei litotipi oggetti di scavo. Il committente ci ha fornito aliquote vagliate a 2 mm di FLYSH NUMIDICI e TERRAZZI MARINI che sono stati da noi porzionati in laboratorio e condizionati mediante addizione di acqua, agente condizionante, grassi, polimero e calce secondo le concentrazioni operative teoriche derivanti da uno studio tecnico fornitoci dal committente.

Sono state valutate diverse combinazioni di "condizionamento" per ciascun litotipo:

- Solo Litotipo
- Litotipo + ECO100
- Litotipo + grassi
- Litotipo + ECO100 + grassi
- Litotipo + ECO100 + grassi + polimero
- Litotipo + ECO100 + grassi + calce

I cumuli sono stati poi incubati in un apposito incubatore dedicato a temperatura e illuminazione controllata e successivamente, con cadenza settimanale, da ciascun cumulo è stata prelevata una aliquota nella quale sono stati valutati i livelli di tensioattivi indicatori precedentemente identificati nella fase 1.

La fase 3 (Valutazione della variazione temporale della tossicità dei cumuli artificiali ricostituiti) ha riguardato la valutazione del potenziale ecotossicologico dei cumuli modelli allestiti nella fase 2 mediante l'applicazione della stessa batteria di saggi utilizzata in fase 1 per la caratterizzazione dei diversi additivi. Come per la valutazione chimica della degradazione, i cumuli sono stati poi incubati in un apposito incubatore dedicato a temperatura e illuminazione controllata e successivamente, con cadenza settimanale, da ciascun cumulo sono state prelevate diverse aliquote da sottoporre all'analisi mediante organismi modello al fine di valutare la variazione complessiva della tossicità dei cumuli.



PRIMA PARTE: STUDI DOSE-RISPOSTA



FASE 1. Valutazione dei prodotti condizionanti

Nella prima parte dello studio sono stati identificati i componenti chimici dell'agente condizionante Polyfoamer ECOO 100 (MAPEI) mediante analisi della scheda tecnica dei prodotti stessi e mediante analisi qualitativa dei prodotti tal quali (analisi con cromatografia liquida / spettrometria di massa ad alta risoluzione - HPLC-FTMS - con analizzatore Orbitrap) per la valutazione del contenuto di tensioattivi.

1.1. Valutazione qualitativa del tensioattivo

La caratterizzazione chimica delle componenti del tensioattivo consegnatoci dal proponente è consistito in una analisi HPLC-FTMS secondo il metodo interno già utilizzato in altri studi analoghi. Il prodotto condizionante è stato diluito 1:5000 con acqua acidificata (0.05 % acido acetico) e analizzato direttamente con uno spettrometro di massa ad alta risoluzione LTQ Orbitrap XL Plus (Thermo Fisher), accoppiato ad un cromatografo liquido Agilent 1200, usando le seguenti condizioni:

colonna cromatografica:	Jupiter C ₁₈ , 5 µm, 300 Å, 100x0.5 mm (impaccata in laboratorio)
eluente A:	acido acetico 0.05 % (ioni negativi); acido formico 0.1 % (ioni positivi)
eluente B:	acetonitrile
flusso:	12 µL/min
gradiente:	dal 20% al 99% di B in 26 minuti
volume di iniezione:	0.2-1 µL
sorgente di ionizzazione:	DESI (micro spray, Prosofia), in modalità ioni negativi o positivi
modalità di acquisizione:	scansione completa (MS) a risoluzione 60000; scansioni MS2 in data dependent mode (DDA)
software di elaborazione:	Xcalibur 2.0.7

Nota: L'analisi HPLC-FTMS, viene eseguita su una soluzione diluita e acidificata dei campioni e quindi rileva i tensioattivi nella forma di acidi liberi. Nei campioni originali i tensioattivi sono invece presenti sotto forma di sali di sodio.



Il prodotto/agente condizionante analizzato tramite spettrometria di massa ad alta risoluzione è stato **Polyfoamer ECO100** commercializzato da MAPEI.

L'analisi ha individuato 14 tensioattivi indicatori (Figura 1a e 1b):

- **decyl hydrogen sulfate - [CH₃(CH₂)₉OSO₃H]**
- **dodecyl hydrogen sulfate (SDS) - [CH₃(CH₂)₁₁OSO₃H]**
- 2-(dodecyloxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 1 gruppo etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁OCH₂CH₂OSO₃H]
- 2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 2 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)₂OSO₃H]
- 2-(2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 3 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)₃OSO₃H]
- 2-(2-(2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 4 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)₄OSO₃H]
- 2-(2-(2-(2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 5 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)₅OSO₃H]
- 2-(2-(2-(2-(2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 6 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)₆OSO₃H]
- 2-(2-(2-(2-(2-(2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 7 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)₇OSO₃H]
- 2-(2-(2-(2-(2-(2-(2-(2-(dodecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (SDS + 8 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₁(OCH₂CH₂)₈OSO₃H]
- **tetradecyl hydrogen sulfate (STS) - [CH₃(CH₂)₁₃OSO₃H]**
- 2-(tetradecyloxy)ethyl hydrogen sulfate (STS + 1 gruppo etossi) - [CH₃(CH₂)₁₃OCH₂CH₂OSO₃H]
- 2-(2-(tetradecyloxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (STS + 2 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₃(OCH₂CH₂)₂OSO₃H]
- 2-(2-(2-(tetradecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (STS + 3 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₃(OCH₂CH₂)₃OSO₃H]
- 2-(2-(2-(2-(tetradecyloxy)ethoxy)ethoxy)ethoxy)ethyl hydrogen sulfate (STS + 4 gruppi etossi) - [CH₃(CH₂)₁₃(OCH₂CH₂)₄OSO₃H]

L'analisi qualitativa ha identificato anche la presenza di quantità trascurabili di altri tensioattivi appartenenti alla stessa famiglia dei composti indicati sopra. Si tratta di composti con catene etossiliche più lunghe, dovute al processo di polimerizzazione usato nella sintesi chimica.

Altre categorie di sostanze (tensioattivi diversi, glicoli, alcoli) non sono state evidenziate nell'analisi eseguita con HPLC-FTMS, usando sia ioni negativi che positivi.



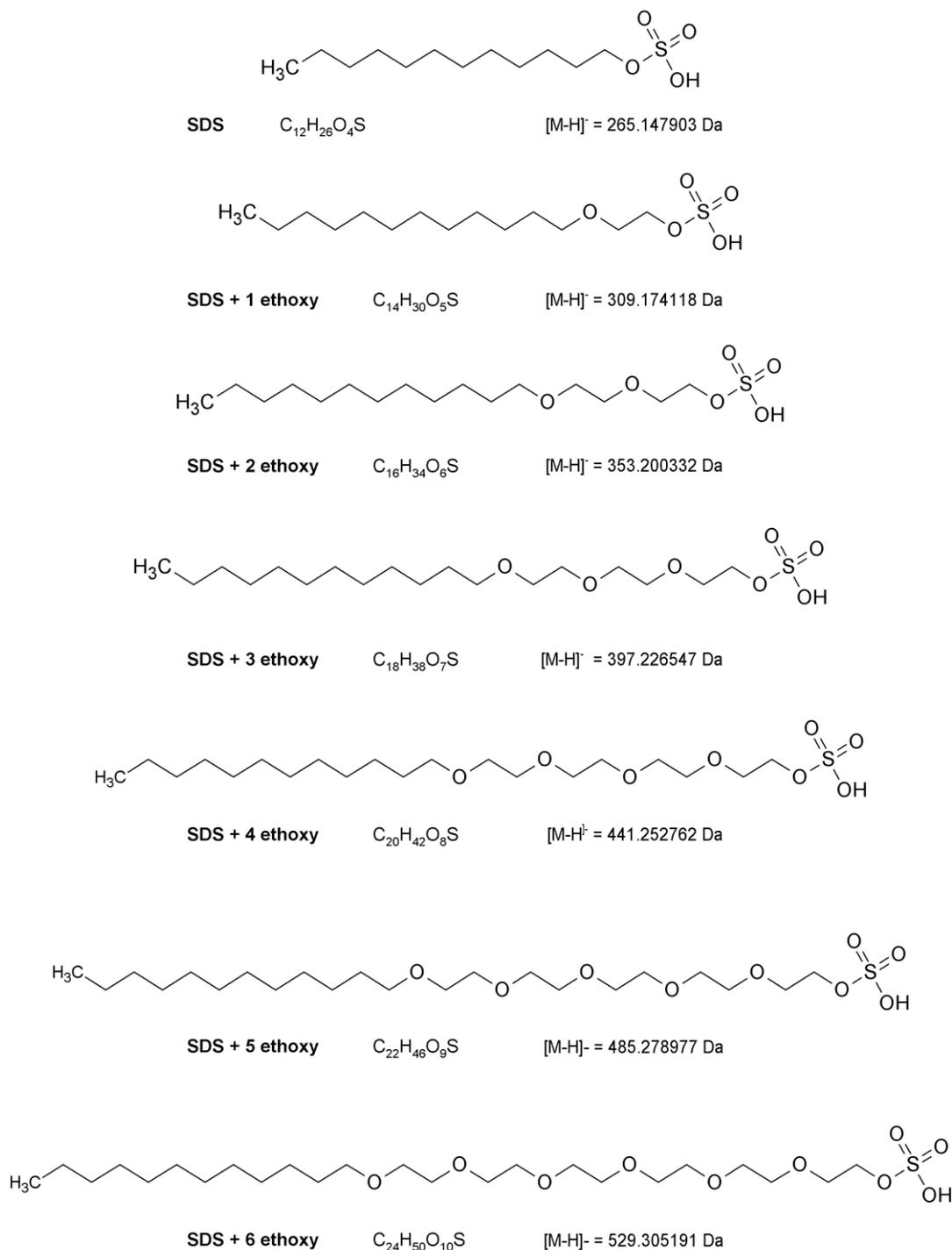
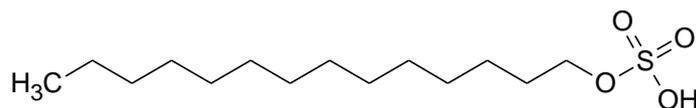
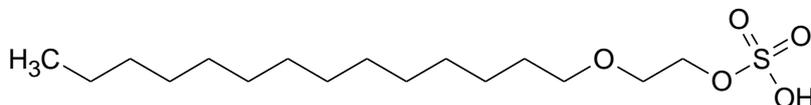


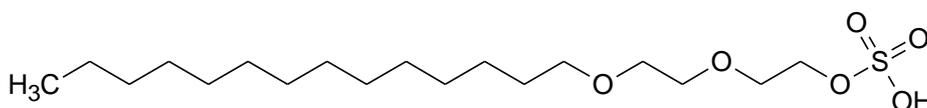
FIGURA 1a: Strutture chimiche di alcuni dei composti indicatori derivati di SDS (in forma di acidi liberi).



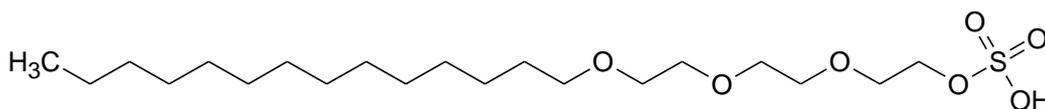
STS $C_{14}H_{30}O_4S$ $[M-H]^- = 293.179203$



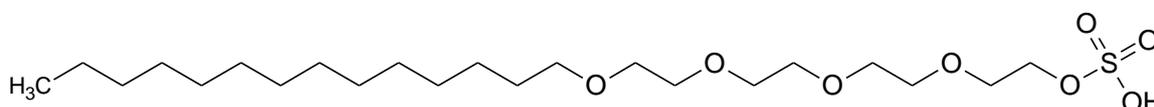
STS + 1 ethoxy $C_{16}H_{34}O_5S$ $[M-H]^- = 337.205418$



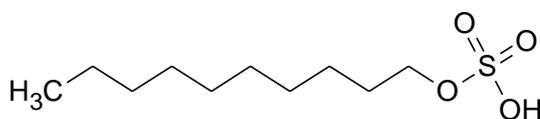
STS + 2 ethoxy $C_{18}H_{38}O_6S$ $[M-H]^- = 381.231633$



STS + 3 ethoxy $C_{20}H_{42}O_7S$ $[M-H]^- = 425.257847$



STS + 4 ethoxy $C_{22}H_{46}O_8S$ $[M-H]^- = 469.284062$



Decyl hydrogen sulfate $C_{10}H_{22}O_4S$ $[M-H]^- = 237.116603$ Da

FIGURA 1b: Strutture chimiche dei composti indicatori derivati di STS (in forma di acidi liberi) e di decyl hydrogen sulfate

Di seguito (Figura 2) sono riportati i cromatogrammi e gli spettri ESI-MS dei prodotti condizionanti e i dettagli relativi all'identificazione dei tensioattivi indicatori.

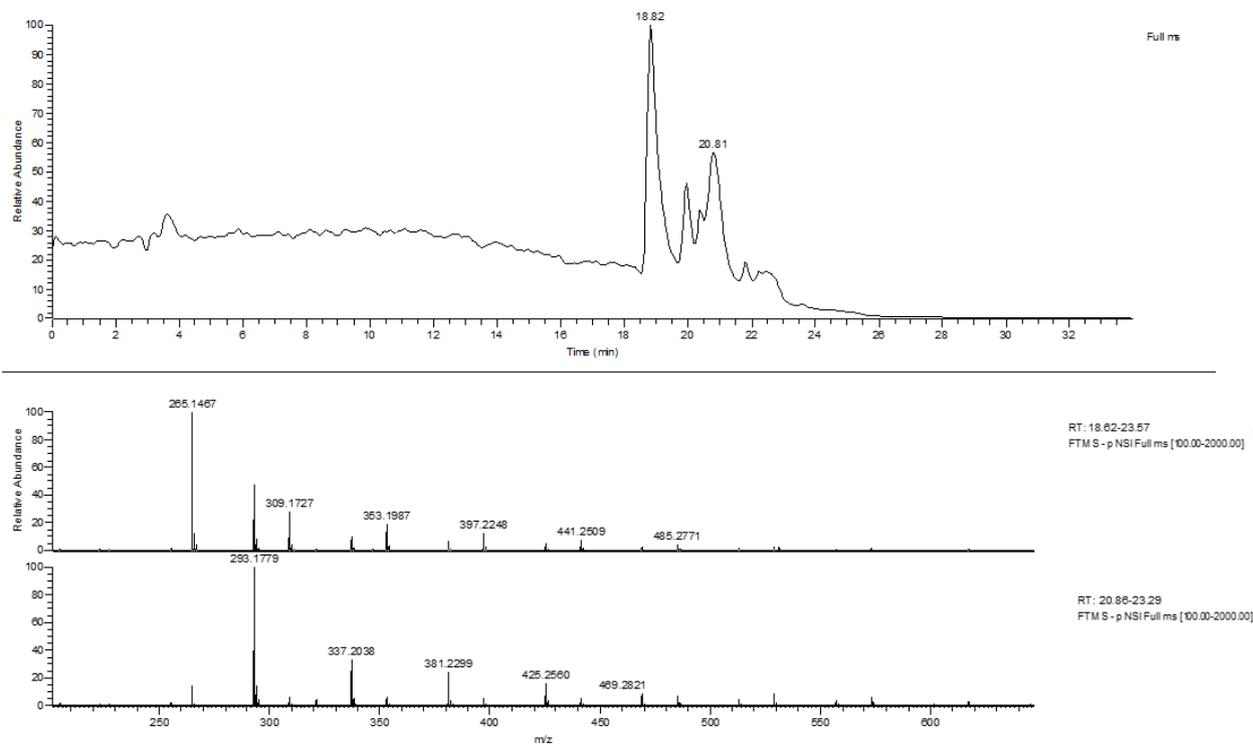


FIGURA 2: Mapei Polyfoamer ECO 100

Composti identificati	Ione pseudo molecolare (ioni negativi)
SDS	265.1479
SDS + 1 gruppo etossi	309.1741
SDS + 2 gruppi etossi	353.2003
SDS + 3 gruppi etossi	397.2265
SDS + 4 gruppi etossi	441.2528
SDS + 5 gruppi etossi	485.2790
SDS + 6 gruppi etossi	529.3052
SDS + 7 gruppi etossi	573.3314
SDS + 8 gruppi etossi	617.3576
STS	293.1792
STS + 1 gruppo etossi	337.2054
STS + 2 gruppi etossi	381.2316
STS + 3 gruppi etossi	425.2528
STS + 4 gruppi etossi	469.2841



1.2. Valutazione quantitativa del prodotto condizionante MAPEI ECO100

Sono state effettuate 3 iniezioni di Polyfoamer ECO100 per determinare il contenuto medio (% peso / volume) di tensioattivo nel prodotto condizionante.

L'analisi HPLC-FTMS ha evidenziato una composizione percentuale media di tensioattivi del $10.58 \pm 0.35\%$ per ECO 100 (Tabella 1), con fingerprints tendenzialmente sovrapponibili (Figura 3).

Composti Indicatori	ECO 100 - 1	ECO 100 - 2	ECO 100 - 3
SDS	5,11	5,12	5,21
SDS (+ 1 gruppo etossi)	3,53	3,39	3,43
SDS (+ 2 gruppi etossi)	2,52	2,79	3,01
SDS (+ 3 gruppi etossi)	1,94	2,11	2,09
SDS (+ 4 gruppi etossi)	1,25	1,42	1,46
SDS (+ 5 gruppi etossi)	0,85	0,92	0,95
SDS (+ 6 gruppi etossi)	0,54	0,62	0,60
SDS (+ 7 gruppi etossi)	0,36	0,42	0,41
SDS (+ 8 gruppi etossi)	0,27	0,29	0,28
STS	1,63	1,62	1,69
STS (+ 1 gruppo etossi)	0,86	0,94	0,96
STS (+ 2 gruppi etossi)	0,73	0,75	0,78
STS (+ 3 gruppi etossi)	0,51	0,56	0,56
STS (+ 4 gruppi etossi)	0,29	0,36	0,35
Tensioattivi totali - mg/L (diluito 1:5000)	20,4	21,3	21,8
Tensioattivi totali - g/L	101,9	106,5	108,9
Tensioattivi totali - % peso/volume	10,2	10,6	10,9
Tensioattivi totali - %peso/volume (media e STD)	10,58±0,35		
<i>Tensioattivi dichiarati nella scheda tecnica</i>	10-20%		

Tabella 1: Analisi HPLC-FTMS

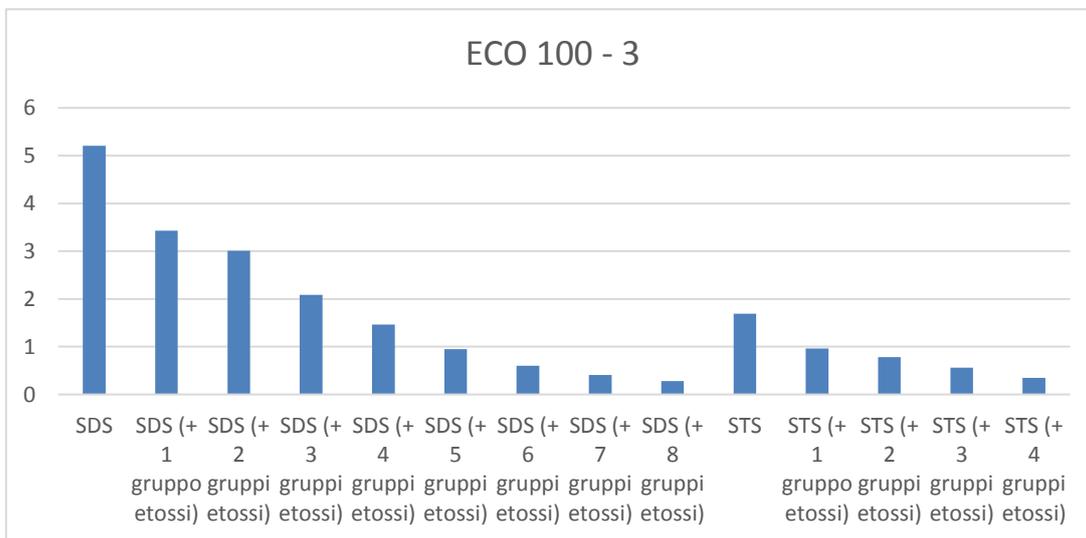
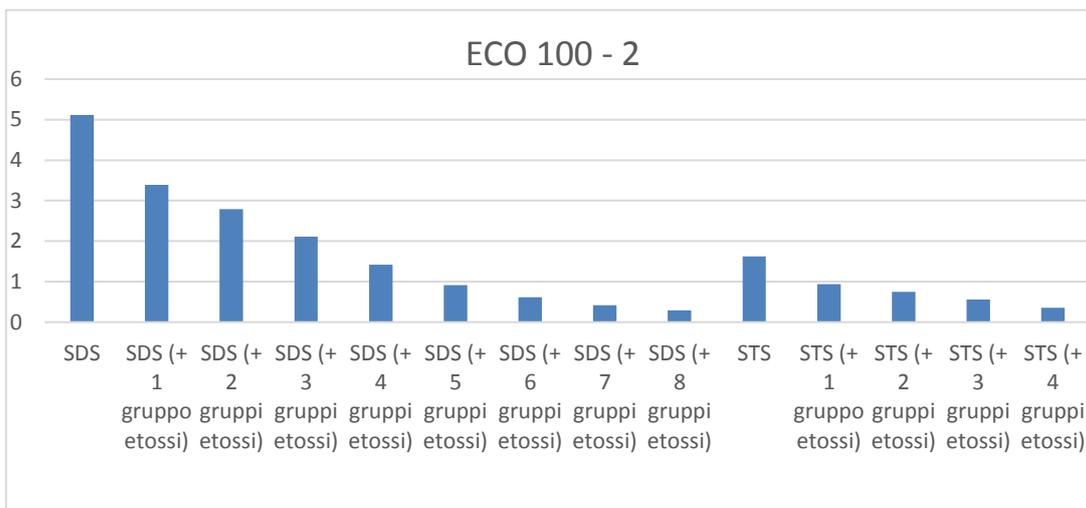
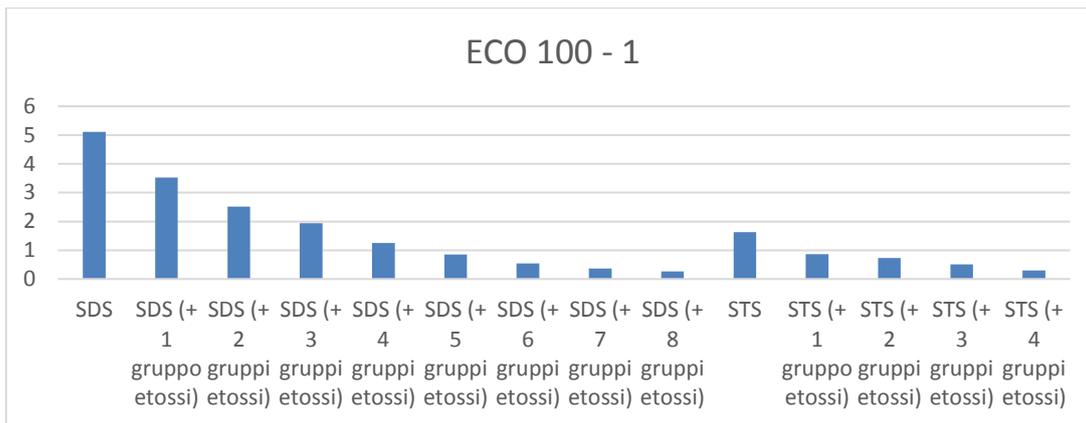


FIGURA 3: Distribuzione e composizione percentuale dei prodotti condizionanti in esame.



1.3. Valutazione della tossicità degli additivi condizionanti

Di seguito si riportano i risultati dello studio circa la tossicità dell'agente condizionante, dei polimeri e dei grassi diversi agenti condizionanti mediante modelli biologici rappresentativi dei diversi livelli trofici. Sono stati analizzati i seguenti additivi:

tensioattivo MAPEI ECO100

polimero MAPEI SV

Grassi HBW e EP2.



- **RISULTATI INERENTI A MAPEI ECO100 (agente condizionante)**
 - TEST DI FITOTOSSICITA'

Per il test di fitotossicità inerente a MAPEI ECO100, concentrazioni crescenti di agente condizionante sono state addizionate al suolo standard OECD non contaminato mediante soluzione acquosa. I terreni così condizionati sono stati poi stesi nella piastra petri, ricoperti con il filtro umido e successivamente 10 semi per ciascuna petri sono stati depositati sulla superficie del filtro. Sono state testate concentrazioni da 0 a 20 grammi di agente condizionante per kg di suolo.

Si riportano i risultati del saggio di fitotossicità con i semi di crescione (*Lepidium sativum*) (Fig. 4).

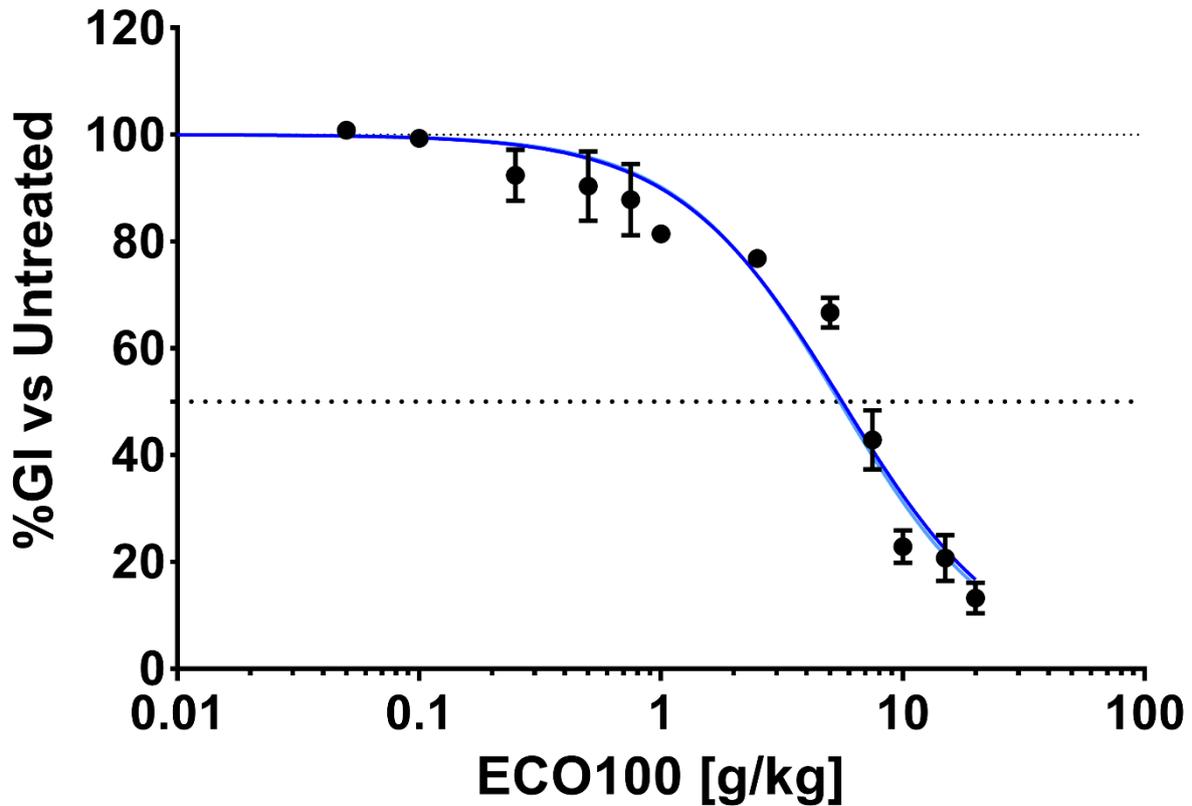


FIGURA 4: Curva concentrazione-risposta relativa al test di fitotossicità di ECO100

Determinazione della IC50 basata sul parametro GI%: 5.62 g/kg [4.836 – 6.532]

[non linear regression $R^2 = 0.9578$].

Determinazione della NOAEC basata sul parametro GI% mediante analisi statistica (Fig. 5). La dose di non effetto viene stabilita mediante analisi statistica comparativa tra il GI% ottenuto nei semi



controllo e il GI% relativo ai semi esposti a concentrazioni crescenti di ECO100 nel suolo OECD (Fig. 5).

L'analisi statistica applicata è una one-way Anova accoppiata al post hoc test di Dunnett. Gli asterischi indicano i livelli di significatività statistica.

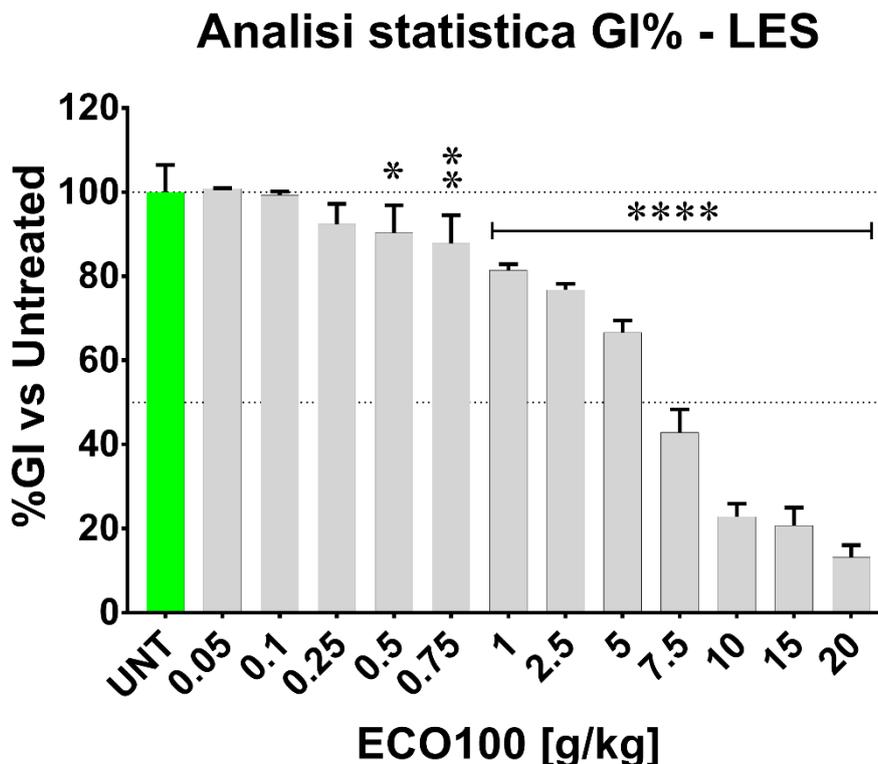


FIGURA 5: Analisi statistica del test di fitotossicità (ANOVA + Dunnett post hoc test, * < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001, **** p < 0.0001).

Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), i semi esposti a concentrazioni superiori a **0.25 g/kg** risultano statisticamente differenti dal non trattato.

La determinazione della NOAEC è stata condotta anche considerando i criteri proposti dalla linea guida di Martignon (2009) che prevede come limite di non tossicità una variazione (inibizione) massima del 20%.

Nella tabella 2 si riportano i risultati del saggio di fitotossicità con crescita



Toxicant	MAPEI Polyfoamer ECO100
Fitotossicità con crescita – 72h IC50	5.62 g/kg [4.836 – 6.532]
Fitotossicità con crescita – 72h NOAEC statistico	0.25 g/kg
Fitotossicità con crescita – 72h NOAEC score [<20%]	1 g/kg

Tabella 2: Risultati dello studio di fitotossicità del prodotto ECO100

TEST DI TOSSICITA' ACQUATICA con *D. magna*

Per il test di tossicità acquatica inerente a MAPEI ECO100, concentrazione crescenti di agente condizionante sono state addizionate all'acqua standard ISO non contaminata.

Le daphnie neonate (con meno di 24 ore di età) sono state trasferite nelle piastre multipozzetto contenenti le soluzioni di prodotto condizionante e incubate per 24 e 48 ore in condizioni standard (20°C e assenza di luce)

Sono state testate concentrazioni da 0 a 120 milligrammi di agente condizionante per litro di acqua standard.

Si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con *Daphnia magna* (Fig. 6).

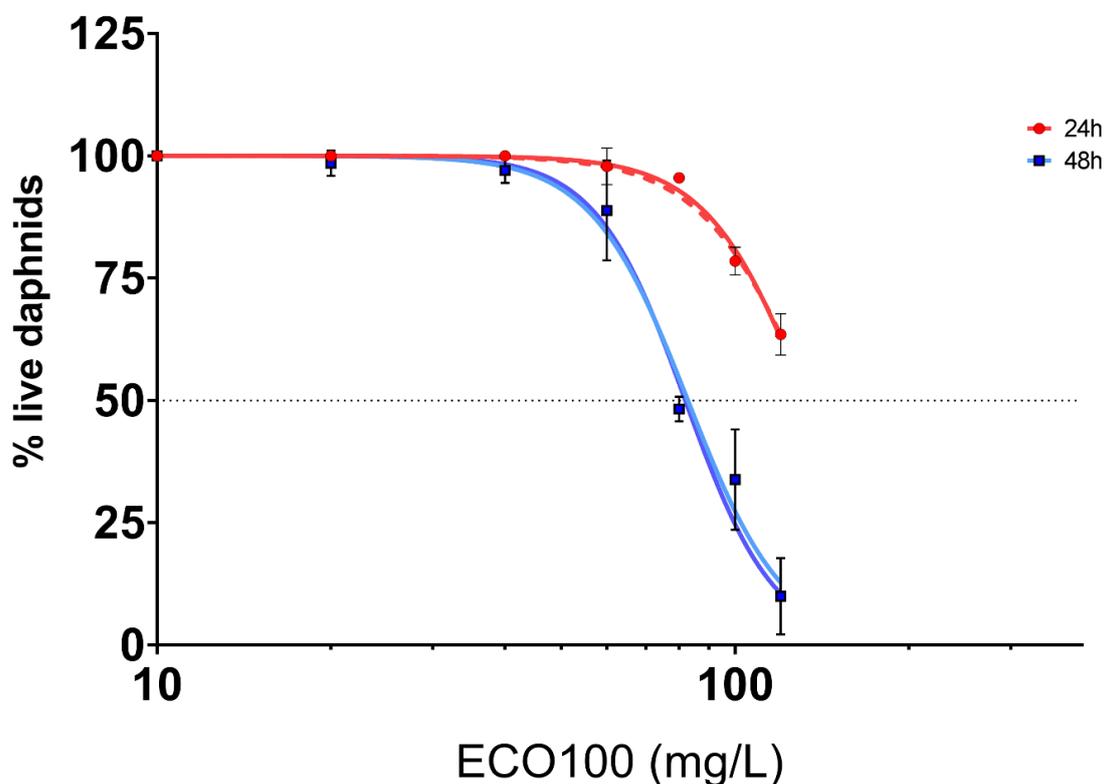


FIGURA 6: Curve concentrazione-risposta a 24h e 48h relativa al test di tossicità acquatica di ECO100

Determinazione della IC50 basata sul parametro "sopravvivenza":

24h: 132.9 mg/L [128-138] [non linear regression R square 0.9677]

48h: 82.87 mg/L [79.22-86.69] [non linear regression R square 0.9634]

Determinazione della NOAEC basata sul parametro sopravvivenza (Fig. 7). La dose di non effetto viene stabilita mediante analisi statistica comparativa tra la sopravvivenza% dei daphnidi controllo e la sopravvivenza% relativa dei daphnidi esposti a concentrazioni crescenti di ECO100 nel medium standard (Fig. 5).

L'analisi statistica applicata è una one-way Anova accoppiata al post hoc test di Dunnett. Gli asterischi indicano i livelli di significatività statistica.

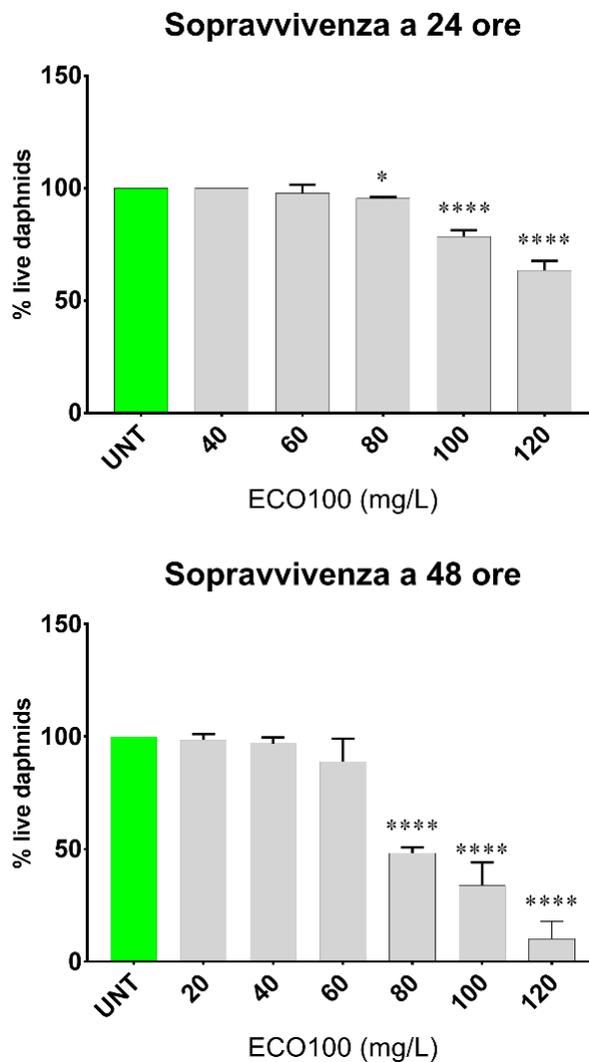


FIGURA 7: Analisi statistica del test di tossicità acquatica (ANOVA + Dunnett post hoc test, * < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001, **** p < 0.0001).



Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le daphnie esposte dopo 24 ore a concentrazioni superiori a 60 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.

Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le daphnie esposte dopo 48 ore a concentrazioni superiori a 60 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.

La determinazione della NOAEC è stata effettuata anche considerando ACCETTABILE una variazione della mobilità dei daphnidi massima del 10%, considerando i criteri di accettabilità previsti dalle linee guida ISO/OECD che suggeriscono come una variazione del 10% sia ritenuta comunque paragonabile al controllo.

Nella tabella 3 si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con *D. magna*.

Toxicant	ECO100
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h IC50	82.87 mg/L [79.22-86.69]
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC statistico	60 mg/L
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC (<10%)	60 mg/L

Tabella 3: Risultati dello studio di tossicità acquatica del prodotto ECO100 con *D. magna*.



TEST DI TOSSICITA' ACQUATICA con *R. subcapitata*

Per il test di tossicità acquatica inerente a MAPEI ECO100, concentrazioni crescenti di agente condizionante sono state addizionate all'acqua standard ISO non contaminata.

Le alghe, prelevate dalla coltura in continuo, sono state trasferite nelle piastre multipozzetto contenenti le soluzioni di prodotto condizionante e incubate per 72 ore in condizioni standard (23 °C in presenza di luce).

Sono state testate concentrazioni da 0 a 200 milligrammi di agente condizionante per litro di acqua standard.

Si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con l'alga verde *R. subcapitata* (Fig. 8).

Aquatic Toxicity - Algae 72h exposure

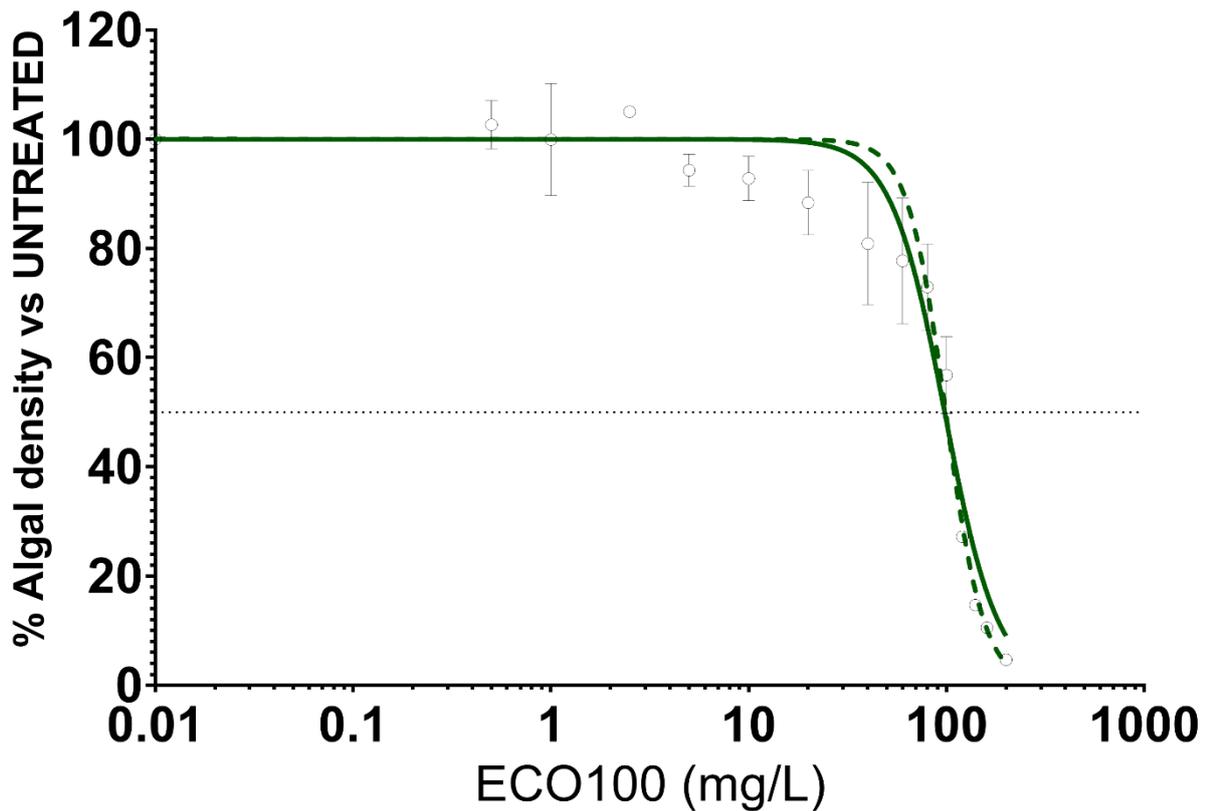


FIGURA 8: Curva concentrazione-risposta relativa al test di tossicità acquatica di ECO100



Determinazione della IC50 basata sul parametro “densità algale %” dopo 72h di esposizione:

97.89 mg/L [89.11-107.5] [non linear regression R square 0.918]

Determinazione della NOAEC basata sul parametro “densità algale” (Fig. 8). La dose di non effetto viene stabilita mediante analisi statistica comparativa tra la densità algale% del controllo e la densità algale% relativa alle alghe esposte a concentrazioni crescenti di ECO100 nel medium standard (Fig. 9). L’analisi statistica applicata è una one-way Anova accoppiata al post hoc test di Dunnett. Gli asterischi indicano i livelli di significatività statistica.

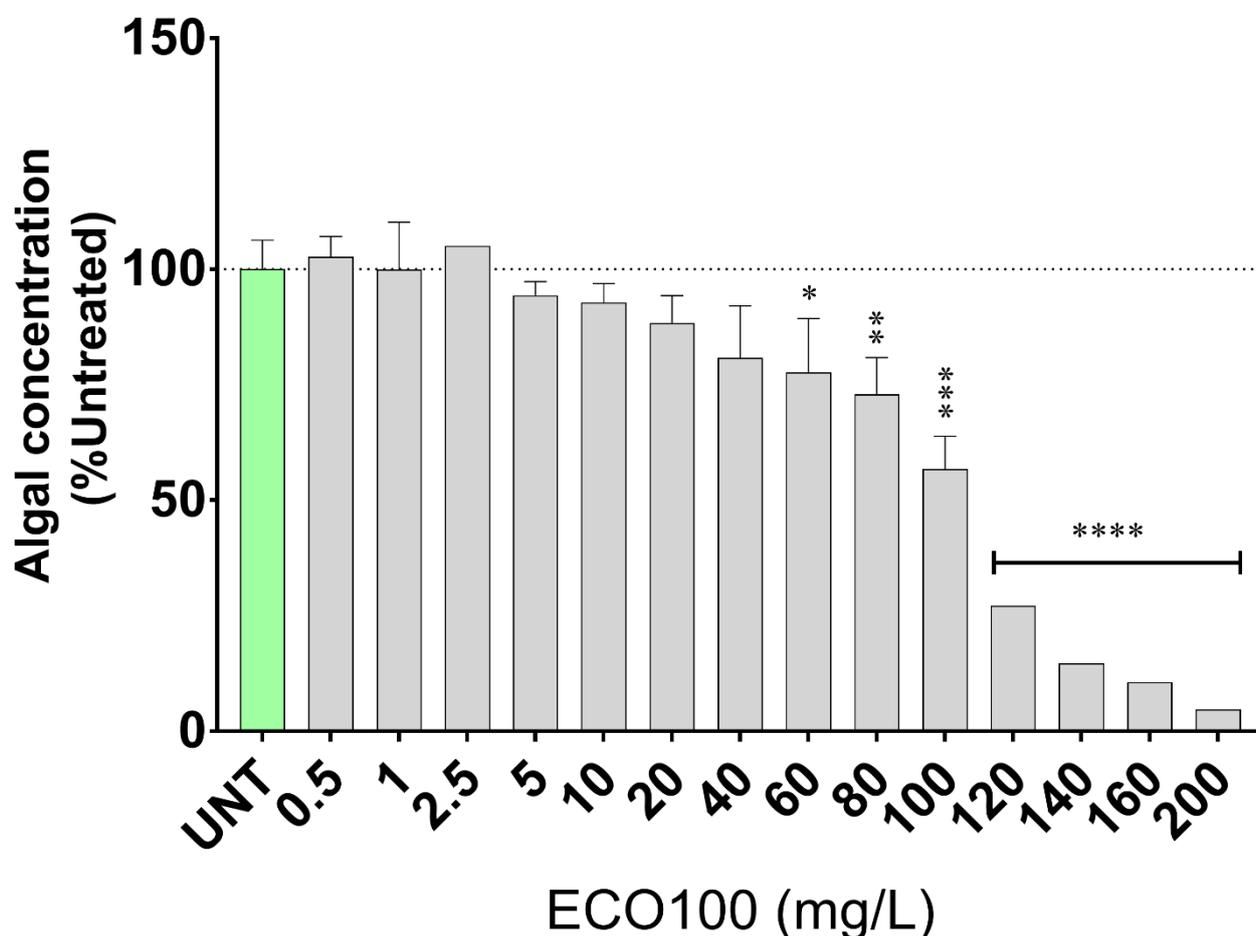


FIGURA 9: Analisi statistica del test di tossicità acquatica (ANOVA + Dunnett post hoc test, * < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001, **** p < 0.0001).

Dall’analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le alghe esposte dopo 72 ore a concentrazioni superiori a 40 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.



La determinazione della NOAEC è stata condotta anche considerando ACCETTABILE una variazione (inibizione) massima del 20%, in accordo con quanto fatto dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA).

Nella tabella 4 si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con *R. subcapitata*.

Toxicant	ECO100
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	97.89 mg/L [89.11-107.5]
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	40 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC <20%	40 mg/L

Tabella 4: Risultati dello studio di tossicità acquatica del prodotto ECO100 con *P. subcapitata*.



● **RISULTATI INERENTI A MAPEI SV (polimero in polvere)**

- **TEST DI FITOTOSSICITA'**

Per il test di fitotossicità inerente al polimero MAPEI SV concentrazione crescenti di agente condizionante sono state addizionate al suolo standard OECD non contaminato mediante soluzione acquosa del polimero. Il polimero in polvere è stato sciolto fino a 2 g/kg, concentrazione massima per generare una soluzione miscibile e maneggiabile. Tale concentrazione risulta quindi essere il limite tecnico della sperimentazione.

I terreni così condizionati sono stati poi stesi nella piastra petri, ricoperti con il filtro umido e successivamente 10 semi per ciascuna petri sono stati depositati sulla superficie del filtro.

Sono state testate concentrazioni da 0 a 2 grammi di polimero SV per kg di suolo.

Si riportano i risultati del saggio di fitotossicità con i semi di crescione (*Lepidium sativum*) (Fig. 10).

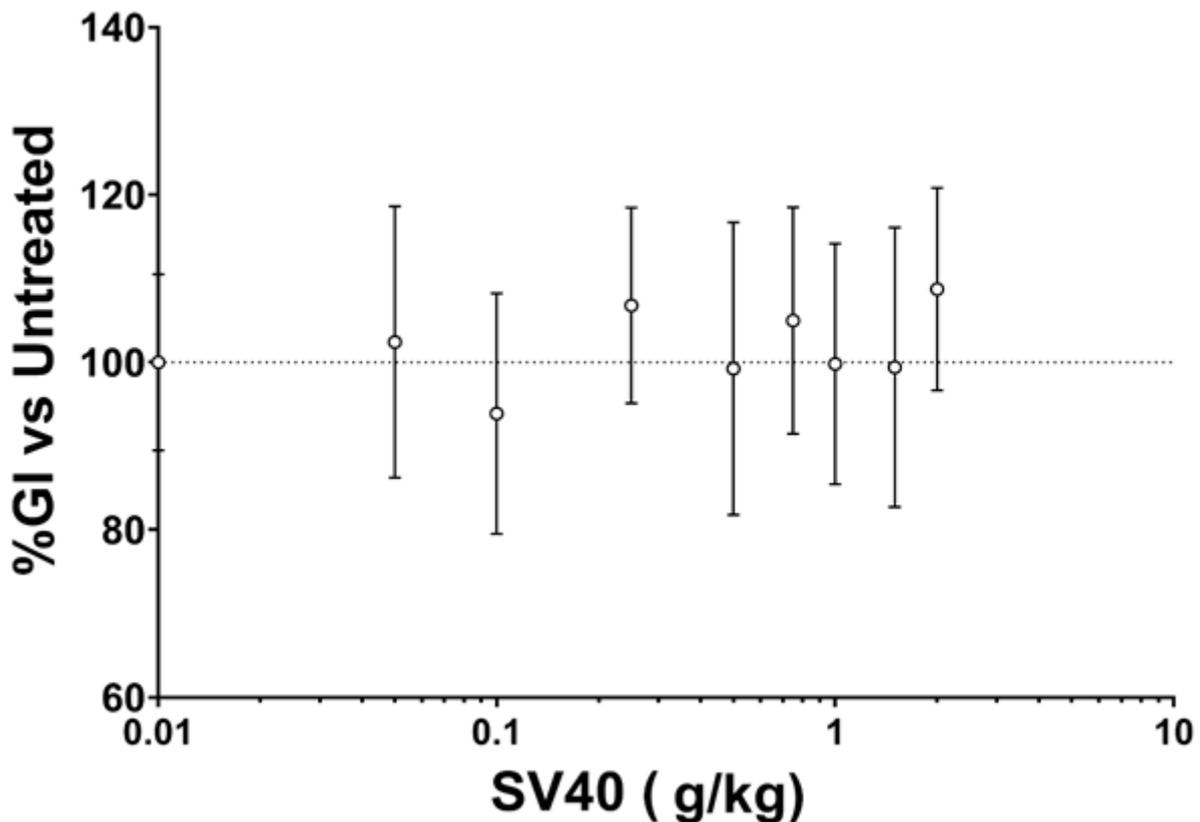


FIGURA 10: Risultati del test di fitotossicità di SV



Determinazione della IC50 basata sul parametro GI%: > 2 g/kg

Non è stato possibile testare concentrazioni superiori a 2 g di SV/kg di suolo OECD in quanto la soluzione acquosa del polimero in concentrazioni superiori a 2 g/kg risultava eccessivamente gelatinosa e difficilmente miscelabile con il suolo. L'aggiunta quindi di SV a 2 g/kg costituisce quindi il limite operativo. I semi cresciuti nel terreno addizionato con SV fino a 2 g/kg risultano paragonabili al controllo e la loro crescita non presenta segnali di tossicità. La concentrazione responsabile del 50% dell'effetto inibitorio quindi è da considerarsi superiore a 2 g/kg.

La determinazione della NOAEC basata sul parametro GI% mediante analisi statistica comparativa tra il GI% ottenuto nei semi controllo e il GI% relativo ai semi esposti a concentrazioni crescenti di SV nel suolo OECD è stata una one-way Anova accoppiata al post hoc test di Dunnett. L'analisi statistica applicata non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra esposti e controllo per cui, considerando il limite operativo, nelle nostre condizioni sperimentali la NOAEC è posta a 2 g/kg.

Nella tabella 5 si riportano i risultati del saggio di fitotossicità con crescita

Toxicant	SV
Fitotossicità con crescita – 72h IC50	> 2 g/kg
Fitotossicità con crescita – 72h NOAEC statistico	> 2 g/kg

Tabella 5: Risultati dello studio di fitotossicità del prodotto SV



TEST DI TOSSICITA' ACQUATICA con *D. magna*

Per il test di tossicità acquatica inerente a MAPEI SV è stata creata una soluzione acquosa stock del polimero in acqua standard ISO non contaminata. La soluzione è stata messa in agitazione overnight su agitatore a rulli al fine di far idratare il polimero e rendere la soluzione omogenea.

Le successive concentrazioni di trattamento sono state ottenute per diluizione della soluzione stock con acqua standard preareata.

Le daphnie neonate (con meno di 24 ore di età) sono state trasferite nelle piastre multipozzetto contenenti le soluzioni di polimero e incubate per 24 e 48 ore in condizioni standard (20°C e assenza di luce)

Sono state testate concentrazioni da 0 a 100 milligrammi di polimero per litro di acqua standard.

Si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con *Daphnia magna* (Fig. 11).

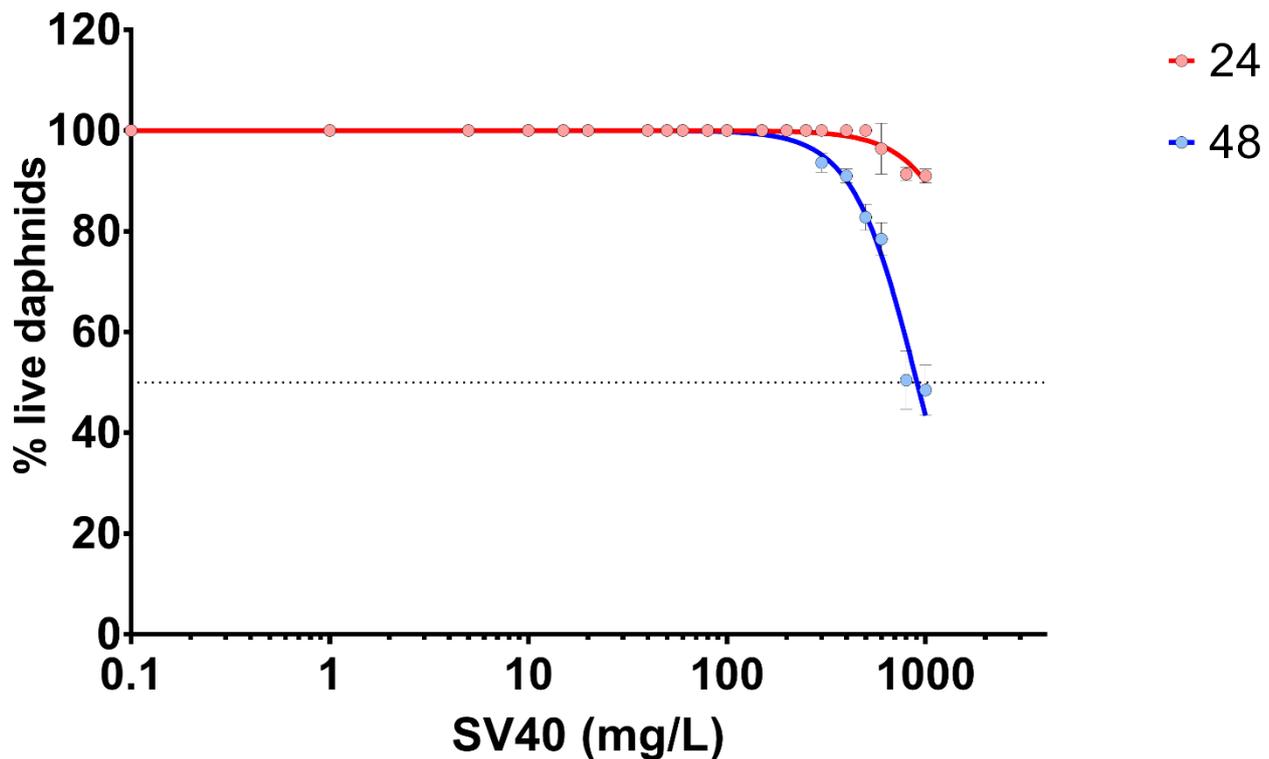


FIGURA 11: Curve concentrazione-risposta a 24 e 48h relativa al test di tossicità acquatica di SV

Determinazione della IC50 basata sul parametro "sopravvivenza":

24h: >1000 mg/L [stima 2.347 g/L, non linear regression R square 0.7811]

48h: 906.5 mg/L [882.2-933.5] [non linear regression R square 0.9633]



Determinazione della NOAEC basata sul parametro sopravvivenza (Fig. 12). La dose di non effetto viene stabilita mediante analisi statistica comparativa tra la sopravvivenza% dei daphnidi controllo e la sopravvivenza% relativa dei daphnidi esposti a concentrazioni crescenti di SV nel medium standard (Fig. 5).

L'analisi statistica applicata è una one-way Anova accoppiata al post hoc test di Dunnett. Gli asterischi indicano i livelli di significatività statistica.

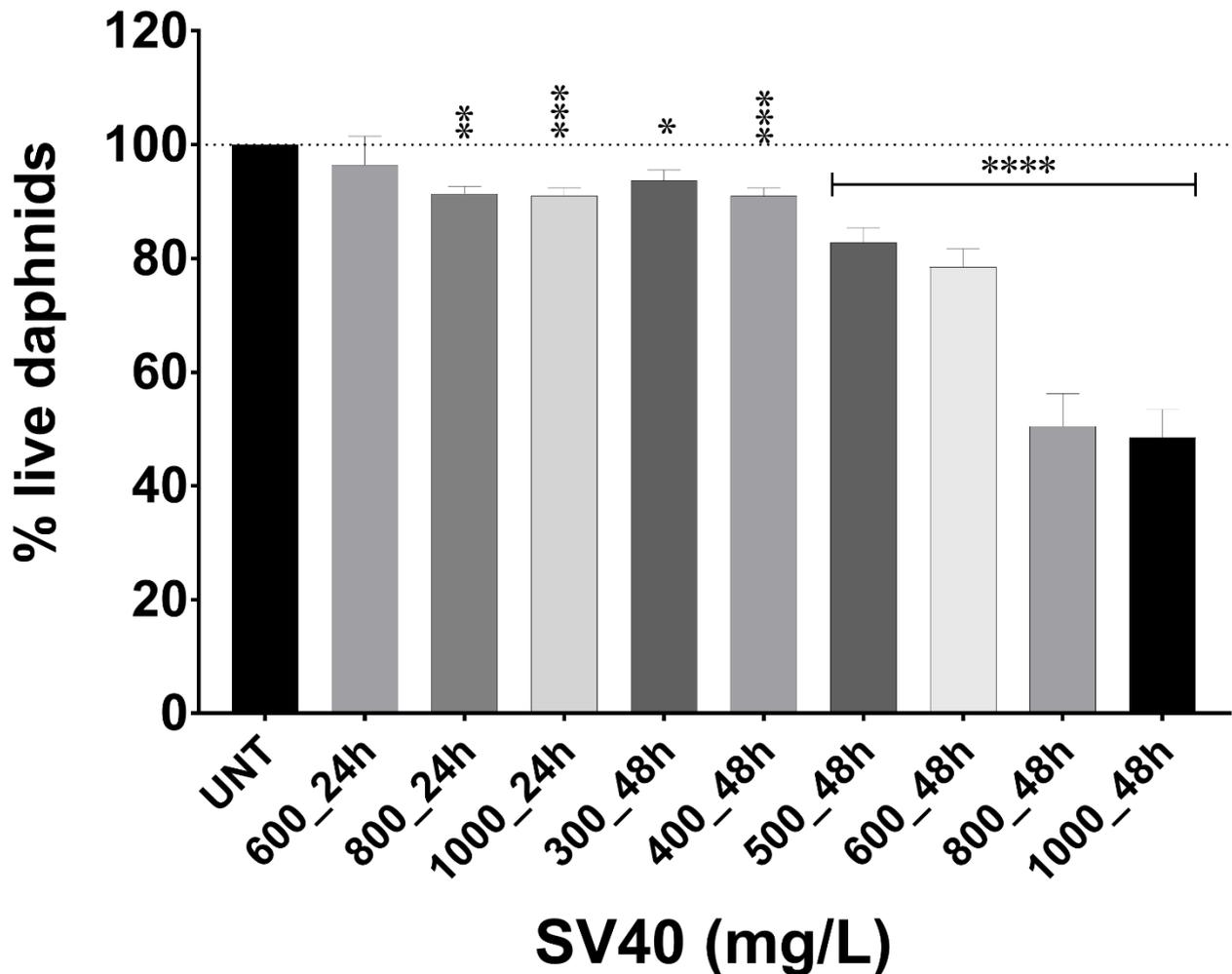


FIGURA 12: Analisi statistica del test di tossicità acquatica (ANOVA + Dunnett post hoc test, * < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001, **** p < 0.0001).

Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le daphnie esposte dopo 24 ore a concentrazioni superiori a 600 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.

Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le daphnie esposte dopo 48 ore a concentrazioni superiori a 250 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.

L'analisi della NOAEC ha considerato accettabile anche una variazione del 10% come precedentemente descritto.

Nella tabella 6 si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con *D. magna*

Toxicant	SV
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h IC50	906.5 mg/L [882.2-933.5]
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC statistico	250 mg/L
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC (<10%)	400 mg/L

Tabella 6: Risultati dello studio di tossicità acquatica del prodotto SV con *D. magna*.

TEST DI TOSSICITA' ACQUATICA con *R. subcapitata*

Per il test di tossicità algale inerente a MAPEI SV è stata creata una soluzione acquosa stock del polimero in acqua standard non contaminata. La soluzione è stata messa in agitazione overnight su agitatore a rulli al fine di far idratare il polimero e rendere la soluzione omogenea.

Le successive concentrazioni di trattamento sono state ottenute per diluizione della soluzione stock con acqua standard preareata.

Le alghe, prelevate dalla coltura in continuo, sono state trasferite nelle piastre multipozzetto contenenti le soluzioni di prodotto condizionante e incubate per 72 ore in condizioni standard (23 °C in presenza di luce).

Sono state testate concentrazioni da 0 a 5000 milligrammi di agente condizionante per litro di acqua standard.

Si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con l'alga verde *R. subcapitata* (Fig. 13).



Algal growth after 72h hours exposure to SV40

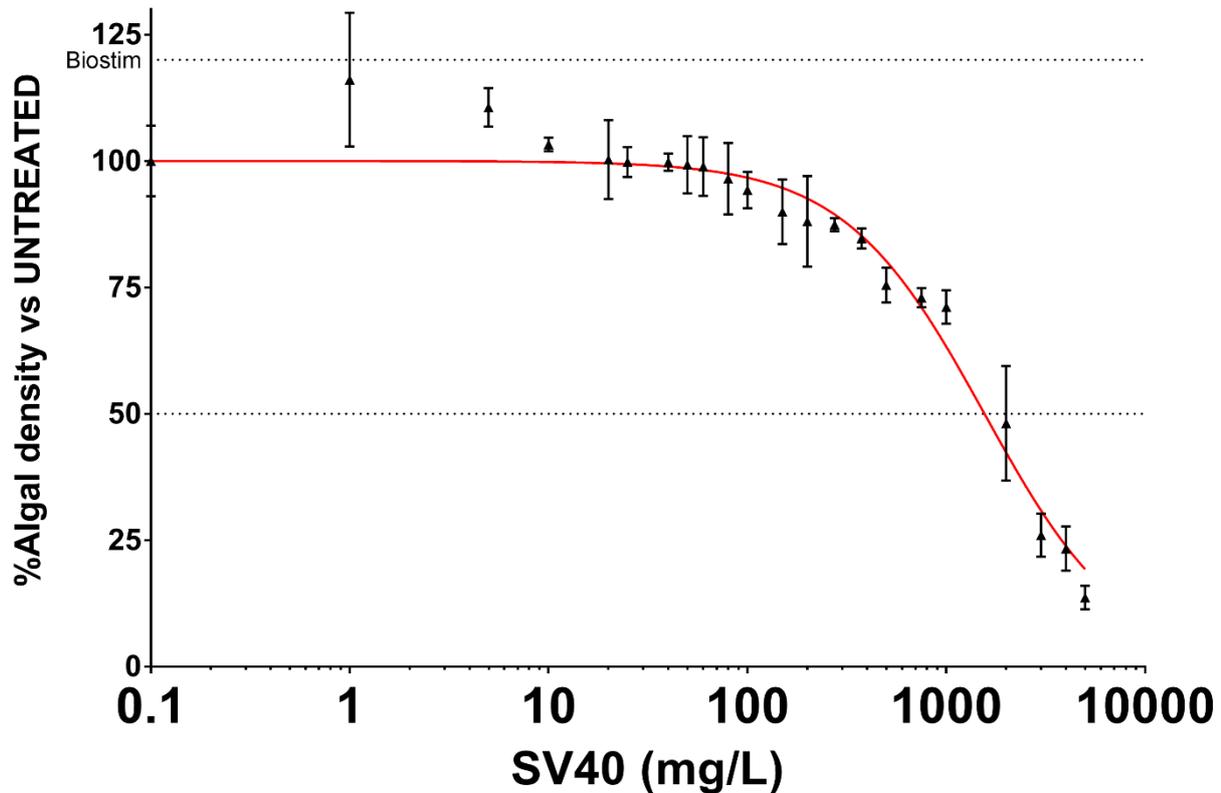


FIGURA 13: Curva concentrazione-risposta relativa al test di tossicità acquatica di SV con alga

Determinazione della IC50 basata sul parametro “densità algale %” dopo 72h di esposizione:
1557 mg/L [1415-1715] [non linear regression R square 0.932]

Determinazione della NOAEC basata sul parametro “densità algale” (Fig. 14): La dose di non effetto viene stabilita mediante analisi statistica comparativa tra la densità algale% del controllo e la densità algale% relativa alle alghe esposte a concentrazioni crescenti di SV nel medium standard (Fig. 14).

L’analisi statistica applicata è una one-way Anova accoppiata al post hoc test di Dunnett.

Gli asterischi indicano i livelli di significatività statistica.



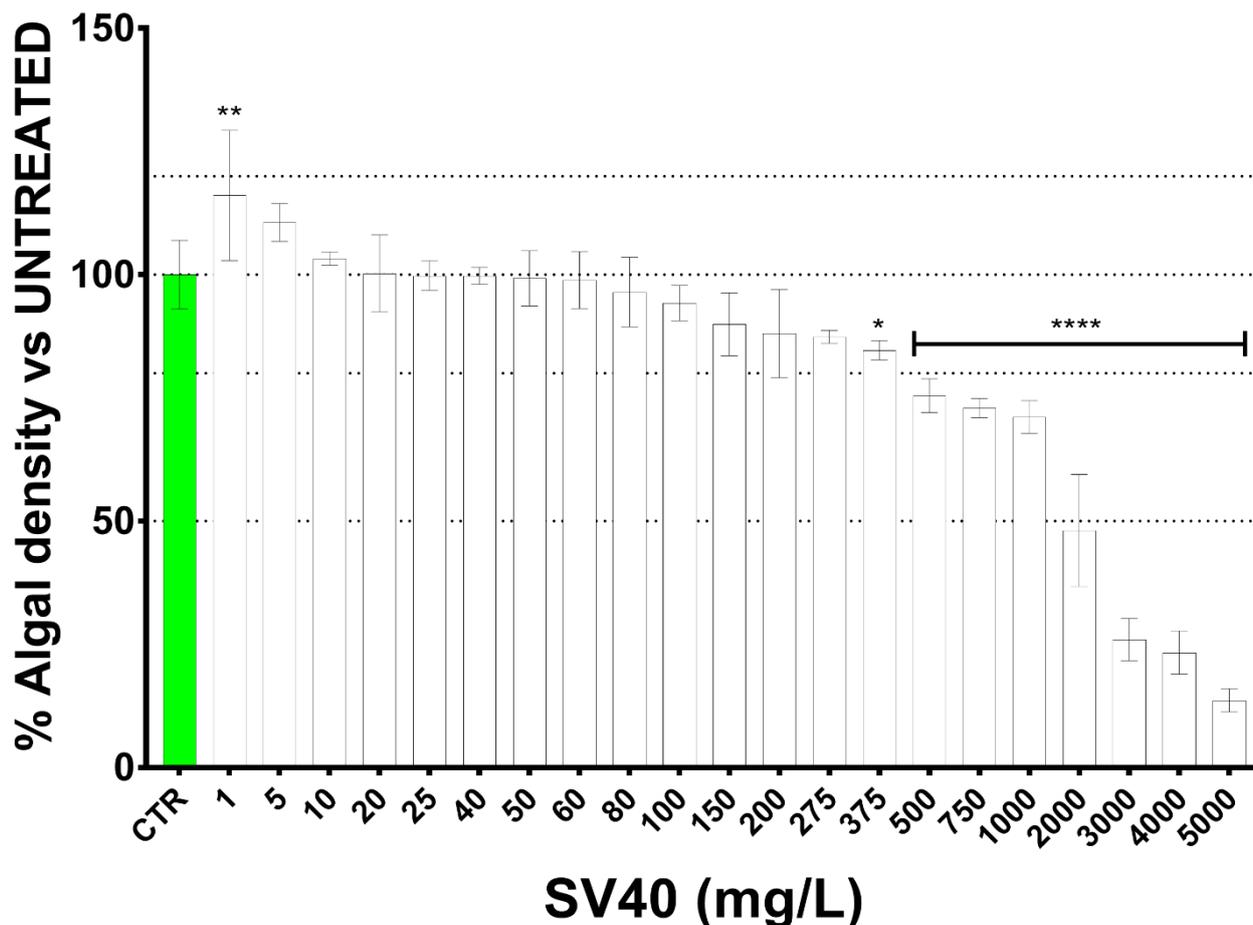


FIGURA 14: Analisi statistica del test di tossicità acquatica algale per SV (ANOVA + Dunnett post hoc test, * < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001, **** p < 0.0001)

Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le alghe esposte dopo 72 ore a concentrazioni superiori a 275 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.

La NOAEC stabilita considerando come accettabile una variazione massima del 20% rispetto al controllo (come precedentemente descritto) invece è pari a 375 mg/L.

Nella tabella 7 si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con *R. subcapitata*.

Toxicant	SV
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	1557 [1415-1715]
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	275 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC <20%	375 mg/L

Tabella 7: Risultati dello studio di tossicità acquatica del prodotto SV con *P. subcapitata*.



RISULTATI INERENTI A HBW e EP2 (grassi)

I grassi HBE e EP2, forniti dal cantiere, sono la componente minoritaria della miscela di scavo.

I due prodotti risultano molto pastosi, insolubili in acqua e difficilmente miscelabili con i substrati standard dei test. Pertanto la valutazione della tossicità acquatica è stata condotta mediante test algali, organismo risultato più sensibile.

La valutazione della tossicità di questi prodotti è stata valutata mediante saggio algale, testando la Water Accomodated Fraction di ciascun prodotto ovvero una soluzione nella quale sono presenti le componenti idrosolubili o rilasciate nel medium in seguito a scambi ed equilibri tra prodotto e solvente. La procedura è descritta nella OECD guidance 23 “guidance document on aquatic toxicity testing of difficult substances and mixtures” del 2000.

Per ciascun grasso, è stata preparata una soluzione WAF pari a 500 mg/L pesando in apposito contenitore 5 mg di grasso e aggiungendo 10 ml di acqua artificiale per il saggio algale. La sospensione è stata poi sonicata per 1 ora a temperatura ambiente e lasciata in agitazione overnight su agitatore a rullo.

Successivamente, la sospensione è stata centrifugata (500 rpm, 5 minuti) e il surnatante è stato prelevato, areato e utilizzato per il test.

- TEST DI TOSSICITA' ACQUATICA con *R. subcapitata*

Per il test di tossicità algale inerente ai due grassi HBE e EP2, una aliquota di ciascun grasso è stata prelevata e pesata e trasferita in tubo da centrifuga. Successivamente in ciascun tubo è stato addizionato il volume di acqua standard necessario per generare una sospensione di 500 mg/L.

La sospensione è stata poi sonicata per 1 ora a temperatura ambiente e lasciata in agitazione overnight su agitatore a rullo.

Successivamente, la sospensione è stata centrifugata (500 rpm, 5 minuti) e il surnatante è stato prelevato, areato e utilizzato per il test.

Le successive concentrazioni di trattamento sono state ottenute per diluizione della soluzione WAF con acqua standard preareata.

Le alghe, prelevate dalla coltura in continuo, sono state trasferite nelle piastre multipozzetto contenenti le soluzioni di prodotto condizionante e incubate per 72 ore in condizioni standard (23 °C in presenza di luce).

Sono state testate concentrazioni da 0 a 500 milligrammi di ciascun grasso per litro di acqua standard.

Si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con l'alga verde *R. subcapitata* (Fig. 15).

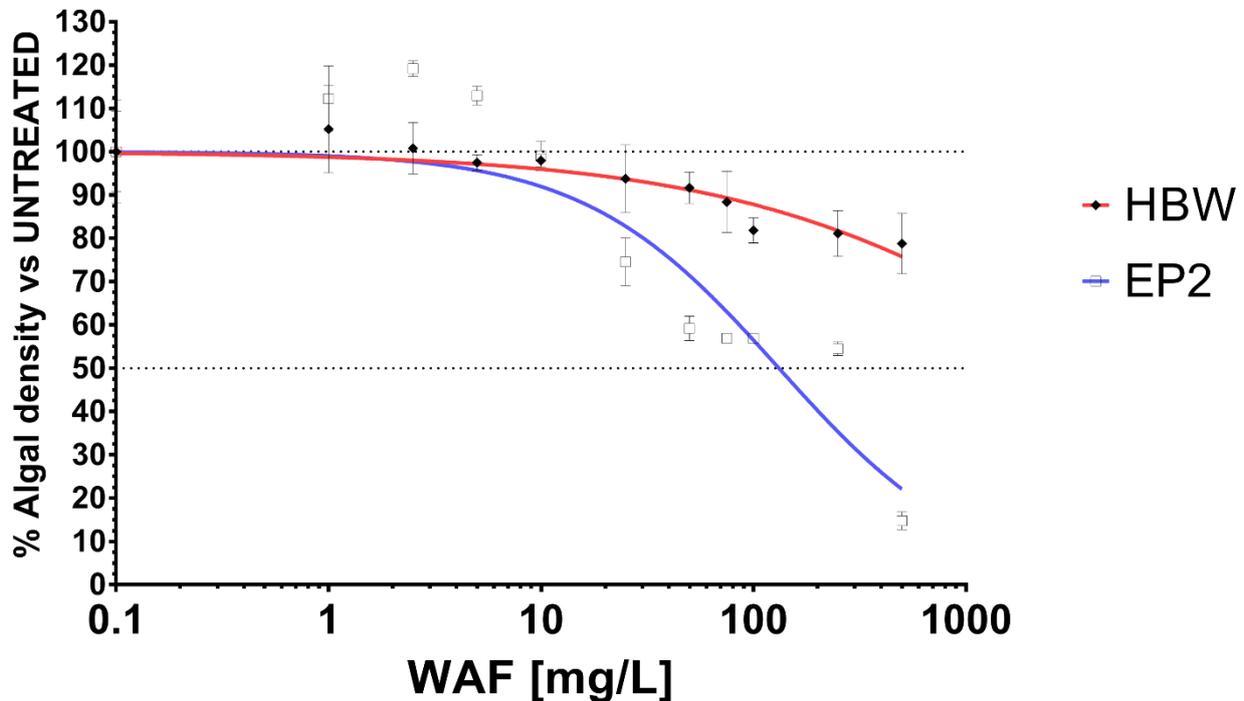


FIGURA 15: Curva concentrazione-risposta relativa al test di tossicità di HBE e EP2

Determinazione della IC50 basata sul parametro densità algale%:

HBW: >500 mg/L [stima 4.507 g/L, non linear regressi R^2 0.6185]

EP2: 131.7 mg/L [non linear regressi R^2 0.8302]

Determinazione della NOAEC basata sul parametro "densità algale%" mediante analisi statistica (Fig. 16). La dose di non effetto viene stabilita mediante analisi statistica comparativa tra la "densità algale%" nelle alghe controllo e la "densità algale%" relativa alle alghe esposte a concentrazioni crescenti dei grassi nell'acqua artificiale.

L'analisi statistica applicata è una one-way Anova accoppiata al post hoc test di Dunnett.

Gli asterischi indicano i livelli di significatività statistica.



Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le alghe esposte a concentrazioni di HBW superiori a 75 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.

Dall'analisi statistica (one-way ANOVA, Dunnett post hoc test), le alghe esposte a concentrazioni di EP2 superiori a 10 mg/L risultano statisticamente differenti dal non trattato.

Si verificano inoltre differenze statistiche anche alle concentrazioni 2.5 e 5 mg/L, nelle quali la crescita algale è superiore al controllo ma con valori non sufficienti a giustificare un fenomeno di biostimolazione o ormesi.

Come in precedenza, la NOAEC è stata determinata anche considerando ACCETTABILE una variazione massima del 20% rispetto al controllo.

Nella tabella 8 si riportano i risultati del saggio di tossicità acquatica con l'alga verde

Toxicant	HBW
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	>500 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	75 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC <20%	250 mg/L

Toxicant	EP2
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	131.7 mg/L [94,86 - 190,1]
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	10 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC <20%	10 mg/L

Tabella 8: Risultati dello studio di tossicità dei grassi con alga

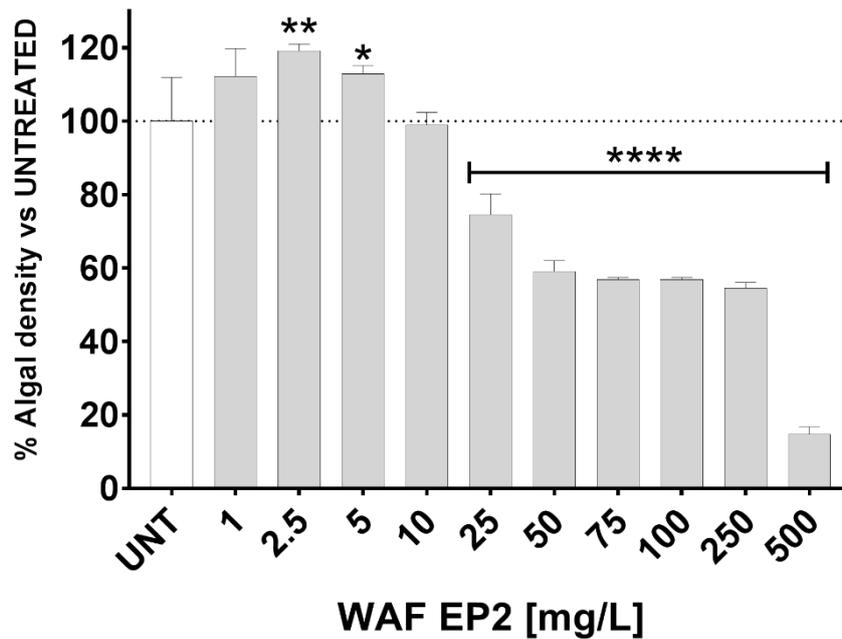
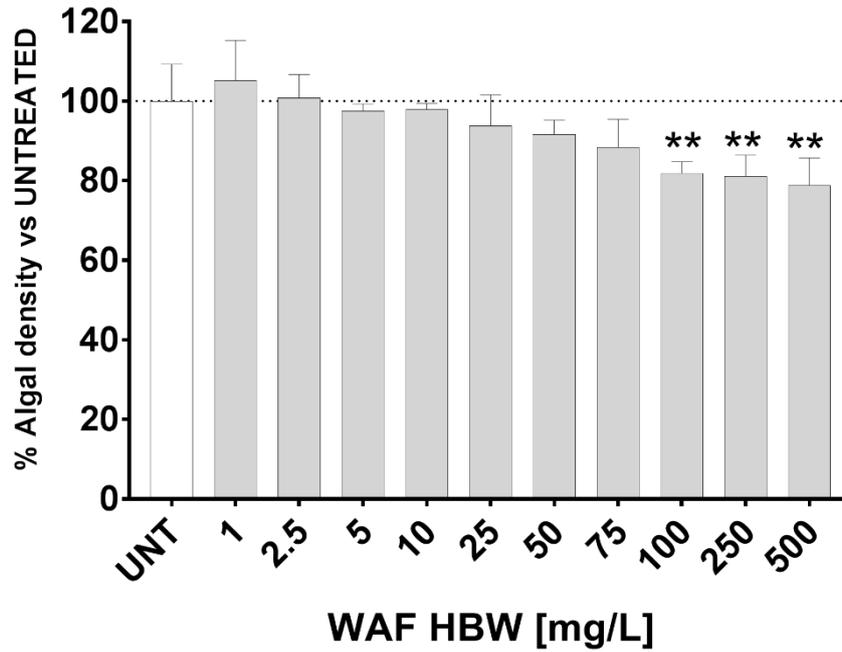


FIGURA 16: Analisi statistica del test di tossicità algale dei grassi (ANOVA + Dunnett post hoc test, * <math>p < 0.05</math>, ** <math>p < 0.01</math>, *** <math>p < 0.001</math>, **** <math>p < 0.0001</math>)

Di seguito si riporta il quadro riassuntivo delle sperimentazione di fase 1 del presente studio. Per ciascun additivo analizzato sono riportate le concentrazioni di interesse ecotossicologico risultanti dal testing dei singoli prodotti.



QUADRO RIASSUNTO DELLE SPERIMENTAZIONI CONCENTRAZIONI-RISPOSTA

Additivo	Agente condizionante ECO100
Fitotossicità con crescita – 72h IC50	5.62 g/kg [4.836 – 6.532]
Fitotossicità con crescita – 72h NOAEC statistico	0.25 g/kg
Fitotossicità con crescita – 72h NOAEC score [$<20\%$] [°]	1 g/kg
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h IC50	82.87 mg/L [79.22-86.69]
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC statistico	60 mg/L
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC ($<10\%$)*	60 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	97.89 mg/L [89.11-107.5]
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	40 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC $<20\%$ [#]	40 mg/L

Additivo	Polimero SV
Fitotossicità con crescita – 72h IC50	>2 g/kg
Fitotossicità con crescita – 72h NOAEC statistico	2 g/kg
Fitotossicità con crescita – 72h NOAEC score [$<20\%$] [°]	2 g/kg
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h IC50	906.5 mg/L [882.2-932.5]
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC statistico	250 mg/L
Tossicità acquatica con <i>D. magna</i> – 48h NOAEC ($<10\%$)*	400 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	1557 mg/L [1415-1715]
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	275 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC $<20\%$ [#]	375 mg/L

Additivo	Grasso HBW
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	>500 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	75 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC $<20\%$ [#]	250 mg/L
Additivo	Grasso EP2
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h IC50 (densità algale)	131.7 mg/L [94,86 - 190,1]
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC statistico	10 mg/L
Tossicità acquatica con <i>R. subcapitata</i> – 72h NOAEC $<20\%$ [#]	10 mg/L

[°] Variazione massima considerata accettabile/paragonabile al controllo da Martignon (2009)

* Variazione considerata paragonabile al controllo dalle linee guida OECD e ISO

[#] Variazione considerata accettabile dalle agenzie ARPA



CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI OPERATIVE e ATTESE E LE CONCENTRAZIONI TOSSICOLOGICHE.

- TENSIOATTIVO ECO100

Considerando la totale cessione del tensioattivo alla matrice acquosa, al tempo zero, negli elutriati dei cumuli (ipotizzando un rapporto 1:4 come da linea guida ANPA)

Litotipo	Valore atteso agente condizionante	NOAEC alghe	NOAEC daphnia	IC50 alga	IC50 daphnia
FLYSH N.	147.5 mg/L	40 mg/L	60 mg/L	97.89 mg/L	82.87 mg/L
TERRAZZI M.	95 mg/L				

Nei cumuli

Litotipo	Valore atteso agente condizionante	NOAEC fito	IC50 fito
FLYSH N.	590 mg/kg	250 mg/kg	5620 mg/kg
TERRAZZI M.	380 mg/kg		

Di seguito si riportano le concentrazioni riscontrabili nei cumuli e quelli ammissibili dai test con organismi acquatici e ricondotti alle concentrazioni di partenza nei cumuli e considerando la totale cessione dell'agente condizionante all'elutriato.

Litotipo	Valore atteso agente condizionante	NOAEC alghe	NOAEC daphnia	IC50 alga	IC50 daphnia
FLYSH N.	590 mg/kg	160 mg/kg	240 mg/kg	391.6 mg/kg	331.5 mg/kg
TERRAZZI M.	380 mg/kg				

Il confronto tra la concentrazione al tempo 0 di ECO100 ipotizzabile negli elutriato 1:4 e i valori tossicologici relativi ai saggi acquatici mostra che:

- Il contenuto di agente condizionante negli elutriati dei FLYSH è superiore alle dosi di non effetto (NOAEC);
- Il contenuto di agente condizionante negli elutriati dei FLYSH è superiore alle dosi di effetto (EC50);
- Il contenuto di agente condizionante negli elutriati dei TERRAZZI è superiore alle dosi di non effetto (NOAEC);
- Il contenuto di agente condizionante negli elutriati dei TERRAZZI è superiore alle dosi di effetto (EC50);

Il confronto tra la concentrazione al tempo 0 di ECO100 nei cumuli e i valori tossicologici relativi al saggio di fitotossicità mostra che:

- il contenuto di agente condizionante nei cumuli FLYSH è superiore alla concentrazione di non effetto (NOAEC);
- il contenuto di agente condizionante nei cumuli FLYSH è inferiore alla concentrazione di effetto (IC50);
- il contenuto di agente condizionante nei cumuli TERRAZZI è superiore alla concentrazione di non effetto (NOAEC);
- il contenuto di agente condizionante nei cumuli TERRAZZI è inferiore alla concentrazione di effetto (IC50)

- POLIMERO SV

Considerando la totale cessione del polimero alla matrice acquosa, al tempo zero, negli elutriati dei cumuli (ipotizzando un rapporto 1:4 come da linea guida ANPA)

Litotipo	Valore atteso polimero	NOAEC alghe	NOAEC daphnia	IC50 alga	IC50 daphnia
FLYSH N.	485 mg/L	275 mg/L	250 mg/L	1557 mg/L	906.5 mg/L
TERRAZZI M.	275 mg/L				

Nei cumuli

Litotipo	Valore atteso polimero	NOAEC fito	IC50 fito
FLYSH N.	1940 mg/kg	>2000 mg/kg	>2000 mg/kg
TERRAZZI M.	1100 mg/kg		

Di seguito si riportano le concentrazioni riscontrabili nei cumuli e quelli ammissibili dai test con organismi acquatici e ricondotti alle concentrazioni di partenza nei cumuli e considerando la totale cessione dell'agente condizionante all'elutriato.

Litotipo	Valore atteso polimero	NOAEC alghe	NOAEC daphnia	IC50 alga	IC50 daphnia
FLYSH N.	1940 mg/kg	1100 mg/kg	1000 mg/kg	6228 mg/kg	3626 mg/kg
TERRAZZI M.	1100 mg/kg				

Il confronto tra la concentrazione di SV ipotizzabile negli elutriati 1:4 e i valori tossicologici relativi ai saggi acquatici mostra che:

- Il contenuto del polimero negli elutriati dei FLYSH è superiore alle dosi di non effetto (NOAEC) sia per alga che per daphnia;
- Il contenuto di polimero negli elutriati dei FLYSH è inferiore alle dosi di effetto (IC50);
- Il contenuto di polimero negli elutriati dei TERRAZZI è paragonabile alle dosi di non effetto (NOAEC) per entrambi gli organismi;
- Il contenuto di polimero negli elutriati dei TERRAZZI è inferiore alle dosi di effetto (IC50) per entrambi gli organismi;

Il confronto tra la concentrazione di SV nei cumuli e i valori tossicologici relativi al saggio di fitotossicità mostra che il contenuto di polimero al tempo 0 nei cumuli FLYSH e nei cumuli TERRAZZI è paragonabile o inferiore alla concentrazione di non effetto (NOAEC).



SECONDA PARTE:

STUDI SUI CUMULI MODELLO



FASE 2. - Valutazione della degradazione dei tensioattivi nei cumuli artificiali ricostituiti

La seconda fase ha previsto il monitoraggio chimico nel tempo del contenuto dei tensioattivi indicatori precedentemente individuati in cumuli di roccia condizionata con i diversi additivi.

I litotipi condizionati utilizzati sono stati TERRAZZI MARINI e FLYSH NUMIDICI, consegnati dal proponente al nostro laboratorio con granulometria inferiore ai 2 mm.

Per ciascun litotipo sono stati allestiti 6 cumuli di 8 kg condizionati come segue:

- CUMULO 1: SOLO LITOTIPO e acqua
- CUMULO 2: LITOTIPO, acqua E TENSIOATTIVO
- CUMULO 3: LITOTIPO, acqua E GRASSI
- CUMULO 4: LITOTIPO, acqua E TENSIOATTIVO e GRASSI
- CUMULO 5: LITOTIPO, acqua E TENSIOATTIVO e GRASSI e CALCE
- CUMULO 6: LITOTIPO, acqua E TENSIOATTIVO e GRASSI e POLIMERO.

I dosaggi di ciascun componente ci sono stati forniti dal committente TOTO e sono riportati nelle tabelle 9 e 10.

FLYSCH NUMIDICI		
	Condizionamento	Quantità in funzione del passante 2 mm [%]
		51,6 %
AGENTE SCHIUMOGENO Polifoamer ECO/100	$Q_{\text{tensioattivo}}$	0,59 g/kg
	Q_{acqua}	27,93 g/kg
Concentrazione d'acqua da aggiungere al terreno	W_{terreno}	34,2 g/kg
Dosaggio calce (2% in peso)	Ca(OH)_2	38,76 g/kg
Polimero Mapedrill SV (polvere)	QP [0,1% in peso]	1,94 g/kg
GRASSO DI TENUTA del sistema a labirinto del cuscinetto principale	HBW	0,06 g/kg
GRASSO DI LUBRIFICAZIONE del sistema a labirinto del cuscinetto principale	EP2 GR217	0,03 g/kg

Tabella 9: Parametri di condizionamento relativi al litotipo FLYSCH NUMIDICI

TERRAZZI MARINI		
	Condizionamento	Quantità in funzione del passante 2 mm [%]
		90,56%
AGENTE SCHIUMOGENO Polifoamer ECO/100	$Q_{\text{tensioattivo}}$	0,38 g/kg
	Q_{acqua}	21,2 g/kg
Concentrazione d'acqua da aggiungere al terreno	W_{terreno}	82,82 g/kg
Dosaggio calce (2% in peso)	Ca(OH) ₂	22,08 g/kg
Polimero Mapedrill SV (polvere)	QP [0,1% in peso]	1,1 g/kg
GRASSO DI TENUTA del sistema a labirinto del cuscinetto principale	HBW	0,04 g/kg
GRASSO DI LUBRIFICAZIONE del sistema a labirinto del cuscinetto principale	EP2 GR217	0,02 g/kg

Tabella 10: Parametri di condizionamento relativi al litotipo TERRAZZI MARINI

I cumuli così condizionati sono stati poi riposti in contenitori distinti all'interno di un incubatore termostato a 22°C, in assenza di luce.

A scadenze predefinite, aliquote di ciascun cumulo sono state prelevate e sottoposte ad estrazione solido:liquido con acqua e metanolo.

Per ogni cumulo sono state prelevate aliquote di 5 grammi di frazione umida, addizionate poi con 50 µg di sodio tetradecilsolfato ramificato come standard interno. Ciascuna aliquota è stata estratta con 20 ml di una miscela acqua : metanolo 1:4, mediante agitazione meccanica (vortex) per 1 minuto e successiva estrazione con ultrasuoni per un'ora a temperatura ambiente. I campioni sono stati successivamente centrifugati per 10 minuti, quindi 40 µl del surnatante sono stati diluiti 4 volte con acqua milliQ e successivamente inviati all'analisi strumentale HPLC-HRMS precedentemente illustrata (fase 1).

Per valutare la degradabilità dei tensioattivi è stata effettuata un'analisi semiquantitativa, utilizzando come standard interno il sodio tetradecilsolfato ramificato, e valutando la percentuale di recupero dei composti identificati nell'analisi qualitativa.

Nella figura 17 sono riportati gli andamenti temporali del contenuto dei tensioattivi nei diversi cumuli, suddivisi per litotipo.

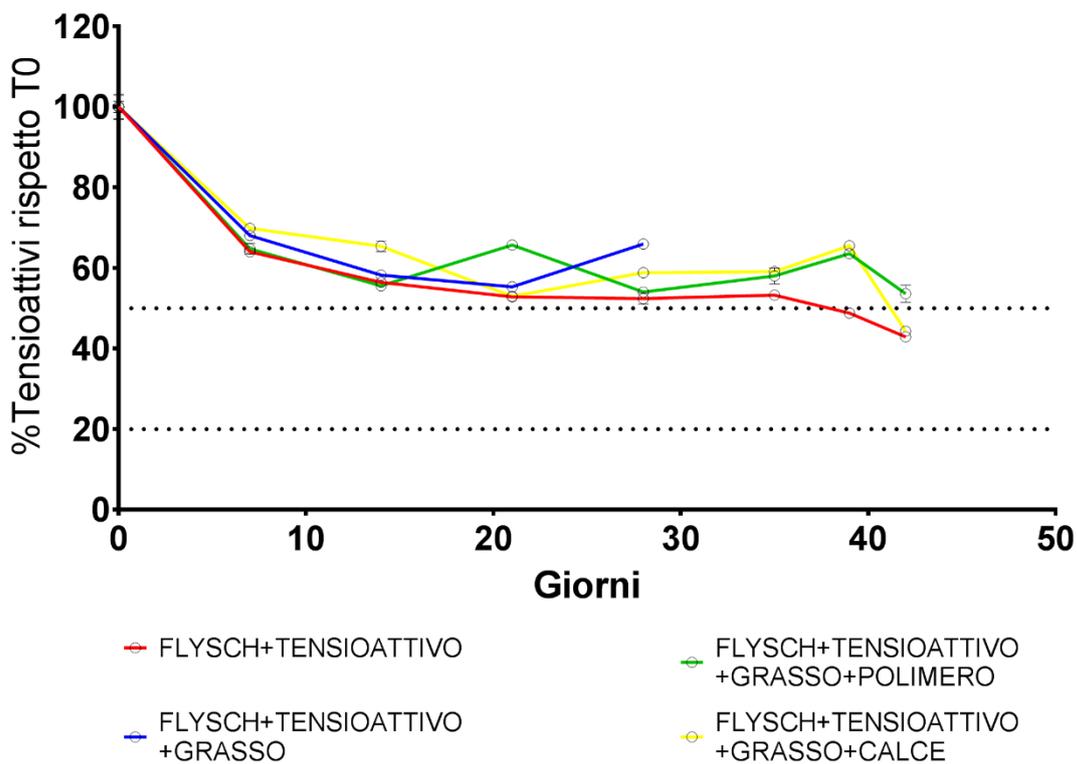
Nei cumuli “SOLO LITOTIPO” e “LITOTIPO E GRASSI” per entrambi i litotipi testati non sono stati evidenziati picchi significativi relativi ai composti indicatori denotando, come previsto, l’assenza di tensioattivo in questi cumuli.

Nei FLYSCH, il contenuto totali di tensioattivi si riduce di circa il 40% nella prima settimana e degrada a lungo termine fino a circa il 50% del contenuto iniziale in tutti i cumuli.

Nei TERRAZZI, il contenuto totali di tensioattivi si riduce di circa il 10% nella prima settimana e degrada a lungo termine fino ad un massimo del 20% circa del contenuto iniziale in tutti i cumuli.



FLYSCH



TERRAZZI

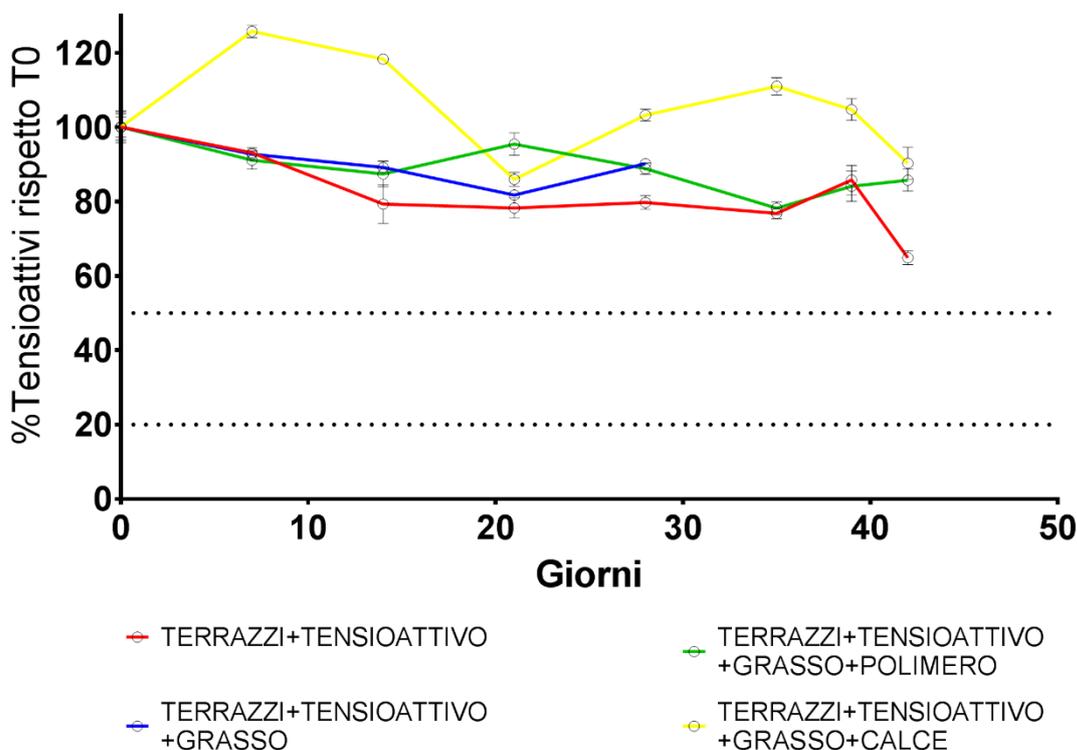


FIGURA 17: Andamento temporale del contenuto totale di tensioattivi nei cumuli artificiali



FASE 3 – Valutazione della variazione temporale della tossicità dei cumuli artificiali ricostituiti

I cumuli artificiali ricostituiti per la valutazione del contenuto di tensioattivi nel tempo mediante analisi chimica sono stati utilizzati parallelamente come matrice campione nei saggi ecotossicologici per valutare una eventuale variazione della tossicità in seguito a maturazione dei cumuli nel tempo.

TEST DI FITOTOSSICITÀ CON IL CRESCIONE

Il test di fitotossicità con il crescione è stato utilizzato per la valutazione della variazione della tossicità terrestre dei diversi cumuli.

Per ciascun prelievo nel tempo, aliquote di ciascun cumulo sono state addizionate con il 10% di torba, necessaria per la crescita della pianta, idratate con acqua milliQ e sparse sulla superficie delle Petri.

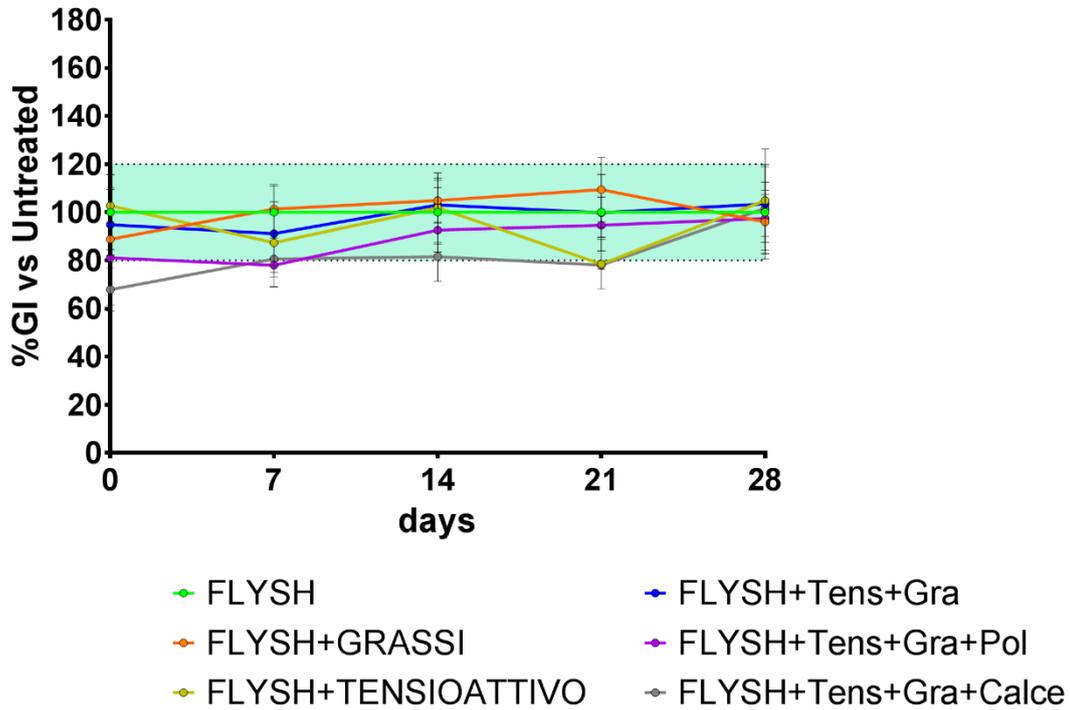
Nella figura 18 sono riportati i risultati del test di fitotossicità con i semi di crescione esposti alle aliquote dei diversi cumuli, rapportati alle crescite ottenute negli organismi controllo cresciuti nel suolo OECD.

Per il litotipo FLYSCH non si verificano sostanziali effetti tossici nei semi esposti ai diversi cumuli. I valori di GI% risultano nella maggior parte delle prove paragonabili al controllo non trattato o ai valori riscontrati nel campione “SOLO FLYSCH” che rappresenta l’effetto matrice. L’unico punto rilevante è il T0 del cumulo addizionato con la calce (linea grigia) che presenta una inibizione di circa il 20% rispetto al controllo non trattato e che può essere considerata non significativa in accordo con le linee guida di Martignon (2009) e del 40% rispetto al solo FLYSCH (linea verde).

Nel litotipo TERRAZZI, l’adamento dei valori di GI%, seppur meno lineare, non ha evidenziato segnali di tossicità neanche a seguito dell’esposizione ai cumuli appena condizionati. Come per il litotipo flysch, anche nei terrazzi si verifica un effetto matrice che si traduce in una crescita aumentata rispetto al controllo non trattato (esposto a terreno OECD).



Time course Flysh



Time course Terrazzi

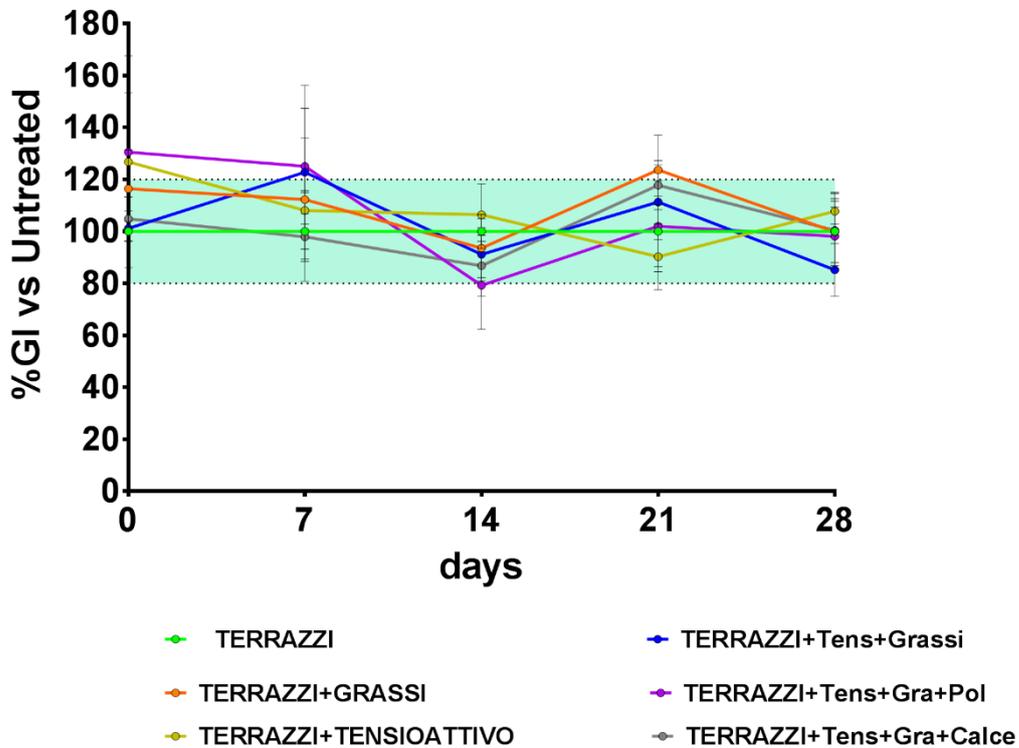


FIGURA 18: Andamento temporale della Fitotossicità dei cumuli artificiali (dati normalizzati sul litotipo non condizionato)



TEST DI TOSSICITÀ ACQUATICA CON *D. MAGNA*

La valutazione della tossicità acquatica con *D. magna* è stata condotta sugli elutriati dei diversi cumuli. Gli studi sono stati condotti sugli elutriati 1:4 dei cumuli (senza torba) secondo quanto indicato nella linea guida ANPA “Indicatori e indici ecotossicologici e biologici applicati al suolo” del 2000.

Il test di immobilizzazione a 24 e 48 ore con *D. magna* è stato eseguito come precedentemente descritto. Il pH degli elutriati non è stato neutralizzato in quanto la linea guida del test non permette l’aggiustamento del pH.

Nella figura 19 sono riportati i risultati del test di tossicità degli elutriati dei diversi cumuli mediante saggio di immobilizzazione con *D. magna*.

Non si osservano comunque differenze significative tra organismi controllo non esposti e organismi esposti agli elutriati dei soli litotipi non condizionati.

I risultati riportati nel grafico sono normalizzati sui risultati ottenuti esponendo i dafinidi agli elutriati del solo litotipo non condizionato.

Per il litotipo FLYSCH non si verificano sostanziali effetti tossici nei daphnidi esposti agli elutriati dei diversi cumuli, risultando paragonabili al solo litotipo non condizionato, ad eccezione del cumulo con la calce che causa il 100% della mortalità sia al T0 che al T7. Tutti i cumuli risultano paragonabili al litotipo non condizionato SOLO dopo 14 giorni di maturazione.

Gli elutriati dei cumuli basati sul litotipo TERRAZZI non mostrano sostanziali differenze nella percentuale di daphnidi sopravvissuti nelle diverse condizioni testate già nelle condizioni iniziali, risultando paragonabili al solo litotipo non condizionato, con l’eccezione del cumulo addizionato con il polimero. I cumuli addizionati con i GRASSI, con il TENSIOATTIVO, con il TENSIOATTIVO+GRASSI e con TENSIOATTIVO+GRASSI+CALCE risultano paragonabili al litotipo non condizionato già alle condizioni iniziali (T0) mentre il litotipo condizionato con TENSIOATTIVO+GRASSI+POLIMERO SOLO dopo 14 giorni di maturazione.



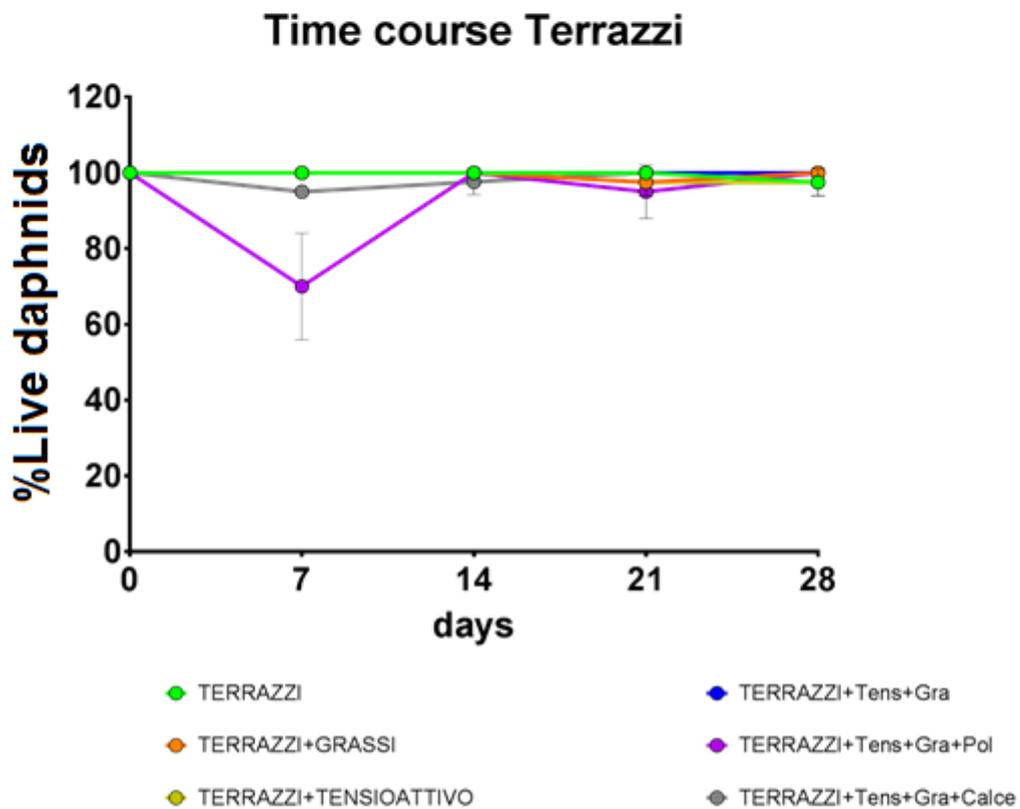
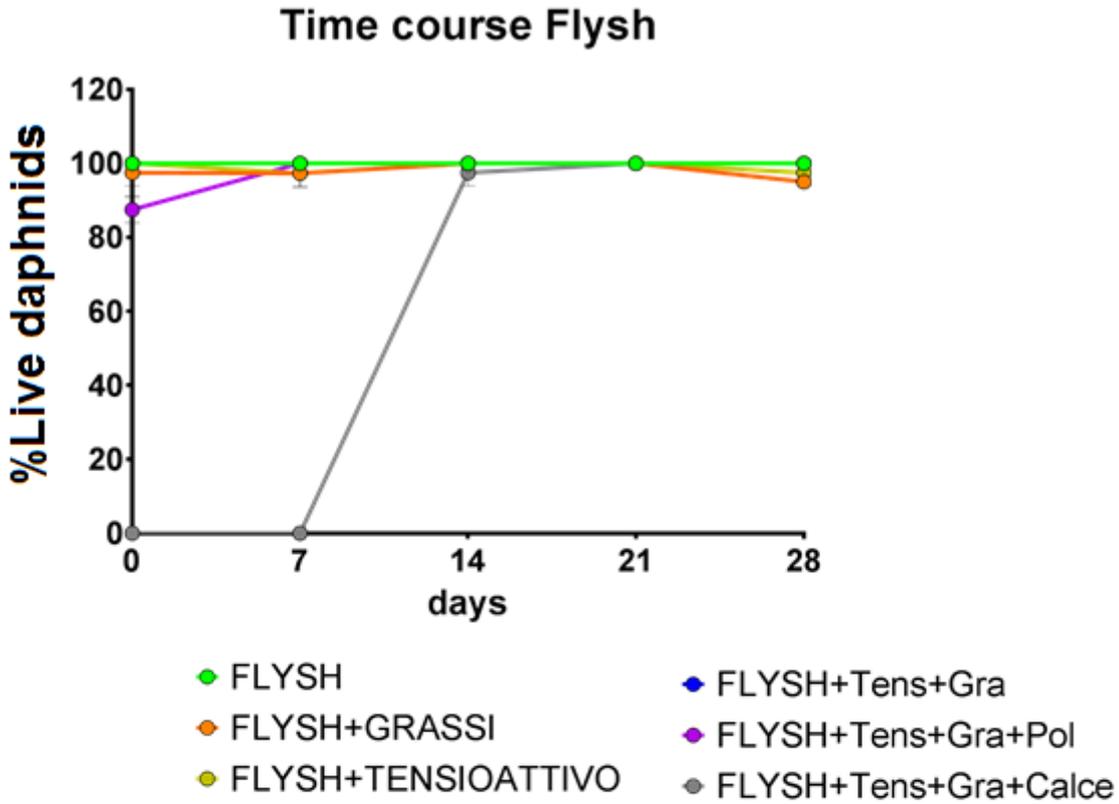


FIGURA 19: Andamento temporale della tossicità acquatica degli elutriati dei cumuli artificiali (*D. magna*)



TEST DI TOSSICITÀ ACQUATICA CON *R. SUBCAPITATA*

Nella figura 19 sono riportati i risultati del test di tossicità degli elutriati dei diversi cumuli mediante saggio di inibizione della crescita dell'alga verde *R. subcapitata*. Gli elutriati sono stati prodotti come descritto in precedenza per il saggio con daphnia in accordo con quanto suggerito dalla linea guida ANPA (2000).

Gli studi sono stati condotti sugli elutriati 1:4 dei cumuli tal quali ovvero senza l'aggiunta di torba.

Il pH degli elutriati è stato riportato a valori di circa 8, valore ottimale per la crescita delle alghe.

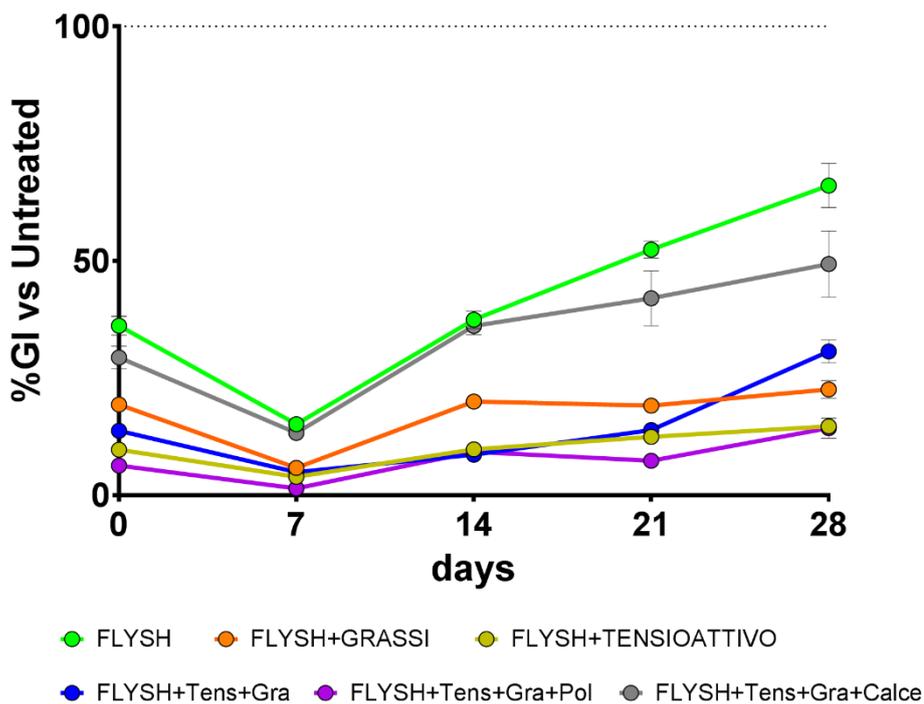
Gli elutriati dei litotipi addizionati con calce presentano valori di pH non compatibili con il saggio, se non tamponati.

In figura 20 sono riportati i risultati dello studio, normalizzati sul controllo non esposto (crescita nel medium standard).

Tutti i cumuli presentano una percentuale elevata di inibizione rispetto al gruppo controllo, denotando che gli elutriati dei cumuli non sono compatibili con la sopravvivenza dell'alga. Tali effetti si riscontrano anche negli elutriati dei litotipi non addizionati e quindi è presente un **effetto matrice**.



Time course Flysh



Time course Terrazzi

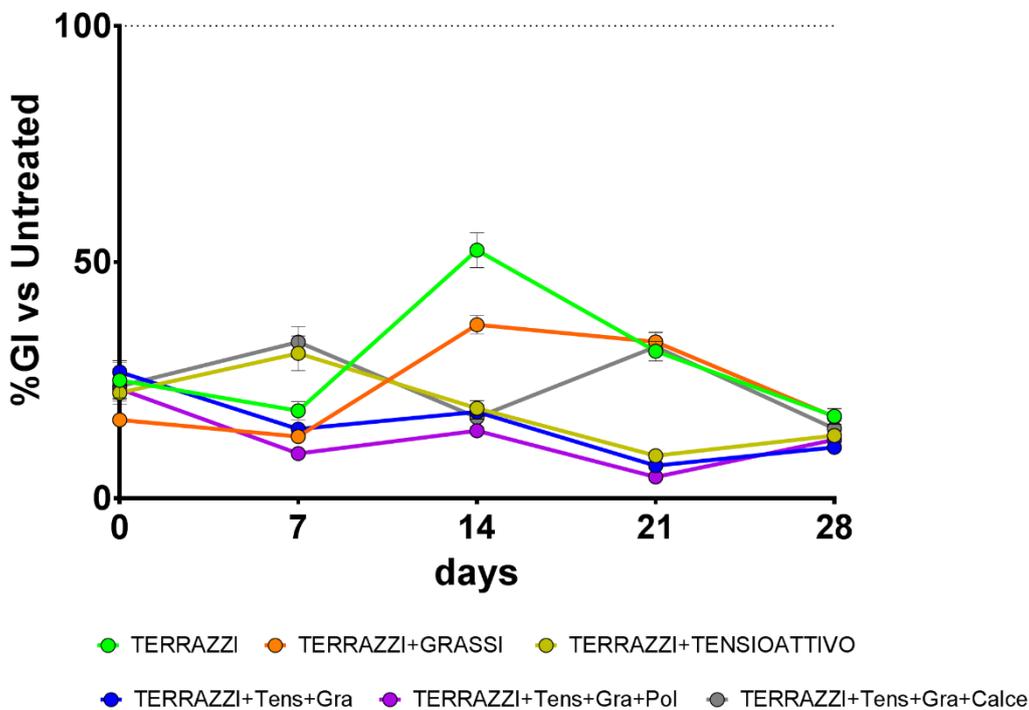


FIGURA 20: Andamento temporale della tossicità acquatica degli elutriati dei cumuli artificiali (alga verde).

I risultati sono normalizzati sugli organismi controllo non esposti



Nella figura 21 sono riportati i risultati del test di tossicità degli elutriati dei diversi cumuli normalizzati rispetto agli effetti degli elutriati del solo litotipo non condizionato.
È stato quindi considerato la crescita ottenuta negli elutriati del litotipo non addizionato pari a 100%.

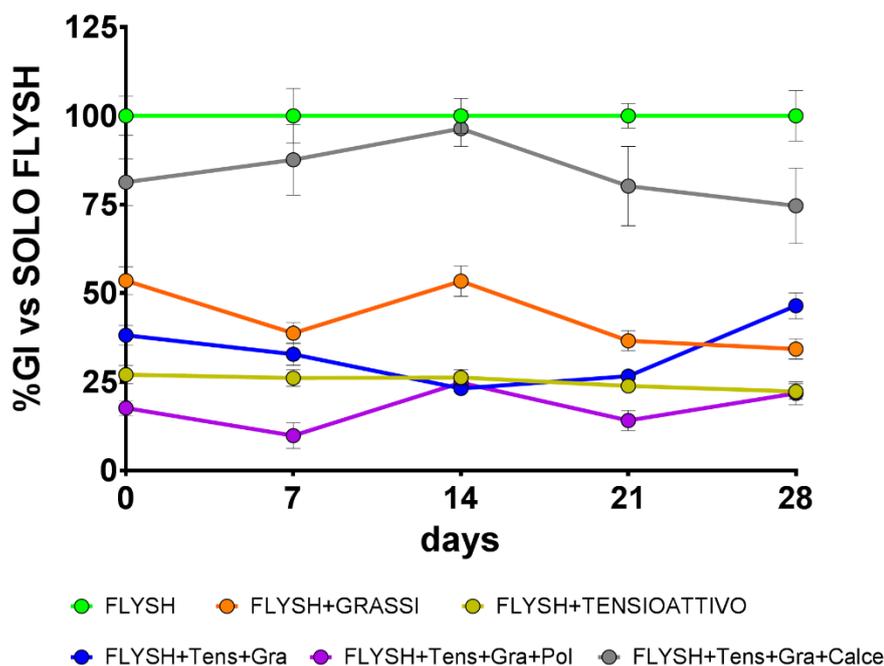
Gli elutriati di tutti i cumuli con il litotipo FLYSCH risultano fortemente inibiti anche in seguito a maturazione, ad eccezione del cumulo addizionato in calce al T28, che presenta una inibizione meno marcata.

Tutti i campioni condizionati risultano comunque non paragonabili a quanto ottenuto nelle alghe esposte al solo litotipo.

Gli elutriati dei cumuli con il litotipo TERRAZZI mostrano una inibizione marcata della crescita algale per ciascuna condizione studiata in confronto con quanto ottenuto con il solo litotipo non condizionato, ad eccezione del cumulo additivato solo con i grassi al termine del periodo di maturazione.



Time course Flysh



Time course Terrazzi

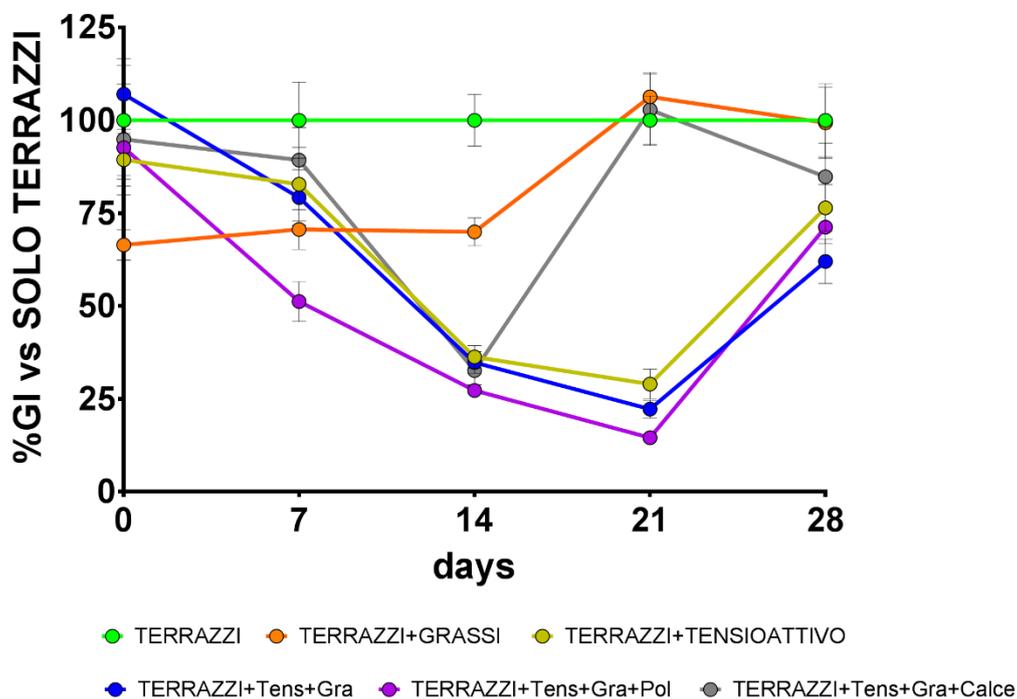


FIGURA 21: Andamento temporale della tossicità acquatica degli elutriati dei cumuli artificiali (alga verde).
I risultati sono normalizzati sugli organismi esposti agli elutriati dei SOLO LITOTIPI NON CONDIZIONATI.



TEST DI TOSSICITÀ TERRESTRE CON *D. DISCOIDEUM*

Nella figure da 22 a 24 sono riportati i risultati del test di tossicità degli elutriati dei diversi cumuli mediante saggi con la ameba sociale *D. discoideum*.

Gli elutriati sono stati prodotti come descritto in precedenza per il saggio con daphnia in accordo con quanto suggerito dalla linea guida ANPA (2000).

La figura 22 mostra i risultati degli studi condotti valutando la sopravvivenza degli organismi. I dati sono normalizzati rispetto al controllo non trattato in quanto non è stata evidenziata tossicità dovuta al solo litotipo (effetto matrice).

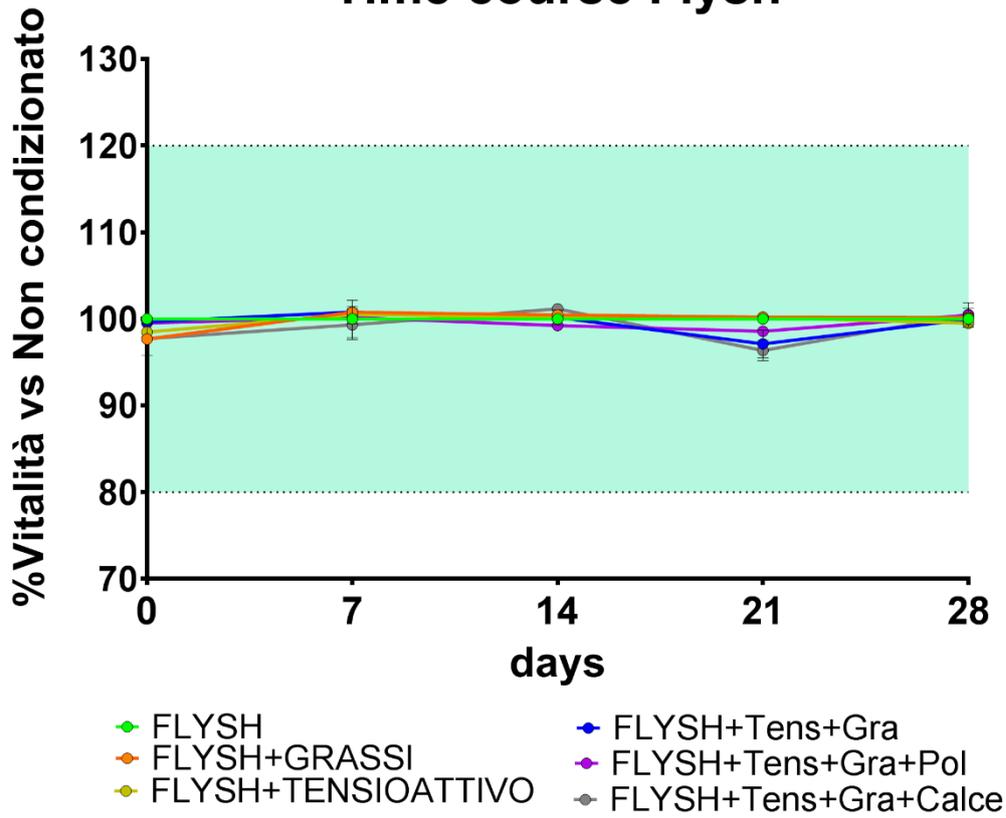
L'analisi ha dimostrato che gli elutriati di entrambi i litotipi, condizionanti o non condizionati, non risultano influenzare il tasso di sopravvivenza e non risultano tossici (inibizione < 20%) per le amebe sia al tempo di maturazione T0 che durante i successivi 28 giorni di maturazione.

Per quanto riguarda gli effetti degli elutriati sul tasso di replicazione dell'ameba, è importante notare che gli elutriati ottenuti dalle rocce non trattate (solo litotipo) risultano inibire la capacità di crescita di questo organismo per un valore superiore al 20% rispetto al controllo di laboratorio.

Si verifica pertanto, anche con questo organismo, un effetto matrice (figura 23).



Time course Flysh



Time course Terrazzi

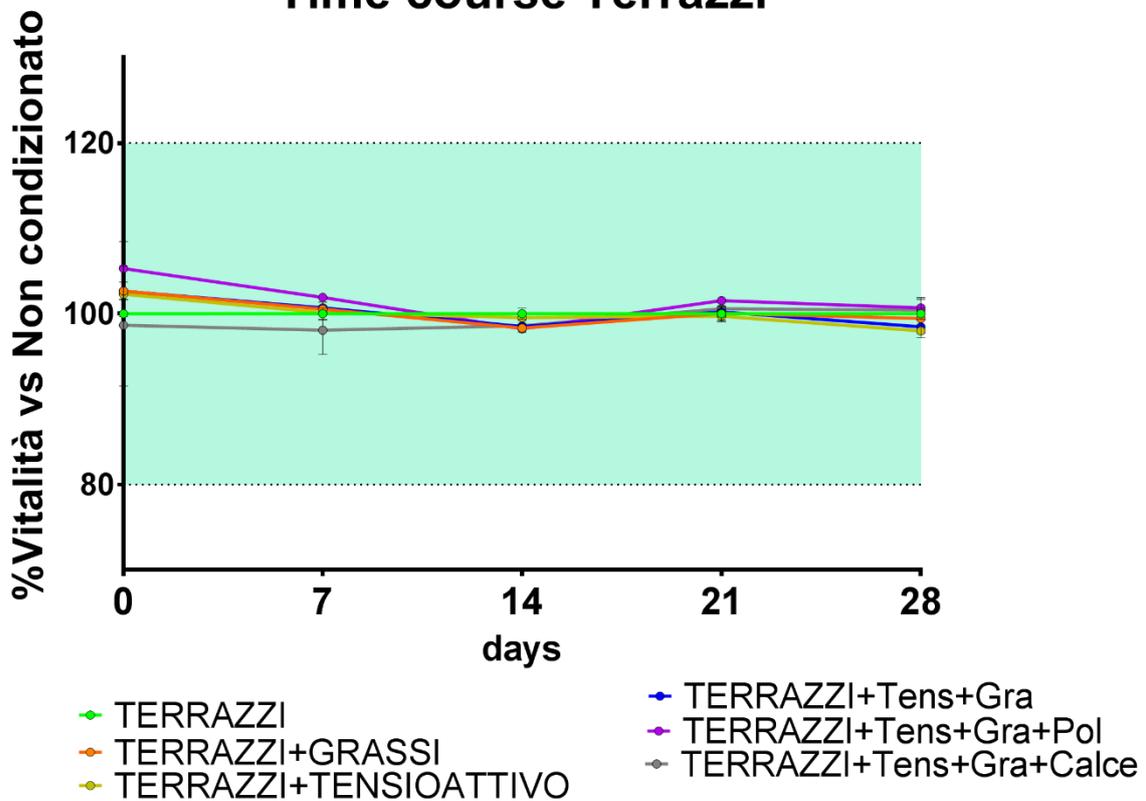


Fig. 22. Tasso di vitalità di *D. discoideum* dopo 3 h di incubazione negli elutriati dei diversi campioni (normalizzati sul litotipo non condizionato)

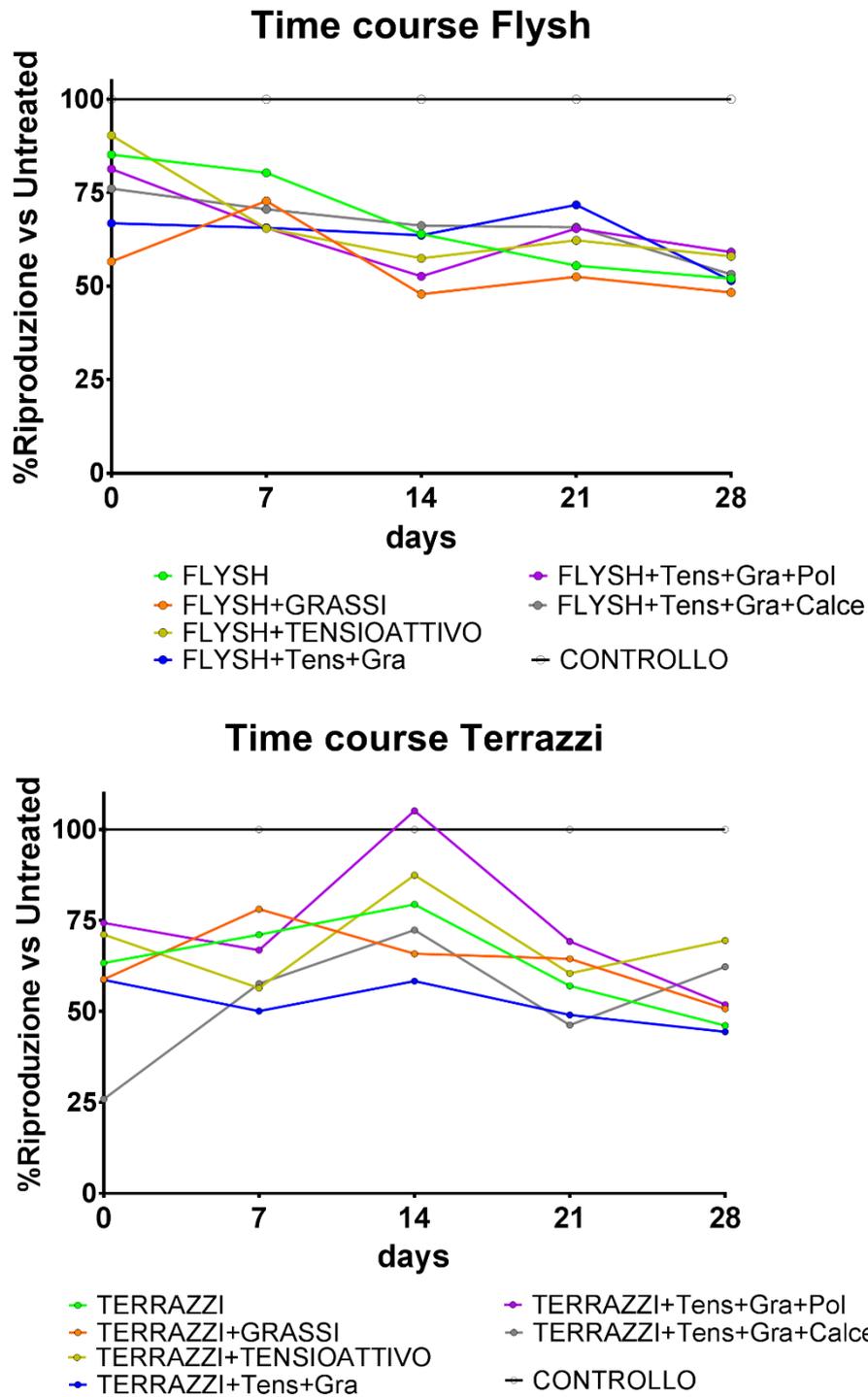
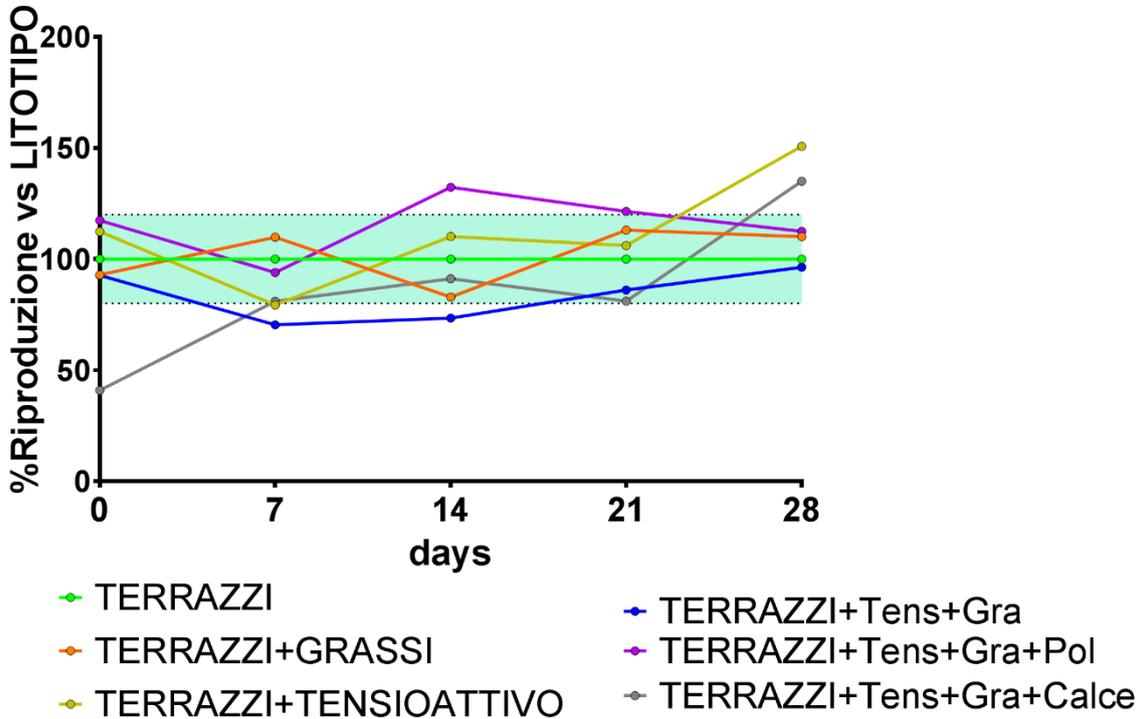


Fig. 23. Tasso di replicazione di *D. discoideum* dopo 24 h di incubazione negli elutriati dei diversi campioni (dati normalizzati sul controllo non trattato)



I risultati sono stati quindi normalizzati sul tasso di replicazione ottenuto esponendo le amebe ai litotipi non condizionati (Figura 24).

Time course TERRAZZI



Time course FLYSH

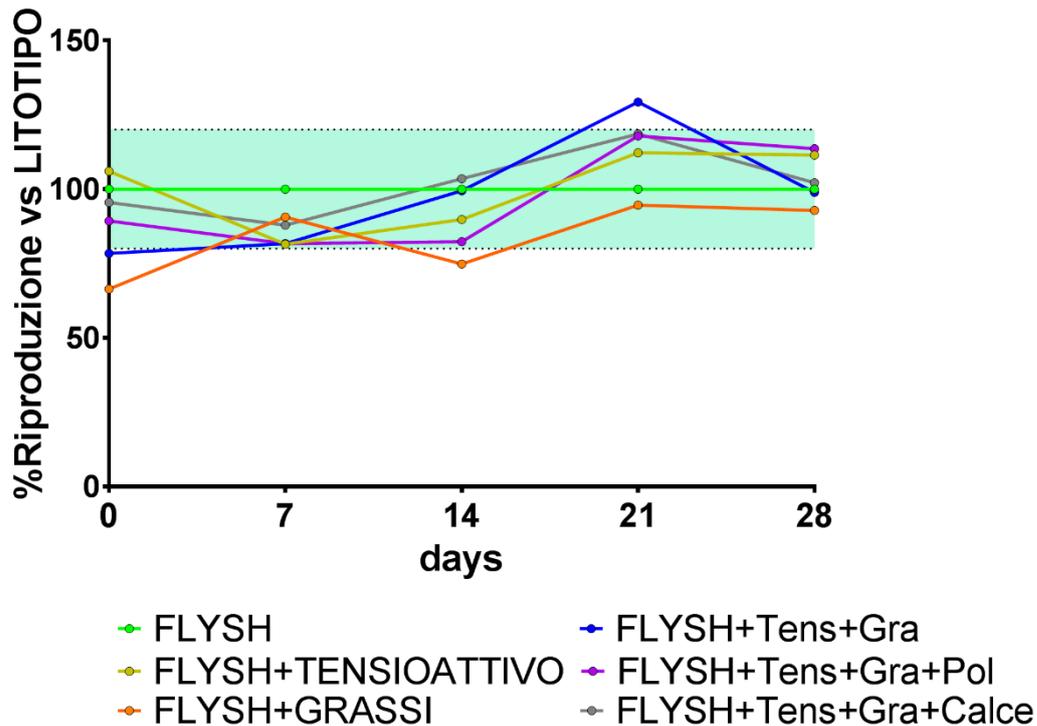


Fig. 24. Tasso di replicazione di *D. discoideum* dopo 24 h di incubazione negli elutriati dei diversi campioni (dati normalizzati sul LITOTIPO NON CONDIZIONATO)

Per quanto riguarda il condizionamento del litotipo TERRAZZI, si nota che per il suolo terrazzi al tempo T0 di maturazione l'aggiunta di calce provoca una netta diminuzione del tasso di replicazione delle amebe rispetto al controllo roccia madre. Durante le prime fasi di maturazione (tempo T7 e T14 giorni) si osserva una debole tossicità anche nel campione tensioattivi più grassi.

Al termine del periodo di maturazione (tempo T28 giorni) comunque nessun campione risulta tossico rispetto all'end point riproduzione.

Per quanto riguarda la roccia FLYSH, il campione addizionato di tensioattivi e il campione addizionato di tensioattivi e grassi ai tempi di maturazione T0 – T14 giorni risultano debolmente tossici.

E' importante notare che al termine del periodo di maturazione (T28 giorni) non si osservano effetti negativi del terreno flysh addizionato con le diverse componenti sul tasso di replicazione di *D. discoideum*.

TEST DI TOSSICITÀ TERRESTRE CON *E. ANDREI*

Nella figure da 25 a 28 sono riportati i risultati del test di tossicità dei diversi cumuli mediante saggi con il verme del suolo *E. andrei*.

Per quanto riguarda la valutazione della tossicità delle rocce TERRAZZI e FLYSH non trattate si evidenzia che è spesso presente un elevato tasso di mortalità (Fig. 25 e 26). Questo risultato implica che la roccia madre "per sé" non è un terreno idoneo per la crescita dei vermi.

Per quanto riguarda il litotipo TERRAZZI, i campioni addizionati di tensioattivi e grassi e addizionati di tensioattivi, grassi e polimeri non mostrano tossicità al tempo di maturazione T28 giorni (Fig. 25 e 26).

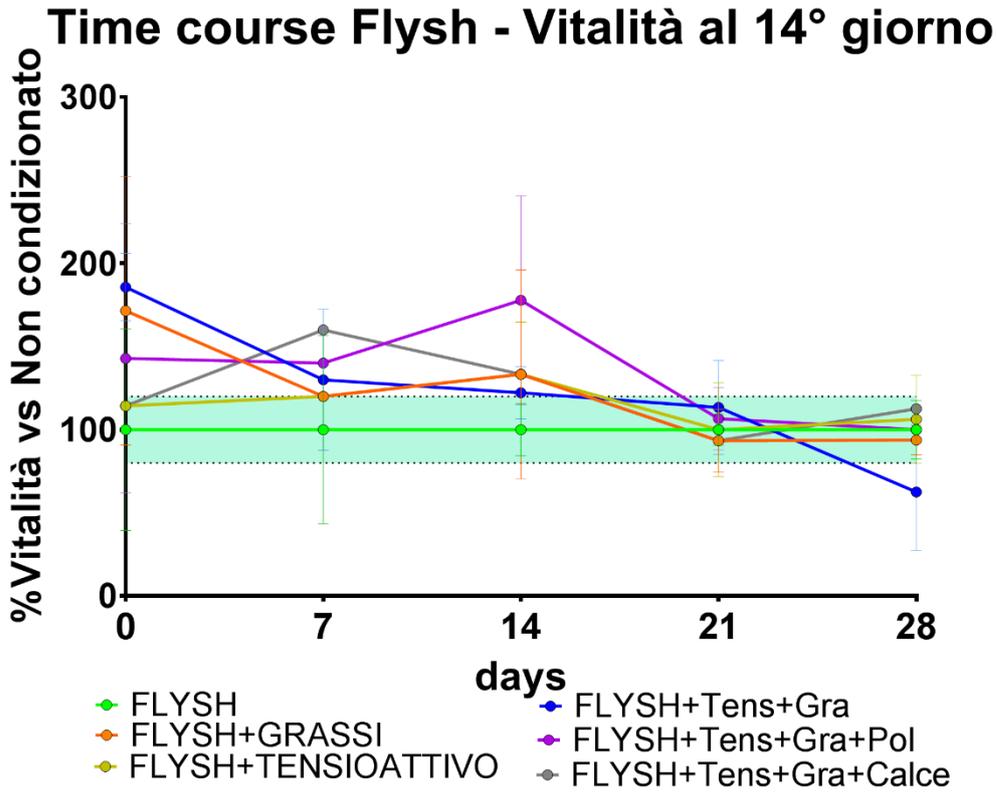
Per quanto riguarda la roccia FLYSH, il campione addizionato di grassi (9) ed il campione addizionato di tensioattivi, grassi e calce non provocano effetti sulla sopravvivenza dei vermi al termine del periodo di maturazione (tempo 28) (Fig. 26).

E' comunque importante notare che i diversi campioni di rocce sono risultati in generale eterogenei e di conseguenza anche la valutazione del tasso di mortalità mostra una variabilità notevole.

Inoltre è necessario mettere in evidenza che tutti i campioni di roccia sono stati addizionati di una minima quantità di torba acida (0.5%) per permettere la sopravvivenza dei vermi; la quantità di



torba aggiunta è risultata molto maggiore nei campioni addizionate di calce raggiungendo valori del 10% e 20% (per terrazzi e flysh, rispettivamente), al fine di rendere il pH idoneo alla vita degli animali.



Time course Terrazzi - Vitalità al 14° giorno

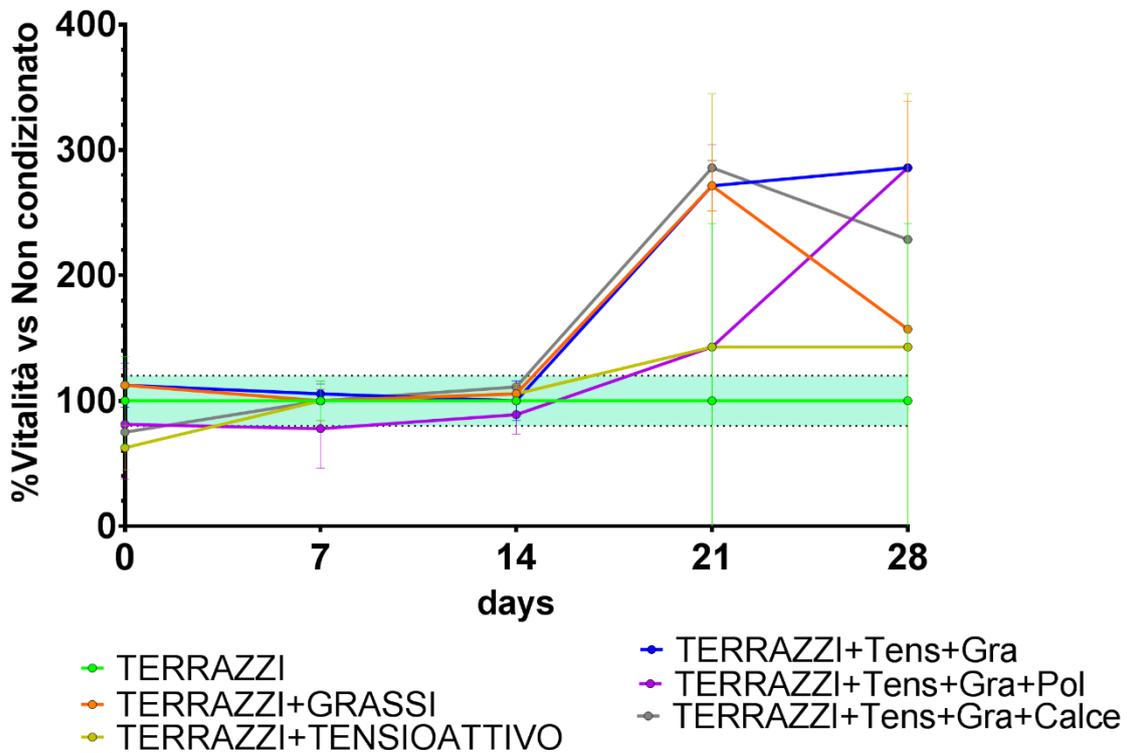
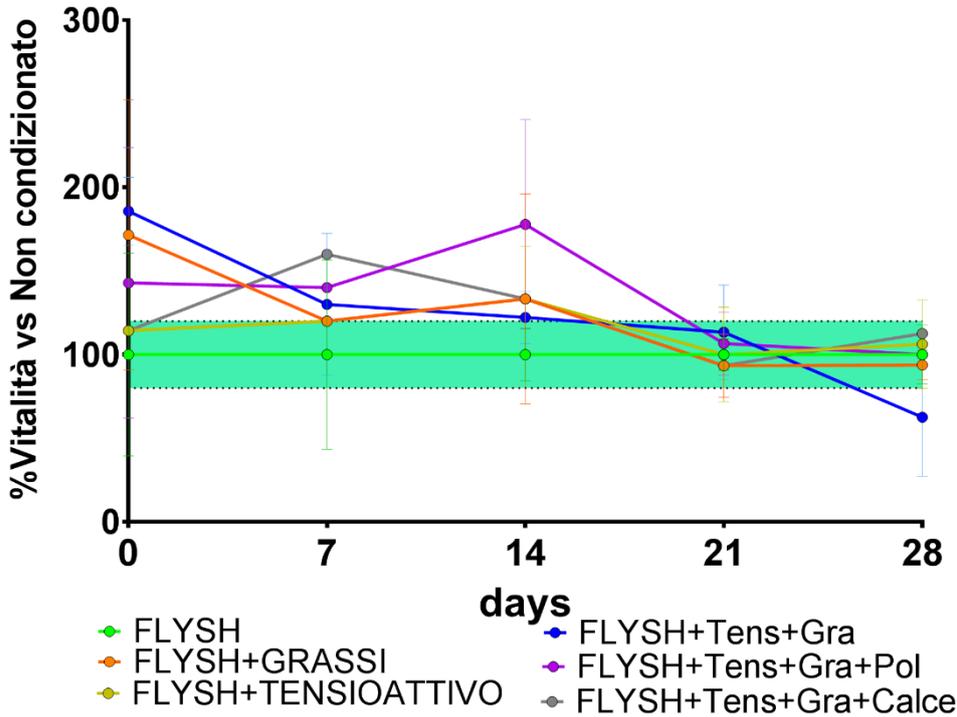


Fig. 25. Andamento temporale del tasso di vitalità di *E. andrei* – Sopravvivenza degli organismi dopo 14 giorni di esposizione ai diversi cumuli (normalizzato su litotipo non condizionato)



Time course Flysh - Vitalità al 28° giorno



Time course Terrazzi - Vitalità al 28° giorno

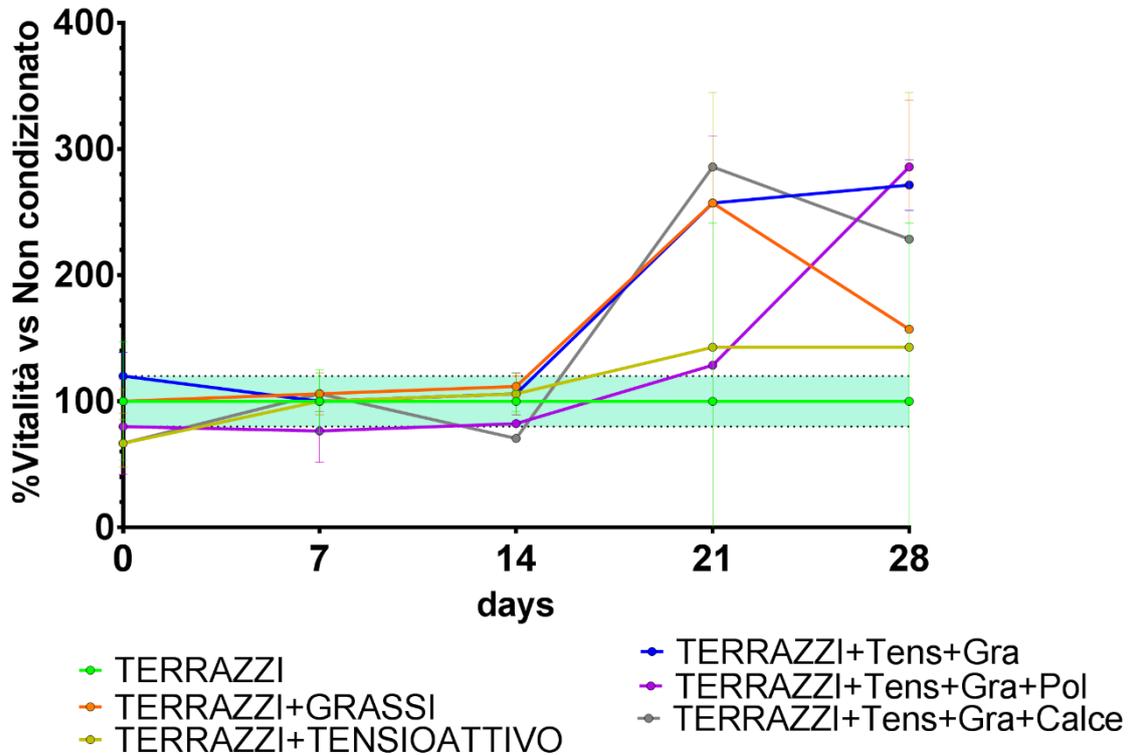


Fig. 26. Andamento temporale del tasso di vitalità di *E. andrei* – Sopravvivenza degli organismi dopo 28 giorni di esposizione ai diversi cumuli (normalizzato su litotipo non condizionato)



I risultati riportati nelle Figure 27 e 28 sono relativi all'accrescimento di *E. andrei* hanno messo in evidenza che le rocce addizionate delle diverse sostanze, in generale, non provocano effetti rilevanti (ossia superiori al 20% come da studi in letteratura) sul tasso di crescita dei vermi al termine dei 28 giorni di incubazione. In particolare, al tempo di maturazione dei campioni T28 giorni non si osservano effetti negativi sul tasso di crescita degli animali.

Time course TERRAZZI - Peso post esposizione

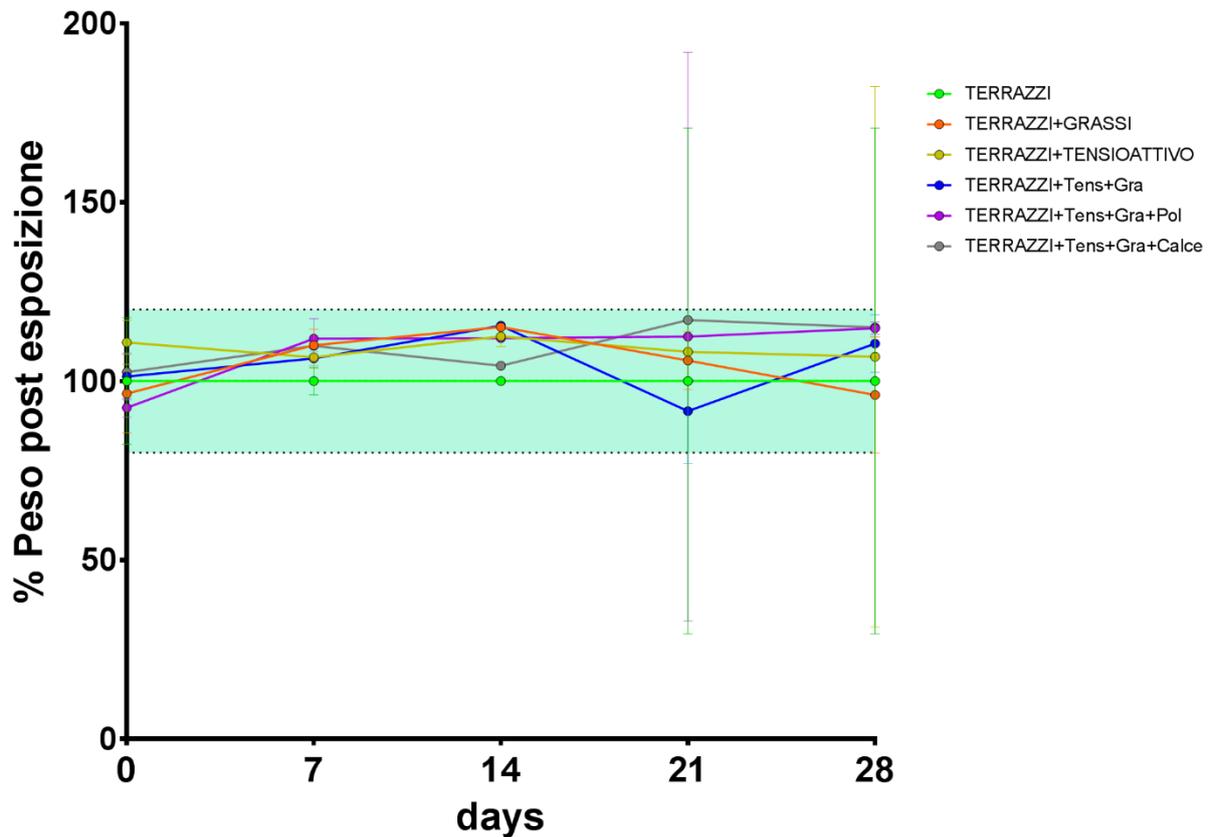


Fig. 27. Tasso di accrescimento di *E. andrei* incubato nei diversi campioni del litotipo TERRAZZI (il peso è stato misurato al termine dei 28 giorni di incubazione).



Time course FLYSH - Peso post esposizione

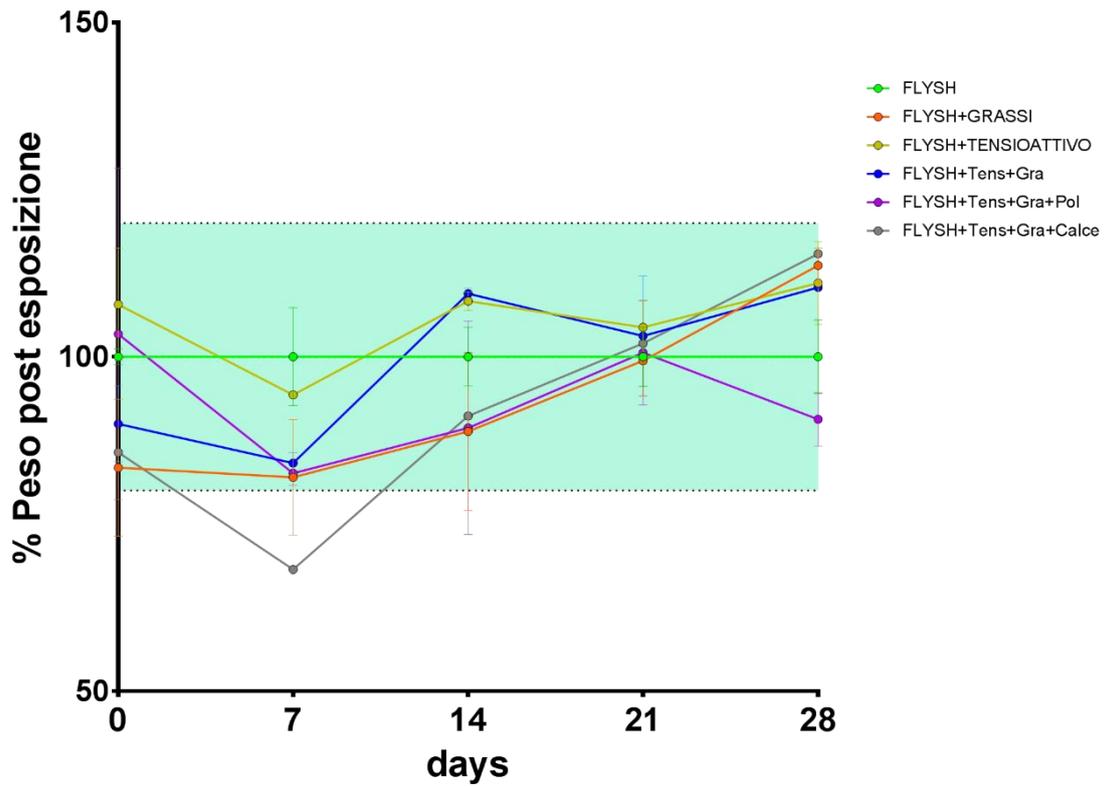


Fig. 28. Tasso di accrescimento di *E. andrei* incubato nei diversi campioni del litotipo FLYSH (il peso è stato misurato al termine dei 28 giorni di incubazione).



QUADRO RIASSUNTO DELLE SPERIMENTAZIONI SUI CUMULI CONDIZIONATI

Tempo di maturazione necessario per ottenere negli organismi esposti ai cumuli condizionati risposte paragonabili a quelle ottenute nei litotipi non condizionati

Organismo	Endpoint	FLYSCH	TERRAZZI
Crescione <i>L. sativum</i>	Fitotossicità a 72h	T28	T28
<i>Daphnia magna</i>	Sopravvivenza a 48h	T7 T14 (+ calce)	T7 T14 (+ polimero)
Alga <i>P. subcapitata</i>	Crescita a 72 ore	> T28	> T28
Ameba <i>D. discoideum</i>	Sopravvivenza Riproduzione	T0 T21	T0 T21
Verme del suolo <i>E. andrei</i>	Sopravvivenza Accrescimento	T1 (+ calce) T14	T1 (+ polimero) T14



Conclusioni

I risultati presentati in questa relazione dimostrano che alcune sostanze quali il tensioattivo Eco100 ed il Polimero SV utilizzate durante gli scavi possono essere presenti negli elutriati (1/4 p/v in acqua come di norma utilizzati dalle ARPA) ottenuti dai detriti di roccia in concentrazioni superiori al momento del condizionamento (T0) a quelle di non effetto per gli organismi modello impiegati nello studio ecotossicologico (tabella riassuntiva pag. 42). I dati dimostrano inoltre che le concentrazioni delle sostanze studiate nei suoli analizzati non risultano fitotossiche.

La tossicità dei detriti di roccia di scavo risulta comunque ridotta probabilmente per la diminuita biodisponibilità delle sostanze chimiche studiate quando presenti nella matrice.

E' comunque importante notare che, mantenendo i cumuli di detriti di roccia di scavo contenenti gli additivi chimici in condizioni controllate per un tempo di "maturazione" di 28 giorni, la quasi totalità dei test ecotossicologici effettuati dimostra che i prodotti chimici presenti nelle 2 matrici oggetto dello studio (Flysch, Terrazzi) non sono più tossici con l'unica eccezione dell'alga *R. subcapitata*. Quest'ultimo dato potrebbe dipendere dal notevole "effetto matrice" che i detriti di roccia di scavo hanno "per sè" sulla crescita dell'alga che, come noto, è un organismo particolarmente sensibile ad elevate concentrazioni di sostanze inorganiche nelle acque e negli elutriati.

I dati evidenziano comunque che gli effetti biologici dei cumuli mostrano un trend di diminuzione della tossicità da 0 a 28 giorni (per alcuni organismi e specifici end point sono sufficienti 7-14 giorni di maturazione dei cumuli per osservare la scomparsa di effetti tossici, come riportato nel quadro riassuntivo a pagina 65) e pertanto un tempo più lungo anche solo di poche settimane eliminerebbe completamente il problema della tossicità algale residua degli elutriati dei cumuli.

E' importante tenere presente che i detriti di roccia risultano "per sè" almeno in parte tossici per alcuni organismi modello. Ciò non deve stupire perché, per definizione, la roccia madre non è un "suolo" idoneo alla crescita e alla riproduzione di organismi animali, vegetali e microbici: la matrice inorganica viene infatti trasformata mediante il processo di Pedogenesi in un suolo adatto allo sviluppo dei differenti organismi.

Si deve pertanto considerare la possibilità che per il futuro i test ecotossicologici vengano realizzati miscelando una certa quantità di roccia di scavo (la quantità massima di detriti di roccia incontaminata che risulta non tossica per gli organismi modello utilizzati nei test) a un suolo



standard OECD. Si deve infatti tenere presente che anche per quanto riguarda il compost, una matrice più adatta allo sviluppo di numerosi organismi, i test di tossicità vengono eseguiti (secondo la normativa vigente) miscelando 25-50% di compost a suolo standard OECD.

Concludendo, i risultati riportati in questo studio non evidenziano problematiche di tipo ecotossicologico nell'uso in operazioni di scavo dei prodotti studiati se si ottempera all'avvertenza di mantenere in cumuli di maturazione il materiale estratto prima di avviarlo agli utilizzi di legge.

La tempistica per una adeguata maturazione del materiale dei cumuli nelle condizioni realizzate per questo studio (cumuli contenenti gli additivi chimici in condizioni standard a 20°C) è risultata di almeno 4-5 settimane: la tossicità dei cumuli dovrà comunque essere controllata prima del loro successivo utilizzo in quanto il tempo di maturazione varierà con il tipo di roccia di scavo, le condizioni climatiche nelle diverse stagioni (T, umidità, etc.) e con il livello ed il tipo di contaminazione biologica del materiale di scavo.

Per ridurre il tempo di maturazione dei cumuli e minimizzare pertanto le quantità di detriti di roccia in attesa di essere smaltiti, si suggerisce di realizzare uno studio relativo agli effetti della addizione ai cumuli in maturazione di acque da corpi idrici superficiali (contenenti batteri, funghi ed invertebrati) eventualmente addizionate di microorganismi in grado di accelerare il processo di degradazione delle sostanze chimiche (ad esempio tipi selezionati di batteri o funghi). Un tale trattamento dei cumuli dovrebbe permettere, anche nel periodo invernale, di ridurre i tempi di abbattimento delle concentrazioni degli additivi chimici presenti nei detriti di roccia di scavo e, conseguentemente, della tossicità della matrice.



Glossario

Agente/Prodotto condizionante: miscela tecnica commerciale di additivo schiumogeno così come venduta dal produttore. Si intende l'insieme delle componenti ovvero i tensioattivi e l'acqua di formulazione.

Tensioattivo: componente della miscela tecnica commerciale di additivo schiumogeno. Identifica in maniera univoca un composto chimico.

Polimero: additivo utilizzato per rendere palabile le terre e rocce da scavo in uscita dalla fresa meccanica.

SR: Soglia di riferimento per il controllo del parametro ambientale.

CTR: Controllo ovvero il modello biologico utilizzato (es. dafnie, piante, alghe) esposto alla matrice di riferimento non addizionata con il prodotto condizionante.

LES: *Lepidium sativum* (crescione).

GI%: Indice di germinazione percentuale.

IC50: Concentrazione responsabile dell'effetto inibitorio nel 50% degli esposti.

NOAEC: Concentrazione di non effetto.

HPLC - HRMS: Cromatografia liquida – spettrometria di massa ad alta risoluzione.

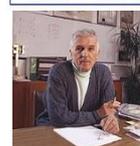


Funzione e ruolo della nostra Fondazione

L'Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri" è una Fondazione Scientifica che opera nel campo della Ricerca Biomedica.

È stato costituito giuridicamente nel 1961 e ha iniziato le attività nella sede di Milano il 1° febbraio 1963, fin dall'inizio diretto dal prof. Silvio Garattini.

Scopo fondamentale delle attività dell'Istituto è contribuire alla difesa della salute e della vita umana.



Il nostro istituto è una fondazione senza scopo di lucro elevata ad ente morale con decreto del presidente della Repubblica, ed è sia per statuto, che per etica professionale "super partes".

Il nostro istituto dimostrando eccellenza nella organizzazione e gestione dei servizi sanitari e nello sviluppo della ricerca nel campo biomedico, in seguito di una attenta valutazione da parte del Ministero della Salute, nel gennaio 2013 ha ricevuto il "riconoscimento del carattere scientifico nell'area clinica di competenza", ed è stato quindi qualificato come IRCCS (Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico) nella disciplina «Farmacologia e sperimentazione clinica sulle malattie neurologiche, rare ed ambientali».

L'indipendenza da istituzioni pubbliche e private, ci porta a svolgere sempre i nostri studi applicando le conoscenze scientifiche più aggiornate, nell'interesse della protezione della salute e dell'ecosistema nel quale viviamo.

Laboratorio di Chimica e Tossicologia dell'Ambiente



Unità d'Igiene Industriale ed Ambientale



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

SCHEDA SICUREZZA MAPEDRILL SV

Scheda di sicurezza

MAPEDRILL SV

Scheda di sicurezza del: 04/02/2020 - revisione 3



SEZIONE 1: identificazione della sostanza/miscela e della società/impresa

1.1. Identificatore del prodotto

Identificazione della miscela:

Nome commerciale: MAPEDRILL SV

Codice commerciale: 9073549

1.2. Usi identificati pertinenti della sostanza o della miscela e usi sconsigliati

Uso raccomandato: Polimero anionico in emulsione

Usi sconsigliati: Dati non disponibili .

1.3. Informazioni sul fornitore della scheda di dati di sicurezza

Fornitore: MAPEI SPAIN S.A. - Street_ Valencia 11- Pol. CanOller

08130 - Santa Perpetua de Mogoda - Barcelona

Persona competente responsabile della scheda di sicurezza: sicurezza@mapei.it

1.4. Numero telefonico di emergenza

Centro Antiveleni: phone: 91.562.04.20

MAPEI SPAIN S.A. - tel: +34-93-3435050

fax: +34-93-3024229

www.mapei.es orario d'ufficio 8:30-17:30

SEZIONE 2: identificazione dei pericoli

2.1. Classificazione della sostanza o della miscela

Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP)

0 Il prodotto non è considerato pericoloso in accordo con il Regolamento CE 1272/2008 (CLP).

Effetti fisico-chimici dannosi alla salute umana e all'ambiente:

Nessun altro pericolo

2.2. Elementi dell'etichetta

Il prodotto non è considerato pericoloso in accordo con il Regolamento CE 1272/2008 (CLP).

Disposizioni speciali in base all'Allegato XVII del REACH e successivi adeguamenti:

Nessuna

2.3. Altri pericoli

Nessun Ingrediente PBT/vPvB è presente

Altri pericoli: Nessun altro pericolo

SEZIONE 3: composizione/informazioni sugli ingredienti

3.1. Sostanze

N.A.

3.2. Miscele

Identificazione della miscela: MAPEDRILL SV

Componenti pericolosi ai sensi del Regolamento CLP e relativa classificazione:

Nessuna

SEZIONE 4: misure di primo soccorso

4.1. Descrizione delle misure di primo soccorso

In caso di contatto con la pelle:

Lavare abbondantemente con acqua e sapone.

In caso di contatto con gli occhi:

Lavare immediatamente con acqua.

In caso di ingestione:

Non indurre vomito, chiedere assistenza medica mostrando questa SDS e l'etichettatura di pericolo.

In caso di inalazione:

Portare l'infortunato all'aria aperta e tenerlo al caldo e a riposo.

4.2. Principali sintomi ed effetti, sia acuti che ritardati

N.A.

4.3. Indicazione dell'eventuale necessità di consultare immediatamente un medico e di trattamenti speciali

Trattamento: N.A.

(vedere punto 4.1)

SEZIONE 5: misure antincendio

5.1. Mezzi di estinzione

Mezzi di estinzione idonei:

Acqua.

Biossido di carbonio (CO₂).

Mezzi di estinzione che non devono essere utilizzati per ragioni di sicurezza:

Nessuno in particolare.

5.2. Pericoli speciali derivanti dalla sostanza o dalla miscela

Non inalare i gas prodotti dall'esplosione e dalla combustione.

5.3. Raccomandazioni per gli addetti all'estinzione degli incendi

Impiegare apparecchiature respiratorie adeguate.

SEZIONE 6: misure in caso di rilascio accidentale

6.1. Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure in caso di emergenza

Indossare i dispositivi di protezione individuale.

Spostare le persone in luogo sicuro.

6.2. Precauzioni ambientali

Impedire la penetrazione nel suolo/sottosuolo. Impedire il deflusso nelle acque superficiali o nella rete fognaria.

Contenere lo spandimento con terra o sabbia.

6.3. Metodi e materiali per il contenimento e per la bonifica

Prelevare meccanicamente e smaltire in conformità alle norme

Contenere lo spandimento e raccogliere meccanicamente, evitando di sollevare eccessiva polvere.

Trattenere l'acqua di lavaggio contaminata ed eliminarla.

6.4. Riferimento ad altre sezioni

Vedi anche paragrafo 8 e 13

SEZIONE 7: manipolazione e immagazzinamento

7.1. Precauzioni per la manipolazione sicura

Evitare il contatto con la pelle e gli occhi, l'inalazione di vapori e nebbie.

Durante il lavoro non mangiare né bere.

Si rimanda anche al paragrafo 8 per i dispositivi di protezione raccomandati.

7.2. Condizioni per lo stoccaggio sicuro, comprese eventuali incompatibilità

Tenere lontano da cibi, bevande e mangimi.

Materie incompatibili:

Nessuna in particolare. Si veda anche il successivo paragrafo 10.

Indicazione per i locali:

Locali adeguatamente areati.

7.3. Usi finali particolari

Raccomandazioni

Nessun uso particolare

Soluzioni specifiche per il settore industriale

Nessun uso particolare

SEZIONE 8: controllo dell'esposizione/protezione individuale

8.1. Parametri di controllo

Nessun Dato Disponibile

8.2. Controlli dell'esposizione

Protezione degli occhi:

Non richiesto per l'uso normale. Operare comunque secondo le buone pratiche di lavoro.

Protezione della pelle:

Non è richiesta l'adozione di alcuna precauzione speciale per l'uso normale.

Protezione delle mani:

Materiali adatti per guanti protettivi; EN ISO 374:

Policloroprene - CR: spessore \geq 0,5mm; tempo di rottura \geq 480min.

Gomma nitrile - NBR: spessore $\geq 0,35\text{mm}$; tempo di rottura $\geq 480\text{min}$.
Gomma butile - IIR: spessore $\geq 0,5\text{mm}$; tempo di rottura $\geq 480\text{min}$.
Gomma fluorurata - FKM: spessore $\geq 0,4\text{mm}$; tempo di rottura $\geq 480\text{min}$.

Protezione respiratoria:

Tutti i dispositivi di protezione individuale devono essere conformi agli standard CE relativi (come EN ISO 374 per i guanti e EN ISO 166 per gli occhiali), mantenuti efficienti e conservati in modo appropriato. Consultare sempre il fornitore dei dispositivi di protezione.

Misure Tecniche e di Igiene

N.A.

Controlli tecnici idonei:

N.A.

SEZIONE 9: proprietà fisiche e chimiche

9.1. Informazioni sulle proprietà fisiche e chimiche fondamentali

Stato fisico: Solido

Aspetto e colore: polvere bianco

Odore: caratteristico

Soglia di odore: N.A.

pH: 7.50

Punto di fusione/congelamento: N.A.

Punto di ebollizione iniziale e intervallo di ebollizione: N.A.

Punto di infiammabilità: N.A.

Velocità di evaporazione: N.A.

Limite superiore/inferiore d'infiammabilità o esplosione: N.A.

Densità dei vapori: N.A.

Pressione di vapore: N.A.

Densità relativa: N.A.

Idrosolubilità: solubile

Coefficiente di ripartizione (n-ottanolo/acqua): N.A. - Il prodotto è una miscela

Temperatura di autoaccensione: N.A. - Nessun componente esplosivo o che si accende spontaneamente a contatto con l'aria a temperatura ambiente

Temperatura di decomposizione: N.A.

Viscosità: N.A.

Proprietà esplosive: N.A. - Nessun componente con proprietà esplosive

Proprietà ossidanti: N.A. - Nessun componente con proprietà comburenti

Infiammabilità solidi/gas: N.A.

9.2. Altre informazioni

Nessuna informazione aggiuntiva

SEZIONE 10: stabilità e reattività

10.1. Reattività

Stabile in condizioni normali

10.2. Stabilità chimica

Stabile in condizioni normali

10.3. Possibilità di reazioni pericolose

Nessuno.

10.4. Condizioni da evitare

Stabile in condizioni normali.

10.5. Materiali incompatibili

Nessuna in particolare.

10.6. Prodotti di decomposizione pericolosi

Nessuno.

SEZIONE 11: informazioni tossicologiche

11.1. Informazioni sugli effetti tossicologici

Informazioni tossicologiche del prodotto: Nessun Dato Disponibile

SEZIONE 12: informazioni ecologiche

12.1. Tossicità

Utilizzare secondo le buone pratiche lavorative, evitando di disperdere il prodotto nell'ambiente.

Informazioni Eco-Tossicologiche:

Elenco delle Proprietà Eco-Tossicologiche del prodotto

Componente

Informazioni Eco-Tossicologiche

a) Tossicità acquatica acuta : LC50 Pesci = 400 mg/L 96

12.2. Persistenza e degradabilità

N.A.

12.3. Potenziale di bioaccumulo

N.A.

12.4. Mobilità nel suolo

N.A.

12.5. Risultati della valutazione PBT e vPvB

Nessun Ingrediente PBT/vPvB è presente

12.6. Altri effetti avversi

N.A.

SEZIONE 13: considerazioni sullo smaltimento

13.1. Metodi di trattamento dei rifiuti

Recuperare se possibile. Operare secondo le vigenti disposizioni locali e nazionali.

Non è possibile specificare un codice rifiuto secondo il catalogo europeo dei rifiuti (CER), a causa della dipendenza dall'uso. Contattare un servizio di smaltimento rifiuti autorizzato.

Prodotto:

Non gettare i rifiuti nelle fognature.

Non contaminare stagni, corsi d'acqua o fossati con contenitori chimici o usati.

Inviare a un servizio di smaltimento rifiuti autorizzato.

Imballaggio contaminato:

Svuotare il contenuto rimanente.

Smaltire come prodotto inutilizzato.

Non riutilizzare i contenitori vuoti.

SEZIONE 14: informazioni sul trasporto

Merce non pericolosa ai sensi delle norme sul trasporto.

14.1. Numero ONU

N.A.

14.2. Nome di spedizione dell'ONU

N.A.

14.3. Classi di pericolo connesso al trasporto

N.A.

14.4. Gruppo di imballaggio

N.A.

14.5. Pericoli per l'ambiente

N.A.

14.6. Precauzioni speciali per gli utilizzatori

N.A.

Strada e Rotaia (ADR-RID) :

N.A.

Aria (IATA) :

N.A.

Mare (IMDG) :

N.A.

14.7. Trasporto di rinfuse secondo l'allegato II di MARPOL ed il codice IBC

N.A.

SEZIONE 15: informazioni sulla regolamentazione

15.1. Disposizioni legislative e regolamentari su salute, sicurezza e ambiente specifiche per la sostanza o la miscela

VOC (2004/42/EC): N.A. g/l

D.Lgs. 9/4/2008 n. 81

D.M. Lavoro 26/02/2004 (Limiti di esposizione professionali)

Regolamento (CE) n. 1907/2006 (REACH)
Regolamento (UE)2015/830
Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP)
Regolamento (CE) n. 790/2009 (ATP 1 CLP) e (UE) n. 758/2013
Regolamento (UE) n. 286/2011 (ATP 2 CLP)
Regolamento (UE) n. 618/2012 (ATP 3 CLP)
Regolamento (UE) n. 487/2013 (ATP 4 CLP)
Regolamento (UE) n. 944/2013 (ATP 5 CLP)
Regolamento (UE) n. 605/2014 (ATP 6 CLP)
Regolamento (UE) n. 2015/1221 (ATP 7 CLP)
Regolamento (UE) n. 2016/918 (ATP 8 CLP)
Regolamento (UE) n. 2016/1179 (ATP 9 CLP)
Regolamento (UE) n. 2017/776 (ATP 10 CLP)
Disposizioni relative alla direttiva EU 2012/18 (Seveso III):

N.A.

Classe di pericolo tedesca per le acque (WGK)

1

Restrizioni relative al prodotto o alle sostanze contenute in base all'Allegato XVII del Regolamento (CE) 1907/2006 (REACH) e successivi adeguamenti:

Restrizioni relative al prodotto: Nessuna

Restrizioni relative alle sostanze contenute: Nessuna

Sostanze SVHC:

Nessun Dato Disponibile

15.2. Valutazione della sicurezza chimica

Non è stata effettuata una valutazione della sicurezza chimica per la miscela

SEZIONE 16: altre informazioni

Questo documento e' stato redatto da un tecnico competente in materia di SDS e che ha ricevuto formazione adeguata.

Principali fonti bibliografiche:

ECDIN - Environmental Chemicals Data and Information Network - Joint Research Centre, Commission of the European Communities

SAX's DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS - Eight Edition - Van Nostrand Reinold

Le informazioni ivi contenute si basano sulle nostre conoscenze alla data sopra riportata. Sono riferite unicamente al prodotto indicato e non costituiscono garanzia di particolari qualità.

L'utilizzatore è tenuto ad assicurarsi della idoneità e completezza di tali informazioni in relazione all'utilizzo specifico che ne deve fare.

Questa scheda annulla e sostituisce ogni edizione precedente.

Legenda delle abbreviazioni ed acronimi usati nella scheda dati di sicurezza:

ACGIH: Conferenza Americana degli Igienisti Industriali Governativi

ADR: Accordo europeo relativo al trasporto internazionale stradale di merci pericolose.

AND: Accordo Europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose per vie navigabili interne

ATE: Tossicità Acuta Stimata

STAmix: Stima della tossicità acuta (Miscele)

BCF: Fattore di concentrazione Biologica

BEI: Indice biologico di esposizione

BOD: domanda biochimica di ossigeno

CAS: Chemical Abstracts Service (divisione della American Chemical Society).

CAV: Centro Antiveneni

CE: Comunità europea

CLP: Classificazione, Etichettatura, Imballaggio.

CMR: Cancerogeno, mutagenico, riproduttivo tossico

COD: domanda chimica di ossigeno

COV: Composto Organico Volatile

CSA: Valutazione della sicurezza chimica

CSR: Relazione sulla Sicurezza Chimica

DMEL: Livello derivato con effetti minimi

DNEL: Livello derivato senza effetto.

DPD: Direttiva Prodotti Pericolosi

DSD: Direttiva Sostanze Pericolose

EC50: Concentrazione effettiva mediana

ECHA: Agenzia Europea per le Sostanze Chimiche

EINECS: Inventario europeo delle sostanze chimiche europee esistenti in commercio.

ES: Scenario di Esposizione
GefStoffVO: Ordinanza sulle sostanze pericolose in Germania.
GHS: Sistema globale armonizzato di classificazione e di etichettatura dei prodotti chimici.
IARC: Centro Internazionale di Ricerca sul Cancro
IATA: Associazione per il trasporto aereo internazionale.
IATA-DGR: Regolamento sulle merci pericolose della "Associazione per il trasporto aereo internazionale" (IATA).
IC50: Concentrazione di inibizione mediana
ICAO: Organizzazione internazionale per l'aviazione civile.
ICAO-TI: Istruzioni tecniche della "Organizzazione internazionale per l'aviazione civile" (ICAO).
IMDG: Codice marittimo internazionale per le merci pericolose.
INCI: Nomenclatura internazionale degli ingredienti cosmetici.
IRCCS: Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
KSt: Coefficiente d'esplosione.
LC50: Concentrazione letale per il 50 per cento della popolazione di test.
LD50: Dose letale per il 50 per cento della popolazione di test.
LDLo: Dose letale minima
N.A.: Non Applicabile
N/A: Non Applicabile
N/D: Non determinato / non disponibile
NA: Non disponibile
NIOSH: Istituto Nazionale per la Sicurezza e l'Igiene del Lavoro
NOAEL: Dose priva di effetti avversi osservati
OSHA: Agenzia per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro
PBT: Persistente, bioaccumulabile e tossico
PGK: Istruzioni di imballaggio
PNEC: Concentrazione prevista senza effetto.
PSG: Passeggeri
RID: Regolamento riguardante il trasporto internazionale di merci pericolose per via ferroviaria.
STEL: Limite d'esposizione a corto termine.
STOT: Tossicità organo-specifica.
TLV: Valore limite di soglia.
TWATLV: Valore limite di soglia per la media pesata su 8 ore. (ACGIH Standard).
vPvB: Molto persistente e molto bioaccumulabile
WGK: Classe di pericolo per le acque (Germania).

Paragrafi modificati rispetto alla precedente revisione:

- 5. MISURE ANTINCENDIO
- 13. OSSERVAZIONI SULLO SMALTIMENTO
- 15. INFORMAZIONI SULLA NORMATIVA

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

SCHEDA SICUREZZA POLYTOAMER ECO 100

Scheda di sicurezza
POLYFOAMER ECO 100

Scheda di sicurezza del: 24/05/2021 - revisione 3



SEZIONE 1: identificazione della sostanza/miscela e della società/impresa

1.1. Identificatore del prodotto

Identificazione della miscela:

Nome commerciale: POLYFOAMER ECO 100

Codice commerciale: 9020856

1.2. Usi identificati pertinenti della sostanza o della miscela e usi sconsigliati

Uso raccomandato: Agente schiumogeno

Usi sconsigliati: Dati non disponibili .

1.3. Informazioni sul fornitore della scheda di dati di sicurezza

Fornitore: MAPEI S.p.A. - Via Cafiero, 22 - 20158 Milano

Tel: +39-02-376731

Fax: +39-02-37673.214

MAPEI S.p.A. - Tel: +39-02-376731 orario d'ufficio 8:30-17:30 CET

Persona competente responsabile della scheda di sicurezza: sicurezza@mapei.it

1.4. Numero telefonico di emergenza

Centro Antiveleni - Ospedale di Niguarda - Milano - Tel. (+39) 0266101029

SEZIONE 2: identificazione dei pericoli



2.1. Classificazione della sostanza o della miscela

Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP)

Skin Irrit. 2 Provoca irritazione cutanea.

Eye Dam. 1 Provoca gravi lesioni oculari.

Effetti fisico-chimici dannosi alla salute umana e all'ambiente:

Nessun altro pericolo

2.2. Elementi dell'etichetta

Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP)

Pittogrammi e Avvertenza



Pericolo

Indicazioni di Pericolo:

H315 Provoca irritazione cutanea.

H318 Provoca gravi lesioni oculari.

Consigli Di Prudenza:

P264 Lavare accuratamente le mani dopo l'uso.

P280 Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso.

P305+P351+P338 IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI: sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare.

P310 Contattare immediatamente un CENTRO ANTIVELENI.

P332+P313 In caso di irritazione della pelle: consultare un medico.

P362+P364 Togliere tutti gli indumenti contaminati e lavarli prima di indossarli nuovamente.

Contiene:

alcoli, C12-14, etossilati, solfatati, sali sodici

Disposizioni speciali in base all'Allegato XVII del REACH e successivi adeguamenti:

Nessuna

2.3. Altri pericoli

Nessun Ingrediente PBT/vPvB è presente

Altri pericoli: Nessun altro pericolo

SEZIONE 3: composizione/informazioni sugli ingredienti

3.1. Sostanze

N.A.

3.2. Miscele

Identificazione della miscela: POLYFOAMER ECO 100

Componenti pericolosi ai sensi del Regolamento CLP e relativa classificazione:

Concentrazione (% w/w)	Nome	Numero di Identificazione	Classificazione	Numero di registrazione
≥10 - <20 %	alcoli, C12-14, etossilati, solfatati, sali sodici	CAS:68891-38-3 EC:500-234-8	Eye Dam. 1, H318; Skin Irrit. 2, H315; Aquatic Chronic 3, H412	01-2119488639-16-XXXX

SEZIONE 4: misure di primo soccorso

4.1. Descrizione delle misure di primo soccorso

In caso di contatto con la pelle:

Togliere di dosso immediatamente gli indumenti contaminati.

Lavare immediatamente con abbondante acqua corrente ed eventualmente sapone le aree del corpo che sono venute a contatto con il prodotto, anche se solo sospette.

CONSULTARE IMMEDIATAMENTE UN MEDICO.

Lavare completamente il corpo (doccia o bagno).

Togliere immediatamente gli indumenti contaminati ed eliminarli in modo sicuro.

In caso di contatto con la pelle lavare immediatamente con acqua abbondante e sapone.

In caso di contatto con gli occhi:

In caso di contatto con gli occhi risciacquarli con acqua per un intervallo di tempo adeguato e tenendo aperte le palpebre, quindi consultare immediatamente un oftalmologo.

Proteggere l'occhio illeso.

In caso di ingestione:

Non indurre vomito, chiedere assistenza medica mostrando questa SDS e l'etichettatura di pericolo.

In caso di inalazione:

Portare l'infortunato all'aria aperta e tenerlo al caldo e a riposo.

4.2. Principali sintomi ed effetti, sia acuti che ritardati

Irritazione degli occhi

Danni agli occhi

Irritazione cutanea

Eritema

4.3. Indicazione dell'eventuale necessità di consultare immediatamente un medico e di trattamenti speciali

In caso d'incidente o malessere consultare immediatamente un medico (se possibile mostrare le istruzioni per l'uso o la scheda di sicurezza).

Trattamento:

(vedere punto 4.1)

SEZIONE 5: misure antincendio

5.1. Mezzi di estinzione

Mezzi di estinzione idonei:

Acqua.

Biossido di carbonio (CO₂).

Mezzi di estinzione che non devono essere utilizzati per ragioni di sicurezza:

Nessuno in particolare.

5.2. Pericoli speciali derivanti dalla sostanza o dalla miscela

Non inalare i gas prodotti dall'esplosione e dalla combustione.

5.3. Raccomandazioni per gli addetti all'estinzione degli incendi

Impiegare apparecchiature respiratorie adeguate.

SEZIONE 6: misure in caso di rilascio accidentale

6.1. Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure in caso di emergenza

Indossare i dispositivi di protezione individuale.

Spostare le persone in luogo sicuro.

6.2. Precauzioni ambientali

Impedire la penetrazione nel suolo/sottosuolo. Impedire il deflusso nelle acque superficiali o nella rete fognaria.

Contenere lo spandimento con terra o sabbia.

6.3. Metodi e materiali per il contenimento e per la bonifica

Materiale idoneo alla raccolta: materiale assorbente, organico, sabbia

Trattenere l'acqua di lavaggio contaminata ed eliminarla.

6.4. Riferimento ad altre sezioni

Vedi anche paragrafo 8 e 13

SEZIONE 7: manipolazione e immagazzinamento

7.1. Precauzioni per la manipolazione sicura

Evitare il contatto con la pelle e gli occhi, l'inalazione di vapori e nebbie.

Non utilizzare contenitori vuoti prima che siano stati puliti.

Prima delle operazioni di trasferimento assicurarsi che nei contenitori non vi siano materiali incompatibili residui.

Gli indumenti contaminati devono essere sostituiti prima di accedere alle aree da pranzo.

Durante il lavoro non mangiare né bere.

Si rimanda anche al paragrafo 8 per i dispositivi di protezione raccomandati.

7.2. Condizioni per lo stoccaggio sicuro, comprese eventuali incompatibilità

Tenere lontano da cibi, bevande e mangimi.

Materie incompatibili:

Nessuna in particolare. Si veda anche il successivo paragrafo 10.

Indicazione per i locali:

Locali adeguatamente areati.

7.3. Usi finali particolari

Raccomandazioni

Nessun uso particolare

Soluzioni specifiche per il settore industriale

Nessun uso particolare

SEZIONE 8: controllo dell'esposizione/protezione individuale

8.1. Parametri di controllo

Valori PNEC

Componente	N. CAS	PNEC LIMIT	Via di esposizione	Frequenza di esposizione	Note
alcoli, C12-14, etossilati, solfatati, sali sodici	68891-38-3	0.24 mg/l	Acqua dolce		
		0.024 mg/l	Acqua di mare		
		0.917 mg/kg	Sedimenti d'acqua dolce		
		0.092 mg/kg	Sedimenti d'acqua di mare		
		7.5 mg/kg	Soil		
		10000 mg/l	Microorganismi nel trattamento delle acque reflue		
		0.071 mg/l	Rilascio occasionale		

Livello derivato senza effetto. (DNEL)

Componente	N. CAS	Lavora tore industr iale	Lavora tore profess ionale	Consu matore	Via di esposizione	Frequenza di esposizione	Note
alcoli, C12-14, etossilati, solfatati, sali sodici	68891-38-3			15	Orale Umana	Lungo termine, effetti sistemici	
				52 mg/m3	Inalazione Umana	Lungo termine, effetti sistemici	
				1650 mg/kg	Cutanea Umana	Lungo termine, effetti sistemici	

8.2. Controlli dell'esposizione

Protezione degli occhi:

Utilizzare visiere di sicurezza chiuse, non usare lenti oculari.

Protezione della pelle:

Indossare indumenti che garantiscano una protezione totale per la pelle, es. in cotone, gomma, PVC o viton.

Protezione delle mani:

Materiali adatti per guanti protettivi; EN ISO 374:

Policloroprene - CR: spessore $\geq 0,5\text{mm}$; tempo di rottura $\geq 480\text{min}$.

Gomma nitrile - NBR: spessore $\geq 0,35\text{mm}$; tempo di rottura $\geq 480\text{min}$.

Gomma butile - IIR: spessore $\geq 0,5\text{mm}$; tempo di rottura $\geq 480\text{min}$.

Gomma fluorurata - FKM: spessore $\geq 0,4\text{mm}$; tempo di rottura $\geq 480\text{min}$.

Si consiglia neoprene (0,5 mm). Guanti sconsigliati: guanti non impermeabili all'acqua

Protezione respiratoria:

Tutti i dispositivi di protezione individuale devono essere conformi agli standard CE relativi (come EN ISO 374 per i guanti e EN ISO 166 per gli occhiali), mantenuti efficienti e conservati in modo appropriato. Consultare sempre il fornitore dei dispositivi di protezione.

Misure Tecniche e di Igiene

N.A.

Controlli tecnici idonei:

N.A.

SEZIONE 9: proprietà fisiche e chimiche

9.1. Informazioni sulle proprietà fisiche e chimiche fondamentali

Stato fisico: Liquido

Aspetto e colore: liquido giallo chiaro

Odore: caratteristico

Soglia di odore: N.A.

pH: 8,50

Punto di fusione/congelamento: N.A.

Punto di ebollizione iniziale e intervallo di ebollizione: 100 °C (212 °F)

Punto di infiammabilità: 100 °C (212 °F)

Velocità di evaporazione: N.A.

Limite superiore/inferiore d'infiammabilità o esplosione: N.A.

Densità dei vapori: N.A.

Pressione di vapore: N.A.

Densità relativa: 1,04 g/cm³

Idrosolubilità: N.A.

Solubilità in olio: N.A.

Coefficiente di ripartizione (n-ottanolo/acqua): N.A.

Temperatura di autoaccensione: N.A.

Temperatura di decomposizione: N.A.

Viscosità: N.A.

Proprietà esplosive: N.A.

Proprietà ossidanti: N.A.

Infiammabilità solidi/gas: N.A.

9.2. Altre informazioni

Nessuna informazione aggiuntiva

SEZIONE 10: stabilità e reattività

10.1. Reattività

Stabile in condizioni normali

10.2. Stabilità chimica

Stabile in condizioni normali

10.3. Possibilità di reazioni pericolose

Nessuno.

10.4. Condizioni da evitare

Stabile in condizioni normali.

10.5. Materiali incompatibili

Nessuna in particolare.

10.6. Prodotti di decomposizione pericolosi

Nessuno.

SEZIONE 11: informazioni tossicologiche

11.1. Informazioni sugli effetti tossicologici

Informazioni tossicologiche riguardanti la miscela:

Non sono disponibili dati tossicologici sulla miscela in quanto tale. Si tenga, quindi, presente la concentrazione delle singole sostanze al fine di valutare gli effetti tossicologici derivanti dall'esposizione alla miscela.

Sono di seguito riportate le informazioni tossicologiche riguardanti le principali sostanze presenti nella miscela:

alcoli, C12-14, etossilati, a) tossicità acuta solfatati, sali sodici

LD50 Orale > 2500 mg/kg

LD50 Pelle > 2000 mg/kg

LC50 Inalazione = 5.71 mg/l 4h

Se non diversamente specificati, i dati richiesti dal Regolamento (UE)2015/830 sotto indicati sono da intendersi N.A.

- a) tossicità acuta
- b) corrosione/irritazione cutanea
- c) lesioni oculari gravi/irritazioni oculari gravi
- d) sensibilizzazione respiratoria o cutanea
- e) mutagenicità delle cellule germinali
- f) cancerogenicità
- g) tossicità per la riproduzione
- h) tossicità specifica per organi bersaglio (STOT) — esposizione singola
- Informazioni sulla tossicocinetica, sul metabolismo e sulla distribuzione
- i) tossicità specifica per organi bersaglio (STOT) — esposizione ripetuta
- j) pericolo in caso di aspirazione

SEZIONE 12: informazioni ecologiche

12.1. Tossicità

Utilizzare secondo le buone pratiche lavorative, evitando di disperdere il prodotto nell'ambiente.

Informazioni Eco-Tossicologiche:

Elenco delle proprietà Eco-Tossicologiche dei componenti

Componente	Numero di Identificazione	Informazioni Eco-Tossicologiche
alcoli, C12-14, etossilati, solfatati, sali sodici	CAS: 68891-38-3 - EINECS: 500-234-8	a) Tossicità acquatica acuta : LC50 Pesci = 7.10000 mg/L 96 a) Tossicità acquatica acuta : EC50 Dafnie = 7.40000 mg/L 48 a) Tossicità acquatica acuta : EC50 Alghe = 27.00000 mg/L 72 b) Tossicità acquatica cronica : NOEC Pesci = 1 mg/L b) Tossicità acquatica cronica : NOEC Dafnie = 0.18 mg/L

12.2. Persistenza e degradabilità

N.A.

12.3. Potenziale di bioaccumulo

N.A.

12.4. Mobilità nel suolo

N.A.

12.5. Risultati della valutazione PBT e vPvB

Nessun Ingrediente PBT/vPvB è presente

12.6. Altri effetti avversi

N.A.

SEZIONE 13: considerazioni sullo smaltimento

13.1. Metodi di trattamento dei rifiuti

La generazione di rifiuti dovrebbe essere evitata o minimizzata ove possibile. Recuperare se possibile.

Non è possibile specificare un codice di rifiuto (CER) secondo l'elenco europeo dei rifiuti (LoW), a causa della dipendenza dall'uso. Contattare e inviare a un servizio di smaltimento rifiuti autorizzato.

Metodi di smaltimento:

Lo smaltimento di questo prodotto, soluzioni, imballaggio ed eventuali sottoprodotti deve sempre essere conforme ai requisiti della legislazione sulla protezione ambientale e sullo smaltimento dei rifiuti e ai requisiti delle autorità locali e regionali.

Smaltire i prodotti in eccesso e non riciclabili tramite un appaltatore autorizzato allo smaltimento dei rifiuti.

Non gettare i rifiuti nelle fognature.

Rifiuti pericolosi: Sì

Considerazioni sullo smaltimento:

Non consentire l'ingresso in canali di scolo o corsi d'acqua.

Smaltire il prodotto secondo tutte le normative federali, statali e locali applicabili.

Se questo prodotto viene miscelato con altri rifiuti, il codice rifiuto originale potrebbe non essere più applicabile e il codice appropriato dovrebbe essere assegnato.

Smaltire i contenitori contaminati dal prodotto in conformità con le disposizioni locali o nazionali. Per ulteriori informazioni, contattare l'autorità locale per i rifiuti.

Precauzioni speciali:

Questo materiale e il suo contenitore devono essere smaltiti in modo sicuro. Prestare attenzione quando si maneggiano contenitori vuoti non trattati.

Evitare la dispersione del materiale versato e il deflusso e il contatto con terreno, corsi d'acqua, scarichi e fognature.

Contenitori o fodere vuoti possono trattenere alcuni residui di prodotto. Non riutilizzare i contenitori vuoti.

SEZIONE 14: informazioni sul trasporto

Merce non pericolosa ai sensi delle norme sul trasporto.

14.1. Numero ONU

N.A.

14.2. Nome di spedizione dell'ONU

N.A.

14.3. Classi di pericolo connesso al trasporto

N.A.

14.4. Gruppo di imballaggio

N.A.

14.5. Pericoli per l'ambiente

N.A.

14.6. Precauzioni speciali per gli utilizzatori

N.A.

Strada e Rotaia (ADR-RID) :

N.A.

Aria (IATA) :

N.A.

Mare (IMDG) :

N.A.

14.7. Trasporto di rinfuse secondo l'allegato II di MARPOL ed il codice IBC

N.A.

SEZIONE 15: informazioni sulla regolamentazione

15.1. Disposizioni legislative e regolamentari su salute, sicurezza e ambiente specifiche per la sostanza o la miscela

VOC (2004/42/EC): N.A. g/l

D.Lgs. 9/4/2008 n. 81

D.M. Lavoro 26/02/2004 (Limiti di esposizione professionali)

Regolamento (CE) n. 1907/2006 (REACH)

Regolamento (UE) 2015/830

Regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP)

Regolamento (CE) n. 790/2009 (ATP 1 CLP) e (UE) n. 758/2013

Regolamento (UE) n. 2018/669 (ATP 11 CLP)

Regolamento (UE) n. 2019/521 (ATP 12 CLP)

Regolamento (UE) n. 286/2011 (ATP 2 CLP)

Regolamento (UE) n. 618/2012 (ATP 3 CLP)

Regolamento (UE) n. 487/2013 (ATP 4 CLP)

Regolamento (UE) n. 944/2013 (ATP 5 CLP)
Regolamento (UE) n. 605/2014 (ATP 6 CLP)
Regolamento (UE) n. 2015/1221 (ATP 7 CLP)
Regolamento (UE) n. 2016/918 (ATP 8 CLP)
Regolamento (UE) n. 2016/1179 (ATP 9 CLP)
Regolamento (UE) n. 2017/776 (ATP 10 CLP)
Regolamento (UE) n. 2018/669 (ATP 11 CLP)
Regolamento (UE) n. 2018/1480 (ATP 13 CLP)
Disposizioni relative alla direttiva EU 2012/18 (Seveso III):

N.A.

Restrizioni relative al prodotto o alle sostanze contenute in base all'Allegato XVII del Regolamento (CE) 1907/2006 (REACH) e successivi adeguamenti:

Restrizioni relative al prodotto: 3

Restrizioni relative alle sostanze contenute: Nessuna

Sostanze SVHC:

Nessun Dato Disponibile

Classe di pericolo tedesca per le acque (WGK)

1

15.2. Valutazione della sicurezza chimica

Non è stata effettuata una valutazione della sicurezza chimica per la miscela

SEZIONE 16: altre informazioni

Codice	Descrizione	
H315	Provoca irritazione cutanea.	
H318	Provoca gravi lesioni oculari.	
H412	Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	
Codice	Classe e categoria di pericolo	Descrizione
3.2/2	Skin Irrit. 2	Irritazione cutanea, Categoria 2
3.3/1	Eye Dam. 1	Gravi lesioni oculari, Categoria 1
4.1/C3	Aquatic Chronic 3	Pericolo cronico (a lungo termine) per l'ambiente acquatico, Categoria 3

Classificazione e procedura utilizzata per derivarla a norma del regolamento (CE) 1272/2008 [CLP] in relazione alle miscele:

Classificazione a norma del regolamento (CE) n. 1272/2008	Procedura di classificazione
3.2/2	Metodo di calcolo
3.3/1	Metodo di calcolo

Questo documento e' stato redatto da un tecnico competente in materia di SDS e che ha ricevuto formazione adeguata.

Principali fonti bibliografiche:

ECDIN - Environmental Chemicals Data and Information Network - Joint Research Centre, Commission of the European Communities

SAX's DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS - Eight Edition - Van Nostrand Reinold

Le informazioni ivi contenute si basano sulle nostre conoscenze alla data sopra riportata. Sono riferite unicamente al prodotto indicato e non costituiscono garanzia di particolari qualità.

L'utilizzatore è tenuto ad assicurarsi della idoneità e completezza di tali informazioni in relazione all'utilizzo specifico che ne deve fare.

Questa scheda annulla e sostituisce ogni edizione precedente.

Legenda delle abbreviazioni ed acronimi usati nella scheda dati di sicurezza:

ACGIH: Conferenza Americana degli Igienisti Industriali Governativi

ADR: Accordo europeo relativo al trasporto internazionale stradale di merci pericolose.

AND: Accordo Europeo relativo al trasporto internazionale delle merci pericolose per vie navigabili interne

ATE: Tossicità Acuta Stimata

STAmix: Stima della tossicità acuta (Miscela)

BCF: Fattore di concentrazione Biologica

BEI: Indice biologico di esposizione

BOD: domanda biochimica di ossigeno

CAS: Chemical Abstracts Service (divisione della American Chemical Society).

CAV: Centro Antiveleni

CE: Comunità europea

CLP: Classificazione, Etichettatura, Imballaggio.
CMR: Cancerogeno, mutagenico, riproduttivo tossico
COD: domanda chimica di ossigeno
COV: Composto Organico Volatile
CSA: Valutazione della sicurezza chimica
CSR: Relazione sulla Sicurezza Chimica
DMEL: Livello derivato con effetti minimi
DNEL: Livello derivato senza effetto.
DPD: Direttiva Prodotti Pericolosi
DSD: Direttiva Sostanze Pericolose
EC50: Concentrazione effettiva mediana
ECHA: Agenzia Europea per le Sostanze Chimiche
EINECS: Inventario europeo delle sostanze chimiche europee esistenti in commercio.
ES: Scenario di Esposizione
GefStoffVO: Ordinanza sulle sostanze pericolose in Germania.
GHS: Sistema globale armonizzato di classificazione e di etichettatura dei prodotti chimici.
IARC: Centro Internazionale di Ricerca sul Cancro
IATA: Associazione per il trasporto aereo internazionale.
IATA-DGR: Regolamento sulle merci pericolose della "Associazione per il trasporto aereo internazionale" (IATA).
IC50: Concentrazione di inibizione mediana
ICAO: Organizzazione internazionale per l'aviazione civile.
ICAO-TI: Istruzioni tecniche della "Organizzazione internazionale per l'aviazione civile" (ICAO).
IMDG: Codice marittimo internazionale per le merci pericolose.
INCI: Nomenclatura internazionale degli ingredienti cosmetici.
IRCCS: Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico
KSt: Coefficiente d'esplosione.
LC50: Concentrazione letale per il 50 per cento della popolazione di test.
LD50: Dose letale per il 50 per cento della popolazione di test.
LDLo: Dose letale minima
N.A.: Non Applicabile
N/A: Non Applicabile
N/D: Non determinato / non disponibile
NA: Non disponibile
NIOSH: Istituto Nazionale per la Sicurezza e l'Igiene del Lavoro
NOAEL: Dose priva di effetti avversi osservati
OSHA: Agenzia per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro
PBT: Persistente, bioaccumulabile e tossico
PGK: Istruzioni di imballaggio
PNEC: Concentrazione prevista senza effetto.
PSG: Passeggeri
RID: Regolamento riguardante il trasporto internazionale di merci pericolose per via ferroviaria.
STEL: Limite d'esposizione a corto termine.
STOT: Tossicità organo-specifica.
TLV: Valore limite di soglia.
TWATLV: Valore limite di soglia per la media pesata su 8 ore. (ACGIH Standard).
vPvB: Molto persistente e molto bioaccumulabile
WGK: Classe di pericolo per le acque (Germania).

Paragrafi modificati rispetto alla precedente revisione:

- 1. IDENTIFICAZIONE DELLA SOSTANZA/PREPARATO E DELLA SOCIETÀ/IMPRESA
- 2. DESCRIZIONE dei rischi
- 3. COMPOSIZIONE/INFORMAZIONE SUGLI INGREDIENTI
- 7. MANIPOLAZIONE E IMMAGAZZINAMENTO
- 8. PROTEZIONE PERSONALE/CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE
- 9. PROPRIETÀ FISICHE E CHIMICHE
- 11. INFORMAZIONI TOSSICOLOGICHE
- 12. INFORMAZIONI ECOLOGICHE
- 13. OSSERVAZIONI SULLO SMALTIMENTO
- 14. INFORMAZIONI SUL TRASPORTO
- 15. INFORMAZIONI SULLA NORMATIVA

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

SCHEDA SICUREZZA TDS MAPEDRILL SV

Mapedrill SV

Polimero in polvere di origine naturale per scavo meccanizzato con TBM e per perforazioni

DESCRIZIONE

Mapedrill SV è un polimero di origine naturale in polvere, che trova impiego in diverse applicazioni per lo scavo meccanizzato di gallerie e/o perforazioni. Grazie alla sua formulazione, il prodotto è rapidamente biodegradabile e non tossico per organismi acquatici e terrestri.

CAMPI DI APPLICAZIONE

Trattamento del terreno scavato con macchine EPB

Mapedrill SV agisce come viscosizzante sul terreno scavato da TBM ed è in grado di ridurre il contenuto di liquido (acqua e schiuma residua) dello smarino rendendolo palabile e facilmente manovrabile in cantiere.

Additivo per il fango bentonitico con macchina di tipo Slurry

Mapedrill SV è in grado di fornire una protezione chimica alla bentonite utilizzata nei fanghi per scavo meccanizzato con Hydroshield e Slurryshield TBM.

Mapedrill SV è utilizzato principalmente per mantenere inalterate le proprietà dei fanghi bentonitici durante lo scavo con HS e SS TBM in terreni grossolani.

Additivo per fluido di perforazione

Mapedrill SV, miscelato con acqua, dà origine ad un fango da perforazione, con viscosità elevata che, grazie alla caratteristica di pseudo-plasticità, è in grado di aumentare l'efficienza di trasporto dei detriti di scavo e di conseguenza la pulizia del foro.

DOSAGGIO

A seconda dello scopo per cui viene impiegato, **Mapedrill SV** può essere utilizzato puro o miscelato con acqua.

Trattamento del terreno scavato con EPB:

Mapedrill SV viene utilizzato puro e il suo dosaggio dipende dalle caratteristiche del terreno scavato e dalla quantità di acqua presente.

Additivo per fango bentonitico con TBM di tipo Slurry:

Mapedrill SV viene aggiunto al fango bentonitico e il suo dosaggio dipende sia dal tipo di fango utilizzato che dal tipo di terreno da scavare.

Fluido di perforazione: **Mapedrill SV** viene utilizzato puro o diluito in funzione delle caratteristiche del terreno da perforare.

Il nostro servizio di assistenza tecnica **Underground Technology Team** e il nostro laboratorio di ricerca sono a disposizione per ottimizzare il dosaggio di **Mapedrill SV** secondo le specifiche caratteristiche del terreno da trattare.

IMBALLAGGIO

Mapedrill SV è disponibile in sacchi da 25 kg. A richiesta è disponibile sfuso.

STOCCAGGIO

Mapedrill SV può essere staccato per un massimo di 24 mesi in un ambiente chiuso a temperature comprese tra +5°C e +30°C.

DATI TECNICI (valori tipici)

DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO

Aspetto:	polvere
Colore:	bianco
Densità (a +20°C) (g/cm ³):	0,70 ± 0,1
pH (soluzione all'1%, a +25°C)	7,0 ± 1,5

INFORMAZIONI DI SICUREZZA PER LA PREPARAZIONE E L'APPLICAZIONE

Mapedrill SV non è considerato pericoloso ai sensi delle attuali normative sulla classificazione delle miscele. Si raccomanda di indossare guanti e occhiali protettivi e di utilizzare le consuete precauzioni per la manipolazione dei prodotti chimici. Per ulteriori e complete informazioni riguardo l'utilizzo sicuro del prodotto si raccomanda di consultare l'ultima versione della Scheda Dati Sicurezza.

PRODOTTO PER USO PROFESSIONALE.

AVVERTENZA

Le informazioni e le prescrizioni sopra riportate, pur corrispondendo alla nostra migliore esperienza, sono da ritenersi, in ogni caso, puramente indicative e dovranno essere confermate da esaurienti applicazioni pratiche; pertanto, prima di adoperare il prodotto, chi intenda farne uso è tenuto a stabilire se esso sia o meno adatto all'impiego previsto e, comunque, si assume ogni responsabilità che possa derivare dal suo uso.

Fare sempre riferimento all'ultima versione aggiornata della scheda tecnica, disponibile sul sito www.mapei.com

INFORMATIVA LEGALE

I contenuti della presente Scheda Tecnica possono essere riprodotti in altro documento progettuale, ma il documento così risultante non potrà in alcun modo sostituire o integrare la Scheda Tecnica in vigore al momento dell'applicazione del prodotto MAPEI. La Scheda Tecnica più aggiornata è disponibile sul nostro sito www.mapei.com.

QUALSIASI ALTERAZIONE DEL TESTO O DELLE CONDIZIONI PRESENTI IN QUESTA SCHEDA TECNICA O DA ESSA DERIVANTI ESCLUDE LA RESPONSABILITÀ DI MAPEI.

Le referenze relative a questo prodotto sono disponibili su richiesta e sul sito Mapei www.mapei.it e www.mapei.com



www.utt-mapei.com



IL PARTNER MONDIALE DEI COSTRUTTORI

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

SCHEDA SICUREZZA TDS POLYFOAMER ECO 100

Polyfoamer Eco 100

Agente schiumogeno liquido ad alte prestazioni e biodegradabile, basato su un tensioattivo anionico con un elevato grado di biodegradabilità e combinato con un polimero naturale, utilizzato per il condizionamento del terreno per scavo meccanizzato di gallerie

DESCRIZIONE

Polyfoamer Eco 100 è un agente schiumogeno liquido ad alte prestazioni, a base di tensioattivi anionici biodegradabili, in combinazione con un polimero naturale.

Polyfoamer Eco 100 è completamente formulato con materie prime biodegradabili e senza glicoli. La sua capacità di biodegradarsi è per questi motivi molto elevata.

Polyfoamer Eco 100 è in grado di generare una schiuma stabile nel tempo, con ottime proprietà lubrificanti, ed è adatto per il condizionamento di ogni tipo di terreno scavato con TBM.

La schiuma generata con **Polyfoamer Eco 100** riduce l'attrito tra le particelle del terreno, minimizzando così l'usura degli utensili di scavo.

La presenza del polimero naturale combinato con l'agente schiumogeno aumenta il tempo di semi-vita della schiuma e ne migliora le proprietà lubrificanti, caratteristica utile in ogni tipo di terreno e in particolare durante lo scavo di terreni argillosi.

Il **Polyfoamer Eco 100** può essere usato in combinazione con la nostra linea di polimeri per il condizionamento del terreno (prodotti **Mapedrill** e **Mapedisp**).

Il prodotto è stabile e non genera alcun tipo di fondo all'interno delle cisternette o dei serbatoi di stoccaggio. Questo è importante in quanto l'eventuale residuo depositato sul fondo, una volta utilizzato in TBM, può bloccare i filtri e gli ugelli di iniezione, generando quindi ritardi nelle operazioni di scavo.

CAMPO DI APPLICAZIONE

Polyfoamer Eco 100 è appositamente formulato per generare schiuma da utilizzare per il condizionamento del terreno in presenza di scavo meccanizzato di gallerie con macchine TBM (EPB).

Polyfoamer Eco 100 è adatto allo scavo in tutti i tipi di terreno.

CONSUMI

Il dosaggio di **Polyfoamer Eco 100** dipende dalle caratteristiche geo-meccaniche del terreno e dall'acqua sotterranea presente (caratteristiche fisiche e quantità). La normale concentrazione dell'agente schiumogeno in acqua è compresa tra 0,5% e 4,0% (es. 2% = 2 parti di **Polyfoamer Eco 100** e 98 parti di acqua).

Il nostro Laboratorio Tecnico è a completa disposizione del cliente per eseguire prove, prima della partenza della TBM, su campioni di terreno rappresentativi per valutare i parametri di condizionamento più adeguati per le operazioni di scavo della macchina.

Infine, il nostro Servizio Tecnico **Underground Technology Team** è in grado di cooperare con il personale del cantiere direttamente sulla TBM al fine di ottimizzare i parametri di concentrazione della schiuma, di FER ("Foam Expansion Ratio") e di FIR ("Foam Injection Ratio").

CONFEZIONI

Polyfoamer Eco 100 è fornito in:

- fusti di plastica da 25 kg;
- fusti di plastica da 200 kg;
- cisternette da 1000 kg;
- sfuso su richiesta.

DATI TECNICI (valori tipici)	
DATI IDENTIFICATIVI DEL PRODOTTO	
Aspetto:	liquido omogeneo
Massa volumica (g/cm ³) (ISO 758):	1,04 ± 0,03
pH (ISO 4316):	8,5 ± 1,5
Solubilità:	completa in acqua
Indice WGK in accordo a Standard Tedesco AwSW 04-2017 (classe di pericolo per le acque) N.B.: dettagli tecnici disponibili su richiesta:	WGK = 1 (basso rischio)

IMMAGAZZINAGGIO

Polyfoamer Eco 100 si conserva per massimo 6 mesi in recipienti chiusi e protetti dal gelo.

ISTRUZIONI DI SICUREZZA PER LA PREPARAZIONE E LA MESSA IN OPERA

Per un utilizzo sicuro dei nostri prodotti fare riferimento all'ultima versione della Scheda Dati Sicurezza, disponibile sul nostro sito www.mapei.it.

PRODOTTO PER USO PROFESSIONALE.

AVVERTENZA

Le informazioni e le prescrizioni sopra riportate, pur corrispondendo alla nostra migliore esperienza, sono da ritenersi, in ogni caso, puramente indicative e dovranno essere confermate da esaurienti applicazioni pratiche; pertanto, prima di adoperare il prodotto, chi intenda farne uso è tenuto a stabilire se esso sia o meno adatto all'impiego previsto e, comunque, si assume ogni responsabilità che possa derivare dal suo uso.

Fare sempre riferimento all'ultima versione aggiornata della scheda tecnica, disponibile sul sito www.mapei.com

INFORMATIVA LEGALE

I contenuti della presente Scheda Tecnica possono essere riprodotti in altro documento progettuale, ma il documento così risultante non potrà in alcun modo sostituire o integrare la Scheda Tecnica in vigore al momento dell'applicazione del prodotto MAPEI.

La Scheda Tecnica più aggiornata è disponibile sul nostro sito www.mapei.com.

QUALSIASI ALTERAZIONE DEL TESTO O DELLE CONDIZIONI PRESENTI IN QUESTA SCHEDA TECNICA O DA ESSA DERIVANTI ESCLUDE LA RESPONSABILITÀ DI MAPEI.

Le referenze relative a questo prodotto sono disponibili su richiesta e sul sito Mapei www.mapei.it e www.mapei.com



www.utt-mapei.com



IL PARTNER MONDIALE DEI COSTRUTTORI

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

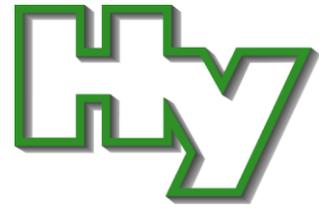
CERTIFICAZIONE WGK POLYFOAMER ECO 100

Hygiene-Institut des Ruhrgebiets

Institut für Umwelthygiene und Toxikologie

Direktor: Prof. Dr.rer.nat. Lothar Dunemann

Träger: Verein zur Bekämpfung der Volkskrankheiten im Ruhrkohlengebiet e.V.



HYGIENE-INSTITUT · Postfach 10 12 55 · 45812 Gelsenkirchen

MAPEI SpA
UTT – Underground Technology Team
Via Cafiero 22
20158 Milano
ITALIEN

Besucher-/Paketanschrift:
Rotthaus Str. 21, 45879 Gelsenkirchen

Zentrale (0209) 9242-0
Durchwahl (0209) 9242-310
Telefax (0209) 9242-333
E-Mail l.cuellar@hyg.de
Internet www.hyg.de

Unser Zeichen: A-328875-20-Cue
Ansprechpartner: Frau Cuellar

Gelsenkirchen, den 10.06.20

Page 1 of 9

Product “POLYFOAMER ECO/ 100”

Here: Classification into a water hazard class according to the Ordinance on Installations for the Handling of Substances Hazardous to Water, AwSV: 04-2017

Your order No 20PO0014414-1 dated 25.05.2020, our letter (quotation) number A-327326-20-Cue dated 21.04.2020

Dear Sir or Madam,

you have commissioned us with the above letter to update the report “Classification into a water hazard class according to the Administrative regulation on substances hazardous to water, Verwaltungsvorschrift Wassergefährdener Stoffe – VwVwS of Mai 1999 (A-243598-14-Bi) from 20.05.2014 of the product marked by your company “POLYFOAMER ECO/ 100” according to the German Ordinance on Installations for the Handling of Substances Hazardous to Water, AwSV: 04-2017.

On the basis of the ascertained results from the above mentioned report, it is possible to perform a self-classification into one of three existing water hazard classes.

“POLYFOAMER ECO/ 100” is a foaming agent, which can be used in different applications for mechanized tunnelling and drilling.

The results of our tests and assessments apply to the examined test objects and the statutory rules at the time of testing. Our general terms and conditions apply (<http://www.hyg.de>). The report shall not be reproduced, except in full, without written approval of the Institute.

Legal Entity: Verein zur Bekämpfung der Volkskrankheiten im Ruhrkohlengebiet e.V., **Register:** VR 519 Local Court Gelsenkirchen (Germany); **VAT ID:** DE125018356 **Directorate:** Prof. Dr. Jürgen Kretschmann (Head), Dr. Emanuel Grün, Dr. Dirk Waider, Joachim Löchte, Prof. Dr. Lothar Dunemann (Executive Member).

1. *Ascertaining acute toxicity in relation to mammals*

Determining acute toxicity in relation to mammals (oral or dermal) is performed in accordance with valid OECD guidelines 401, 402, 420 or 423 taking into account the assignment specified under the Hazardous Substances Law, of the respective risk phrases according to the following point system:

Exposure	LD ₅₀ in mg/kg of body weight	Risk phrases	Evaluation points
Oral	≥ 2000	–	0
Dermal	≥ 2000	–	0
Oral	200 – 2000	22	1
Dermal	400 – 2000	21	1
Oral	25 – 200	25	3
Dermal	50 – 400	24	3
Oral	< 25	28	4
Dermal	< 50	27	4

2. *Ascertaining aquatic toxicity and environmental hazard*

Determining aquatic toxicity and environmental hazard is performed by ascertaining the toxicity rates in relation to

- Fish (LC₅₀) in a 96-h test
- Daphnia (EC₅₀) in a 48-h test and
- Algae (IC₅₀) in a 72-h test.

Assignment of the concentration limits obtained is to be performed via a point system, taking into account the risk phases specified under the Hazardous Substances Law, and be based on the toxicity in relation to the most sensitive form of organism each time:

LC₅₀ / EC₅₀ / IC₅₀ in mg/l	Risk phases	Evaluation points
> 100	-	2
> 10 - ≤ 100	52 / 53	4
> 1 - ≤ 10	51 / 53	6
≤ 1	50 / 53	8

3. *Ascertaining, evaluating biodegradability and precautionary points*

Ascertaining biodegradability is performed in accordance with the methods specified in OECD processes 301 A to 301 F and also in OECD guidelines 302 B and 302 C. Here, with regard to the assignment of evaluation points, the toxicity (LC₅₀, EC₅₀, IC₅₀) in relation to aquatic organisms is to be taken into account as follows:

Is for each substance of a mixture in each case the ready biodegradability detected and a bioaccumulative potential excluded, which are determined for the impact on the environment precautionary points are reduced by 2.

Biodegradability	Aquatic toxicity (LC₅₀ / EC₅₀ / IC₅₀) mg/l precautionary points			
	> 100	10 - ≤ 100	1 - ≤ 10	≤ 1
no evidence of ready biodegradability or no evidence to exclude bioaccumulation potential	0 points	2 points	4 points	6 points

The evaluation points to be derived from the results of the examinations with regard to toxicity in relation to mammals, toxicity in relation to higher and lower aquatic organisms and also to biodegradability, are to be added up and to be referred to according to the following schema water to calculate the water hazard class.

Total points	Water hazard class
0 - 4	1
5 - 8	2
> 8	3

Results of the examinations from 20.05.2014

1. Determining toxicity in relation to fish

The examination of product “**POLYFOAMER ECO/ 100**” in respect of toxic characteristics in relation to fish was performed by means of the process described in OECD guideline 203:1992-07 (fish test). Subsequently, 5 cm to 7 cm long Zebra-fish (*Danio rerio*) were placed in test solutions produced from the above product plus dilution water, and the behaviour of the animals was observed for 96 hours. During the test duration, the temperature of the aerated test water was maintained at 23 ± 1 °C. The test results are recorded in the following table.

Concentration of original substance	in mg/l	1	10	12.5	25
Portion of dead fish	in %	0	0	0	50

Concentration of original substance	in mg/l	50	100	1000
Portion of dead fish	in %	100	100	100

From the above data, the following LC values can be ascertained:

- LC₀ (96 h) : 12.5 mg/l of product "POLYFOAMER ECO/ 100"/l
- LC₅₀* (96 h) : 25.0 mg/l of product "POLYFOAMER ECO/ 100"/l
- LC₁₀₀ (96 h) : 50.0 mg/l of product "POLYFOAMER ECO/ 100"/l

NOEC_{Fish} (No Observed Effect Concentration *OECD 203*) = 12.5 mg/l.

2. Determining toxicity in relation to daphnia

Ascertaining toxicity in relation to daphnia was performed in accordance with the process described in OECD guideline 202 with test organism "*Daphnia magna* STRAUS". The specification of the dilution level of the test item served to measure the effect of water ingredients, in which a certain percentage of daphnia was still capable of swimming upon expiry of a 48-hour test period (temperature: 20 °C ± 1 °C; no lighting).

The effects of mass concentrations of examined product "POLYFOAMER ECO/ 100" on the capability of swimming of the small crustaceans *Daphnia magna* are presented in the following table:

Concentration of original substance	in mg/l	7.5	10	25	50
Portion of daphnia incapable of swimming	in %	0	0	0	70

*LC 50 = The concentration of the test item to be examined, ascertained graphically or mathematically, at which 50% of fish used died within the 96-hour test.

Concentration of original substance	in mg/l	100	250	500
Portion of daphnia incapable of swimming	in %	95	100	100

From the above test results, the following effect concentrations (EC values) for product **“POLYFOAMER ECO/ 100”** can be ascertained:

EC ₀	(48 h)	=	50	mg/l
EC ₅₀	(48 h)	=	112	mg/l
EC ₁₀₀	(48 h)	=	250	mg/l

NOEC_{Daphnia} (No Observed Effect Concentration *OECD 202*) = 50 mg/l.

3. *Determining toxicity in relation to algae*

Determining the inhibitory effect on cell proliferation in green algae was performed in accordance with OECD guideline 201. Here, the green alga *Scenedesmus subspicatus* was cultivated 72 hours under defined conditions (23 °C ± 2 °C; constant lighting 8000 Lux) in a culture medium with different concentrations of the trial sample; at certain points (24 h, 48 h and 72 h), toxicity of the test item is to be examined by determining the cell count.

Concentration of original substance	in mg/l	25	50	100	250
Inhibition growth rate	in %	0	1	45	63

Concentration of original substance	in mg/l	500	750	1000
Inhibition growth rate	in %	74	100	100

From this, the following concentrations (IC-values) for the product **“POLYFOAMER ECO/ 100”** at an inhibition between 10% and 50% can be ascertained. :

IC ₁₀	(0 to 72 h)	=	60	mg/l
IC ₅₀	(0 to 72 h)	=	170	mg/l

NOEC_{Algae} (No Observed Effect Concentration *OECD 201 (<10% inhibition)*) = 60 mg/l.

4. *Ascertaining acute oral toxicity in relation to mammals*

The acute oral mammal toxicity was assessed according to the procedure described in the OECD guideline 401 was performed of an animal with a dose of 2000 mg / kg by peroral application with the test sample **“POLYFOAMER ECO/ 100”**.

A clinical examination of the test animals was performed during 14 days. As a result of testing should be noted that all test animals survived. Toxicity signs were not observed.

5. *Biodegradation pattern*

Biodegradability of the foaming agent **“POLYFOAMER ECO/ 100”** was established by manometric means in accordance with OECD Regulation 301C (MITI-Test through biochemical oxygen demand. The last-mentioned procedure not only reflected a measure for the oxidative degradation of the organic substances microbiologically but also allowed statements to be made about the kinetics of the degradation on the basis of the relevant curve progression. The chemical oxygen demand (COD), established experimentally in accordance with the dichromate method (DIN 38409 H41:1980-12) and which could be referred to as a measure for the complete mineralisation of the organic substance of the test liquid, served as a parameter in relation to the degradation rate.

Reference was made to the chemical oxygen demand of 342600 mg O₂/l, established as the amount of oxygen required for 100% degradation for the product "**POLYFOAMER ECO/ 100**", and so biodegradability, expressed as the biological oxygen demand (BOD) for 105000 mg O₂/l after five days, was 30.6 %.

The microbiological degradation of biochemically oxidisable substances after about 28 days under the selected test conditions amounted to 72.7 %.

6. Evaluation points

Based on the results of the toxicological examinations described (acute toxicity in relation to fish, daphnia, mammals, algae, and biodegradability), the following evaluation points arose for product "**POLYFOAMER ECO/ 100**":

Toxicity to mammals (LD ₅₀ rat = > 2000 mg/kg body weight):	Evaluation points = 0
Toxicity to fish (LC ₅₀ = 25 mg/l):	Evaluation points = 4 (-2)
Toxicity to daphnia (EC ₅₀ = 112 mg/l):	Evaluation points = 2 (-2)
Toxicity to algae (IC ₅₀ = 170 mg/l):	Evaluation points = 2 (-2)
Biodegradability = 73	Evaluation points = 0

NOEC (No Observed Effect Concentration *for acute aquatic toxicity*) = 12.5 mg/l.

To ascertain the water hazard class, the evaluation points of acute oral toxicity in relation to mammals, the evaluation points for the most sensitive aquatic test organism, and the evaluation number for biodegradability have to be added, which yields an overall evaluation number of "2".

The evaluation points are assigned to water hazard classes as follows:

Total evaluation points	Water hazard class	Description
0 to 4	1	"slightly hazardous to water"
5 to 8	2	"hazardous to water"
9 and greater	3	"severely hazardous to water"

Based on the results of the toxicity testing and the determination of biodegradability, it can be deducted, in our judgement, that product "**POLYFOAMER ECO/ 100**" is to be assigned to **water hazard class "1"**, that is, to be described as "slightly hazardous to water".

Yours faithfully
Director of Institute
on behalf of

Dipl.-Umweltwiss. Sebastian Bien
Head of Specialist Area
Wastewater-, Soil- and Air Hygiene Department

M.Sc. Water Science, Ludy Cuellar
Specialist Area
Wastewater-, Soil- and Air Hygiene Department

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.:



ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
APLITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

CANTIERE CEFALÙ

COMMESSA: RADDOPPIO DEL TRATTO CEFALÙ OGLIASTRILLO - CASTELBUONO, DELLA LINEA PALERMO - MESSINA, DI LUNGHEZZA DI KM. 12,3 CIRCA, INTERAMENTE IN VARIANTE SU DOPPIO BINARIO, COMPRESA LA COSTRUZIONE DELLE GALLERIE CEFALÙ, S. AMBROGIO E MALPERTUGIO.

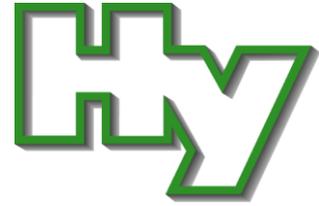
CERTIFICAZIONE WGK MAPEDRILL SV

Hygiene-Institut des Ruhrgebiets

Institut für Umwelthygiene und Toxikologie

Direktor: Prof. Dr.rer.nat. Lothar Dunemann

Träger: Verein zur Bekämpfung der Volkskrankheiten im Ruhrkohlengebiet e.V.



HYGIENE-INSTITUT · Postfach 10 12 55 · 45812 Gelsenkirchen

MAPEI SpA
UTT – Underground Technology Team
Via Cafiero 22
20158 Milano
ITALIEN

Besucher-/Paketanschrift:
Rotthaus Str. 21, 45879 Gelsenkirchen

Zentrale (0209) 9242-0
Durchwahl (0209) 9242-310
Telefax (0209) 9242-333
E-Mail l.cuellar@hyg.de
Internet www.hyg.de

Unser Zeichen: A-328876-20-Cue
Ansprechpartner: Frau Cuellar

Gelsenkirchen, den 10.06.20

Page 1 of 9

Product “MAPEDRILL SV”

Here: Classification into a water hazard class according to the Ordinance on Installations for the Handling of Substances Hazardous to Water, AwSV: 04-2017

Your order No 20PO0014414-1 dated 25.05.2020, our letter (quotation) number A-327326-20-Cue dated 21.04.2020

Dear Sir or Madam,

you have commissioned us with the above letter to update the report “Classification into a water hazard class according to the Administrative regulation on substances hazardous to water, Verwaltungsvorschrift Wassergefährdener Stoffe – VwVwS of Mai 1999 (A-275769-16-Bi) from 27.09.2016 of the product marked by your company “MAPEDRILL SV” according to the German Ordinance on Installations for the Handling of Substances Hazardous to Water, AwSV: 04-2017.

On the basis of the ascertained results from the above mentioned report, it is possible to perform a self-classification into one of three existing water hazard classes.

“MAPEDRILL SV” is a foaming agent, which can be used in different applications for mechanized tunnelling and drilling.

The results of our tests and assessments apply to the examined test objects and the statutory rules at the time of testing. Our general terms and conditions apply (<http://www.hyg.de>). The report shall not be reproduced, except in full, without written approval of the Institute.

Legal Entity: Verein zur Bekämpfung der Volkskrankheiten im Ruhrkohlengebiet e.V., **Register:** VR 519 Local Court Gelsenkirchen (Germany); **VAT ID:** DE125018356 **Directorate:** Prof. Dr. Jürgen Kretschmann (Head), Dr. Emanuel Grün, Dr. Dirk Waider, Joachim Löchte, Prof. Dr. Lothar Dunemann (Executive Member).

1. *Ascertaining acute toxicity in relation to mammals*

Determining acute toxicity in relation to mammals (oral or dermal) is performed in accordance with valid OECD guidelines 401, 402, 420 or 423 taking into account the assignment specified under the Hazardous Substances Law, of the respective risk phrases according to the following point system:

Exposure	LD ₅₀ in mg/kg of body weight	Risk phrases	Evaluation points
Oral	≥ 2000	–	0
Dermal	≥ 2000	–	0
Oral	200 – 2000	22	1
Dermal	400 – 2000	21	1
Oral	25 – 200	25	3
Dermal	50 – 400	24	3
Oral	< 25	28	4
Dermal	< 50	27	4

2. *Ascertaining aquatic toxicity and environmental hazard*

Determining aquatic toxicity and environmental hazard is performed by ascertaining the toxicity rates in relation to

- Fish (LC₅₀) in a 96-h test
- Daphnia (EC₅₀) in a 48-h test and
- Algae (IC₅₀) in a 72-h test.

Assignment of the concentration limits obtained is to be performed via a point system, taking into account the risk phases specified under the Hazardous Substances Law, and be based on the toxicity in relation to the most sensitive form of organism each time:

LC₅₀ / EC₅₀ / IC₅₀ in mg/l	Risk phases	Evaluation points
> 100	-	2
> 10 - ≤ 100	52 / 53	4
> 1 - ≤ 10	51 / 53	6
≤ 1	50 / 53	8

3. *Ascertaining, evaluating biodegradability and precautionary points*

Ascertaining biodegradability is performed in accordance with the methods specified in OECD processes 301 A to 301 F and also in OECD guidelines 302 B and 302 C. Here, with regard to the assignment of evaluation points, the toxicity (LC₅₀, EC₅₀, IC₅₀) in relation to aquatic organisms is to be taken into account as follows:

Is for each substance of a mixture in each case the ready biodegradability detected and a bioaccumulative potential excluded, which are determined for the impact on the environment precautionary points are reduced by 2.

Biodegradability	Aquatic toxicity (LC₅₀ / EC₅₀ / IC₅₀) mg/l precautionary points			
	> 100	10 - ≤ 100	1 - ≤ 10	≤ 1
no evidence of ready biodegradability or no evidence to exclude bioaccumulation potential	0 points	2 points	4 points	6 points

The evaluation points to be derived from the results of the examinations with regard to toxicity in relation to mammals, toxicity in relation to higher and lower aquatic organisms and also to biodegradability, are to be added up and to be referred to according to the following schema water to calculate the water hazard class.

Total points	Water hazard class
0 - 4	1
5 - 8	2
> 8	3

Results of the examinations from 27.09.2016

1. Determining toxicity in relation to fish

The examination of product “**MAPEDRILL SV**” in respect of toxic characteristics in relation to fish was performed by means of the process described in OECD guideline 203:1992-07 (fish test). Subsequently, 5 cm to 7 cm long Zebra-fish (*Danio rerio*) were placed in test solutions produced from the above product plus dilution water, and the behaviour of the animals was observed for 96 hours. During the test duration, the temperature of the aerated test water was maintained at 23 ± 1 °C. The test results are recorded in the following table.

Concentration of original substance	in mg/l	100	500	1000
Portion of dead fish	in %	0	0	0

From the above data, the following LC values can be ascertained:

LC₀ (96 h) : > 1000 mg/l of product "MAPEDRILL SV"/l
 LC₅₀* (96 h) : > 1000 mg/l of product "MAPEDRILL SV"/l
 LC₁₀₀ (96 h) : >> 1000 mg/l of product "MAPEDRILL SV"/l

NOEC_{Fish} (No Observed Effect Concentration *OECD 203*) = > 1 mg/l.

2. Determining toxicity in relation to daphnia

Ascertaining toxicity in relation to daphnia was performed in accordance with the process described in OECD guideline 202 with test organism "*Daphnia magna* STRAUS". The specification of the dilution level of the test item served to measure the effect of water ingredients, in which a certain percentage of daphnia was still capable of swimming upon expiry of a 48-hour test period (temperature: 20 °C ± 1 °C; no lighting).

The effects of mass concentrations of examined product "MAPEDRILL SV" on the capability of swimming of the small crustaceans *Daphnia magna* are presented in the following table:

Concentration of original substance in mg/l	5	7.5	10	20	25
Portion of daphnia incapable of swimming in %	0	0	0	70	0

Concentration of original substance in mg/l	50	75	100	200	250
Portion of daphnia incapable of swimming in %	0	0	0	0	20

*LC 50 = The concentration of the test item to be examined, ascertained graphically or mathematically, at which 50% of fish used died within the 96-hour test.

Concentration of original substance	in mg/l	500	1000
Portion of daphnia incapable of swimming	in %	100	100

From the above test results, the following effect concentrations (EC values) for product “MAPEDRILL SV” can be ascertained:

EC ₀	(48 h)	=	200	mg/l
EC ₅₀	(48 h)	=	380	mg/l
EC ₁₀₀	(48 h)	=	500	mg/l

NOEC_{Daphnia} (No Observed Effect Concentration *OECD 202*) = 200 mg/l.

3. Determining toxicity in relation to algae

Determining the inhibitory effect on cell proliferation in green algae was performed in accordance with OECD guideline 201. Here, the green alga *Scenedesmus subspicatus* was cultivated 72 hours under defined conditions (23 °C ± 2 °C; constant lighting 8000 Lux) in a culture medium with different concentrations of the trial sample; at certain points (24 h, 48 h and 72 h), toxicity of the test item is to be examined by determining the cell count.

Concentration of original substance	in mg/l	5	7.5	10	25	50
Inhibition growth rate	in %	0	0	0	0.4	0.9

Concentration of original substance	in mg/l	75	100	500	1000
Inhibition growth rate	in %	6.1	21.5	38.6	67.2

From this, the following concentrations (IC-values) for the product **“MAPEDRILL SV”** at an inhibition between 10% and 50% can be ascertained. :

IC ₁₀	(0 to 72 h)	=	100	mg/l
IC ₅₀	(0 to 72 h)	=	650	mg/l

NOEC_{Algae} (No Observed Effect Concentration *OECD 201 (<10% inhibition)*) = 100 mg/l.

4. Ascertaining acute oral toxicity in relation to mammals

The acute oral mammal toxicity was assessed according to the procedure described in the OECD guideline 401 was performed of an animal with a dose of 2000 mg / kg by peroral application with the test sample **“MAPEDRILL SV”**.

A clinical examination of the test animals was performed during 14 days. As a result of testing should be noted that all test animals survived. Toxicity signs were not observed.

5. Biodegradation pattern

The biodegradation pattern of product **“MAPEDRILL SV”** was ascertained manometrically, whilst taking into account OECD rule 301 f (MANOMETRIC RESPIROMETRY TEST) concerning biochemical oxygen demand. The latter procedure not only provided a measurement for the oxidative degradation of the organic ingredients microbiologically, but also allowed for statements on the kinetics of the degradation on the basis of the

respective curve progression. Chemical oxygen demand (COD), ascertained experimentally according to the dichromate method, served as a parameter to calculate the degradation rate, and could be referred to as a measurement for the complete mineralisation of organic matter in the test liquid.

By referring to the chemical oxygen demand of 903 000 mg O₂/l as the oxygen demand required for 100% degradation, as ascertained for product **"MAPEDRILL SV"**, the biochemical degradation, expressed as BOD₅, amounted to 220 000 mg O₂/l = 24.4 % five days later.

The microbiological degradation of the biochemically oxidisable ingredients under the selected test conditions amounted to approx. **87.5 %** some 27 / 28 days later.

6. Evaluation points

Based on the results of the toxicological examinations described (acute toxicity in relation to fish, daphnia, mammals, algae, and biodegradability), the following evaluation points arose for product **"MAPEDRILL SV"**:

Toxicity to mammals (LD ₅₀ rat = > 2000 mg/kg body weight):	Evaluation points = 0
Toxicity to fish (LC ₅₀ = > 1000 mg/l):	Evaluation points = 2 (-2)
Toxicity to daphnia (EC ₅₀ = 380 mg/l):	Evaluation points = 2 (-2)
Toxicity to algae (IC ₅₀ = 650 mg/l):	Evaluation points = 2 (-2)
Biodegradability = 87.5	Evaluation points = 0

NOEC (No Observed Effect Concentration *for acute aquatic toxicity*) = 100 mg/l.

To ascertain the water hazard class, the evaluation points of acute oral toxicity in relation to mammals, the evaluation points for the most sensitive aquatic test organism, and the evaluation number for biodegradability have to be added, which yields an overall evaluation number of "0".

The evaluation points are assigned to water hazard classes as follows:

Total evaluation points	Water hazard class	Description
0 to 4	1	"slightly hazardous to water"
5 to 8	2	"hazardous to water"
9 and greater	3	"severely hazardous to water"

Based on the results of the toxicity testing and the determination of biodegradability, it can be deduced, in our judgement, that product **"MAPEDRILL SV"** is to be assigned to **water hazard class "1"**, that is, to be described as "slightly hazardous to water".

Yours faithfully
Director of Institute
on behalf of

Dipl.-Umweltwiss. Sebastian Bien
Head of Specialist Area
Wastewater-, Soil- and Air Hygiene Department

M.Sc. Water Science, Ludy Cuellar
Specialist Area
Wastewater-, Soil- and Air Hygiene Department