

# REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

## COMUNE DI OLBIA

### PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA DARSENA PESCHERECCI A SERVIZIO DELL'IMPIANTO DI STOCCAGGIO E TRASFORMAZIONE DEL PESCATO

ELABORATO:

# H

ESITI DELLA CARATTERIZZAZIONE  
CHIMICO-FISICA DEI SEDIMENTI

RIF. ELABORATO:

	DATA	OGGETTO	
REVISIONI	00	08-09-2017	
	01	15-02-2018	
	02		
	03		

RED.: AF VER.: GP APPR.: AR

ESECUZIONE PROGETTO:



Viale Trieste, 65/I - 09123 Cagliari - Italy  
Tel. +39 070 6848202 - Fax +39 070 6404743  
www.martech.it e-mail: info@martech.it



TEAM PROGETTO:

Ing. Andrea Ritossa



Dott. Ing. ANDREA RITOSSA

COMMITTENTE:

**SPANO GROUP S.r.l.**  
PRODOTTI LITICI  
**SPANO GROUP S.r.l.**  
snc  
OLBIA 07026 (OT) Italy  
Tel. 0789 556020 - Fax 0789 594410  
P.Iva 07878980901

Il presente progetto, o parte di esso, non può essere riprodotto in alcuna forma, in alcun modo e per nessuno scopo, senza autorizzazione.  
Ogni infrazione sarà perseguita a termini di legge.

# Comune di Olbia

(Provincia di Sassari - Zona omogenea Olbia Tempio)

**Caratterizzazione dei sedimenti marini ai fini della reimmissione in una vasca di colmata in relazione al "Progetto per la realizzazione di una darsena pescherecci a servizio dell'impianto di stoccaggio e trasformazione del pescato" all'interno del Porto di Olbia**

Lithos S.r.l. - Via Municipale, 92 - Tissi (SS) - tel 0792678014 - fax 0792633823 - cell. 3463514050 - e-mail geo.lithos@gmail.com

Tavola:

A\_01

Elaborato:

Esiti della caratterizzazione  
e ipotesi di utilizzo  
dei sedimenti dragati

Pratica:

17/1351

Scala:

---

Data:

Lug. 2017

Progettazione e Consulenza:

Lithos S.r.l.

Il Committente:

Spano Group S.r.l.

 **ORDINE DEI GEOLOGI**  
REGIONE SARDEGNA  
SEZIONE A  
N. 210 Dott. Geol. ALESSANDRO MUSCAS

**LITHOS s.r.l.**  
L'Amministratore Unico  
Dott.ssa Geol. Benedetta Dettori

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
3	INDAGINI PREGRESSE .....	4
4	CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI GIUGNO 2017.....	5
4.1	ATTIVITÀ ESEGUITE .....	5
4.2	MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO .....	6
5	ANALISI DI LABORATORIO.....	8
5.1	ATTIVITÀ EFFETTUATE .....	8
5.2	ESITI ANALITICI .....	10
6	OPZIONI DI GESTIONE DEL SEDIMENTO .....	11
7	CONCLUSIONI .....	12

## ALLEGATI:

- TAV\_01 - AREA DI ESCAVO E PROGETTO DI CAMPIONAMENTO IN STAZIONI UNITARIE
- TRASMISSIONE VERBALE SOPRALLUOGO ARPAS - PROT. N. 21716 DEL 27/06/2017
- SCHEDE CAMPIONAMENTI
- CERTIFICATI ANALISI CHIMICHE E GRANULOMETRICHE
- RELAZIONE TECNICA CARATTERIZZAZIONE ECOTOSSICOLOGICA

## 1 PREMESSA

Il presente documento illustra gli esiti della caratterizzazione dei fondali marini interessati dal “Progetto per la realizzazione di una darsena pescherecci a servizio dell'impianto di stoccaggio e trasformazione del pescato” da realizzarsi all'interno del perimetro dell'area portuale di Olbia in loc. Cala Saccaia, dove è prevista la realizzazione di una banchina di attracco con piazzale retrostante, per il cui riempimento si prevede di utilizzare, almeno in parte, i materiali di dragaggio provenienti dal canale di accesso.

Per la realizzazione di detto canale e per il raggiungimento della profondità desiderata all'interno della darsena, si prevede di dragare una quantità di materiale pari a 6.507 m<sup>3</sup> di sedimenti e roccia. Di detto materiale circa 1.062 m<sup>3</sup> saranno riutilizzati per il riempimento a tergo della banchina mentre la porzione restante si sta valutando l'opzione smaltimento.

La caratterizzazione dei sedimenti è stata necessaria per valutare l'idoneità del materiale di dragaggio al riutilizzo come sottofondo della futura banchina, attraverso la realizzazione di una vasca di colmata, e per valutare la necessità di impiegare o meno teli in HDPE per l'impermeabilizzazione laterale e del fondo della vasca di colmata stessa.

Tale operazione, come noto, è subordinata all'ottenimento di specifica autorizzazione da parte del Settore Ambiente e Sostenibilità della Provincia di Olbia – Tempio, ai sensi dell'art.109 del D.lgs. 152/06 e dell'art.51, comma 2 della L.R. 9/2006, che ha trasferito alla Provincia stessa la competenza in materia. Per l'espletamento di tale procedura, la Provincia si avvale della collaborazione tecnica dell'ARPAS di Nuoro competente per territorio, con cui sono stati condivisi sia il progetto di campionamento sia le attività in campo (vedi allegato verbale di sopralluogo (n.74A del 27/06/2017 acquisito agli atti con prot. ARPAS n° 21716 del 27/06/2017).

Le indagini e le analisi sono state effettuate in conformità alle vigenti prescrizioni normative nazionali e regionali. In particolare per le metodiche di campionamento e per le analisi effettuate si è fatto riferimento all'Allegato tecnico del DECRETO 15 luglio 2016, n. 173. “Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini” entrato in vigore il 21.09.2016.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'intervento previsto ricade nel territorio di Olbia (OT) ed è inquadrabile nel Foglio 444070 della CTR (Carta Tecnica Regionale) alla scala 1:10.000.

La zona interessata dall'escavo in progetto è ubicata all'interno dell'area portuale di Olbia in loc. Cala Cocciani in prossimità dell'Isola Gabbia ed avrà, in funzione della scelta progettuale, una estensione massima di circa 3.800 mq per la quale i volumi di escavo, in funzione delle quote da raggiungere, saranno di circa 6.500 mc..



Figura 1 - Inquadramento area di studio su foto aerea (Fonte Google Earth)

### 3 INDAGINI PREGRESSE

Una precedente campagna d'indagini dirette sulla parte di fondale interessata dai lavori di dragaggio è stata compiuta, senza contraddittorio, dalla Spano Group S.r.l. nel marzo 2011 che ha fatto eseguire, per proprio conto, delle attività di caratterizzazione dei sedimenti del fondale da dragare (vedi Tav\_03 - Campionamenti ambientali area escavo anno 2011). Queste attività sono consistite nel prelievo di tre campioni di sedimento nei punti indicati nella seguente figura e questi sono stati sottoposti ad analisi chimico/fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche al fine di determinarne la possibilità di riutilizzo e/o il conferimento in discarica.



Figura 2 – Ubicazione indagini di caratterizzazione 2011

Dalla classificazione dei sedimenti, sulla scorta delle indicazioni derivate dal “Manuale per la movimentazione sedimenti marini” APAT ICRAM (2007), si era derivato che come “Classe di qualità del materiale caratterizzato e opzioni di gestione compatibili” è risultato la Classe “A1” che, tra le classi, è la migliore in assoluto.

In relazione all'opzione smaltimento i materiali sono ascrivibili al codice CER “17 05 06 fanghi di dragaggio, diversa da quella di cui alla voce 17 05 05” smaltibili presso una “Discarica di rifiuti speciali non pericolosi”.

In relazione all'entrata in vigore del DECRETO 15 luglio 2016, n. 173 e alla necessità di effettuare tali analisi in contraddittorio con gli “Enti di Controllo” le stesse analisi sono state rieseguite secondo uno schema di campionamento simile, come illustrato nei capitoli successivi.

## 4 CAMPAGNA DI INDAGINI AMBIENTALI GIUGNO 2017

### 4.1 ATTIVITÀ ESEGUITE

Nell'ambito dei lavori in oggetto, è stata prevista una caratterizzazione rappresentativa dell'intera superficie e del volume di materiale da sottoporre a movimentazione. Per tale motivo a zona di dragaggio (vedi "Tav\_01 - Area di escavo e progetto di campionamento in stazioni unitarie") è stata divisa in tre aree unitarie con maglia 50\*50 m rappresentative dell'area di dragaggio, in osservanza degli esempi riportati nella figura 1 (zona portuale interna) dell'allegato tecnico del Decreto 15 luglio 2016, n. 173.

All'interno di ciascuna area unitaria (maglia quadrata di campionamento) è stato individuato il punto di campionamento che, quando possibile, è stato collocato al baricentro dell'area unitaria e numerato progressivamente con il codice SM\_XX.

Qui di seguito si riportano le "Coordinate WGS84 Geografiche" e le "Coordinate WGS84 Piane" dei punti di campionamento, la quota batimetrica, lo spessore reale di sedimenti sciolti rinvenuti sopra il substrato lapideo, che, come previsto dal progetto di campionamento, sono stati accorpati in un unico campione mantenendo, comunque, dei "testimoni" dei singoli campionamenti in barattoli di vetro da 250 ml (per maggiori dettagli vedi allegato "Schede campionamenti").

Punto	Bat. (m)	Prof. (m)	Camp.	Coordinate WGS84 GEOGRAFICHE		Coordinate UTM - WGS84 PIANE	
SM_01	0,1	0,5	ACC_01	40° 55' 56.97" N	9° 31' 17.45" E	4531393.892 N	543905.006 E
SM_02	0,1	0,6		40° 55' 55.35" N	9° 31' 17.44" E	4531343.892 N	543905.006 E
SM_03	0,4	0,3		40° 55' 53.84" N	9° 31' 16.50" E	4531297.346 N	543883.397 E

Il campionamento è stato effettuato in data 27.06.2017 funzionale all'accertamento della compatibilità ambientale dei sedimenti dragati con il sito di destinazione così come previsto dal DECRETO 15 luglio 2016, n. 173. "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini".

Durante le fasi esecutive di campionamento l'infissione dei "liner" è andata "a rifiuto" prima delle previste quote di dragaggio per la presenza del substrato lapideo non campionabile. Pertanto, in accordo con i tecnici ARPAS, sono stati effettuati due "carotaggi" attigui per ogni stazione di campionamento e, in corrispondenza del punto SM\_03, stante il bassissimo spessore di sedimenti sciolti, oltre alle due carote è stato prelevato un ulteriore contenitore di sedimenti superficiali, al fine di avere un quadro ambientale maggiormente esaustivo. L'ubicazione dei campionamenti effettuati in fase esecutiva è riportata nella "Tav\_01 - Area di escavo e progetto di campionamento in stazioni unitarie" allegata alla presente.

## 4.2 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

La carota estratta è stata fotografata ed ispezionata visivamente da personale specializzato. Su un'apposita scheda sono state riportate osservazioni relativamente ai dati inerenti il punto (nome della stazione, data e ora, coordinate effettive del punto di prelievo, strumentazione utilizzata, profondità del fondale), il numero e la sigla dei campioni e la descrizione macroscopica del campione (caratteristiche fisiche, colore, odore, tipologia dei sedimenti, grado di idratazione, presenza di frammenti conchigliari, presenza di residui e materiale organico, presenza di strutture sedimentologiche, etc).

I prelievi, come accennato, sono stati effettuati per mezzo di liner monouso infisso manualmente da personale subacqueo specializzato che, stante la batimetrica contenuta nei 0,40 m ed il moderato spessore dei sedimenti “sciolti”, ha potuto operare senza necessità di effettuare immersioni.



Figura 3 – Area indagata

L'attività di prelievo dei sedimenti è avvenuta arrecando al campione il minor disturbo possibile, evitando possibili contaminazioni a causa di un uso improprio della strumentazione.

Durante le operazioni di campionamento, saranno seguite le seguenti indicazioni:

- Il campionamento della frazione “testimone” è stato eseguito al termine di ogni manovra di carotaggio prima di effettuare l'accorpamento;



- Per ciascun campione si è proceduto all'omogeneizzazione e campionamento del materiale destinato alle altre analisi di tipo chimico; la quantità di materiale prelevata è stata raccolta in barattoli in vetro dotati di tappo a chiusura ermetica;
- Nella preparazione del campione di sedimento, è stata eliminata in campo la frazione superiore ai 2 cm di diametro (gusci di bivalvi);
- La decontaminazione per la pulizia delle spatole in acciaio utilizzate per le operazioni di quartatura è stata eseguita utilizzando acqua distillata;
- il campione di sedimento è stato prelevato in un numero di aliquote sufficienti a consentire l'esecuzione delle analisi granulometriche e chimiche; ulteriore aliquota è stata prelevata per il campione accorpato da sottoporre ad analisi ecotossicologica;
- Per la conservazione dei campioni, sono stati utilizzati barattoli in vetro tipo Bormioli da 250 ml e da 750 ml;.
- Il trasporto dei campioni è stato effettuato a temperature comprese fra +4° e +6° C.

Le analisi chimiche ed ecotossicologiche sono state coordinate e, in parte, condotte dal laboratorio accreditato *CPG Lab* di Porto Torres.

## 5 ANALISI DI LABORATORIO

### 5.1 ATTIVITÀ EFFETTUATE

Le analisi chimiche sono state effettuate dal laboratorio accreditato CPG Lab S.r.l. di Cairo Montenotte (SV) con unità locale a Porto Torres (SS), laboratorio che già in passato ha dimostrato la competenza tecnica relativamente alle prove effettuate e la conformità del suo sistema di qualità. L'analisi ecotossicologica è stata invece condotta dal Consiglio Nazionale delle Ricerche – ISMAR – Istituto di Scienze Marine di Genova. I protocolli analitici utilizzati sono quelli previsti e contenuti nell'Allegato tecnico del DECRETO 15 luglio 2016, n. 173. "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini".

Più nello specifico, per le analisi ecotossicologiche, le batterie di saggi sono state composte come di seguito riportato:

- per la frazione solida (sedimento privo dell'acqua interstiziale): il saggio di inibizione della bioluminescenza del batterio marino *Vibrio fischeri*. Tale saggio indaga la tossicità acuta (30 minuti) e viene eseguito sulla frazione solida del sedimento in esame mediante l'applicazione del protocollo Microtox® Solid Phase Test (SPT) adattato secondo la procedura del "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" di APAT-ICRAM (2007);
- per la frazione liquida (elutriato 1:4): il saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricorutum* (protocollo UNI EN ISO 10253:2006). Tale saggio prevede la valutazione della inibizione della crescita algale dopo 72 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato) in esame;
- per la frazione liquida (elutriato 1:4): saggio di embriotossicità sul mollusco bivalve *Crassostrea gigas* (ICES 2003, 2013; ASTM 1998). Tale test prevede la valutazione della percentuale di larve malformate dopo 24 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato) in esame.

Per le analisi chimiche effettuate sono riportate nella seguente tabella 2.4 dell'allegato tecnico al Decreto 173/2016:

PARAMETRI CHIMICI	SPECIFICHE	LIMITE DI QUANTIFICAZIONE
METALLI E METALLOIDI	As, Cd, Cr <sub>tot.</sub> , Cr VI*, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, V*, Al*, Fe*	0,03 mg kg <sup>-1</sup> (Cd, Hg); 1 mg kg <sup>-1</sup> (altri)
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	Acenaftilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria	1 µg kg <sup>-1</sup>
IDROCARBURI C>12*		5 mg kg <sup>-1</sup>
PESTICIDI ORGANOCLORURATI	Clordano, Aldrin, Dieldrin, Endrin, α-HCH, β-HCH, γ-HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro, epossido,	0,1 µg kg <sup>-1</sup>
POLICLOROBIFENILI	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria	0,1 µg kg <sup>-1</sup>
COMPOSTI ORGANOSTANNICI	Monobutil, Dibutil, Tributilstagno e loro Sommatoria, (espressi come Sn organico)	1 µg kg <sup>-1</sup> (riferito alla singola sostanza)
CARBONIO ORGANICO TOTALE O SOSTANZA ORGANICA TOTALE		0,1%

La descrizione delle caratteristiche fisiche sono state effettuate come previsto dalla Tabella 2.6 dell'allegato tecnico al Decreto 173/2016:

PARAMETRI FISICI		UNITÀ DI MISURA
DESCRIZIONE MACROSCOPICA	Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale e/o antropica	-
GRANULOMETRIA	Frazioni granulometriche al ½ φ Dove φ=-log <sub>2</sub> (diametro in mm/diametro unitario in mm)	%

## 5.2 ESITI ANALITICI

Il risultato della classificazione ecotossicologica, eseguita secondo le indicazioni dell'Allegato Tecnico del Decreto 173/2016 attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), porta a collocare il sedimento identificato con il codice campione "17LA11364" come appartenente alla **classe di pericolo ecotossicologico "ALTO"**.  
Maggiori dettagli sugli esiti nella "Relazione tecnica caratterizzazione ecotossicologica" allegata.

La classificazione chimica ha evidenziato come **tutti i parametri siano sotto i livelli chimici di riferimento L1** della tabella 2.5 dell'allegato tecnico al Decreto 173/2016.

TABELLA RIEPILOGATIVA ESITI ANALITICI			
PARAMETRO	L1	L2	17LA11363
			sedimenti ACC_01
Residuo a 105°C (%)			96,5
Residuo a 450°C (%)			91,4
Scheletro tra 2 cm e 2 mm (g/kg)			449,4
Carbonio organico totale (mg/kg)			1254
<b>ELEMENTI IN TRACCE</b>	(mg/kg s.s.)		
Arsenico (mg/kg s.s.)	12	20	5
Cadmio (mg/kg s.s.)	0,3	0,8	0,03
Cromo (mg/kg s.s.)	50	150	3
Cromo esavalente (mg/kg s.s.)	2	2	< 0,2
Mercurio (mg/kg s.s.)	0,3	0,8	0,05
Nichel (mg/kg s.s.)	30	75	2
Piombo (mg/kg s.s.)	30	70	3
Rame (mg/kg s.s.)	40	52	8
Zinco (mg/kg s.s.)	100	150	19
<b>CONTAMINANTI ORGANICI</b>	(µg/kg s.s.)		
<i>Speciazione composti organostannici: ()</i>			
Dibutilstagno (µg/kg s.s.)			< 1
Monobutilstagno (µg/kg s.s.)			< 1
Tributilstagno (µg/kg s.s.)	5		< 1
Composti organostannici (Sommatoria MBT, DBT, TBT)		72	< 1
<i>Policlorobifenili (PCB) (µg/kg s.s.)</i>			
PCB 28 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 52 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 77 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 81 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 101 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 118 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 126 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 128 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 138 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 153 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 156 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 169 (µg/kg s.s.)			< 0,1
PCB 180 (µg/kg s.s.)			< 0,1
Sommatoria PCB singoli (mg/kg s.s.)	8	60	< 0,1
2,4'-DDD (µg/kg s.s.)			< 0,1
4,4'-DDD (µg/kg s.s.)	0,8	7,8	< 0,1
2,4'-DDE (µg/kg s.s.)			< 0,1
4,4'-DDE (µg/kg s.s.)	1,8	3,7	< 0,1
2,4'-DDT (µg/kg s.s.)			< 0,1
4,4'-DDT (µg/kg s.s.)	1,0	4,8	< 0,1
Clordano (µg/kg s.s.)	2,3	4,8	< 0,1
Aldrin (µg/kg s.s.)	0,2	1,00E+07	< 0,1
Dieldrin (µg/kg s.s.)	0,7	4,3	< 0,1
Endrin (µg/kg s.s.)	2,7	10	< 0,1
Alfa-esaclorocicloesano (α-BHC) (µg/kg s.s.)	0,2	1,00E+07	< 0,1
Beta-esaclorocicloesano (β-BHC) (µg/kg s.s.)	0,2	1,00E+07	< 0,1
Gamma-esaclorocicloesano (γ-BHC) (µg/kg s.s.)	0,2	1,0	< 0,1
Eptacloro epossido (µg/kg s.s.)	0,6	2,7	< 0,1
HCB esaclorobenzene (µg/kg s.s.)	0,4	5,00E+08	< 0,1
Idrocarburi pesanti C>12 (mg/kg s.s.)	Non disponibile	50000	17,6
Sommatoria policiclici aromatici (µg/kg s.s.)	900	4000	27
Antracene (µg/kg s.s.)	24	245	< 0,1
Benzo(a)antracene (µg/kg s.s.)	75	500	< 0,1
Benzo(a)pirene (µg/kg s.s.)	30	100	< 0,1
Benzo(b)fluorantene (µg/kg s.s.)	40	5,00E+09	< 0,1
Benzo(k)fluorantene (µg/kg s.s.)	20	5,00E+09	< 0,1
Benzo(g,h,i)perilene (µg/kg s.s.)	55	1,00E+09	< 0,1
Crisene (µg/kg s.s.)	108	846	< 0,5
Indeno(1,2,3-c,d)pirene (µg/kg s.s.)	70	1,00E+09	< 2
Fenantrene (µg/kg s.s.)	87	544	17,7
Fluorene (µg/kg s.s.)	21	144	< 1
Fluorantene (µg/kg s.s.)	110	1494	5
Naftalene (µg/kg s.s.)	35	391	< 1
Pirene (µg/kg s.s.)	153	1398	4

L'analisi granulometrica ha evidenziato che il sedimento è composto da:

- 30,61 % da ghiaia
- 65,83 % da sabbia
- 3,56 % da limo/argilla

## 6 OPZIONI DI GESTIONE DEL SEDIMENTO

La qualità complessiva del sedimento è stata valutata sulla base della combinazione delle caratteristiche ecotossicologiche e chimiche, secondo quanto indicato dalla «Tabella 2.8 – Classificazione dei sedimenti basata sui criteri tabellari; [C] = concentrazione chimica.» dell'Allegato Tecnico del Decreto 173/2016 (vedi figura sottostante).

Classe di tossicità	Classe chimica	Classe di Qualità del materiale
<b>Assente</b>	$[C] \leq L2$	<b>A</b>
	$[C] > L2$	Da determinare secondo i criteri ponderati di cui alla tabella 2.7
<b>Bassa</b>	$[C] \leq L1$	<b>A</b>
	$L1 < [C] \leq L2$	<b>B</b>
	$[C] > L2$	Da determinare secondo i criteri ponderati di cui alla tabella 2.7
<b>Media</b>	$[C] \leq L2$	<b>C</b>
	$[C] > L2$	<b>D</b>
<b>≥ Alta</b>	$[C] \leq L2$	<b>D</b>
	$[C] > L2$	<b>E</b>

Sulla base dei risultati ottenuti e sopra illustrati, il sedimento in questione può essere identificato “Classe di Qualità del materiale” nel valore “D”, ossia caratterizzato da una classe di tossicità “ALTA” e valori chimici inferiori agli L2 (nel caso in esame i valori sono pure inferiori agli L1). Pertanto, l'opzione di gestione prevista per tali tipologie di sedimenti è il riutilizzo per “IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO IMPERMEABILIZZATO”, in altre parole in una vasca di colmata con pareti e fondo impermeabilizzato con teli in HDPE. Vengono anche imposte delle idonee misure di monitoraggio ambientale.

## 7 CONCLUSIONI

In relazione al «Progetto per la realizzazione di una darsena pescherecci a servizio dell'impianto di stoccaggio e trasformazione del pescato» da realizzarsi all'interno del perimetro dell'area portuale di Olbia in loc. Cala Saccaia la società "Spano Group S.r.l.", ha commissionato alla società Lithos S.r.l. la predisposizione di un piano di caratterizzazione ambientale dei sedimenti del fondale destinati al dragaggio ed al riutilizzo per la realizzazione del banchinamento.

Seguendo i criteri definiti dall'allegato tecnico del DECRETO 15 luglio 2016, n. 173. "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini", l'area di dragaggio è stata oggetto di una caratterizzazione ambientale. Le indagini sono state eseguite manualmente attraverso l'infissione di un liner e l'estrazione della carota di sedimento prelevato, per la formazione di campioni rappresentativi poi successivamente accorpati in un unico campione denominato ACC\_01.

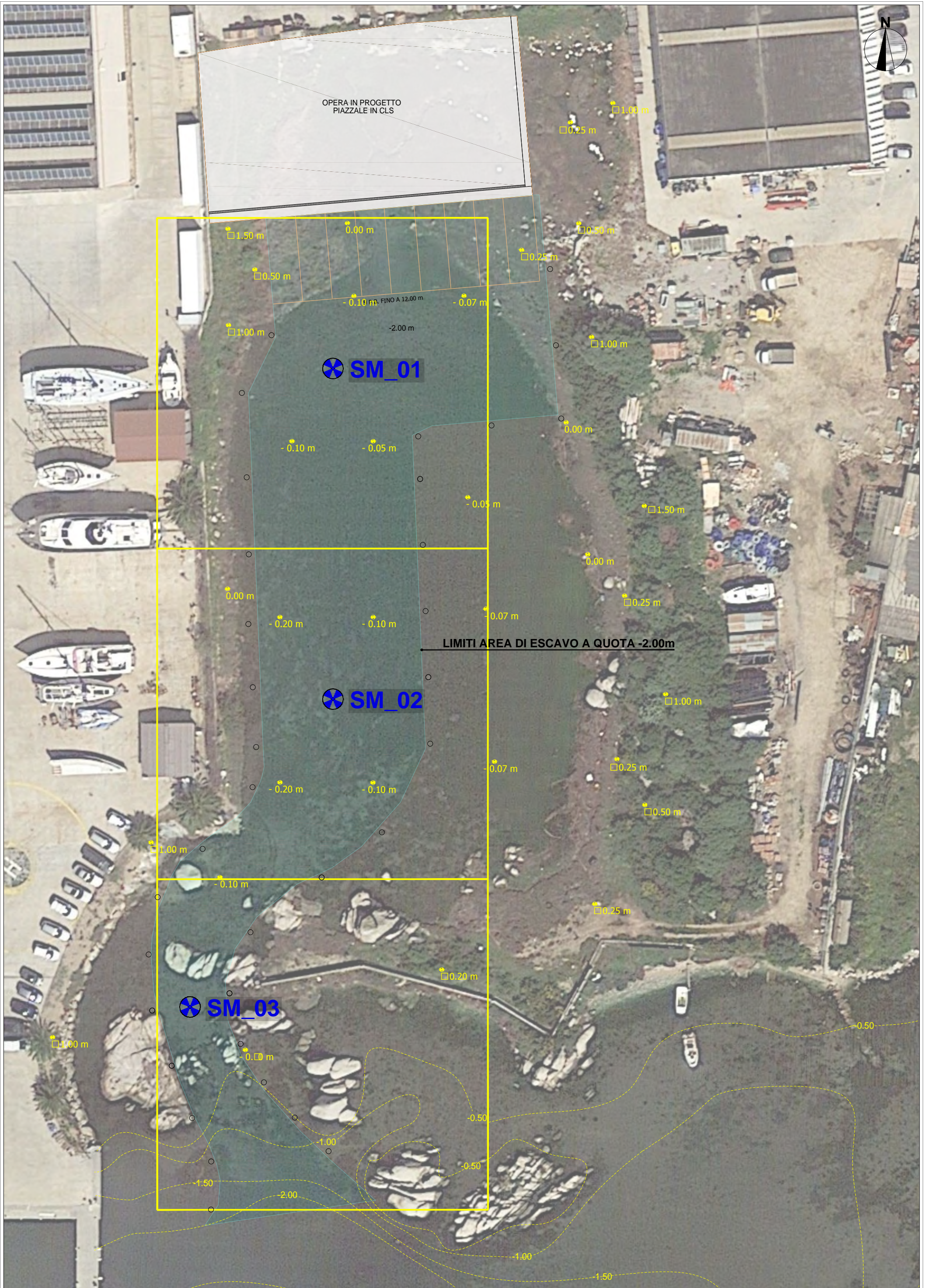
Le analisi ecotossicologiche hanno evidenziato che il sedimento appartiene alla **classe di pericolo ecotossicologico "ALTO"**. Le analisi chimiche hanno invece mostrato tenori decisamente bassi, **tutti costantemente inferiori ai livelli chimici di riferimento L1** della tabella 2.5 dell'allegato tecnico al Decreto 173/2016.

La combinazione di tali esiti ha portato alla classificazione del sedimento nel valore **"D"**, che presenta, come opzione di gestione, il riutilizzo per **"IMMERSIONE IN AMBIENTE CONTERMINATO IMPERMEABILIZZATO"**.

Pertanto, ai fini del recupero, dovrà essere predisposta una vasca di colmata il cui interno sarà rivestito da teli in HDPE di adeguato spessore, allo scopo di impedire l'allontanamento della frazione liquida dal sedimento dragato dopo la deposizione nella vasca di colmata.

Prima di eseguire l'escavo, progettualmente è stato proposto di realizzare "verso mare" un setto in tout-venant poco permeabile che possa isolare completamente l'area di dragaggio rispetto all'area portuale. Tali modalità operative consentiranno di effettuare lo scavo "in asciutto" impedendo, di fatto, che la frazione liquida intorbidita dal dragaggio possa disperdersi all'interno dell'area portuale.

Conseguentemente non si ritiene necessario l'adozione di misure di "monitoraggio ambientale" durante gli scavi avendo praticamente precluso ogni possibilità di dispersione dei sedimenti di dragaggio in ambiente marino.





REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENTZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA  
ARPAS

Dipartimento Nuoro e Ogliastra

Linea di Attività: B. 4.1.8.3.

- > Comune di Olbia  
Area Tecnica – Ufficio Ambiente  
[comune.olbia@actaliscertymail.it](mailto:comune.olbia@actaliscertymail.it)
- > Provincia di Olbia-Tempio  
Servizio Ecologia e Ambiente  
[ambiente@pec.provincia.olbia-tempio.it](mailto:ambiente@pec.provincia.olbia-tempio.it)
- > Regione Autonoma della Sardegna  
Assessorato Difesa Ambiente  
Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio,  
gestione rifiuti e bonifiche  
[difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it](mailto:difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it)
- > LITHOS S.r.l.  
[lithos@lpec.geolithos.it](mailto:lithos@lpec.geolithos.it)

**Oggetto: Progetto per la realizzazione di una darsena pescherecci a servizio dell'impianto di stoccaggio e trasformazione del pescato all'interno del Porto di Olbia.**

Si descrivono gli esiti del sopralluogo condotto da questo Dipartimento in occasione delle attività di prelievo campioni di sedimenti marini da caratterizzare ai fini della progettazione della darsena in oggetto.

Le attività in campo al momento del sopralluogo, eseguito in data 27 Giugno 2017, sono risultate in linea con quanto prescritto dalla normativa vigente.

Tali attività sono descritte nel verbale di sopralluogo (n.74A del 27/06/2017 acquisito agli atti con prot. ARPAS n° 21716 del 27/06/2017), che si allega in copia alla presente nota.

Tanto si comunica per il seguito di competenza.

Distinti saluti

**Il Dirigente**

Edoardo A. Sarria

*documento firmato digitalmente*

A.Piras (NU, 0784233430)

*Allegati: - Verbale di sopralluogo n°74/A del 27/06/2017*





REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Dipartimento Nuoro e Ogliastra

**VERBALE DI SOPRALLUOGO / ISPEZIONE**

Verbale n. 74/A del 27/06/17 ore 10.00

I sottoscritti tecnici ARPAS ..... Dott. Edoardo Sarria / Anna Piras

Si sono recati presso l'Area Portuale di Olbia, in Loc. Cala ~~Saccaia~~ Saccaia Cocciani, Stabilimento Spas Group  
VIA LISONESI  
nell'ambito delle attività di caratterizzazione dei sedimenti marini ad opera della Lithos Srl, ai fini della reimmissione in una  
vasca di colmata, in relazione al "Progetto per la Realizzazione di una darsena pescherecci a servizio dell'impianto di  
stoccaggio e trasformazione del pescato" imetro dell'area portuale di Olbia in loc. Saccaia.

In presenza di geom. Palibha Autumello (Spas Group)  
dott. geol. Almandio Muscos (Lithos) si è proceduto come di seguito descritto.

- inquadramento schematico delle attività in programma;
- campionamento nei punti SM\_01, SM\_02, SM\_03  
come da programma - in tutti i punti sono stati campionati  
i sedimenti sino a rifinito.
- apertura dei sigilli campionari e acquisizione di quote per le  
(bottiglie in vetro di 250 ml) da conservare come testimonio in attesa  
delle analisi analitiche del campione accorpato.
- costituzione del campione accorpato -
- tutti i campioni così costituiti sono stati posti in contenitore  
refrigerato per l'invio al laboratorio.
- Tutte le attività sopra descritte sono state svolte secondo PdC, e in  
accordo con la normativa vigente.

Il presente verbale viene chiuso alle ore 11.20, redatto in duplice copia, letto e sottoscritto;  
una copia viene consegnata a Lithos e Spas Group.

Per LITHOS SRL  
Spas Group

Per ARPAS - Dipartimento Nuoro e Ogliastra  
Anna Piras

ARPAS  
Protocollo Partenza N. 21716/2017 del 27-06-2017  
Copia Documento

<b>Punto di campionamento</b>	<b>SM_01</b>
<b>Data e ora di prelievo</b>	<b>27/06/2017 10:20</b>
<b>Coordinate prelievo WGS84</b>	<b>40° 55' 56.97" N - 9° 31' 17.45" E</b>
<b>Tipologia prelievo</b>	<b>Manuale con liner in PVC</b>
<b>Batimetrica (m dal l.m.m.)</b>	<b>0,1</b>



**Descrizione dei sedimenti:**

Campione costituito prevalentemente da sabbie grossolane e resti di conchiglie, saturo, nerastro, con leggero odore di acido solfidrico (uova marce) tipico degli ambienti riducenti.

Sono state prelevate due carote con una profondità massima di 50 cm.

**Campioni prelevati:**

- Un barattolo in vetro da circa 250 ml denominato "SM\_01" per archiviazione
- La restante porzione di sedimenti è stata utilizzata per la composizione del campione accorpato "ACC\_01"

<b>Punto di campionamento</b>	<b>SM_02</b>
<b>Data e ora di prelievo</b>	<b>27/06/2017 10:30</b>
<b>Coordinate prelievo WGS84</b>	<b>40° 55' 55.35" N - 9° 31' 17.44" E</b>
<b>Tipologia prelievo</b>	<b>Manuale con liner in PVC</b>
<b>Batimetrica (m dal l.m.m.)</b>	<b>0,1</b>



**Descrizione dei sedimenti:**

Campione costituito prevalentemente da sabbie grossolane e resti di conchiglie, saturo, nerastro, con leggero odore di acido solfidrico (uova marce) tipico degli ambienti riducenti.

Sono state prelevate due carote con una profondità massima di 60 cm.

**Campioni prelevati:**

- Un barattolo in vetro da circa 250 ml denominato "SM\_02" per archiviazione
- La restante porzione di sedimenti è stata utilizzata per la composizione del campione accorpato "ACC\_01"

<b>Punto di campionamento</b>	<b>SM_03</b>
<b>Data e ora di prelievo</b>	<b>27/06/2017 10:45</b>
<b>Coordinate prelievo WGS84</b>	<b>40° 55' 53.84" N - 9° 31' 16.50" E</b>
<b>Tipologia prelievo</b>	<b>Manuale con liner in PVC</b>
<b>Batimetrica (m dal l.m.m.)</b>	<b>0,4</b>



**Descrizione dei sedimenti:**

Campione costituito prevalentemente da sabbie grossolane e resti di conchiglie, saturo, nerastro, con leggero odore di acido solfidrico (uova marce) tipico degli ambienti riducenti.

Dato il ridotto spessore dei sedimenti (30 cm) oltre ai materiali provenienti dalle due carote il campione è stato integrato prelevando un ulteriore contenitore di circa 4 l di volume.

**Campioni prelevati:**

- Un barattolo in vetro da circa 250 ml denominato "SM\_03" per archiviazione
- La restante porzione di sedimenti è stata utilizzata per la composizione del campione accorpato "ACC\_01"



Consulenza Progettazione Gestione  
analisi, studi e ricerche  
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA  
Qualità UNI EN ISO 9001:2008 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2004  
Sicurezza BS OHSAS 18001:2007



LAB N° 0288  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

Rapporto di prova n°: **17LA11363 rev.00 del**

Committente

**Lithos S.r.l.**

Via Municipale, 92/94  
07040 Tissi SS

*Dati del campione*

Data accettazione: **27/06/2017**

Descrizione: **ACC\_01**

Matrice: **sedimenti**

*Dati di campionamento*

Data: **27/06/2017**

Effettuato da: **cliente**

Presso: **Olbia**



17LA11363

Prova Metodo	Unità di misura	Risultato	Incertezza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
residuo a 105°C DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.2	%	96,5	±1,0		04/07/2017 04/07/2017
* residuo a 450°C MPI 52 rev 0.2004	%	91,4	±4,6		05/07/2017 06/07/2017
scheletro tra 2 cm e 2 mm DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.3	g/kg	449,4	±12,6		30/06/2017 04/07/2017
* carbonio organico totale DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.VII.2	mg/kg	1254	±151		31/07/2017 31/07/2017
alluminio DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	3467,2	±690,0		06/07/2017 12/07/2017
arsenico DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	5	±1	12	06/07/2017 07/07/2017
cadmio DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	0,03	±0,01	0,3	06/07/2017 07/07/2017
cromo DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	3	±0	50	06/07/2017 07/07/2017
cromo esavalente DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3060A 1996 + EPA 7196A	mg/kg s.s.	< 0,2		2	28/06/2017 14/07/2017
ferro DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	2655	±528		06/07/2017 12/07/2017
mercurio DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	0,05	±0,01	0,3	06/07/2017 07/07/2017
nicel DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	2	±0	30	06/07/2017 07/07/2017
piombo DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	3	±0	30	06/07/2017 07/07/2017
rame DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	8	±2	40	06/07/2017 07/07/2017

**C.P.G. Lab** S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Unità Locali: Via G. Garibaldi, 1 20090 Assago (MI) - Via Pastene, 26 Anagni (FR) - Via Melloni, 2G 40026 Imola (BO)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpgservizi.it contabilitaformatori@cpgservizi.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169  
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it)



Consulenza Progettazione Gestione  
analisi, studi e ricerche  
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2008 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2004

Sicurezza BS OHSAS 18001:2007



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **17LA11363 rev.00**

Prova Metodo	Unità di misura	Risultato	Incertezza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
vanadio DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	8	±1		06/07/2017 07/07/2017
zinco DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1+DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.XI + EPA6020B 2014	mg/kg s.s.	19	±3	100	06/07/2017 07/07/2017
Policiclici aromatici:					
acenaftilene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1			20/07/2017 25/07/2017
acenaftene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1			20/07/2017 25/07/2017
antracene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		24	20/07/2017 25/07/2017
fluorantene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	5	±1	110	20/07/2017 25/07/2017
fenantrene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	17,7	±4,3	87	20/07/2017 25/07/2017
fluorene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		21	20/07/2017 25/07/2017
naftalene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		35	20/07/2017 25/07/2017
benzo(a)antracene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		75	20/07/2017 25/07/2017
benzo(a)pirene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		30	20/07/2017 25/07/2017
benzo(b)fluorantene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		40	20/07/2017 25/07/2017
benzo(k)fluorantene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		20	20/07/2017 25/07/2017
benzo(g,h,i)perilene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		55	20/07/2017 25/07/2017
crisene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,5		108	20/07/2017 25/07/2017
dibenzo(a,h)antracene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,5			20/07/2017 25/07/2017
indeno(1,2,3-c,d)pirene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		700	20/07/2017 25/07/2017
pirene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	4	±1	153	20/07/2017 25/07/2017
sommatoria policiclici aromatici	µg/kg s.s.	27	±7	900	20/07/2017 25/07/2017
PCB 81 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 77 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 52 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 101 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 118 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017

**C.P.G. Lab** S.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Unità Locali: Via G. Garibaldi, 1 20090 Assago (MI) - Via Pastene, 26 Anagni (FR) - Via Melloni, 2G 40026 Imola (BO)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpgservizi.it contabilitaformitori@cpgservizi.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169  
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it)



Consulenza Progettazione Gestione  
analisi, studi e ricerche  
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA

Qualità UNI EN ISO 9001:2008 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2004

Sicurezza BS OHSAS 18001:2007



LAB N° 0288

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **17LA11363 rev.00**

Prova Metodo	Unità di misura	Risultato	Incertezza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
PCB 126 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 128 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 138 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 153 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 156 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 169 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 180 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
PCB 28 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
policlorobifenili (PCB)	µg/kg s.s.	< 0,1		8	20/07/2017 25/07/2017
* Speciazione composti organostannici:					
* dibutilstagno MPI 123 rev 0 2006	µg/kg s.s.	< 1		5	20/07/2017 25/07/2017
* monobutilstagno MPI 123 rev 0 2006	µg/kg s.s.	< 1		5	20/07/2017 25/07/2017
* tributilstagno MPI 123 rev 0 2006	µg/kg s.s.	< 1		5	28/06/2017 25/07/2017
Fitofarmaci:					
alaclor DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 5			20/07/2017 25/07/2017
aldrin DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	20/07/2017 25/07/2017
atrazina DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 5			20/07/2017 25/07/2017
alfa-esaclorocicloesano (a-BHC) DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	20/07/2017 25/07/2017
beta-esaclorocicloesano (b-BHC) DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	20/07/2017 25/07/2017
gamma-esaclorocicloesano (g-BHC) DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,2	20/07/2017 25/07/2017
4,4'-DDT DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
4,4'-DDE DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
4,4'-DDD DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
2,4'-DDT DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
2,4'-DDE DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017

**C.P.G. Lab** s.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Unità Locali: Via G. Garibaldi, 1 20090 Assago (MI) - Via Pastene, 26 Anagni (FR) - Via Melloni, 2G 40026 Imola (BO)

tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpgservizi.it contabilitaformitori@cpgservizi.it

P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169  
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it)



Consulenza Progettazione Gestione  
analisi, studi e ricerche  
chimiche - ambientali - agroalimentari

Sistemi di Gestione Certificati RINA  
Qualità UNI EN ISO 9001:2008 - Ambiente UNI EN ISO 14001:2004  
Sicurezza BS OHSAS 18001:2007



LAB N° 0288  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

Segue rapporto di prova n°: **17LA11363 rev.00**

Prova Metodo	Unità di misura	Risultato	Incertezza	Valore limite	Data Inizio Data Fine
2,4'-DDD DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1			20/07/2017 25/07/2017
DDD,DDT,DDE DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,8	20/07/2017 31/07/2017
dieldrin DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,7	20/07/2017 25/07/2017
eptacloro epossido DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,6	20/07/2017 25/07/2017
endrin DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		2,7	20/07/2017 25/07/2017
clordano DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 1		2,4	31/07/2017 31/07/2017
esaclorobenzene DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	µg/kg s.s.	< 0,1		0,4	31/07/2017 31/07/2017
idrocarburi pesanti C>12 DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met.II.1 + EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007	mg/kg s.s.	17,6	±4,2		20/07/2017 25/07/2017

(\*) Le prove contrassegnate dall'asterisco non sono accreditate da ACCREDIA

(#): i parametri contrassegnati con il cancelletto sono stati eseguiti da laboratorio terzo

#### Valori limite riferiti a:

Tabella 2.4 Decreto 15/07/2016

L'incertezza indicata è l'incertezza estesa composta corrispondente al fattore di copertura k approssimato a 2 che per una distribuzione normale corrisponde ad un intervallo di fiducia del 95%

*I risultati riportati nel presente rapporto di prova si riferiscono unicamente al campione effettivamente sottoposto a prova.*

*Il presente rapporto di prova può essere riprodotto solo integralmente. La riproduzione parziale può avvenire solo previa autorizzazione scritta.*

Direttore Responsabile - Laboratorio Porto Torres  
Dott. Stefano Pinna  
Ordine Provinciale dei Chimici di Sassari n° 199

Direttore Responsabile - Laboratorio Cairo M.tte  
Dott. ssa Tiziana Giusto  
Ordine dei Chimici della Liguria n° 1011

Il presente rapporto di prova è firmato digitalmente da:

**Dott.ssa Tiziana Giusto**  
**Ordine dei Chimici della Liguria n°1011**

----- Fine rapporto di prova -----

**C.P.G. Lab** s.r.l. Sede Legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 - 17014 Cairo Montenotte (SV)  
Unità Locale e Laboratori: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Unità Locali: Via G. Garibaldi, 1 20090 Assago (MI) - Via Pastene, 26 Anagni (FR) - Via Melloni, 2G 40026 Imola (BO)  
tel.: 019 517764 - 848690307 fax: 019 5143544 e-mail: servizioclienti@cpglab.it contabilitaclienti@cpgservizi.it contabilitafornitori@cpgservizi.it  
P.IVA n°00374910099 C.C.I.A.A. SV n°074620 Trib. Reg. Soc. n°6158 Capitale Sociale Euro 100.000,00 i.v.

Inserimento nell'elenco del M.U.R.S.T. n° 90480YPF Autorizzazione del Ministero della Sanità - Direzione Generale degli Alimenti e la Nutrizione n° 386/0169  
Inserimento nell'elenco della Regione Liguria dei laboratori che effettuano analisi ai fini dell'autocontrollo per le industrie alimentari

L'elenco delle prove accreditate per le sedi di Cairo Montenotte e Porto Torres è reperibile sul sito [www.accredia.it](http://www.accredia.it)





Allegato al rapporto di prova n°:

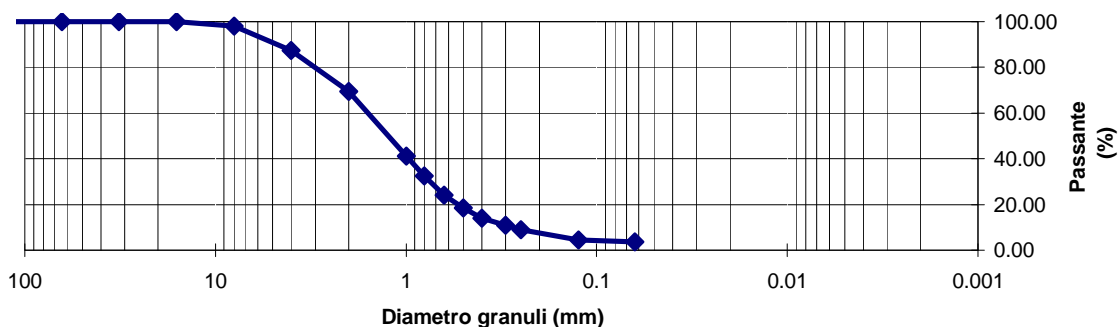
17LA11362

del 25/07/2017

### ANALISI GRANULOMETRICA

Apertura maglie (mm)	Peso terreno trattenuto (g)	Terreno analizzato M (g)= 619.3		Totale dei passanti (%)	
		Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti (%)		
128	0.00	0.00	0.00	100.00	
64	0.00	0.00	0.00	100.00	
32	0.00	0.00	0.00	100.00	
16	0.00	0.00	0.00	100.00	
8	12.92	2.09	2.09	97.91	
4	64.78	10.46	12.55	87.45	
2	111.84	18.06	30.61	69.39	
1	175.25	28.30	58.90	41.10	
0.8	52.48	8.47	67.38	32.62	
0.63	53.33	8.61	75.99	24.01	
0.5	34.34	5.54	81.53	18.47	
0.4	27.49	4.44	85.97	14.03	% ghiaia
0.3	20.00	3.23	89.20	10.80	30.61
0.25	11.91	1.92	91.13	8.87	% sabbia
0.125	27.18	4.39	95.51	4.49	65.83
0.063	5.72	0.92	96.44	3.56	% limo/argilla
Fondo	22.06				3.56

Curva granulometrica



L'analisi granulometrica è stata eseguita per via umida secondo la scala Wentworth

I risultati riportati sul presente rapporto di prova sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente, senza l'autorizzazione del Direttore Generale Tecnico.

Il presente allegato al rapporto di prova è firmato digitalmente

**C.P.G. Lab S.r.l.** Sede legale e amministrativa e Laboratori: C.so Stalingrado, 50 17014 Cairo Montenotte (SV)

Unità Locale: Via G. Da Verrazzano Z.I. 07046 Porto Torres (SS)

Partita IVA n°00374910099 - C.C.I.A.A. SV n°0 74620 - Trib. Reg. Soc. n°6158

Responsabile del Laboratorio Cairo M.tte  
Dott. Giusto Tiziana - Ordine dei chimici  
della Liguria, n°1011



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
ISMAR - Istituto di Scienze Marine  
U.O.S. di Genova  
Via De Marini, 6 - 16149 Genova, Italy  
[segreteria@ge.ismar.cnr.it](mailto:segreteria@ge.ismar.cnr.it) - [www.ismar.cnr.it](http://www.ismar.cnr.it)  
Tel +39 010 64751 Fax +39 010 6475400  
C.F. 80054330586 - P.IVA 02118311006



## Relazione Tecnica – Luglio 2017

### Caratterizzazione Ecotossicologica del campione di sedimento marino (cod. 17LA11364) eseguita per conto di C.P.G. Lab srl

**OGGETTO:** Esecuzione di una caratterizzazione ecotossicologica ai sensi dell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016) del campione di sedimento marino cod. 17LA11364.

In base agli accordi tra ISMAR CNR e C.P.G. Lab srl, riportiamo nella presente relazione tecnica i risultati dell'indagine ecotossicologica di laboratorio eseguita sul campione di sedimento marino identificato dal codice "17LA11364", prelevati a cura del Committente (C.P.G. Lab) e ricevuti da ISMAR CNR in data 05/07/2017. Nella presente relazione tecnica vengono riportati i risultati ottenuti per i tre saggi ecotossicologici eseguiti secondo quanto indicato nella Tabella 2.3 del sopra citato Allegato Tecnico.

ISMAR - CNR - ISMAR	
Tit. VII.4	CI: ATTIVITA' PE F:
<b>N. 0006737</b>	<b>27/07/2017</b>
	

Il Responsabile della Sperimentazione

Dr.ssa Veronica Piazza (PhD)

Il Responsabile di ISMAR Genova

Dr. Marco Faimali (PhD)

## INTRODUZIONE

A seguito di un incarico da parte di C.P.G. Lab srl, è stata eseguita una indagine ecotossicologica di un campione di sedimento marino (codice identificativo campione **17LA11364**) prelevato a cura del Committente e ricevuto da CNR ISMAR in data 05/07/2017. La caratterizzazione ecotossicologica è stata eseguita ai sensi del D.M. 173/2016, come indicato nell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016).

Secondo quanto indicato nell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo sopra citato (paragrafo 2.3 “Caratterizzazione e classificazione ecotossicologica”), è necessario eseguire una batteria di saggi ecotossicologici selezionando 3 organismi appartenenti a gruppi tassonomici distinti, scegliendo tra quelli indicati nella Tabella 2.3 presente nell'Allegato Tecnico. I tre biosaggi devono essere applicati uno sulla frazione solida e due sulla frazione liquida (elutriato 1:4) dei campioni di sedimento. La batteria finale risulta quindi essere composta da tre saggi biologici, ciascuno appartenente ad una delle tre tipologie indicate nella tabella.

La batteria di saggi da eseguire per la caratterizzazione ecotossicologica in oggetto è stato stabilito essere composta dai tre test a seguito elencati:

- per la frazione solida (sedimento privo dell'acqua interstiziale): il saggio di inibizione della bioluminescenza del batterio marino *Vibrio fischeri*. Tale saggio indaga la tossicità acuta (30 minuti) e viene eseguito sulla frazione solida del sedimento in esame mediante l'applicazione del protocollo Microtox® Solid Phase Test (SPT) adattato secondo la procedura del “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” di APAT-ICRAM (2007);
- per la frazione liquida (elutriato 1:4): il saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricorutum* (protocollo UNI EN ISO 10253:2006). Tale saggio prevede la valutazione della inibizione della crescita algale dopo 72 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato) in esame;
- per la frazione liquida (elutriato 1:4): saggio di embriotossicità sul mollusco bivalve *Crassostrea gigas* (ICES 2003, 2013; ASTM 1998). Tale test prevede la valutazione della percentuale di larve malformate dopo 24 ore di esposizione statica al campione di sedimento (elutriato) in esame.

I test sono stati effettuati presso il laboratorio di biologia marina dell'Istituto di Scienze Marine del CNR di Genova nel mese di luglio 2017.

A seguito vengono riportate nel dettaglio le modalità di esecuzione dei tre saggi eseguiti ed i risultati ottenuti per il campione di sedimento in oggetto.

## **MATERIALI E METODI**

### **1. SAGGIO DI INIBIZIONE DELLA BIOLUMINESCENZA DEL BATTERIO MARINO *VIBRIO FISCHERI*.**

Il saggio di tossicità acuta con il batterio marino *Vibrio fischeri* è stato applicato sulla frazione solida del sedimento; tale test è stato eseguito sul sedimento “fresco”, ovvero entro 7 giorni dal prelievo dei campioni. Tale prova consiste in un test biologico di tossicità acuta che basa il proprio principio sulla bioluminescenza naturale che caratterizza il batterio marino *V. fischeri*. Poiché in presenza di contaminanti l'emissione di luce diminuisce, la misura dell'eventuale inibizione della bioluminescenza, a seguito dell'esposizione del batterio ad una sostanza nota o ad un campione naturale di acqua o sedimento, consente di valutare il grado di tossicità acuta della sostanza o della matrice testata. L'emissione della bioluminescenza viene misurata all'interno del luminometro da laboratorio Microtox® M500, dotato di pozzetti termostatati. E' stato applicato il protocollo Microtox® Solid Phase Test (SPT) adattato secondo la procedura riportata nel “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” (APAT-ICRAM 2007); nel dettaglio sono state eseguite 9 diluizioni di ciascun campione in esame più 3 controlli. Il test prevede una prima esposizione di 20 minuti durante i quali i batteri si trovano a diretto contatto con il sedimento e una seconda fase di ulteriori 10 minuti in cui la risospensione batterica filtrata viene incubata nel luminometro a 15°C. La relazione dose-effetto, ovvero la concentrazione del campione di sedimento che determina l'inibizione della bioluminescenza, viene elaborata mediante un software (Omnissoftware®), che consente di individuare il valore di EC<sub>50</sub>, ossia la concentrazione del campione cui corrisponde una riduzione della bioluminescenza pari al 50% rispetto al controllo. Nel dettaglio, i parametri del saggio sono riportati nella tabella a seguito (Tabella 1).

**Tabella 1:** Sintesi delle condizioni del test di tossicità acuta con *Vibrio fischeri*.

<b>Parametri del test</b>	<b>Condizioni del test</b>
Organismo modello	<i>Vibrio fischeri</i> , strain NRRL B-11177
Tipologia del test	Statico, 30 minuti di esposizione
Matrice	Sedimento tal quale (frazione solida)
Temperatura	15 ± 0,5 °C
Contenitori per la lettura	Cuvette in vetro monouso
Volume di soluzione per l'esposizione	1,5 ml
Volume di soluzione per la lettura	500 µl
Inoculo	20 µl di soluzione di batteri ricostituita
Illuminazione	assente
Numero di diluizioni del campione	9
Numero di controlli	3
Effetto indagato	Riduzione della bioluminescenza
End-point	EC50 (concentrazione del campione cui corrisponde una riduzione della bioluminescenza pari al 50% rispetto al controllo)
Tossico di riferimento	3,5 diclorofenolo

2. SAGGIO DI INIBIZIONE DELLA CRESCITA ALGALE SU *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (METODO UNI EN ISO 10253:2006).

Organismo modello

*P. tricornutum* è una diatomea appartenente al genere *Phaeodactylum*. Questa alga può essere facilmente allevata in laboratorio; la sua morfologia la rende particolarmente adatta ai fini del conteggio tramite emocitometro (Camera di Burkner) poiché *P. tricornutum* non forma aggregati o catene. La sua crescita è sufficientemente rapida da poterne misurare la crescita dopo 72 ore di incubazione, ed è una specie moderatamente sensibile alle sostanze tossiche.

Metodologia del Test - Principio

La fitotossicità viene tradizionalmente valutata mediante test algali in fiasche (USEPA, 1987). Tuttavia, più recentemente è stata introdotta la tecnica che utilizza micropiastre per valutare la tossicità algale su varie specie di acqua dolce e salata (UNI EN ISO 10253:2006).

Culture in fase di crescita esponenziale di *P. tricornutum* vengono esposte in micropiastre in un sistema statico, in condizioni controllate di temperatura e luce. La crescita delle alghe esposte alla soluzione saggiata viene comparata con la crescita algale del controllo dopo un periodo di tempo definito (pari a 72 ore). Una sostanza viene considerata tossica quando si verifica una inibizione della crescita algale dose-dipendente statisticamente significativa.

Allestimento della coltura algale

Le alghe vengono allevate e mantenute in laboratorio in condizioni controllate di illuminazione e temperatura. La coltura algale viene mantenuta a  $20 \pm 1$  °C in condizioni di luce continua. Le fiasche contenenti le alghe devono essere poste su di un agitatore in continuo a 100 rpm oppure agitate manualmente almeno due volte al giorno. Sono necessari da 3 a 5 giorni affinché la coltura raggiunga la fase di crescita esponenziale (e possa quindi essere utilizzata per allestire il test); quando tale fase viene raggiunta la coltura assume il colore verde. Le colture algali devono essere rinnovate almeno una volta alla settimana, al fine di assicurare un regolare ricambio di cellule algali in crescita. Il rinnovo della coltura viene effettuato ponendo (in condizioni di sterilità) 4 ml di coltura algale in una fiasca pulita contenente 100 ml di terreno di coltura.

Preparazione dell'elutriato

Gli elutriati sono stati preparati secondo la metodologia EPA (2001) descritta a seguito. Un'aliquota di sedimento viene prelevata ed unita, in una beuta, ad acqua di mare naturale filtrata (0.22  $\mu\text{m}$  FNSW) in un rapporto 1:4, inteso come 1 parte di sedimento + 3 parti di acqua. Successivamente le beute vengono poste su un agitatore orbitale per 1 ora ( $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , buio). La miscela acqua/sedimento viene quindi centrifugata a 3000 rpm per 10 min, il surnatante viene prelevato e filtrato con filtro sterile da 0.22  $\mu\text{m}$ . Tale preparato rappresenta l'elutriato tal quale (100%, ovvero non diluito) e viene conservato al buio a 4  $^{\circ}\text{C}$ . Il test di inibizione della crescita algale viene allestito entro 24 ore dalla preparazione dell'elutriato.

### Metodo

I test sono stati eseguiti in accordo con il protocollo UNI EN ISO 10253 (2006). Colture di *P. tricornutum* in fase di crescita esponenziale vengono esposte a differenti diluizioni dell'elutriato di sedimento (12.5 – 25 – 50 – 75 – 100%) utilizzando piastre multi pozzetto in polistirene (sistema statico). In ogni pozzetto vengono posti 3000  $\mu\text{L}$  di soluzione testata (ovvero elutriato alle differenti diluizioni) e 300  $\mu\text{L}$  di inoculo algale ad una concentrazione iniziale pari a 10,000 cell/mL.

Le piastre multipozzetto vengono poi mantenute a  $20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  in condizioni di luce continua per 72 ore, trascorse le quali la concentrazione algale (numero di cellule/ml) viene conteggiata in ogni pozzetto mediante un emocitometro (Camera di Burker), utilizzando un microscopio invertito. Il numero di cellule algali all'interno dei pozzetti contenenti la soluzione testata (elutriato) e le sue diluizioni viene comparato con il numero di cellule algali nel controllo. Vengono eseguite tre repliche per ogni diluizione e per il controllo. L'end-point finale consiste nella alterazione della crescita algale; vengono quindi calcolati i valori di  $\text{EC}_{50}$  ovvero le diluizioni di elutriato in grado di determinare una riduzione della crescita algale pari al 50% rispetto al controllo.

**Tabella 2:** Sintesi delle condizioni del test di inibizione della crescita algale con *P. tricornutum*

Parametri del test	Condizioni del test
Organismo modello	<i>Phaeodactylum tricornutum</i>
Tipologia del test	Statico, 72 ore di esposizione
Matrice	Elutriato (1:4)
Temperatura	$20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
Contenitori per l'esposizione	Piastre multipozzetto in polistirene
Volume di soluzione per l'esposizione	3 ml

Inoculo algale	300 µl
Illuminazione	luce bianca continua (6000 – 10000 lx)
Range di diluizioni del campione di elutriato	12.5 – 25 – 50 – 75 – 100 %
Numero di controlli	1 (n° 3 repliche)
Effetto indagato	Inibizione della crescita algale
End-point	EC50 (diluzione di elutriato cui corrisponde una alterazione della crescita algale pari al 50% rispetto al controllo)
Tossico di riferimento	Bicromato di Potassio



### 3. SAGGIO DI EMBRIOTOSSICITÀ CON *CRASSOSTREA GIGAS* (METODO ASTM, 1998; US EPA, 1995; ICES, 2013)

#### Organismo modello

*Crassostrea gigas* è un mollusco bivalve endemico delle coste asiatiche dell'Oceano Pacifico. È conosciuta anche come ostrica concava, ostrica del Pacifico o ostrica giapponese. Tale specie si è diffusa anche nell'Atlantico nord orientale ed in particolare in Francia, Portogallo e successivamente anche nel Mediterraneo; è diffusamente allevata, specialmente in Francia, tanto che rappresenta il 75% della produzione europea. Come tutti i bivalvi, soddisfa gran parte dei requisiti che devono possedere i buoni indicatori di tossicità: sono organismi di cui si hanno conoscenze biologiche approfondite e sono facilmente reperibili. Per i test ecotossicologici è possibile impiegare stadi molto sensibili del loro ciclo vitale, nonché disporre di end-point facilmente osservabili; è possibile utilizzare per i saggi stadi di sviluppo omogenei e, per tempi limitati, sono organismi facili da mantenere in laboratorio, nonché sufficientemente tolleranti alla manipolazione (Volpi Ghirardini et al., 2001). La sensibilità e la rapidità di risposta degli stadi larvali ed embrionali dei molluschi bivalvi come bioindicatori da usare in saggi di tossicità è ampiamente riconosciuta a livello internazionale (US EPA, 1995; ASTM, 1998).

#### Metodologia del Test - Principio

Nel saggio di embriotossicità, la valutazione della tossicità di inquinanti e matrici ambientali è basata sulla percentuale di “larve-D” (primo stadio della larva veliger) anormali trovate dopo la fertilizzazione delle uova e la successiva incubazione nell'acqua sotto investigazione per un certo periodo di tempo (24-48 ore, a seconda della specie impiegata). Durante tale periodo infatti l'organismo si trova in una fase particolarmente delicata dello sviluppo poiché si verificano delle importanti modificazioni fisiologiche che portano alla formazione dello stadio veliger e l'eventuale contatto con sostanze tossiche potrebbe provocare la morte, il rallentamento dello sviluppo, o uno sviluppo non corretto delle larve (Brunelli et al., 2004).

#### Allevamento riproduttori (organismi adulti)

I riproduttori *Crassostrea gigas* (esemplari di almeno un anno di età) sono stati prelevati in natura (in sito non inquinato). I molluschi sono stati trasportati in laboratorio a secco, avvolti in un panno umido, all'interno di un contenitore termico. Sono stati così scartati gli animali già morti o

compromessi per la perdita di acqua, poi sono stati esclusi tutti quegli organismi malformati o con evidenti segni di rottura della conchiglia. Successivamente i molluschi che hanno superato la selezione sono stati puliti dal detrito e dagli organismi epibionti (mediante raschiatura manuale della conchiglia), sciacquati rapidamente sotto acqua corrente e stabulati per alcuni giorni in vasche con acqua di mare alla salinità del  $25\pm 1$  ‰ e temperatura di  $24\pm 1$  °C.

#### Metodo di ottenimento gameti

Prima di procedere alla fase di stimolazione chimica, i molluschi sono stati mantenuti a secco per alcune ore (pretrattamento). Come stimolante è stato impiegato il perossido di idrogeno ( $H_2O_2$ ) secondo la metodica descritta da Morse et al. (1977) e modificata da Turolla et al. (2002a, 2002b). Ogni partita di riproduttori (5-6) è stata stimolata in ambiente basico (pH 9,1). L'aumento della basicità dell'acqua è stata prodotta prima dell'avvio delle prove mediante l'aggiunta di idrossido di sodio. Temperatura e salinità sono rimaste invariate rispetto alle condizioni di mantenimento ( $25\pm 1$ ‰;  $24\pm 1$ °C). Dopo 15 minuti di esposizione al perossido d'idrogeno in ambiente basico, si è provveduto al lavaggio dei molluschi e al loro trasferimento in acqua di stabulazione a pH non modificato. Nei minuti successivi al trattamento, sono stati prontamente rimossi tutti gli organismi che mostravano emissione dei gameti, per essere posti singolarmente in vaschette contenenti 200 ml di acqua marina naturale filtrata (la stessa impiegata per la stabulazione, FNSW 0,45  $\mu m$ ), aerata per 24 ore prima dell'utilizzo e portata alla temperatura di 24°C. I gameti emessi durante i 15 minuti di trattamento con perossido di idrogeno sono stati scartati e, pertanto, non sono stati utilizzati per l'esecuzione dei test di embriotossicità.

#### Preparazione dell'elutriato

Gli elutriati sono stati preparati secondo la metodologia EPA (2001). Un'aliquota di sedimento viene prelevata ed unita, in una beuta, ad acqua di mare naturale filtrata (0,22  $\mu m$  FNSW) in un rapporto 1:4, inteso come 1 parte di sedimento + 3 parti di acqua. Successivamente le beute vengono poste su un agitatore orbitale per 1 ora ( $T = 20$  °C, buio). La miscela acqua/sedimento viene quindi centrifugata a 3000 rpm per 10 min, il surnatante viene prelevato e filtrato con filtro sterile da 0,22  $\mu m$ . Tale preparato rappresenta l'elutriato tal quale (100%, ovvero non diluito) e viene conservato al buio a 4 °C. Il test di embriotossicità su *Cassostrea gigas* viene allestito entro 24 ore dalla preparazione dell'elutriato.

### Fecondazione dei gameti

Una volta conclusa l'emissione dei gameti, gli organismi sono stati rimossi dalle camere test. Le uova sono state filtrate con un setaccio di maglia pari a 100 µm così da eliminare eventuali impurità, e trasferite in un cilindro portando il volume della sospensione a 500 ml con acqua di mare naturale filtrata (0.22 µm FNSW) sempre alla temperatura di 22°C. In seguito, mantenendo in agitazione la sospensione di uova con l'aiuto di uno stantuffo (costituito da un bastone cui viene inserito ad una estremità un disco perforato), sono stati prelevati quattro campioni di 100 µl, ed il numero di uova presenti in tale aliquota è stato contato al microscopio ottico utilizzando camere di sedimentazione. Sono stati poi preparati poi 300 ml complessivi di soluzione di spermatozoi, ottenuti da almeno due maschi diversi, ed è stata osservata la mobilità dei gameti maschili al microscopio ottico. Si è proceduto quindi alla fecondazione unendo al beaker contenente le uova pochi millilitri di sospensione di spermatozoi (2-3 ml di sospensione di spermatozoi sono sufficienti a fecondare 3-4 milioni di uova), in modo da contare 10–20 spermatozoi attorno alla membrana di ciascun uovo (His et al., 1997). Dopo circa 15 minuti si è verificato al microscopio il successo della fecondazione: la quasi totalità delle uova (più del 90%) aveva forma rotondeggiante, mostrava la membrana di fertilizzazione e l'emissione del globulo polare. Le uova fecondate di *C. gigas* sono state quindi esposte a differenti diluizioni dell'elutriato di sedimento (12.5 – 25 – 50 – 75 – 100%) utilizzando piastre multi pozzetto in polistirene (sistema statico). In ogni pozzetto vengono posti 100 µl di uova fecondate (200-300 uova) in 10 ml di elutriato e incubati per 24 ore a 24±1°C, con fotoperiodo di 16 h luce: 8 h buio. Oltre al controllo in acqua di mare filtrata con un filtro a porosità di 0,22 µm (0.22 µm FNSW), è stato allestito un controllo positivo con Nitrato di rame (6-12-18-30-50 µg/l). Sono state allestite 3 repliche per i controlli, le diluizioni di elutriato e per il tossico di riferimento. Al termine del periodo di incubazione (24 ore) i campioni sono stati fissati con 200 µl di Lugol.

### Lettura dei campioni.

La lettura dei campioni è stata eseguita al microscopio ottico invertito, per ogni pozzetto (replica), sono state conteggiate le larve che avevano raggiunto un corretto e completo sviluppo dopo le 24 ore di incubazione (larve normali), fino ad arrivate ad un numero massimo pari a 100. La categoria di larve "normoformate" comprende i veliger vivi con completo e normale sviluppo della conchiglia (larve-D). La categoria di larve "non normoformate" include invece: uova segmentate, embrioni normali o malformati che non hanno raggiunto lo stadio di veliger, trocofore e pre-veliger; veliger con mantello che protrude dalla conchiglia, veliger con conchiglia incompleta, con incisioni nel margine, o con cerniera convessa.

Il valore di EC<sub>50</sub> è stato calcolato sulla base del numero di embrioni che, dopo 24 ore, dava origine a larve vive con completo e normale sviluppo della conchiglia (larve-D). Come end-point, pertanto, è stato utilizzata la percentuale di larve non normoformate. Il valore di EC<sub>50</sub> è stato calcolato applicando il metodo statistico Trimmed Spearman Karber. Il test viene considerato valido (ASTM, E 724-98) se al termine delle 24 ore nel controllo più del 70% degli embrioni ha raggiunto uno sviluppo corretto e completo (ovvero la percentuale di larve normoformate nel controllo è  $\geq 70\%$ ).

**Tabella 3:** Sintesi delle condizioni del test di embriotossicità su larve di *Crassostrea gigas*.

Parametri del test	Condizioni del test
Organismo modello	<i>Crassostrea gigas</i>
Tipologia del test	Statico, 24 ore di esposizione
Matrice	Elutriato (1:4)
Temperatura	24 ± 1 °C
Contenitori per l'esposizione	Piastre multipozzetto in polistirene
Volume di soluzione per l'esposizione	10 ml
Inoculo larvale	100 µl (200-300 uova fecondate)
Illuminazione	fotoperiodo di 16 h luce: 8 h buio
Range di diluizioni del campione di elutriato	12.5 – 25 – 50 – 75 – 100 %
Numero di controlli	1 (n° 3 repliche)
Effetto indagato	% larve non normoformate
End-point	EC50 (diluizione di elutriato cui corrisponde un numero di larve non normoformate pari al 50% rispetto al controllo)
Tossico di riferimento	Nitrato di rame

## RISULTATI

### 1. SAGGIO DI INIBIZIONE DELLA BIOLUMINESCENZA DEL BATTERIO MARINO *VIBRIO FISCHERI*.

A seguito (Tabella 4) vengono riportati i risultati della prova di tossicità eseguita per il saggio in fase solida con *Vibrio fischeri* sul campione di sedimento (17LA11364). Per tale prova, oltre al valore di EC<sub>50</sub>, viene riportato anche il valore delle Unità Tossiche (TU<sub>50</sub>), che indicano la relazione diretta tra tossicità e riduzione della bioluminescenza (TU<sub>50</sub>= 100/EC<sub>50</sub>). Tale dato viene utilizzato, insieme con il valore di “tossicità naturale stimata” (TU<sub>naturale</sub>) calcolabile applicando una formula che include il dato granulometrico riportante la percentuale di pelite (frazione < 63 µm) presente nel campione, per calcolare l'indice denominato “Sediment Toxicity Index” (S.T.I.= TU<sub>50</sub>/ TU<sub>naturale</sub>), valore che esprime la reale tossicità acuta del campione rispetto alla tossicità “naturale” di un campione di riferimento avente le medesime caratteristiche granulometriche.

**Tabella 4:** Rapporto di prova del test di tossicità acuta con *Vibrio fischeri* per il campione di sedimento 17LA11364 (fase solida).

<b>Campione</b>	17LA11364
<b>Data campionamento</b>	07/2017
<b>Matrice</b>	Sedimento tal quale (fase solida)
<b>Concentrazioni testate</b>	0.08-0.15-0.31-0.62-1.23-2.47-4.94-9.87-19.74%
<b>Organismo test</b>	<i>Vibrio fischeri</i>
<b>Metodo utilizzato</b>	Protocollo Microtox® Solid Phase Test
<b>End-point misurato</b>	Inibizione della bioluminescenza
<b>Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)</b>	3,5 diclorofenolo
<b>EC50 e limiti fiduciali (controllo positivo)</b>	EC <sub>50(30min)</sub> = 2.86 (2.19-3.73) mg/L EC <sub>50(30min)</sub> ISO 11348-3-2007 = 3.34 ± 0.174 mg/L
<b>Acqua usata per il test come controllo/diluente</b>	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 µm (NFSW)
<b>Parametri di controllo</b>	Salinità = 37 ppt; T = 15°C
<b>Nr. repliche</b>	2
<b>Tempo di esposizione</b>	30 minuti

<b>EC<sub>50</sub> con limiti fiduciali</b>	2.33 (1.33 – 4.11)%
<b>Tossicità misurata (TU<sub>50</sub>) ± limiti fiduc. (95%)</b>	42.84 (25.9 – 70.86)
<b>R<sup>2</sup> (coeff. di determinazione)</b>	0.89
<b>Sediment Toxicity Index (S.T.I.)</b>	1.51

2. SAGGIO DI INIBIZIONE DELLA CRESCITA ALGALE SU *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (METODO UNI EN ISO 10253:2006).

A seguito vengono riportati i risultati della prova eseguita per il saggio di inibizione della crescita algale su *P. tricornutum* per l'elutriato del campione di sedimento 17LA11364.

Nel Rapporto di Prova (Tabella 5) vengono riportati i parametri di controllo del saggio biologico ed i risultati ottenuti (espressi come valore di EC<sub>50</sub> ovvero diluzione di elutriato cui corrisponde una inibizione della crescita algale pari al 50% rispetto al controllo) per l' elutriato del campione in oggetto.

**Tabella 5:** Rapporto di prova del test di inibizione della crescita algale con *P. tricornutum* per il campione di sedimento 17LA11364 (elutriato).

<b>Campione</b>	17LA11364
<b>Data campionamento</b>	07/2017
<b>Matrici</b>	Elutriato (1:4)
<b>Diluizioni testate</b>	12.5 – 25 – 50 – 75 - 100%
<b>Organismo test</b>	<i>P. tricornutum</i>
<b>Metodo utilizzato</b>	UNI EN ISO 10253:2006
<b>End-point misurato</b>	Inibizione della crescita algale
<b>Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)</b>	Bicromato di Potassio
<b>EC50 e limiti fiduciali (controllo positivo)</b>	EC <sub>50(72h)</sub> = 17.47 (14.91-20.72) mg/L EC <sub>50(72h)</sub> ISO 10253(2006)= 20.1 ± 5.3 mg/L
<b>Acqua usata per il test come controllo/diluente</b>	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 µm (NFSW)
<b>Parametri di controllo</b>	Salinità = 37 ppt; T = 20°C

<b>Nr. repliche</b>	4
<b>Tempo di esposizione</b>	72 ore
<b>EC50 con limiti fiduciali</b>	EC <sub>50(72h)</sub> > 100 %
<b>Effetto percentuale medio alla conc. max</b>	44.19%
<b>Dev. Std. Delle repliche alla conc. max</b>	1.81
<b>Criteri di accettabilità</b>	Densità cellule algali nell'inoculo = 10 <sup>4</sup> cell/ml; Densità cellule algali nel controllo dopo 72 ore = 1.58 x 10 <sup>6</sup> cell/ml (deve presentare un fattore di incremento ≥ 16 dopo 72 ore)

2. SAGGIO DI EMBRIOTOSSICITA' CON *CRASSOSTREA GIGAS* (METODO ASTM, 1998; US EPA, 1995; ICES, 2013)

A seguito vengono riportati i risultati della prova eseguita per il saggio di embriotossicità con *C. gigas* per l'elutriato del campione di sedimento 17LA11364.

Nel Rapporto di Prova (Tabella 6) vengono riportati i parametri di controllo del saggio biologico ed i risultati ottenuti (espressi come valore di EC<sub>50</sub> ovvero diluizione di elutriato cui corrisponde un numero di larve malformate pari al 50% rispetto al controllo) per l'elutriato del campione in oggetto.

**Tabella 6:** Rapporto di prova del test di embriotossicità con *C. gigas* per il campione di sedimento 17LA11364 (elutriato).

<b>Campione</b>	17LA11364
<b>Data campionamento</b>	07/2017
<b>Matrice</b>	Elutriato (1:4)
<b>Diluizioni testate</b>	12.5 – 25 – 50 – 75 - 100%
<b>Organismo test</b>	<i>Crassostrea gigas</i>
<b>Metodo utilizzato</b>	ASTM, 1998; ICES, 2013
<b>End-point misurato</b>	Numero di larve non normoformate
<b>Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)</b>	Nitrato di Rame
<b>EC50 e limiti fiduciali (controllo positivo)</b>	EC <sub>50(24h)</sub> = 14.44 (12.61-16.53) µg/L EC <sub>50(24h)</sub> Cachot et al.(2013)= 12.5 (11.0-14.2)

	µg/L
<b>Acqua usata per il test come controllo/diluente</b>	Acqua di mare naturale filtrata 0.22 µm (NFSW)
<b>Parametri di controllo</b>	Salinità = 25 ppt; T = 24°C
<b>Nr. repliche</b>	3
<b>Tempo di esposizione</b>	24 ore
<b>EC50 con limiti fiduciali</b>	EC <sub>50(72h)</sub> = 30.65 (20.95 – 34.86) %
<b>Effetto percentuale medio alla conc. max</b>	100 %
<b>Dev. Std. Delle repliche alla conc. max</b>	0
<b>Criteri di accettabilità</b>	Dopo 24 ore nel controllo più del 70% degli embrioni deve aver raggiunto uno sviluppo corretto e completo (ASTM 1998); percentuale di larve normoformate nel controllo = 87%

Per tutti e tre i biosaggi eseguiti vengono inoltre inseriti come allegati tecnici i dati grezzi ottenuti per:

- saggio di inibizione della bioluminescenza del batterio marino *Vibrio fischeri* (**allegato A**);
- saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricornutum* e saggio di embriotossicità su *Crassostrea gigas* (**allegato B**).



## SINTESI DEI RISULTATI

I risultati ottenuti applicando i tre saggi ecotossicologici sulla fase solida e sull'elutriato del campione di sedimento **17LA11364** evidenziano una risposta differente tra le tre tipologie di saggio eseguite. Nel dettaglio, per il test eseguito sulla fase solida sull'organismo modello *Vibrio fischeri*, il valore di EC<sub>50</sub> dopo 30 minuti di esposizione è pari a 2.33%, cui corrisponde un valore di Unità Tossiche (TU<sub>50</sub>) pari a 42.84. Utilizzando i dati granulometrici forniti dal Committente, è stato calcolato il valore del "Sediment Toxicity Index" (S.T.I.= TU<sub>50</sub>/ TU<sub>naturale</sub>), che è risultato essere pari a 1.51 quindi inferiore a 3, che nel "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" (ICRAM APAT 2007) corrisponde al valore soglia per classificare un campione come non tossico (tossicità assente o trascurabile se S.T.I < 3).

Sulla fase liquida, ovvero l'elutriato (1:4) del sedimento, sono stati eseguiti il saggio di inibizione della crescita algale su *Phaeodactylum tricornutum* ed il test di embriotossicità sul bivalve *Crassostrea gigas*. L'elutriato è stato saggiato nel seguente range di concentrazioni: 12.5 – 25 – 50 – 75 - 100%. Il saggio di inibizione della crescita algale su *P. tricornutum* ha evidenziato per l'elutriato del campione 17LA11364, dopo 72 ore, un valore di EC<sub>50</sub> (ovvero diluizione di elutriato in grado di inibire del 50% rispetto al controllo la crescita algale) superiore al 100% (ovvero all'elutriato non diluito). Tuttavia, alla massima diluizione di elutriato (tal quale ovvero 100%), viene registrata una riduzione della crescita di *P. tricornutum* pari al 44,19% rispetto al controllo. Tale dato mette in luce la presenza di un effetto tossico, seppur non estremamente elevato, di questo campione nei confronti della specie modello indagata.

Per quanto concerne il test di embriotossicità su *C. gigas*, è stato possibile calcolare un valore di EC<sub>50</sub> (24 ore) che è risultato essere pari a 30,65 % (20,95 – 34,86). Questa terza tipologia di saggio ecotossicologico ha pertanto messo in evidenza un effetto di tossicità medio-alto per l'elutriato del campione di sedimento 17LA11364.

## **Integrazione ponderata dei risultati**

Come previsto nell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), la classificazione ecotossicologica del campione di sedimento 17LA11364 è stata eseguita utilizzando i criteri di integrazione ponderata indicati nell'Allegato Tecnico medesimo, che considerano aspetti importanti e caratteristiche specifiche dei saggi biologici inclusi nella batteria utilizzata, tra cui ad esempio la severità dell'effetto (inteso come gravità del danno biologico misurato), la tipologia di esposizione (acuta o cronica) e la rappresentatività ambientale della matrice testata (sedimento tal quale o elutriato).

Per l'attribuzione del Livello di Pericolo (Hazard Quotient) della batteria di saggi ecotossicologici ( $HQ_{batteria}$ ) e specifico di ogni singolo saggio ( $HQ_{specifico}$ ), è stato utilizzato il modello SediQualSoft 109.0<sup>®</sup> versione 1.0, un software per la classificazione della qualità dei sedimenti marini e salmastri ai sensi del D.M. 173 del 15 luglio 2016. Tale software è stato fornito da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Il modello è in grado di eseguire una integrazione dei dati, attribuire un peso ad ogni risultato in funzione della rilevanza dell'endpoint biologico, la matrice ed il tempo di esposizione, e formulare un giudizio di tossicità finale, ovvero un indice di pericolo complessivo della batteria di saggi ( $HQ_{batteria}$ ) che viene calcolato come sommatoria degli "effetti pesati" dei singoli saggi corretti secondo un fattore che corrisponde al prodotto dei pesi assegnati ad ogni saggio in funzione della rilevanza biologica dell'end-point considerato, della rilevanza ecologica della matrice e della tipologia di esposizione (acuta o cronica).

L'indice  $HQ_{batteria}$  ottenuto viene normalizzato ad una scala compresa tra 0 e 10, dove 10 corrisponde al valore massimo della batteria (quando tutti i saggi mostrano il 100% di effetto). A seconda del valore dell' $HQ_{batteria}$  normalizzato, il livello di pericolo ecotossicologico viene attribuito ad una classe di gravità (da assente a molto alto).

Per il campione di sedimento in oggetto (codice campione 17LA11364), i dati ecotossicologici ottenuti dai tre saggi eseguiti sono stati importati nel modello SediQualSoft 109.0<sup>®</sup> ed elaborati al fine di ottenere un giudizio sintetico del livello di pericolo. I valori complessivi di  $HQ_{batteria}$  e specifici per ogni singolo saggio ecotossicologico ( $HQ_{specifico}$ ) sono riportati nella tabella a seguito (Tabella 7).

**Tabella 7:** Livello di pericolo ( $HQ_{batteria}$ ) della batteria di saggi ecotossicologici e livello di pericolo specifico di ogni saggio ( $HQ_{specifico}$ ) ottenuti tramite il modello SediQualSoft 109.0<sup>®</sup> per il campione di sedimento 17LA11364.

<i>Campione</i>	<b>Cod. 17LA11364</b>
<b><math>HQ_{batteria}</math></b>	4.62
<b><math>HQ_{specifico}</math> <i>V. fischeri</i></b>	0.79
<b><math>HQ_{specifico}</math> <i>P. tricornutum</i></b>	4.56
<b><math>HQ_{specifico}</math> <i>C. gigas</i></b>	6.21
<b>Classe di gravità del pericolo ecotossicologico</b>	ALTO

Come riportato nella Tabella 7, **il livello di pericolo della batteria di saggi ecotossicologici ( $HQ_{batteria}$ ) eseguiti risulta essere pari a 4.62 e porta quindi di collocare il campione di sedimento 17LA11364 nella Classe di Gravità del Pericolo Ecotossicologico “ALTO”.**

Nel dettaglio, il saggio per cui si evidenzia il livello di pericolo specifico più elevato è il test di embriotossicità sul mollusco bivalve *Crassostrea gigas*, per il quale si registra un valore di  $HQ_{specifico}$  pari a 6.21, che corrisponde al valore massimo di tale parametro per il saggio in esame (ovvero il valore che si ottiene in corrispondenza di un effetto sulla popolazione esposta pari al 100%).

Anche il test di inibizione della crescita algale eseguito su *P. tricornutum* fa riportare un valore di  $HQ_{specifico}$  piuttosto elevato, ovvero 4.56, considerando che in caso di effetto pari al 100% (ovvero se il campione in esame causa una completa inibizione della crescita algale) si otterrebbe un  $HQ_{specifico}$  pari a 10.29.

Il saggio sul batterio *Vibrio fischeri* non fa riportare invece un livello di pericolo significativo risultando quindi, tra i tre saggi che compongono la batteria, quello che incide meno sulla valutazione del livello di pericolo ecotossicologico complessivo del campione.

La classe di pericolo ecotossicologico elaborata per il campione di sedimento ( $HQ_{batteria}$ ), risultante dalla integrazione ponderata dei risultati dell'intera batteria di saggi eseguiti, insieme con la classificazione chimica dei sedimenti in oggetto, permetterà di determinare la classe di qualità del materiale e di definire infine le relative opzioni di gestione, come indicato nel paragrafo 2.8 dell'Allegato Tecnico.

## CONCLUSIONI

Il risultato della classificazione ecotossicologica, eseguita secondo le indicazioni dell'Allegato Tecnico del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a) del D.lgs. 152/2006 (G.U. del 06/09/2016), porta a collocare il sedimento identificato con il codice campione "17LA11364" come appartenente alla classe di pericolo ecotossicologico "ALTO". L'integrazione di tale dato con la classificazione chimica dei medesimi campioni di sedimento, fornirà le indicazioni utili a definire le opzioni di gestione del materiale di escavo.

I Responsabili della sperimentazione

  
Dr.ssa Veronica Piazza

E-mail: [veronica.piazza@ge.ismar.cnr.it](mailto:veronica.piazza@ge.ismar.cnr.it)

Dr.ssa Elisa Costa

E-mail: [elisa.costa@ve.ismar.cnr.it](mailto:elisa.costa@ve.ismar.cnr.it)

  
Il Responsabile di ISMAR CNR Genova

  
Dr. Marco Faimali (PhD)

E-mail: [marco.faimali@ismar.cnr.it](mailto:marco.faimali@ismar.cnr.it)

**CNR - Istituto di Scienze Marine (ISMAR)**

## Allegato B

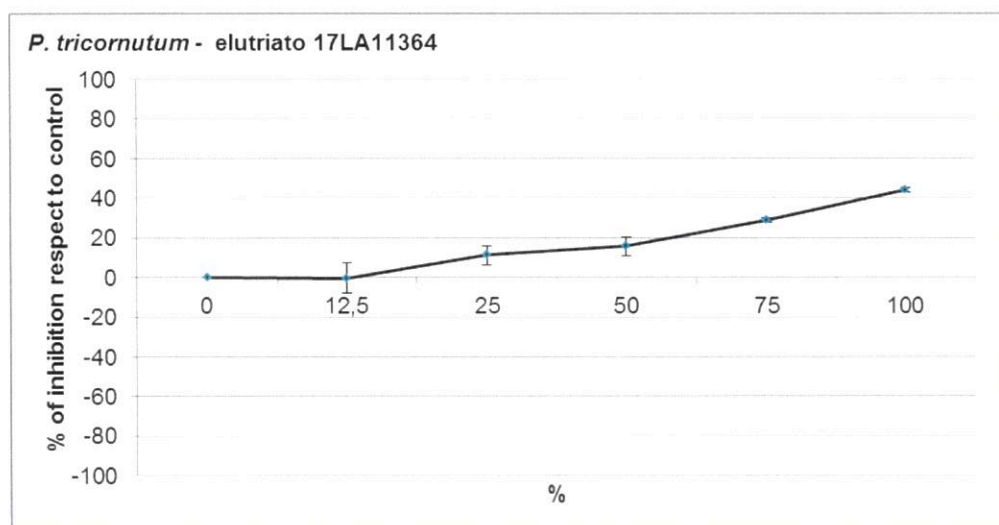
### Risultati analisi ecotossicologiche

Vengono riportati nel dettaglio i dati grezzi ed i grafici dei saggi ecotossicologici eseguiti per la caratterizzazione ecotossicologica del campione di sedimento **17LA11364**.

#### 1. SAGGIO DI INIBIZIONE DELLA CRESCITA ALGALE SU *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* (METODO UNI EN ISO 10253:2006).

**Tabella 1:** Test di inibizione della crescita algale con *Phaeodactylum tricornutum*: percentuale di alterazione della crescita algale rispetto al controllo per l'elutriato del campione di sedimento 17LA11364 alle diverse diluizioni testate (12.5 – 25 – 50 – 75 – 100%) dopo 72 ore.

<i>Campione 17LA11364 - Alterazione crescita algale (rispetto al controllo) dopo 72 ore</i>						
	ctr	12.5%	25%	50%	75%	100%
a	0,00	18,61	21,27	26,07	28,79	46,56
b	0,00	0,00	10,88	12,50	31,47	44,78
c	0,00	-6,66	4,99	9,98	27,26	42,95
d	0,00	-13,08	7,23	13,92	27,62	42,46
media	<b>0,00</b>	<b>-0,28</b>	<b>11,09</b>	<b>15,62</b>	<b>28,78</b>	<b>44,19</b>
Std. Dev.	0,00	13,10	8,24	8,65	2,13	1,81
Std. Error	0,00	7,56	4,76	5,00	1,23	1,04

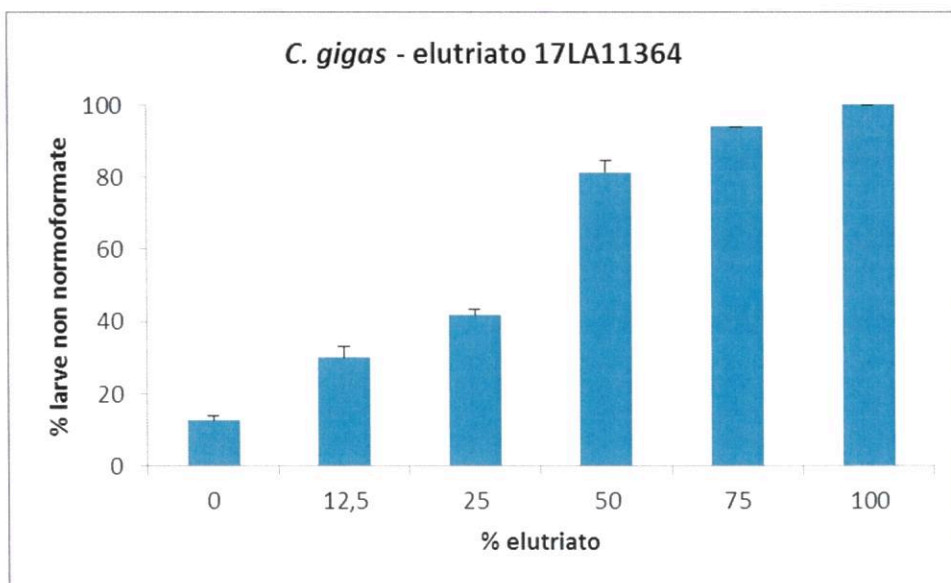


**Figura 1:** Test di inibizione della crescita algale con *P. tricornutum*: percentuale di alterazione della crescita algale rispetto al controllo per l'elutriato del campione di sedimento 17LA11364 alle diverse diluizioni testate (12.5 – 25 – 50 – 75 – 100%) dopo 72 ore.

2. SAGGIO DI EMBRIOTOSSICITA' CON *CRASSOSTREA GIGAS* (METODO ASTM, 1998; US EPA, 1995; ICES, 2013).

**Tabella 2:** Test di embriotossicità con *C. gigas*: percentuale di larve non normoformate per l'elutriato del campione di sedimento 17LA11364 alle diverse diluizioni testate (12.5 – 25 – 50 – 75 – 100%) dopo 24 ore.

<i>Campione 17LA11364 – Percentuale di larve non normoformate dopo 24 ore</i>						
	<b>ctr</b>	<b>12.5%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>
<b>a</b>	13,5	36	39	86	94	100
<b>b</b>	14	28	45	83	94	100
<b>c</b>	10,5	26	41	75	94	100
<b>media</b>	<b>13</b>	<b>30</b>	<b>42</b>	<b>81</b>	<b>94</b>	<b>100</b>
<b>Std. Dev.</b>	1,9	5,3	3,1	5,7	0,0	0,0
<b>Std. Error</b>	1,1	3,1	1,8	3,3	0,0	0,0

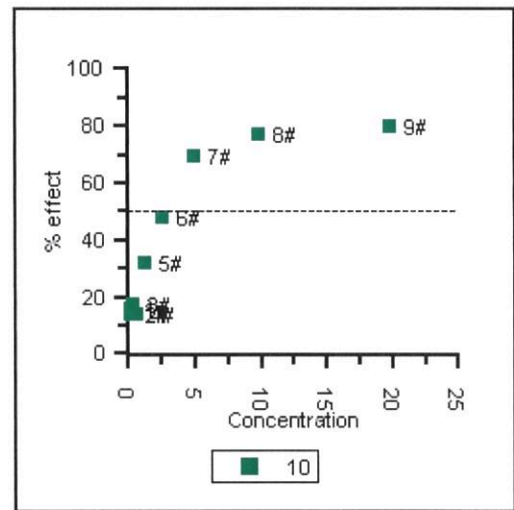
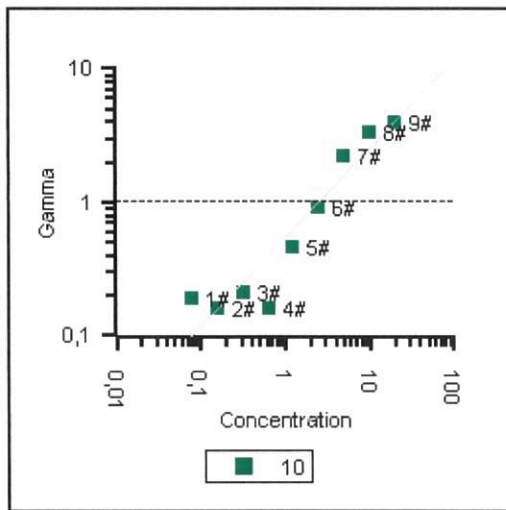


**Figura 2:** Test di embriotossicità con *C. gigas*: percentuale larve non normoformate per l'elutriato del campione di sedimento 17LA11364 alle diverse diluizioni testate (12.5 – 25 – 50 – 75 – 100%) dopo 24 ore.

## MicrotoxOmni Sample Results Report

Result Name: ACC\_01  
 Test Date/Time: 18/07/2017 11.13.03  
 Sample Name: ACC\_01  
 Test Name: SPT Sabbioso  
 Description:  
 Toxicant:  
 Test Location: ISMAR-CNR

Instrument ID: \_MASTER  
 Reagent Lot #: 16H4096  
 User ID: MANAGER



Time	Sample	Conc	It	Gamma	% Effect
<i>10 Mins</i>					
	Control	0.00	94		
	Control	0.00	94		
	Control	0.00	84		
	1	0.08	76	0.1930#	16,18%
	2	0.15	78	0.1624#	13,97%
	3	0.31	75	0.2089#	17,28%
	4	0.62	78	0.1624#	13,97%
	5	1.23	62	0.4624#	31,62%
	6	2.47	47	0.9291#	48,16%
	7	4.94	28	2.238#	69,12%

Result Name: ACC\_01  
 Test Date/Time: 18/07/2017 11.13.03  
 Sample Name: ACC\_01  
 Test Name: SPT Sabbioso  
 Description: Instrument ID: \_MASTER  
 Toxicant: Reagent Lot #: 16H4096  
 Test Location: ISMAR-CNR User ID: MANAGER

8	9,87	21	3,317#	76,84%
9	19,74	18	4,037#	80,15%

# - included, \* - invalid

#### Statistics:

Data: 10 Mins

EC50 Concentration: 2,334%  
 (95% Confidence Range: 1,327 to 4,107)  
 95% Confidence Factor: 1,759  
 Estimating Equation:  
 $\text{LOG C} = 1,337 \times \text{LOG G} + 0,3682$   
 Toxicity Units (TU50): 42,84 (25,90 to 70,86)  
 Average Control Value: 90,67  
 Slope: 0,6661  
 Coeff of Determination (R<sup>2</sup>): 0,8908

The contents of this report are private and confidential.

Printed: 18/07/2017 11.14.49

Signature: