



COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA

Progetto di una scogliera soffolta con massi a prolungamento del molo
destro del porto-canale di Castiglione della Pescaia per la riduzione
dell'insabbiamento

PROGETTO DEFINITIVO

D COM 01 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO



15.12.2017

IL TECNICO

Dott. Ing. Francesco Serena

SERENA PROGETTI

Ass. Prof. di Ingegneria di Francesco Serena e Associati I-58100 GROSSETO via D.Lazzaretti 2A
p.i. 01483650535 tel./fax + 39 0564.418980 email: info@serenaprogetti.it info@pec.serenaprogetti.it
www.serenaprogetti.it

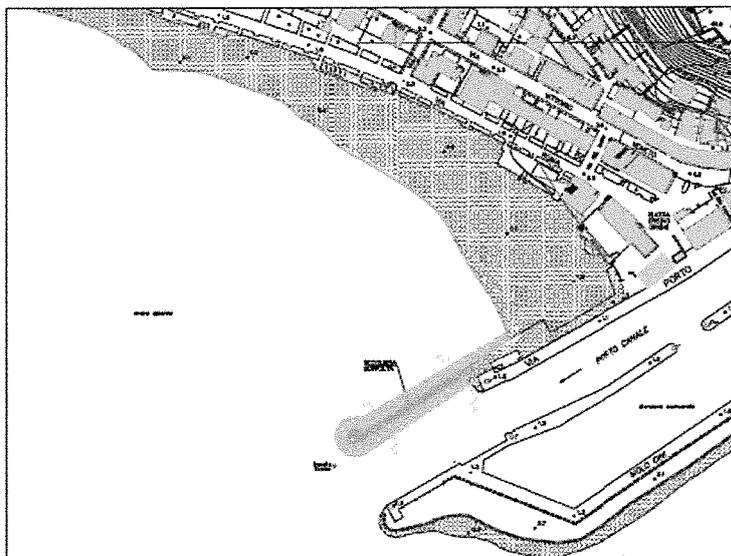
Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	Quantità	I M P O R T I	
			unitario	TOTALE
	R I P O R T O			
	<u>LAVORI A MISURA</u>			
1 01. dragaggio	Scavo subacqueo mediante draga, di materiale sabbioso, per l'approfondimento del fondale per la formazione di canali e letti di posa per inbasamenti di opere foranee, manufatti var ... ecoscandagli digitali, rilevatori di posizione di tipo GPS, ecc), la mano d'opera occorrente (operai, sommozzatori ecc). dragaggio *(par.ug.=(25,00*2,00)*110,00)	5'500,00		
	SOMMANO mc	5'500,00	6,57	36'135,00
2 02.1 dem_ripristini	Opere di demolizione e ripristino accesso lato Piazza Orsini, compreso demolizione di spallette muretto in muratura per allargamento del passaggio di accesso per i mezzi, compre ri ... enenti in laterizio, taglio di asfalto, smaltimento e rifacimento di binder sp.cm 7 per una larghezza totale di ml 1.50. allargamento accesso e successivo ripristino	1,00		
	SOMMANO cad.	1,00	3'305,19	3'305,19
3 02.2 ripr.palo ill	Lavori per lo spostamento e la ricollocazione del palo di pubblica illuminazione, compreso rimozione del palo, scollegamento dei collegamenti elettrici, scavo ed installazione nuovo ... n piombo, fissaggio, prove di funzionamento ed ogni altro onere per dare il lavoro finito e funzionante a regola d'arte. spostamento palo illuminazione	1,00		
	SOMMANO cad.	1,00	983,16	983,16
4 01. massicciata	Massicciata stradale costituita da pietrisco di granulometria 70-150, da aggregati naturali, frantumati costituiti da roccia calcarea, da utilizzare per sottofondi e massicciate, p ... veniente da cave autorizzate, in opera in strati costipati, compreso trasporto ed ogni onere per dare il lavoro finito. sottofondo pista provvisionale *(par.ug.=(835,00*0,30)*2) massicciata sulla scogliera soffolta *(par.ug.=590,00*0,50*2)	501,00 590,00		
	SOMMANO Tn	1'091,00	19,64	21'427,24
5 02. stabilizzato	Stabilizzato di cava ottenuto dalla frantumazione e selezione di detriti rocciosi calcarei, per la realizzazione di piste di cantiere, in opera debitamente costipato, con ottime co ... rme. In opera compreso mezzi meccanici, trasporto, posa in opera, compattazione ed ogni onere per dare il lavoro finito. stabilizzato per pista provvisionale *(par.ug.=(835,00*0,20)*2)	334,00		
	SOMMANO Tn	334,00	17,84	5'958,56
6 02. tout	Sottofondo realizzato in tout venant (misto naturale di cava) costituito da ghiaie grosse, di natura prevalentemente calcarea,			
	A R I P O R T A R E			67'809,15

Num.Ord. TARIFFA	DESIGNAZIONE DEI LAVORI	Quantità	IMPORTI	
			unitario	TOTALE
	R I P O R T O			67'809,15
venant	proveniente da cave autorizzate, senza subire selezio ... ompreso mezzi meccanici,trasporto, posa in opera per imbasamento opere foranee ed ogni onere per dare il lavoro finito. sottofondo scogliera *(par.ug.=(24,00*0,50)*110,00*2)	2'640,00		
	SOMMANO Tn	2'640,00	14,81	39'098,40
7 05. scogl_CAT.1	Scogliera con massi naturali, calcarei, compatti non gelivi per costruzione e/o rifiorimento, forniti e posti in opera con l'ausilio di mezzi terrestri o marittimi. in massi cat. 1 di peso tra 50 kg e 1000 kg. scogliera 0.5-1 tn (cat.1) nucleo centrale: 1' tratto verso spiaggia * (par.ug.=((10,00+4,30)/2*1,50*60,00)*2,3) scogliera 0.5-1 tn (cat.1) nucleo centrale: 2' tratto verso mare * (par.ug.=((13,60+4,70)/2*2,00*50,00)*2,3) protezione pista provvisoria *(par.ug.=50,00*2,00*2,3)	1'480,05		
	SOMMANO Tn	2'104,50		
		230,00		
	SOMMANO Tn	3'814,55	23,30	88'879,02
8 05. scogl_CAT.2	Scogliera con massi naturali, calcarei, compatti non gelivi per costruzione e/o rifiorimento, forniti e posti in opera con l'ausilio di mezzi terrestri o marittimi. in massi di cat. 2 di peso tra i 1001 kg e 3000 kg scogliera 1-3 tn (cat.2) nucleo esterno: tratto verso spiaggia * (par.ug.=(22,50*60,00)*2,3)	3'105,00		
	SOMMANO Tn	3'105,00	26,88	83'462,40
9 05. scogl_CAT.3	Scogliera con massi naturali, calcarei, compatti non gelivi per costruzione e/o rifiorimento, forniti e posti in opera con l'ausilio di mezzi terrestri o marittimi. in massi di cat. 3 di peso tra 3001 kg e 7000 kg. scogliera 3-5 tn (cat.3): nucleo esterno tratto verso mare * (par.ug.=(36,00*50,00)*2,3)	4'140,00		
	SOMMANO Tn	4'140,00	28,45	117'783,00
10 03. fanale rosso	Fornitura e posa in opera con mezzi marittimi di sistema segnaletico ad alimentazione solare composto da: - palo da posizionare in acqua Ø mm 323.90, spessore mm 12.5, lunghezza ml ... ovoltico; - cassa in acciaio inox verniciata di colore rosso, atta a contenere le batterie ed il regolatore di carica. meda di segnalazione	1,00		
	SOMMANO cad.	1,00	17'990,29	17'990,29
11 11. rasatura	Lavori di pulizia e preparazione alla verniciatura del faro attuale, mediante rimozione di tessere di mosaico in fase di distacco, pulizia e rasatura armata eseguita con rasante ti ... re, compreso ed ogni onere per dare il lavoro finito a regola d'arte per la realizzazione della successiva verniciatura.			
	A R I P O R T A R E			415'022,26



CASTIGLIONE DELLA PESCAIA

Classificazione dei sedimenti marini per
realizzazione di un pennello in massi soffolto per contenere
l'insabbiamento dell'imboccatura e lavori di dragaggio per il ripristino
delle condizioni di navigabilità in sicurezza.



Prof. Alessandro Donati

CREA – Centro Ricerca Energia e Ambiente

**Dipartimento Biotecnologie Chimica e Farmacia
Università di Siena**

Siena, 11 Luglio 2018



Classificazione dei sedimenti marini di Castiglione della Pescaia

La presente relazione tecnica riporta il risultato della caratterizzazione del sedimento proveniente da un'area antistante all'imboccatura del Porto Canale di Castiglione della Pescaia che è stata effettuata secondo le disposizioni del DM 173/2016 e del relativo Allegato Tecnico. Tale indagine è stata effettuata allo scopo di verificare la possibilità di realizzare un pennello in massi soffolto per contenere l'insabbiamento dell'imboccatura e lavori di dragaggio per il ripristino delle condizioni di navigabilità in sicurezza. Le sabbie escavate per realizzare la fondazione della scogliera (intradosso a q. max. -m. 4,50 s.l.m.) saranno depositate, a ridosso della stessa scogliera lungo il suo sviluppo, lato ponente (movimentazione mare-mare).

I dati significativi del progetto sono i seguenti:

- scavo complessivo circa mc. 5.500; il materiale escavato viene posizionato lungo la costruenda scogliera lato ponente;
- immersione in mare di materiale roccioso per la formazione della scogliera pari a mc. ~8.500, per un peso complessivo di t. ~15.000;
- lunghezza scogliera m. ~90;
- larghezza scogliera alla base: max m. 21, min m. 17; in tesata m. 5;
- profondità intradosso fondazione: max m. 4,50, min m. 3,50.

SCHEDA D'INQUADRAMENTO DELL'AREA DI ESCAVO

Informazioni generali sull'ubicazione dell'area di escavo

L'area di escavo per la posa del pennello di massi in parola, si estende di fronte all'imboccatura del Porto Canale di Castiglione della Pescaia. Lo scavo rientra nell'Area Unitaria 1 (AU1) di 200x200m individuata nella planimetria dell'Allegato 1.

Indicazioni del "tipo" di area

Si ritiene che il sito in esame non rientri esattamente in nessuna delle tipologie pre-indicate dal DM 173/2016 ma che possa essere descritto come un ibrido tra tipologia

di “area interna ad un porto esclusivamente turistico” e “area di foce fluviale non portuale”.

L’analisi delle pressioni è riportata nella Tabella 1.

In base a quanto stabilito dal DM 173/2016 la tipologia di Porto e il contesto nel quale esso è ubicato, riassunti nella Tabella 1, permettono di intraprendere il percorso semplificato di caratterizzazione (**Percorso II**).

Tabella 1: Tipologia e livelli di pressioni dell’area di indagine.

Tipo di informazione	Descrizione sintetica		
Tipologia di attività all’interno dell’area o nel contesto ambientale in cui l’area è collocata	TIPOLOGIA	SPECIFICHE	Livello (E,M,B-N)#
	RICREATIVA*		M-E
	INDUSTRIALE		B-N
	COMMERCIALE		
	PASSEGGERI		
	DIPORTO		M
	PESCA E		M
	ACQUACOLTURA		
ALTRO			
Natura e ubicazione delle pressioni	<p>La pressione antropica che insiste sull’area in esame è dovuta alla presenza delle seguenti attività attuali o del passato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - diportistica, essendo l’imboccatura del porto turistico; - passaggio pescherecci, essendo la via di accesso per i numerosi natanti che conducono attività di pesca; per questi due primi casi considerati, sono sempre possibili incidenti e/o sversamenti. -ex-industriale/mineraria essendo l’imboccatura anche la foce del Fiume Bruna che, come noto, raccoglie una notevole quantità di acque dell’area mineraria dell’entroterra. Questo ultimo fatto influisce anche se in maniera non determinante sulla qualità dei sedimenti. <p>Inoltre un impatto significativo deriva dalla presenza dell’area urbanizzata che è adiacente al porto stesso. Quindi traffico autoveicolare e tutto quello che concerne la contaminazione derivata dall’attività antropica può impattare sulla qualità del sedimento.</p>		



	<p>Inoltre è da segnalare un impatto potenziale dovuto alle attività ricreative/turistiche che vedono sia per il litorale sud che per quello nord di Castiglione della Pescaia la significativa presenza di stabilimenti balneari e altre attività turistiche estive.</p> <p>In generale, anche osservando ex-post la qualità del sedimento prelevato, sembra che tali attività producano una contaminazione limitata del sedimento che risulta di ottima qualità.</p>
Data, ubicazione, entità e caratteristiche di sversamenti accidentali documentabili	

L'area oggetto degli interventi in parola non rientra tra le seguenti che sono oggetto di particolare tutela:

- aree archeologiche marine
- zone marine di tutela archeologica
- zone marine di ripopolamento
- aree marine protette
- aree protette territoriali costiere
- zone marine che ospitano praterie di fanerogame
- aree destinate ad usi legittimi
- siti rete natura 2000
- ASPIM
- Zone di particolare pregio biologico
- Santuario per i mammiferi marini



Descrizione campioni

I prelievi per le analisi chimico-fisiche, Ecotossicologiche e microbiologiche sul litorale sono stati effettuati contemporaneamente dalla massa di sedimento prelevato in data **19/06/2018**. Il periodo di esecuzione delle prove per questi campioni è il seguente: **20/06/2018-06/07/2018**. Tutti i campioni sono stati prelevati, conservati, trasportati secondo l'iter dettato dall'allegato tecnico del DM 173/2016.

I campioni finali C1, C2, C3, C4 su cui sono state effettuate le analisi da sono stati ottenuti tramite il seguente schema:

- sono stati effettuati n. 3 carotaggi entro l'area unitaria (m. 200x200) della lunghezza ciascuno di m. 2,50 (dal livello del fondale);
- per ogni carotaggio sono stati effettuati 4 prelievi di materiale a 4 livelli di profondità: il 1° quota 0,00/-0,50, il 2° quota -0,50/-1,00, il 3° quota -1,00/-2,00 ed infine il 4° quota -2,00/-2,50;
- il materiale proveniente dagli stessi livelli dei tre carotaggi è stato miscelato come previsto dal DM 173/2016 per ottenere alla fine i quattro campioni suddetti (per ogni tipologia analitica: Chimica, Eco-tox, Microbio);
- le coordinate dei campioni non sono quindi relative ad un singolo carotaggio.

La planimetria con il posizionamento dei carotaggi è riportata in Allegato 1.

La **Tabella 2** riporta il codice dei rapporti di prova insieme alla corrispondente sigla utilizzata nella presente relazione l'etichetta dei singoli campioni e riassume il tipo di analisi effettuate.

Tabella 2: Schema riassuntivo delle analisi eseguite insieme al codice dei rapporti di prova e alle corrispondenti sigle usate per identificare i campioni nelle presente relazione e sulla planimetria allegata.

Codice	sigla	Profondità m	Granulometria Colore	analisi Chimico- Fisica ¹	Microbio Ecotox	USO
18LA34098	C1	0.00 - 0.50	Si	Si	Si	Escavo
18LA34105	C2	0.50 - 1.00	Si	Si	Si	Escavo
18LA34106	C3	1.00 – 2.00	Si	Si	Si	Escavo
18LA34107	C4	2.00 - 2.50	Si	Si	Si	Escavo

¹Analisi chimico-fisiche complete.



I prelievi sono stati effettuati da BiochemieLab o suoi incaricati. Le analisi Chimico-fisiche, eco-tossicologiche e microbiologiche sono state eseguite dal laboratorio di analisi BIOCHEMIE LAB SRL, via Petrarca 35/A, 35/B, 50041 Calenzano (FI), accreditato **SINAL** (Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori) con il n 0195 come laboratorio operante in conformità alla Norma UNI CEI EN ISO IEC 17025; certificato UNI EN ISO 9001/2000 "Servizi di analisi chimiche, fisiche, microbiologiche, biomolecolari, ecotossicologiche, di ricerca, di campionamento, di consulenza tecnica e di formazione" certificata da CERTIQUALITY; certificato UNI EN ISO 14001/2004 "Erogazione di servizi di analisi chimiche, fisiche, microbiologiche, biomolecolari, ecotossicologiche, di ricerca e di assistenza tecnica, di campionamento, di consulenza e di formazione" certificata da DNV. I rapporti di prova sono riportati in Allegato 2.

La presente relazione è stata stilata dal sottoscritto sulla base dei risultati riportati nei Rapporti di Prova e sulle informazioni pregresse acquisite nell'area di indagine. Lo scrivente non si assume responsabilità per le operazioni di campionamento, trasporto e conservazione del campione e per l'esecuzione delle analisi stesse.

ANALISI ECOTOSSICOLOGICA

Come indicato dal **Percorso II** del DM 173/2016, la caratterizzazione dei sedimenti in esame è guidata da una valutazione ecotossicologica preliminare. Dall'osservazione dei risultati di questa si passa alla successiva caratterizzazione chimica. Nel caso specifico, data la mancanza di tempo per lo svolgimento dei diversi *step* e data la pregressa conoscenza della natura dei sedimenti, le caratterizzazioni chimiche complete sono state eseguite contemporaneamente a quelle ecotossicologiche.

Su ognuno dei campioni sono stati effettuati tre saggi utilizzando tre gruppi tassonomici differenti. Per lo studio dello sviluppo larvale, è stato utilizzato il riccio di mare (*Paracentrotus Lividus*). I saggi sono stati effettuati secondo il seguente schema:

			Sedimenti Porto	Sedimenti Litorale
Fase solida	Bioluminescenza	XA*	<i>Vibrio fischeri</i>	<i>Vibrio fischeri</i>
Fase Liquida	Crescita algale	XC	<i>PhaedactylumTricornutum</i>	<i>PhaedactylumTricornutum</i>
Fase liquida	Sviluppo larvale	XC	<i>Paracentrotus lividus</i>	<i>Paracentrotus lividus</i>

*Tipologia di saggio: XA = Tossicità acuta; XC Tossicità cronica

I risultati della Caratterizzazione Ecotossicologica secondo l'integrazione ponderata sono riportati nel capitolo finale "COMMENTI CONCLUSIVI E PARERE TECNICO".

I risultati dei singoli saggi sono riportati nelle **Tabelle 3, 4 e 5**. Nella **Tabella 6** sono riportati i risultati evidenziando le batterie di saggi per ogni campione.

Tabella 3: Risultati dei saggi ecotossicologici (tossicità acuta) su *Vibrio Fischeri* (fase solida).

Campione	S.T.I. (Sediment Toxicity Index) () ¹
C1	0
C2	0.1
C3	0.2
C4	0.7

¹S.T.I.:Sediment Toxicity Index

Considerando i singoli test è possibile rilevare che per quanto riguarda la tossicità acuta (*Vibrio Fischeri*) i campioni evidenziano valori nettamente al di sotto del limite legislativo (L1 = 3.0) con tossicità assente.

Tabella 4: Risultati dei saggi ecotossicologici (tossicità cronica) su *Phaedactylum Tricornutum*.

Campione	EC10-72h (%) ¹	EC20-72h (%)	EC50-72h (%)
C1	> 100	> 100	> 100
C2	> 100	> 100	> 100
C3	> 100	> 100	> 100
C4	41,1	98,7	> 100

¹EC50(20)(10)-XX: Concentrazione del che dopo un tempo XX determina un effetto del 50 (20) (10) % sugli organismi sottoposti al test

²n.d. : Valore non determinabile (EC50/20/10 >100%)

Per quanto riguarda la crescita algale, possiamo notare che una tossicità non nulla si rileva nel campione C4 mentre i campioni migliori sono quelli meno profondi C1÷C3 per i quali la tossicità è assente.

Tabella 5: Risultati dei saggi embriotossicità effettuati su *Paracentrotus lividus*.

Campione	EC20:(% di plutei) ¹	EC50:(% di plutei)
C1	> 100	> 100
C2	> 100	> 100
C3	> 100	> 100
C4	> 100	81.7

¹EC50(20)(10)-XX: Concentrazione del che dopo un tempo XX determina un effetto del 50 (20) (10) % sugli organismi sottoposti al test.

²n.d. : Valore non determinabile (EC50/20/10 >100%)

Per quanto riguarda i test di embriotossicità su *P. Lividus* (Tabella 5) i risultati evidenziano ancora una tossicità nulla per i campioni C1-C3 mentre molto bassa per il C4.

I dati precedenti sono stati riassunti in un'unica Tabella 6. Tale disposizione facilita la classificazione del materiale secondo le disposizioni del DM 173/2016 secondo un



criterio puramente tabellare ove sia necessità di effettuarlo. Il Criterio tabellare è basato sullo schema della tabella che si trova al capitolo 2.3.2 dell'allegato Tecnico al DM 173/2016.

Nella presente relazione è stato utilizzato il criterio dell'integrazione ponderata che sarà ripreso nel capitolo CLASSIFICAZIONE DEI SEDIMENTI E CLASSI DI GESTIONE.

Tabella 6: Risultati delle batterie di saggi utili alla classificazione di qualità tossicologica (ultima colonna).

	<i>Phaedactylum Tricornutum</i>	<i>Embriotossicità P. Lividus</i>	<i>Phaedactylum Tricornutum</i>	<i>Embriotossicità P. Lividus</i>	Vibrio Fisheri	Tossicità
Campione	EC20 (%)	EC20 (%)	EC50 (%)	EC50 (%)	S.T.I.	
C1	> 100	> 100	> 100	> 100	0	Assente
C2	> 100	> 100	> 100	> 100	0.1	Assente
C3	> 100	> 100	> 100	> 100	0.2	Assente
C4	98,7	> 100	> 100	81.7	0.7	Bassa

nd = non determinato (ECx > 100%)

Come è possibile osservare, anche utilizzando una schema meramente tabellare, la tossicità, desunta dai dati e dalla classificazione, risulta assente nei campioni C1-C3 mentre è risultata bassa nel campione C4.

ANALISI CHIMICO-FISICHE

GRANULOMETRIA

Per l'analisi granulometrica i campioni di sedimento sono stati trattati in laboratorio con una soluzione di perossido di idrogeno al 10% allo scopo di rimuovere la sostanza organica e allo scopo di limitare la formazione di aggregati. I sedimenti sono stati poi disidratati in stufa a 100° C. Nella prima fase si è proceduto all'estrazione delle componenti pelitiche (diametro inferiore a 63 µm). La granulometria della parte sabbiosa è stata determinata attraverso una serie geometrica di setacci (scala di ϕ di Krumbein, dove $\phi = -\log_2 d$ e d = diametro granuli) e per pesata con bilancia analitica.

Tabella 7: Risultati dell'analisi granulometrica dei campioni in esame. Sono riportati solo i dati di tre classi granulometriche accorpate ghiaia, sabbia e pelite, come richiesto dal DM 173/2016.

	C1	C2	C3	C4
Ghiaia	0	0	0	0.1
Sabbia	99.5	99.3	99.3	99.5
Pelite	1.4	0.5	0.7	0.6

I dati granulometrici sono stati riportati sia in maniera riassuntiva, come dettato dal DM 173/2016, allo scopo di rendere una forma utile per l'uso all'interno del programma SediQualSoft (Tabella 7), sia in forma estesa, sotto forma di curve cumulative (Figura 6), come richiesto nell'ambito di una procedura di ripascimento.

Dai dati granulometrici attuali si evidenzia che la percentuale di materiale sabbioso è largamente preponderante. La tabella completa dei dati e le figure con le singole curve granulometriche cumulative sono riportati rispettivamente negli Allegati 7 e 8.

Per ottenere i parametri statistici descrittivi richiesti è stata adottata la seguente metodica:

I parametri statistici ϕ_1 , ϕ_{16} , ϕ_{50} , ϕ_{84} , ϕ_{95} , (dove: ϕ_1 = primo percentile, $\phi_5 = 5^\circ$, $\phi_{16} = 16^\circ$ percentile etc.) necessari per il calcolo di ϕ_{media} e σ_1 , sono stati calcolati per interpolazione lineare tra i punti noti.

Nel caso in cui la prima frazione con $-4 < \phi < -3.5$ (corrispondente a $16\text{mm} > d > 8\text{mm}$) $\neq 0$, l'interpolazione è stata effettuata considerando la frazione con $-4 > \phi = 0$.

Gli altri parametri statistici riportati nella Tabella 8 sono stati calcolati dalle seguenti formule:

$$\phi_{media} = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

$$\sigma_1 = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$$

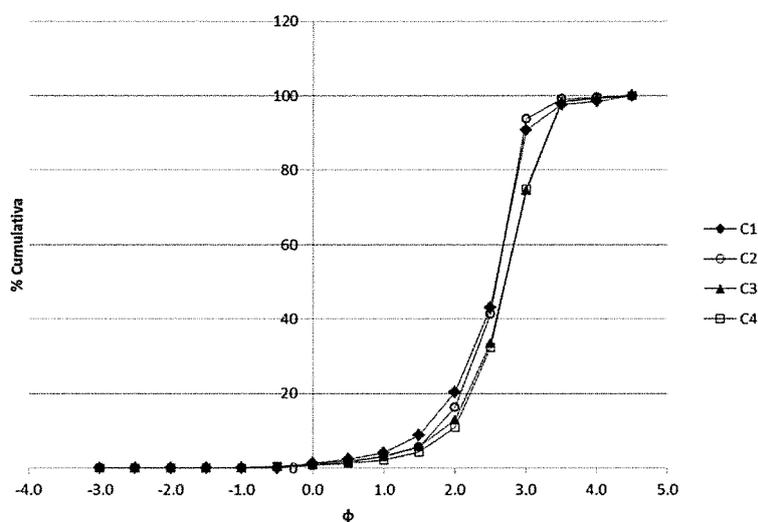


Figura 1: Andamento delle curve granulometriche cumulative ($1/2 \phi$).

Tabella 8: Parametri statistici granulometrici dei campioni in esame.

	C1	C2	C3	C4
ϕ_1	-0.15	0.17	-0.14	0.20
ϕ_5	1.09	1.38	1.36	1.55
ϕ_{16}	1.81	1.99	2.08	2.12
ϕ_{50}	2.57	2.58	2.70	2.71
ϕ_{84}	2.93	2.91	3.20	3.19
ϕ_{95}	3.30	3.12	3.43	3.43
ϕ_{media}	2.44	2.49	2.66	2.67
σ_1	0.615	0.493	0.594	0.552

L'andamento delle curve granulometriche (Figura 1) è notevolmente omogeneo alle diverse profondità.

La granulometria del materiale è prevalentemente costituita da sabbia con un range $2.0 < \phi < 3.5$. La frazione pelitica è sotto al limite del 10% che rende il materiale gestibile per gli spostamenti mare-mare ma anche per il ripascimento della spiaggia emersa.

RISULTATI ANALITICI

As e Metalli

Dai RdP si rileva che le specie chimiche che influenzano maggiormente la classificazione sono gli elementi inorganici (As e metalli).

Tabella 9: Valori di concentrazione di As e metalli determinati nei punti C1÷C4. Sono anche riportati i livelli chimici di riferimento del DM 173/2016 (L1 e L2).

	C1	C2	C3	C4	L1 ¹	L2 ²
Arsenico (mg/kg)	19.4	17.1	16.2	17.7	12	20
Alluminio (mg/kg)	12100	11300	14500	13600	--	--
Cadmio (mg/kg)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0.3	0.8
Cromo (mg/kg)	29.1	28.1	29.8	29.9	50	150
Cromo VI (mg/kg)	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2		
Ferro (mg/kg)	19907.4	16924.7	17708.6	17778.8		
Mercurio (mg/kg)	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	0.3	0.8
Nichel (mg/kg)	34.8	30.5	34.6	30.6	30	75
Piombo (mg/kg)	8.45	7.3	7.19	7.75	30	70
Rame (mg/kg)	13.6	42.7	10.6	12	40	52
Vanadio (mg/kg)	24.9	21.2	21.8	22	--	--
Zinco (mg/kg)	74.3	84.2	61.3	72.9	100	150

Legenda relativa alla Tabella

¹ Livello Chimico di Riferimento nazionale L1 (DM 173/2016)

² Livello Chimico di Riferimento nazionale L2 (DM 173/2016)

³ L1 < Valori in Grassetto < L2 ; Valore in Grassetto Sottolineato > L2

Per facilitarne l'inquadramento, nella **Tabella 9** sono riportati i valori dei metalli mettendo in evidenza i superamenti dei livelli chimici di riferimento L1 e L2.

Come si evince dalla tabella stessa i superamenti dei livelli chimici di riferimento riguardano soprattutto As e Ni che in tutti i campioni risultano lievemente superiori al L1. Il Rame supera il livello L1 nel campione C2. Nessuno dei parametri presenta valori superiori a L2.

Allo scopo di analizzare meglio questo punto sono riportati in Tabella 10 i valori dei tenori di As, Ni ottenuti nell'area di Castiglione nella campagna analitica del 2015 (*Castiglione della Pescaia - Classificazione dei sedimenti Marini, A. Donati, 10 Gennaio 2015*),

Tabella 10: Valori di concentrazione di As, Ni, Zn e Cu determinati nella campagna 2015. Sono inoltre riportati i valori di L1 e L2.

		Stazione 1 0-50 cm	Stazione 1 50-100 cm	Stazione 1 100-150 cm	Stazione 1 150-200 cm	L1 ¹	L2 ²
ARSENICO	mg/kg s.s.	16.3	18.6	17.5	17.5	12	20
NICHEL	mg/kg s.s.	28.9	25.4	35.9	23.2	30	75
ZINCO	mg/kg s.s.	58.5	42.6	154.6	30.0	100	150
RAME	mg/kg s.s.	5.4	3.5	2.8	1.2	40	52

Come è possibile osservare anche nelle precedenti campagne analitiche, sono state riscontrate concentrazioni anomale di As, Ni e Zn mentre il Cu ricadeva sempre entro i limiti. Ciò è indizio del fatto che la contaminazione non sia dovuta ad eventi accidentali di origine antropica ma che derivi da un quadro di alterazione naturale dei sedimenti costieri in corrispondenza dell'area delle Colline Metallifere.

CONTAMINANTI ORGANICI

Idrocarburi e IPA

Per quanto riguarda gli idrocarburi (C>12), gli IPA i dati evidenziano una loro completa assenza. Per gli specifici riscontri si rimanda quindi ai rapporti di prova.

Pesticidi, Policlorobifenili e organo-stannici

Nei campioni analizzati non sono state registrate contaminazioni per queste classi di composti. Per i risultati si rimanda alla consultazione dei rispettivi rapporti di prova.



CLASSIFICAZIONE DI SEDIMENTI E CLASSI DI GESTIONE

CLASSIFICAZIONE DI QUALITÀ - INTEGRAZIONE PONDERATA

Visti i risultati dei saggi eco-tossicologici e delle analisi chimico-fisiche (e tenendo in considerazione anche i dati analitici pregressi) è possibile effettuare una classificazione di qualità del materiale dell'area di escavo attraverso la procedura di "Integrazione Ponderata" (Allegato tecnico al DM 173/2016) utilizzando il Software SediQualSoft di ISPRA .

Le tabelle dei dati Ecotossicologici e Chimici utilizzati come input del Software sono riportati nei seguenti allegati:

- ALLEGATO 3A-File modello ECOTOX integrazione CASTIGLIONE 2018.xls
- ALLEGATO 3B-File modello CHIMICA integrazione CASTIGLIONE 2018.xlsx

I risultati della Classificazione ECOTOX sono riportati nel seguente Allegato:

- ALLEGATO 4_report_caratterizzazione_ecotossicologica_dettaglio Castiglione della Pescaia

I risultati della classificazione Chimica sono riportati nel seguente Allegato:

- ALLEGATO 5_report_caratterizzazione_chimica_dettaglio Castiglione della Pescaia.pdf

I risultati dell'Integrazione Ponderata con l'attribuzione delle classi di qualità dei sedimenti sono riportati nel seguente Allegato:

- ALLEGATO 6_report Integrazione Ponderata sedimenti _Castiglione della Pescaia 2018.pdf



COMMENTI CONCLUSIVI E PARERE TECNICO

Il presente studio è stato effettuato nell'area del Porto Castiglione della Pescaia e del litorale nord della stessa località allo scopo di caratterizzare il sedimento marino nell'area di posa di un pennello di massi soffolti. Tale opera infatti prevede l'escavo e la movimentazione mare-mare di sedimento la cui gestione ricade nella normativa del DM 173/2016.

- 1) Sulla base delle analisi ecotossicologiche, il materiale da dragare presenta un livello di tossicità assente o molto basso.
- 2) La contaminazione chimica è assente ad eccezione di un lieve eccesso per As, Ni e Cu. Tale presenza è dovuta essenzialmente alla anomalia geochimica che insiste nell'area.
- 3) Il sedimento risulta esente da contaminazione microbiologica.
- 4) La granulometria del sedimento da dragare è caratteristica di sabbia media e fine con una bassissima presenza di pelite e/o argilla.

Dalla integrazione ponderata effettuata con l'applicazione SediQualSoft di ISPRA si riscontra l'ottima qualità del materiale che risulta per tutti i campioni in **classe A**.

Si dichiara quindi che i sedimenti di escavo sono compatibili per le operazioni di movimentazione in esame.

I campionamenti e le determinazioni chimiche riportate nella presente relazione non sono stati curati dal sottoscritto che quindi non si assume responsabilità per il trattamento dei campioni e per quanto contenuto nei rapporti di prova.

li, Siena 11-07-2018

In fede,
Prof. Alessandro Donati

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs 10/2002, del TU n. 445/00 e norme collegate