

Interreg



Co-funded by
the European Union

IPA South Adriatic

CLEAN

Workshop «EU Energy Policy and Recent Efficiency Directive Developments»

**SUSTAINABLE MANAGEMENT OF MARINE
SEDIMENTS DREDGED IN APULIAN TOURIST PORTS**

Ing. Maria Giovanna Altieri

November 5th, 2024





**GESTIONE SOSTENIBILE
DI SEDIMENTI MARINI
DRAGATI IN PORTI
TURISTICI PUGLIESI**



Politecnico
di Bari



BACKGROUND DELLA RICERCA



RIFIUTO ≠ **SEDIMENTO** → **RISORSA**

BACKGROUND DELLA RICERCA

Dragaggio

Trasporto

Trattamenti
SW/SS

Riutilizzo



ART. 184-QUATER DEL D.LGS. 152/2006

Utilizzo dei materiali di dragaggio:

- I materiali dragati** sottoposti ad operazioni di recupero in casse di colmata o in altri impianti autorizzati ai sensi della normativa vigente, **cessano di essere rifiuti se, all'esito delle operazioni di recupero, che possono consistere anche in operazioni di cernita e selezione, soddisfano** e sono utilizzati rispettando i seguenti requisiti e **condizioni**:
 - non superano i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione...** (tab. 1 dell'all. 5 al titolo V della parte IV) del D.lgs. 152/2006), con riferimento alla destinazione urbanistica del sito di utilizzo, **o, in caso di utilizzo diretto in un ciclo produttivo, rispondono ai requisiti tecnici di cui alla lettera b), secondo periodo;**
 - è certo il sito di destinazione e sono utilizzati direttamente, anche a fini del riuso o rimodellamento ambientale, senza rischi per le matrici ambientali interessate e in particolare senza determinare contaminazione delle acque sotterranee e superficiali. In caso di utilizzo diretto in un ciclo produttivo, devono, invece, rispettare i requisiti tecnici per gli scopi specifici individuati, la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti e alle materie prime, e in particolare non devono determinare emissioni nell'ambiente superiori o diverse qualitativamente da quelle che derivano dall'uso di prodotti e di materie prime per i quali è stata rilasciata l'autorizzazione all'esercizio dell'impianto.**
- Al fine di escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee, i materiali di dragaggio destinati all'utilizzo in un sito devono essere sottoposti a **test di cessione** (secondo le metodiche e i limiti di cui all'Allegato 3 del decreto del Ministro dell'ambiente 5 febbraio 1998).

DRAGAGGI IN PUGLIA

La Regione Puglia nell'ambito del progetto “**Interventi per la competitività del sistema portuale e interportuale**” (POR Puglia 2014-2020) ha stanziato circa **48 milioni di euro** ai fini della realizzazione di **interventi di dragaggio** dei fondali marini unitamente alla **gestione dei sedimenti estratti**. Al momento sono state ritenute ammissibili **12 proposte** progettuali:

BENEFICIARIO

Comune di Barletta

Città di Castro

Comune di Salve

Comune di Otranto

Comune di Ugento

Comune di Rodi Garganico

Comune di Molfetta

Comune di Mola di Bari

Comune di Ostuni

Comune di Morciano di Leuca

Comune di Fasano

Comune di Tricase



Porto di Barletta



Porto di Taranto



Porto di Molfetta



Porto di Bari

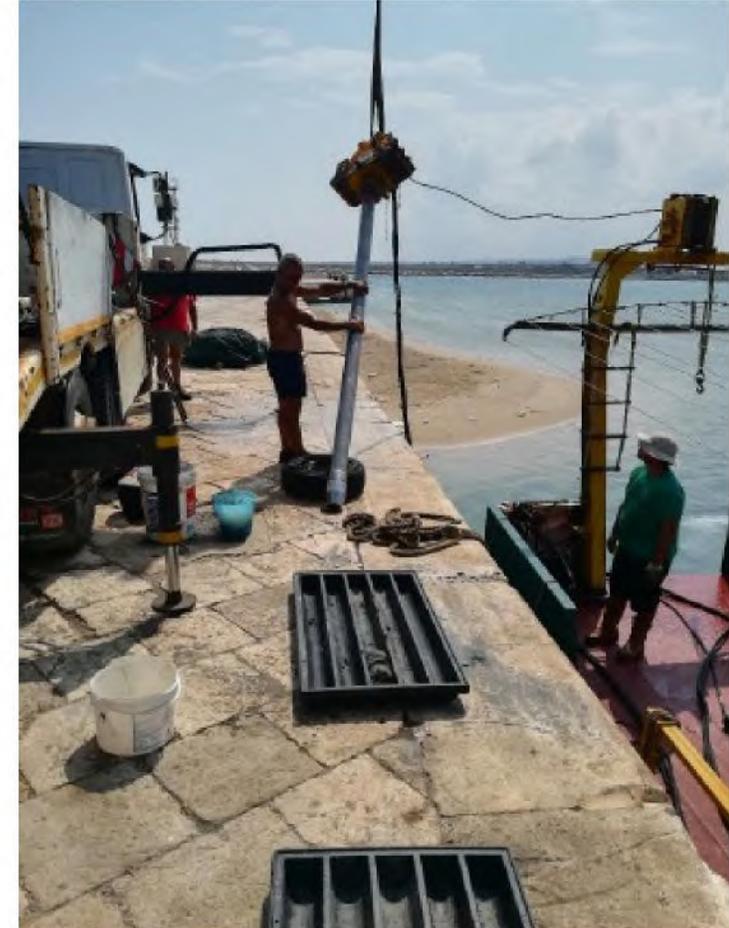


**IL CASO STUDIO 1:
IL PORTO DI
MOLA DI BARI**



IL PORTO DI MOLA DI BARI

Soggetto a fenomeni di insabbiamento che causano **criticità nella navigabilità** del bacino. Pertanto, ai fini del dragaggio si è proceduto alle **attività di caratterizzazione** dei fondali marini (ai sensi del D.M. 173/2016).



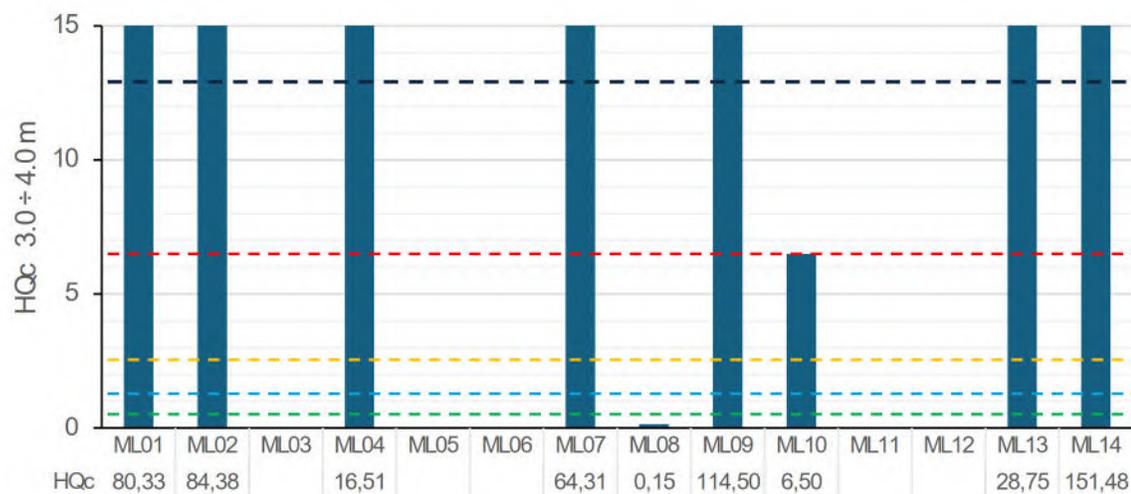
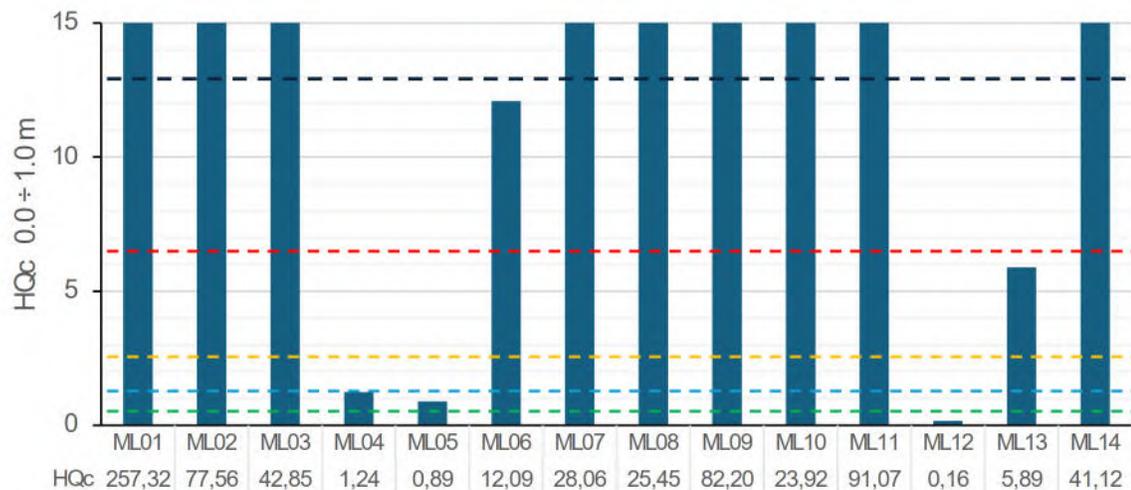
IL PORTO DI MOLA DI BARI

Campione	L1	L2	HQ (L1)	Max % contr a HQ (L1)	N. param. non conformi (L1)	HQ (L2)	Max % contr a HQ (L2)	N. param. non conformi (L2)
ML09/SC050-100	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO	121.95	89.7 - TBT	9	17.83	88 - Somma_organostannici	2
ML09/SC100-200	MOLTO ALTO	ALTO	100.42	16.3 - TBT	19	9.45	51.7 - Somma_organostannici	3
ML09/SC200-280	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO	114.5	45.5 - TBT	18	22.12	82.8 - Somma_organostannici	3
ML10/SC000-050	MOLTO ALTO	ASSENTE	28.31	14.2 - Benzo_a_pirene	12	0.19		0
ML10/SC050-100	MOLTO ALTO	ASSENTE	19.53	17.7 - Benzo_a_pirene	8	0.12		0
ML10/SC100-200	MEDIO	ASSENTE	5.22	39.6 - Benzo_a_pirene	3	0.08		0
ML10/SC200-300	MEDIO	ASSENTE	6.5	28 - Benzo_k_fluorantene	4	0.07		0
ML11/SC000-050	MOLTO ALTO	ALTO	89.31	55.5 - TBT	15	12.5	76.3 - Somma_organostannici	3
ML11/SC050-100	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO	92.82	59 - TBT	16	13.66	78 - Somma_organostannici	3
ML11/SC100-180	MOLTO ALTO	ALTO	87.17	19.7 - TBT	16	9.63	56.1 - Somma_organostannici	3

La caratterizzazione chimica ed ecotossicologica dei sedimenti è stata integrata e interpretata attraverso il software **Sediqualssoft** (ISPRA) in applicazione dell'Allegato tecnico al D.M. 173/2016

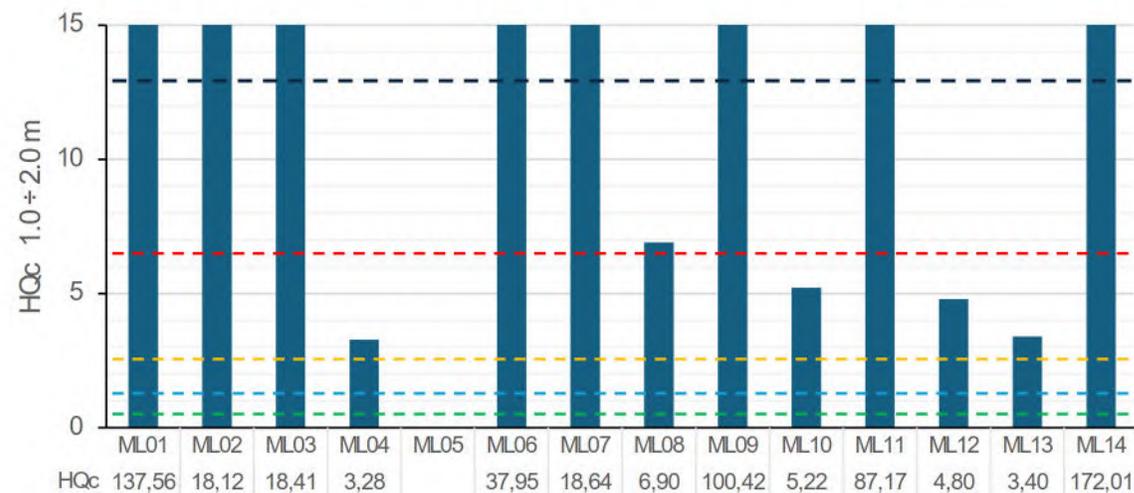
Le determinazioni analitiche hanno accertato la **contaminazione** dei sedimenti da composti chimici di diversa natura, sia **inorganici** (e.g., Cu, Ni, Pb) che **organici** (e.g., benzo a-pirene, benzo k-fluorantene, antracene, composti organostannici)

IL PORTO DI MOLA DI BARI



L'applicazione del software **Sediquisoft** ha restituito una classificazione della qualità dei sedimenti **variabile** in funzione:

- della **zona di campionamento**;
- della **profondità di prelievo** del campione.



ATTIVITÀ SPERIMENTALI



STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

**Portland cement
CEM I 42.51**

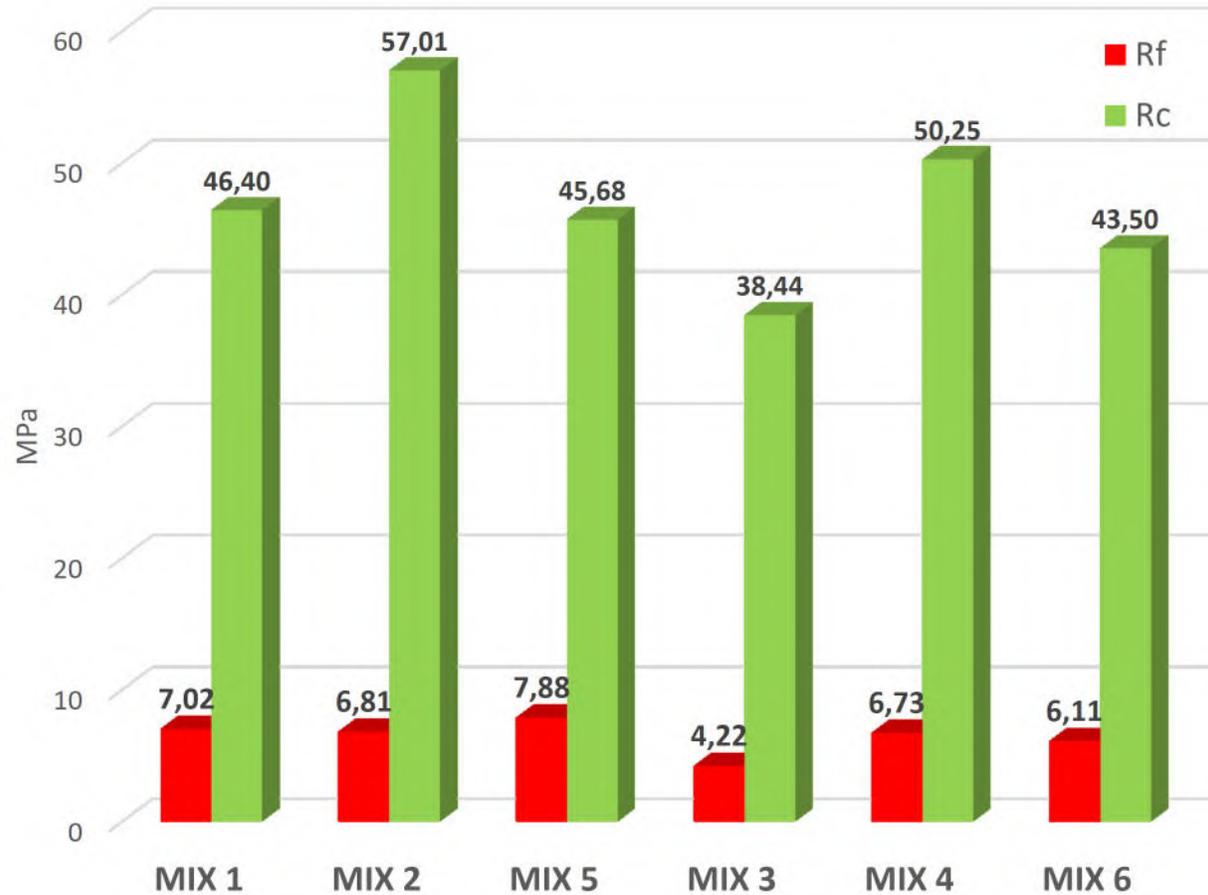


H₂O



SEDIMENTO TAL QUALE	
MIX 1	40% CEM + 20% H ₂ O + 40% S ₁
MIX 2	40% CEM + 20% H ₂ O + 40% S ₂
MIX 5	630g CEM + 20% H ₂ O + 20% S ₁ + 20% S ₂
SEDIMENTO LAVATO	
MIX 3	40% CEM + 20% H ₂ O + 40% S _{1_L}
MIX 4	40% CEM + 20% H ₂ O + 40% S _{2_L}
MIX 6	630g CEM + 20% H ₂ O + 20% S _{1_L} + 20% S _{2_L}

STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE





**IL CASO STUDIO 1:
IL MAR PICCOLO DI
TARANTO**

IL MAR PICCOLO DI TARANTO



ATTIVITÀ SPERIMENTALI



STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

SEDIMENTI CONTAMINATI

Parametri	UdM	MIX_1	MIX_2
pH	u. pH	8.93	8.82
Eh	mV	-110.0	-100.7
Conducibilità	mS/cm	3.05	4.78
Umidità	%	49.79	44.63
Ceneri at 550°C	%	79.47	89.14
Solidi volatili	%	21.53	10.86
Granulometria			
Sand fraction, SF	%	18.86	19.44
Silt fraction, MF	%	45.32	43.18
Clay fraction, CF	%	35.82	37.38

Contaminanti	UdM	MIX_1	MIX_2
Hg	mg/kg ss	3.68	1.99
Pb	mg/kg ss	82.11	91.45
Cu	mg/kg ss	64.59	59.00
Zn	mg/kg ss	135.32	172.73
PAHs	µg/kg ss	101	5732
PCBs	µg/kg ss	23	1523



In giallo i valori superiori ai limiti sito specifici del SIN Taranto (ICRAM, 2004)

STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

**Cement Portland
CEM I 42.51**



CEM 1	10 % CEM
CEM 2	10 % CEM + 5% OC
CEM 3	10 % CEM + 5% AC
CEM 4	10 % CEM + 2.5% AC + 2.5% OC
LIME 1	10 % LIME
LIME 2	10 % LIME + 5% OC
LIME 3	10 % LIME + 5% AC
LIME 4	10 % LIME + 2.5% AC + 2.5% OC

**Idrossido di calcio
(LIME)**



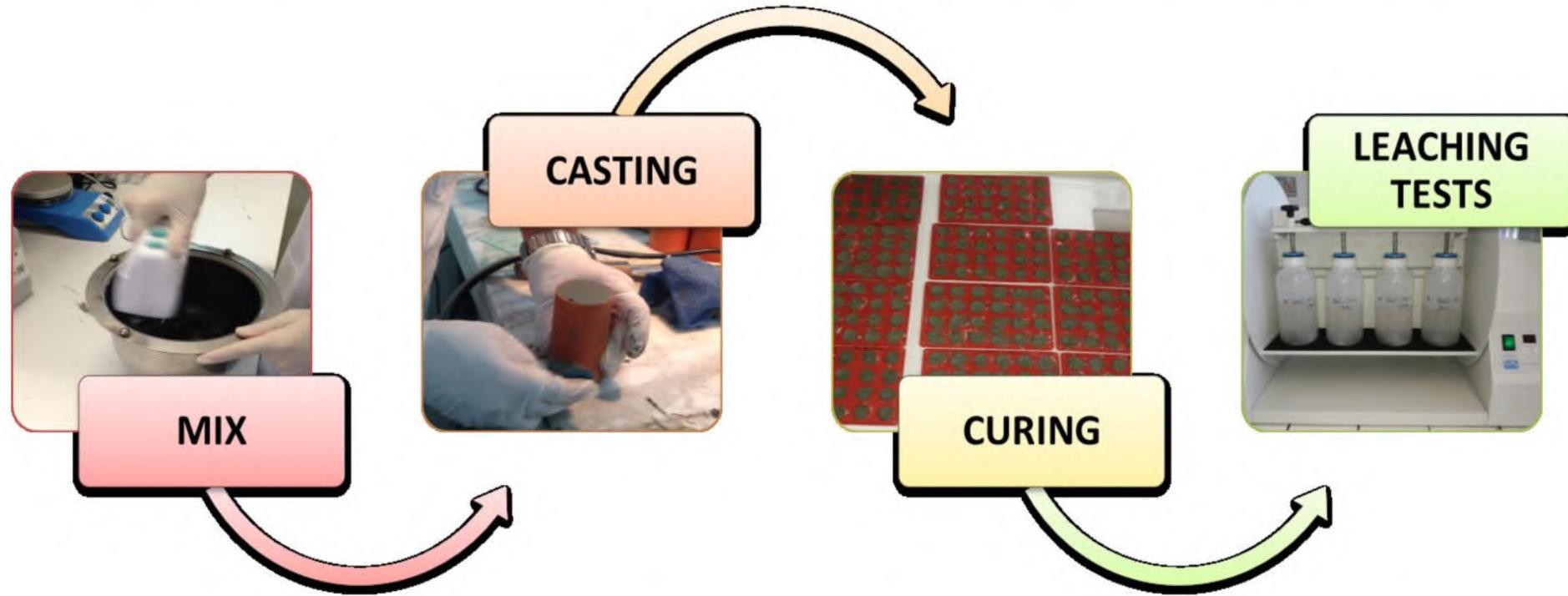
**ORGANOCLAY
(OC)**



**Carbone Attivo
(AC)**



STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE



RECUPERO IN PROCEDURA SEMPLIFICATA

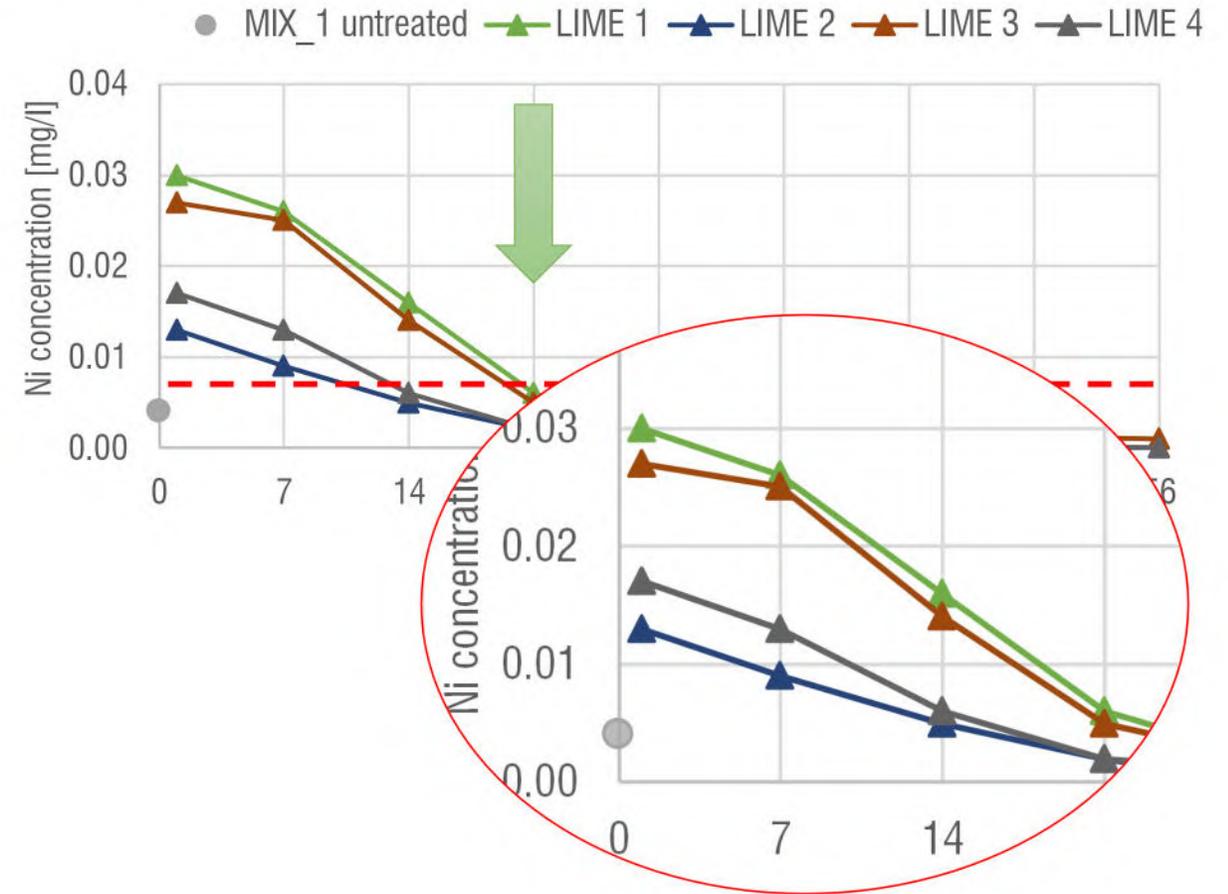
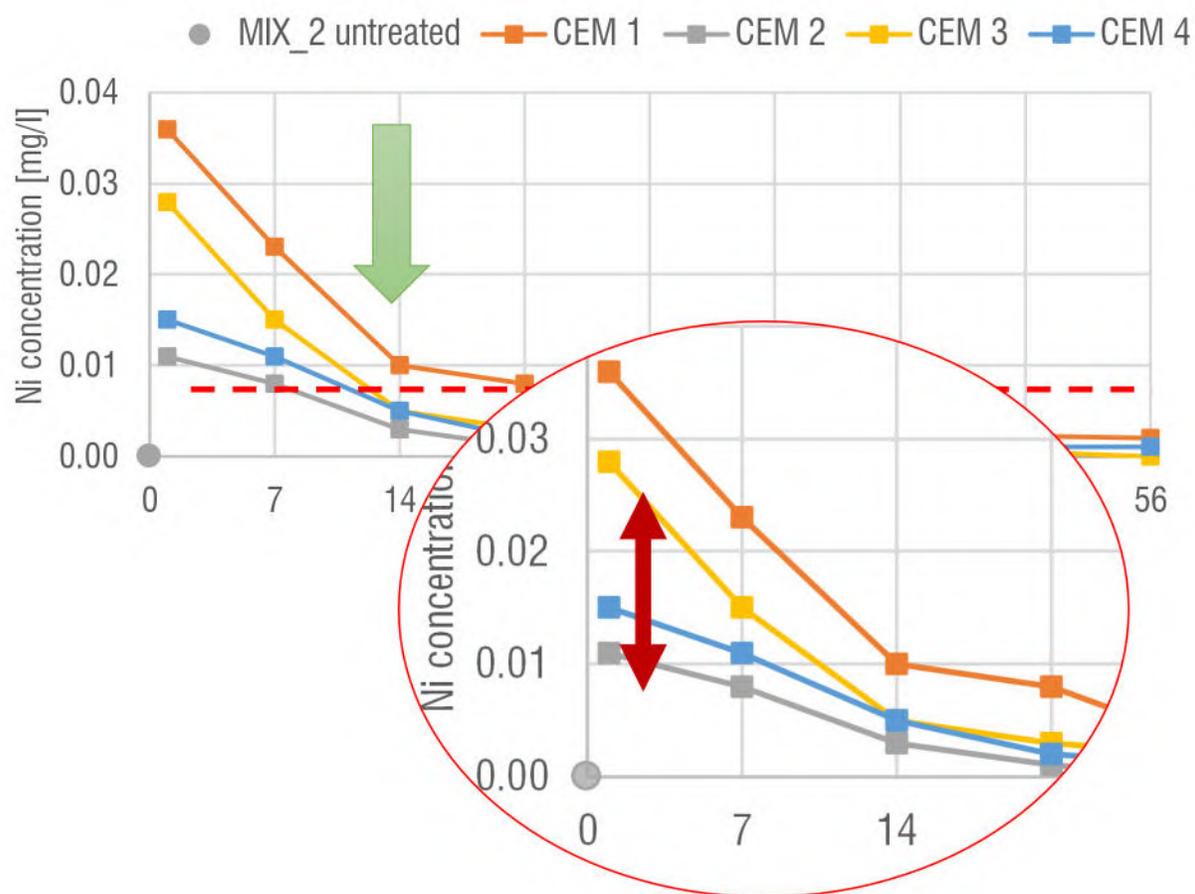
Test di cessione UNI 10802 / ENV 12457-2 (Valori limite)

Parametri	Unita' di misura	Concentrazioni limite
Nitrati	Mg/l NO ₃	50
Fluoruri	Mg/l F	1,5
Solfati	Mg/l SO ₄	250
Cloruri	Mg/l Cl	100
Cianuri	microngrammi/l Cn	50
Bario	Mg/l Ba	1
Rame	Mg/l Cu	0.05
Zinco	Mg/l Zn	3
Berillio	microngrammi/l Be	10
Cobalto	microngrammi/l Co	250
Nichel	microngrammi/l Ni	10
Vanadio	microngrammi/l V	250
Arsenico	microngrammi/l As	50
Cadmio	microngrammi/l Cd	5
Cromo totale	microngrammi/l Cr	50
Piombo	microngrammi/l Pb	50
Selenio	microngrammi/l Se	10
Mercurio	microngrammi/l Hg	1
Amianto	Mg/l	30
COD	Mg/l	30
PH		5,5 < > 12,0



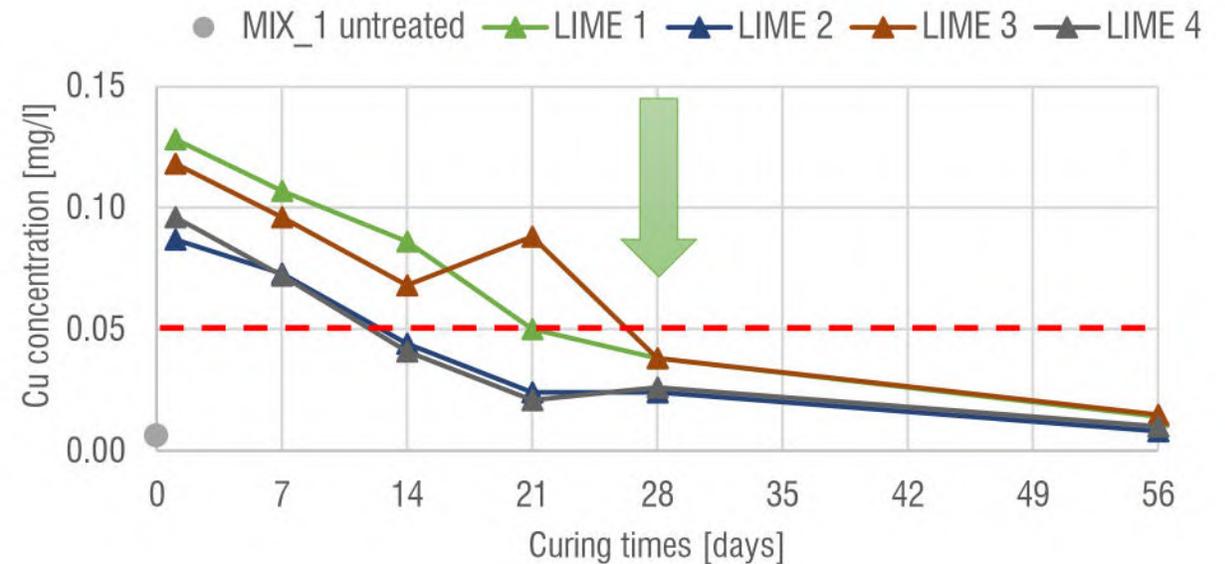
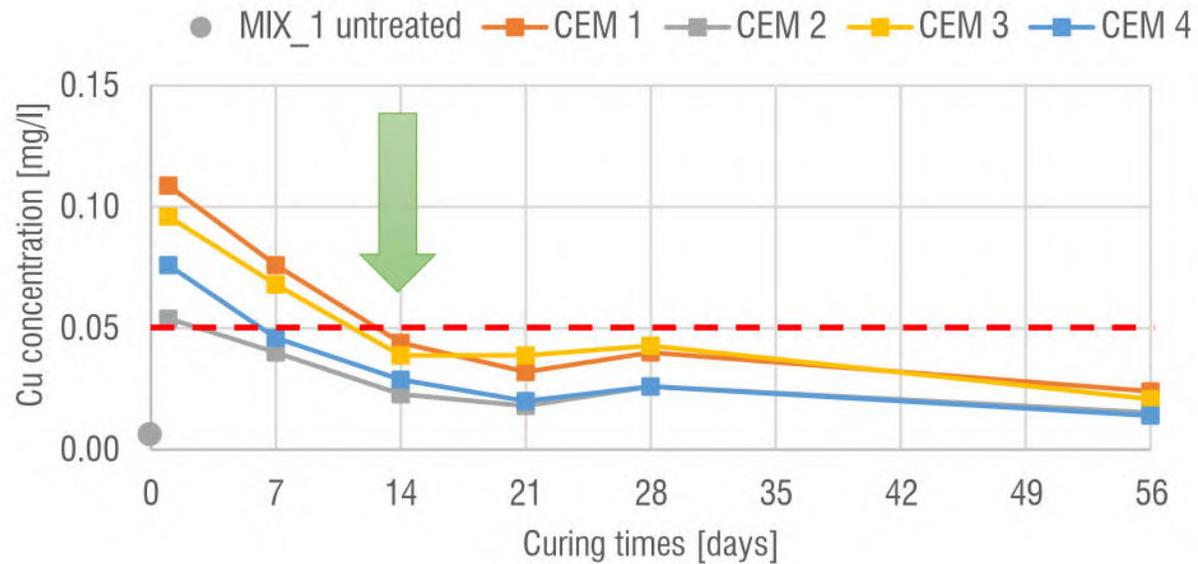
STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

Nichel



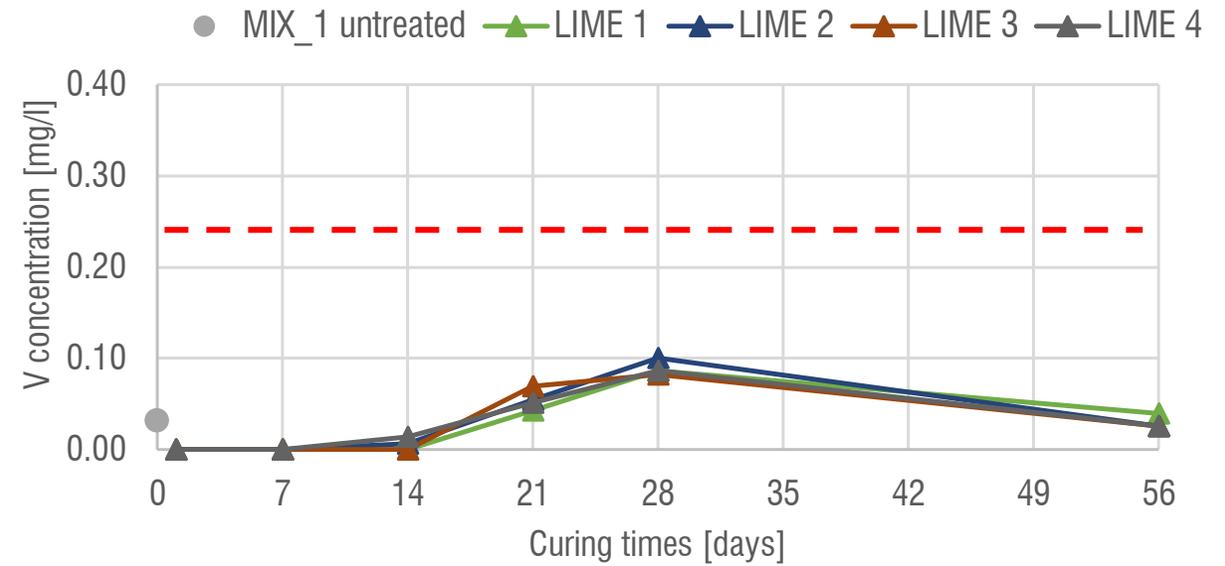
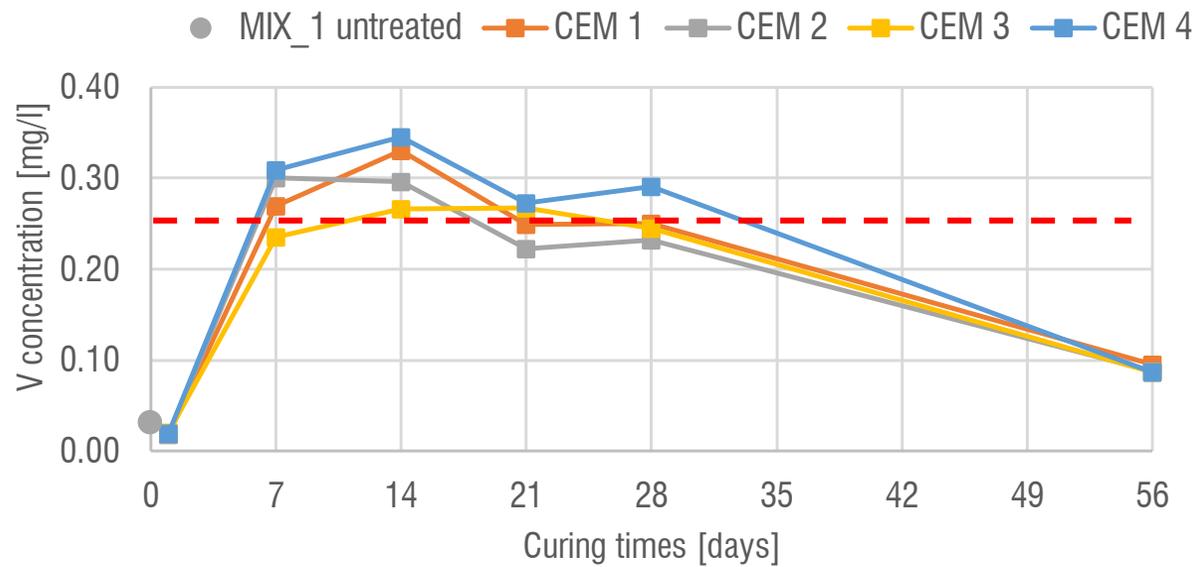
STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

Rame



STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

Vanadio



STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

MIX 1 – Valutazione delle performance ambientali (28 giorni)

Mix	Unit	Metals							
		As	Co	Cr	Ni	Pb	V	Cu	Zn
CEM 1	mg/l	0.016	< LOD	0.006	< LOD	< LOD	0.250	0.040	< LOD
CEM 2	mg/l	0.015	< LOD	0.006	0.006	< LOD	0.232	0.026	< LOD
CEM 3	mg/l	0.016	< LOD	0.007	< LOD	< LOD	0.245	0.043	< LOD
CEM 4	mg/l	0.017	< LOD	0.008	< LOD	0.001	0.291	0.026	< LOD
LIME 1	mg/l	0.007	< LOD	0.007	0.002	< LOD	0.086	0.038	< LOD
LIME 2	mg/l	0.006	< LOD	0.006	< LOD	< LOD	0.100	0.024	< LOD
LIME 3	mg/l	< LOD	< LOD	0.006	0.002	< LOD	0.082	0.038	< LOD
LIME 4	mg/l	< LOD	< LOD	0.006	0.001	< LOD	0.086	0.026	< LOD

STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

MIX 2 – Valutazione delle performance ambientali (28 giorni)

Mix	Unit	Metals							
		As	Co	Cr	Ni	Pb	V	Cu	Zn
CEM 1	mg/l	0.009	< LOD	0.009	0.003	< LOD	0.255	0.087	< LOD
CEM 2	mg/l	0.007	< LOD	0.011	< LOD	< LOD	0.314	0.034	< LOD
CEM 3	mg/l	0.009	< LOD	0.010	< LOD	< LOD	0.297	0.045	< LOD
CEM 4	mg/l	0.009	< LOD	0.008	< LOD	< LOD	0.250	0.035	< LOD
LIME 1	mg/l	< LOD	< LOD	0.010	0.005	< LOD	0.086	0.089	< LOD
LIME 2	mg/l	0.006	< LOD	0.007	< LOD	< LOD	0.006	0.032	< LOD
LIME 3	mg/l	0.005	< LOD	0.010	< LOD	< LOD	0.006	0.064	< LOD
LIME 4	mg/l	0.006	< LOD	0.007	< LOD	< LOD	0.006	0.048	< LOD

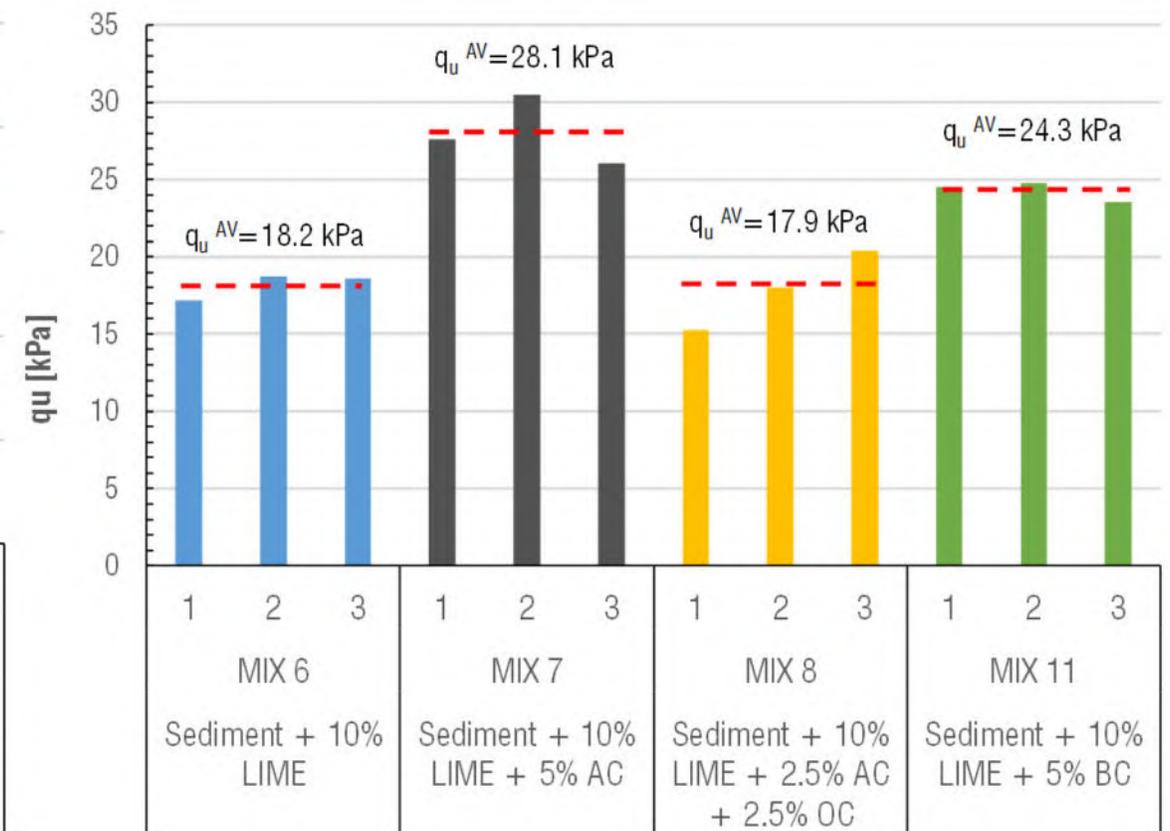
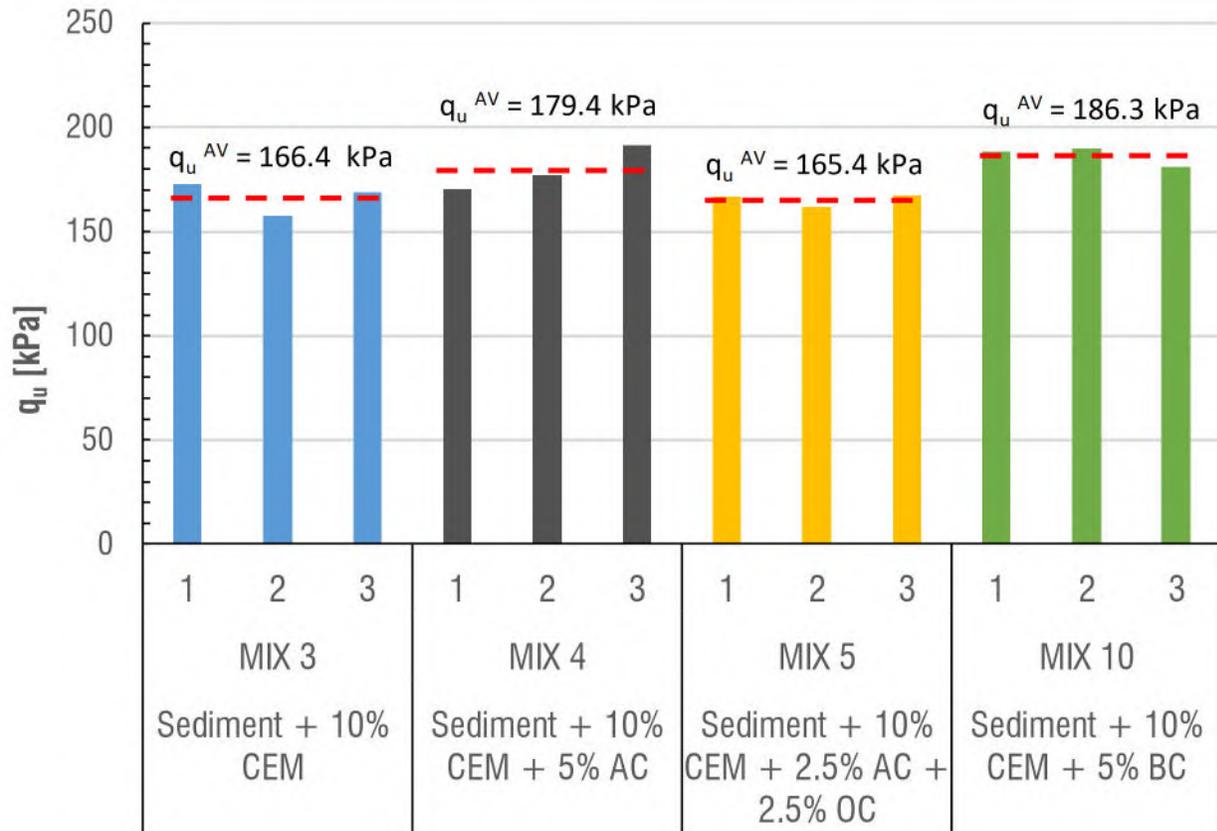
STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

MIX 2 – Valutazione delle performance ambientali (56 giorni)

Mix	Unit	Metals							
		As	Co	Cr	Ni	Pb	V	Cu	Zn
CEM 1	mg/l	0.009	< LOD	0.009	0.003	< LOD	0.005	< LOD	< LOD
CEM 2	mg/l	0.007	< LOD	0.011	< LOD	< LOD	0.004	< LOD	< LOD
CEM 3	mg/l	0.009	< LOD	0.010	< LOD	< LOD	0.007	< LOD	< LOD
CEM 4	mg/l	0.009	< LOD	0.008	< LOD	< LOD	0.006	< LOD	< LOD
LIME 1	mg/l	< LOD	< LOD	0.010	0.005	< LOD	0.006	< LOD	< LOD
LIME 2	mg/l	0.006	< LOD	0.007	< LOD	< LOD	0.006	< LOD	< LOD
LIME 3	mg/l	0.005	< LOD	0.010	< LOD	< LOD	0.006	< LOD	< LOD
LIME 4	mg/l	0.006	< LOD	0.007	< LOD	< LOD	0.006	< LOD	< LOD

STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

ESPANSIONI LATERALI LIBERE

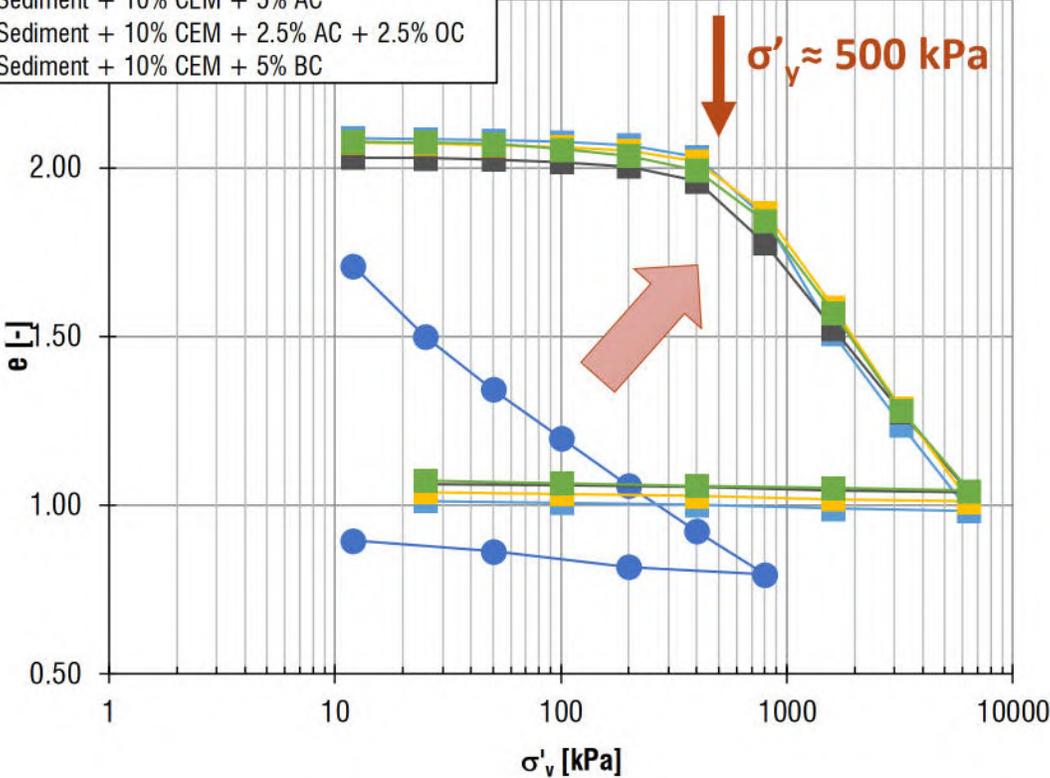


STABILIZZAZIONE/SOLIDIFICAZIONE

Test edometrici (28 giorni)

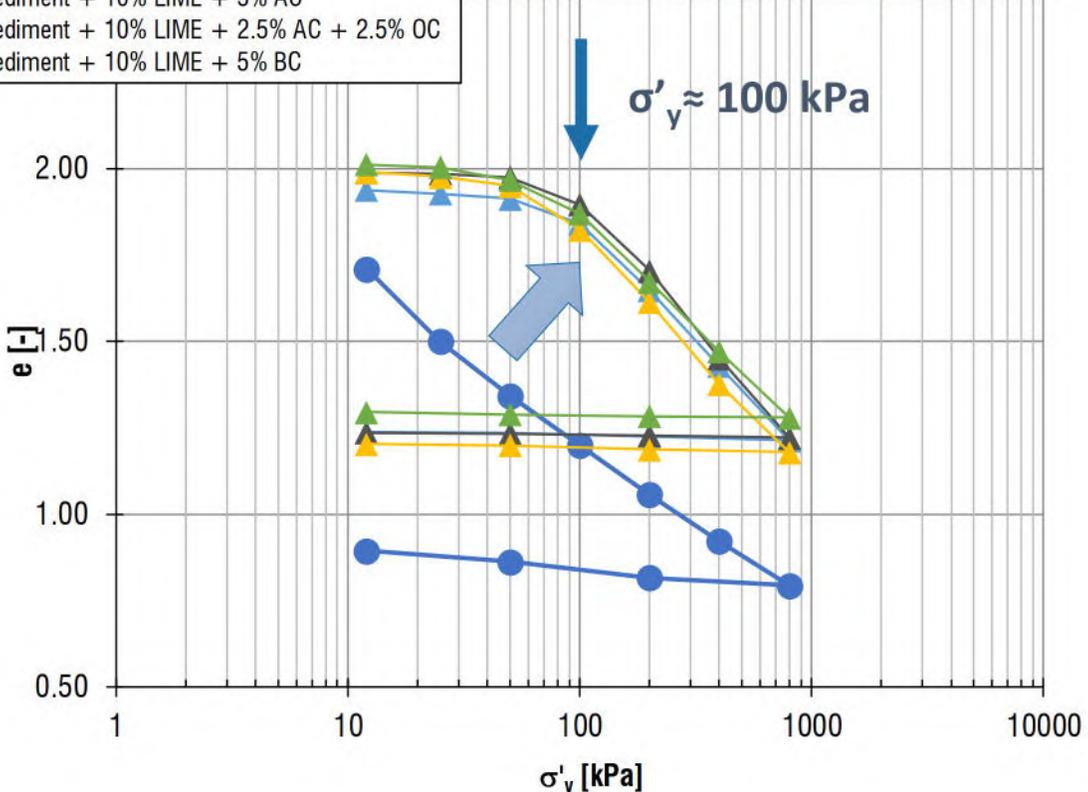
MIX A BASE DI CEMENTO

- Untreated sediment (tap water)
- Sediment + 10% CEM
- Sediment + 10% CEM + 5% AC
- Sediment + 10% CEM + 2.5% AC + 2.5% OC
- Sediment + 10% CEM + 5% BC



MIX A BASE DI CALCE

- Untreated sediment (tap water)
- ▲ Sediment + 10% LIME
- ▲ Sediment + 10% LIME + 5% AC
- ▲ Sediment + 10% LIME + 2.5% AC + 2.5% OC
- ▲ Sediment + 10% LIME + 5% BC



CONCLUSIONI

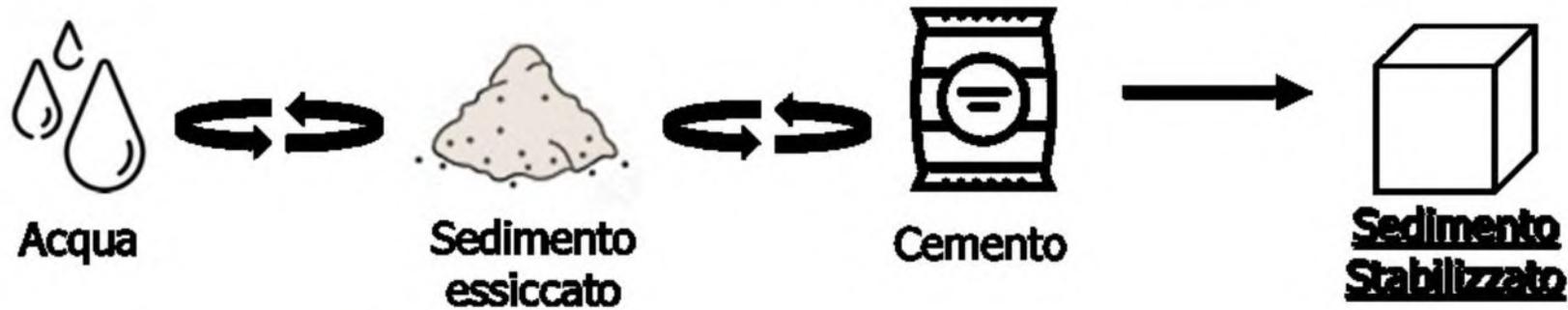
1. La gestione sostenibile dei sedimenti dragati richiede strategie di recupero che siano in grado di apportare vantaggi: economici, ambientali e sociali.
2. L'inertizzazione (i.e., Stabilizzazione/Solidificazione) si pone come una valida strategia di gestione sostenibile dei sedimenti dragati, consentendo la cessazione della qualifica di rifiuto.
3. Risulta fondamentale osservare che per la scelta della migliore alternativa di bonifica/recupero è necessario considerare l'efficienza di trattamento ai fini del riutilizzo dei materiali trattati.



GREENLIFE4SEAS - Approccio e strategia



Soluzioni di stabilizzazione TRADIZIONALI



Reduce

Soluzioni di stabilizzazione **ALTERNATIVE**





***Grazie per
l'attenzione***