



FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

Monitoraggio ante operam della componente sedimenti
Campagna integrativa

Techfem

Rev. No.	Data	Descrizione	SHELTER	
0	18/09/2024	Emesso per l'uso	Preparato Alessia Sailis	Approvato Marco Scabbia
SHELTER s.r.l. Sede legale: Viale Gran Sasso n° 13 - 20131 Milano (IT) Tel. +39-02-49476764 Sede locale: Via De' Terribile n° 4 - 72100 Brindisi (IT) Tel. +39-0831-1793226 Website: www.shelter-srl.com/ Email: info@shelter-srl.com Pec: pec@pec.shelter-srl.com R.E.A. MI-1936281 C.F./P.IVA 07110670960 Capitale Sociale: Euro 40.000,00 int. vers.			 UNI EN ISO 9001:2015	 UNI EN ISO 14001:2015
			 UNI EN ISO 45001:2018	

Cronologia revisioni

Rev. No.	Data	Descrizione		
0	18/09/2024	Emesso per l'uso		
Descrizione		SHELTER		
Emesso per l'uso		Preparato	Revisionato	Approvato
		Alessia Sailis	Paolo Bigoni	Marco Scabbia

Alessia Sailis

Paolo Bigoni

Marco Scabbia

INDICE

1 INTRODUZIONE	5
2 DESCRIZIONE ATTIVITÀ	6
3 RISULTATI DEL MONITORAGGIO.....	9
3.1 CAMPIONAMENTI PER CARATTERIZZAZIONE FISICO-CHIMICA.....	9
3.1.1 METALLI PESANTI E INQUINANTI ORGANICI.....	9
3.1.2 GRANULOMETRIA.....	10
3.1.3 CARBONIO ORGANICO, AZOTO E FOSFORO TOTALE.....	12
3.2 SAGGI ECOTOSSICOLOGICI.....	15
4 CONCLUSIONI	18
ALLEGATI	19

INDICE ALLEGATI

Allegato 1 Tabella riepilogo esiti caratterizzazione fisico chimica

Allegato 2 Rapporti di prova (in formato digitale)

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1 Vista globale con posizione dei punti di monitoraggio.....	6
Figura 2-2 Dettaglio posizione dei punti di monitoraggio – area FSRU.....	7
Figura 2-3 Dettaglio posizione dei punti di monitoraggio – area condotta.....	7
Figura 2-4 Benna Van Veen utilizzata per il campionamento.....	8
Figura 3-1 Diagramma tessiturale USD per i sedimenti superficiali delle stazioni campionate.....	11
Figura 3-2 Concentrazione di carbonio organico totale (% s.s.) nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate a marzo 2024.....	13
Figura 3-3 Concentrazione di azoto totale (mg/kg ss.) nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate con benna.....	13
Figura 3-4 Concentrazione di fosforo totale (mg/kg s.s.) nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate con benna.....	14

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1 Coordinate stazioni di monitoraggio.....	6
Tabella 3-1 Parametri Nichel e Cromo totale – confronto con i limiti del DM 173/2016 ; concentrazioni espresse in peso secco (s.s.).....	10
Tabella 3-2 Percentuali di ghiaia, sabbia, silt e argilla nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate.....	10
Tabella 3-3 Peso specifico dei sedimenti.....	12
Tabella 3-4 Risultati del test con <i>Pheodactylum tricornutum</i> (72 h) su elutriati.....	15
Tabella 3-5 Requisiti ecotossicologici del sedimento secondo le linee guida APAT – ICRAM, 2007 (Tab. 2.4) per la specie <i>P. tricornutum</i>	15
Tabella 3-6 Risultati del test con <i>Aliivibrio fischeri</i> su sedimento tal quale.....	16
Tabella 3-7 Requisiti ecotossicologici del sedimento secondo le linee guida APAT – ICRAM, 2007 (Tab. 2.4) per la specie <i>A. fischeri</i>	16
Tabella 3-8 Risultati relativi al saggio di tossicità cronica con <i>A. Tonsa</i>	17

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è redatto da SHELTER per conto di Techfem, al fine di presentare i risultati del monitoraggio integrativo della componente sedimenti previsto per la fase Ante Operam, dal Piano di monitoraggio Ambientale del progetto di SNAM denominato "FSRU RAVENNA" consistente nelle attività necessarie all'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) in corrispondenza della piattaforma offshore esistente di Petra (Gruppo PIR) posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina e delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente.

In particolare, il presente report illustra i risultati ottenuti dalle attività di monitoraggio condotte su una serie di stazioni aggiuntive, previste all'interno della revisione 6 del Piano di monitoraggio ambientale (rif. doc. REL-AMB-E-09009_r6), e che fa seguito alle richieste di integrazioni contenute nel Decreto n. 1 del 06 febbraio 2024 "Ottimizzazioni al progetto - FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti" ed in particolare a quanto indicato nel verbale conclusivo della Conferenza dei Servizi del 26 gennaio 2024. Nel dettaglio le integrazioni richieste riguardano numero e posizionamento delle stazioni lungo il tracciato della condotta, per i transetti RP03 e RP05, e l'aggiunta di 8 stazioni nella zona della FSRU.

Unitamente alla relazione "Monitoraggio ante operam della componente Sedimenti - Report Finale" (rif. doc. ENV-REP-560-035 Rev. 0 del 22/02/2024), trasmesso con nota SRG prot. n. 56 del 01.03.2024, i risultati che seguono completano il quadro di indagini Ante Operam relativamente alla componente sedimenti e previste dal Piano di Monitoraggio Ambientale.

L'obiettivo principale dell'attività ante operam è la verifica delle condizioni iniziali (baseline) da utilizzare poi come base per il successivo controllo delle possibili alterazioni delle caratteristiche qualitative, a valle delle operazioni previste per le attività di cantiere offshore e in seguito all'entrata in esercizio dell'FSRU.

2 DESCRIZIONE ATTIVITÀ

Al fine di ottemperare alla richiesta di integrazioni prescritte con il Decreto n. 1 del 06 febbraio 2024, nel corso del mese di marzo 2024 è stato eseguito il prelievo di campioni di sedimento nelle 13 stazioni localizzate nelle aree FSRU e condotta. Di seguito sono riportate le coordinate delle stazioni di monitoraggio.

Tabella 2-1 Coordinate stazioni di monitoraggio

Stazione	Latitudine	Longitudine	Area	Procedura/set
FSRU1 20	44°27'50.959"N	12°23'48.662"E	FSRU	Chimica + ecotox
FSRU1 500	44°27'44.916"N	12°23'28.699"E	FSRU	Chimica + ecotox
FSRU2 20	44°27'59.055"N	12°23'49.975"E	FSRU	Chimica
FSRU2 500	44°28'10.989"N	12°23'42.987"E	FSRU	Chimica
FSRU3 20	44°27'53.028"N	12°23'55.472"E	FSRU	Chimica
FSRU3 500	44°27'59.124"N	12°24'15.563"E	FSRU	Chimica
FSRU4 20	44°27'43.881"N	12°23'53.157"E	FSRU	Chimica + ecotox
FSRU4 500	44°27'29.553"N	12°24'1.531"E	FSRU	Chimica + ecotox
RP03b 0m	44°27'01.3"N	12°18'37.1"E	Condotta	Chimica + ecotox
RP03b 25m SSE	44°27'00.5"N	12°18'37.5"E	Condotta	Chimica
RP03b 50m SSE	44°26'59.8"N	12°18'37.9"E	Condotta	Chimica
RP03b 100m SSE	44°26'58.2"N	12°18'38.7"E	Condotta	Chimica
RP05 100m SSE	44°26'57.6"N	12°18'36.4"E	Condotta	Chimica

L'ubicazione dei punti è riportata cartograficamente nelle successive figure.

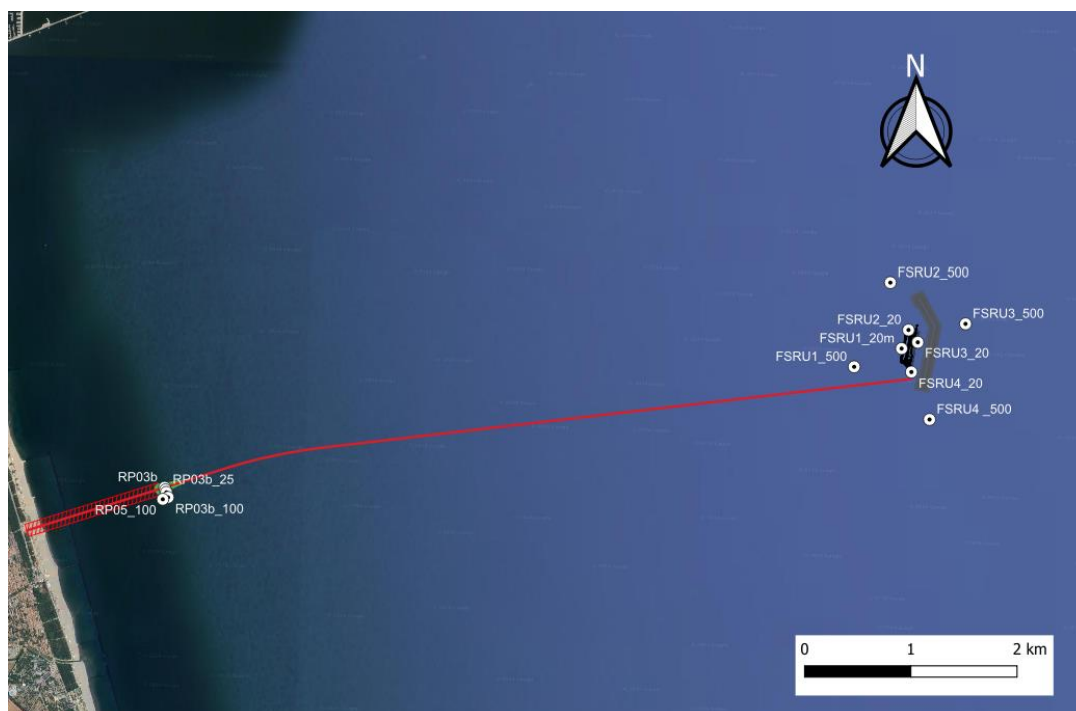


Figura 2-1 Vista globale con posizione dei punti di monitoraggio



Figura 2-2 Dettaglio posizione dei punti di monitoraggio – area FSRU

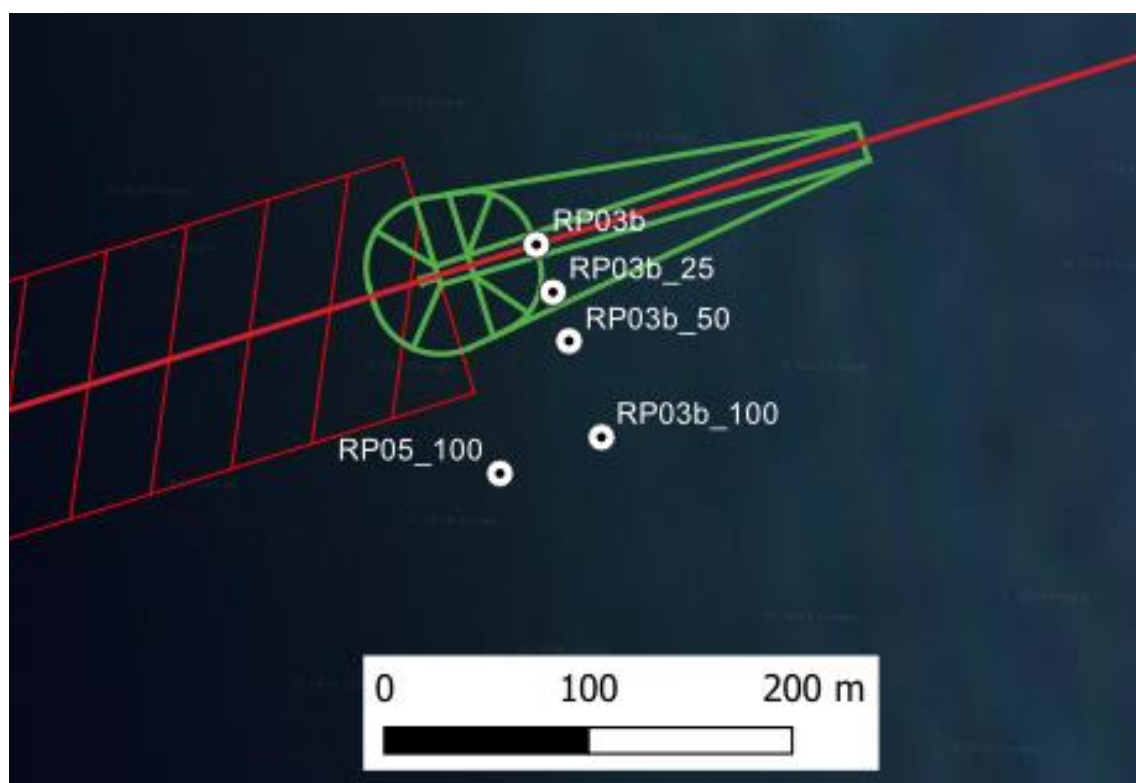


Figura 2-3 Dettaglio posizione dei punti di monitoraggio – area condotta

Strumentazione

In ciascun punto di monitoraggio, i campioni di sedimento sono stati prelevati mediante benna di Van Veen (Figura 2-4) e le aliquote da sottoporre ad analisi chimiche sono state confezionate contestualmente al campionamento a bordo dell'imbarcazione.



Figura 2-4 Benna Van Veen utilizzata per il campionamento

3 RISULTATI DEL MONITORAGGIO

Nel seguito del capitolo si riportano gli esiti delle analisi sui sedimenti effettuate durante la campagna condotta a marzo 2024 per le aree FSRU e condotta, suddivisi per "caratterizzazione fisico-chimica" e "saggi ecotossicologici".

La conservazione dei campioni e le prove di laboratorio sono state condotte conformemente con le norme UNI/CEN/ISO o altri standard di riferimento nazionali o internazionali.

3.1 Campionamenti per caratterizzazione fisico-chimica

La conservazione dei campioni e le prove di laboratorio sono state condotte conformemente con le norme UNI/CEN/ISO o altri standard di riferimento nazionali o internazionali ed in conformità alla normativa vigente (D.M. 173/2016 e D.Lgs. 172/2015). In Allegato 1 al documento è riportata la tabella riepilogativa delle analisi chimiche effettuate sui campioni di sedimenti prelevati a marzo 2024.

Le analisi condotte sui campioni prelevati evidenziano il rispetto dei limiti i normativi previsti dal D.Lgs. 172/2015. L'eccezione del parametro Cromo Totale è evidenziata nel successivo paragrafo 3.1.1 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

I risultati delle analisi dei sedimenti sono di seguito presentati raggruppati per le principali tipologie di parametri d'interesse:

- metalli pesanti e inquinanti organici;
- granulometria;
- carbonio organico, azoto e fosforo totale.

3.1.1 METALLI PESANTI E INQUINANTI ORGANICI

Gli esiti delle analisi sono stati inoltre confrontati con i valori limite previsti dal D.M. 173/2016: tale confronto ha evidenziato valori quasi sempre inferiori ai valori L1, ad eccezione dei parametri Nichel e Cromo totale, come riportato nella successiva tabella.

Si evidenzia, inoltre, il superamento diffuso del valore di SQA-MA (espresso come valore medio annuo per i valori indicati in tabella 3/B del D.lgs 172/2015) per il parametro Cromo Totale. Occorre precisare che nella tabella 3/B sono riportati standard di qualità ambientale per la matrice sedimenti per alcune sostanze diverse da quelle dell'elenco di priorità. Il Decreto 172/2015 prevede comunque che tali standard di qualità ambientale possono essere utilizzati al fine di acquisire ulteriori elementi conoscitivi utili per il monitoraggio di indagine.

In considerazione della complessità della matrice sedimento, è ammesso, ai fini della classificazione del buono stato chimico, uno scostamento pari al 20% del valore riportato. Ciononostante, soltanto una stazione verrebbe esclusa dallo sfioramento dello SQA per il Cromo totale incrementato a 60 mg/Kg s.s., la RP03b 50m SSE. Tutte le stazioni nell'area FSRU presentano concentrazioni superiori allo SQA.

**Tabella 3-1 Parametri Nichel e Cromo totale – confronto con i limiti del DM 173/2016 ;
concentrazioni espresse in peso secco (s.s.)**

N° campione	Denominazione campione	Cromo totale (Cr tot)	Nichel (Ni)
		mg/kg s.s.	mg/kg s.s.
0919-24	FSRU1 20	88,25	64,59
0920-24	FSRU1 500	83,09	60,87
0921-24	FSRU2 20	73,87	64,62
0922-24	FSRU2 500	79,12	59,45
0923-24	FSRU3 20	84,68	61,94
0924-24	FSRU3 500	76,96	54,96
0925-24	FSRU4 20	84,05	61,92
0926-24	FSRU4 500	64,30	54,69
0927-24	RP03b om	48,03	34,13
0928-24	RP0b3 25m SSE	48,02	34,04
0929-24	RP03b 50m SSE	51,67	36,28
0930-24	RP03 100m SSE	46,38	33,44
0931-24	RP05 100m SSE	47,86	36,25
Limiti	DM 173/2016	L1	50
		L2	150
	D.Lgs. 172/2015 SQA Tab 2/A - 3/A		—(*)

(*) Valore SQA non definito nel D.Lgs. 172/2015 - Tab 2/A e Tab. 3/A

3.1.2 GRANULOMETRIA

I risultati delle analisi granulometriche indicano che i sedimenti che caratterizzano le stazioni indagate hanno una tessitura variabile: i sedimenti dell'area FSRU sono costituiti principalmente da silt, mentre quelli dell'area condotta, più costiere, hanno una percentuale maggiore di sabbia. In nessuna stazione sono state reperite tracce di materiali più grossolani (ghiaie).

Tabella 3-2 Percentuali di ghiaia, sabbia, silt e argilla nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate

ID	Campione	Ghiaia %	Sabbia %	Silt %	Argilla %	Classificazione tessiturale (Shepard)
1	FSRU1 20	0,0	0,7	89,5	9,8	Silt
2	FSRU1 500	0,0	3,1	83	13,9	Silt
3	FSRU2 20	0,0	0,9	97	2,1	Silt
4	FSRU2 500	0,0	4,6	72,9	22,5	Silt argilloso
5	FSRU3 20	0,0	1,6	71,7	26,7	Silt argilloso
6	FSRU3 500	0,0	10,9	86,8	2,3	Silt

ID	Campione	Ghiaia %	Sabbia %	Silt %	Argilla %	Classificazione tessiturale (Shepard)
7	FSRU4 20	0,0	2,6	68	29,4	Silt argilloso
8	FSRU4 500	0,0	7	78,9	14,1	Silt
9	RP03b 0m	0,0	65,7	33,2	1,1	Sabbia siltosa
10	RP0b3 25m SSE	0,0	62,4	36,5	1,1	Sabbia siltosa
11	RP03b 50m SSE	0,0	56,9	41,9	1,2	Sabbia siltosa
12	RP03 100m SSE	0,0	66	32,9	1,1	Sabbia siltosa
13	RP05 100m SSE	0,0	56,4	42,5	1,1	Sabbia siltosa

Nella successiva figura è riportato il diagramma tessiturale per i sedimenti superficiali delle stazioni campionate con benna. Nel diagramma i numeri corrispondono alla colonna ID della tabella precedente.

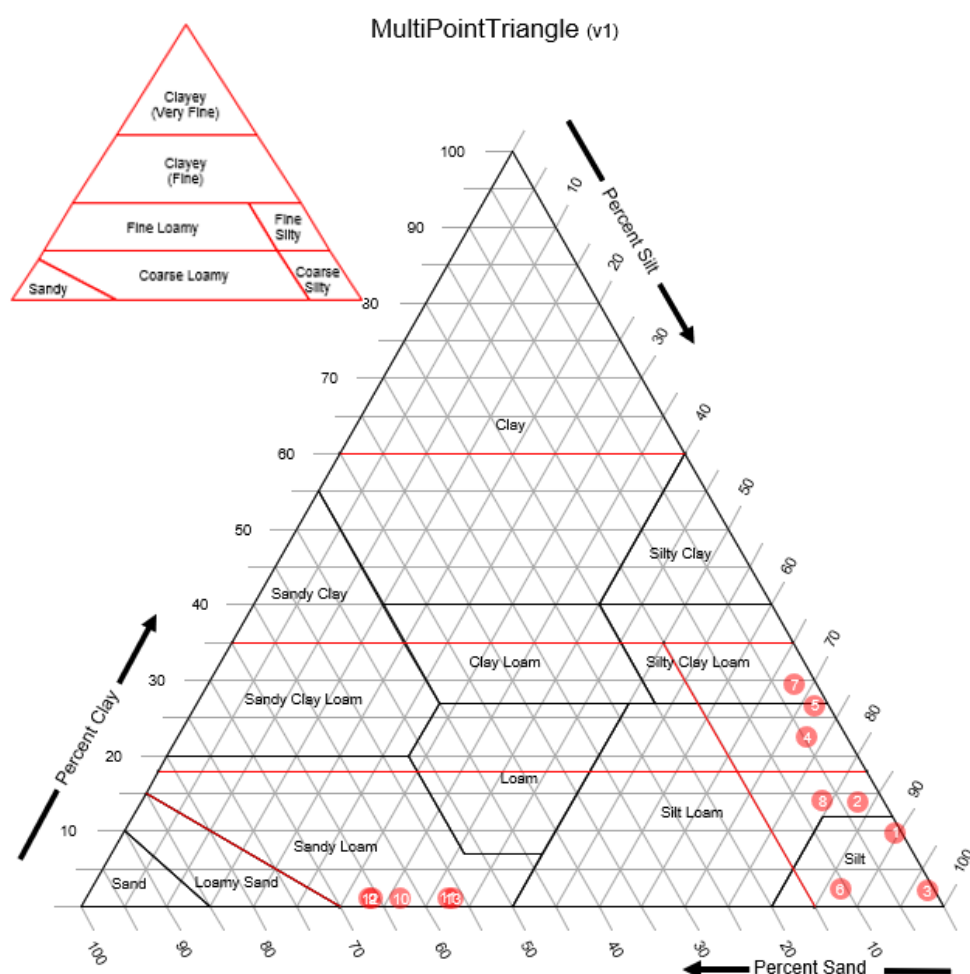


Figura 3-1 Diagramma tessiturale USD per i sedimenti superficiali delle stazioni campionate

La successiva tabella riporta il dato di colore secondo la scala di Munsell (Munsell ® Soil color chart) e il dato peso specifico dei campioni di sedimenti.

Tabella 3-3 Peso specifico dei sedimenti e Colore eseguito secondo Scala di Munsell

Campione	Peso specifico δ_s (g/cm ³)	Colore (Munsell)	Note
FSRU1 20	2,63	5Y 7/1	Grigio chiaro
FSRU1 500	2,65	5Y 7/1	Grigio chiaro
FSRU2 20	2,68	5Y 7/1	Grigio chiaro
FSRU2 500	2,65	5Y 7/1	Grigio chiaro
FSRU3 20	2,65	5Y 7/1	Grigio chiaro
FSRU3 500	2,63	5Y 6/2	Grigio olivastro chiaro
FSRU4 20	2,66	5Y 7/1	Grigio chiaro
FSRU4 500	2,66	5Y 7/1	Grigio chiaro
RP03b 0m	2,65	5Y 6/2	Grigio olivastro chiaro
RP03b 25m SSE	2,67	5Y 6/2	Grigio olivastro chiaro
RP03b 50m SSE	2,67	5Y 6/2	Grigio olivastro chiaro
RP03 100m SSE	2,66	5Y 6/2	Grigio olivastro chiaro
RP05 100m SSE	2,66	5Y 6/2	Grigio olivastro chiaro

3.1.3 CARBONIO ORGANICO, AZOTO E FOSFORO TOTALE

Le concentrazioni di carbonio organico totale nel sedimento superficiale, campionato con benna, sono risultate comprese tra 0,16% e 0,97%. Il valore più alto è stato misurato nella stazione FSRU2 20, mentre quello più basso è stato rilevato nella stazione RP03 100 m. Il grafico in Figura 3-2 mostra le concentrazioni misurate nelle stazioni campionate. La distribuzione dei valori di TOC è risultata analoga a quella del contenuto pelitico, con le concentrazioni maggiori emerse nelle stazioni più al largo della zona FSRU caratterizzate da sedimenti più fini. Il valore massimo è registrato infatti nella stazione FSRU2-20, che è anche il punto dalla minore granulometria individuata, essendo costituito al 99,1% da silt e argilla (Tabella 3-2).

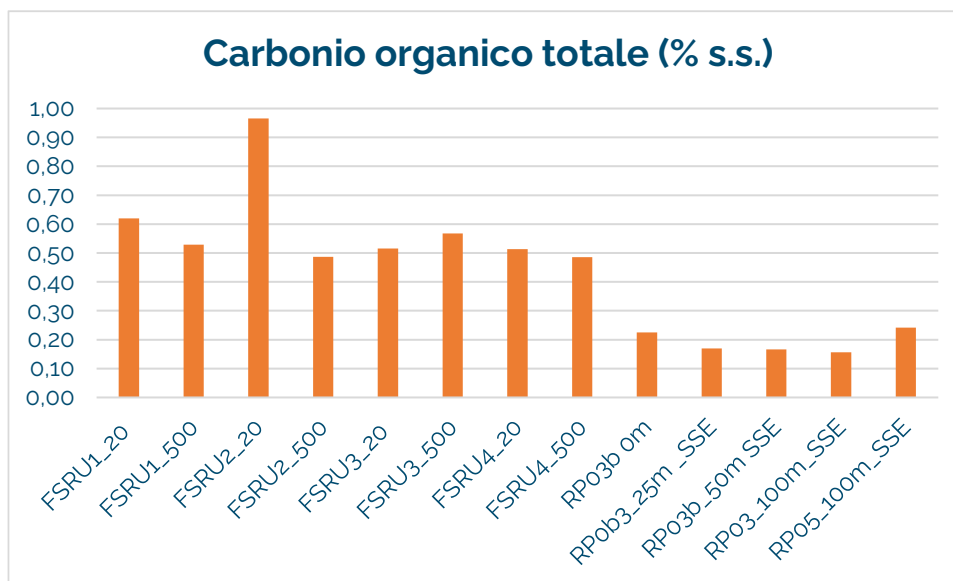


Figura 3-2 Concentrazione di carbonio organico totale (% s.s.) nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate a marzo 2024

L'azoto totale, nei sedimenti superficiali, presenta concentrazioni inferiori ai 1000 mg/kg s.s.: il valore più elevato (780 mg/kg) è stato misurato nel punto RP03b 50 m SSE, mentre quello inferiore (570 mg/kg) è stato rilevato nella stazione RP03b 0 m (Figura 3-3). Non si individua un evidente pattern spaziale nelle concentrazioni registrate.

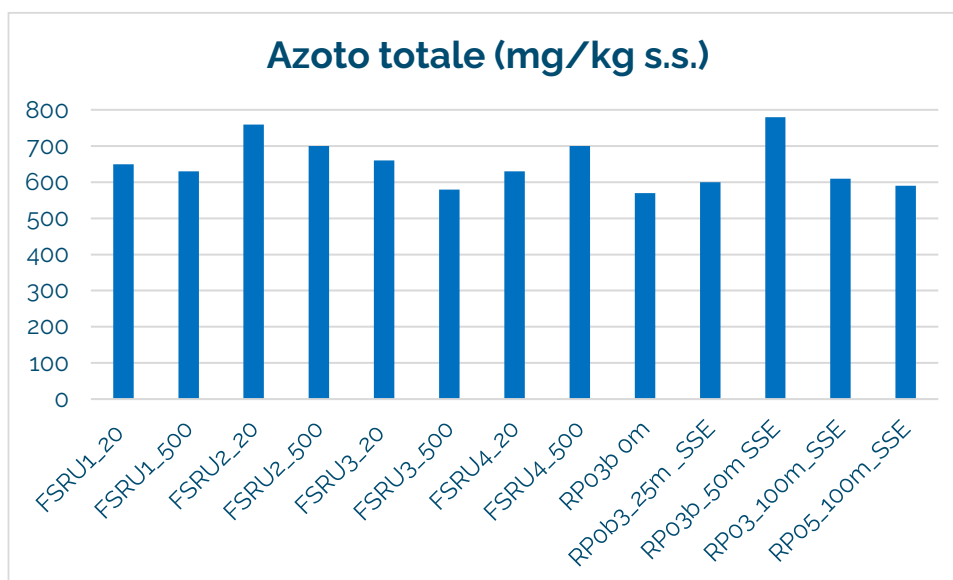


Figura 3-3 Concentrazione di azoto totale (mg/kg ss.) nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate con benna

Le concentrazioni di fosforo totale nei campioni di sedimento superficiale sono risultate comprese tra 400 e 600 mg/kg s.s (Figura 3-4). I valori maggiori sono stati riscontrati nelle stazioni più costiere.

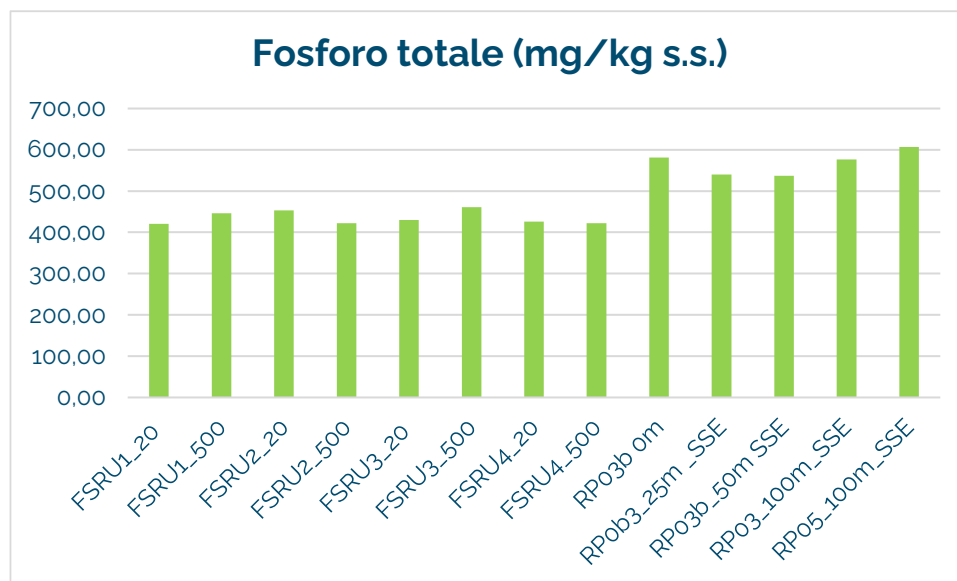


Figura 3-4 Concentrazione di fosforo totale (mg/kg s.s.) nei sedimenti superficiali delle stazioni campionate con benna

3.2 Saggi ecotossicologici

Di seguito vengono riportati i risultati delle analisi suddivise per gli organismi test di seguito riportati:

- *Pheodactylum tricornutum*;
- *Aliivibrio fischeri*;
- *Acartia tonsa*.

Pheodactylum tricornutum

QA-QC - Il test con il tossico di riferimento (bicromato di potassio) ha fornito il valore dell'EC₅₀= 16,24 mg/l (LC= 14,68 UC=18,12), che rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio. Il test è stato ritenuto valido in quanto la crescita algale nei controlli negativi, rispetto all'inoculo iniziale, ha superato il fattore 17, come indicato nelle linee guida.

Nella Tabella 3-4 sono riportati i risultati del test d'inibizione della crescita algale (72 h) con *P. tricornutum*.

Tabella 3-4 Risultati del test con *Pheodactylum tricornutum* (72 h) su elutriati

Campione	Densità algale media alla max concentrazione	IG 72 h	EC ₂₀	EC ₅₀
	N° cellule ± DS	%	%	%
Controllo	728467 ± 32007			
FSRU1 20	806867 ± 39606	-2,38	≥100	>100
FSRU1 500	744800 ± 35334	-0,52	≥100	>100
FSRU4 20	842800 ± 42717	-3,4	≥100	>100
FSRU4 500	855867 ± 29939	-3,76	≥100	>100
RP03b om SSE	911400 ± 58800	-5,22	≥100	>100

Il giudizio di tossicità, assegnato sulla base dei valori calcolati di EC₂₀ ed EC₅₀, come riportato nelle linee guida APAT – ICRAM, 2007, evidenzia Tossicità Assente o trascurabile in tutti i campioni (Tabella 3-5).

Tabella 3-5 Requisiti ecotossicologici del sedimento secondo le linee guida APAT – ICRAM, 2007 (Tab. 2.4) per la specie *P. tricornutum*

CLASSE A Tossicità assente o trascurabile	CLASSE B Tossicità media	CLASSE C Tossicità alta	CLASSE D Tossicità molto alta
EC ₂₀ ≥ 90%	EC ₂₀ < 90% e EC ₅₀ > 100%	40% ≤ EC ₅₀ < 100%	EC ₅₀ < 40%

Aliivibrio fischeri

QA-QC - Il valore della EC₅₀ = 9,78 µg/l (LC= 7,70 µg/l e UC=12,44 µg/l) ottenuto con la sostanza di riferimento Zn²⁺ rientra nei limiti della carta di controllo del laboratorio (Tabella 3-6).

Tabella 3-6 Risultati del test con *Aliivibrio fischeri* su sedimento tal quale

Campione	Sabbia < 1mm (%)	Pelite (%)	Soglia Tox Naturale (TU)	Tox Misurata (TU)	Range al 95% di confidenza (TU)		R ² (%)	S.T.I.
FSRU1 20	0,71	99,29	336,14	306,38	220,5	425	1	0,9
FSRU1 500	2,75	97,25	329,74	258,43	192,3	347	1	0,8
FSRU4 20	2,48	97,52	330,6	238,53	205,8	277	1	0,7
FSRU4 500	5,76	94,24	320,33	159,41	113,5	224	0,9	0,5
RP03b om SSE	65,56	34,44	133,16	26,33	19,67	35,3	1	0,2

R² (%) =coefficiente di determinazione; TU=unità tossiche; STI - Sediment Toxicity Index.

Per quanto riguarda il livello di tossicità acuta, esprimibile come Sediment Toxicity Index (S.T.I. =TU osservata/TU naturale stimata), l'interpretazione del risultato mediante giudizi di tossicità desunti dal Manuale APAT-ICRAM (2007) rientrano sempre nella categoria "Assente o trascurabile".

Tabella 3-7 Requisiti ecotossicologici del sedimento secondo le linee guida APAT – ICRAM, 2007 (Tab. 2.4) per la specie *A. fischeri*

CLASSE A Tossicità assente o trascurabile	CLASSE B Tossicità media	CLASSE C Tossicità alta	CLASSE D Tossicità molto alta
S.T.I. ≤ 3	3 < S.T.I. ≤ 6	6 < S.T.I. ≤ 12	S.T.I. > 12

Acartia tonsa

QA-QC - Il test con il tossico di riferimento Ni²⁺ ha fornito il valore dell'EC₅₀= 0,0402 mg/l (LC= 0,0324-UC=0,0514), e questo rientra all'interno della carta di controllo del laboratorio.

Nella Tabella 3-8 sono riportati i parametri registrati durante i test svolti con *Acartia tonsa* (test inibizione della mobilità di naupli).

Tabella 3-8 Risultati relativi al saggio di tossicità cronica con *A. Tonsa*

Campione	Effetto alla massima concentrazione	Effetto alla massima concentrazione	Immobilizzazione % media	EC20	EC50
	Naupli mobili $\pm$ dev.st. (%)	Naupli immobili $\pm$ dev.st. (%)	Corretta Abbott	%	%
Controllo	96,67 $\pm$ 0,58	3,33 $\pm$ 0,58	0	-	-
FSRU1 20	86,67 $\pm$ 0,58	13,33 $\pm$ 0,58	10,34	≥ 100	> 100
FSRU1 500	93,33 $\pm$ 1,15	6,67 $\pm$ 1,15	3,45	≥ 100	> 100
FSRU4 20	86,67 $\pm$ 0,58	13,33 $\pm$ 0,58	10,34	≥ 100	> 100
FSRU4 500	96,67 $\pm$ 0,58	3,33 $\pm$ 0,58	0,00	≥ 100	> 100
RP03b om SSE	93,33 $\pm$ 0,58	6,67 $\pm$ 0,58	3,45	≥ 100	> 100

Il test è stato ritenuto valido in quanto nel controllo negativo la percentuale d'immobilizzazione dei naupli dopo 7 giorni è risultata $\leq 30\%$, come indicato nelle linee guida.

Il livello di tossicità rientra sempre nella categoria "Tossicità assente o trascurabile", ai sensi del Manuale per la movimentazione di sedimenti marini del 2007 ICRAM-APAT (la Tabella 2.4 - Requisiti ecotossicologici del sedimento) e dell'allegato tecnico del DM Ambiente 173/2016 stesso (Figura 6, paragrafo 2.3.2 Classificazione Ecotossicologica).

4 CONCLUSIONI

Il monitoraggio integrativo ante operam dei sedimenti, effettuato a marzo 2024 in corrispondenza dei punti individuati per le aree FSRU e condotta, in conformità con quanto previsto dal PMA rev.6, era finalizzato alla verifica della qualità dei sedimenti marini interferiti dalle attività del progetto "FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti".

Le analisi chimiche condotte sui campioni prelevati evidenziano il rispetto dei limiti i normativi previsti dal D.Lgs. 172/2015 ad eccezione del parametro Cromo totale, per tutte le stazioni dell'area FSRU.

Gli esiti delle analisi sono stati inoltre confrontati con i valori limite previsti dal D.M. 173/2016: tale confronto ha evidenziato valori quasi sempre inferiori ai valori L1, ad eccezione dei parametri Nichel e Cromo totale.

Nel test d'inibizione della crescita algale (72 h) con *Pheodactylum tricornutum*, i livelli di tossicità acuta esprimibile come Sediment Toxicity Index (S.T.I. =TU osservata/TU naturale stimata) rientrano sempre nella categoria "Assente o trascurabile".

Nel test di inibizione della bioluminescenza con *Aliivibrio fischeri*, i livelli di tossicità rientrano sempre nella categoria "Assente o trascurabile".

Nel test di inibizione della mobilità dei naupli (7 giorni) con *Acartia tonsa*, i livelli di tossicità rientrano sempre nella categoria "Assente o trascurabile".

L'obiettivo principale dell'attività ante operam è la verifica delle condizioni iniziali (baseline) da utilizzare come riferimento per il successivo controllo delle possibili alterazioni delle caratteristiche qualitative nelle fasi successive del progetto: durante le attività di cantiere offshore e in seguito all'entrata in esercizio del rigassificatore.

ALLEGATI

Allegato 1

Tabella riepilogo esiti caratterizzazione fisico chimica

Parametro	Metodica	UNITA' DI MISURA	LOQ	DM 173/2016		D.Lgs. 172/2015 SOA Tab 2/A - 3/A	0919-24	0920-24	0921-24	0922-24	0923-24	0924-24	0925-24	0926-24	0927-24	0928-24	0929-24	0930-24	0931-24
				L1	L2		FSRU1_20	FSRU1_500	FSRU2_20	FSRU2_500	FSRU3_20	FSRU3_500	FSRU4_20	FSRU4_500	RP03b om	RP03b_25m_SSE	RP03b_50m SSE	RP03_100m_SSE	RP05_100m SSE
Total Organic Carbon (TOC)	UNI EN 15936:2022	% s.s.	0,1	-	-		0,62	0,53	0,97	0,49	0,52	0,57	0,51	0,49	0,23	0,17	0,17	0,16	0,24
Residuo Secco	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984/Notiziario IRSA 2 2008	%	0,1	-	-		56,84	62,50	42,92	63,33	60,80	65,34	60,60	65,21	75,60	77,33	76,89	77,81	76,41
Alluminio (Al)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	% s.s.	0,0	-			4,53	4,25	2,06	2,43	2,88	2,43	2,82	1,79	1,07	0,99	1,20	1,00	1,02
Arsenico (As)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	mg/kg s.s.	1,0	12	20		9,52	7,40	8,32	6,44	6,45	7,56	6,69	5,27	4,63	3,10	4,30	3,77	4,38
Cadmio (Cd)	EPA 3051A 2007 + EPA7010 2007	mg/kg s.s.	0,01	0,3	0,8	0,3	0,099	0,11	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,11	0,093	0,087	0,094	0,097	0,090
Cromo totale (Cr tot)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	mg/kg s.s.	1,0	50	150	50	88,25	83,09	73,87	79,12	84,68	76,96	84,05	64,30	48,03	48,02	51,67	46,38	47,86
Rame (Cu)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	mg/kg s.s.	1,0	40	52		26,86	25,63	34,02	23,33	25,81	21,55	25,54	21,15	9,54	8,49	9,71	9,20	13,72
Fosforo (P)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	mg/kg s.s.	5,0	-	-		420,85	445,96	453,25	422,43	429,90	460,66	425,71	421,85	581,11	539,92	536,99	576,31	606,44
Mercurio (Hg)	EPA 7473 2007	mg/kg s.s.	0,005	0,3	0,8	0,3	0,086	0,062	0,089	0,086	0,072	0,070	0,159	0,053	0,036	0,029	0,031	0,030	0,033
Nichel (Ni)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	mg/kg s.s.	1,0	30	75		64,59	60,87	64,62	59,45	61,94	54,96	61,92	54,69	34,13	34,04	36,28	33,44	36,25
Piombo (Pb)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	mg/kg s.s.	1,0	30	70	30,0	14,84	14,07	20,38	12,46	14,27	14,45	13,78	12,68	8,68	7,66	7,99	8,08	8,69
Zinco (Zn)	EPA 3051A 2007 + EPA6010D 2018	mg/kg s.s.	1,0	100	150		75,60	70,96	86,19	63,85	73,31	69,25	69,26	61,98	44,81	46,25	46,25	44,03	47,98
IDROCARBURI																			
Idrocarburi leggeri (C <12)	EPA 5021A 2014 + EPA8015C 2007	µg/kg	µg/kg				< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500	< 500
Idrocarburi Pesanti (C>12)	UNI EN ISO 16703:2011	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	-	50,0		6,11	10,30	11,90	7,46	< 5	13,65	9,73	10,77	< 5	< 5	< 5	< 5	12,55
Idrocarburi Policiclici Aromatici																			
Acenaftene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				1,27	< 1	1,30	1,03	1,06	1,15	1,03	1,05	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Acenafilene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 1	2,21	1,16	< 1	< 1	< 1	1,26	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Antracene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	24	245	24	< 1	1,11	1,19	< 1	< 1	1,26	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Benz[<i>a</i>]antracene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	75	500		2,75	< 1	3,96	2,27	2,49	3,32	2,16	2,08	1,35	1,34	1,37	1,35	1,92
Benzol[<i>a</i>]pirene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	30	100	30	2,35	< 1	4,59	1,81	2,15	3,82	1,88	1,76	1,14	1,26	1,28	1,26	1,79
Benzol[<i>b</i>]fluorantene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	40	500	40	6,69	< 1	9,37	5,65	6,59	7,53	5,63	5,03	2,73	2,59	2,77	2,62	3,71
Benzol[<i>e</i>]pirene	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				6,72	< 1	9,09	5,70	6,77	7,55	5,75	4,93	2,64	2,55	2,61	2,54	3,61
Benzol[<i>ghi</i>]perilene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	55	100	55	4,65	< 1	7,16	4,04	4,90	5,54	4,43	3,69	1,87	1,74	1,82	1,72	2,62
Benzol[<i>j</i>]fluorantene	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				2,15	< 1	3,45	1,57	1,65	2,73	1,59	1,30	< 1	< 1	< 1	1,01	1,43
Benzol[<i>k</i>]fluorantene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	20	500	20	1,73	< 1	2,50	1,17	1,56	2,41	1,25	1,33	< 1	< 1	< 1	< 1	1,32
Crisene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	108	846		4,85	< 1	6,82	3,72	4,57	5,18	3,91	3,57	2,13	2,01	2,17	2,08	2,79
Dibenzol[<i>a,h</i>]antracene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 1	< 1	1,20	< 1	< 1	1,00	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Fluorantene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	110	1494	110	6,32	< 1	10,31	4,12	4,90	8,14	4,45	4,57	3,69	3,58	3,57	3,42	4,32
Fluorene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	21	144		2,66	2,46	4,19	2,08	2,38	2,74	2,33	2,28	1,42	1,33	1,47	1,39	1,61
Indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pirene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	70	100	70	3,21	< 1	5,53	2,37	2,93	4,45	2,49	2,49	1,62	1,39	1,61	1,39	2,19
Naftalene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	35	391	35	4,22	6,63	7,06	3,66	4,16	4,53	3,77	4,23	1,53	1,22	1,34	1,33	1,88
Fenantrene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	87	544		10,36	< 1	14,79	7,71	8,91	9,94	7,97	7,12	3,68	3,57	3,75	3,47	4,67
Pirene*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	153	1398		8,69	< 1	10,60	6,44	7,90	9,53	7,36	5,68	3,82	3,58	3,65	3,39	4,67
SOMMATORIA IPA		µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	900*	4000*		59,76	12,41	91,72	46,08	54,50	70,55	49,91	44,88	24,98	23,61	24,80	23,43	33,49
						solo i congeneri con*													
Policlorobifenili																			
PCB 28*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 0,1	< 0,1	0,14	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,20	0,18	0,22	0,17	0,15
PCB 52*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 0,1	< 0,1	0,21	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	0,17	0,14	0,19	0,14	0,14
PCB 77*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	< 0,1	< 0,1
PCB 81*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PCB 101*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				0,12	0,12	0,31	< 0,1	< 0,1	0,17	< 0,1	0,11	0,26	0,23	0,31	0,23	0,22
PCB 105	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 0,1	< 0,1	0,13	< 0,1	< 0,1	0,10	< 0,1	< 0,1	0,13	0,11	0,13	0,11	0,12
PCB 114	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PCB 118*	EPA3545A 2007 + EPA3630C 1996 + EPA8270E 2018	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.				0,12	0,12	0,30	< 0,1	< 0,1	0,21	< 0,1	0,12	0,23	0,26	0,30	0,25	0,25
PCB 12																			

Pag. 22 di 23

Allegato 2

Rapporti di prova (in formato digitale)