

Valutazione di inquinanti o gruppi di altre sostanze chimiche (inquinanti specifici) e relativi standard di qualità ambientale nella matrice biota per le acque marino costiere

Con la deliberazione n. 890 del 29/10/2019 Regione Liguria ha richiesto ad ARPAL, tra le varie attività funzionali all'aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque, di avviare una rete di monitoraggio per la valutazione della contaminazione ambientale utilizzando pesci ed altri organismi marini come bioindicatori, ad integrazione del monitoraggio già avviato dal 2016 con mitili (*Mytilus galloprovincialis*).

A tal fine, sono state selezionate quali specie target naselli (*Merluccius merluccius*) e triglie di fango (*Mullus barbatus*) a cui è stato affiancato il campionamento di un crostaceo per valutare la concentrazione di idrocarburi policiclici aromatici, i quali, secondo la normativa vigente, non possono essere ricercati nei pesci bensì in molluschi o crostacei; si è sperimentato l'utilizzo di questa nuova matrice per valutare un'alternativa ai mitili stabulati, per i quali, tra l'altro, il recupero delle gabbie è risultato spesso problematico.

Per predisporre al meglio la rete di monitoraggio ed il campionamento degli organismi, è stata avviata una convenzione con il DiSTAV dell'Università di Genova (Dott. Fulvio Garibaldi, Dott. Luca Lanteri) che vanta una consolidata esperienza nello studio dell'ittiofauna e degli altri animali marini.

Sulla base dell'areale di dispersione degli organismi selezionati e delle aree battute dalle differenti flotte di pescherecci liguri, sono state individuate, lungo l'arco costiero ligure, 5 aree di interesse (fig. 1):

- **Area MORAND - Dal Confine di Stato a Capo Mele**
Corpi Idrici: Capo Mortola, Ventimiglia-Bordighera, Sanremo, Santo Stefano al mare, Imperia, Diano Marina - Andora
- **Area CENVAD - Da Capo Mele a Savona**
C.I.: Laigueglia-Albenga, Ceriale-Finale, Noli-Bergeggi, Vado Ligure
- **Area ALBCAM - Da Savona a Punta Chiappa**
C.I.: Savona, Varazze-Arenzano, Genova Voltri, Genova Polcevera, Genova Bisagno, Genova - Camogli
- **Area OROFRA - Da Punta Chiappa a Punta Mesco**
C.I.: Portofino, Portofino-Zoagli, Chiavari - Sestri Levante, Sestri Levante - Riva Trigoso, Moneglia-Levanto
- **Area MESMAR - Da Punta Mesco al Confine Regionale con la Toscana**
C.I.: Punta Mesco, Cinque Terre, Portovenere, Golfo la Spezia, foce Magra

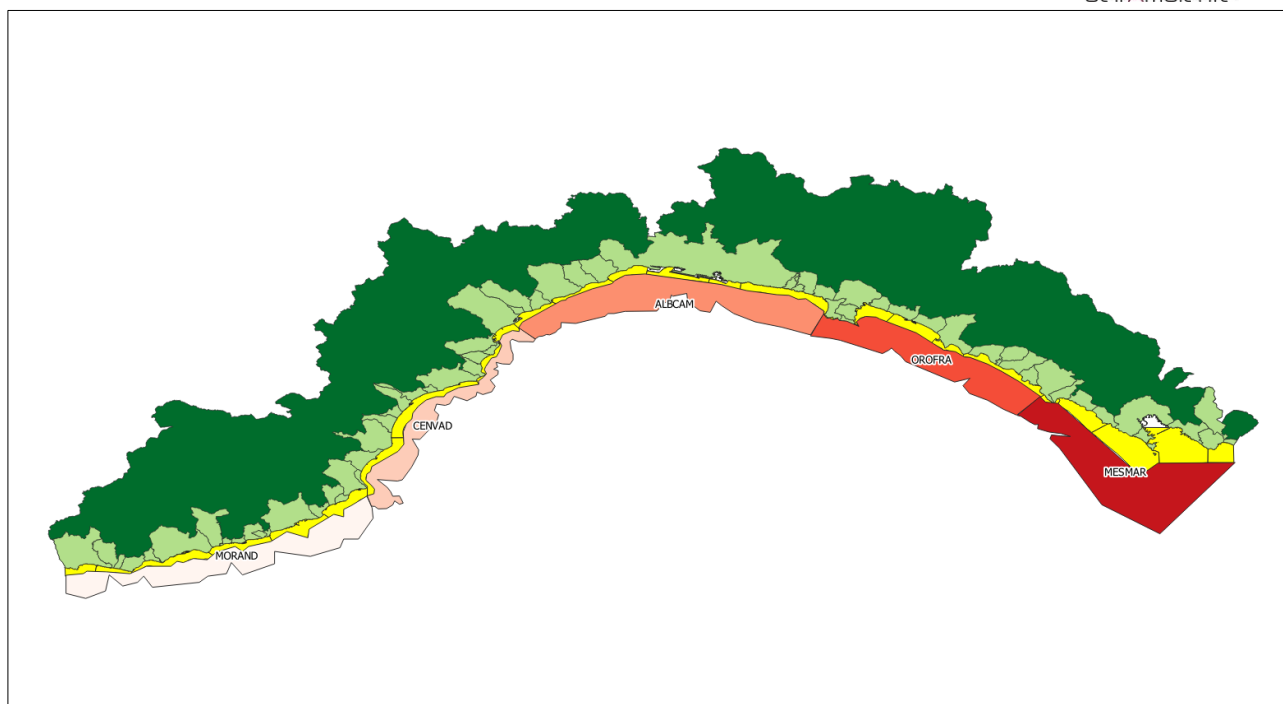


Figura 1. Aree di campionamento per il biota.

In ciascuna di queste aree sono stati prelevati esemplari di nasello (*M. merluccius*) e di triglia di fango (*M. barbatus*) per l'analisi dei contaminanti. A complemento dei campioni di pesce, sono stati prelevati esemplari di crostacei per la determinazione degli IPA: gamberi rosa (*Parapenaeus longirostris*) nelle aree MORAND, CENVAD, OROFRA e MESMAR, mentre nella sola area ALBCAM sono state prelevate delle canocchie (*Squilla mantis*).

Sugli esemplari di pesce e crostaceo campionati sono stati determinati i parametri biometrici ed è stato determinato il sesso, come riportato nella relazione tecnico-scientifica prodotta dal DISTAV e allegata alla presente relazione (allegato 1).

I contaminanti da determinare sul biota ai sensi della norma (Dlgs 172/2015) sono riportati in tabella 1.

Nel corso del progetto sono stati determinati tutti gli analiti previsti dalla norma, ad eccezione dell'esabromociclododecano.

N.	Sostanza	SQABiota [µg/kg p.u.]	Matrice da monitorare (secondo DLgs 172/2015)
(5)	Difenileteri bromurati (PBDE)	0,0085	Pesci
(9 ter)	DDT*	50	Pesci (< 5% grassi)
(9 ter)	DDT*	100	Pesci (> 5% grassi)
(15)	Fluorantene	30	Crostacei e molluschi
(16)	Esaclorobenzene (HCB)	10	Pesci
(17)	Esaclorobutadiene (HCBd)	55	Pesci
(21)	Mercurio e composti	20	Pesci
(28)**	Benzo[a]pirene	5	Crostacei e molluschi
(34)	Dicofol	33	Pesci
(35)	Acido perfluorottansolfonico e suoi sali (PFOS)	9,1	Pesci
(37)	Diossine e composti diossinasimili	0,0065 TEQ	Pesci, crostacei e molluschi
(43)	Esabromociclododecano (HBCDD)	167	Pesci
(44)	Eptacloro ed eptacloro epossido	6,7 x 10 ⁻³	Pesci

* Il DDT totale comprende la somma degli isomeri 1,1,1-tricloro 2,2 bis (p-clorofenil)etano (numero CAS 50-29-3), 1,1,1-tricloro-2 (o-clorofenil)-2-(p-clorofenil)etano (numero CAS 789-02-6), 1,1-dicloro-2,2 bis (p-clorofenil)etilene (numero CAS 72-55-9) e 1,1-dicloro-2,2bis (p-clorofenil)etano (numero CAS 72-54-8)

** Il benzo[a]pirene può essere considerato marcatore degli altri IPA, di conseguenza solo il benzo[a]pirene deve essere monitorato per raffronto con lo SQA per il biota

Tabella 1. Sostanze dell'elenco di priorità per le quali la tabella 1/A del Dlgs 172/2015 riporta un valore di standard di qualità ambientale per il biota.

Sono inoltre stati determinati alcuni parametri aggiuntivi: frazione lipidica, alcuni metalli e metalloidi (Pb, Cd, As) e pesticidi sui pesci, alcuni IPA (benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, indeno(1,2,3-cd)pirene, fluorantene) sui crostacei, umidità in tutti i campioni.

Per quanto riguarda la scelta della parte di pesce da sottoporre ad analisi, sono state seguite le indicazioni contenute nella scheda metodologica redatta da ISPRA e Ministero dell'Ambiente per un analogo monitoraggio del biota ai sensi della direttiva Strategia marina (Direttiva 2008/56/UE): analisi del filetto per esemplari di lunghezza superiore a 15 cm e degli esemplari in toto nel caso di lunghezze inferiori. Per i crostacei invece, le analisi sono state effettuate sulla parte molle.

Riportiamo di seguito le informazioni relative ai campioni raccolti e ai punti di campionamento per le differenti specie monitorate (tab. 2).

Area	Codice campione	Organismo	Data	Porto	Profondità	Attrezzo*
MORAND	MORAND Mm 2001	<i>M. merluccius</i>	20/10/2020	Sanremo (IM)	130-150	A
	MORAND Mb 2001	<i>M. barbatus</i>	22/09/2020	Imperia	70-80	B
	MORAND PI 2001	<i>P. longirostris</i>	22/09/2020		70-80	A
CENVAD	CENVAD Mm 2001	<i>M. merluccius</i>	30/09/2020	Loano (SV)	90-110	A
	CENVAD Mb 2001	<i>M. barbatus</i>	30/09/2020			A
	CENVAD PI 2001	<i>P. longirostris</i>	30/09/2020			A
ALBCAM	ALBCAM Mm 2001	<i>M. merluccius</i>	28/09/2020	Genova	70-80	B
	ALBCAM Mb 2001	<i>M. barbatus</i>	28/09/2020			B
	ALBCAM Sm 2001	<i>S. mantis</i>	19/10/2020	Arenzano (GE)	10-20	A
OROFRA	OROFRA Mm 2001	<i>M. merluccius</i>	08/09/2020	Santa Margherita (GE)	70-80	B
	OROFRA Mb 2001	<i>M. barbatus</i>	08/09/2020			B
	OROFRA PI 2001	<i>P. longirostris</i>	08/09/2020			B
MESMAR	MESMAR Mm 2001	<i>M. merluccius</i>	19/10/2020	Santa Margherita (GE)	400-420	B
	MESMAR Mb 2001	<i>M. barbatus</i>	28/09/2020	Lerici (SP)	70-80	B
	MESMAR PI 2001	<i>P. longirostris</i>	19/10/2020	Santa Margherita (GE)	400-420	B

*A: rete da posta a imbocco/monofilo (nasellara); B: pesca a strascico (rete trainata)

Tabella 2. Sostanze dell'elenco di priorità per le quali la tabella 1/A del Dlgs 172/2015 riporta un valore di standard di qualità ambientale per il biota.

I campioni sono stati prelevati in periodo autunnale evitando l'estate, momento di maturazione gonadica per le specie ittiche selezionate, durante il quale la particolare fisiologia degli organismi potrebbe modificare il tasso di accumulo dei contaminanti.

La localizzazione dei campionamenti puntuali è riportata in figura 2 dove è rappresentato il punto mediano della calata.

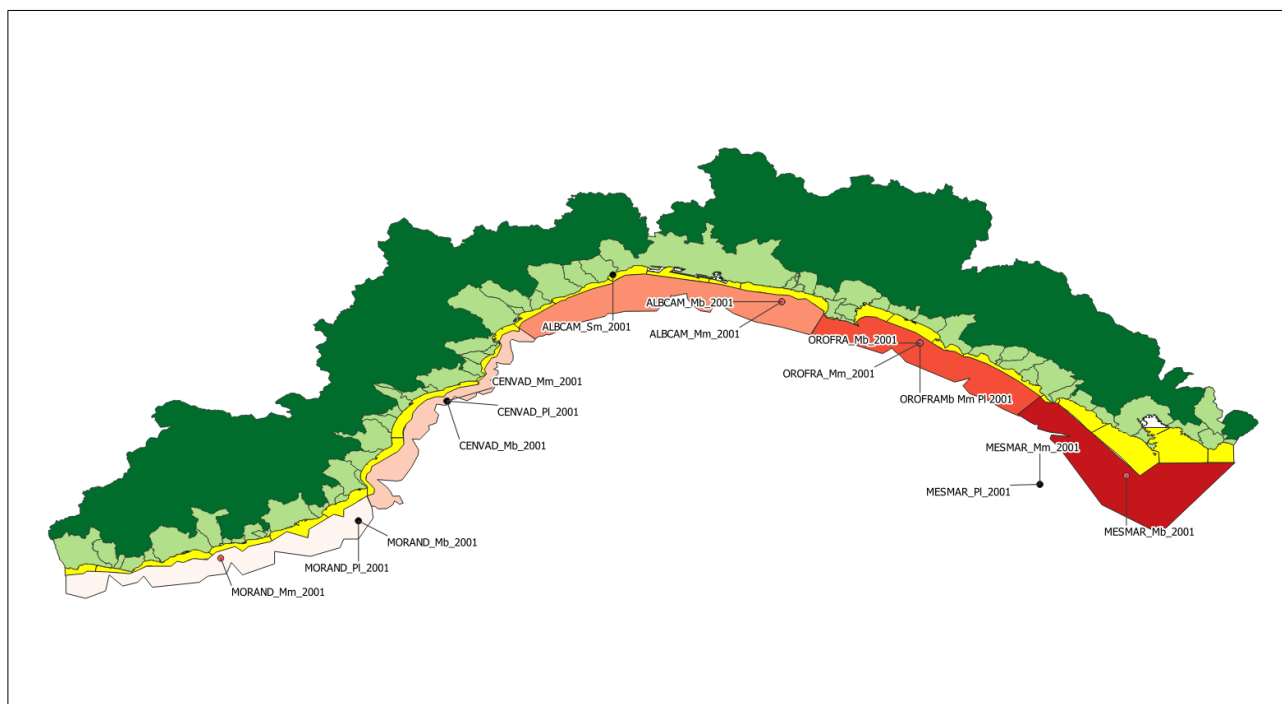


Figura 2. Localizzazione dei punti di campionamento all'interno delle cinque aree identificate.

Risultati

In tabella 3 sono riportati i risultati dei contaminanti previsti dal Dlgs 172/2015 determinati negli esemplari di nasello, triglia e crostacei.

Parametro	SQABiota	MORAND	CENVAD	ALBCAM	OROFRA	MESMAR
Difenileteri bromurati (PBDE)	0.0085 µg/kg p.u.	0.095	0.042	0.25	0.039	0.13
DDT	50-100 µg/kg p.u.	< 6	< 8	< 8	< 8	< 6
Esaclorobenzene (HCB)	10 µg/kg p.u.	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Esaclorobutadiene (HCBd)	55 µg/kg p.u.	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Mercurio e composti	20 µg/kg p.u.	330 ± 125	181 ± 75	78 ± 34	130 ± 57	473 ± 169
Dicofol	33 µg/kg p.u.	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ac. Perfluorooottansolfonico e suoi sali (PFOS)	9.1 µg/kg p.u.	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Diossine e composti diossina-simili	6.5 TEQ ng/kg p.u.	0.105 ± 0.036	0.153 ± 0.051	3 ± 1.05	0.426 ± 0.15	0.209 ± 0.071
Eptacloro ed eptacloro epossido	6.7 x 10 ⁻³ µg/kg p.u.	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Umidità (%)		79.37	80.52	78.71	79.11	77.59
Contenuto lipidico (%)		0.09	0.29	0.82	0.28	0.06

Tabella 3a. Risultati analitici ottenuti su campioni di nasello (*M. merluccius*).

Parametro	SQABiota	MORAND	CENVAD	ALBCAM	OROFRA	MESMAR
Difenileteri bromurati (PBDE)	0.0085 µg/kg p.u.	0.095	0.18	0.33	0.06	0.06
DDT	50-100 µg/kg p.u.	< 8	< 8	< 8	< 8	< 8
Esaclorobenzene (HCB)	10 µg/kg p.u.	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Esaclorobutadiene (HCBd)	55 µg/kg p.u.	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Mercurio e composti	20 µg/kg p.u.	254 ± 100	222 ± 89	113 ± 50	210 ± 85	198 ± 80
Dicofol	33 µg/kg p.u.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ac. Perfluorooottansolfonico e suoi sali (PFOS)	9.1 µg/kg p.u.	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Diossine e composti diossina-simili	6.5 TEQ ng/kg p.u.	0.625 ± 0.197	1.2 ± 0.38	2.37 ± 0.66	0.908 ± 0.311	0.432 ± 0.096
Eptacloro ed eptacloro epossido	6.7 x 10 ⁻³ µg/kg p.u.	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Umidità (%)		73.77	69.07	72.83	75.14	76.9
Contenuto lipidico (%)		2.78	8.53	5.42	3.78	4.63

Tabella 3b. Risultati analitici ottenuti su campioni di triglia di fango (*M. barbatus*).

Parametro	SQABiota	MORAND	CENVAD	ALBCAM	OROFRA	MESMAR
Fluorantene	30 µg/kg p.u.	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Benzo(a)pirene	5 µg/kg p.u.	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Umidità (%)		73.77	69.07	72.83	75.14	76.9

Tabella 3c. Risultati analitici ottenuti su campioni di crostacei (*S. mantis* nell'area ALBCAM, *P. longirostris* nelle altre quattro aree).

Il set completo dei risultati analitici è allegato alla relazione (allegato 2).

Le analisi hanno mostrato in tutti i campioni di nasello e triglia, valori superiori agli SQA previsti dal Dlgs 172/2015 per mercurio (Hg) e polibromodifenileteri (PBDE), mentre le concentrazioni degli altri contaminanti sono risultate, in larga parte, al di sotto dei limiti di rilevabilità o comunque a livelli inferiori agli SQA.

Tra le criticità analitiche si rileva che il limite di rilevabilità dell'eptacloro ed eptacloro epossido della metodica analitica applicata risulta inadeguato a quanto previsto dalla norma.

Nessuna particolare criticità è stata rilevata infine sui risultati delle analisi condotte sui campioni di crostacei.

Allegati

Allegato 1. Relazione tecnico-scientifica DISTAV Università di Genova

Allegato 2. Risultati analitici completi su nasello (A), triglia (B) e crostacei (C).



UNIVERSITÀ DI GENOVA

DISTAV

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita

**ACCORDO DI COLLABORAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA
per la realizzazione di attività di studio e monitoraggio dell'ambiente marino**

Punto VII. Supporto nell'avvio di una rete di monitoraggio finalizzata alla valutazione dello stato del biota e dell'ittiofauna marina ai sensi del D.lgs 152/06 come modificato dal D.lgs 172/2015



Novembre 2020

INDICE

1. PREMESSA	3
2. ATTIVITÀ DI CAMPO E ANALISI DI LABORATORIO	4
3. CONSIDERAZIONI E SUGGERIMENTI METODOLOGICI	6
4. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....	7

FIGURE

Figura 1. Aree di campionamento.....	3
--------------------------------------	---

TABELLE

Tabella 1. Aree di campionamento e relativo codice identificativo.	4
Tabella 2. Dettaglio dei porti in cui sono stati fatti i campioni, degli attrezzi utilizzati e delle cale effettuate (profondità e punto GPS).	5
Tabella 3. Stadi maturativi dei pesci ossei (a sinistra) e dei crostacei (a destra) (da Follesa e Carbonara, 2019).....	5
Tabella 4. Dettaglio dei 16 campioni corrispondenti a 4 specie e rispettivi parametri biologici (lunghezza, Peso, Sesso): Mm (nasello); Mb (triglia di fango), Pl (gamebro rosa), Sm (canocchia).	6

Referenti tecnici: dott. Fulvio Garibaldi e dott. Luca Lanteri

Responsabile scientifico: Prof. Giorgio Bavestrello

1. PREMESSA

La normativa nazionale ha recentemente introdotto l'utilizzo dei pesci quali organismi bioindicatori per la valutazione della contaminazione ambientale. L'obiettivo di questa collaborazione è proprio quello di predisporre e avviare una rete di monitoraggio dei pesci lungo l'intero arco ligure che fornisca dati affidabili dal punto di vista scientifico e che sia attuabile dal punto di vista operativo.

Le specie ittiche selezionate come bioindicatori sono state il nasello (*Merluccius merluccius*) e la triglia di fango (*Mullus barbatus*); su richiesta di ARPAL, sono stati prelevati anche alcuni esemplari di crostacei della specie *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa) o, in alternativa, di *Squilla mantis* (canocchia) per ulteriori analisi.

In base alla morfologia della costa ligure, delle caratteristiche ecologiche degli organismi e delle attività di pesca, sono state identificate cinque aree di campionamento (Fig. 1), anche sulla base della rete di monitoraggio dell'ambiente marino costiero operativa a livello regionale.

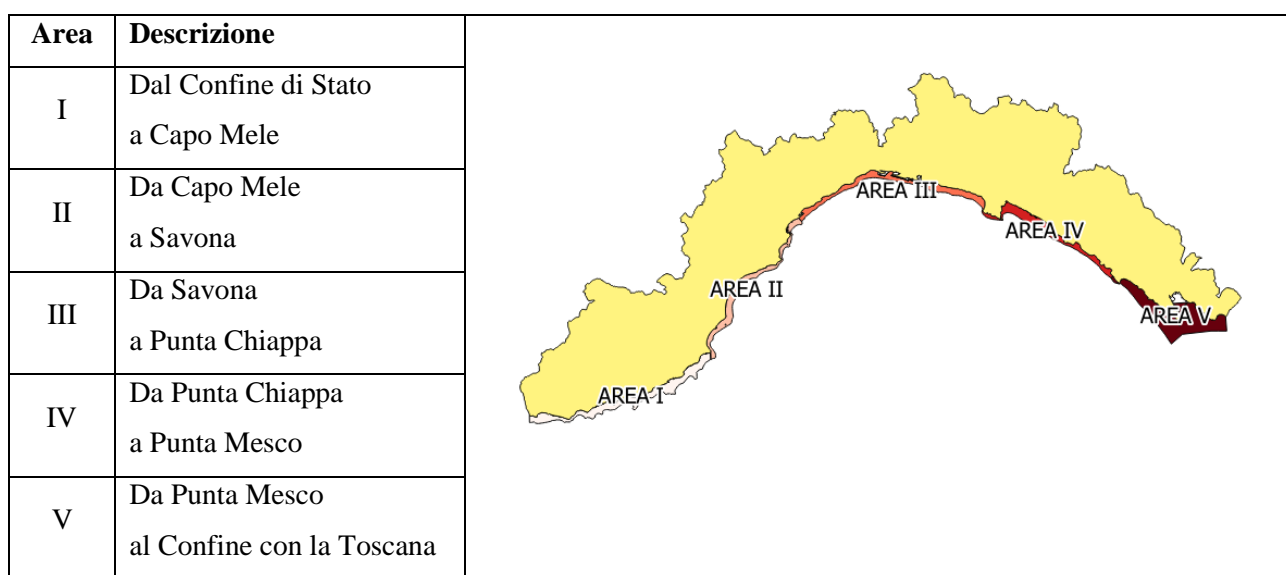


Figura 1. Aree di campionamento.

Il DISTAV si è occupato di raccogliere gli esemplari necessari per l'effettuazione delle analisi chimiche previste dai laboratori ARPAL, determinando i parametri biologici di base (lunghezza, peso, sesso, maturità) delle singole specie campionate che sono state consegnate ad ARPAL secondo le modalità di conservazione concordate.

2. ATTIVITÀ DI CAMPO E ANALISI DI LABORATORIO

L'attività di raccolta è iniziata ad ottobre e si è conclusa a novembre (2020) e prevedeva il campionamento di specie eduli di rilevanza commerciale di cui due specie di pesci ossei e una di crostacei. Il monitoraggio è stato effettuato in cinque aree (Fig. 1) che, in ogni singolo campione, sono state identificate con un codice a 6 lettere secondo le disposizioni condivise con ARPAL (Tab. 1), mentre le specie sono state indicate con un codice a due lettere corrispondente alla *prima lettera del genere* e alla *prima lettera della specie*:

- il nasello *Merluccius merluccius*: codice identificativo **Mm**;
- la triglia di fango *Mullus barbatus*: : codice identificativo **Mb**;
- il gambero rosa *Parapenaeus longirostris*: : codice identificativo **Pl**;
o come alternativa la canocchia *Squilla mantis*: : codice identificativo **Sm**.

Tabella 1. Aree di campionamento e relativo codice identificativo.

Area	Confine	Codice	
I	Dal Confine di Stato A Capo Mele	Mortola - Andora	MORAND
II	Da Capo Mele a Savona	Centa - Vado	CENVAD
III	Da Savona a Punta Chiappa	Albisola - Camogli	ALBCAM
IV	Da Punta Chiappa a Punta Mesco	Cala dell'Oro - Framura	OROFRA
V	Da Punta Mesco al confine con la Toscana	Mesco - Magra	MESMAR

I campioni sono stati prelevati tutti durante lo sbarco del pescato, in sei porti pescherecci della Liguria (Sanremo, Imperia, Loano, Genova, Santa Margherita e Lerici), e provengono da catture operate con diverse tipologia di pesca (Tab. 2):

- pesca a strascico di fondo (**OTB**: Bottom Otter Trawl);
- pesca con rete a imbocco (**GNS**: Set Gillnet);
- pesca con rete tramaglio (**GTR**: Trammel net).

Durante il prelievo, avvalendosi dell'attiva collaborazione dei pescatori, è stato possibile definire le zone di pesca in cui sono stati calati gli attrezzi campionati. Per ogni campione sono state quindi definite:

- le coordinate spaziali (Latitudine e Longitudine), corrispondenti al punto intermedio tra l'inizio e la fine della pescata;
- il range batimetrico in cui è stato calato l'attrezzo (Tab. 2).

Per ogni singolo esemplare sono stati definiti i parametri biologici, secondo la metodologia utilizzata nel programma nazionale di "Raccolta Dati Risorse Alieutiche", misurandone la

lunghezza totale nei pesci ossei (LT - cm), la lunghezza del carapace nei crostacei (LC - mm), rilevando il peso (in grammi), il sesso e lo stadio maturativo secondo i criteri definiti in tabella 3 (Follesa e Carbonara, 2019).

Tabella 2. Dettaglio dei porti in cui sono stati fatti i campioni, degli attrezzi utilizzati e delle cale effettuate (profondità e punto GPS).

N	Porto	Codice ARPAL	Attrezzo	Data	Prof (m)	Lat	Long
1	Santa Margherita Ligure	OROFRA Mm 2001	OTB	08/09/2020	70-80	44° 15.737'	9° 21.055'
2	Santa Margherita Ligure	OROFRA Mb 2001	OTB	08/09/2020	70-80	44° 15.737'	9° 21.055'
3	Santa Margherita Ligure	OROFRA PI 2001	OTB	08/09/2020	70-80	44° 15.737'	9° 21.055'
4	Imperia	MORAND Mb 2001	OTB	22/09/2020	70-80	43° 53.067'	8° 09.304'
5	Imperia	MORAND PI 2001	OTB	22/09/2020	70-80	43° 53.067'	8° 09.304'
6	Genova	ALBCAM Mm 2001	OTB	28/09/2020	70-80	44° 21.013'	9° 03.402'
7	Genova	ALBCAM Mb 2001	OTB	28/09/2020	70-80	44° 21.013'	9° 03.402'
8	Lerici	MESMAR Mb 2001	OTB	28/09/2020	70-80	43° 58.819'	9° 47.424'
9	Loano	CENVAD Mm 2001	GNS	30/09/2020	90-110	44° 08.339'	8° 20.617'
10	Loano	CENVAD Mb 2001	GNS	30/09/2020	90-110	44° 08.339'	8° 20.617'
11	Loano	CENVAD PI 2001	GNS	30/09/2020	90-110	44° 08.339'	8° 20.617'
12	Santa Margherita Ligure	MESMAR Mm 2001	OTB	19/10/2020	400-420	43° 57.720'	9° 36.373'
13	Santa Margherita Ligure	MESMAR PI 2001	OTB	19/10/2020	400-420	43° 57.720'	9° 36.373'
14	Arenzano	ALBCAM Sm 2001	GTR	19/10/2020	10-20	44° 24.441'	8° 41.820'
15	Sanremo	MORAND Mm 2001	GNS	20/10/2020	130-150	43° 48.303'	7° 51.705'
16	Sanremo	MORAND PI 2001 - 2	GNS	20/10/2020	130-150	43° 48.303'	7° 51.705'

Tabella 3. Stadi maturativi dei pesci ossei (a sinistra) e dei crostacei (a destra) (da Follesa e Carbonara, 2019).

Sex	Reproductive apparatus aspect	Maturation state	Stage	Sex	Reproductive apparatus aspect	Colouring of fresh ovary	Maturation state	Stage
I	The sex is not discernible to the naked eye. Gonads are very small and translucent, almost transparent. Sex is undetermined.	Undetermined	0	F	The ovary is barely visible. After dissection of the tegument, the ovary is small, and lobes are flaccid, stringy and poorly developed. <i>A. foliaceus</i> and <i>A. antennatus</i> have no spermatophores on the thelycum.	Whitish or translucent	Immature virgin*	1
F	The small pinkish and translucent ovary is shorter than 1/3 of the body cavity. Eggs are not visible to the naked eye.	Immature virgin	1	M	The petasma is not highly visible and there are no spermatophores (semi-spermatophores) on the seminal ampullae located on the side of the fifth pair of pereopods. <i>A. foliaceus</i> and <i>A. antennatus</i> have a long rostrum.			
M	The thin and whitish testis is shorter than 1/3 of the body cavity.			F	The ovary status is developing. Cephalic and lateral lobes are small but discernible to the naked eye. The abdominal extensions are thin and slightly visible.	<i>A. foliaceus</i> : flesh-coloured; <i>A. antennatus</i> : ivory-coloured with orange pink-violet dotting; <i>N. norvegicus</i> : cream-coloured; <i>P. longirostris</i> : cream orange-coloured.		
F	The small pinkish and translucent ovary is shorter than 1/3 of the body cavity. Eggs are not visible to the naked eye.	Developing virgin*	2a	M	The petasma is visible and nearly or completely joined, but there are no spermatophores in the seminal ampullae. <i>A. foliaceus</i> and <i>A. antennatus</i> : long or intermediate rostrum.		Developing virgin*	2a
M	The thin whitish testis is shorter than 1/3 of the body cavity.			F	The ovary is starting a new reproductive cycle. The cephalic and lateral lobes are small but discernible to the naked eye. The abdominal extensions are thin and slightly visible. Occasionally, there are spermatophores in <i>A. foliaceus</i> and <i>A. antennatus</i> .	<i>A. foliaceus</i> : flesh-coloured; <i>A. antennatus</i> : ivory-coloured with orange pink-violet dotting; <i>N. norvegicus</i> : cream-coloured; <i>P. longirostris</i> : cream orange-coloured.	Recovering*	2b
F	The pinkish-reddish/reddish-orange and translucent ovary has a length of about 1/3 of the body cavity. The blood vessels are visible. The eggs are not expelled.	Recovering*	2b	M	The petasma appears completely joined but there are no spermatophores in the seminal ampullae. <i>A. foliaceus</i> and <i>A. antennatus</i> have a short rostrum.			
M	The whitish/pinkish testes, which are more or less symmetrical, have a length of about 1/3 of the body cavity.			F	The ovary is developed and occupies the dorsal portion almost entirely. The cephalic and lateral lobes are highly developed and have a turgid consistence.	<i>A. foliaceus</i> : light and dark grey; <i>A. antennatus</i> : lilac; <i>N. norvegicus</i> : light green; <i>P. longirostris</i> : light green or grey green.	Maturing or almost mature	2c
F	The orange-pink ovary has conspicuous superficial blood vessels, measuring from 1/3 to the full length of the body cavity. The large transparent, ripe eggs are clearly visible and could be expelled under light pressure. In more advanced conditions, eggs escape freely.	Mature/spawner	3	M	The turgid ovary extends to the whole dorsal portion, covering the organs below. The lobes and extensions are well developed; in particular, the abdominal extensions are highly visible. The oocytes are well developed.	<i>A. foliaceus</i> : black; <i>A. antennatus</i> : violet; <i>N. norvegicus</i> : dark green; <i>P. longirostris</i> : bright green or olive-green coloured.	Mature	2d
M	The reddish ovary is shrunken to about 1/3 of the length of the body cavity. Ovaric walls are flaccid; the ovary may contain remnants of disintegrating opaque and/or translucent eggs.	Spent	4a	F	The petasma is perfectly visible and completely joined. There is a spermatophore mass in the seminal ampullae. <i>A. foliaceus</i> and <i>A. antennatus</i> have a small rostrum.			
M	The bloodshot and flabby testis is shrunken to about 1/3 of the length of the body cavity.			M	It is a resting ovary. Spermatophores are present in <i>A. foliaceus</i> and <i>A. antennatus</i> .	Uncoloured	Resting adult*	2e
F	The pinkish and translucent ovary measures a length of about 1/3 of the body cavity. Eggs are not visible to the naked eye.	Resting*	4b	F (<i>N. norvegicus</i>)	Eggs are present on pleopods.		Berried	3
M	The testis is whitish/pinkish, more or less symmetrical, with a length of about 1/3 of the body cavity.							

In totale sono stati prelevati 16 campioni, per un totale di 69 esemplari (12 naselli, 17 triglie di fango, 37 gamberi rosa e 3 canocchie), tutti effettuati in autunno inoltrato (ottobre-novembre), il che

ha consentito di evitare, in particolare per la frazione relativa ai pesci ossei, la stagione riproduttiva (di deposizione) in cui fisiologicamente gli individui sono soggetti ad accumulo di grassi e di possibili contaminanti ambientali. Ad eccezione di alcuni esemplari di gambero rosa, che erano in fase di maturazione (2C) o pienamente maturi (2D), la maggior parte degli esemplari campionati erano individui giovanili in fase di sviluppo (2A) o adulti in ripresa (2B) e post-riproduttivi (spent 4A o a riposo 4B). In tabella 4 si riporta nel dettaglio il numero totale (separato per sesso) delle singole specie campionate nelle cinque aree e la rispettiva taglia e peso medi del campione.

Tabella 4. Dettaglio dei 16 campioni corrispondenti a 4 specie e rispettivi parametri biologici (lunghezza, Peso, Sesso): Mm (nasello); Mb (triglia di fango), Pl (gambero rosa), Sm (canocchia).

Area	Codice ARPAL	N° tot	Sesso			Lunghezza e peso medio	
			F	M	I	LT (cm) LC (mm)	Peso (g)
I	MORAND Mb 2001	4	4	-	-	19.8	86.5
	MORAND Mm 2001	3	1	1	1	30.3	172.2
	MORAND Pl 2001	6	5	1	-	29.7	12.1
	MORAND Pl 2001 - 2	4	4	-	-	27.5	12.7
II	CENVAD Mb 2001	3	1	2	-	16.8	54.3
	CENVAD Mm 2001	2	2	-	-	31.0	217.5
	CENVAD Pl 2001	9	8	1	-	26.1	9.2
III	ALBCAM Mb 2001	4	3	1	-	14.8	33.1
	ALBCAM Mm 2001	3	2	1	-	19.0	47.1
	ALBCAM Sm 2001	3	1	2	-	29.7	36.5
IV	OROFRA Mb 2001	2	2	-	-	18.0	61.4
	OROFRA Mm 2001	2	1	1	-	22.5	78.2
	OROFRA Pl 2001	4	4	-	-	18.3	4.9
V	MESMAR Mb 2001	4	4	-	-	21.5	117.4
	MESMAR Mm 2001	2	2	-	-	28.8	140.5
	MESMAR Pl 2001	14	5	9	-	27.0	10.4
Totale		69	49	19	1		

3. CONSIDERAZIONI E SUGGERIMENTI METODOLOGICI

L'utilizzo dei pesci (e di altri organismi marini) come bioindicatori deve considerare diversi fattori al fine di ridurre il più possibile la naturale variabilità dei campioni dovuta a:

- Biologia delle specie: età, sesso, taglia, maturità sessuale e periodo riproduttivo;
- Parametri ambientali biotici e abiotici: temperatura, substrato, profondità, stagionalità, attività antropiche.

La strategia di monitoraggio dovrebbe pertanto riguardare:

- ✓ la scelta del sito, che deve essere adeguato all'area da monitorare, considerando le possibilità di spostamento e/o la territorialità delle specie, il loro habitat (profondità, substrato ecc) e le possibili aree portuali o fluviali che possono veicolare contaminanti di origine antropica;
- ✓ la selezione delle specie, che preferibilmente devono essere specie comuni e commerciali, rappresentative del prodotto e della tradizione della pesca e dei consumi; questo, oltre a consentire un agevole ed adeguato prelievo in tutte le aree può permettere un significativo confronto tra zone diverse (anche a livello nazionale);
- ✓ la scelta dell'attrezzo da pesca, che deve essere adeguato all'habitat da investigare (substrato duro o molle, profondità ecc) e alle specie da campionare;
- ✓ il periodo di campionamento, che consideri la biologia riproduttiva delle specie (periodo pre- o post-riproduttivo), con dettaglio dello stadio maturativo, che consenta di definire gli esemplari in fase maturativa o di riproduzione (da scartare nel caso) più soggette all'accumulo di grassi e, di conseguenza, di sostanze contaminanti;
- ✓ l'età e taglia degli esemplari: giovanili/reclute (anno 1) o adulti con un ciclo vitale lungo, queste ultime più soggette a bio-accumulo/magnificazione;
- ✓ la stagionalità delle attività antropiche locali ed i possibili apporti terrigeni che possano influire sulla concentrazione in mare di possibili inquinanti (stagione estiva/balneare, piene dei fiumi e torrenti).

4. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

FOLLESA, M.C., CARBONARA, P., eds. 2019. Atlas of the maturity stages of Mediterranean fishery resources. Studies and Reviews n. 99. Rome, FAO. 268 pp.

ISPRA, 2016. Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D. Lgs. 172/2015). ISPRA, Manuali e Linee Guida 143/2016 ISBN 978-88-448-0795-5.

Genova, 30 / 11 / 2020

Il Responsabile scientifico

Prof. Giorgio Bavestrello



Risultati delle analisi su campioni di nasello (<i>M. merluccius</i>)						
PARAMETRO	MORANDMm2001	CENVADMm2001	ALBACAMMm2001	OROFRAMm2001	MESMARMm2001	UdM
	<i>filetto</i>	<i>filetto</i>	<i>pesce intero</i>	<i>pesce intero</i>	<i>filetto</i>	
Umidità	79.37	80.52	78.71	79.11	77.59	g/100 g
Sostanza grassa (%)	0.09	0.29	0.82	0.28	0.06	%
Arsenico	6924	6332	2645	4179	5666	µg/kg
<i>incertezza</i>	1656	1534	731	1078	1396	µg/kg
Cadmio	3.7	1.1	4.4	3.5	3	µg/kg
<i>incertezza</i>	1.6	0.5	1.9	1.5	1.3	µg/kg
Mercurio e composti	330	181	78	130	473	µg/kg
<i>incertezza</i>	125	75	34	57	169	µg/kg
Piombo	13	14	64	43	27	µg/kg
<i>incertezza</i>	9	6	28	19	12	µg/kg
Ac. Perfluorooottansolfonico e suoi sali (PFOS)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluorobutanoico (PFBA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluorobutansolfonico (PFBS)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluoroesanoico (PFHxA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluorooottanoico (PFOA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluoropentanoico (PFPeA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Polibromodifenileteri (PBDE) (cogeneri 28, 47, 99, 100, 153, 154)	0.095	0.042	0.25	0.039	0.13	µg/kg
Dicofol	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	µg/kg
DDT [somma di p,p'-DDT, o,p'-DDT, p-p'-DDE e p,p'-TDE (DDD) espr. DDT]	< 0.006	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.006	mg/kg
Eptacloro (somma di eptacloro e eptacloro epossido espresso come eptacloro)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Esaclorobenzene	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Esaclorobutadiene	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMm2001	CENVADMm2001	ALBACAMMm2001	OROFRAMm2001	MESMARMm2001	UdM
Sommatoria (OMS-PCDD/F-TEQ+OMS-PCB-TEQ)	0.105	0.153	3	0.426	0.209	ng/kg
<i>incertezza</i>	0.036	0.051	1.05	0.15	0.071	
Sommatoria PCB Marker (28+52+101+138+153+180)	1.97	3.28	71.1	9.83	3.91	µg/kg
<i>incertezza</i>	0.43	0.72	16.7	2.39	0.91	
PCB 101	0.212	0.188	6.83	0.862	0.276	µg/kg
PCB 105	50.6	79.9	2544	236	94.6	ng/kg
PCB 114	8.58	9.11	200	31	15.5	ng/kg
PCB 118	174	264	9422	853	348	ng/kg
PCB 123	2.88	2.92	71.5	11.1	4.83	ng/kg
PCB 126	0.815	1.14	23.5	3.4	1.61	ng/kg
PCB 138	0.382	0.679	16.2	2.34	0.779	µg/kg
PCB 153	0.756	1.26	31.5	4.53	1.68	µg/kg
PCB 156	32.2	48	1175	169	71.6	ng/kg
PCB 157	6.92	9.05	241	32	14.6	ng/kg
PCB 167	23.1	28.6	604	96.8	41.3	ng/kg
PCB 169	0.205	<0.529	<1.41	<0.998	0.348	ng/kg
PCB 180	0.364	0.548	9.86	1.64	0.872	µg/kg
PCB 189	3.06	6.47	107	18.7	11	ng/kg
PCB 28	0.0559	0.111	0.245	0.0598	0.0777	µg/kg
PCB 52	0.203	0.497	6.41	0.399	0.228	µg/kg
PCB 77	0.953	1.32	5.82	1.36	1.12	ng/kg
PCB 81	<0.275	<0.321	<0.862	<0.528	<0.288	ng/kg

PARAMETRO	MORANDMm2001	CENVADMm2001	ALBACAMMm2001	OROFRAMm2001	MESMARMm2001	UdM
Diossine e Furani						
OMS-PCDD/F - TEQ	0.0086	0.0089	0.11	0.0133	0.0192	ng/kg
<i>incertezza</i>	0.0015	0.0016	0.036	0.0028	0.0032	
2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	<0.0035	<0.0023	0.0887	<0.0038	<0.0046	ng/kg
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	<0.0024	<0.0018	0.0729	<0.0032	<0.0053	ng/kg
2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	<0.0027	<0.0018	0.266	<0.0037	<0.0058	ng/kg
2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	<0.0068	<0.0071	<0.0076	<0.0072	<0.0167	ng/kg
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	<0.0089	<0.0081	<0.0073	<0.0078	<0.0191	ng/kg
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	<0.0064	<0.0074	<0.0071	<0.0070	<0.0163	ng/kg
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	<0.0061	<0.0066	<0.0067	<0.0064	<0.0148	ng/kg
1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	<0.0012	<0.0010	<0.0018	<0.0023	<0.0024	ng/kg
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	<0.0007	<0.0008	<0.0018	<0.0020	<0.0021	ng/kg
Octaclorodibenzofurano	0.0016	<0.0023	<0.0146	<0.0174	<0.0261	ng/kg
2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	<0.0025	<0.0021	<0.0041	<0.0023	<0.0044	ng/kg
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	<0.0015	<0.0025	<0.0112	<0.0055	<0.0044	ng/kg
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	<0.0015	<0.0152	<0.0035	<0.0027	<0.0036	ng/kg
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	<0.0017	<0.0165	<0.0038	<0.0029	<0.0039	ng/kg
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	<0.0017	<0.0172	<0.0038	<0.0030	<0.0045	ng/kg
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	<0.0077	<0.0076	<0.0096	<0.0097	<0.0179	ng/kg
Octaclorodibenzodiossina	<0.0025	<0.0030	0.218	<0.0502	<0.0600	ng/kg

PARAMETRO	MORANDMm2001	CENVADMm2001	ALBACAMMm2001	OROFRAMm2001	MESMARMm2001	UdM
Pesticidi						
2-Phenylphenol	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Acrinathrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Aldrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Aldrin e Dieldrin (espressi come dieldrin)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Azoxystrobin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bifenthrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bixafen	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Boscalid	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bromopropylate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bromuconazole			< 0.002			mg/kg
Bromuconazole (Σ diastereoisomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cadusafos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlordane (cis-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlordane (Σ degli isomeri cis e trans)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Chlordane (trans-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorfenvinphos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorpropham	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorpyrifos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorpyrifos-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cyfluthrin			< 0.002			mg/kg
Cyfluthrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cypermethrin			< 0.002			mg/kg
Cypermethrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cyprodinil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
DDT	< 0.006	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.006	mg/kg
Deltamethrin (cis-Deltamethrin)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Diazinon	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Dieldrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Difenoconazole	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMm2001	CENVADMm2001	ALBACAMMm2001	OROFRAMm2001	MESMARMm2001	UdM
Endosulfan (alfa-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endosulfan (beta-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endosulfan (Σ isomeri alfa e beta)	< 0.006	< 0.008	< 0.008	< 0.004	< 0.006	mg/kg
Endosulfan-sulphate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endrin (Σ Endrin e Endrin chetone)		< 0.004	< 0.004	< 0.004		mg/kg
Endrin chetone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
EPN	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Esfenvalerate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Ethion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Etofenprox	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Famoxadone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenarimol	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenazaquin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenitrothion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenpropathrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenthion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenvalerate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenvalerate + Esfenvalerate (Σ isomeri)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Fipronil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fipronil (Σ fipronil e fipronil-sulfone)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Fipronil-sulfone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Flucythrinate	< 0.002		< 0.002		< 0.002	mg/kg
Flucythrinate (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.004	< 0.002	mg/kg
Fludioxonil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fluquinconazole	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Heptachlor	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Eptacloro (Σ eptacloro e ept. epossido)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Heptachlor-endo-epoxide (A, trans)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Heptachlor-exo-epoxide (B, cis)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Hexachlorocyclohexane [(HCH)]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Hexachlorocyclohexane [Lindane (HCH)]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Iprodione	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Isocarbophos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMm2001	CENVADMm2001	ALBACAMMm2001	OROFRAMm2001	MESMARMm2001	UdM
Isoprothiolane	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Kresoxim-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Malaoxon	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Malathion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Malathion (Σ malathion e malaoxon)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Mepanipyrim	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Metalaxyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Methoxychlor	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Metolachlor	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Oxadixyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Oxychlordane	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
p,p'-DDD e o,p'-DDT	< 0.002	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.002	mg/kg
p,p'-DDE	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
p,p'-DDT	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Paraoxon methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Parathion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Parathion-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pendimethalin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Permethrin			< 0.002			mg/kg
Permethrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Phenthoate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Phosalone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Phosmet	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Piperonyl-butoxide	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pirimiphos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pirimiphos-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Procymidone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Profenofos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Propargite	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pyridaben	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pirimethanil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Resmethrin			< 0.002		< 0.002	mg/kg
Resmethrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Spiromesifen	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMm2001	CENVADMm2001	ALBACAMMm2001	OROFRAMm2001	MESMARMm2001	UdM
Tebufenpyrad	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Tefluthrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Tetramethrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Tolclofos-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Triadimefon	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Trifluralin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Vinclozolin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cyhalothrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002		mg/kg
Fluvalinate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002		mg/kg
Esaclorobenzene		< 0.002	< 0.002	< 0.002		mg/kg
Esaclorobutadiene		< 0.002	< 0.002	< 0.002		mg/kg

Risultati delle analisi su campioni di triglia (<i>M. barbatus</i>)						
PARAMETRO	MORANDMb2001	CENVADMb2001	ALBACAMMb2001	OROFRAMb2001	MESMARMb2001	UdM
	<i>pesce intero</i>	<i>pesce intero</i>	<i>pesce intero</i>	<i>pesce intero</i>	<i>filetto</i>	
Umidità	73.77	69.07	72.83	75.14	76.9	g/100 g
Sostanza grassa (%)	2.78	8.53	5.42	3.78	4.63	%
Arsenico	15248	8631	7379	12129	5601	µg/kg
incertezza	3237	1996	1748	2665	1383	µg/kg
Cadmio	18	4.7	6.2	7.2	<1	µg/kg
incertezza	8	2.1	2.7	3.2		µg/kg
Mercurio e composti	254	222	113	210	198	µg/kg
incertezza	100	89	50	85	80	µg/kg
Piombo	382	401	698	266	19	µg/kg
incertezza	141	147	236	104	8	µg/kg
Ac. Perfluorooottansolfonico e suoi sali (PFOS)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluorobutanoico (PFBA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluorobutansolfonico (PFBS)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluoroesanoico (PFHxA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluorooottanoico (PFOA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Ac. Perfluoropentanoico (PFPeA)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	µg/kg
Polibromodifenileteri (PBDE) (cogeneri 28, 47, 99, 100, 153, 154)	0.095	0.18	0.33	0.06	0.06	µg/kg
Dicofol	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	µg/kg
DDT [somma di p,p'-DDT, o,p'-DDT, p-p'-DDE e p,p'-TDE (DDD) espr. DDT]	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	mg/kg
Eptacloro (somma di eptacloro e eptacloro epossido espresso come eptacloro)	< 0.004	< 0.004	< 0.002	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Esaclorobenzene	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Esaclorobutadiene	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMb2001	CENVADMb2001	ALBACAMMb2001	OROFRAMb2001	MESMARMb2001	UdM
Sommatoria (OMS-PCDD/F-TEQ+OMS-PCB-TEQ)	0.625	1.2	2.37	0.908	0.432	ng/kg
<i>incertezza</i>	0.197	0.38	0.66	0.311	0.096	
Sommatoria PCB Marker (28+52+101+138+153+180)	12.2	26.7	173	13.1	15.7	µg/kg
<i>incertezza</i>	3.2	6.6	46	3.2	3.9	
PCB 101	0.36	1.6	7.17	0.689	0.523	µg/kg
PCB 105	412	766	3455	537	275	ng/kg
PCB 114	41.5	79	421	46.7	37.9	ng/kg
PCB 118	1357	2323	12040	1605	1023	ng/kg
PCB 123	24.6	58.7	268	34.6	18.9	ng/kg
PCB 126	4.42	8.4	14.4	7.01	1.91	ng/kg
PCB 138	3.24	6.2	40	3.58	3.12	µg/kg
PCB 153	6.19	12.4	90.7	5.69	7.72	µg/kg
PCB 156	242	417	2085	292	175	ng/kg
PCB 157	62.9	96.7	472	78.3	43.7	ng/kg
PCB 167	171	282	1400	194	120	ng/kg
PCB 169	<1.04	<1.05	<3.56	<0.827	<0.934	ng/kg
PCB 180	2.02	5.2	29.8	2.74	2.33	µg/kg
PCB 189	39.8	73.4	332	43.9	31.2	ng/kg
PCB 28	0.0652	0.213	0.561	0.0992	0.13	µg/kg
PCB 52	0.361	1.09	4.84	0.324	1.85	µg/kg
PCB 77	7.76	25.1	39.1	14.9	7.71	ng/kg
PCB 81	<0.533	<0.730	<2.33	<0.515	<0.583	ng/kg

PARAMETRO	MORANDMb2001	CENVADMb2001	ALBACAMMb2001	OROFRAMb2001	MESMARMb2001	UdM
Diossine e Furani						
OMS-PCDD/F - TEQ	0.0803	0.205	0.21	0.0959	0.161	ng/kg
<i>incertezza</i>	0.017	0.058	0.068	0.0265	0.044	
2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	0.124	0.619	0.304	0.203	0.129	ng/kg
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	0.0367	0.108	0.109	<0.0064	0.0804	ng/kg
2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	0.116	0.388	0.505	0.187	0.137	ng/kg
2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	<0.0062	<0.0158	<0.0182	<0.0146	<0.0125	ng/kg
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	<0.0061	<0.0176	<0.0193	<0.0158	<0.0125	ng/kg
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	<0.0060	<0.0142	<0.0174	<0.0136	<0.0115	ng/kg
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	0.0354	<0.0140	<0.0173	<0.0138	0.0687	ng/kg
1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	<0.0013	<0.0033	<0.0039	<0.0031	0.0702	ng/kg
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	0.0293	<0.0033	<0.0039	<0.0030	0.0666	ng/kg
Octaclorodibenzofurano	<0.0035	<0.0216	<0.0321	<0.0280	0.116	ng/kg
2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	<0.0020	<0.0064	<0.0040	<0.0043	<0.0024	ng/kg
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	<0.0062	<0.0082	<0.0112	<0.0074	0.0888	ng/kg
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	0.0466	<0.0070	<0.0055	<0.0045	<0.0035	ng/kg
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	0.0613	<0.0076	<0.0060	<0.0049	<0.0038	ng/kg
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	0.0393	<0.0070	<0.0058	<0.0048	<0.0040	ng/kg
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	0.338	<0.0185	<0.0226	<0.0210	<0.0114	ng/kg
Octaclorodibenzodiossina	0.437	0.421	<0.0769	0.526	0.22	ng/kg

PARAMETRO	MORANDMb2001	CENVADMb2001	ALBACAMMb2001	OROFRAMb2001	MESMARMb2001	UdM
Pesticidi						
2-Phenylphenol	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Acrinathrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Aldrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Aldrin e Dieldrin (espressi come dieldrin)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Azoxystrobin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bifenthrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bixafen	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Boscalid	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bromopropylate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Bromuconazole			< 0.002			mg/kg
Bromuconazole (Σ diastereoisomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cadusafos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlordane (cis-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlordane (Σ degli isomeri cis e trans)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Chlordane (trans-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorfenvinphos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorpropham	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorpyrifos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Chlorpyrifos-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cyfluthrin			< 0.002			mg/kg
Cyfluthrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cypermethrin			< 0.002			mg/kg
Cypermethrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cyprodinil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
DDT	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	mg/kg
Deltamethrin (cis-Deltamethrin)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Diazinon	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Dieldrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Difenoconazole	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMb2001	CENVADMb2001	ALBACAMMb2001	OROFRAMb2001	MESMARMb2001	UdM
Endosulfan (alfa-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endosulfan (beta-isomero)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endosulfan (Σ isomeri alfa e beta)	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	mg/kg
Endosulfan-sulphate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Endrin (Σ Endrin e Endrin chetone)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Endrin chetone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
EPN	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Esfenvalerate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Ethion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Etofenprox	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Famoxadone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenarimol	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenazaquin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenitrothion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenpropathrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenthion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenvalerate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fenvalerate + Esfenvalerate (Σ isomeri)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Fipronil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fipronil (Σ fipronil e fipronil-sulfone)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Fipronil-sulfone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Flucythrinate			< 0.002			mg/kg
Flucythrinate (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.004	< 0.002	mg/kg
Fludioxonil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fluquinconazole	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Heptachlor	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Eptacloro (Σ eptacloro e ept. epossido)	< 0.004	< 0.004	< 0.002	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Heptachlor-endo-epoxide (A, trans)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Heptachlor-exo-epoxide (B, cis)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Hexachlorocyclohexane [(HCH)]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Hexachlorocyclohexane [Lindane (HCH)]	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Iprodione	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Isocarbophos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMb2001	CENVADMb2001	ALBACAMMb2001	OROFRAMb2001	MESMARMb2001	UdM
Isoprothiolane	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Kresoxim-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Malaoxon	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Malathion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Malathion (Σ malathion e malaoxon)	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
Mepanipyrim	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Metalaxyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Methoxychlor	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Metolachlor	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Oxadixyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Oxychlordane	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
p,p'-DDD e o,p'-DDT	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	mg/kg
p,p'-DDE	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
p,p'-DDT	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Paraoxon methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Parathion	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Parathion-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pendimethalin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Permethrin			< 0.002			mg/kg
Permethrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Phenthoate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Phosalone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Phosmet	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Piperonyl-butoxide	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pirimiphos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pirimiphos-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Procymidone	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Profenofos	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Propargite	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pyridaben	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Pirimethanil	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Resmethrin			< 0.002			mg/kg
Resmethrin (somma di isomeri)	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Spiromesifen	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

PARAMETRO	MORANDMb2001	CENVADMb2001	ALBACAMMb2001	OROFRAMb2001	MESMARMb2001	UdM
Tebufenpyrad	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Tefluthrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Tetramethrin	0.007+/-0.004	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Tolclofos-methyl	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Triadimefon	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Trifluralin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Vinclozolin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Cyhalothrin	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Fluvalinate	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Esaclorobenzene	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg
Esaclorobutadiene	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	mg/kg

Risultati delle analisi su campioni di crostacei						
PARAMETRO	MORANDPI2001	CENVADPI2001	ALBCAM Sm2001	OROFRAPI2001	MESMAR PI2001	
	<i>P. longirostris</i>	<i>P. longirostris</i>	<i>S. mantis</i>	<i>P. longirostris</i>	<i>P. longirostris</i>	
Umidità	77.3	75.58	83.51	74.75	77.73	g/100 g
Benzo(a)pirene	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	µg/kg
Fluorantene	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	µg/kg
Benzo(b)fluorantene	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	µg/kg
Benzo(g,h,i)perilene	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	µg/kg
Benzo(k)fluorantene	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	µg/kg
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	µg/kg