



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

REGIONE
TOSCANA



Qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi

Attività di monitoraggio
2022 e proposta di
classificazione

Settore Mare

Firenze, 2023





Qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi

**Attività di
monitoraggio 2022
e proposta di
classificazione**

Firenze, 2023

Qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi

Attività di monitoraggio 2022 e proposta di classificazione

A cura di:

ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare

Autrice: *Daniela Verniani*, ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare

Sopralluoghi, parametri chimico fisici acqua, campionamento biota, dati biometrici:
Riccardo Biancalana, Enrico Cecchi, Andrea Nicastro, Michela Ria – ARPAT, Area
Vasta Costa, Settore Mare;

Paolo Ercolini – ARPAT Laboratorio Area Vasta Costa, Biologia di Pisa

Analisi batteriologiche e tossine: ARPAT, Laboratorio Area Vasta Costa, Biologia

Analisi chimiche: ARPAT, Laboratori Area Vasta Costa

Editing e copertina: ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

Immagine di copertina: Freepik

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

Via del Ponte alle Mosse 211 - 50144 Firenze - tel. 055 32061

www.arpat.toscana.it

Indice generale

1. Sintesi della relazione.....	4
2. Introduzione.....	5
2.1 Il Piano di monitoraggio.....	5
2.2 Limiti di riferimento.....	8
3. Risultati.....	11
3.1 Analisi chimico fisiche dell'acqua.....	11
3.2 Analisi biologiche.....	13
3.3 Dati biometrici.....	15
3.4 Analisi chimiche.....	19
4. CONCLUSIONI.....	24

Parole chiave

corpo idrico, molluschi, acque a specifica destinazione funzionale

1. Sintesi della relazione

Questa relazione rappresenta la sintesi del lavoro di monitoraggio svolto durante l'anno **2022** per la valutazione della conformità delle acque marine della Toscana alla vita dei molluschi, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

L'attività di monitoraggio prevede il campionamento di acqua e di molluschi bivalvi presenti naturalmente in tre corpi idrici costieri della Toscana (Costa del Serchio, Costa pisana e Costa Follonica) e successiva analisi batteriologica e chimica dei campioni prelevati.

Sulla base dei limiti previsti dalla tabella 1/C della Sezione C All. 2 alla Parte III del D.Lgs. 152/2006, **il 100 % dei campioni** in tutte le stazioni monitorate nel 2022 **è risultato conforme**, e si propone la seguente classificazione delle acque destinate alla vita dei molluschi.

Anno	Parametro	Viareggio ovest	Tirrenia	Carbonifera
2022	Coliformi fecali	0	0	0
	Mercurio/Piombo	0	0	0
	Organo-alogenati	0	0	0
	Conformità	SI	SI	SI

Legenda: 1= non conformità; 0 = conformità

Le altre analisi chimiche effettuate per la ricerca di diossine e composti diossina simili, IPA, composti organo clorurati (esaclorobenzene, α -esaclorocicloesano, β -esaclorocicloesano e γ -esaclorocicloesano) e altri metalli non hanno rilevato criticità.

2. Introduzione

Le acque destinate alla vita dei molluschi sono comprese tra quelle che l'art. 79 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. definisce “*a specifica destinazione funzionale*” e per le quali deve essere perseguito l'obiettivo di qualità stabilito nell'Allegato 2 alla parte terza del medesimo decreto.

Le Regioni, in accordo con il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, hanno il compito di individuare le zone di mare e salmastre che necessitano di “*protezione e miglioramento per consentire la vita e lo sviluppo*” dei molluschi bivalvi e gasteropodi (art. 87 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii). Questo tipo di monitoraggio prevede che le postazioni di prelievo coincidano con acque “*sede naturale di banchi e di popolazioni naturali*” di questi organismi, in modo da garantire loro un buon ambiente di sviluppo e di contribuire alla buona qualità dei prodotti della molluscoltura direttamente commestibili per l'uomo.

Inoltre, l'articolo 88 specifica che le acque destinate alla vita dei molluschi devono rispondere ai criteri di qualità di cui alla tabella 1/C dell'Allegato 2 alla parte terza del suddetto decreto: qualora da un campionamento risultasse la non conformità del punto di campionamento per uno o più parametri, le autorità competenti al controllo accertano se l'inosservanza sia dovuta a fenomeni naturali, a causa fortuita o ad altri fattori.

La designazione delle acque destinate alla vita dei molluschi non deve essere confusa con le attività di sorveglianza sanitaria e veterinaria sulla produzione, vendita e consumo dei molluschi, ma rimane a pieno titolo un'attività di tutela ambientale, come chiarisce in maniera esplicita l'articolo 99 dello stesso decreto.

I principali vantaggi offerti da un programma di monitoraggio di questo tipo, condotto tramite l'utilizzo di bioindicatori quali i molluschi bivalvi e gasteropodi, possono essere così riassunti:

- possibilità di valutare i livelli di contaminazione dell'area monitorata come una misura integrata nel tempo e non riferibile esclusivamente al momento del prelievo;
- possibilità di evidenziare, e quindi confrontare, gradienti di inquinamento spazio-temporali;
- stima della biodisponibilità delle sostanze contaminanti presenti nell'ecosistema marino e valutazione del rischio legato al trasferimento di queste sostanze lungo la catena trofica.

2.1 Il Piano di monitoraggio

In base alla Delibera della Regione Toscana n. 264 del 20/3/2018, il monitoraggio sulle acque marine destinate alla vita dei molluschi (VTM) prevede di controllare 3 aree in altrettanti corpi idrici costieri: Costa del Serchio, Costa pisana e Costa Follonica. Nelle due aree della costa settentrionale l'organismo bivalve monitorato è la tellina (*Donax trunculus*), mentre nella stazione di Carbonifera è il mitile (*Mytilus galloprovincialis*), come indicato nella tabella 2.1.

Tabella 2.1 - Coordinate delle stazioni di monitoraggio

Corpo Idrico Significativo	Descrizione punto di prelievo	Coordinate WGS84		Mollusco bivalve
		Latitudine	Longitudine	
Costa del Serchio	Viareggio Ovest	43°53.072' N	10°13.743' E	Tellina <i>Donax trunculus</i> Linnaeus, 1758
Costa pisana	Tirrenia	43°37.610' N	10°17.233' E	Tellina <i>Donax trunculus</i> Linnaeus, 1758
Costa di Follonica	Carbonifera	42°53.817' N	10°40.050' E	Mitile <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819

Costa del Serchio: Viareggio Ovest - Il punto è situato a nord del Porto di Viareggio e dello sbocco a mare del canale Burlamacca e poco più a sud del Fosso dell'Abate (figura 1).

Costa pisana: Tirrenia - Il punto è situato sul litorale di Tirrenia, a nord dell'immissione a mare dello Scolmatore dell'Arno e a sud della foce del Fiume Arno (figura 2).

Costa di Follonica: Carbonifera - Il punto è situato all'interno del golfo di Carbonifera, a circa 4 miglia nautiche dalla costa (figura 3). I campioni provengono da banchi di mitili che crescono naturalmente sulle gabbie galleggianti dell'allevamento off-shore Ittica Golfo di Follonica.

Figura 1 - Costa del Serchio: Viareggio Ovest



Figura 2 - Costa pisana: Tirrenia

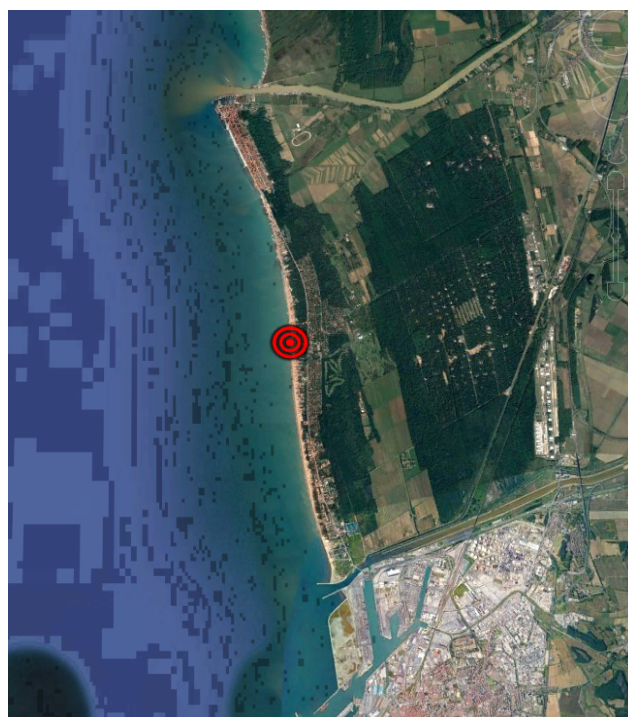
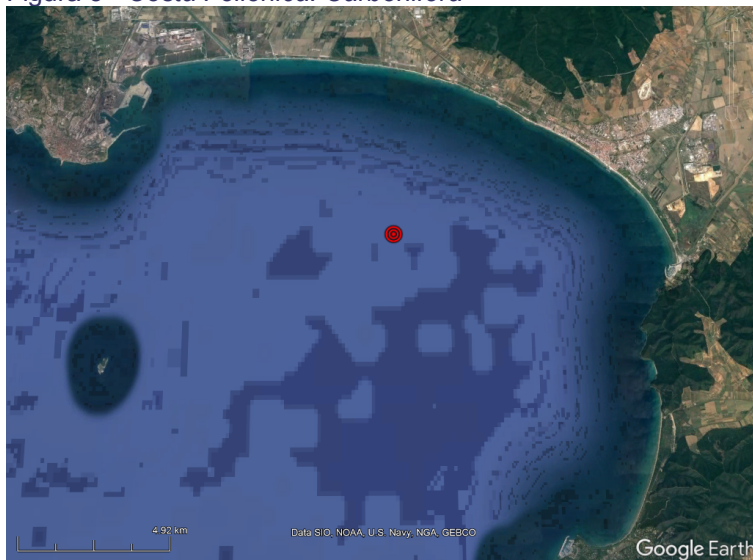


Figura 3 - Costa Follonica: Carbonifera



I campionamenti hanno cadenza stagionale (4 volte l'anno) per tutti i parametri, ad eccezione delle analisi chimiche (vedi par. 2.2) effettuate solo in primavera e autunno, in corrispondenza del periodo di minore e maggiore accrescimento gonadico.

Nella tabella 1 sono indicati i vari parametri ricercati con le diverse frequenze in corrispondenza di ciascuna delle stazioni di previste nel piano di monitoraggio.

Tabella 1 - Parametri e frequenza di campionamento ai sensi del D.Lgs 152/2006

Parametri ricercati	Cadenza controlli
pH	trimestrale
Temperatura	
Colorazione	
Materiali in sospensione	
Idrocarburi di origine petrolifera	
Salinità	mensile
Ossigeno disciolto	
Sostanze organo-alogenate	semestrale
Metalli : Argento, Arsenico, Cadmio, Cromo, Rame, Mercurio, Nichelio, Piombo, Zinco	
Coliformi fecali	trimestrale
Sostanze che influiscono sul sapore dei molluschi	Non specificata
Saxitossina (prodotta dai dinoflagellati)	Non specificata

I mitili sono campionati in modo da selezionare almeno 150 individui di taglia omogenea compresa tra il 70 e il 90% della media delle taglie massime osservate (in tutto circa 200 individui, se presente anche il batteriologico suddivisi in due sacchetti).

Le telline sono campionate utilizzando un rastrello a mano di tipo professionale, comunemente utilizzato per la pesca di questi molluschi (maglia non inferiore a 20 mm).

Oltre al campionamenti di organismi bivalvi, gli operatori prelevano un litro di acqua di mare per la determinazione di colorazione e solidi sospesi e registrano, tramite utilizzo di sonda multiparametrica portatile, i valori superficiali per l'acqua relativi a temperatura, salinità, ossigeno in saturazione (%), pH. Infine, tramite ispezione visiva, viene accertata la presenza o meno di idrocarburi dispersi in superficie.

Dopo il prelievo, i campioni destinati all'esame batteriologico, alla ricerca della saxitossina e alla determinazione dei solidi sospesi e colorazione, vengono mantenuti refrigerati durante il trasporto e consegnati entro le 24h al laboratorio di ARPAT. I campioni destinati, invece, allo studio del bioaccumulo sono mantenuti refrigerati a circa 4°C.

Entro 24-48 h dal prelievo, si provvede a ripulire gli organismi da eventuali incrostazioni presenti sulle valve e ad annotare i parametri biometrici (lunghezza della conchiglia e peso dell'organismo) di quelli destinati alle analisi chimiche, secondo quanto previsto dal "Metodologie analitiche di riferimento" ICRAM Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa Mare (Bioaccumulo in bivalvi - scheda 2).

La parte molle viene raccolta, pesata (peso pool campione), congelata e infine inviata al laboratorio ARPAT per successiva liofilizzazione e analisi.

2.2 Limiti di riferimento

I requisiti di qualità cui devono rispondere le acque destinate alla vita dei molluschi sono individuati dall'art. 88 del D.Lgs 152/2006, che prevede il rispetto della tabella 1/C riportata nell'Allegato 2 (Sezione C) alla Parte III del medesimo decreto (tabella 2). Le acque si considerano idonee alla vita dei molluschi quando i campioni rispettano i criteri di conformità sotto riportati:

- il 100% dei campioni prelevati per i parametri sostanze organo-alogenate e metalli;
- il 95% dei campioni per i parametri salinità e ossigeno disciolto;
- il 75% dei campioni per gli altri parametri indicati nella Tab. 1/C.

Qualora la frequenza dei campionamenti, ad eccezione di quelli relativi ai parametri "sostanze organo-alogenate" e "metalli", sia inferiore a quella indicata nella tabella, la conformità ai valori e alle indicazioni deve essere rispettata nel 100% dei campioni. Il superamento dei valori tabellari o il mancato rispetto delle indicazioni riportate nella tabella 1/C non sono presi in considerazione se avvengono a causa di eventi calamitosi.

Tabella 2 - Qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi (da D. Lgs. 152/2006 - Tab.1/C)

	Parametro	Udm	G	I	Frequenza minima
1	pH	unità pH		7-9	Trimestrale
2	Temperatura	°C	La differenza di temperatura provocata da uno scarico non deve superare, nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico, di oltre 2°C la temperatura misurata nelle acque non influenzate		Trimestrale
3	Colorazione (dopo filtrazione)	mg Pt/L		Dopo filtrazione il colore dell'acqua, provocato da uno scarico, non deve discostarsi nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico di oltre 10 mg Pt/L dal colore misurato nelle acque non influenzate	Trimestrale
4	Materiali in sospensione	mg/L		L'aumento del tenore di materie in sospensione provocato da uno scarico non deve superare, nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico, di oltre il 30% il tenore misurato nelle acque non influenzate	Trimestrale
5	Salinità	‰	12-38 ‰	≤40‰ La variazione della salinità provocata da uno scarico non deve superare, nelle acque destinate alla vita dei molluschi influenzate da tale scarico, ±10% la salinità misurata nelle acque non influenzate	Mensile
6	Ossigeno disciolto	% di sat.	≥80%	≥70%(valore medio) Se una singola misurazione indica un valore inferiore al 70% le misurazioni vengono proseguite. Una singola misurazione può indicare un valore inferiore al 60% soltanto qualora non vi siano conseguenze dannose per lo Sviluppo delle popolazioni di molluschi	Mensile, con almeno un campione rappresentativo del basso tenore di ossigeno presente nel giorno del prelievo. Tuttavia se si presentano variazioni diurne significative saranno effettuati almeno due prelievi al giorno.
7	Idrocarburi di origine petrolifera			Gli idrocarburi non devono essere presenti nell'acqua in quantità tale da produrre un film visibile alla superficie dell'acqua e/o un deposito sui molluschi da avere effetti nocivi per i molluschi	Trimestrale
8	Sostanze organo-alogenate		La concentrazione di ogni sostanza nella polpa del mollusco deve essere tale da contribuire ad una buona qualità dei prodotti della molluschicoltura	La concentrazione di ogni sostanza nell'acqua o nella polpa del mollusco non deve superare un livello tale da provocare effetti nocivi per i molluschi e per le loro larve.	Semestrale
9	Metalli: Argento Arsenico Cadmio	ppm	La concentrazione di ogni sostanza nella polpa del mollusco deve essere tale da contribuire ad una buona qualità dei prodotti della molluschicoltura	La concentrazione di ogni sostanza nell'acqua o nella polpa del mollusco non deve superare un livello tale da provocare effetti nocivi per i molluschi	Semestrale

	Parametro	Udm	G	I	Frequenza minima
	Cromo Rame Mercurio ⁽¹⁾ Nichelio Piombo ⁽²⁾ Zinco			e per le loro larve. È necessario prendere in considerazione gli effetti sinergici dei vari metalli.	
10	Coliformi fecali	n°/ 100mL		≤300 nella polpa del mollusco e nel liquido intervalvare	Trimestrale
11	Sostanze che influiscono sul sapore dei molluschi			Concentrazione inferiore a quella che può alterare il sapore dei molluschi	
12	Saxitossina (prodotta dai dinoflagellati)				
⁽¹⁾ valore imperativo nella polpa del mollusco = 0,5 ppm ⁽²⁾ valore imperativo nella polpa del mollusco = 2 ppm				ABBREVIAZIONI: G = guida o indicativo; I = imperativo o obbligatorio	

Come si nota, dalla tabella 2, gli unici valori imperativi riportati nella tabella 1/C All. 2 alla Parte III – Sezione C del D.Lgs. 152/06 sono riferiti, per le acque, alla salinità e all'ossigeno % mentre, per la polpa, ai coliformi fecali, al mercurio e al piombo: il giudizio di conformità delle aree monitorate si baserà su questi 5 parametri.

3. Risultati

Nel 2022 le frequenze di campionamento sono state rispettate per tutti i parametri monitorati, a esclusione di quelli della salinità e dell'ossigeno disciolto, per i quali sono state effettuate campagne di misura trimestrali anziché mensili, sulla base degli esiti dei precedenti monitoraggi che non hanno evidenziato criticità tali da incidere sullo sviluppo dei molluschi.

Sono stati prelevati 12 campioni di acqua per analisi chimico fisiche e 12 di molluschi bivalvi, per analisi batteriologiche e/o chimiche.

3.1 Analisi chimico fisiche dell'acqua

La **temperatura**, la **salinità**, il **pH** e l'**ossigeno disciolto** % (tabella 3.1) sono risultati **conformi**, per tutto il 2022, ai valori imperativi dalla **tabella 1/C**.

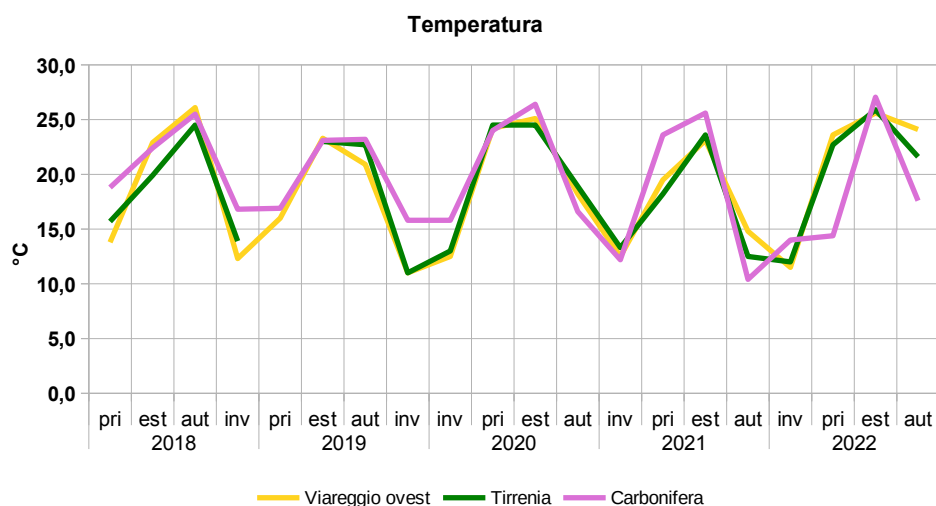
Tabella 3.1 - Risultati analitici 2022 relativi al campionamento di acqua

Stazione	Data	Temp.	Salinità	O ₂	pH	Idrocarburi	Colore	Solidi sospesi
		°C	‰	%			mg Pt/l	mg/l
Viareggio ovest	02/03/22	11,5	35,1	100,0	8,00	Assenti	< 5	15,0
	23/05/22	23,6	36,4	103,0	8,00	Assenti	< 5	12,0
	13/09/22	25,6	38,5	64,1	8,14	Assenti	< 5	18,0
	27/10/22	24,1	36,0	72,0	8,68	Assenti	< 5	8,6
Tirrenia	01/03/22	12,0	38,1	86,2	8,69	Assenti	< 5	15,0
	24/05/22	22,7	38,6	79,0	8,13	Assenti	< 5	22,0
	14/09/22	25,9	37,5	75,2	Non rilevato	Assenti	< 5	12,0
	26/10/22	21,6	38,9	76,7	8,67	Assenti	< 5	12,0
Carbonifera	25/01/22	14,0	38,0	91,1	8,10	Assenti	< 5	8,4
	13/04/22	14,4	38,2	95,8	8,15	Assenti	< 5	5,3
	26/07/22	27,0	38,1	102,3	8,00	Assenti	< 5	6,6
	30/11/22	17,6	38,2	93,9	8,19	Assenti	< 5	6,1
Valori Imperativi (Tab 1/C)			≤40‰	≥60%	7-9			

Gli **idrocarburi di origine petrolifera** sono assenti all'esame visivo in tutte le stazioni monitorate, mentre le concentrazioni di **colore e solidi sospesi** in genere sono molto basse e non tali da influire sullo sviluppo delle popolazioni di molluschi.

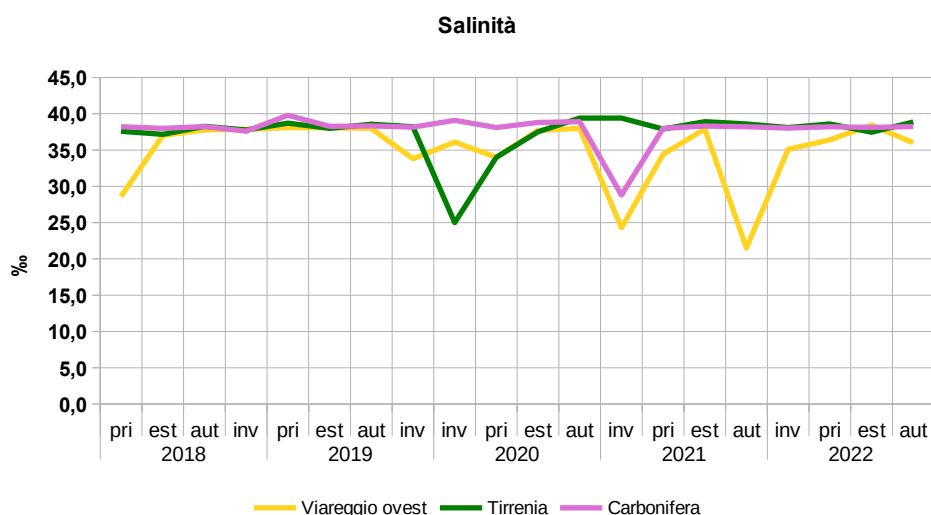
I valori di **temperatura** (figura 3.1) del periodo 2018-2022 nelle tre stazioni rispecchiano la stagionalità dei campionamenti. Il range dei valori va da un minimo di 10,4°C di Carbonifera in autunno 2021 a un massimo di 27,0°C di Carbonifera estate 2022.

Figura 3.1 - Andamento della temperatura nel periodo 2018-2022



La **salinità** presenta valori intorno a 38‰ nelle stazioni di Tirrenia e Carbonifera con una riduzione nei mesi invernali rispettivamente nel 2020 e nel 2021 fino a 25‰, come evidenziato in figura 3.2, a causa delle intense precipitazioni che nei giorni precedenti al campionamento hanno interessato queste zone.

Figura 3.2 - Andamento della salinità nel periodo 2018-2022

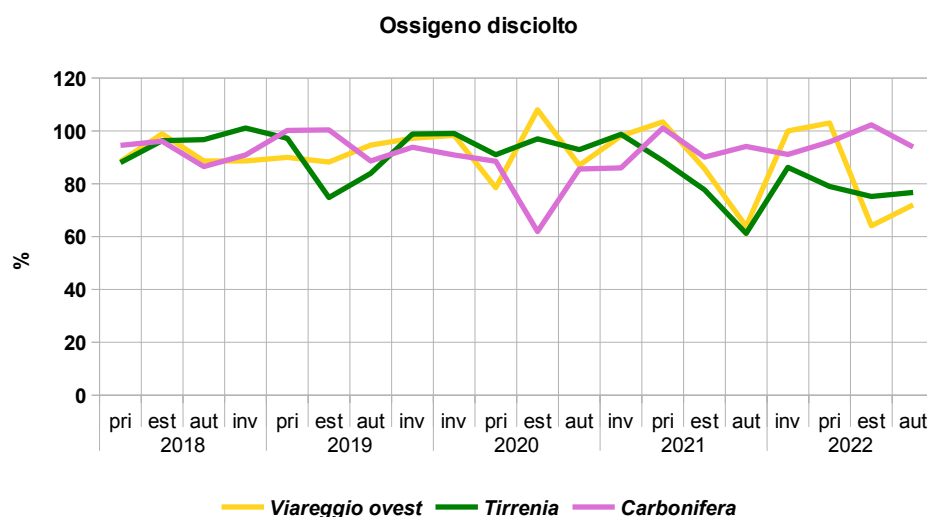


Viareggio ovest ha una salinità media più bassa, intorno a 35‰, per l'influenza del Canale Burlamacca: anche in questo caso in inverno e autunno 2021 si è assistito a una drastica riduzione della salinità, fino a 21,5‰, dovuta alle forti piogge del periodo.

Il range dei valori di salinità va da un minimo di 21,5‰ di Viareggio ovest in inverno 2021 a un massimo di 39,80‰ di Carbonifera nella primavera 2019.

Per quanto riguarda l'**ossigeno disciolto** (figura 3.3), questo presenta il valore minimo, 61,2%, nella stazione di Tirrenia nell'autunno del 2021 e massimo nella stazione di Viareggio Ovest nell'estate 2020, con 108%.

Figura 3.3 - Andamenti di temperatura, salinità e saturazione di ossigeno disciolto nel periodo 2018-2022



3.2 Analisi biologiche

Il consumo dei molluschi bivalvi, soprattutto per la diffusa abitudine di consumarli poco cotti o crudi, è considerato uno dei principali responsabili di trasmissione all'uomo di diverse malattie di origine batterica e virale e di intossicazioni dovute alla presenza di biotossine algali.

I **coliformi fecali** sono un gruppo di batteri della famiglia delle Enterobacteriaceae, che costituiscono la normale flora intestinale degli animali a sangue caldo, compreso l'uomo. Sono batteri Gram-negativi, a forma di bastoncino, capaci di fermentare rapidamente il lattosio entro 48 ore ad una temperatura di 44,5-45,5 °C. Il gruppo dei coliformi fecali, avendo un habitat prevalentemente intestinale, costituisce un buon rivelatore di contaminazione fecale sia per le acque sia per gli alimenti.

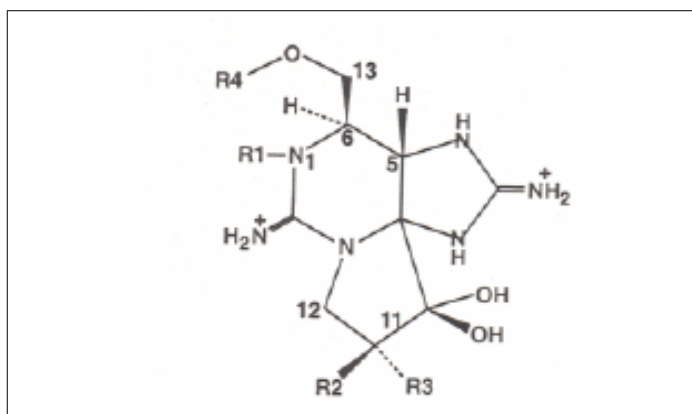
Tabella 3.2 - Risultati analitici 2022 relativi al campionamento di molluschi bivalvi

Stazione	Data	Saxitossina	Coliformi fecali
		µg/kg	MPN/100ml
Viareggio ovest	02/03/22	< 3,75	< 200
	23/05/22	15,11	< 200
	13/09/22	< 3,75	< 200
	27/10/22	< 3,75	< 200
Tirrenia	01/03/22	< 3,75	200
	24/05/22	11,28	< 200
	14/09/22	4,71	< 200
	26/10/22	5,60	200
Carbonifera	25/01/22	8,14	< 200
	13/04/22	11,39	< 200
	26/07/22	< 3,75	< 200
	30/11/22	5,33	< 200
Valori Imperativi (Tab. 1/C)			300 MPN/100ml

Tutte le stazioni monitorate nel 2022 sono risultate sempre conformi al valore imperativo di 300 MPN/100ml di coliformi fecali (tabella 3.2).

Il rischio di intossicazione da biotossine algali è principalmente legato al consumo di molluschi bivalvi filtratori che possono accumulare tali sostanze a seguito del proliferare nell'acqua di particolari generi di alghe unicellulari tossiche. In particolare la **saxitossina** (figura 3.4) è una neurotossina idrosolubile responsabile della sindrome paralitica da molluschi bivalvi o PSP. I maggiori responsabili della produzione di questa tossina sono ceppi di dinoflagellati appartenenti per lo più al genere *Alexandrium* e alla specie *Gymnodinium catenatum*.

Figura 3.4 - Struttura generale della saxitossina (Rapporti ISTISAN 04/32)

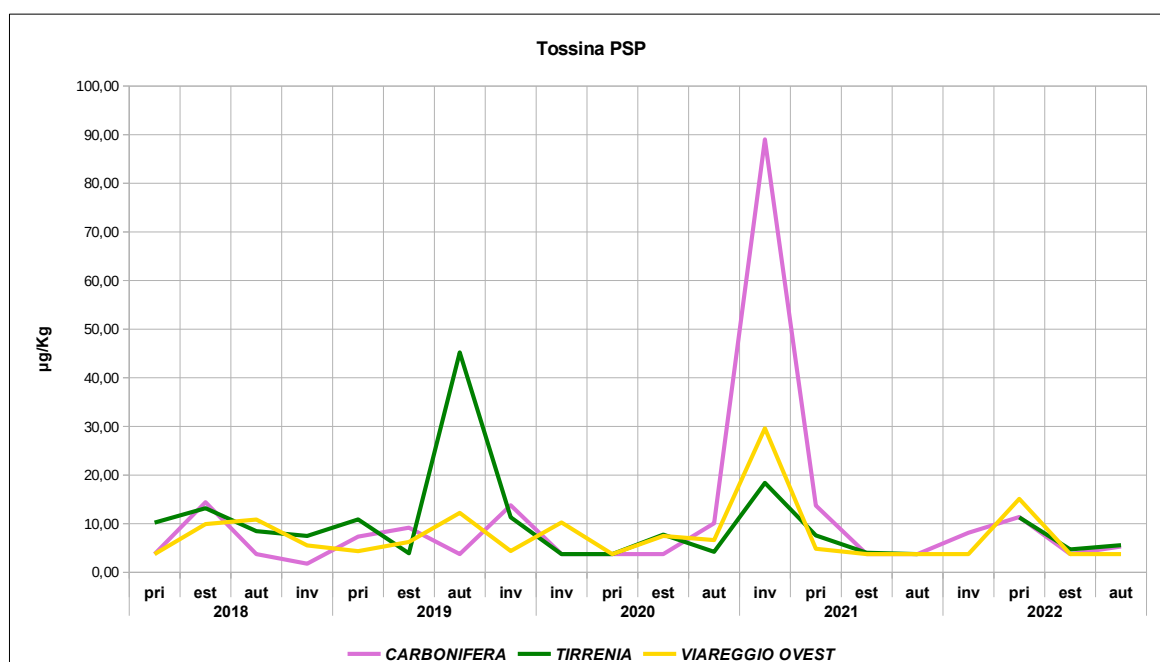


L'intossicazione avviene per ingestione e provoca vari sintomi come la parestesia della bocca, della lingua e delle estremità degli arti, e astenia muscolare fino a causare collasso cardiovascolare e insufficienza respiratoria, in relazione alla quantità di tossina assunta.

Per quanto il D.Lgs. 152/2006 non preveda alcun limite in Tabella 1/C, la legislazione italiana (D.M. Salute 16/05/2002, D.Lgs. 530/1992 e s.m.i.) e quella Comunitaria (Reg. 853/2004) in materia di consumo di alimenti prevede per le tossine ad attività paralizzante un limite di tolleranza nei molluschi bivalvi vivi pari a 800 µg/kg di parte edibile: in tutte le stazioni monitorate nel 2022 le concentrazioni di saxitossina sono risultate inferiori a questo limite di tolleranza (tabella 3.2).

Le concentrazioni rilevate nel periodo 2018-2022 sono per lo più comprese tra 3,75 µg/kg (limite di quantificazione) e 20 µg/kg, con solo 3 valori più elevati, ma sempre ampiamente inferiori al limite di tolleranza: nell'autunno del 2019 a Tirrenia (45,23 µg/kg), nell'inverno 2021 a Viareggio ovest (29,63 µg/kg) e a Carbonifera (89,02 µg/kg).

Figura 3.5 - Concentrazione di saxitossina - 2018-2022



3.3 Dati biometrici

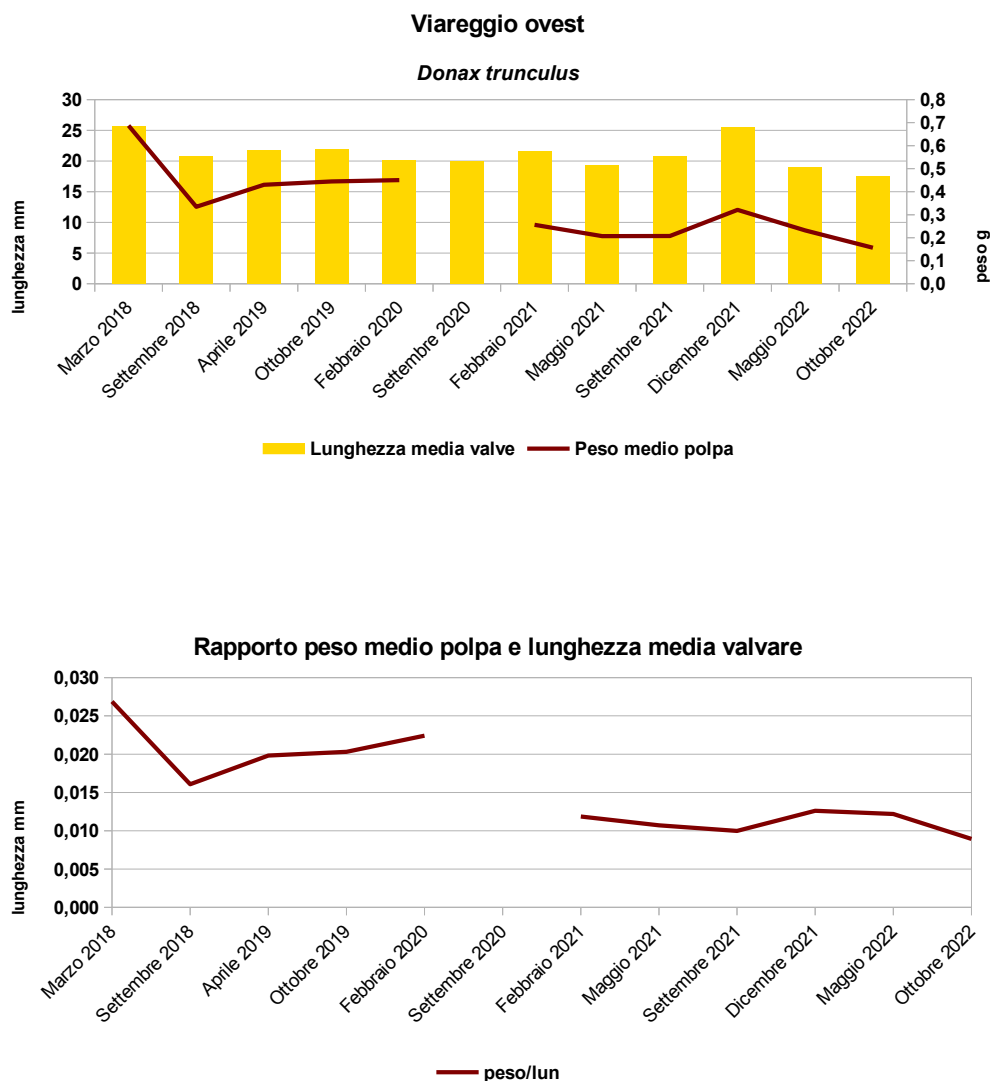
Al momento della preparazione del campione per le analisi chimiche, i molluschi con conchiglie aperte o danneggiate sono stati scartati e i campioni sono stati preparati secondo la procedura riportata nel documento "Metodologie analitiche di riferimento" ICRAM Ministero dell'Ambiente-Servizio Difesa Mare (Bioaccumulo in bivalvi - scheda 2).

Sono stati quindi annotati i parametri biometrici quali la lunghezza delle valve e peso degli organismi interi, numero degli organismi analizzati e peso del pool campione.

Le telline della stazione di Viareggio ovest (tabella 3.3) presentano poche variazioni stagionali con valori che indicano un maggiore accrescimento durante il periodo primaverile, soprattutto nel 2018. A causa di un disguido non è stato possibile rilevare il peso medio polpa nell'estate del 2020, con conseguente interruzione della linea di grafico. Il 2021 presenta un evidente riduzione della polpa contenuta all'interno del guscio con valori medi tra 0,2-0,3 grammi contro 0,4-0,5 degli anni precedenti.

Tabella 3.3 - Dati biometrici su esemplari di *Donax trunculus* a Viareggio ovest

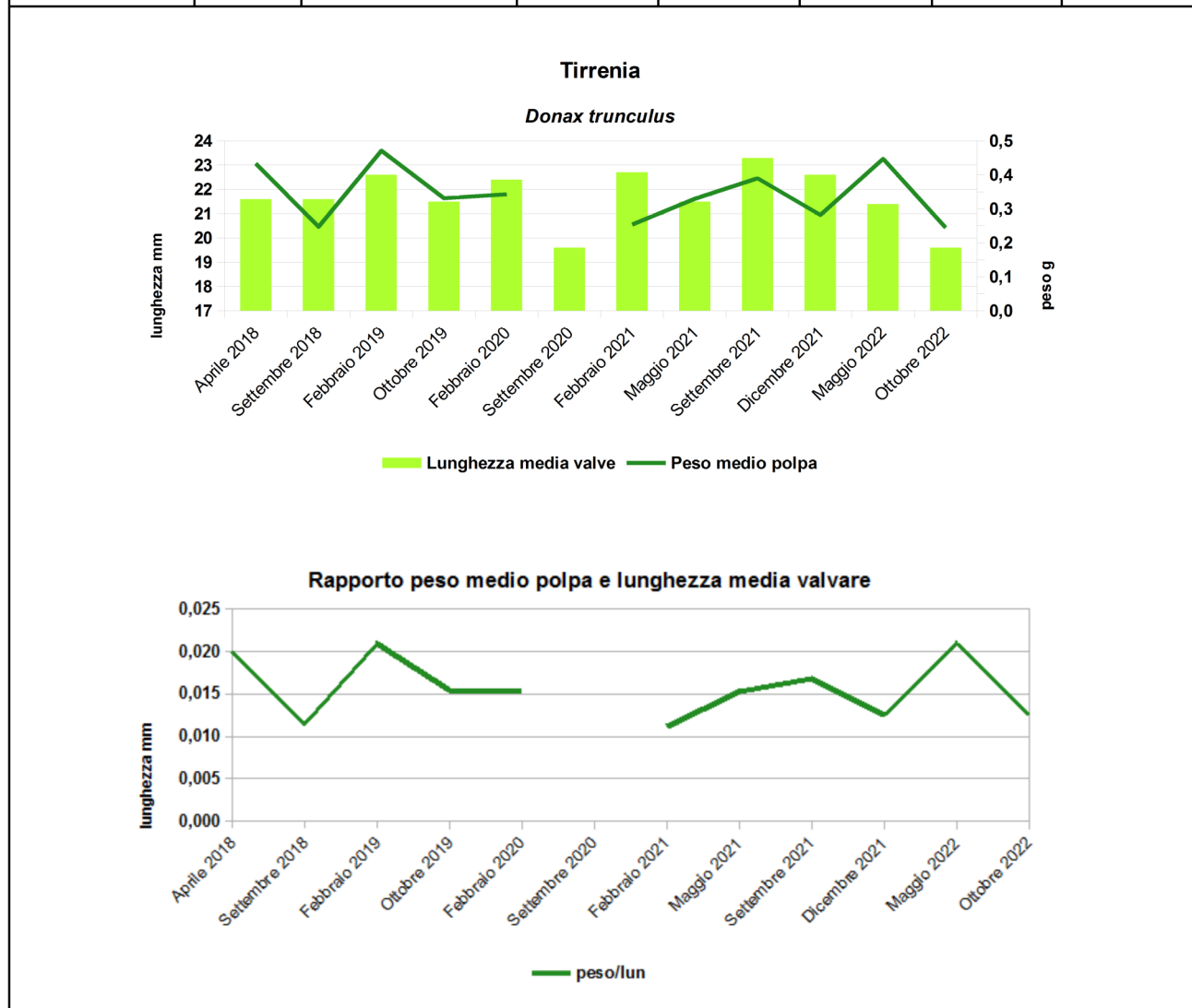
Stazione	Data	Organismo	Lunghezza media valve (mm)	Peso medio organismo (g)	Peso pool (g)	Organismi (nr.)	Peso medio polpa (g)
Viareggio ovest	23/05/22	Tellina	19,0	1,0	29,2	126	0,2
	27/09/22	(<i>Donax trunculus</i>)	17,5	0,9	10,2	65	0,2



A Tirrenia le telline (tabella 3.4) presentano una crescita delle valve meno omogenea rispetto a quanto riscontrato nella stazione di Viareggio, con aumenti in lunghezza nei periodi primaverili e invernali. All'interno l'organismo cresce maggiormente in primavera/estate. Come nel caso di Viareggio ovest, a causa di un disguido non è stato possibile rilevare il peso medio polpa nell'estate del 2020, con conseguente interruzione della linea di grafico.

Tabella 3.4 - Dati biometrici su esemplari di *Donax trunculus*: Tirrenia

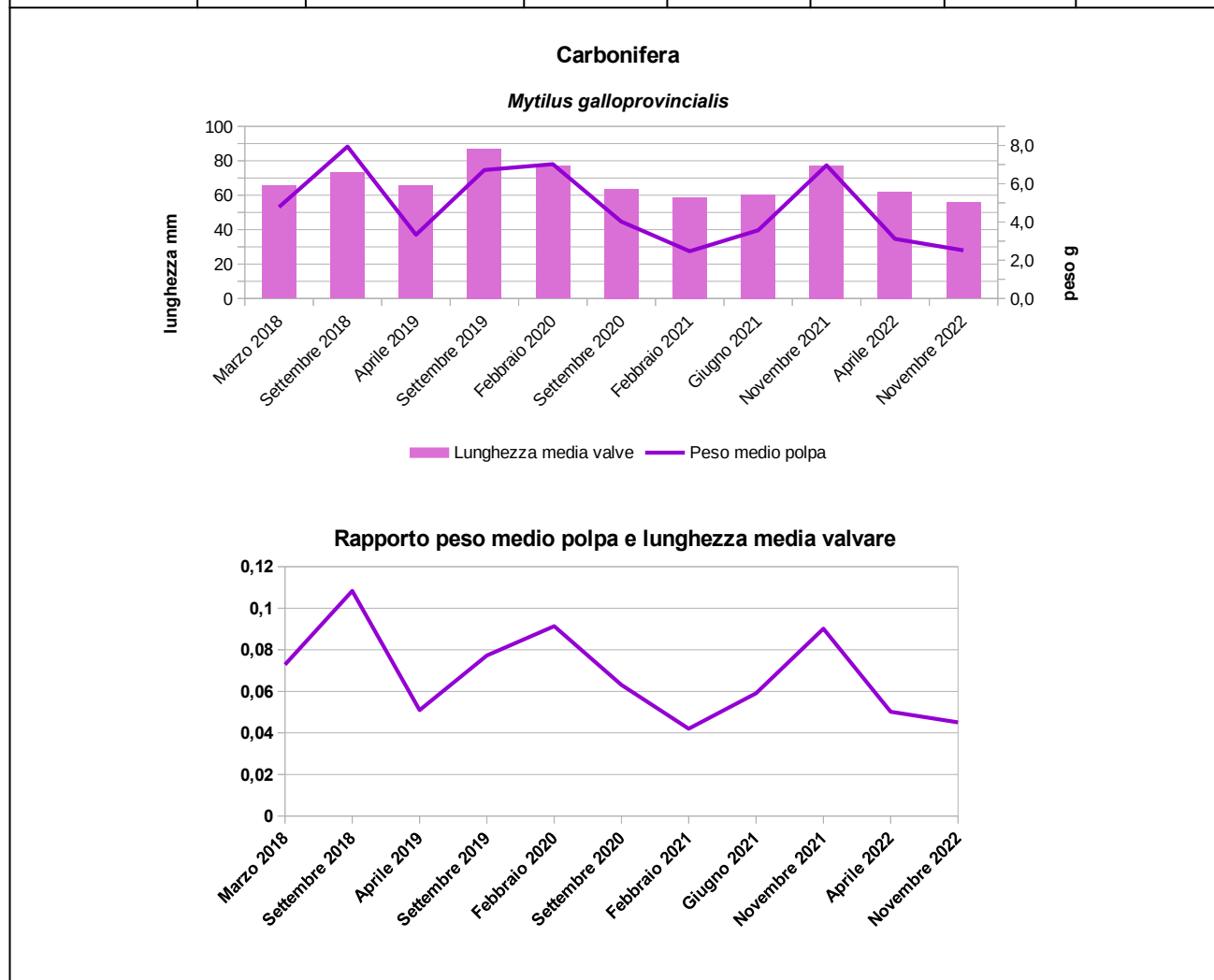
Stazione	Data	Organismo	Lunghezza media valve (mm)	Peso medio organismo (g)	Peso pool (g)	Organismi (nr.)	Peso medio polpa (g)
Tirrenia	24/05/22	Tellina (<i>Donax trunculus</i>)	21,4	1,5	29,5	66	0,4
	26/10/22		19,6	1,2	21,5	88	0,2



Diversa è invece la curva per i mitili di Carbonifera: il maggior accrescimento degli organismi sembra essere in autunno, come indicato nella tabella 3.5.

Tabella 3.5 - Dati biometrici su esemplari di *Mytilus galloprovincialis*: Carbonifera

Stazione	Data	Organismo	Lunghezza media valve (mm)	Peso medio organismo (g)	Peso pool (g)	Organismi (nr.)	Peso medio polpa (g)
Carbonifera	15/04/22	Mitile (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	62,1	21,8	62,4	20	3,1
	30/11/22		55,8	15,3	62,9	25	2,5



3.4 Analisi chimiche

Per l'anno 2022 sono stati effettuati 3 campionamenti per la ricerca dei parametri chimici nei molluschi bivalvi in tutte le stazioni previste dal monitoraggio. Gli unici valori imperativi riportati nella tabella 1/C per i metalli (Tabella 2) si riferiscono al **mercurio** e al **piombo**, rispettivamente di **500 e 2000 µg/kg** nella polpa del mollusco (in peso umido), e nel 2022 non si sono evidenziati superamenti (tabella 3.6).

Per quanto riguarda il piombo, la recente normativa in fatto di contaminanti nei prodotti alimentari (regolamento CE n.1881/2006, come modificato dal regolamento CE n. 2015/1005) prevede un limite leggermente inferiore al D.Lgs. 152/2006 (1500 µg/kg), ma i valori sono stati sempre ampiamente al di sotto anche di questo limite.

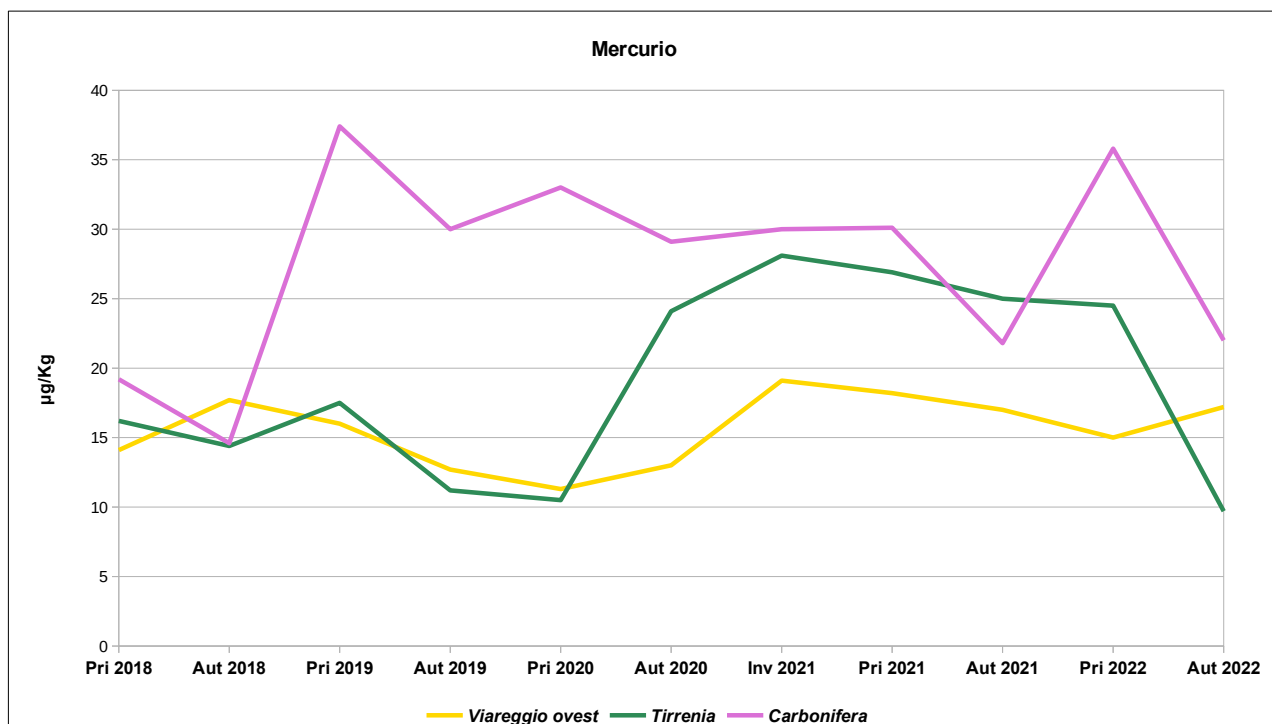
Tabella 3.6 - Risultati analitici di mercurio e piombo relativi al campionamento di molluschi bivalvi del 2021

Stazione	Data	Mercurio	Piombo
		µg/kg	µg/kg
Viareggio ovest	23/05/22	15	101
	27/10/22	17,2	146
Tirrenia	24/05/22	24,5	92
	26/10/22	9,7	152
Carbonifera	12/04/22	35,8	174
	30/11/22	22	186
Valori Imperativi (Tab. 1/C)		500 µg/kg	2000 µg/kg

Nelle tre stazioni l'andamento del mercurio, dal 2018 al 2022, riportato in figura 3.6, appare leggermente diverso:

- **Viareggio ovest:** presenta una situazione piuttosto stabile con concentrazioni che vanno da 11,3 µg/kg (inverno 2020) a 19,1 µg/kg (inverno 2021);
- **Tirrenia:** le concentrazioni subiscono un brusco aumento a partire dall'autunno 2020 con valori raddoppiati rispetto agli anni precedenti: il valore minimo, 10,5 µg/kg si registra in primavera 2020 mentre il più alto, 28,1 µg/kg, in inverno 2021;
- **Carbonifera:** presenta la maggior parte delle concentrazioni intorno a 30 µg/kg con un minimo di 14,6 µg/kg in autunno 2018 e un massimo di 37,4 in primavera 2019.

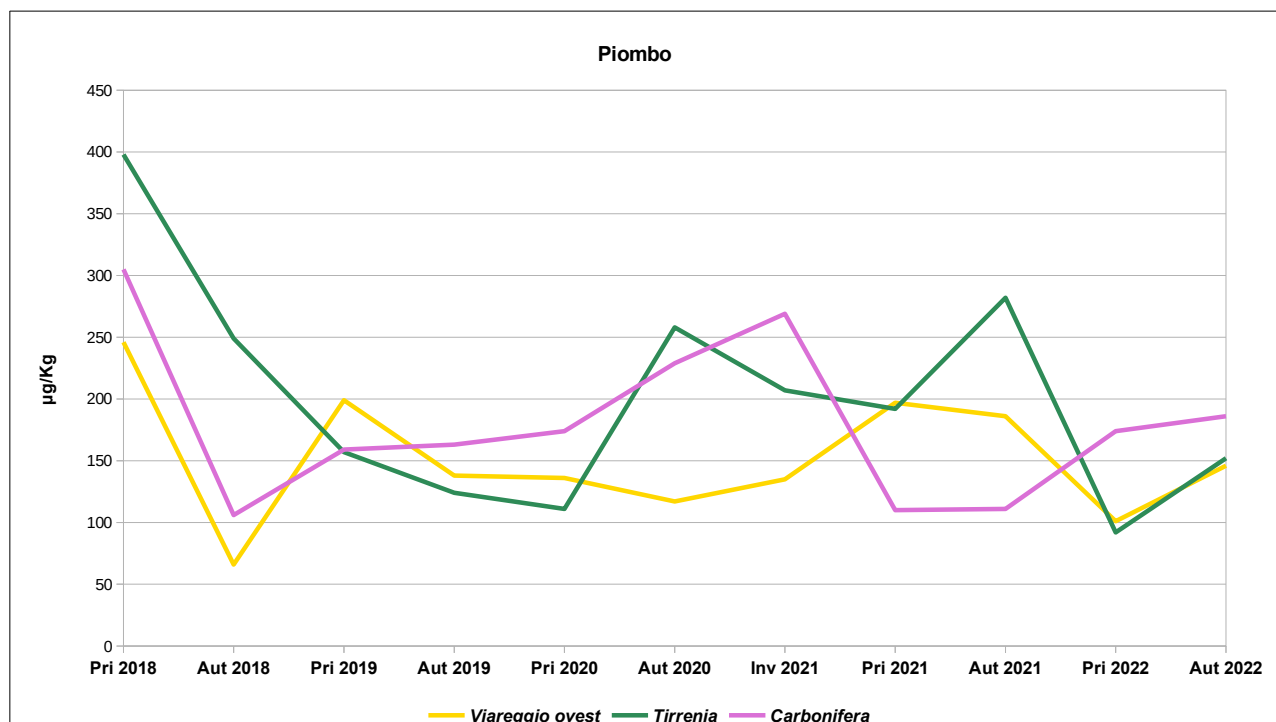
Figura 3.6 - Concentrazione di mercurio - 2018-2022



Le concentrazioni di piombo del periodo 2018-2022 sono riportate in figura 3.7:

- **Viareggio ovest:** la concentrazione massima (246 µg/kg) e minima (66 µg/kg) si registrano rispettivamente in primavera e in autunno 2018; il resto dei dati rimane in un intervallo tra 101 e 199 µg/kg;
- **Tirrenia:** la concentrazione massima di questo metallo si ha in primavera 2018 con 398 µg/kg (la concentrazione più alta in assoluto tra le 3 stazioni); il valore minimo è di 92 µg/kg è registrato in primavera 2022;
- **Carbonifera** presenta un minimo di 106 µg/kg in autunno 2018 e un massimo di 305 µg/kg in in primavera 2018.

Figura 3.7 - Concentrazione di piombo - 2018-2022



Per tutte le altre sostanze chimiche riportate in tabella 1/C non ci sono limiti di riferimento, ma viene riportato come valore indicativo che *“la concentrazione di ogni sostanza nella polpa del mollusco deve essere tale da contribuire ad una buona qualità dei prodotti della molluschicoltura”* e come valore Imperativo che *“la concentrazione di ogni sostanza nell’acqua o nella polpa del mollusco non deve superare un livello tale da provocare effetti nocivi per i molluschi e per le loro larve”*.

In tabella 3.7 sono riportate le concentrazioni, espresse in µg/kg peso umido, degli altri metalli richiesti dalla normativa ma non aventi limiti di riferimento.

Tabella 3.7 - Dati analitici relativi ai metalli 2022

Stazione	Data	Ni	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Zn	Al	Fe	V
		µg/kg									
Viareggio ovest	23/05/22	638	13	4346	7	750	2979	15028	n.d	n.d	n.d
	27/09/22	611	33	3464	10	743	4283	14376	112213	94102	355
Tirrenia	24/05/22	334	181	4202	6	524	1488	13526	n.d	n.d	n.d
	26/10/22	603	373	2075	5	805	1580	8917	95235	85127	298
Carbonifera	15/02/21	254	2	4870	117	302	759	17549	72722	52573	983
	08/06/21	403	3	3854	88	553	744	19110	126914	82503	341

n.d.: non determinato

Il limite fissato dal Regolamento (CE) n. 488/2014 per quanto concerne i tenori massimi di **cadmio** nei prodotti alimentari è 1000 µg/kg peso umido: le concentrazioni di questo metallo in tutti i campioni esaminati sono molto al di sotto di questo limite.

Allo stesso modo, in tabella 3.8 sono riportati i valori di concentrazione delle diossine e composti diossina-simili, organoclorurati e IPA.

Per quanto riguarda i tenori massimi di Diossine e composti diossina simili (PCDD+PCDF+PCB-DL), il D.Lgs 172/2015 indica (nota 12 alla tabella 1/A) di far riferimento al Regolamento (UE) n. 1259/2011 e riporta come standard di qualità ambientale per il biota il valore di 0,0065 µg/kg.

Tabella 3.8 - *Dati analitici relativi ad altre sostanze chimiche indagate 2022*

Stazione	Data	PCDD+PCDF+ PCB-DL	HCB	α- HCH	β- HCH	γ- HCH	DDT totale	BaP	Fluorantene
		µg/kg TEQ	µg/kg						
Viareggio ovest	23/05/22	0,0013	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	27/10/22	n.d.	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	0,5	n.d.	n.d.
Tirrenia	01/03/23	0,0012	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,38	n.d.	n.d.
	24/05/22	0,0018	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	< 1	< 9
	26/10/22	0,0011	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,4	n.d.	n.d.
Carbonifera	15/02/21	0,0020	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,4	< 1	< 9
	08/06/21	0,0010	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,4	< 1	< 9

n.d.: non determinato

Nella stazione di Tirrenia, nel 2022, oltre ai 2 controlli di primavera (24/5/22) e autunno (26/10/22), è stato effettuato un campionamento straordinario a marzo per la ricerca di DDT, diossine e composti diossina simili nella polpa dei molluschi e nei sedimenti, a seguito di valori anomali rinvenuti nel campione di dicembre 2021. Tali valori avevano portato alla non conformità di questa stazione per l'anno 2021, ma le analisi non hanno confermato le criticità del campione precedente:

- nelle telline 0,38 µg/kg di DDT e 0,0012 µg/kg di PCDD+PCDF+PCB-DL;
- nei sedimenti il DDT è risultato inferiore al limite di quantificazione e 0,0012 µg/kg di PCDD+PCDF+PCB-DL.

Le analisi di questi due parametri nei campioni del 2022 hanno mostrato valori conformi con gli Standard di Qualità Ambientale indicati dal D.Lgs 172/2015.

Le concentrazioni degli isomeri dell'**esaclorocicloesano** risultano tutte inferiori al limite di quantificazione, mentre l'**esaclorobenzene (HCB)** presenta concentrazioni di 0,3 µg/kg a Viareggio ovest e 0,2 µg/kg a Tirrenia a ottobre 2022. Per la stazione di Carbonifera il valore per entrambi i campioni è < 0,1 µg/kg.

Per quanto riguarda gli IPA, in analogia con quanto viene fatto ai sensi del D.Lgs 172/2015 sono indagati il Fluorantene e il Benzo[a]pirene (BaP): le concentrazioni di entrambi i parametri risultano essere inferiori al limite di quantificazione in tutte le stazioni.

4. CONCLUSIONI

Sulla base della conformità ai limiti previsti dalla norma, riportati nella tabella 1/C della Sezione C All. 2 alla Parte III del D.Lgs. 152/2006, in particolare dei parametri coliformi fecali, mercurio e piombo, di cui la legge dispone limiti imperativi, si propone la classificazione delle acque destinate alla vita dei molluschi, riportata in tabella 4.1.

Il 100 % delle stazioni monitorate risulta conforme.

Le altre analisi chimiche effettuate, per la ricerca di diossine e composti diossina simili, IPA, composti organo clorurati (esaclorobenzene, α -esaclorocicloesano, β -esaclorocicloesano e γ -esaclorocicloesano) e altri metalli non hanno rilevato criticità.

Tabella 4.1 - Proposta di classificazione in base agli esiti di monitoraggio 2022

Anno	Parametro	Viareggio ovest	Tirrenia	Carbonifera
2018	Coliformi fecali	0	0	0
	Mercurio/Piombo	0	0	0
	Organo-alogenati	0	0	0
	Conformità	SI	SI	SI
2019	Coliformi fecali	0	0	0
	Mercurio/Piombo	0	0	0
	Organo-alogenati	0	0	0
	Conformità	SI	SI	SI
2020	Coliformi fecali	0	0	0
	Mercurio/Piombo	0	0	0
	Organo-alogenati	0	0	0
	Conformità	SI	SI	SI
2021	Coliformi fecali	1	0	0
	Mercurio/Piombo	0	0	0
	Organo-alogenati	0	1	0
	Conformità	NO	NO	SI
2022	Coliformi fecali	0	0	0
	Mercurio/Piombo	0	0	0
	Organo-alogenati	0	0	0
	Conformità	SI	SI	SI

Legenda: 1= non conformità; 0 = conformità;



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

ARPAT, via del Ponte alle Mosse, 211 - 50144 Firenze

Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324

urp@arpat.toscana.it