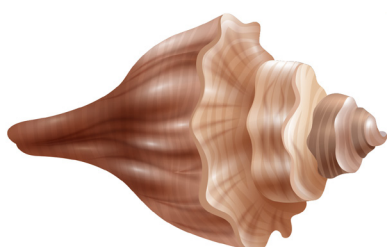




Qualità delle acque  
destinate alla  
vita dei molluschi

Attività di  
monitoraggio 2024  
e proposta  
di classificazione

**Report  
ARPAT**



# Qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi

## Attività di monitoraggio 2024 e proposta di classificazione

Firenze, 2025

## Qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi

### Attività di monitoraggio 2024 e proposta di classificazione

Autori: Antonio Melley e Daniela Verniani - *ARPAT, Settore Mare*

Sopralluoghi, parametri chimico fisici acqua, campionamento biota, dati biometrici:

Riccardo Biancalana, Enrico Cecchi, Ilaria Dalle Mura, Cecilia Mancusi, Giacomo Marino, Andrea Nicastro, Michela Ria - *ARPAT, Area Vasta Costa, Settore Mare;*

Paolo Ercolini, Ornella Bresciani - *ARPAT, Laboratorio Area Vasta Costa, UO Biologia*

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

Analisi chimiche: *ARPAT - Laboratori Area Vasta Costa*

Si ringrazia l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana (IZSLT) e, in particolare, la dott.ssa Francesca Susini (ittiopatologia e acquacoltura) per aver gentilmente messo a disposizione i risultati delle loro attività di monitoraggio sulle zone di raccolta di molluschi bivalvi vivi (DGRT 1401/2017).

Editing e copertina:

ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

Immagini di copertina: freepik.com



ARPAT 2025

Indice

SINTESI DELLA RELAZIONE..... 5

INTRODUZIONE..... 6

Il Piano di monitoraggio..... 6

Limiti di riferimento..... 9

RISULTATI..... 11

Analisi chimico fisiche dell’acqua..... 11

Analisi microbiologiche..... 13

Dati biometrici..... 16

Analisi chimiche..... 19

CONCLUSIONI..... 23

1. SINTESI DELLA RELAZIONE

La presente relazione rappresenta la sintesi del lavoro di monitoraggio svolto durante l'anno **2024** 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 del 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 **67 %** delle stazioni monitorate nel 2024 **è risultato conforme** e si propone la seguente classificazione delle acque destinate alla vita dei molluschi.

Anno	Parametro	Viareggio ovest	Tirrenia	Carbonifera
2024	Coliformi fecali	1	0	0
	Mercurio/piombo	0	0	0
	Organo-alogenati	0	0	0
	Conformità	NO	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,  $\alpha$ -esaclorocicloesano,  $\beta$ -esaclorocicloesano e  $\gamma$ -esaclorocicloesano) e altri metalli non hanno rilevato criticità.

Viste le difficoltà nel reperire i quantitativi necessari di telline e, soprattutto, in considerazione del fatto che i Dipartimenti di prevenzione delle AUSL, insieme a IZSLT, attuano da tempo un monitoraggio per il mantenimento della classificazione delle zone di produzione e raccolta di molluschi bivalvi vivi (MBV) affidato dalla Regione Toscana (DGRT 1401/2017), si ritiene che debba essere fatta una riflessione sulla necessità e sulla rilevanza di mantenere ancora un monitoraggio delle acque idonee alla vita dei molluschi (VTM) in Toscana.

Parole chiave

*corpo idrico, molluschi, acque a specifica destinazione funzionale*

## 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 "*sede di banchi e di popolazioni naturali di molluschi bivalvi e gasteropodi*" che necessitano di "*protezione e miglioramento per consentire la vita e lo sviluppo degli stessi e per contribuire alla buona qualità dei prodotti della molluschicoltura direttamente commestibili per l'uomo*" (art. 87 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii).

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.

I principali vantaggi offerti da un programma di monitoraggio di questo tipo, condotto tramite l'utilizzo di bioindicatori quali sono 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 1.

**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 2.1).

**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 2.2).

**Costa di Follonica: Carbonifera** - Il punto è situato all'interno del golfo di Carbonifera, a circa 4 miglia nautiche dalla costa (figura 2.3). I campioni provengono da banchi di mitili che crescono naturalmente sulle gabbie galleggianti dell'allevamento off-shore Ittica Golfo di Follonica.



Figura 2.1 - Costa del Serchio: Viareggio Ovest



Figura 2.2 - Costa pisana: Tirrenia



Figura 2.3 - Costa Follonica: Carbonifera



Tabella 1 - Coordinate delle stazioni di monitoraggio

Corpo Idrico Significativo	Punto di prelievo	Coordinate WGS84		Mollusco bivalente
		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)

I campionamenti hanno cadenza stagionale (4 volte l'anno) per tutti i parametri, ad eccezione delle analisi chimiche (vedi par. 9) effettuate solo in primavera e autunno (semestrale), in corrispondenza del periodo di minore e maggiore accrescimento gonadico.

Tra i parametri chimico fisici che vengono misurati tramite sonda multiparametrica (CTD), salinità e ossigeno disciolto sarebbero stati da monitorare con frequenza mensile a differenza di pH e temperatura (frequenza trimestrale), ma, dato che nei precedenti monitoraggi non sono mai state evidenziate criticità tali da incidere sullo sviluppo dei molluschi, sono state effettuate campagne di misure solo trimestrali per tutti i suddetti parametri.

Nella tabella 2 sono indicati i vari parametri ricercati con le diverse frequenze in corrispondenza di ciascuna delle stazioni previste nel piano di monitoraggio.

Tabella 2: *Parametri e frequenza di campionamento*

Parametri ricercati	Cadenza controlli
Temperatura, Salinità, pH e Ossigeno disciolto	Trimestrale
Colorazione	
Materiali in sospensione	
Idrocarburi di origine petrolifera	
Coliformi fecali	
Sostanze organo-alogenate	Semestrale
Metalli: argento, arsenico, cadmio, cromo, rame, mercurio, nichelio, piombo, zinco	
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 ai 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 di acqua relativi a temperatura, salinità, ossigeno in saturazione (%) e 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 dalle "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

L'art. 88 del D.Lgs 152/2006 per le acque destinate alla vita dei molluschi prevede il rispetto della tabella 1/C (Allegato 2 alla Parte III) che propone una serie di requisiti di qualità, individuando valori guida ed imperativi (tabella 3).

A tali requisiti si devono applicare i seguenti criteri di conformità, considerando il rispetto dei valori in percentuali diverse dei campioni prelevati in un anno, a seconda dei parametri considerati:

- il 100% dei campioni prelevati per le sostanze organo-alogenate e per i metalli;
- il 95% dei campioni per salinità e ossigeno disciolto;
- il 75% dei campioni per gli altri parametri.

In realtà, però, per molti parametri vengono fornite indicazioni non immediatamente misurabili (scostamenti rispetto ad altre acque) e/o di tipo qualitativo (ad es. un "*livello tale da provocare effetti nocivi*"), mentre per salinità e ossigeno disciolto (acque) così come per coliformi fecali, mercurio e piombo (polpa dei molluschi) vengono forniti dei limiti specifici. Di conseguenza, la conformità viene valutata solo sulla base del rispetto dei valori G (valore guida o indicativo) e I (valore imperativo o obbligatorio), in questi casi:

- il 100% dei valori di mercurio e piombo nella polpa dei molluschi;
- il 95% dei valori di salinità e ossigeno disciolto nelle acque;
- il 75% dei valori di coliformi fecali.

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 ed 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 3 - *Requisiti di qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi (da tabella 1/C Allegato 2 alla Parte III del D.Lgs 152/2006)*

Parametro	Udm	Valore guida o indicativo (G)	Valore imperativo o obbligatorio (I)
pH	unità pH		7-9
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	
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
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, oltre il 30% il tenore misurato nelle acque non influenzate
Salinità	‰	<b>12-38 ‰</b>	<b>≤40‰</b> 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
Ossigeno disciolto	% di sat.	<b>≥80%</b>	<b>≥70% (valore medio)</b> Se una singola misurazione indica un valore inferiore al 70% le misurazioni vengono proseguite. Una singola misurazione può indicare un valore inferiore al 60% solo nel caso che non vi siano conseguenze dannose per lo sviluppo delle popolazioni di molluschi.
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 stessi.
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.
mercurio	ppm	La concentrazione di ogni sostanza nella polpa del mollusco deve essere tale da contribuire ad una buona qualità dei prodotti della molluschicoltura	<b>0,5 ppm</b> (nella polpa del mollusco)
piombo	ppm		<b>2 ppm</b> (nella polpa del mollusco)
<b>Altri metalli:</b> argento, arsenico, Cadmio, cromo, rame, nichelio, zinco	ppm		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. È necessario prendere in considerazione gli effetti sinergici dei vari metalli.
Coliformi fecali	n°/100mL		<b>≤300</b> nella polpa del mollusco e nel liquido intervalvare
Sostanze che influiscono sul sapore dei molluschi			Concentrazione inferiore a quella che può alterare il sapore dei molluschi
Saxitossina (prodotta dai dinoflagellati)			

3. RISULTATI

Nel 2024 sono state effettuate 3 campagne delle 4 previste a causa di difficoltà nel reperimento di un quantitativo sufficiente di organismi (telline) a Viareggio ovest e Tirrenia e di problemi burocratici che non hanno permesso l'utilizzo della nuova imbarcazione di ARPAT, necessaria per i prelievi nella zona di Carbonifera, a partire da agosto.

Per le stazioni di Viareggio ovest e Tirrenia, nel periodo primaverile ed estivo non è stato possibile rilevare la temperatura a causa di un guasto alla sonda portatile.

Sono stati prelevati 9 campioni di acqua per l'analisi chimiche e 9 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 4) sono risultati conformi, per tutto il 2024 ai valori imperativi dalla tabella 1/C.

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

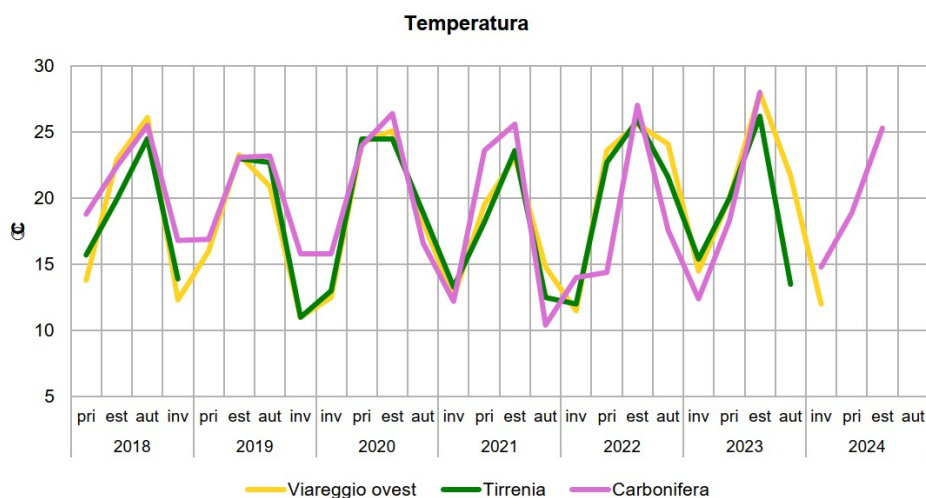
Tabella 4 - Risultati analitici 2024 relativi al campionamento di acqua

Stazione	Data	Temp.	Salinità	O <sub>2</sub>	pH	Idrocarburi	Colore	Solidi sospesi
		°C	‰	%			mg Pt/l	mg/l
Viareggio ovest	15/02/24	12,0	23,3	95,7	8,2	Assenti	< 5	4,0
	21/05/24	n.r	n.r	99,9	8,0	Assenti	< 5	14,0
	17/09/24	n.r	36,7	98,0	7,9	Assenti	< 5	17,0
		Campionamento non effettuato						
Tirrenia	15/02/24	13,5	38,4	96,5	8,3	Assenti	< 5	17,0
	05/06/24	n.r	37,6	104,6	8,2	Assenti	< 5	9,1
	11/09/24	n.r	37,7	98,3	7,9	Assenti	< 5	31
		Campionamento non effettuato						
Carbonifera	30/01/24	14,8	38,2	91,6	8,2	Assenti	< 5	3,2
	15/05/24	18,9	38,0	98,0	8,0	Assenti	< 5	2,5
	16/07/24	25,3	38,1	91,1	8,0	Assenti	< 5	< 2,5
		Campionamento non effettuato						
Valori Imperativi (Tab 1/C)			≤40‰	≥60%	7-9			

Legenda: n.r parametro non rilevato

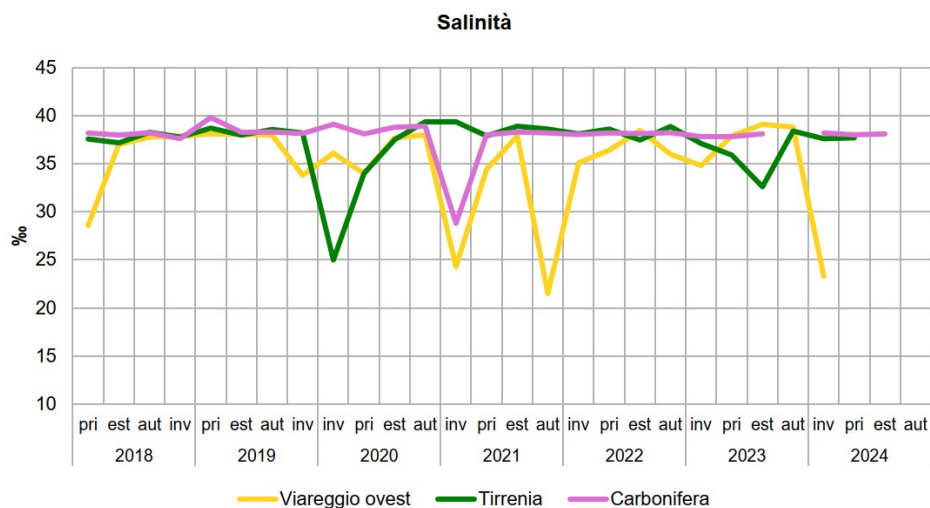
I valori di **temperatura** (figura 3.1) del periodo 2018-2024 nelle tre stazioni rispecchiano la stagionalità dei campionamenti. Il range dei valori va da un minimo di 10,4°C di Carbonifera nell'autunno del 2021 a un massimo di 28,0°C di Viareggio ovest e Carbonifera nell'estate 2023.

Figura 3.1 - Andamento della temperatura nel periodo 2018-2024



**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.

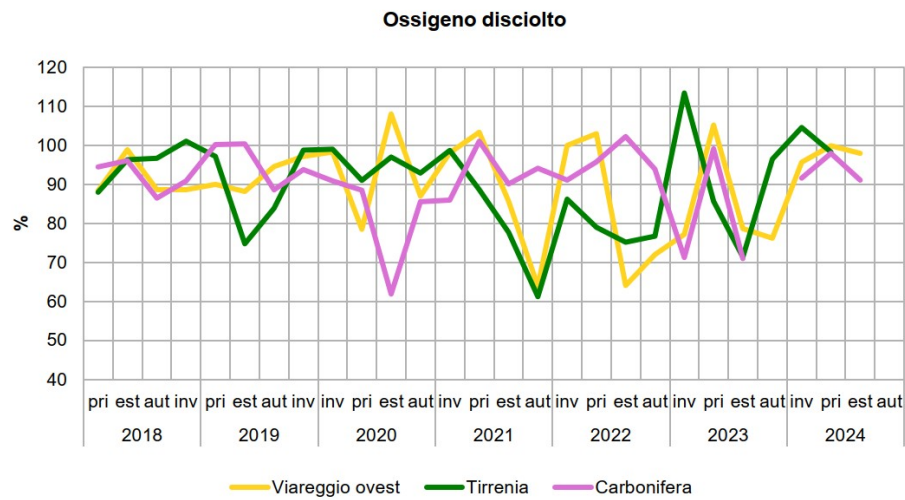
Figura 3.2 - Andamento della salinità nel periodo 2018-2024



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 assiste 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 di 61% nell’autunno del 2021 e massimo nell’inverno del 2023 con 113% nella stazione di Tirrenia.

Figura 3.3 - Andamenti di temperatura, salinità e saturazione di ossigeno disciolto nel periodo 2018-2024



In tabella 5 sono riportati di dati minimi massimi e le medie per le singole stazioni per il periodo 2018-2023.

Tabella 5 - Valori massimi e minimi, media e mediana delle 3 stazioni monitorate nel periodo 2018-2024

		Temperatura	Salinità	OD%	pH
Viareggio ovest	Massimo	28,0	39,1	108	8,8
	Minimo	11,0	21,5	63,9	7,1
	Media	19,1	35,0	89,9	8,0
	Mediana	20,0	36,9	90,0	8,0
Tirrenia	Massimo	26,2	39,4	113	8,7
	Minimo	11,0	25,0	61	7,5
	Media	19,9	37,2	90	8,1
	Mediana	20,0	37,9	92	8,1
Carbonifera	Massimo	28,0	39,8	102	8,3
	Minimo	10,4	28,8	62	7,7
	Media	19,5	37,9	90	8,1
	Mediana	18,3	38,2	91	8,0

3.2 Analisi microbiologiche

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 d’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 bastoncello 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.

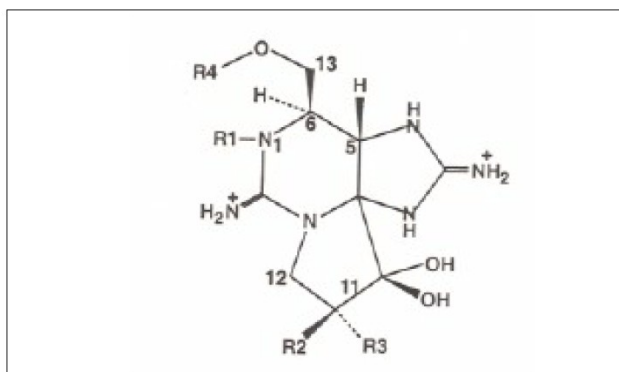
Tabella 6 - Risultati analitici 2024 relativi al campionamento di molluschi bivalvi

Stazione	Data	Saxitossina	Coliformi fecali
		µg/kg	MPN/100ml
Viareggio ovest	15/02/24		3300
	21/05/24		22100
	17/09/24		< 200
		Campionamento non effettuato	
Tirrenia	15/02/24		< 200
	05/06/24		< 200
	11/09/24		200
		Campionamento non effettuato	
Carbonifera	30/01/24		< 200
	14/05/24		< 200
	16/07/24		< 200
		Campionamento non effettuato	
Valori Imperativi (Tab. 1/C)			300 MPN/100ml

Le stazioni di Tirrenia e Carbonifera sono risultate sempre conformi nel 2024 al valore imperativo di 300 MPN/100ml di coliformi fecali (tabella 6). Diversa la situazione per la stazione di Viareggio ovest che presenta 2 superamenti su 3.

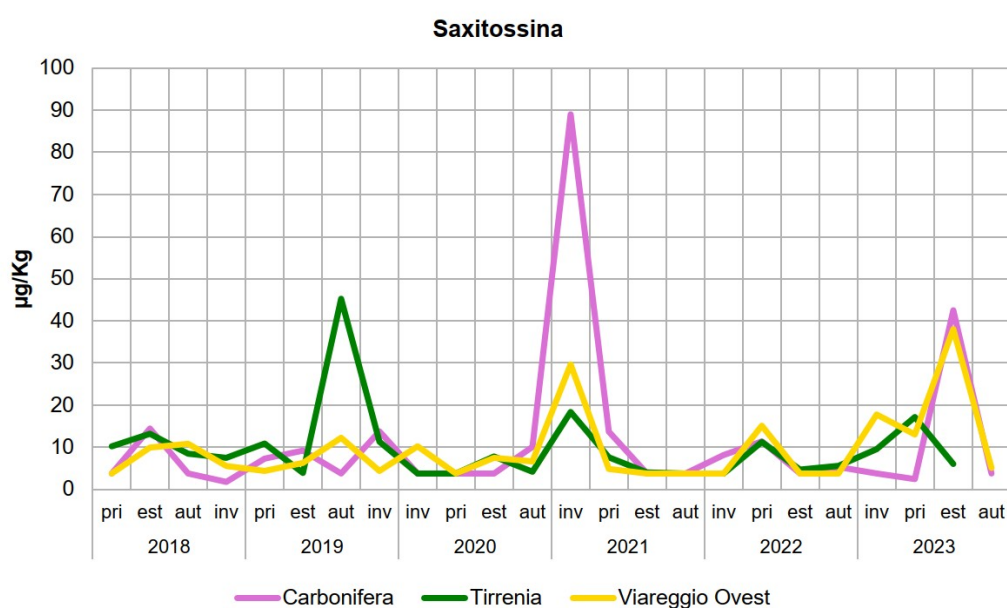
Il rischio di intossicazione da biotossine algali è principalmente legato al consumo di molluschi bivalvi filtratori che possono accumulare tali sostanze a seguito del proliferare nell'acqua di particolari generi di alghe unicellulari tossiche. In particolare, la **saxitossina** (figura 3.4) è una neurotossina 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.

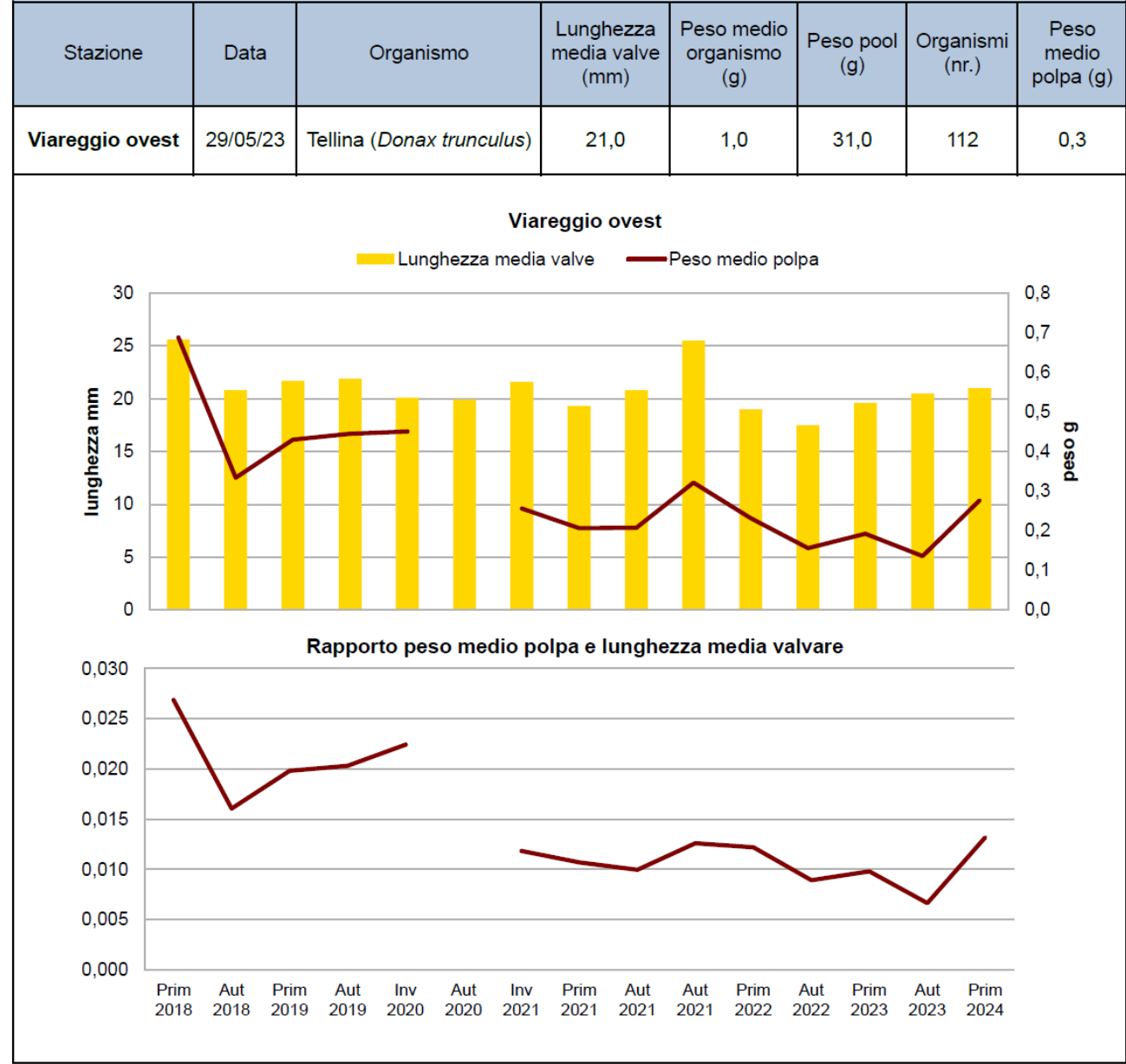
Per quanto il D.Lgs 152/2006 non preveda alcun limite in Tabella 1/C, la legislazione italiana (D.M. Salute 16/05/2002, D.Lgs 530/1992 e s.m.i.) e quella Comunitaria (Reg. 853/2004) in materia di consumo di alimenti prevede per le tossine ad attività paralizzante un limite di tolleranza nei molluschi bivalvi vivi pari a 800 µg/kg di parte edibile, in tutte le stazioni monitorate nel 2023 le concentrazioni di saxitossina sono risultate inferiori a questo limite di tolleranza (tabella 6). Le concentrazioni rilevate nel periodo 2018-2023 sono per lo più comprese tra 3,75 µg/kg (limite di quantificazione) e 20 µg/kg, con solo 4 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 Carbonifera (89,02 µg/kg) e nell'estate 2023 a Viareggio ovest (38,06 µg/kg) e Carbonifera (42,49 µg/kg). Per l'anno 2024 non è stato possibile rilevare le concentrazioni di questa sostanza a causa della rottura dello strumento.

Figura 3.5 - *Concentrazione di saxitossina 2018-2023*

3.3 Dati biometrici

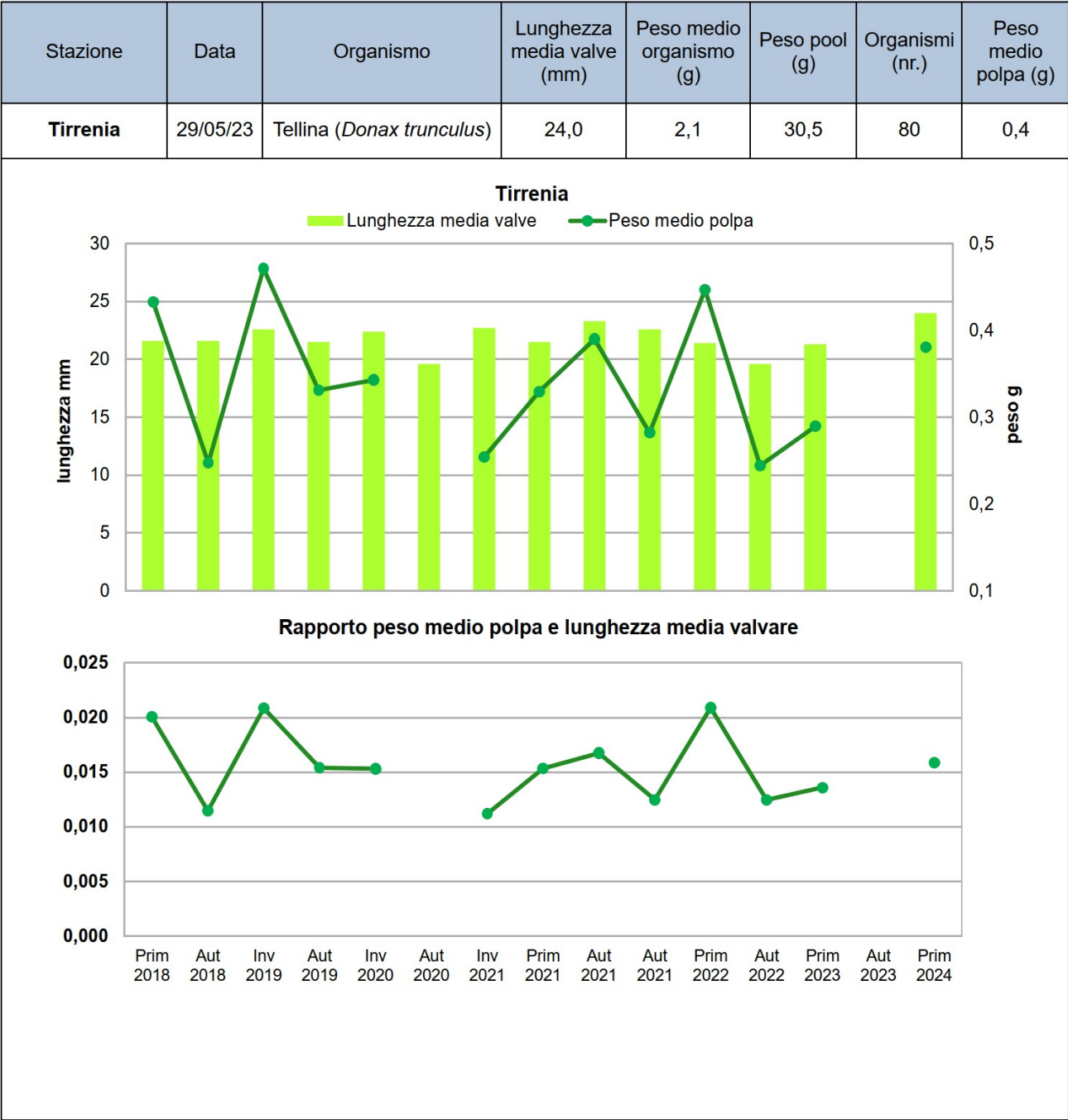
Al momento della preparazione del campione per le analisi chimiche, i molluschi con conchiglie aperte o danneggiate sono stati scartati e i campioni sono stati preparati secondo la procedura riportata nel documento “Metodologie analitiche di riferimento” ICRAM Ministero dell’Ambiente-Servizio Difesa 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.

Tabella 7 - Dati biometrici su esemplari di *Donax trunculus* a Viareggio ovest 2018-2024



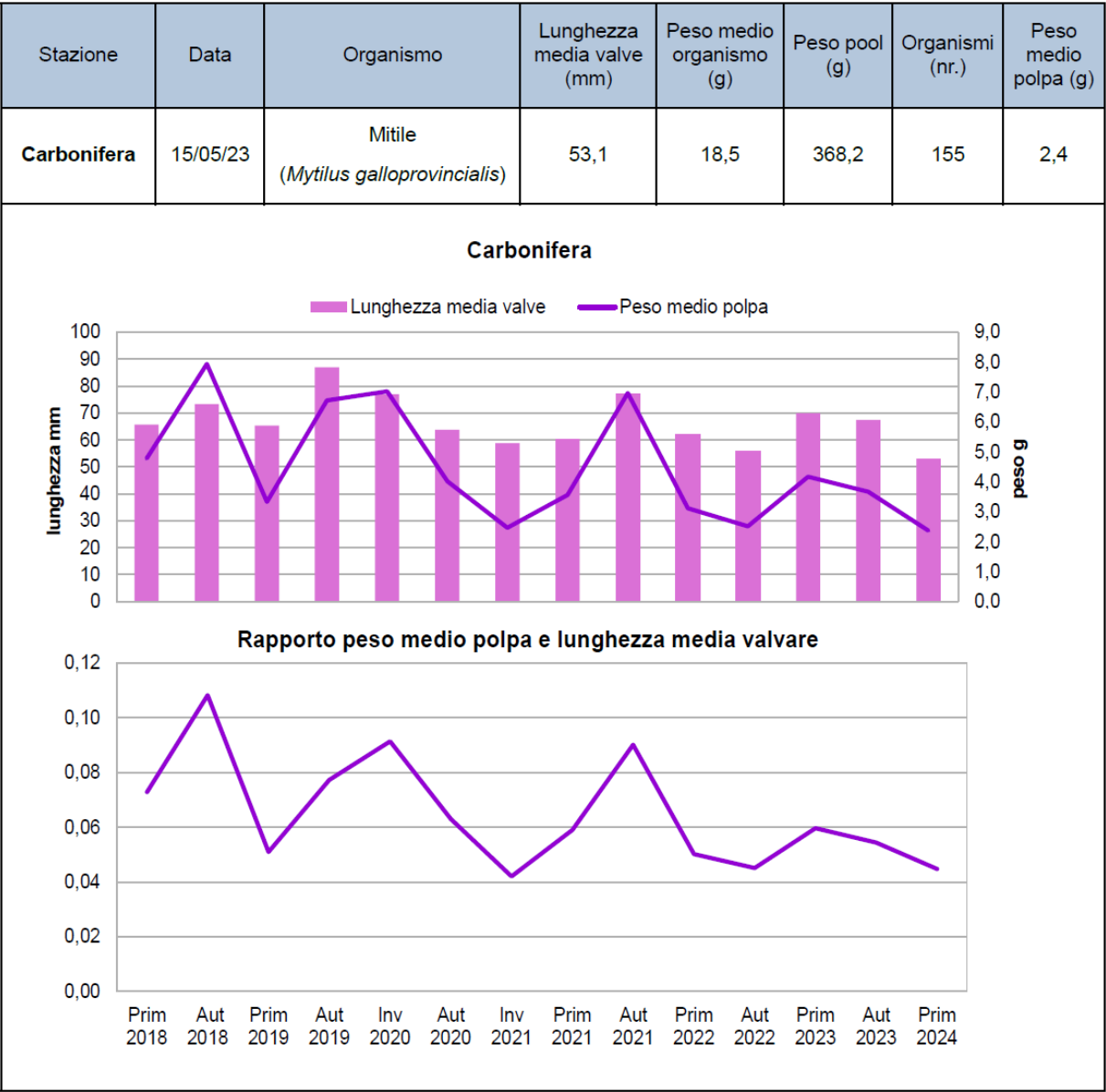
Le telline della stazione di Viareggio ovest (tabella 7) presentano poche variazioni stagionali con valori che indicano un maggiore accrescimento durante il periodo primaverile, soprattutto nel 2018. A causa di un disguido non è stato possibile rilevare il peso medio polpa nell'estate del 2020, con conseguente interruzione della linea di grafico. Dal 2021 si assiste a un'evidente riduzione della polpa contenuta all'interno del guscio, con valori medi tra 0,1-0,2 grammi contro 0,4-0,5 degli anni precedenti.

Tabella 8 - Dati biometrici su esemplari di *Donax trunculus*: Tirrenia



A Tirrenia le telline (tabella 8) 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. A causa di un disguido non è stato possibile rilevare il peso medio polpa nell'estate del 2020, e nell'autunno del 2023, con conseguente interruzione della linea di grafico.

Tabella 9 - Dati biometrici su esemplari di *Mytilus galloprovincialis*: Carbonifera



Diversa è invece la curva per i mitili di Carbonifera: il maggior accrescimento degli organismi sembra essere in autunno, come indicato nella tabella 9.

### 3.4 Analisi chimiche

Le popolazioni naturali di molluschi bivalvi in Toscana hanno subito un forte impoverimento negli anni (per fattori ambientali e/o pressione di pesca), determinando l'utilizzo di specie diverse con habitat e fisiologia diversa. Le telline, che caratterizzano le zone della costa sabbiosa settentrionale (attuali Costa del Serchio e Costa pisana), sono organismi di piccola taglia (e difficile reperimento in quantità sufficienti alle analisi) che vivono infossati nel sedimento, mentre i mitili si nutrono filtrando grandi volumi di acqua stando aderenti ad un substrato (naturale o artificiale) in acque libere e correnti. Queste caratteristiche così diverse rendono complicata una valutazione omogenea del bioaccumulo.

Per l'anno 2024 è stato effettuato un solo campionamento, nel periodo primaverile, per la ricerca dei parametri chimici nei molluschi bivalvi. Gli unici valori imperativi riportati nella tabella 1/C per i metalli (Tabella 3) si riferiscono al **mercurio** ed al **piombo**, rispettivamente di **500** e **2000** µg/kg (ppm) nella polpa del mollusco (in peso umido) e nel 2024 non si sono evidenziati superamenti (tabella 10).

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 10 - Risultati analitici di mercurio e piombo relativi al campionamento di molluschi bivalvi del 2024

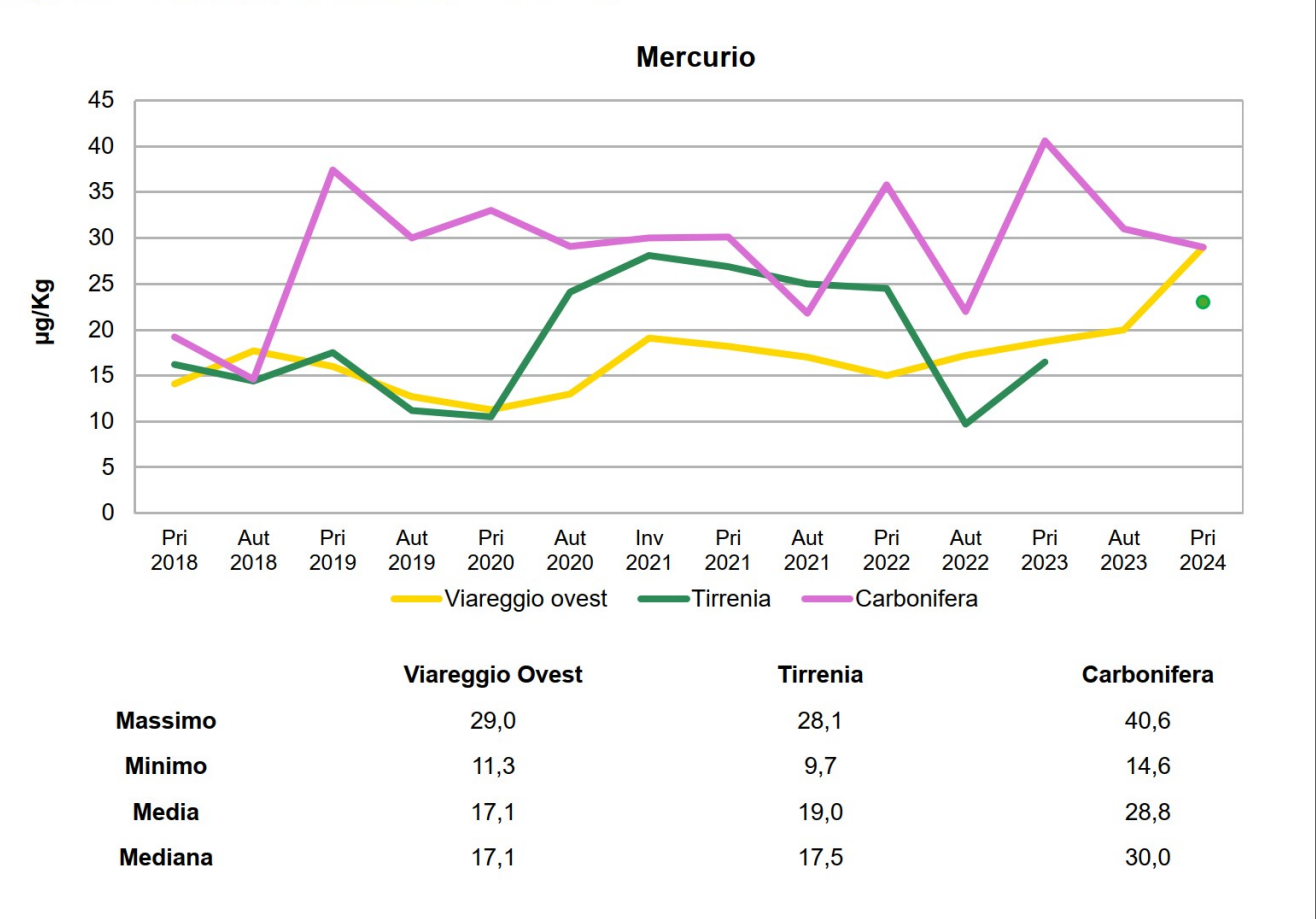
Stazione	Data	Mercurio	Piombo
		µg/kg	µg/kg
Viareggio ovest	21/05/24	29	96
Tirrenia	05/06/24	23	60
Carbonifera	14/05/24	52	183
Valori Imperativi (Tab. 1/C)		500 µg/kg	2000 µg/kg

L'andamento del mercurio dal 2018 al 2024 nelle tre stazioni, riportato in figura 3.6, appare leggermente diverso:

- **Viareggio ovest:** presenta una situazione piuttosto stabile fino al 2023 con valori che vanno da 11 a 20 µg/kg; nel 2024 la concentrazione di mercurio risulta essere più alta, al di fuori di questo range. In generale dal 2018 la concentrazione minima stata registrata in inverno 2020 (11,3 µg/kg) e la massima in primavera 2024 (29 µg/kg);
- **Tirrenia:** le concentrazioni subiscono un brusco aumento nel periodo autunno 2020 primavera 2022, con valori raddoppiati rispetto agli anni precedenti e ai successivi. Il valore minimo, 9,7 µg/kg, si registra in autunno 2022 mentre il più alto, 28,1 µg/kg, in inverno 2021;
- **Carbonifera:** presenta la maggior parte delle concentrazioni intorno a 30 µg/kg con valori più bassi nel periodo autunnale e maggiori in quello primaverile. La concentrazione

minima, 14,6 µg/kg, è stata registrata nell'autunno del 2018 e la massima, 40,6, in primavera 2023.

Figura 3.6 - Concentrazione di mercurio - 2018-2024

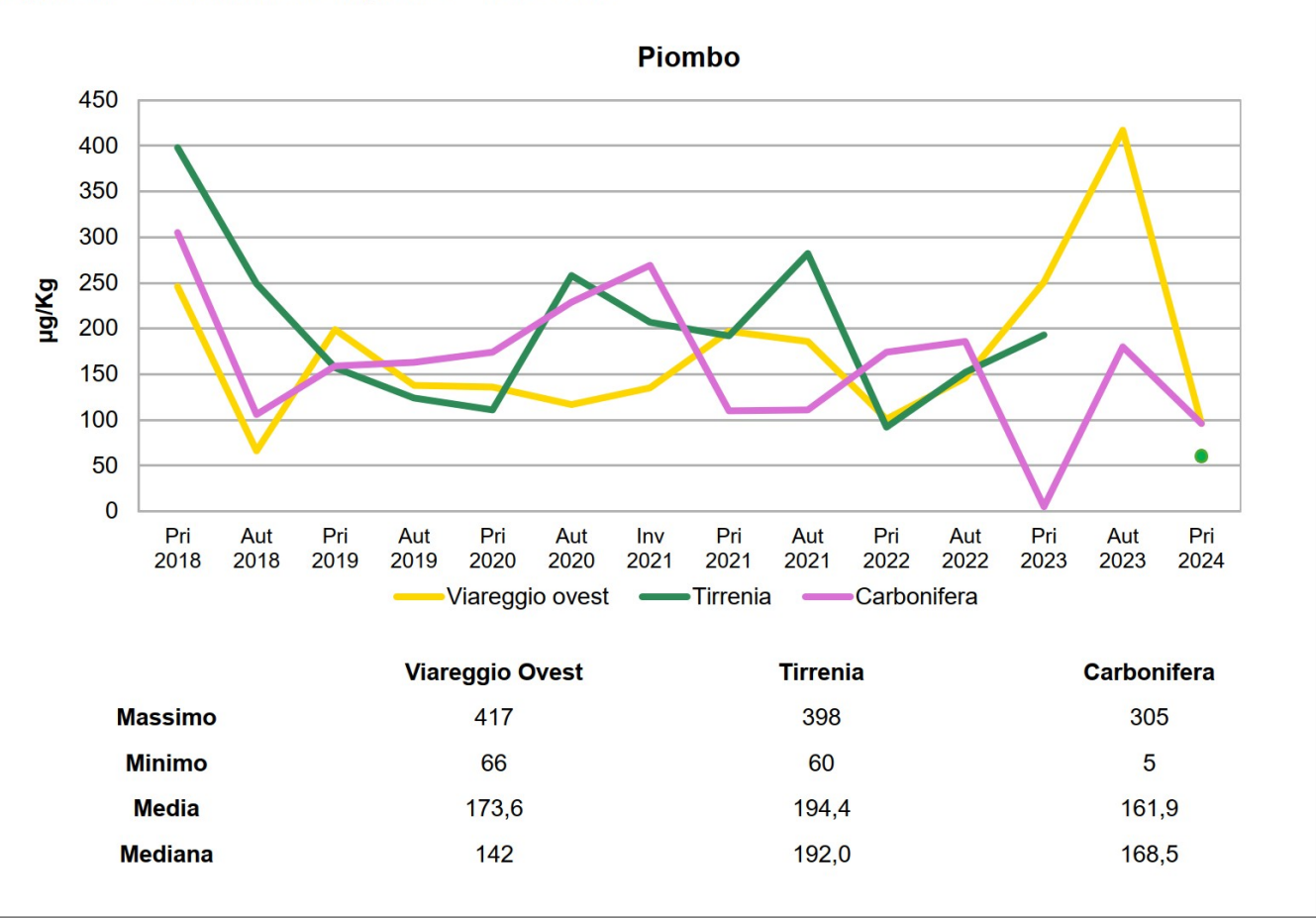


Le concentrazioni di piombo del periodo 2018-2024 sono riportate in figura 3.7:

- **Viareggio ovest:** la concentrazione massima (417 µg/kg, la concentrazione più alta in assoluto tra le 3 stazioni fino ad oggi) e minima (66 µg/kg) si registrano rispettivamente in autunno 2023 e in autunno 2018.
- **Tirrenia:** la concentrazione massima di questo metallo si ha in primavera 2018 con 398 µg/kg; il valore minimo è di 60 µg/kg è registrato in primavera 2024;
- **Carbonifera:** presenta un minimo di 5 µg/kg in primavera 2023 e un massimo di 305 µg/kg 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 11 sono riportate le concentrazioni, espresse in µg/kg peso umido, degli altri metalli richiesti dalla normativa ma non aventi limiti di riferimento.

Tabella 11 - Dati analitici relativi ai metalli 2024

Stazione	Data	Ni	Ag	As	Cd	Cr	Cu	Zn	Al	Fe	V
		µg/kg									
Viareggio ovest	21/05/24	396	16	3.564	6,1	5,5	2.508	15.700	Analisi non effettuata		
Tirrenia	05/06/24	308	40	2.462	3,2	401	1.884	10.822	Analisi non effettuata		
Carbonifera	14/05/24	257	3	4.495	161	175	835	29.617	58.246	42.361	495

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 12 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 dice (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. Il valore riportato, espresso come concentrazione *upper bound* (i valori dei vari congeneri inferiori ai limiti di quantificazione sono considerati ai fini della sommatoria pari al limite di quantificazione) come dispone la nota 32 del Regolamento (CE) n. 1881/2006 e ss.mm.ii., risulta inferiore, per tutte e tre le stazioni monitorate, allo standard di qualità ambientale.

Tabella 12 - *Dati analitici relativi ad altre sostanze chimiche indagate 2024*

Stazione	Data	PCDD+PCDF+ PCB-DL	HCB	α- HCH	β- HCH	γ- HCH	DDT totale	BaP	Fluorantene
		µg/kg TEQ	µg/kg						
<b>Viareggio ovest</b>	21/05/24	0,0016	< 0,1	Analisi non effettuata			1,5	< 0,1	< 9
<b>Tirrenia</b>	05/06/24	0,0024	< 0,1	Analisi non effettuata			0,9	< 0,1	< 9
<b>Carbonifera</b>	25/05/23	0,0009	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	< 0,4	< 0,1	< 9

Le concentrazioni dell'**esaclorocicloesano** (3 isomeri), dove presente, dell'**esaclorobenzene (HCB)** e dell'**esaclorobutadiene** risultano tutte inferiori al limite di quantificazione, o comunque molto vicine al valore del LOQ.

Per quanto riguarda gli IPA, le concentrazioni del fluorantene e del benzo[a]pirene 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 tabella 13.

Le analisi batteriologiche hanno rilevato nella stazione di Viareggio nord, in 2 occasioni su 3, concentrazioni di coliformi fecali superiore al valore imperativo (tabella 3), mentre le altre due stazioni non hanno presentato criticità per questo parametro. Le concentrazioni di mercurio e piombo risultano conformi in tutte e tre le stazioni monitorate. Pertanto, **il 67 % delle stazioni monitorate nel 2025 sono risultate conformi.**

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

Tabella 13 - Classificazione in base agli esiti di monitoraggio per gli anni 2018 - 2024

Anno	Viareggio ovest	Tirrenia	Carbonifera
2018			
2019			
2020			
2021	Coliformi fecali	NO (organoalogenati)	
2022			
2023			
2024	Coliformi fecali		

Legenda: Verde = conforme; Rosso = non conforme

Le popolazioni naturali di molluschi bivalvi in Toscana hanno subito una forte riduzione negli anni a causa di fattori ambientali e/o pressione di pesca e, in particolare, le telline, che caratterizzano le zone della costa sabbiosa settentrionale (attuali Costa del Serchio e Costa pisana), sono di difficile reperimento in quantità sufficienti alle analisi.

Per tutte queste zone esiste da tempo un monitoraggio per il mantenimento della classificazione delle zone di produzione e raccolta di molluschi bivalvi vivi (MBV) affidato dalla Regione Toscana (DGRT 1401/2017) ai Dipartimenti di prevenzione delle AUSL competenti ed all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana (IZSLT). Tale monitoraggio comprende già i parametri necessari per la valutazione della conformità (coliformi fecali, mercurio e piombo), oltre a molti altri su aspetti sanitari (biotossine, virus, fitoplancton tossico, ecc.) e il tutto con una frequenza anche maggiore (almeno mensile). I risultati del monitoraggio effettuato

da ARPAT nel 2024, sia per quanto riguarda i superamenti delle concentrazioni batteriche sia per l'assenza di evidenze di contaminazione chimica nei molluschi analizzati, sono in linea con quanto rilevato dall'IZSLT nell'ambito delle loro attività sulle zone di produzione e raccolta di molluschi bivalvi vivi (DGRT 1401/2017), così come accaduto in passato, a conferma di una sostanziale sovrapponibilità dei due monitoraggi.

Per tutte queste ragioni, si ritiene che debba essere fatta una riflessione sulla significatività in termini ambientali e sanitari del monitoraggio VTM e, soprattutto, sulla necessità di mantenerlo separato e parallelo a quello svolto per la DGRT 1401/2017.