

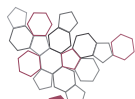


# collana ambiente

scheda  
informativa

# 30

Il monitoraggio  
del mare della  
Toscana  
Il catamarano  
Polaris



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

REGIONE  
TOSCANA



scheda  
informativa

30



# Il monitoraggio del mare della Toscana Il catamarano Polaris

dicembre 2025



Per suggerimenti e informazioni:  
Settore Comunicazione, informazione  
e documentazione (SCID)

ARPAT, via del Ponte alle Mosse 211 - 50144 Firenze  
Tel. 055.32061 - Fax 055.3206324  
[urp@arpat.toscana.it](mailto:urp@arpat.toscana.it)

Stampa: Arti grafiche Cardamone Srl - Decollatura (CZ)

*Stampato su carta realizzata con cellulosa proveniente  
da foreste gestite in maniera corretta e responsabile*

A cura di:

*Antonio Melley, Enrico Cecchi, Michela Ria*  
ARPAT - Settore Mare

Redazione e realizzazione grafica:

*Maddalena Bavazzano, Simona Cerrai, Gabriele Rossi*  
ARPAT - Settore Comunicazione  
informazione e documentazione (SCID)

Foto:

*Giulio Busoni, Francesca Chiostri, Giorgio Cognigni,  
Giacomo Marino, Daniela Verniani*  
ARPAT



## Indice

<a href="#">Introduzione</a>	3
<a href="#">Le attività di ARPAT per il mare</a>	4
<a href="#">Che cos'è il monitoraggio marino costiero</a>	6
<a href="#">Come si fa il monitoraggio marino costiero</a>	10
<a href="#">Il catamarano Polaris di ARPAT</a>	15
<a href="#">Le attività e le attrezzature a bordo</a>	19
<a href="#">Normativa di riferimento</a>	23



## Introduzione

Il mare rappresenta una risorsa preziosa, ma è anche un ecosistema complesso e fragile, che richiede costante attenzione e tutela.

In Toscana, oltre a costituire un patrimonio naturale di straordinaria bellezza, il mare riveste un ruolo centrale dal punto di vista ambientale, contribuendo alla regolazione del clima e ospitando una ricca biodiversità, ed è altrettanto importante economicamente, grazie ad esempio alla pesca e al turismo costiero. Anche sul piano culturale e sociale, il mare rappresenta un elemento identitario fondamentale per le comunità costiere della regione. In questo contesto, ARPAT svolge un ruolo fondamentale nel monitoraggio e nella salvaguardia dell'ambiente marino e costiero. Attraverso una rete di attività scientifiche e tecniche, l'Agenzia contribuisce alla conoscenza dello stato di salute delle acque, della biodiversità e degli habitat costieri, fornendo dati indispensabili per la gestione sostenibile del territorio e per la protezione della fauna e della flora marine.

Questa scheda illustra le principali attività dell'Agenzia, i metodi di monitoraggio adottati e le strumentazioni impiegate, come il nuovo catamarano Polaris, principale strumento operativo per le indagini in mare.

Polaris, costruita ex novo con l'obiettivo di garantire un monitoraggio più efficiente, preciso e sostenibile, grazie alle caratteristiche tecniche avanzate, costituisce un importante presidio contro l'inquinamento marino, un punto di riferimento per la regione nella conservazione del mare e nella tutela della salute della comunità toscana. L'investimento nel nuovo catamarano si traduce in un salto qualitativo nelle attività di ARPAT, che continua a garantire un controllo costante e tecnologicamente avanzato delle acque lungo le coste toscane.

## Le attività di ARPAT per il mare

Le attività di ARPAT a tutela degli ecosistemi marini e della fascia costiera sono molteplici, riconducibili in gran parte ai compiti istituzionali dell'Agenzia. Quelle riferibili all'ambiente marino, nelle sue più diverse accezioni, di competenza regionale e assegnate stabilmente ad ARPAT, possono essere così sintetizzate:

- Monitoraggio per la valutazione dello stato ambientale dei corpi idrici marino costieri della Toscana.
- Monitoraggio della biodiversità marina e supporto alla tutela della natura e del mare.
- Controllo delle acque di balneazione.
- Supporto alla gestione della pesca in mare ed alla sostenibilità delle attività di maricoltura.
- Supporto alla valutazione dei possibili impatti ambientali da parte di opere e interventi in ambito marino e sulla fascia costiera (dai ripascimenti alla realizzazione di moli e scogliere, dagli impianti di dissalazione agli scarichi diretti in mare, dall'installazione di impianti energetici, come i rigassificatori, alle attività di maricoltura, dalla posa di cavi e condotte ai dragaggi portuali ecc.).
- Attività di comunicazione ed educazione ambientale in tema di tutela del mare e della biodiversità marina.

Mare e costa della Toscana



ARPAT, inoltre, svolge alcune attività nell'ambito del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), in sinergia con l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le altre Agenzie costiere. In particolare ARPAT effettua il monitoraggio nella parte tirrenica del Mediterraneo occidentale per il Piano nazionale di applicazione della Strategia marina.



ARPAT partecipa a vari **progetti di ricerca** (Interreg. Italia-Francia Marittimo 2021-2027, Life, ecc.) con diverse durate, finalità e partner, che hanno come obiettivi almeno una delle attività sopra citate, tra i quali possiamo elencare:

- **Turtlenest**, che mira a migliorare lo stato di conservazione della tartaruga marina *Caretta caretta*, specie prioritaria della Direttiva Habitat.
- **One Blue**, con l'obiettivo di mappare la presenza di inquinanti emergenti e "passati" nei mari europei.
- **EPIC**, che mira a combattere l'inquinamento da macroplastiche nei mari, studiando le fonti e i meccanismi di diffusione attraverso i fiumi e sviluppando tecnologie per il riciclo delle plastiche raccolte.

## Che cos'è il monitoraggio marino costiero

L'obiettivo del monitoraggio marino costiero è quello di valutare, attraverso vari indicatori chimici e biologici, lo stato degli ecosistemi marini per individuare eventuali criticità ed attuare misure di miglioramento e di protezione, cercando di raggiungere un buono stato ambientale per tutte le acque costiere.

Sia la valutazione che il monitoraggio sono però limitati ad una ristretta fascia di acque marine, ampia 1 miglio nautico - corrispondente a 1,852 chilometri - dove si presuppone che vi possano essere i maggiori impatti antropici sui quali possano intervenire le singole regioni, alle quali lo stato italiano ha trasferito questa competenza.

La Regione Toscana ha definito, in collaborazione con ARPAT, i corpi idrici costieri significativi (attualmente 16) e il piano di monitoraggio da attuare su base triennale. Per ogni corpo idrico sono stati individuati gli **Elementi di Qualità Biologica (EQB)** utili per la valutazione dello stato ecologico e le sostanze da analizzare nelle acque, nei sedimenti e nel biota (pesci e mitili) per lo stato chimico.

Fondali dell'Isola di Capraia



## CORPI IDRICI DELLE ACQUE MARINO COSTIERE DELLA TOSCANA

Di conseguenza, sono stati definiti anche i punti di campionamento delle diverse matrici (acqua, sedimenti, popolamenti bentonici, ecc.) lungo le coste toscane (compreso gli Arcipelaghi) e le frequenze di monitoraggio.

I risultati dei monitoraggi devono essere confrontati con i valori di riferimento stabiliti dalle norme per valutare quanto si è lontani da condizioni di naturalità ed assenza di contaminazione significativa.

Per lo stato ecologico il confronto dei singoli EQB è fatto rispetto a valori specifici per il Mar Mediterraneo, ricavati da ambienti privi di impatti antropici (zone insulari, aree marine protette, ecc.), mentre per quello chimico sono stati definiti degli **Standard di Qualità Ambientale (SQA)** validi per tutta Europa, calcolati su analisi di rischio per l'ambiente e la salute umana.



## Gli Elementi di Qualità Biologica per la Toscana

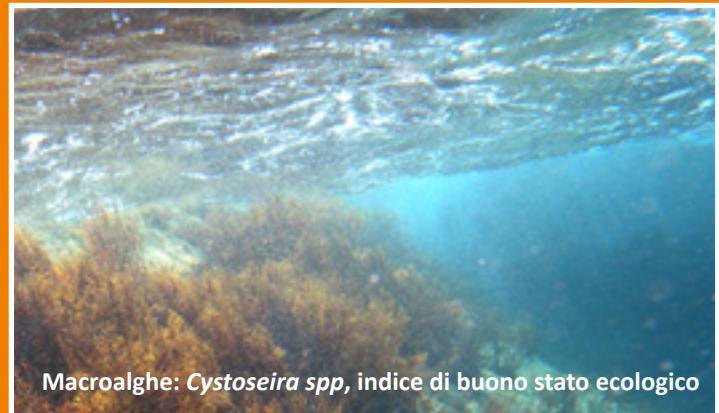
**Fitoplancton:** rappresenta la parte vegetale del plancton, cioè di quell'insieme di organismi non autonomi nel movimento che fluttuano nelle acque e sono trasportati dalle correnti, ed è composto da alghe unicellulari e batteri fotosintetici. Questi organismi, per quanto piccoli, sono i principali produttori di sostanza organica e di ossigeno negli ecosistemi marini e stanno alla base della rete trofica.

**Macrozoobenthos o macroinvertebrati bentonici:** sono gli animali invertebrati visibili a occhio nudo (o con dimensioni maggiori di 0,5 millimetri), che vivono in stretta relazione con i fondali (*benthos*) degli ambienti acquatici, sia marini che di acque interne; queste popolazioni, oltre ad essere un anello essenziale della catena alimentare marina, rappresentano un ottimo indicatore di eventuali perturbazioni perché presenti in tutti i fondali e dotate di limitatissime facoltà di spostamento (pochi centimetri).



***Posidonia oceanica***: è una pianta acquatica superiore, con radici, fusto e foglie, endemica del Mediterraneo, dove forma delle vere praterie - posidonieti - sul fondo, fino a 40 metri circa. Svolge fondamentali funzioni ecologiche (produzione di ossigeno e sostanza organica, assorbimento dell'anidride carbonica dall'atmosfera, deposito di nutrienti, creazione di microhabitat e incremento della biodiversità, ecc.) e di difesa della fascia costiera (attenuazione dell'idrodinamismo costiero, stabilizzazione dei fondali sabbiosi e delle dune, protezione delle spiagge, ecc.). Sebbene sia presente solo in determinate zone della costa toscana, la sua notevole sensibilità ad ogni perturbazione naturale o artificiale la rende un ottimo indicatore biologico.

**Macroalghe**: sono alghe pluricellulari, tuttavia ben visibili a occhio nudo ed aderenti ad un substrato roccioso; svolgono un ruolo importante per l'ossigenazione delle acque e la produzione di sostanza organica. Nel monitoraggio marino costiero si valutano le specie che vivono nella fascia litorale che è quella più sensibile alle pressioni antropiche e, specificatamente per il Mediterraneo, si considerano solo i popolamenti di macroalghe presenti sulle scogliere rocciose, che sono tipici, in Toscana, solo di alcuni corpi idrici.



## Come si fa il monitoraggio marino costiero

Le attività di monitoraggio si svolgono in mare e, per questo motivo, ARPAT da molti anni si è dotata di una propria imbarcazione con la quale effettuare misure, rilievi e prelievi.

Nel 2024, il primo battello oceanografico Poseidon è stato sostituito con il nuovo **catamarano Polaris** (vedi in seguito) che offre migliori prestazioni operative.

Naturalmente oltre all'imbarcazione, ARPAT, nel corso degli anni, ha creato un gruppo di esperti con professionalità e competenze specifiche dedicate alle attività di monitoraggio marino, con particolare attenzione alle matrici biologiche, alcune delle quali richiedono immersioni subacquee (monitoraggio della *Posidonia oceanica* e altro). Per effettuare queste attività si devono utilizzare tecniche e strumentazioni specifiche come ad esempio il ROV (*Remotely Operated Vehicle*), ovvero un sottomarino a comando remoto, telecamere subacquee, box-corer e benne, retini per fito e zooplancton ecc., che consentono di raccogliere materiale e dati per le misurazioni dei parametri meteo marini e di quelli fisico-chimici.



**Sostanzialmente il monitoraggio marino costiero si può dividere in quattro gruppi di attività:**

- 1. Analisi delle acque:** per le analisi dei nutrienti (sali inorganici di azoto e fosforo), del fitoplancton e di tutti i contaminanti chimici, in ognuna delle stazioni di monitoraggio vengono prelevati ogni anno almeno 6 campioni superficiali di acqua di mare tramite la cosiddetta bottiglia Van Dorn. Tramite calata di sonda multiparametrica vengono misurati anche la clorofilla e i parametri chimico-fisici (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto, torbidità) lungo tutta la colonna d'acqua (dalla superficie al fondo).



- 2. Analisi dei sedimenti:** in ogni corpo idrico vengono annualmente prelevati sedimenti dal fondo marino con particolari strumenti (benna Van Veen e box corer) per le analisi delle comunità macrozoobentoniche e di alcuni contaminanti chimici, che tendono ad accumularsi sui fondali.
- 3. Bioaccumulo:** considerando le difficoltà di rilevare alcune sostanze chimiche disciolte nelle acque marine, presenti in concentrazioni molto basse ed al limite dei metodi di analisi, la norma prevede anche analisi annuali sui pesci, scegliendo le specie che vivono più vicine alla costa e che non si spostano molto (in genere triglie e muggini). Per un numero limitato di sostanze, si integrano anche analisi sui mitili, prelevando campioni dalle popolazioni naturali e impiantando nelle diverse zone di mare esemplari allevati per almeno 30 giorni, che in seguito vengono analizzati sia prima che dopo il periodo di permanenza in mare.



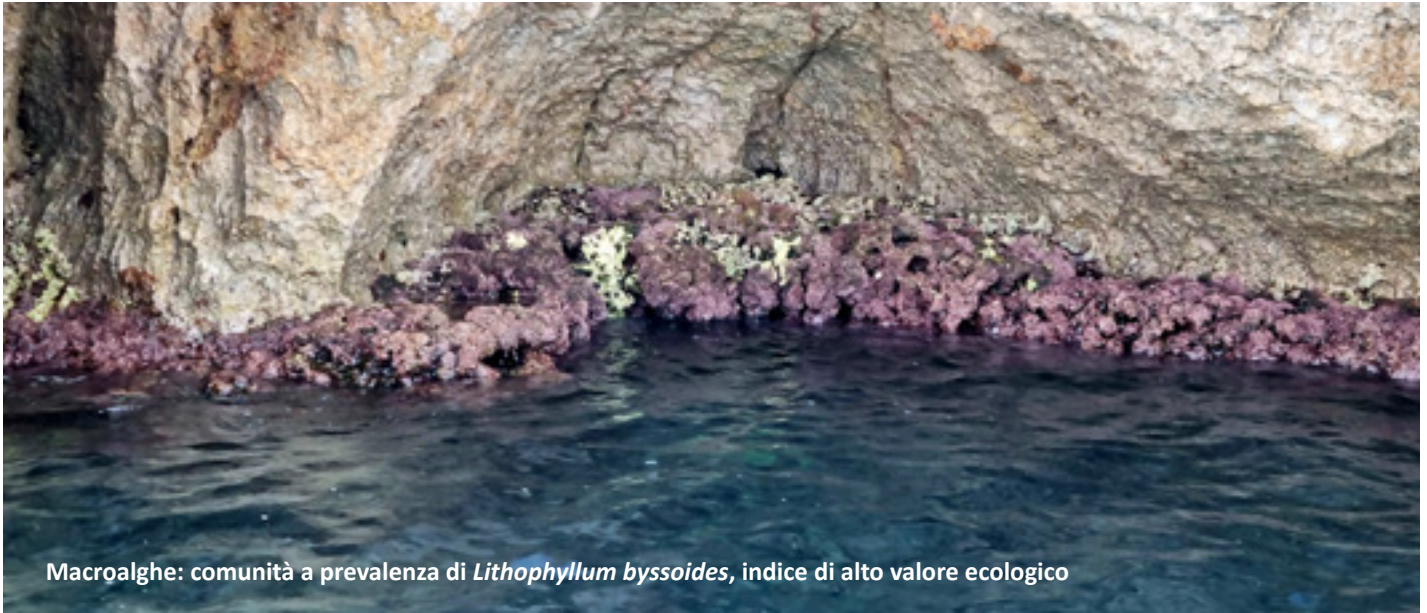
#### 4. **Analisi degli Elementi di Qualità Biologica:**

- Il **fitoplancton**, che si preleva insieme ai campioni di acqua superficiale, viene valutato sia come concentrazione di clorofilla “a” (il principale pigmento fotosintetico) sia come analisi quali-quantitativa tramite microscopio ottico per determinare la composizione in specie dei popolamenti.
- La qualità delle **praterie di *Posidonia oceanica*** viene monitorata una volta ogni tre anni tramite immersione di operatori subacquei che eseguono una serie di rilievi e misure sul fondale (3 in stazioni intermedie e 3 sul limite inferiore in ogni prateria) e prelevano alcuni campioni (fasci di foglie) per le successive analisi di laboratorio (parametri morfometrici, biomassa, lepidocronologia). I dati vengono elaborati tramite l'indice PREI (*Posidonia Rapid Easy Index*), che integra gli effetti di differenti impatti antropici (inquinamenti nelle acque e/o nei sedimenti, alterazioni della trasparenza e del trasporto solido, ecc.) attraverso 6 indicatori: superficie e densità fogliare, biomassa fogliare e degli epifiti, profondità e tipologia del limite inferiore.



Sub di ARPAT ispeziona una prateria di *Posidonia Oceanica*

- Il **macrozoobenthos** si preleva, analogamente ai sedimenti marini, su fondali prevalentemente fangosi e/o sabbiosi e, mediante osservazioni al microscopio ottico, si determina, quando possibile, la specie dei macroinvertebrati. I dati vengono elaborati sulla base della sensibilità di ogni singola specie ai livelli di inquinamento e sul numero e variabilità delle specie presenti.
- Per le **macroalghe** si utilizza l'indice CARLIT (CARtografia LITorale) che si basa su principi analoghi al macrozoobenthos, con specie più o meno "sensibili" allo stress ambientale. I rilevamenti vengono fatti una volta ogni tre anni, direttamente da un gommone a circa 3-4 metri dalla riva, lungo tratti di costa rocciosa (unità minima di 50 metri); in certi casi, per un'analisi più dettagliata, può essere necessario avvicinarsi a nuoto o effettuare dei piccoli prelievi.



## Il catamarano Polaris di ARPAT

L'Agenzia, grazie ai fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e del Piano Nazionale Complementare (PNC), si è dotata, dal 2024, di una nuova imbarcazione per la tutela del mare toscano con tecnologie all'avanguardia, per un monitoraggio efficace delle acque marino-costiere. Il **catamarano Polaris**, per intrinseche caratteristiche fisiche, permette una navigazione più veloce ed efficiente di un monoscafo, con conseguente riduzione dei consumi, aspetto ambientale a cui ARPAT pone la massima attenzione.

Il catamarano Polaris di ARPAT ancorato al porto di Livorno



L'imbarcazione, costruita completamente in alluminio, è caratterizzata dalla presenza di due scafi dotati entrambi di doppie eliche che operano in contro-rotazione, per permettere un miglioramento delle condizioni operative e delle prestazioni di navigazione, diminuendo i consumi rispetto a scafi convenzionali.

È presente anche un sistema di posizionamento geostazionario che mantiene costante la posizione sul punto di campionamento, nonostante le correnti e il vento, senza dover intervenire manualmente sui comandi del catamarano.

Il catamarano Polaris. Si notano a prua i due scafi distinti



Polaris è interamente climatizzata e consente l'alloggio confortevole a bordo di 4 persone, anche se gli spazi disponibili e le annotazioni di sicurezza presenti permettono di ospitarne fino a 12.

La plancia è disposta su un ponte superiore al piano dell'imbarcazione ed è corredata di strumentazioni e monitor sia per il controllo dei motori che per la navigazione. Inoltre, tramite una videocamera, dalla plancia stessa è possibile seguire le operazioni che si svolgono a poppa dell'imbarcazione. Nella controplancia (il ripiano disposto superiormente alla plancia) sono presenti una gru e un tender dotato di motore fuoribordo. La gestione armatoriale e la conduzione della Polaris è attualmente affidata ad una società esterna.

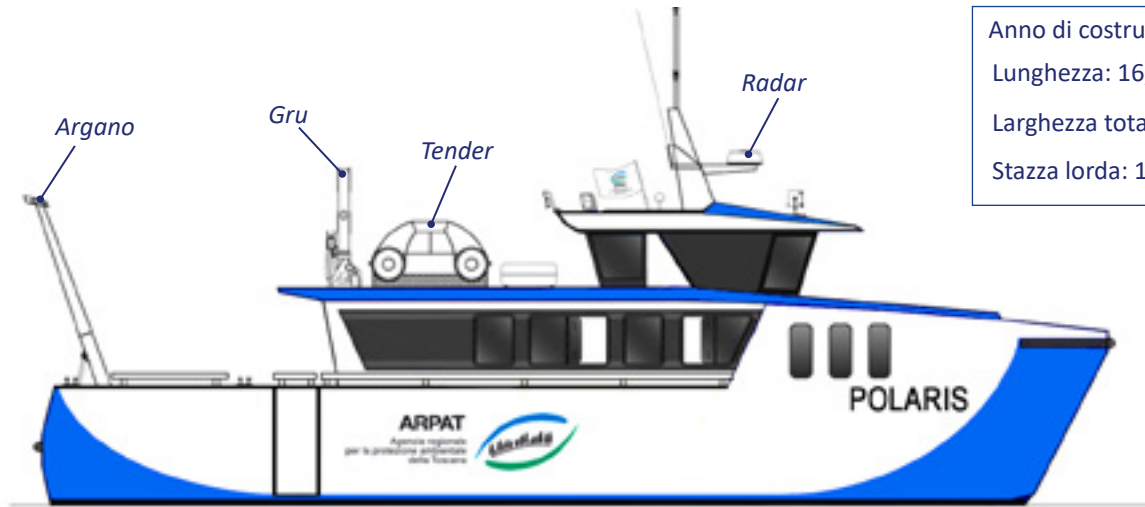


Vista della plancia



Tender e gru

## Il catamarano Polaris: dati tecnici e strumentazione nautica



Anno di costruzione: 2024  
Lunghezza: 16,10 m  
Larghezza totale: 6,05 m  
Stazza lorda: 13,19 t

### Dati tecnici

- Velocità di crociera: 20 nodi
- Velocità massima: 25 nodi
- Motori: 2
- Potenza: 1 x 6,2 kW e 1 x 10,2 kW

### Strumentazione nautica

- GPS
- Sistema di identificazione automatica (AIS - *Automated Identification System*)
- Radar
- Ecoscandaglio
- Stazione meteo
- Pilota automatico

## Le attività e le attrezzature a bordo

All'interno della Polaris, verso la parte di poppa, è prevista una zona di lavoro per la registrazione dei parametri rilevati in campo e per la preparazione dei campioni, compresa, ad esempio, la filtrazione per le sostanze chimiche disciolte nell'acqua.

I campioni sono conservati in apposito frigorifero di bordo, dotato anche di comparto freezer, e successivamente trasferiti nei vari laboratori ARPAT specializzati per le analisi richieste.



Polaris in navigazione al largo di Livorno



Zona di poppa

A poppa del catamarano è presente un'ampia area che consente agli operatori di svolgere le diverse attività in totale sicurezza e agibilità, tra le quali la calata in mare (utilizzando uno dei due verricelli presenti) di bottiglia Niskin o Van Dorn e della sonda multiparametrica.



Verricelli (in primo piano) per il movimento della strumentazione

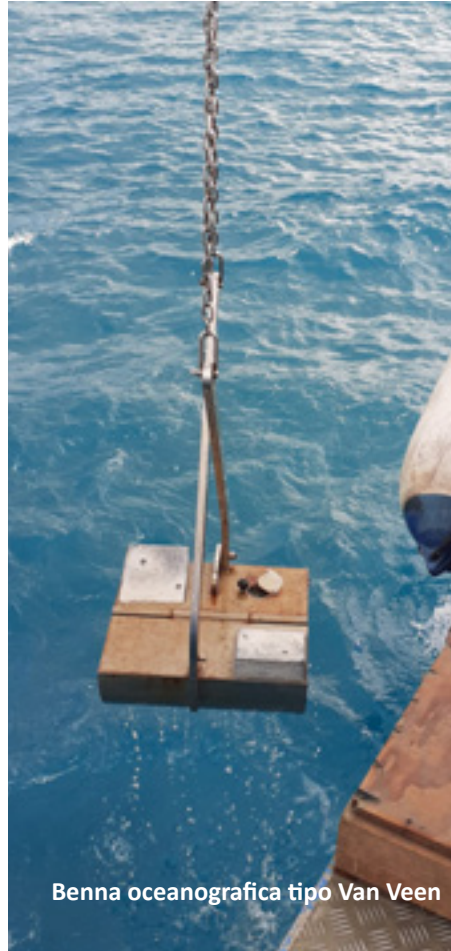
Il secondo verricello viene utilizzato per movimentare altra strumentazione, quale ad esempio la benna e il box-corer, il retino “manta” (per il campionamento superficiale delle microplastiche) e i retini per fitoplancton e zooplancton. Dalla poppa è inoltre possibile calare strumentazione dedicata ai rilievi foto e video quale ad esempio la fotocamera filoguidata e il ROV.

Sul fianco destro è presente una piccola piattaforma estraibile dotata di scaletta per favorire e agevolare la discesa e la risalita degli operatori subacquei durante le attività di immersione previste dai piani di monitoraggio.



L'imbarcazione è dotata di strumentazione scientifica per poter effettuare rilevamenti e monitoraggi. Alcune attrezzature permettono il prelievo di acqua e materiale, come ad esempio le bottiglie di tipo Niskin per il prelievo di acqua e box corer e benna per la raccolta dei sedimenti sul fondo.

Sono disponibili inoltre vari tipi di retini, fra cui il retino tipo "manta" per il campionamento delle microplastiche, oltre a sonde multiparametriche, ROV e telecamera filoguidata per riprese subacquee.



Benna oceanografica tipo Van Veen



Bottiglia tipo Niskin

## Normativa di riferimento

### Regionale

- Legge regionale n° 66 del 2005 - Disciplina delle attività di pesca marittima e degli interventi a sostegno della pesca professionale e dell'acquacoltura
- Legge regionale n° 30 del 2015 - Norme per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale
- Delibera Giunta regionale n° 608 del 2015 - Monitoraggio dei corpi idrici marino costieri della Toscana

### Nazionale

- Decreto legislativo n° 152 del 2006 - Testo Unico Ambientale - Parte terza
- Decreto ministeriale n° 131 del 2008 - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici
- Decreto ministeriale n° 56 del 2009 - Regolamento recante Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento
- Decreto ministeriale n° 260 del 2010 - Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali
- Decreto legislativo n° 190 del 2010 - Attuazione della direttiva 2008/56/CE
- Decreto legislativo n° 172/2015 - Attuazione della direttiva 2013/39/UE

### Europea

- Direttiva quadro 2000/60/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque
- Direttiva quadro 2008/56/CE Strategia marina che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla Strategia per l'ambiente marino)

## Ultime Schede informative pubblicate

22. Gli impianti geotermoelettrici, *marzo 2018*

23. L'Ozono, *maggio 2018*

24. I depuratori di reflui urbani, *giugno 2020*

25. La Marine Strategy in Toscana, *marzo 2021*

26. VIA - Valutazione di Impatto Ambientale, *aprile 2022*

27. Biossido di azoto, inquinante atmosferico, *dicembre 2022*

28. I grandi vertebrati marini, *gennaio 2024*

29. Posidonia oceanica: polo di biodiversità, *marzo 2024*

30. Il monitoraggio del mare della Toscana. Il catamarano Polaris, *dicembre 2025*

31. Rifiuti speciali, *dicembre 2025*



Per collegarsi alla pagina Web con il catalogo completo delle Schede informative ARPA



**ARPA - Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana - [www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it)**



Numero verde 800800400



[www.arpat.toscana.it/app-arpat](http://www.arpat.toscana.it/app-arpat)

Segui [@arpatoscana](https://www.instagram.com/arpatoscana)

