

**MONITORAGGIO QUALITATIVO  
DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI PER IL TRIENNIO  
2019-2021**

**Anno 2021  
Monitoraggio Operativo  
Relazione Finale**

Finanziato nell'ambito del  
Programma Operativo 2014-2020  
della Regione Puglia



**Documento elaborato con il coordinamento di:**

Nicola Ungaro  
Direttore della U.O.C. Ambienti Naturali

**Contributi tematici di (in ordine alfabetico):**

Daniela Battista<sup>2</sup>  
Gaetano Costantino<sup>2</sup>  
Maurizio Marrese<sup>2</sup>  
Laura Martino<sup>3</sup>  
Antonietta Porfido<sup>2</sup>  
Caterina Rotolo<sup>1</sup>  
Erminia Sgaramella<sup>1</sup>  
Maria Rosaria Vadrucci<sup>4</sup>

**Supervisione:**

Vincenzo Campanaro  
Direttore Scientifico

<sup>1</sup> U.O.C. Ambienti Naturali

<sup>2</sup> Centro Regionale Mare

<sup>3</sup> DAP Foggia

<sup>4</sup> DAP Lecce

novembre 2022

## INDICE

<b>PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
<b>MATERIALI E METODI</b> .....	<b>7</b>
<b>RISULTATI</b> .....	<b>15</b>
<b>CORSI D'ACQUA</b> .....	<b>16</b>
DIATOMEE BENTONICHE .....	17
MACROFITE .....	22
MACROINVERTEBRATI BENTONICI .....	28
FAUNA ITTICA .....	36
INDICE LIMECO .....	47
ALTRI ELEMENTI CHIMICO-FISICI A SUPPORTO, COMPRESSE LE SOSTANZE DI CUI ALLE TABELLE 1/A E 1/B DEL D.LGS. N. 172/2015 .....	53
MONITORAGGIO DELLE SOSTANZE DELL'ELENCO DI CONTROLLO (WATCH LIST) .....	60
SINTESI DELLE CRITICITÀ .....	65
<b>LAGHI/INVASI</b> .....	<b>68</b>
FITOPLANCTON .....	69
INDICE LTLECO .....	77
ALTRI ELEMENTI CHIMICO-FISICI A SUPPORTO, COMPRESSE LE SOSTANZE DI CUI ALLE TABELLE 1/A E 1/B DEL D.LGS. N. 172/2015 .....	82
SINTESI DELLE CRITICITÀ .....	89
<b>ACQUE DI TRANSIZIONE</b> .....	<b>91</b>
FITOPLANCTON .....	92
MACROFITE .....	101
MACROINVERTEBRATI BENTONICI .....	120
FAUNA ITTICA .....	123
AZOTO INORGANICO DISCIOLTO (DIN), FOSFORO REATTIVO (P-PO <sub>4</sub> ), OSSIGENO DISCIOLTO .....	128
ALTRI ELEMENTI CHIMICO-FISICI A SUPPORTO, COMPRESSE LE SOSTANZE DI CUI ALLE TABELLE 1/A E 1/B DEL D.LGS. N. 172/2015 .....	133
SINTESI DELLE CRITICITÀ .....	140
<b>ACQUE MARINO COSTIERE</b> .....	<b>142</b>
FITOPLANCTON .....	143

<b>MACROALGHE .....</b>	<b>150</b>
<b>ANGIOSPERME.....</b>	<b>158</b>
<b>MACROINVERTEBRATI BENTONICI .....</b>	<b>165</b>
<b>INDICE TRIX .....</b>	<b>170</b>
<b>ALTRI ELEMENTI CHIMICO-FISICI A SUPPORTO, COMPRESSE LE SOSTANZE DI CUI ALLE TABELLE 1/A E 1/B DEL D.LGS. N. 172/2015 .....</b>	<b>175</b>
<b>SINTESI DELLE CRITICITÀ.....</b>	<b>183</b>
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>186</b>
<b>STRUTTURE E PERSONALE COINVOLTI .....</b>	<b>188</b>



## PREMESSA

La Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD), recepita con il D.Lgs. n. 152/2006, ha introdotto un approccio innovativo nella valutazione dello stato di qualità ambientale (ecologico e chimico) dei corpi idrici: lo stato ecologico viene determinato sulla base dello studio degli elementi biologici (composizione e abbondanza delle specie e delle comunità vegetali e animali di riferimento), supportati da quelli idromorfologici, chimici e chimico fisici; lo stato chimico viene valutato sulla base della conformità rispetto agli Standard di Qualità Ambientale (SQA) stabiliti dalla norma.

Il D.Lgs. n. 152/2006 e i suoi decreti attuativi, *in primis* il D.M. n. 260/2010, prevedono l'obbligo di effettuare il monitoraggio e la classificazione delle acque, in funzione degli obiettivi di qualità ambientale.

I piani di monitoraggio dei corpi idrici superficiali sono legati alla durata sessennale dei *Piani di Gestione e dei Piani di Tutela delle Acque*: all'interno del sessennio si svolgono i monitoraggi di Sorveglianza e Operativi.

### **Il primo ciclo sessennale dei Piani di Gestione e dei Piani di Tutela delle Acque (2010 - 2015)**

Con la pubblicazione della D.G.R. n. 1640 del 12/07/2010 è stata formalizzata l'attuazione del primo Programma di Monitoraggio dei C.I.S. pugliesi redatto ai sensi del Decreto n. 56/2009.

Relativamente al periodo sessennale 2010-2015 (individuato come primo ciclo utile, ai sensi della norma, per i piani di gestione e tutela delle acque), il primo monitoraggio regionale della fase di "Sorveglianza" è stato svolto nel periodo Settembre 2010-Settembre 2011, e ha previsto, come da norma, l'indagine su tutti gli Elementi di Qualità stabiliti dai D.M. 56/2009 e D.M. 260/2010 per ognuna delle categorie di acque (corsi d'acqua, laghi/invasi, acque di transizione e acque marino costiere), nei corpi idrici superficiali individuati dalla Regione Puglia con la D.G.R. n. 774 del 23/03/2010.

Successivamente agli esiti del primo monitoraggio di Sorveglianza, ARPA Puglia, a seguito di specifica richiesta della Regione Puglia - Servizio Risorse Idriche, ha dunque elaborato il Programma di Monitoraggio per la fase "Operativa", seguendo i criteri e le indicazioni previste dal D.M. 260/2010 per la fattispecie.

Il Programma di Monitoraggio Operativo, elaborato sulla base delle indicazioni regionali e sulla scorta della classificazione dei corpi idrici superficiali pugliesi ottenuta dopo il primo anno di monitoraggio di Sorveglianza, è stato approvato con la Delibera di Giunta Regionale n. 1255 del 19/06/2012 (BURP n. 101 del 11/07/2012), con la quale contestualmente si affidava all'Agenzia la realizzazione delle connesse attività, per il primo anno della fase "Operativa".

Al termine del 1° anno di monitoraggio Operativo - primo ciclo sessennale, è stata affidata ad ARPA Puglia anche la realizzazione delle attività per i periodi successivi, di cui alle Delibere di Giunta della Regione Puglia n. 1914 del 15/10/2013, n. 1693 del 01/08/2014 e n. 1666 del 25/09/2015.

I monitoraggi condotti hanno consentito di effettuare la classificazione triennale dello stato di qualità dei Corpi Idrici Superficiali pugliesi, approvata con D.G.R. n. 1952 del 03/11/2015; inoltre con D.G.R. n. 2429 del 30/12/2015, è stata approvata la identificazione dei potenziali Siti di Riferimento, della Rete nucleo e dei Corpi Idrici Fortemente Modificati e Artificiali.

### **Il secondo ciclo sessennale dei Piani di Gestione e dei Piani di Tutela delle Acque (2016 - 2021)**

Con D.G.R. n. 1045 del 14/07/2016, pubblicata sul BURP n. 88 del 29/07/2016, la Regione Puglia ha approvato il *Programma di Monitoraggio qualitativo dei corpi idrici superficiali per il triennio 2016-2018*, con il quale si è dato l'avvio al Secondo ciclo dei Piani di Gestione e dei Piani di Tutela delle Acque, demandandone la realizzazione ad ARPA Puglia. La presa d'atto di quest'ultimo affidamento è stata ufficializzata dall'Agenzia con la Delibera del Direttore Generale n. 537 dell'8 settembre 2016.

Nel 2016 è stato realizzato il programma di monitoraggio relativo al 1° anno del II ciclo che, come previsto dalle norme di riferimento per il 1° anno di ogni ciclo sessennale di monitoraggio, è stato della tipologia

“Sorveglianza”. La Relazione relativa all’anno di monitoraggio di Sorveglianza 2016 è stata trasmessa alla Regione da questa Agenzia con nota prot. n. 72688 del 07/11/2018.

Nel 2017 è stato realizzato il Programma di Monitoraggio relativo al 2° anno del II ciclo, di tipo “Operativo”. La Relazione contenente gli esiti delle valutazioni di tale annualità di monitoraggio per la matrice Acque è stata trasmessa da questa Agenzia alla Regione Puglia con nota prot. n. 84953 del 31/12/2018, mentre la Relazione che raccoglie e valuta i risultati del monitoraggio Operativo 2017 con riferimento a tutte le matrici previste dalla norma (*acque, biota e sedimenti*) è stata trasmessa con nota prot. n. 40042 del 24/05/2019.

Nel 2018 è stato realizzato il Programma di Monitoraggio relativo al 3° anno del II ciclo, anch’esso di tipo “Operativo”. La Relazione è stata trasmessa con nota prot. n. 91897 del 20/12/2019.

A conclusione del triennio di monitoraggio 2016-2018, con nota prot. n. 50776 del 12/08/2020, ARPA Puglia ha avanzato alla Regione Puglia la proposta di classificazione dei corpi idrici superficiali pugliesi, secondo le indicazioni imposte dalla norma (lettera A.4 del D.M. 260/2010), integrate con la procedura di valutazione del Livello di Confidenza associato alla classificazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico (Manuali e Linee Guida n. 116/2014, ISPRA).

A prosecuzione delle attività, con D.G.R. n.1429 del 30/07/2019 è stato approvato il *Programma di Monitoraggio qualitativo dei corpi idrici superficiali della Regione Puglia per il triennio 2019/2021*; l’Accordo Organizzativo ex art. 15 della L. 241/1990 per la realizzazione dello stesso è stato sottoscritto tra ARPA Puglia e Regione Puglia in data 10/10/2019. La presa d’atto di tale accordo è stata ufficializzata dall’Agenzia con la Delibera del Direttore Generale n. 683 del 30/12/2019.

La Relazione relativa al Monitoraggio Operativo condotto nel 2019 è stata trasmessa alla Regione da questa Agenzia con nota prot. n. 90657 del 29/12/2020; quella relativa al Monitoraggio Operativo eseguito nel 2020 è stata trasmessa con nota prot. n. 87035 del 23/12/2021.

La presente Relazione fa riferimento al Monitoraggio Operativo svolto nell’annualità 2021. Considerata la mole di lavoro svolto e l’ingente quantità di dati raccolti, i principali risultati e i commenti riportati di seguito sono necessariamente da considerare elaborazione e sintesi di tutta l’informazione disponibile, una parte della quale è comunque riportata nelle tabelle riassuntive allegate alla presente relazione.

## MATERIALI E METODI

I Corpi Idrici Superficiali (CIS) monitorati, in ossequio alle finalità della Direttiva Quadro Acque, sono gli stessi già inclusi nel primo Programma di Monitoraggio approvato con la D.G.R. n. 1640 del 12/07/2010, con la successiva esclusione del corpo idrico denominato “Torrente Locone\_16” e l’inclusione di quello denominato “Ofanto\_18”.

Nel presente Il ciclo sessennale di monitoraggio, la Rete di Monitoraggio Operativo attiva nel triennio 2019-2021 è stata ridisegnata in esito al monitoraggio di “Sorveglianza” condotto nel 2016.

Tale monitoraggio di Sorveglianza ha evidenziato che, fatta eccezione per i corsi d’acqua “Foce Carapelle” e “Ofanto\_18” che nel 2016 hanno presentato Stato Ecologico e Chimico “Buono”, tutti i restanti corpi idrici monitorati esclusivamente in Sorveglianza sono risultati in stato di qualità - ecologico e/o chimico - inferiore al “Buono” e come tali sono stati ricompresi nella Rete Operativa a partire dal 2017.

La rete di monitoraggio Operativo, pertanto, così come definita nel piano approvato con la D.G.R. n. 1429 del 30/07/2019, ha ricompreso un numero totale di 93 corpi idrici superficiali, e 141 siti di monitoraggio così suddivisi:

Categoria	Codice	Corpi idrici Superficiali (num.)	Siti di monitoraggio (num.)
Corsi d’acqua/Fiumi	CA	36	36
Laghi/invasi	LA	6	6
Acque Transizione	AT	12	15
Acque Marino Costiere	MC	39	84
		<b>93</b>	<b>141</b>

Tra i 141 siti di monitoraggio ricadono i 47 siti della rete nucleo, definita ai sensi del D.M. 260/2010 (al punto A.3.2.4), così come riportata nella D.G.R. n. 2429 del 30/12/2015.

Oltre al monitoraggio dei corpi idrici ai sensi della Direttiva Quadro, in ottemperanza al D.Lgs. n. 152/2006 il Programma di Monitoraggio ha ricompreso anche le Acque a Specifica Destinazione designate dalla Regione Puglia, in questo caso le *Acque destinate alla produzione di acqua potabile*, le *Acque idonee alla vita dei pesci* e le *Acque destinate alla vita dei molluschi* ai sensi degli artt. 79, 80, 84 e 87 dello stesso D.Lgs. n. 152/2006; i risultati del monitoraggio di tali acque a specifica destinazione sono oggetto di singoli report trasmessi separatamente alla Regione Puglia e pertanto non sono riportati in questo documento.

Anche gli esiti relativi al *Monitoraggio dei residui dei prodotti fitosanitari* e al *Monitoraggio supplementare delle nuove sostanze della Tab. 1/A* saranno oggetto di singoli report trasmessi separatamente.

Riassumendo, tenendo conto sia dei siti per le categorie di acque che di quelli per le acque a specifica destinazione si ottiene un totale di 185 siti sottoposti a monitoraggio nel corso dell’anno 2021.

Tra i corpi idrici superficiali pugliesi inclusi nella complessiva rete di monitoraggio ve ne sono alcuni con caratteristiche tali da essere stati identificati come *artificiali (CIA)* o *fortemente modificati (CIFM)* ai sensi della Direttiva 2000/60/CE; la stessa Direttiva infatti permette agli Stati membri di considerare particolari situazioni riconducibili a CIS creati ex-novo o CIS naturali che abbiano subito significative modificazioni idromorfologiche allo scopo di consentire lo sviluppo di attività antropiche. In Italia, i criteri tecnici per l’identificazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati per le acque fluviali e lacustri sono riportati nel D.M. 156/2013.

Per la Puglia, l’individuazione dei Corpi Idrici Fortemente Modificati (CIFM) e dei Corpi Idrici Artificiali (CIA) regionali è stata ratificata con le D.G.R. n. 1951 del 03/11/2015 e n. 2429 del 30/12/2015.

In particolare, per la categoria “Corsi d’acqua” in Puglia sono stati identificati n. 3 Corpi Idrici Artificiali e n. 12 Corpi Idrici Fortemente Modificati (vedi tabella seguente), sulla base dei criteri definiti nel D.M.

156/2013 all'Allegato 1 e ripresi in dettaglio nel documento "IDRAIM - Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua" (Manuali e Linee Guida n. 113/2014, ISPRA).

Corpi Idrici Fortemente Modificati e Artificiali per la categoria "Corsi d'acqua" in Puglia (tratto da Tab. A, All. 2, D.G.R. n. 1951 del 03/11/2015)

<b>CORPI IDRICI ARTIFICIALI E CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI</b>			
<b>Categoria "Corsi d'acqua/Fiumi"</b>			
<b>Corpo Idrico</b>	<b>Codice completo</b>	<b>Identificazione</b>	<b>Caso/Criterio</b>
Bradano_reg	ITF-I01216IN7T	CIA	
Torrente Asso	ITF-R16-18217EF7T	CIA	
F. Grande	ITF-R16-15017EF7T	CIA	
Fortore_12_1	ITF-I015-12SS3T	CIFM	4 - 6
Candelaro sorg-conf. Triolo_17	ITF-R16-08417IN7T.1	CIFM	2
Candelaro confl.Sàlsola confl.Celone_17	ITF-R16-08417IN7T.3	CIFM	2 - 6
Candelaro confl. Celone - foce	ITF-R16-08417IN7T.4	CIFM	2 - 6
Sàlsola confl. Candelaro	ITF-R16-084-0216IN7T.3	CIFM	2
Fiume Celone_16	ITF-R16-084-0116EF7F	CIFM	4 - 6
Cervaro_foce	ITF-R16-08516IN7T.3	CIFM	2 - 4
Torrente Locone	ITF-I020-R16-088-0116IN7T	CIFM	2 - 4 - 6
confl. Carapellotto_foce Carapelle	ITF-R16-08616IN7T.2	CIFM	2
Foce Ofanto	ITF-I020-R16-08816IN7T.3	CIFM	2 - 6
C. Reale	ITF-R16-14417EF7T	CIFM	1
Galaso	ITF-R16-19716EF7T	CIFM	2

Si precisa che dei n. 12 CIFM fluviali pugliesi identificati, n. 11 sono inclusi nel Programma di Monitoraggio per il triennio 2019-2021, in quanto il corpo idrico denominato "Torrente Locone\_16" è stato escluso dal monitoraggio, con le motivazioni riportate nella D.G.R. n. 1255 del 19/06/2012.

Per la categoria "Laghi/Invasi", tutti i corpi idrici lacuali pugliesi sono stati identificati come Corpi Idrici Fortemente Modificati in quanto individuati come invasi, opera dell'uomo (vedi tabella seguente).

Corpi Idrici Fortemente Modificati per la categoria "Laghi/Invasi" in Puglia (Tab. B, All. 1, D.G.R. n. 2429 del 30/12/2015)

<b>CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI</b>		
<b>Categoria "Laghi/Invasi"</b>		
<b>Corpo Idrico</b>	<b>Codice completo</b>	<b>Identificazione</b>
Occhito (Fortore)	ITI-I015-R16-01ME-4	CIFM
Torre Bianca/Capaccio (Celone)	ITI-R16-084-01ME-2	CIFM
Marana Capacciotti	ITI-I020-R16-01ME-4	CIFM
Locone (Monte Melillo)	ITI-I020-R16-02ME-4	CIFM
Serra del Corvo (Basentello)	ITI-I012-R16-03ME-2	CIFM
Cillarese	ITI-R16-148-01ME-1	CIFM

Per i corpi idrici fortemente modificati e per quelli artificiali, la Direttiva prevede - quale obiettivo ambientale - il raggiungimento del "buon potenziale ecologico e chimico"; ai sensi del D.M. 260/2010, il Potenziale Ecologico è valutato in base al più basso dei valori riscontrati durante il monitoraggio biologico, fisico-chimico e chimico (inquinanti specifici) ed è rappresentato con uno schema cromatico simile a quello definito per lo stato ecologico (tratteggiato su colore). I CIFM e i CIA, infatti, hanno obiettivi di qualità

ecologica inferiori rispetto ai corpi idrici naturali in virtù delle alterazioni che potrebbero compromettere in vario modo gli habitat e gli ecosistemi fluviali. Il Potenziale Ecologico Massimo (PEM) rappresenta la qualità ecologica massima che può essere raggiunta da un CIFM o un CIA, qualora siano attuate le misure di mitigazione idromorfologiche.

La metodologia per la *“Classificazione del potenziale ecologico per i corpi idrici fortemente modificati e artificiali fluviali e lacustri”* è stata elaborata dal Ministero dell’Ambiente, coadiuvato dagli esperti degli Istituti Scientifici Nazionali, con D.D. n. 341/STA del 30/05/2016. Tale metodologia individua gli indici di classificazione per alcuni degli elementi biologici previsti dalla Direttiva; per gli elementi idromorfologici e la fauna ittica dei fiumi e laghi, per le macrofite dei laghi e dei CIA fluviali e per i macroinvertebrati dei laghi, il D.D. non definisce una procedura per il metodo di classificazione specifico per ciascun indice, ma fa riferimento al Processo Decisionale Guidato sulle Misure di Mitigazione Idromorfologica (PDG-MMI, cosiddetto *Approccio Praga*) da utilizzare transitoriamente ai fini della classificazione dei CIFM e CIA.

Attesa la complessità di applicazione di tale approccio, il Ministero dell’Ambiente ha proposto alle Regioni delle tempistiche per l’applicazione della metodologia di che trattasi, fissando la scadenza del 28/02/2018 per l’applicazione della metodologia ad almeno il 20% dei CIFM/CIA, del 30/06/2018 ad almeno il 40% degli stessi e del 31/12/2018 per il 60%.

Nel caso dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati pugliesi della categoria *“Corsi d’acqua”*, la metodologia prevista dal D.D. 341/2016 è stata applicata, in questa prima fase, al 57% dei CIFM/CIA (8 corpi idrici su 14), ovvero ai corpi idrici per i quali il presente Piano prevede il monitoraggio di Elementi di Qualità Biologica con procedure di classificazione già definite, che non necessitano dell’integrazione con l’*Approccio Praga*.

Se si fa riferimento a entrambe le categorie di corpi idrici (corsi d’acqua/fiumi e laghi/invasi) per i quali sono stati individuati CIA e CIFM - 20 corpi idrici in totale -, la metodologia ministeriale è stata applicata nel 70% dei casi (14 corpi idrici - 8 fiumi e 6 laghi - su 20).

A sintesi di tutto quanto sopra riportato, nelle tabelle seguenti è riportata l’allocazione geografica dei siti di monitoraggio (centroide), l’appartenenza ai corpi idrici con la relativa codifica, nonché l’indicazione - per le categorie *“Corsi d’acqua”* e *“Laghi/Invasi”* - se si tratti di Corpi idrici artificiali (CIA) o fortemente modificati (CIFM) così come designati con le D.G.R. n. 1951 del 03/11/2015 e n. 2429 del 30/12/2015).

CORSI D'ACQUA/FIUMI (n° 38 Corpi Idrici, n° 38 stazioni di campionamento)

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)	Corpi Idrici Artificiali e Corpi Idrici Fortemente Modificati (D.G.R. n. 1951/2015 e n. 2429/2015)
CA_TS01	Fiume Saccione	Saccione_12	41°51' 36,2" N	15°07'24" E	
CA_TS02	Fiume Saccione	Foce Saccione	41°55' 29,337" N	15°8' 12,055" E	
CA_FF01	Fiume Fortore	Fortore_12_1	41°38' 50,057" N	15°2' 40,647" E	CIFM*
CA_FF02	Fiume Fortore	Fortore_12_2	41°53' 46,823" N	15°15' 50,170" E	
CA_TC01	Torrente Candelaro	Candelaro_12	41°46' 35,017" N	15°19' 9,391" E	
CA_TC02	Torrente Candelaro	Candelaro_16	41°43' 26,872" N	15°27' 53,908" E	
CA_TC03	Torrente Candelaro	Candelaro sorg. -confl. Triolo_17	41°42' 50,777" N	15°30' 10,572" E	CIFM
CA_TC04	Torrente Candelaro	Candelaro confl. Triolo-confl. Salsola_17	41°37' 34,269" N	15°38' 7,124" E	
CA_TC05	Torrente Candelaro	Candelaro confl. Salsola - confl. Celone_17	41°36' 36,051" N	15°40' 4,030" E	CIFM
CA_TC06	Torrente Candelaro	Candelaro confl. Celone - foce	41°35' 58,889" N	15°42' 18,255" E	CIFM*
CA_TC07	Torrente Candelaro	Canale della Contessa	41°31'47,7" N	15°49'20,8" E	
CA_TC08	Torrente Candelaro	Foce Candelaro	41°34' 25,277" N	15°53' 6,038" E	
CA_TT01	Torrente Triolo	Torrente Triolo	41°38' 51,084" N	15°32' 44,987" E	
CA_SA01	Torrente Salsola	Salsola ramo nord	41°32' 49,497" N	15°22' 7,430" E	
CA_SA02	Torrente Salsola	Salsola ramo sud	41°27' 20,137" N	15°22' 40,822" E	
CA_SA03	Torrente Salsola	Salsola confl. Candelaro	41°36' 20,636" N	15°36' 36,453" E	CIFM*
CA_CL01	Fiume Celone	Fiume Celone_18	41°23' 30,018" N	15°19' 11,847" E	
CA_CL02	Fiume Celone	Fiume Celone_16	41°34' 18,237" N	15°36' 47,046" E	CIFM
CA_CE01	Torrente Cervaro	Cervaro_18	41°16' 29,937" N	15°22' 0,265" E	
CA_CE02	Torrente Cervaro	Cervaro_16_1	41°24' 4,094" N	15°39' 8,683" E	
CA_CE03	Torrente Cervaro	Cervaro_16_2	41°25' 37,226" N	15°40' 4,677" E	
CA_CE04	Torrente Cervaro	Cervaro foce	41°31' 17,296" N	15°53' 55,899" E	CIFM
CA_CR01	Torrente Carapelle	Carapelle_18	41°9' 4,858" N	15°28' 3,410" E	
CA_CR02	Torrente Carapelle	Carapelle_18_Carapellotto	41°13' 31,226" N	15°32' 27,011" E	
CA_CR03	Torrente Carapelle	confl. Carapellotto_foce Carapelle	41°23' 51,370" N	15°48' 51,210" E	CIFM*
CA_CR04	Torrente Carapelle	Foce Carapelle**	41°29' 26,4" N	15°55' 14,4" E	
CA_FO00	Fiume Ofanto	Ofanto_18**	41° 5' 35,1" N	15° 34' 27,70" E	
CA_FO01	Fiume Ofanto	Ofanto - confl. Locone	41° 08'31,010"N	15° 52' 16,84"E	
CA_FO02	Fiume Ofanto	confl. Locone - confl. Foce Ofanto	41°17' 9,541" N	16°6' 1,444" E	
CA_FO03	Fiume Ofanto	Foce Ofanto	41° 20' 26,790"N	16° 12' 20,740"E	CIFM
CA_BR01	Fiume Bradano	Bradano_reg.	40°47' 27,839" N	16°25' 7,080" E	CIA
CA_GR01	Fiume Grande	F.Grande	40°37' 29,151" N	17°58' 59,854" E	CIA*
CA_RE01	Canale Reale	C.Reale	40°42' 10,318" N	17°48' 26,422" E	CIFM
CA_AS01	Torrente Asso	Torrente Asso	40°11'20,35" N	18°1'38,58" E	CIA*
CA_TA01	Fiume Tara	Tara	40°30' 59,555" N	17°8' 44,032" E	
CA_LN01	Fiume Lenne	Lenne	40°30' 18,4" N	17°00' 52,1" E	
CA_FL01	Fiume Lato	Lato	40°30' 9,366" N	16°57' 52,323" E	
CA_GA01	Fiume Galaso	Galaso	40°24' 54,056" N	16°52' 20,289" E	CIFM
CIA/CIFM*	Corpo idrico artificiale o fortemente modificato per il quale non è stata applicata la metodologia di cui al D.D. 341/STA del 30/05/2016 per la classificazione del Potenziale Ecologico				
**	I corpi idrici "Foce Carapelle" e "Ofanto_18" ricadono nella Rete di Sorveglianza e pertanto non sono stati monitorati nell'annualità di Monitoraggio Operativo 2021.				



LAGHI/INVASI (n° 6 Corpi Idrici, n° 6 stazioni di campionamento)

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)	Corpi Idrici Artificiali e Corpi Idrici Fortemente Modificati (D.G.R. n. 1951/2015 e n. 2429/2015)
LA_OC01	Occhito (centro lago)	Occhito (Fortore)	41°34' 01,000" N	14°56' 44,000" E	CIFM
LA_CEO1	Celone (centro lago)	Torre Bianca/Capaccio (Celone)	41°26' 0,000" N	15°25' 40,400" E	CIFM
LA_CA01	Capacciotti (centro lago)	Marana Capacciotti	41°9' 38,300" N	15°48' 31,200" E	CIFM
LA_LO01	Locone (centro lago)	Locone (Monte Melillo)	41° 5'30.05"N	15°59'57.15"E	CIFM
LA_SC01	Serra del Corvo (centro lago)	Serra del Corvo (Basentello)	40°50' 59,000" N	16°14' 21,000" E	CIFM
LA_CIO1	Cillarese (centro lago)	Cillarese	40° 38' 07,62" N	17° 54' 38,11" E	CIFM

ACQUE DI TRANSIZIONE (n° 12 Corpi Idrici, n° 15 stazioni di campionamento)

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)
AT_LE01	Laguna di Lesina - da sponda occidentale a località La Punta	Laguna di Lesina - da sponda occidentale a località La Punta	41°53' 11,900" N	15°20' 45,900" E
AT_LE02	Laguna di Lesina - da La Punta a Fiume Lauro / Foce Schiapparo	Laguna di Lesina - da La Punta a Fiume Lauro / Foce Schiapparo	41°53' 12,100" N	15°26' 25,400" E
AT_LE03	Laguna di Lesina - da Fiume Lauro / Foce Schiapparo a sponda orientale	Laguna di Lesina - da Fiume Lauro / Foce Schiapparo a sponda orientale	41°54' 26,046" N	15°31' 27,320" E
AT_VA01	Lago di Varano	Lago di Varano	41°54' 2,600" N	15°41' 10,400" E
AT_VA02			41°54' 17,200" N	15°47' 50,000" E
AT_VA03			41°51' 26,300" N	15°47' 33,600" E
AT_LS01	Vasche Evaporanti (Lago Salpi)	Vasche Evaporanti (Lago Salpi)	41°25' 26,903" N	15°59' 53,242" E
AT_TG01	Torre Guaceto	Torre Guaceto	40°42' 51,136" N	17°47' 43,671" E
AT_PU01	Punta della Contessa	Punta della Contessa	40°35' 42,098" N	18°2' 29,539" E
AT_CEO1	Cesine	Cesine	40°21' 32,700" N	18°20' 9,100" E
AT_AL01	Alimini Grande	Alimini Grande	40°12' 41,500" N	18°26' 32,400" E
AT_AL02			40°12' 8,100" N	18°27' 3,100" E
AT_PC01	Baia di Porto Cesareo	Baia di Porto Cesareo	40°14' 56,718" N	17°54' 16,262" E
AT_MP01	Mar Piccolo - Primo Seno	Mar Piccolo - Primo Seno	40°29' 19,319" N	17°15' 29,048" E
AT_MP02	Mar Piccolo - Secondo Seno	Mar Piccolo - Secondo Seno	40°29' 22,170" N	17°18' 28,950" E

ACQUE MARINO COSTIERE (n° 39 Corpi Idrici, n° 84 stazioni di campionamento - n° 42 transetti)

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)
MC_TR01	Tremiti_100	Isole Tremiti	42°7' 2,000" N	15°29' 54,000" E
MC_TR02	Tremiti_500		42°6' 56,300" N	15°30' 9,300" E
MC_FF01	F_Fortore_500	Chieuti-Foce Fortore	41°55' 32,100" N	15°17' 38,900" E
MC_FF02	F_Fortore_1750		41°56' 8,164" N	15°17' 42,873" E
MC_FS01	F_Schiapparo_500	Foce Fortore-Foce Schiapparo	41°54' 50,400" N	15°30' 30,600" E
MC_FS02	F_Schiapparo_1750		41°55' 28,787" N	15°30' 21,130" E
MC_CA01	F_Capoiale_500	Foce Schiapparo-Foce Capoiale	41°55' 30,800" N	15°40' 0,700" E
MC_CA02	F_Capoiale_1750		41°56' 5,168" N	15°40' 25,062" E
MC_FV01	F_Varano_500	Foce Capoiale-Foce Varano	41°55' 27,900" N	15°47' 37,000" E
MC_FV02	F_Varano_1750		41°56' 9,627" N	15°47' 47,553" E
MC_PE01	Peschici_200	Foce Varano-Peschici	41°57' 10,400" N	16°1' 3,200" E
MC_PE02	Peschici_1750		41°57' 48,909" N	16°1' 8,045" E
MC_VI01	Vieste_500	Peschici-Vieste	41°53' 13,900" N	16°11' 11,000" E
MC_VI02	Vieste_1750		41°53' 46,427" N	16°11' 51,179" E
MC_MI01	Mattinatella_200	Vieste-Mattinata	41°43' 42,187" N	16°6' 55,469" E
MC_MI02	Mattinatella_1750		41°43' 3,131" N	16°7' 29,603" E
MC_MT01	Mattinata_200	Mattinata-Manfredonia	41°41' 40,600" N	16°4' 10,300" E
MC_MT02	Mattinata_1750		41°41' 34,652" N	16°5' 1,793" E
MC_MN01	Manfredonia_SIN_500		41°38' 38,000" N	15°57' 32,300" E
MC_MN02	Manfredonia_SIN_1750		41°38' 2,758" N	15°57' 57,231" E
MC_FC01	F_Candelaro_500	Manfredonia-Torrente Cervaro	41°35' 5,100" N	15°53' 59,500" E

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi- millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)
MC_FC02	F_Candelaro_1750		41°35' 1,733" N	15°54' 49,392" E
MC_CR01	F_Carapelle_500	Torrente Cervaro-Foce Carapelle	41°29' 45,300" N	15°55' 53,600" E
MC_CR02	F_Carapelle_1750		41°30' 1,684" N	15°56' 37,674" E
MC_AL01	F_Aloisa_500	Foce Carapelle-Foce Aloisa	41°26' 11,571" N	16°0' 41,094" E
MC_AL02	F_Aloisa_1750		41°26' 44,253" N	16°1' 7,913" E
MC_CM01	F_Carmosina_500	Foce Aloisa-Margherita di Savoia	41°24' 54,300" N	16°4' 15,200" E
MC_CM02	F_Carmosina_1750		41°25' 33,780" N	16°4' 37,080" E
MC_FO01	F_Ofanto_500	Margherita di Savoia-Barletta	41°21' 56,400" N	16°12' 17,200" E
MC_FO02	F_Ofanto_1750		41°22' 27,442" N	16°12' 45,726" E
MC_BI01	Bisceglie_500	Barletta-Bisceglie	41°14' 48,300" N	16°30' 56,300" E
MC_BI02	Bisceglie_1750		41°15' 23,603" N	16°31' 39,090" E
MC_ML01	Molfetta_500	Bisceglie-Molfetta	41°12' 10,800" N	16°36' 59,900" E
MC_ML02	Molfetta_1750		41°12' 45,360" N	16°37' 27,874" E
MC_BB01	Bari_Balice_500	Molfetta-Bari	41°8' 41,600" N	16°48' 43,100" E
MC_BB02	Bari_Balice_1750		41°9' 22,489" N	16°49' 8,461" E
MC_BA01	Bari_Trullo_500	Bari-S. Vito (Polignano)	41°6' 43,500" N	16°56' 9,700" E
MC_BA02	Bari_Trullo_1750		41°7' 20,404" N	16°56' 30,450" E
MC_MA01	Mola_500		41°3' 21,482" N	17°7' 0,198" E
MC_MA02	Mola_1750		41°3' 49,658" N	17°7' 25,566" E
MC_MO01	Monopoli_100	S. Vito (Polignano)-Monopoli	40°57' 6,000" N	17°18' 27,300" E
MC_MO02	Monopoli_1500		40°57' 39,793" N	17°19' 16,548" E
MC_FR01	Forcatelle_500	Monopoli-Torre Canne	40°51' 13,667" N	17°27' 28,610" E
MC_FR02	Forcatelle_1750		40°51' 43,141" N	17°28' 10,304" E
MC_VL01	Villanova_500	Torre Canne-Limite nord AMP Torre Guaceto	40°47' 44,300" N	17°35' 31,200" E
MC_VL02	Villanova_1750		40°48' 24,478" N	17°35' 55,524" E
MC_TG01	T_Guaceto_500	Area Marina Protetta Torre Guaceto	40°42' 29,400" N	17°48' 40,900" E
MC_TG02	T_Guaceto_1750		40°43' 24,701" N	17°49' 29,575" E
MC_PP01	P_Penne_100	Limite sud AMP Torre Guaceto-Brindisi	40°41' 10,983" N	17°56' 22,482" E
MC_PP02	P_Penne_600		40°41' 22,300" N	17°56' 27,654" E
MC_CB01	BR_CapoBianco_500	Brindisi-Cerano	40°38' 59,200" N	18°0' 19,500" E
MC_CB02	BR_CapoBianco_1750		40°39' 53,765" N	18°1' 10,542" E
MC_CC01	Campo di Mare_500	Cerano-Le Cesine	40°32' 25,500" N	18°4' 53,100" E
MC_CC02	Campo di Mare_1750		40°32' 49,214" N	18°5' 31,554" E
MC_SC01	LE_S.Cataldo_500		40°23' 57,108" N	18°18' 10,369" E
MC_SC02	LE_S.Cataldo_1750		40°24' 31,930" N	18°18' 42,412" E
MC_CE01	Cesine_200	Le Cesine-Alimini	40°21' 42,516" N	18°20' 27,075" E
MC_CE02	Cesine_1750		40°22' 14,922" N	18°21' 13,244" E
MC_FA01	F_Alimini_200	Alimini-Otranto	40°12' 15,100" N	18°27' 40,400" E
MC_FA02	F_Alimini_1750		40°12' 12,873" N	18°28' 52,742" E
MC_TC01	Tricase_100	Otranto-S. Maria di Leuca	39°54' 59,544" N	18°23' 41,956" E
MC_TC02	Tricase_500		39°54' 55,677" N	18°23' 54,211" E
MC_PRO1	Punta Ristola_100	S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio	39°47' 23,200" N	18°20' 39,067" E
MC_PRO2	Punta Ristola_800		39°47' 3,716" N	18°20' 22,928" E
MC_UG01	Ugento_500	Torre S. Gregorio-Ugento	39°51' 54,800" N	18°8' 15,800" E
MC_UG02	Ugento_1750		39°51' 31,876" N	18°7' 40,909" E
MC_SM01	S_Maria_200	Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo	40°7' 30,100" N	17°59' 36,400" E
MC_SM02	S_Maria_1000		40°7' 20,150" N	17°59' 3,815" E
MC_PC01	P.Cesareo_200	Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena	40°14' 49,900" N	17°53' 39,800" E
MC_PC02	P.Cesareo_1000		40°14' 32,300" N	17°53' 12,800" E
MC_CP01	Campomarino_200	Torre Columena-Torre dell'Ovo	40°17' 44,558" N	17°33' 35,803" E
MC_CP02	Campomarino_1750		40°16' 53,644" N	17°33' 32,892" E
MC_LS01	TA_Lido_Silvana_100	Torre dell'Ovo-Capo S. Vito	40°21' 38,288" N	17°20' 23,139" E
MC_LS02	TA_Lido_Silvana_750		40°21' 17,219" N	17°20' 14,091" E
MC_SV01	TA_S.Vito_100	Capo S. Vito-Punta Rondinella	40°24' 32,673" N	17°12' 1,794" E
MC_SV02	TA_S.Vito_700		40°24' 21,555" N	17°11' 34,852" E
MC_PN01	P_Rondinella_200	Punta Rondinella-Foce Fiume Tara	40°28' 45,900" N	17°10' 33,400" E
MC_PN02	P_Rondinella_1750		40°28' 46,512" N	17°9' 29,873" E
MC_FP01	F_Patemisco_500	Foce Fiume Tara-Chiatona	40°31' 7,000" N	17°6' 11,400" E
MC_FP02	F_Patemisco_1750		40°30' 21,363" N	17°6' 8,796" E
MC_FL01	F_Lato_500	Chiatona-Foce Lato	40°29' 22,300" N	16°59' 43,500" E
MC_FL02	F_Lato_1750		40°28' 54,473" N	17°0' 13,671" E
MC_GI01	Ginosa_200	Foce Lato-Bradano	40°25' 25,793" N	16°53' 36,552" E



Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)
MC_GI02	Ginosa_1750		40°25' 0,834" N	16°54' 31,344" E

ACQUE DESTINATE ALLA PRODUZIONE DI ACQUA POTABILE (n° 2 stazioni di campionamento)

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)
AP_IO01	Invaso di Occhito (presso diga)	Occhito (Fortore)	41°37' 10,202" N	14°58' 8,438" E
AP_IL01	Invaso del Locone (presso diga)	Locone (Monte Melillo)	41° 05' 25,270" N	16° 00' 12,510" E

ACQUE IDONEE ALLA VITA DEI PESCI (n° 20 stazioni di campionamento)

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)
VP_TS01	Torrente Saccione	Saccione_12	41°51' 36,2" N	15°07'24" E
VP_FF01	Fiume Fortore	Fortore_12	41°38' 50,057" N	15°2' 40,647" E
VP_FF02	Fiume Fortore	Fortore_12	41°53' 46,823" N	15°15' 50,170" E
VP_TC01	Torrente Candelaro	Candelaro confl. Triolo confl. Salsola_17	41°37' 34,269" N	15°38' 7,124" E
VP_TC02	Il vasca Candelaro	Candelaro-Canale della Contessa	41°31' 50,395" N	15°49' 23,933" E
VP_TC03	Stagno Daunia Risi	Candelaro confl. Celone - foce	41°35' 58,889" N	15°42' 18,255" E
VP_SA01	Torrente Salsola	Salsola ramo nord	41°32' 49,497" N	15°22' 7,430" E
VP_SA02	Torrente Salsola	Salsola confl. Candelaro	41°36' 20,636" N	15°36' 36,453" E
VP_CE01	Torrente Cervaro	Cervaro_18	41°16' 29,937" N	15°22' 0,265" E
VP_CE02	Torrente Cervaro	Cervaro_16_1	41°24' 4,094" N	15°39' 8,683" E
VP_CA01	Torrente Carapelle	Carapelle_18 Carapellotto	41°13' 31,226" N	15°32' 27,011" E
VP_CA02	Torrente Carapelle	confl. Carapellotto - foce Carapelle	41°23' 51,370" N	15°48' 51,210" E
VP_FO01	Fiume Ofanto	confl. Locone - confl. Foce ofanto	41°17' 9,541" N	16°6' 1,444" E
VP_FO02	Fiume Ofanto	Foce Ofanto	41° 20' 26,790" N	16° 12' 20,740" E
VP_GR01	Fiume Grande	Fiume Grande_17	40°37' 29,151" N	17°58' 59,854" E
VP_AL01	Laghi Alimini Fontanelle	N.I.*	40°10' 52,067" N	18°26' 51,616" E
VP_SC01	Sorgente Chidro	N.I.*	40°18'18,7" N	17°40' 57,8" E
VP_FG01	Fiume Galeso	N.I.*	40°30' 6,969" N	17°14' 47,363" E
VP_LN01	Fiume Lenne	Lenne_16	40°30'18,4" N	17° 00'52,1" E
VP_FL01	Fiume Lato	Lato_16	40°30' 8,9" N	16° 57'52,6" E

\*N.I.: non individuato dalla Regione Puglia

ACQUE DESTINATE ALLA VITA DEI MOLLUSCHI (n° 21 stazioni di campionamento)

Codice Stazione	Descrizione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	LAT (gradi, minuti, secondi-millesimi)	LONG (gradi, minuti, secondi-millesimi)
VM_MF01	Marina di Fantine	Chieuti-Foce Fortore	41°55' 28,100" N	15°11' 45,900" E
VM_CA01	Parco allev. Mitili (Capoiale)	Foce Schiapparo-Foce Capoiale	41°56' 33,100" N	15°40' 28,300" E
VM_VI01	Lago di Varano (incile Foce Capoiale)	Lago di Varano	41°54' 2,600" N	15°41' 10,400" E
VM_MA01	Mattinatella	Vieste-Mattinata	41°43' 40,267" N	16°6' 30,942" E
VM_MN01	Manfredonia	Mattinata-Manfredonia	41°37' 11,300" N	15°54' 59,100" E
VM_IM03	Impianto mollusc.3 (Manfredonia)		41° 38' 31,771" N	15° 59' 7,844" E
VM_IM04	Impianto mollusc.4 (Manfredonia)		41° 38' 10,498" N	15° 59' 21,080" E
VM_IM01	Impianto mollusc. (Manfredonia)	Manfredonia-Torrente Cervaro	41°33' 38,500" N	15°56' 6,500" E
VM_IM02	Impianto mollusc.2 (Manfredonia)		41° 33' 48,669" N	15° 57' 19,472" E
VM_SA01	Saline (Foce Carmosina)	Foce Aloisa-Margherita di Savoia	41°24' 54,300" N	16°4' 15,200" E
VM_SA02	Saline (Foce Carmosina - impianto)		41° 26' 1,534" N	16° 5' 21,095" E
VM_TA01	Trani	Barletta-Bisceglie	41°16' 20,359" N	16°26' 14,053" E
VM_SS01	S. Spirito	Molfetta-Bari	41°9' 47,440" N	16°45' 41,480" E
VM_SV01*	Savelletri	Monopoli-Torre Canne	40°52' 23,100" N	17°25' 7,600" E
VM_CS01	Castro	Otranto-S. Maria di Leuca	39°59' 31,885" N	18°25' 56,112" E
VM_SI01	S. Isidoro	Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena	40°13' 7,100" N	17°54' 57,700" E
VM_GT01	Mar Grande (Loc. Tarantola)	Capo S. Vito-Punta Rondinella	40°26' 9,200" N	17°14' 30,000" E
VM_GS01	Mar Grande (Loc. S.Vito - impianto)		40° 25' 24,848" N	17° 11' 44,388" E
VM_PG01	Mar Piccolo (I seno - Loc. Galeso)	Mar Piccolo - Primo Seno	40°29' 49,600" N	17°15' 9,600" E
VM_PS01*	Mar Piccolo (II Seno - Loc. Cimini)	Mar Piccolo - Secondo Seno	40°28' 25,500" N	17°18' 13,300" E
VM_PB01	Mar Piccolo (II Seno - Loc. Battentieri)		40°29' 43,400" N	17°18' 47,800" E

Per ogni singolo sito, la definizione dei parametri e la frequenza di monitoraggio garantite nel corso del 2021 sono riportate nel già citato Programma di Monitoraggio approvato con la D.G.R. n. 1429 del 30/07/2019 (a cui si rimanda per i dettagli). In particolare si precisa che con riferimento agli Elementi di Qualità Biologica, in accordo a quanto previsto dalla norma, è stata condotta una stratificazione del monitoraggio nel corso del triennio, in modo da garantire almeno un monitoraggio nei tre anni.

Per l'analisi della componente biologica (EQB - Elementi di Qualità Biologica) dei corpi idrici superficiali (esclusi CIA e CIFM), sono stati applicati i metodi previsti dal D.M. 260/2010, secondo i protocolli proposti e resi disponibili a livello nazionale. I dettagli relativi ai metodi sono riportati nei paragrafi corrispondenti a ciascun EQB. Anche per la valutazione dei parametri chimico-fisici a supporto sono stati utilizzati i metodi previsti dal D.M. 260/2010 (vedi all'interno dei diversi contributi nella presente relazione).

Per ogni categoria di acque e per ogni Elemento di Qualità, lo stato ecologico relativo a ciascun EQB è stato attribuito in base al calcolo del Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), rappresentato dalle cinque classi (*Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo*) previste dal citato D.M. 260/2010 con gli aggiornamenti/integrazioni, per alcuni degli Elementi di Qualità Biologica, dei nuovi valori derivanti dall'esercizio di intercalibrazione stabilito dalla Commissione Europea con la Decisione 2013/480/UE, di cui alla nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015; ulteriori aggiornamenti sono derivati dalla Decisione 2018/229/EU della Commissione Europea, così come illustrati dal MATTM nel corso dell'incontro tecnico del 22/05/2018 ("*Presentazione dei nuovi metodi di classificazione delle acque superficiali intercalibrati - Decisione 2018/229/EU*") e rappresentati dai documenti di ISPRA resi disponibili nel corso dello stesso anno.

Per il 70% dei Corpi Idrici Artificiali (CIA) e dei Corpi Idrici Fortemente Modificati (CIFM), individuati nelle categorie "Corsi d'acqua" e "Laghi/Invasi" con D.G.R. n. 1951 del 03/11/2015 e n. 2429 del 30/12/2015, è stato invece valutato il *potenziale ecologico* relativo a ciascun EQB; la metodologia di classificazione utilizzata è quella proposta dal MATTM con il D.D. n. 341/STA del 30/05/2016 e successive integrazioni (nota MATTM n. 19524 del 19/09/2019).

Infine, nella stazione di monitoraggio CA\_TC08, nel corpo idrico "Foce Candelaro", selezionata da ISPRA (come da scheda identificativa a seguire), sono stati prelevati campioni per la valutazione delle nuove sostanze chimiche di cui alla terza Lista di Controllo (*Watch List*) ai sensi dell'art. 78-undecies del D.Lgs. n. 172/2015; tali campioni sono stati inviati per la determinazione analitica ad ARPA Friuli Venezia Giulia, che dispone di un Laboratorio considerato "di riferimento" da SNPA per la determinazione delle sostanze della *Watch List*.

SCHEDA IDENTIFICATIVA DELLA STAZIONE DI CAMPIONAMENTO			
Nome della stazione: Foce Candelaro		Codice identificativo: CA_TC08	
Tipologia corpo idrico: RV			
Regione: Puglia		Provincia: Foggia	
Coordinate geografiche		Latitudine: 4625376	
		Longitudine: 1074161	
La stazione è già censita per il monitoraggio di:			
EIONET <input type="checkbox"/> PESTICIDI <input type="checkbox"/> NITRATI <input type="checkbox"/>			
Potenziali fonti di rischio circostanti:			
stazione posta a chiusura di un bacino interessato da pressioni antropiche, sia puntuali che diffuse, di una certa entità. Il bacino è interessato dalla presenza di scarichi di depuratori per agglomerati medio-grandi, oltre che da una sviluppata e diffusa attività agricola.			
SOSTANZA	Sostanze di interesse per la stazione	SOSTANZA	Sostanze di interesse per la stazione
17-alfa-etinilestradiolo (EE2)	X	Metiocarb	X
17-beta-estradolo (E2)	X	Neonecodinoidi	X
Estrone (E 1)	X	Imidacloprid	X
Diclofenac	X	Tiacloprid	X
2,6 - di-terz-butil-4-metilfenolo	X	Tiametoxam	X
4-metossicinnamati 2-etilile	X	Clotianidin	X
antibiotici macrolidi	X	Acetamiprid	X
Eritromicina	X	Ossadiazone	X
Claritromicina	X	Tri-allato	X
Azitromicina	X		

## RISULTATI

Come previsto dalla vigente normativa di riferimento, la presente relazione contiene l'esposizione relativa ai singoli Elementi di Qualità, suddivisa per categoria di corpi idrici.

Per tutti i corpi idrici ricadenti nella Rete Operativa, la valutazione del giudizio di qualità sarà proposta al termine del triennio di monitoraggio operativo 2019-2021, nella *Relazione Triennale* con proposta di classificazione.

La norma e le Linee Guida di ISPRA n. 116/2014 prevedono infatti che per i corpi idrici soggetti al monitoraggio Operativo la classificazione sia prodotta al termine del triennio. Le Linee Guida precisano che *"nel caso del monitoraggio Operativo, è possibile procedere alla verifica degli SQA [...omissis...] annuali, ma solo l'integrazione dei dati del triennio ha valenza ai fini della classificazione."*

In considerazione della natura di questa relazione finale, nonché della già avvenuta consegna alla Sezione Risorse Idriche di gran parte dei dati analitici grezzi riferiti all'annualità 2021, trasmessi in allegato ai due report semestrali di cui alle note prott. n. 87042 del 23/12/2021 e n. 47383 del 28/06/2022, i risultati saranno generalmente espressi come valutazione dello stato di qualità ambientale di ciascun Elemento di Qualità, supportati quando necessario dai valori medi dei parametri indagati e da figure/grafici esplicativi.

In tutti i casi sono stati utilizzati i dati derivanti da un ciclo di monitoraggio annuale (ovvero su 12 mesi), come previsto dai D.M. 56/2009, D.M. 260/2010 e dal D.Lgs. n. 172/2015.

L'esposizione dei risultati è organizzata per categoria di acqua (Corsi d'acqua, Laghi/Invasi, Acque di Transizione, Acque Marino-Costiere).

All'interno di ogni contributo sono riportate le informazioni relative ai singoli Elementi di Qualità e/o parametri considerati, quando necessario supportate dai dati in forma tabellare; come da procedura di classificazione, gli EQ sono rappresentati nell'ordine: Elementi di Qualità Biologica, Elementi di Qualità Chimico-Fisici a supporto, Altri Elementi di Qualità Chimico-Fisici, Inquinanti. A partire dall'annualità 2020, inoltre, in coda a ogni sezione è riportata una breve sintesi delle criticità riscontrate per ciascun corpo idrico.

In allegato sono riportate le tabelle relative agli EQB per categoria di acque e ai valori medi dei parametri chimico-fisici.

Fatti salvi alcuni sporadici sfasamenti dovuti alle condizioni meteorologiche o all'inaccessibilità temporanea di alcuni siti, nel corso dell'anno le attività sono state svolte in accordo alle procedure stabilite, cercando sempre di rispettare le frequenze indicate nel programma di monitoraggio.

**SERVIZIO DI MONITORAGGIO DEI corpi idrici SUPERFICIALI DELLA  
REGIONE PUGLIA**

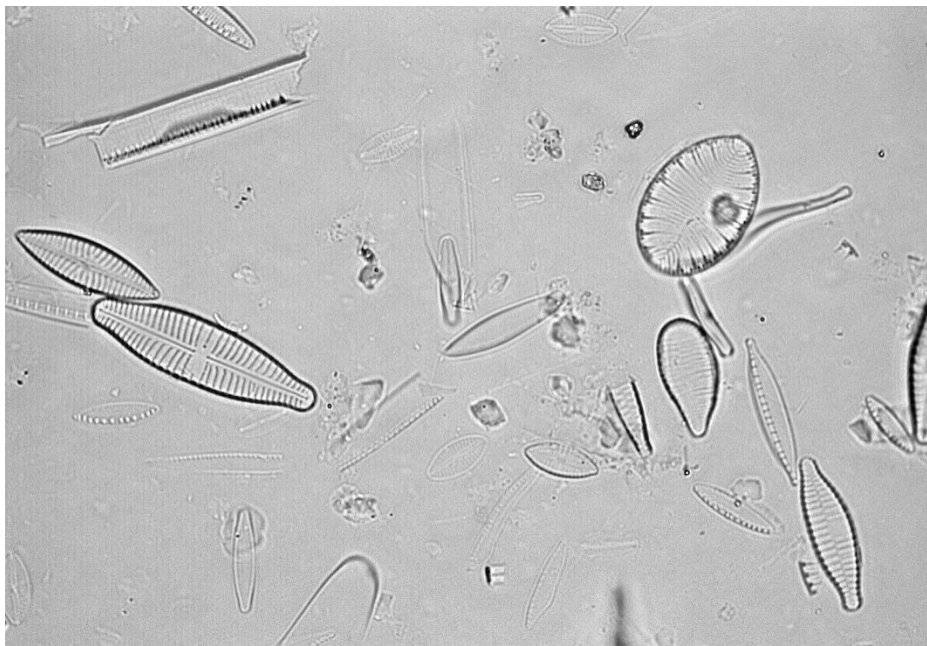
**Anno 2021 - Monitoraggio Operativo**

**CORPI IDRICI SUPERFICIALI DELLA CATEGORIA  
CORSI D'ACQUA**



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

### Elemento di Qualità Biologica **DIATOMEEE BENTONICHE**





Per la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua pugliesi, in riferimento all'elemento di qualità biologica (EQB "Diatomee", ARPA Puglia ha applicato l'indice ICMi, come stabilito dal D.M. 260/2010.

L'ICMi (*Intercalibration Common Metric index*) è dunque lo strumento da utilizzare per la classificazione dello stato di qualità in base alle comunità diatomiche fluviali. L'indice descritto nel Rapporto ISTISAN 09/19 è di tipo multimetrico composto da due sub-indici, l'IPS (Indice di Sensibilità per gli Inquinanti; CEMAGREF, 1982) ed il TI (Indice Trofico; Rotte *et al.*, 1999).

Nel calcolo dell'IPS e del TI si tiene conto rispettivamente della sensibilità delle specie all'inquinamento organico e a quello trofico.

L'ICMi è dato dalla media aritmetica degli RQE (Rapporti di Qualità Ecologica) dei due indici IPS e TI:

$$ICMi = \frac{(RQE\_IPS + RQE\_TI)}{2}$$

Dall'ICMi, espresso in termini di RQE, si arriva alla definizione di classi di qualità con i rispettivi giudizi e colorazioni, come descritto nella tabella successivamente riportata.

I corsi d'acqua pugliesi appartengono ai macrotipi M1, M2, M4, M5, come definito nell'ultimo aggiornamento della "caratterizzazione dei corpi idrici superficiali della Regione Puglia" (D.G.R. n. 2844 del 20/12/2010).

Limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali pugliesi (Aggiornati dalla Decisione 2018/229/UE, All. 1)

Macrotipo fluviale	Limiti di classe				
	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
M1 - M2 - M3 - M4	≥0,800	0,610 - 0,799	0,510 - 0,609	0,250 - 0,509	<0,250
M5	≥0,880	0,650 - 0,879	0,550 - 0,649	0,260 - 0,549	<0,260

Come per i corpi idrici naturali, anche per i Corpi Idrici Fortemente Modificati (CIFM) e i Corpi Idrici Artificiali (CIA), designati con D.G.R. n. 1951 del 03/11/2015, la classificazione sulla base dell'EQB "Diatomee bentoniche" viene effettuata mediante l'indice ICMi.

In questo caso però il D.M. 260/2010 stabilisce il Potenziale Ecologico Massimo (PEM) per la classificazione di CIFM e CIA. Tali corpi idrici hanno infatti obiettivi di qualità ecologica inferiori rispetto a quelli naturali, in virtù delle alterazioni che compromettono in vario modo gli habitat e gli ecosistemi fluviali. Il PEM rappresenta la qualità ecologica massima che può essere raggiunta da un CIFM o un CIA, qualora siano attuate le misure di mitigazione idromorfologiche.

Limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali di CIFM e CIA pugliesi (Tab. 1, D.D. 341/2016 così come modificata dalla Decisione 2018/229/UE)

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Buono e oltre	Sufficiente	Scarso	Cattivo
M1 - M2 - M4	≥ 0,61	0,51 - 0,60	0,25 - 0,50	< 0,25
M5	≥ 0,65	0,55 - 0,64	0,26 - 0,54	< 0,26

L'indice ICMi viene quindi ricalcolato sulla base delle indicazioni riportate nel D.D. 341/2016 del MATTM per definire i valori corrispondenti al PEM (All 1, par. 2.1.1 del D.D. 341/2016).

Tale Decreto stabilisce anche i limiti di classe per i CIFM e per i CIA (Tab. 1, D.D. 341/2016 così come modificata dalla Decisione 2018/229/UE).

Il monitoraggio degli EQB nei corpi idrici pugliesi è stato distribuito nell'arco del triennio 2019/2021, in virtù della stratificazione prevista dal Programma di Monitoraggio in cui si legge: *“Con riferimento alle frequenze di monitoraggio, in accordo a quanto previsto dalla norma, sarà condotta una stratificazione del monitoraggio degli elementi di qualità biologica nel triennio, in modo da garantire almeno un monitoraggio nei tre anni.”*

Il metodo di campionamento, descritto in dettaglio nel Manuale APAT - Metodi Biologici per le Acque - Parte I, XX/2007, è stato validato e approvato dal CTP nel novembre 2013 in seguito a modifiche apportate dal Gruppo di lavoro “Metodi Biologici per la Direttiva 2000/60” coordinato da ISPRA, cui la stessa ARPA Puglia ha partecipato. I dettagli sono specificati nel documento “Metodi Biologici per le acque superficiali interne” (Manuali e Linee Guida n. 111/2014, ISPRA).

La fase di campionamento prevede in primo luogo la scelta, in base all'effettiva presenza in campo, del substrato da campionare colonizzato dagli organismi appartenenti alla comunità diatomica. In ordine di preferenza le tipologie di substrato campionabili sono: 1) superfici mobili dure naturali (ciottoli); 2) superfici artificiali *in situ* o posizionate in alveo (substrati artificiali); 3) vegetazione acquatica emergente o sommersa.

Nel primo caso si effettua la raccolta di almeno 5 ciottoli distribuiti in vari punti della stazione di campionamento (fino a coprire una superficie totale di almeno 100 cm<sup>2</sup>). Nell'ultimo caso si raccolgono 5-6 steli (parte sommersa) di macrofite emergenti o 5 piante intere di sommerse.

La fase successiva di analisi prevede la preparazione del campione e la pulizia dei frustuli (Metodo 1 - allegato B, cap. 2020 del citato manuale di ISPRA) al fine di realizzare vetrini permanenti utilizzati per il conteggio degli organismi.

Per la fase di campionamento si deve tener conto dei seguenti suggerimenti/accorgimenti:

- evitare zone del corso d'acqua con elevato grado di ombreggiamento;
- campionare la zona eufotica (superficiale) qualora l'acqua dovesse essere profonda o torbida, prendendo in considerazione le diatomee epifitiche, adese alle macrofite sommerse o alle parti delle macrofite emergenti permanentemente sommerse;
- evitare zone di corrente lenta, prediligendo il filone centrale dell'alveo;
- campionare substrati stabilmente colonizzati e costantemente sommersi;
- procedere da valle a monte.

L'identificazione richiesta dal metodo è a livello di specie. L'unità di base scelta da ARPA Puglia per arrivare al calcolo dell'indice è il numero di valve; ai fini della classificazione il protocollo consiglia di effettuare il conteggio di 400 valve (o comunque di un numero compreso tra 300 e 500).

### Campionamento, analisi e risultati

Lo studio della comunità diatomica è stato condotto da ARPA Puglia con frequenza semestrale (ai sensi del D.M. 260/2010) durante l'anno di monitoraggio 2021.

Il Programma di Monitoraggio 2019/2021 prevede il monitoraggio dell'EQB “Diatomee bentoniche” in 26 corsi d'acqua. In virtù della citata stratificazione, nell'anno Operativo 2021 l'indagine è stata condotta su 8 corpi idrici.

Nel 2021 è stato possibile completare i campionamenti di entrambi i semestri per tutti i corpi idrici monitorati ad esclusione di uno, il Torrente Cervaro (CA\_CE02) per il quale l'ultima campagna relativa al periodo autunnale non è stata realizzata a causa di un protratto stato di siccità.

Per quest'ultimo quindi lo stato di qualità biologico relativamente all'anno di monitoraggio 2021 è stato definito classificando con il dato parziale relativo ad una sola campagna di monitoraggio (quella primaverile).

Il valore dell'indice è stato calcolato tramite un foglio di calcolo messo a punto da ISS-ISPRA, aggiornato al 29/07/2021 e reso disponibile dal Sistema SINTAI. Il suo utilizzo è possibile accedendo al link <http://www.sintai.sinanet.apat.it>.

Valori e classi dell'indice ICMi riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

Codice Stazione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	Macrotipi fluviali	Grado di naturalità	RQE_ICMi			CLASSE
				Primavera	Autunno	Valore medio	
CA_TS01	Saccione_12	M4	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_FF01	Fortore_12_1	M4	CIFM*	0,75	0,75	0,75	Buono
CA_TC01	Candelaro_12	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TC03	Candelaro sorg-conf. Triolo_17	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TC04	Candelaro confl. Triolo confl. Salsola_17	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TT01	Torrente Triolo	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_SA01	Salsola ramo nord	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_SA02	Salsola ramo sud	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_SA03	Salsola confl. Candelaro	M5	CIFM*	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_CL01	Fiume Celone_18	M5	Naturale	1,13	0,96	1,05	Elevato
CA_CL02	Fiume Celone_16	M5	CIFM	0,76	0,55	0,66	Buono e oltre
CA_CE01	Cervaro_18	M5	Naturale	0,93	0,66	0,79	Buono
CA_CE02	Cervaro_16_1	M5	Naturale	1,08	-	1,08	Elevato
CA_CE03	Cervaro_16_2	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_CR01	Carapelle_18	M5	Naturale	0,79	1,07	0,93	Elevato
CA_CR02	Carapelle_18_Carapellotto	M5	Naturale	0,61	0,34	0,47	Scarso
CA_CR03	confl. Carapellotto - foce Carapelle	M5	CIFM*	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_FO02	confl. Locone - confl. Foce Ofanto	M5	Naturale	0,79	0,64	0,72	Buono
CA_FO03	Foce Ofanto	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_BR01	Bradano_reg.	M5	CIA	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_GR01	F. Grande	M5	CIA*	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_AS01	Torrente Asso	M5	CIA*	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_RE01	C. Reale	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TA01	Tara	M1	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_LN01	Lenne	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_FL01	Lato	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
n.c.	Corpo idrico non considerato nel 2021 in virtù della stratificazione triennale degli EQB						
-	Campionamento non effettuato per assenza di condizioni necessarie per l'applicabilità del metodo						
CIA/CIFM*	Corpo idrico artificiale o fortemente modificato per il quale non è stata applicata la metodologia di cui al D.D. 341/STA del 30/05/2016						

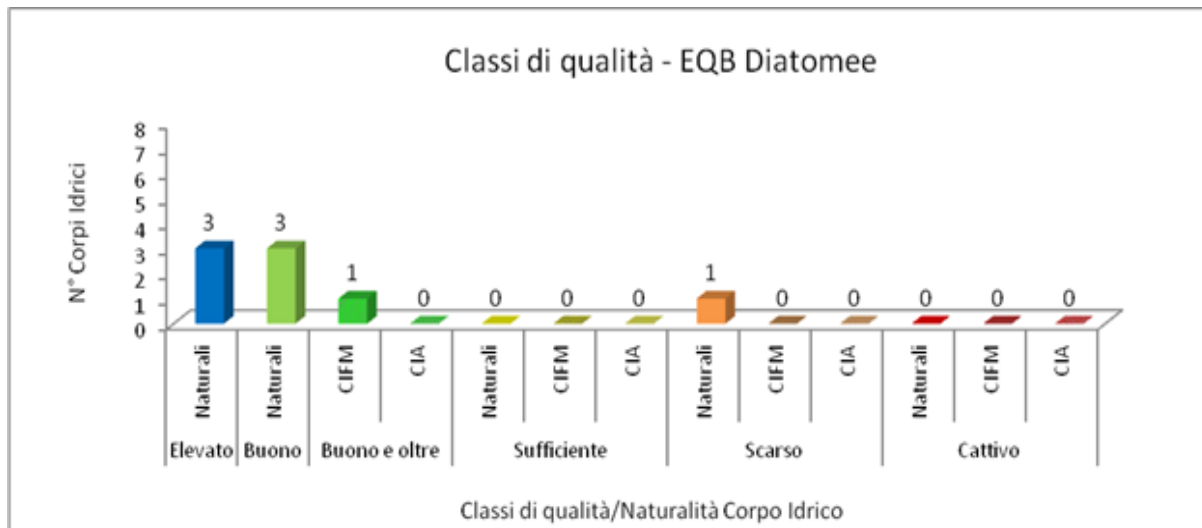
Nella tabella precedente sono riportati i risultati relativi al monitoraggio operativo 2021 dell'elemento di qualità biologica "Diatomee bentoniche"; essi sono espressi sia come valore singolo dell'indice ICMi per ogni semestre che come valore medio annuale, con la relativa classe di stato ecologico ottenuta per ognuno dei corpi idrici campionati.

Sulla base della classificazione ottenuta attraverso tale l'EQB nei corsi d'acqua pugliesi nel 2021, il 50% dei corpi idrici effettivamente indagati raggiunge la classe "buono/buono e oltre" (n. 3 naturali e n. 1 CIFM), mentre il 12,5% è classificato come "Scarso" (n. 1 naturale). Tre corpi idrici naturali, pari al 37,5% del totale, raggiungono la classe "elevato".



Distribuzione percentuale delle classi di qualità attribuite dall'EQB "Diatomee bentoniche" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

Classe	Grado di naturalità	%
<b>Elevato</b>	Naturali	37,5
<b>Buono</b>	Naturali	37,5
<b>Buono e oltre</b>	CIFM	12,5
	CIA	-
<b>Sufficiente</b>	Naturali	-
	CIFM	-
	CIA	-
<b>Scarso</b>	Naturali	12,5
	CIFM	-
	CIA	-
<b>Cattivo</b>	Naturali	-
	CIFM	-
	CIA	-
<b>Totale</b>		<b>100</b>



Numero di corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" per classi di qualità attribuite dall'EQB "Diatomee bentoniche" - 2021

Nel 2021, condizioni di trofia medio-alta sono state riscontrate nel corpo idrico "Carapelle\_18\_Carapellotto".

Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

Si è notato che generalmente l'indice diatamico ICMi tende a sovrastimare lo stato ecologico fluviale, probabilmente a causa dei valori di riferimento che in taluni casi appaiono troppo permissivi.

Si evidenzia la necessità di valutare in modo critico i risultati ottenuti, considerando in maniera sinergica il peso di tutti gli indicatori biologici, quindi anche Macroinvertebrati, Macrofite e Fauna ittica, per descrivere una situazione che rispecchi il più possibile la realtà.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

### Elemento di Qualità Biologica **MACROFITE**



Anche nel 2021 è stato effettuato il monitoraggio dell'elemento di qualità ecologica "Macrofite acquatiche"; ai fini della classificazione per l'EQB "Macrofite acquatiche" dei corpi idrici appartenenti alla categoria "Fiumi/Corsi d'acqua", il D.M. 260/2010 indica l'utilizzo dell'indice IBMR (*Indice Biologique Macrophytique en Rivière*) (Afnor, 2003).

Negli ultimi anni il gruppo di lavoro coordinato da ISPRA con la collaborazione delle agenzie regionali si è riunito più volte per la stesura e il miglioramento del protocollo di campionamento (ISPRA, 2007; ISPRA, 2014) e l'ARPA Puglia ha collaborato attivamente in questa fase di revisione anche con presentazione di risultati a congressi nazionali tematici.

L'indice menzionato, finalizzato alla valutazione dello stato trofico, si fonda su liste di *taxa* indicatori, e si ritiene applicabile anche in Italia. L'IBMR comprende una lista di circa 250 *taxa*, a ciascuno dei quali è associato un indice specifico di sensibilità ( $C_i$ ) compreso tra gli interi 0-20, e un indicatore ( $E$ ) che può assumere valore tra 1, 2, 3.

In funzione dei valori di copertura raggiunti è previsto associare a ciascun *taxon* rilevato un coefficiente di copertura/ abbondanza ( $K_i$ ) che può assumere valore tra 1, 2, 3, 4, 5.

Il valore dell'indice è espresso dalla formula:

$$IBMR = \frac{\sum_i^n [E_i K_i C_i]}{\sum_i^n [E_i K_i]}$$

dove :

$E_i$ = coefficiente di stenoecia

$K_i$ = coefficiente di copertura

$C_i$ = coefficiente di sensibilità

$n$  = numero dei *taxa* indicatori

L'indice sintetico IBMR può assumere un valore compreso tra 0 e 20; la metodologia consente di classificare la stazione in termini di livello trofico, secondo cinque livelli a cui sono associati cinque colori (scala cromatica), secondo le disuguaglianze:

Valore	Livello trofico	Colore
IBMR ≥ 14	trofia <b>molto lieve</b>	blu
12 ≤ IBMR ≤ 14	trofia <b>lieve</b>	verde
10 ≤ IBMR ≤ 12	trofia <b>media</b>	giallo
8 ≤ IBMR ≤ 10	trofia <b>elevata</b>	arancio
IBMR ≤ 8	trofia <b>molto elevata</b>	rosso

Attualmente non esistono software dedicati per il calcolo dell'indice IBMR, per cui è stato utilizzato un foglio di calcolo che permette di definire la classificazione delle stazioni monitorate attraverso l'inserimento dei dati di campo.

L'attribuzione a una delle cinque classi di qualità per ogni sito in esame, propedeutica alla classificazione del corpo idrico in base a questo EQB (stato elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo), è da effettuarsi sulla base del valore medio dell'indice IBMR, ottenuto nelle diverse stagioni di campionamento, confrontato con i valori di riferimento per il calcolo dell'RQE.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori di riferimento e i limiti di classe previsti dal D.M. 260/2010 per i diversi macrotipi fluviali.

Valori di riferimento dell'indice IBMR per i diversi macrotipi fluviali

Area geografica	Macrotipi	Valori di riferimento
Alpina	Aa	14,5
	Ab	14
Centrale	Ca	12,5
	Cb	11,5
	Cc	10,5
Mediterranea	Ma	12,5
	Mb	10,5
	Mc	10
	Md	10,5
	Me	10
	Mf	11,5
	Mg	11

Limiti di classe, espressi in RQE, per i diversi macrotipi fluviali

Area geografica	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0,850	0,700	0,600	0,500
Centrale	0,900	0,800	0,650	0,500
<b>Mediterranea</b>	<b>0,900</b>	<b>0,800</b>	<b>0,650</b>	<b>0,500</b>

Limiti di classe e scala cromatica del RQE\_IBMR

Valore	Classe
$EQR \geq 0,900$	Elevato
$0,800 \leq EQR < 0,900$	Buono
$0,650 \leq EQR < 0,800$	Sufficiente
$0,500 \leq EQR < 0,650$	Scarso
$EQR < 0,500$	Cattivo

Tutti i corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" appartengono al macrotipo "Ma".

Come per i corpi idrici naturali, anche per i CIFM la classificazione sulla base dell'EQB "Macrofite" viene effettuata mediante l'indice IBMR.

Il D.D. 341/STA del 30/05/2016 del MATTM stabilisce i limiti di classe per i CIFM, come riportato nella tabella seguente.

Limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali di CIFM (Tab. 6, D.D. 341/2016)

Area geografica	Limiti di Classe			
	Buono e oltre	Sufficiente	Scarso	Cattivo
Alpina	$\geq 0,700$	$\geq 0,600$	$\geq 0,500$	$< 0,500$
Centrale	$\geq 0,800$	$\geq 0,650$	$\geq 0,500$	$< 0,500$
<b>Mediterranea</b>	<b><math>\geq 0,800</math></b>	<b><math>\geq 0,650</math></b>	<b><math>\geq 0,500</math></b>	<b><math>&lt; 0,500</math></b>
In grassetto i limiti di classe per i macrotipi dei fiumi pugliesi				

Per l'annualità 2021, la metodologia del D.D. 341/2016 è stata applicata su 7 degli 11 CIFM indagati per l'EQB "Macrofite" (vedasi motivazioni nel capitolo "Materiali e Metodi").

### Campionamento, analisi e risultati

Le indagini e i campionamenti per la valutazione dell'EQB "Macrofite" durante il monitoraggio nell'annualità 2021 sono state effettuate in 24 delle 32 stazioni previste dal Programma di monitoraggio.

I siti sono stati monitorati almeno una volta a semestre, fatta eccezione fatta eccezione per le stazioni CA\_TS02 (Foce Saccione), CA\_TC05 (Candelaro confl. Sàlsola - confl. Celone\_17), CA\_TC06 (Candelaro confl. Celone - foce), CA\_SA02 (Sàlsola ramo sud), CA\_SA03 (Sàlsola confl. Candelaro), CA\_F003 (Foce Ofanto) e CA\_RE01 (Canale Reale), che non sono state controllate a causa della mancanza delle condizioni minime necessarie per effettuare il campionamento relativamente all'EQB in oggetto (tale situazione è stata acclarata dopo più sopralluoghi effettuati).

Il protocollo di campionamento delle macrofite acquatiche utilizzato da ARPA Puglia (Manuali e Linee Guida n. 111/2014, ISPRA e RT/2009/23/ENEA) definisce le regole per il rilevamento delle macrofite nelle acque correnti; lo stesso protocollo, finalizzato alla determinazione dello stato ecologico di un tratto di fiume, è basato su riferimenti normativi internazionali.

La valutazione dei singoli tratti dei corsi d'acqua è stata preceduta dall'analisi territoriale puntuale attraverso l'uso di ortofoto e software per l'analisi dei dati geografici GIS open source (QGIS). L'utilizzo di tali strumenti ha permesso di effettuare alcune interpretazioni ecologiche e di georiferire ogni singola informazione, grazie anche alla possibilità di "geotagging" delle immagini fotografiche.

Il rilievo in campo svolto nei due semestri (primavera e autunno del 2021) ha previsto la valutazione della composizione e dell'abbondanza della flora macrofitica. Il campionamento è stato eseguito lungo un tratto variabile di circa 70-100 metri in funzione delle dimensioni del corso d'acqua e dei livelli di copertura delle macrofite presenti.

Nell'ambito della stazione è stata valutata la copertura complessiva della comunità vegetale presente in acqua, in termini di copertura percentuale della comunità rispetto alla superficie del tratto indagato. Alla fine del rilievo, attraverso la compilazione della scheda di rilevamento, è stato ottenuto un elenco floristico per stazione nel quale a ogni *taxa* rinvenuto è stato associato un valore di copertura percentuale.

Nel caso in cui la determinazione della specie vegetale non sia effettuata in campo, il protocollo prevede la raccolta e la successiva determinazione in laboratorio. Per alcuni gruppi (es. Alghe, Briofite) è stata necessaria la determinazione in laboratorio attraverso l'uso dello stereo microscopio e del microscopio ottico con analizzatore d'immagine (10-100x). In ogni caso, la determinazione tassonomica delle specie è stata realizzata in conformità a testi e chiavi analitiche sull'argomento.

Durante il monitoraggio sono stati individuati 62 *taxa* appartenenti al gruppo delle macrofite acquatiche di cui 28 sono specie indicatrici dell'indice IBMR (vedi tabella di riferimento negli allegati al report). I dati raccolti hanno permesso l'elaborazione dell'indice IBMR nei casi in cui sono state verificate le condizioni minime per la sua applicabilità (es. grado di naturalità > 5%).

I risultati delle due campagne di monitoraggio dell'elemento di qualità biologica "Macrofite acquatiche" sono rappresentati nella seguente tabella, in cui si riporta l'indice IBMR per i due distinti semestri, la media annuale e la corrispondente classe per l'annualità 2021.

Per i CIFM contrassegnati da un asterisco (\*) la valutazione è stata effettuata ai sensi del D.M. 260/2010.

Valori e classi dell'indice IBMR riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

Codice Stazione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	Grado di naturalità	RQE IBMR			CLASSE
			I semestre	II semestre	valore medio	
CA_TS01	Saccione_12	Naturale	0,605	0,777	0,691	Sufficiente
CA_TS02	Foce Saccione	Naturale	-	-	-	-
CA_FF01	Fortore_12_1	CIFM*	1,023	0,949	0,986	Elevato
CA_FF02	Fortore_12_2	Naturale	0,808	-	0,808	Buono
CA_TC01	Candelaro_12	Naturale	0,754	0,727	0,740	Sufficiente
CA_TC02	Candelaro_16	Naturale	0,730	0,686	0,708	Sufficiente
CA_TC03	Candelaro sorg-confi. Triolo_17	CIFM	0,619	0,614	0,616	Scarso
CA_TC04	Candelaro confi. Triolo-confi. Salsola_17	Naturale	0,730	-	0,730	Sufficiente
CA_TC05	Candelaro confi. Salsola - confi. Celone_17	CIFM	-	-	-	-
CA_TC06	Candelaro confi. Celone - foce	CIFM*	-	-	-	-
CA_TC07	Canale della Contessa	Naturale	0,771	0,698	0,771	Sufficiente
CA_TT01	Torrente Triolo	Naturale	0,619	-	0,619	Scarso
CA_SA01	Salsola ramo nord	Naturale	0,762	0,726	0,744	Sufficiente
CA_SA02	Salsola ramo sud	Naturale	-	-	-	-
CA_SA03	Salsola confi. Candelaro	CIFM*	-	-	-	-
CA_CL01	Fiume Celone_18	Naturale	0,977	0,914	0,945	Elevato
CA_CL02	Fiume Celone_16	CIFM	0,733	0,677	0,733	Sufficiente
CA_CE01	Cervaro_18	Naturale	0,898	0,855	0,877	Buono
CA_CE02	Cervaro_16_1	Naturale	0,913	-	0,913	Elevato
CA_CE03	Cervaro_16_2	Naturale	0,717	-	0,717	Sufficiente
CA_CE04	Cervaro foce	CIFM	0,820	0,714	0,767	Sufficiente
CA_CR01	Carapelle_18	Naturale	0,883	0,935	0,883	Buono
CA_CR02	Carapelle_18_Carapellotto	Naturale	0,961	0,823	0,892	Buono
CA_CR03	confi. Carapellotto_foce Carapelle	CIFM*	0,828	0,811	0,819	Buono
CA_FO01	Ofanto - confi. Locone	Naturale	0,847	0,792	0,820	Buono
CA_FO02	confi. Locone - confi. Foce Ofanto	Naturale	0,897	0,843	0,870	Buono
CA_FO03	Foce Ofanto	CIFM	-	-	-	-
CA_RE01	C. Reale	CIFM	-	-	-	-
CA_TA01	Tara	Naturale	0,506	0,503	0,504	Scarso
CA_LN01	Lenne	Naturale	-	-	-	-
CA_FL01	Lato	Naturale	-	0,698	0,698	Sufficiente
CA_GA01	Galaso	CIFM	0,659	0,591	0,625	Scarso
-	Campionamento non effettuato a causa della mancanza delle condizioni minime					
CIA/CIFM*	Corpo Idrico Artificiale o Fortemente Modificato per il quale non è stata applicata la metodologia di cui al D.D. n. 341/STA del 30/05/2016					

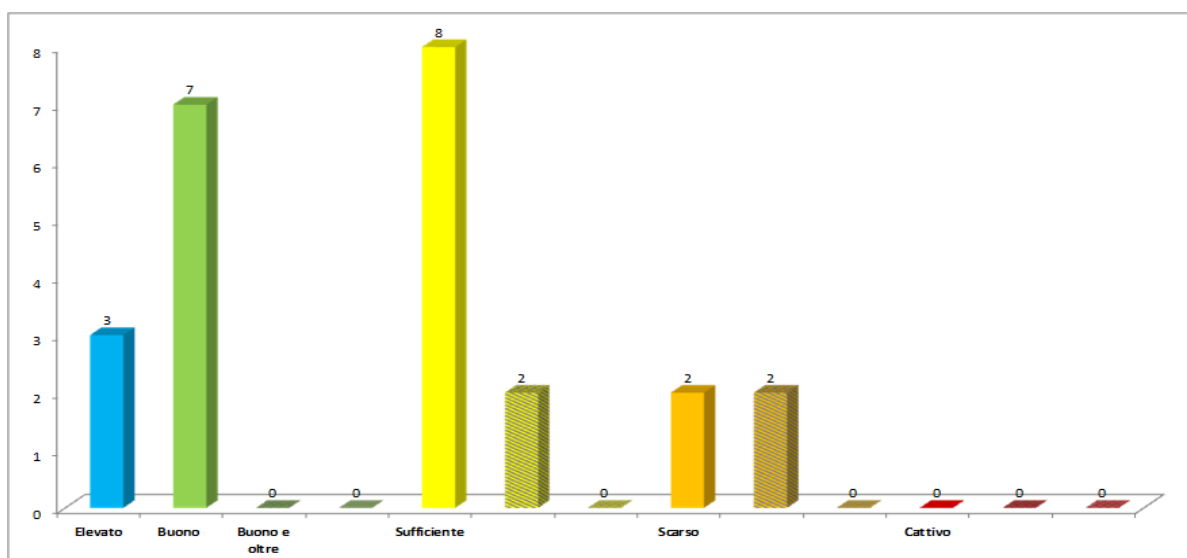
L'indice IBMR consente la conoscenza dello stato trofico del "primo livello" dell'ecosistema, essendo tale livello fondamentale per la buona conservazione dell'intero ecosistema fluviale.

I risultati del monitoraggio dell'EQB "Macrofite" nei corsi d'acqua pugliesi per l'annualità 2021 evidenziano, di fatto, livelli trofici elevati (IBMR  $\leq 8$  trofia molto elevata).

In conclusione nel 2021, in base al rapporto di qualità ecologica relativo all'EQB "Macrofite acquatiche" (RQE, che vede l'indice IBMR rapportato ai macrotipi di riferimento), il 12,5% dei corsi d'acqua sarebbe attualmente in uno stato di qualità "Elevato" (n. 3 corpi idrici naturali), il 29,2% in classe "Buono" (n. 7 corpi idrici naturali), il 41,7% in uno stato "Sufficiente" (n. 8 corpi idrici naturali e CIA/CIFM\* e n. 2 CIFM) e il 16,7% in classe "Scarso" (n.2 corpi idrici naturali e CIA/CIFM\* e n. 2 CIFM) (vedi tabella e grafico successivi).

Distribuzione percentuale delle classi di qualità attribuite dall'EQB "Macrofite" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

Classe	Grado naturalità	%
Elevato	Naturali e CIA/CIFM*	12,5
Buono	Naturali e CIA/CIFM*	29,2
	CIFM	-
Buono e oltre	CIA	-
Sufficiente	Naturali e CIA/CIFM*	33,3
	CIFM	8,3
	CIA	-
Scarso	Naturali e CIA/CIFM*	8,4
	CIFM	8,3
	CIA	-
Cattivo	Tutti i gradi	-
<b>Totale</b>		<b>100</b>



Numero di corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" per classi di qualità attribuite dall'EQB "Macrofite" - 2021

#### Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

Durante il monitoraggio nell'annualità 2021, sono state confermate le criticità già riscontrate negli anni precedenti quali, ad esempio, il limite di applicabilità dell'IBMR nei tratti modificati dalle opere umane o dagli interventi gestionali (ordinari e straordinari) e la necessità di campionare "nel posto giusto al momento giusto" per seguire i cicli ontogenetici delle specie. L'IBMR, infatti, può essere correttamente calcolato solo ove siano presenti alcune condizioni minime: un minimo grado di naturalità (5%) che garantisce la vita delle macrofite d'acqua dolce (per questa motivazione i canali con argini e fondo in cemento non sono particolarmente idonei); il campionamento effettuato nel momento opportuno, in base all'andamento climatico stagionale. Peraltro l'esperienza maturata in campo ha evidenziato che lievi variazioni di portata o di temperatura possono favorire la proliferazione di specie (es. alghe) che normalmente avrebbero ricoperto superfici più contenute.

Inoltre si confermano alcune problematiche ricorrenti, come i ritrovamenti di scariche abusive in alveo (RSU, scarti industriali o edilizi, amianto, ecc.), le eccessive captazioni agricole delle acque in periodi di magra, che contribuiscono a ridurre il deflusso minimo vitale, l'aumento di torbidità delle acque dovuto a scarichi abusivi, quali ad esempio acque di vegetazione.



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

### Elemento di Qualità Biologica **MACROINVERTEBRATI BENTONICI**





Per l'elemento di qualità biologica (EQB) "Macroinvertebrati bentonici" dei corpi idrici appartenenti alla categoria "Fiumi/Corsi d'acqua", e ai fini della classificazione degli stessi, il D.M. 260/2010 indica l'utilizzo dell'indice STAR\_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione).

L'indice è composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti richiesti dalla normativa vigente (comunitaria e nazionale) per lo specifico EQB. Le sei metriche sono riportate nella tabella seguente. Per ulteriori informazioni relative allo STAR\_ICMi e alle singole metriche utilizzate per il calcolo dell'Indice si rimanda al Notiziario dei Metodi Analitici IRSA-CNR - Numero speciale 2008.

Metriche componenti l'indice STAR\_ICMi

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Metrica	Descrizione e taxa considerati	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di Famiglia)	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel\_EPTD} + 1)$	$\text{Log}_{10}$ (somma delle abbondanze di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{s-r} = -\sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left( \frac{n_i}{A} \right)$ (sull'intera comunità)	0.083

I dati richiesti per il calcolo dell'Indice STAR\_ICMi sono la lista tassonomica a livello di Famiglia e l'abbondanza per ciascun *taxon* espressa come numero di individui /m<sup>2</sup>.

Il valore finale dell'indice STAR\_ICMi è espresso in termini di RQE (Rapporto di Qualità Ecologica), cioè come rapporto tra il valore dell'indice nel sito osservato e quello del sito di riferimento tipo-specifico, e assume valori tra 0 e 1 (non è escluso che ci possano essere valori >1).

L'attribuzione della classe di qualità deriva dal confronto del valore dell'indice STAR\_ICMi (in termini di RQE) con i limiti di classe previsti dal D.M. 260/2010 (così come modificati dall'ultima Decisione 2018/229/UE) per i diversi macrotipi fluviali.

La disponibilità attuale di un software dedicato (MacrOper.ICM versione 1.0.5) consente di ottenere in automatico l'indice e la classe di qualità ai fini della valutazione dello Stato Ecologico dei corsi d'acqua superficiali, ai sensi del D.M. 260/2010. Ad ogni campione il software attribuisce una delle cinque classi di qualità, un giudizio e una specifica colorazione, che può essere utilizzata per la rappresentazione cartografica dello stato di qualità delle acque superficiali.

L'attribuzione a una delle cinque classi di qualità per ogni sito in esame è da effettuarsi sulla base del valore medio dell'indice, ottenuto considerando i tre campionamenti stagionali effettuati durante l'anno.

Nella tabella seguente sono riportati i limiti di classe previsti dal D.M. 260/2010 (così come modificati dall'ultima Decisione 2018/229/UE), per i diversi macrotipi fluviali pugliesi. I corsi d'acqua pugliesi appartengono ai macrotipi M1, M2, M4, M5, come definito nell'ultimo aggiornamento del documento di "Caratterizzazione dei Corpi Idrici Superficiali della Regione Puglia" (D.G.R. n. 2844 del 20/12/2010).

Limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali pugliesi (Aggiornati alla Decisione 2018/229/UE, All. 1)

Macrotipo fluviale	Limiti di classe				
	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
M1	≥ 0,970	0,720 - 0,969	0,480 - 0,719	0,240 - 0,479	< 0,240
M2–M3–M4	≥ 0,940	0,700 - 0,939	0,470 - 0,699	0,240 - 0,469	< 0,240
M5	≥ 0,970	0,730 - 0,969	0,490 - 0,729	0,240 - 0,489	< 0,240

Come per i corpi idrici naturali, anche per i Corpi Idrici Fortemente Modificati (CIFM) e i Corpi Idrici Artificiali (CIA), designati con D.G.R. n. 1951 del 03/11/2015, la classificazione sulla base dell'EQB "Macroinvertebrati bentonici" viene effettuata mediante l'indice STAR\_ICMi. In questo caso però il D.M. 260/2010 stabilisce il Potenziale Ecologico Massimo (PEM) per la classificazione di CIFM e CIA. Tali corpi idrici hanno infatti obiettivi di qualità ecologica inferiori rispetto a quelli naturali, in virtù delle alterazioni che compromettono in vario modo gli habitat e gli ecosistemi fluviali. Il PEM rappresenta la qualità ecologica massima che può essere raggiunta da un CIFM o un CIA, qualora siano attuate le misure di mitigazione idromorfologiche.

L'indice STAR\_ICMi viene quindi ricalcolato sulla base delle indicazioni riportate nel D.D. 341/2016 del MATTM per definire i valori corrispondenti al PEM (All. 1, par. 2.1.1 del D.D. 341/2016).

Tale Decreto stabilisce anche i limiti di classe per i CIFM e per i CIA come riportato nelle tabelle successive.

Limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali dei CIFM pugliesi (Tab. 3, D.D. 341/2016 così come modificata dalla Decisione 2018/229/UE)

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Buono e oltre	Sufficiente	Scarso	Cattivo
M1	≥ 0,720	0,480 - 0,719	0,240 - 0,479	< 0,240
M2–M3–M4	≥ 0,700	0,470 - 0,699	0,240 - 0,469	< 0,240
M5	≥ 0,730	0,490-0,729	0,240 - 0,489	< 0,240

Limiti di classe per i diversi macrotipi fluviali dei CIA pugliesi (Tab. 4, D.D. 341/2016 così come modificata dalla Decisione 2018/229/UE)

Macrotipo fluviale	Limiti di classe			
	Buono e oltre	Sufficiente	Scarso	Cattivo
M1 –M2 –M4 (Mediterraneo)	≥ 0,720	0,480 - 0,719	0,240 - 0,479	< 0,240
Tutte le HER (Temporanei)	≥ 0,720	0,480 - 0,719	0,240 - 0,479	< 0,240

Nell'anno 2021, in virtù della stratificazione degli EQB, è stato campionato n. 1 corpo idrico fortemente modificato, il corpo idrico "Fiume Celone\_16" (stazione CA\_CL02).

Al fine dell'applicazione dell'indice STAR\_ICMi è necessario acquisire i dati sulle comunità dei macroinvertebrati bentonici con metodiche appropriate e standardizzate. Il metodo utilizzato è il "Multihabitat proporzionale" (MHS = *MultiHabitat Sampling*) proposto da IRSA - CNR ("Notiziario dei metodi analitici" n. 1, marzo 2007) validato e approvato dal CTP nel novembre 2013 in seguito a modifiche apportate dal Gruppo di lavoro "Metodi Biologici per la Direttiva 2000/60" coordinato da ISPRA, cui la stessa ARPA Puglia ha partecipato. I dettagli sono specificati in "Metodi Biologici per le acque superficiali interne" (Manuali e Linee Guida n. 111/2014, ISPRA).

Il metodo è applicabile esclusivamente ai corsi d'acqua dolce guadabili. Il protocollo di campionamento sopra menzionato definisce guadabili "...*quei tratti di corso d'acqua dove sia possibile accedere, in sicurezza, a porzioni di alveo sufficientemente estese e tali da consentire di raggiungere tutti i principali microhabitat rappresentativi del sito per il campionamento.... Si considerano guadabili i corsi d'acqua il cui alveo risulta almeno accessibile per circa 1/3 della sua ampiezza.*"

Il metodo è finalizzato alla raccolta di campioni standard di organismi macrobentonici in linea con le richieste della Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE). Tale raccolta deve essere proporzionale ai microhabitat osservati in un sito fluviale, la cui presenza deve essere quindi quantificata prima di procedere al campionamento vero e proprio.

Il metodo permette di ottenere la composizione della comunità campionata e le abbondanze relative espresse come N° di individui/m<sup>2</sup> (con numeri interi ≥1).

### Campionamento, analisi e risultati

Lo studio della comunità macrobentonica è stato condotto da ARPA Puglia con frequenza quadrimestrale (ai sensi del D.M. 260/2010) durante l'anno di monitoraggio 2021.

Il Programma di Monitoraggio triennale 2019/2021, approvato con D.G.R. n. 1429 del 30/07/2019, prevede il monitoraggio di 27 corpi idrici della categoria "Corsi d'acqua".

In virtù della stratificazione del monitoraggio biologico nel triennio, nel 2021 l'indagine è stata svolta su 8 corpi idrici; nel corso del monitoraggio 2019 ne sono stati monitorati 20 corpi e 12 sono stati monitorati nel 2020.

Nel corso del 2021, inoltre, la Regione Puglia ha dato attuazione al Programma di Monitoraggio Idromorfologico, approvato con D.G.R. n. 2382 del 21/12/2018.

Come si legge nel Piano *"le indagini idromorfologiche [...] hanno la funzione di integrare il processo di valutazione dello stato qualitativo dei corpi idrici superficiali [...]"*, con l'obiettivo di garantire una migliore interpretazione dei risultati ottenuti dal monitoraggio biologico, di supportare la designazione e la classificazione di CIA e CIFM, e di valutare la pressione dei prelievi e il Deflusso Minimo Vitale - Deflusso Ecologico (DE).

ARPA Puglia ha supportato tale attività, garantendo il monitoraggio *ad hoc* degli EQB, in particolare dei "Macroinvertebrati bentonici", per correlarne i risultati con le indagini idromorfologiche affidate ad altro soggetto attuatore. A tal fine sono state aggiunte alcune stazioni a quelle già in programma per l'anno di monitoraggio 2021, quali il sito CA\_F000 lungo il Fiume Ofanto e CA\_TA01 lungo il Tara.

Nel 2021 è stato possibile completare i campionamenti dei quadrimestri I (inverno), II (tarda primavera) e III (tarda estate) per tutti i corpi idrici monitorati ad esclusione di uno, il Torrente Cervaro (CA\_CE02) per il quale l'ultima campagna relativa al periodo di tarda estate non è stata realizzata a causa dello stato di secca. Per quest'ultimo quindi lo stato di qualità biologico relativamente all'anno di monitoraggio 2021 è stato definito con il dato parziale relativo a due campagne di monitoraggio.

Il campionamento dell'ultimo quadrimestre (19/11/2021) presso la stazione di valle del Torrente Carapelle (CA\_CR02) è stato effettuato in un ambiente modificato dall'azione antropica. A luglio di quest'anno infatti (sopralluogo del 16/07/2021) erano in atto interventi a valle dello scolmatore che hanno interessato la fascia perifluviale (foto 1) e il substrato di fondo dell'alveo. Quest'ultimo è stato prelevato e successivamente riversato nei pressi delle sponde e a monte del ponte sulla SS655, causando un accumulo di materiale che ha contribuito a ridurre l'ampiezza dell'alveo e ha costretto il fiume a scorrere in una stretta porzione sulla sponda destra (foto 2-4).



Foto 1 - Torrente Carapelle, CA\_CR02  
Tratto a valle dello scolmatore - 16/07/2021



Foto 2 - Torrente Carapelle, CA\_CR02  
Situazione alla data del 14/09/2021





Foto 3 - Torrente Carapelle, CA\_CR02  
Tratto a monte del ponte sulla SS655 - 14/10/2021



Foto 4 - Torrente Carapelle, CA\_CR02  
Situazione alla data del 19/11/2021

Il valore dell'indice STAR\_ICMi è stato calcolato, mediante il software precedentemente menzionato, sulla base delle Linee Guida per la valutazione della componente macrobentonica fluviale ai sensi del D.M. 260/2010 (Manuali e Linee Guida n. 107/2014, ISPRA).

Nella tabella successiva sono riportati i risultati dell'indice STAR\_ICMi, espressi sia come valore singolo per quadrimestre che come valore medio, oltre all'indicazione della classe di stato o potenziale ecologico ottenuta per ognuno dei corpi idrici campionati.

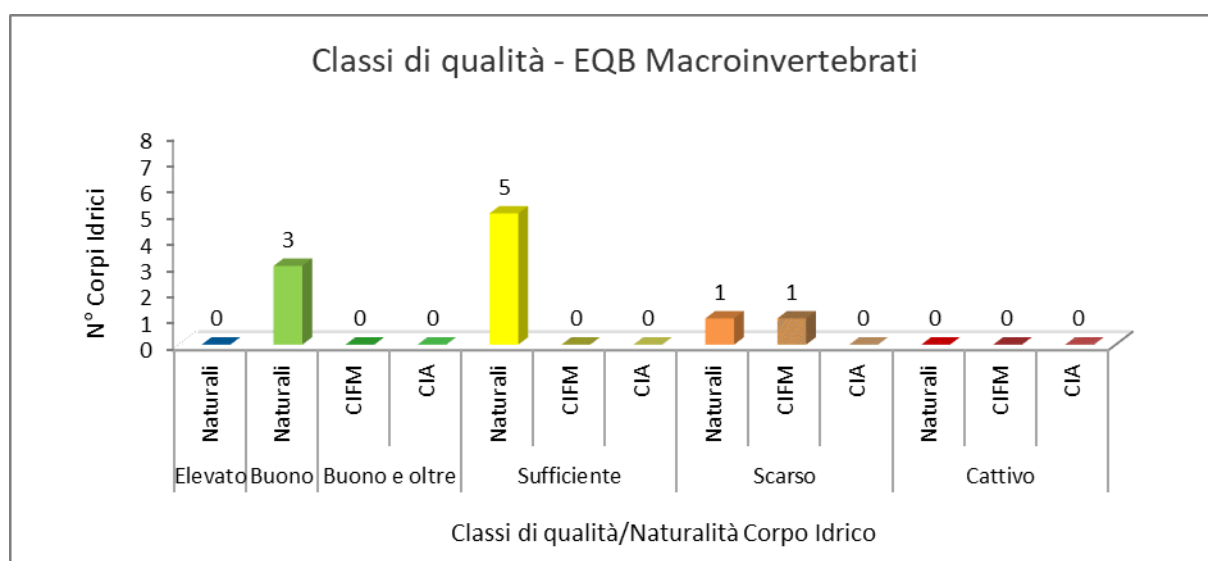
Valori e classi dell'indice STAR\_ICMi riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

Codice Stazione	Corpo Idrico Superficiale Regione Puglia	Macrotipi fluviali	Grado di naturalità	STAR ICMi				CLASSE
				Inverno	Primavera	Tarda Estate	valore medio	
CA_TS01	Saccione_12	M4	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_FF01	Fortore_18	M4	CIFM*	0,883	0,794	0,798	0,825	Buono
CA_TC01	Candelaro_12	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TC03	Candelaro sorg-conf. Triolo_17	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TC04	Candelaro conf. Triolo conf. Salsola_17	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TT01	Torrente Triolo_16	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_SA01	Salsola ramo nord	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_SA02	Salsola ramo sud	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_SA03	Salsola conf. Candelaro	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_CL01	Fiume Celone_18	M5	Naturale	0,636	0,845	0,754	0,745	Buono
CA_CL02	Fiume Celone_16	M5	CIFM	0,500	0,435	0,435	0,457	Scarso
CA_CE01	Cervaro_18	M5	Naturale	0,858	0,851	0,495	0,735	Buono
CA_CE02	Cervaro_16_1	M5	Naturale	0,587	0,745	-	0,669	Sufficiente
CA_CE03	Cervaro_16_2	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_CE04	Cervaro_foce	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_CR01	Carapelle_18	M5	Naturale	0,559	0,710	0,616	0,628	Sufficiente
CA_CR02	Carapelle_18_Carapellotto	M5	Naturale	0,761	0,651	0,458	0,623	Sufficiente
CA_CR03	conf. Carapellotto - foce Carapelle	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_F000	Ofanto_18	M5	Naturale	0,434	0,803	0,849	0,695	Sufficiente
CA_F002	conf. Locone - conf. Foce ofanto	M5	Naturale	0,433	0,662	0,401	0,499	Sufficiente
CA_BR01	Fiume Bradano_16	M5	CIA	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_AS01	Torrente Asso_17	M5	CIA*	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_GR01	Fiume Grande_17	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_RE01	Canale Reale_17	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_TA01	Tara_17	M1	Naturale	0,308	0,311	0,281	0,300	Scarso
CA_LN01	Lenne_16	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_FL01	Lato_16	M5	Naturale	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CA_GA01	Galaso_16	M5	CIFM	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
CIA/CIFM	Corpo idrico artificiale o fortemente modificato per il quale non è stata applicata la metodologia di cui al D.D. 341/STA del 30/05/2016.							
*								
n.c.	Corpo Idrico non campionato nell'anno di monitoraggio 2021 in virtù della stratificazione degli EQB definita dal Piano Triennale 2019/2021.							
-	Campionamento non effettuato.							

Sulla base della classificazione relativa all'annualità 2021, ottenuta mediante l'indagine della comunità macrobentonica fluviale, il 30% dei corpi idrici indagati raggiunge la classe "Buono" (n. 3 naturali); i restanti corpi idrici si suddividono per il 50% in classe "Sufficiente" (n. 5 naturali) e per il 20% in classe "Scarso" (n. 1 naturale e n. 1 CIFM) (vedi tabella e figura seguenti).

Distribuzione percentuale delle classi di qualità attribuite dall'EQB "Macroinvertebrati bentonici" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

Classe	Grado naturalità	%
Elevato	Naturali	-
Buono	Naturali e CIA/CIFM*	30
Buono e oltre	CIFM	-
	CIA	-
Sufficiente	Naturali	50
	CIFM	-
	CIA	-
Scarso	Naturali	10
	CIFM	10
	CIA	-
Cattivo	Naturali	-
	CIFM	-
	CIA	-
<b>Totale</b>		<b>100</b>



Numero di corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" per classi di qualità attribuite dall'EQB "Macroinvertebrati bentonici" - 2021

Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

Nel 2021, le criticità sui campionamenti sono relative allo stato di secca registrato presso la stazione CA\_CE02 sul Torrente Cervaro in tarda estate e alle modificazioni antropiche riscontrate presso la stazione CA\_CR02, lungo il Carapelle, già illustrate nel paragrafo precedente.



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

### Elemento di Qualità Biologica **FAUNA ITTICA**





Il Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche - NISECI è stato elaborato sulla base dell'esperienza derivante dall'applicazione del precedente Indice ISECI. Tale evoluzione metodologica deriva da un processo di validazione a scala nazionale e di intercalibrazione a scala europea, applicato secondo le direttive di implementazione della 2000/60/CE e ha determinato una serie di integrazioni e di modifiche del precedente indice ufficiale ISECI adottato dal D.M. 260/2010 in applicazione del D.Lgs. n. 152/2006.

Nel luglio 2017, ISPRA ha prodotto un manuale esplicativo sulla applicazione del nuovo indice NISECI (Manuali e Linee Guida n. 159/2017, ISPRA), mentre a tutt'oggi non risulta ancora disponibile un software dedicato, come per il precedente indice ISECI (ISECItracker beta2 ver. 6.0 - 2010), in grado di elaborare i valori dell'indice NISECI in maniera standardizzata e automatica, secondo le metriche e gli elenchi ittici aggiornati. Pertanto, si è ritenuto di applicare anche per l'annualità 2021 l'indice ISECI; appena sarà disponibile il software dedicato all'indice NISECI, verranno rielaborati i dati del triennio 2019-2021 e confrontati con i risultati ottenuti con l'ISECI.

L'indice ISECI esprime la valutazione dello stato di una comunità ittica in un corso d'acqua, basandosi sulla verifica di due criteri bioecologici principali:

- 1) la naturalità della comunità ittica, intesa come ricchezza di specie indigene rinvenute rispetto a quelle attese dall'inquadramento zoogeografico ed ecologico del sito in esame;
- 2) lo stato biologico della comunità ittica, inteso come evidenza della capacità di riprodursi (stadi di maturità sessuale), buona struttura di popolazione (presenza di adulti e giovanili) e buona consistenza demografica.






L'indice tiene conto anche di tre fattori aggiuntivi di valutazione:

- 3) il disturbo (competizione eco-etologica) dovuto alla presenza di specie aliene;
- 4) l'eventuale presenza di ibridi (generi *Salmo*, *Thymallus*, *Esox*, *Barbus* e *Rutilus*);
- 5) la presenza, nella comunità ittica esaminata, di specie endemiche.

Per ciascuno dei suddetti 5 fattori bioecologici (indicati con f1, f2, f3, f4, f5), il calcolo si effettua a partire da indicatori di livello inferiore secondo una struttura ad "albero".

Senza entrare nel dettaglio dei singoli calcoli (sviluppati automaticamente dal software ISECItracker proposto e utilizzato per l'elaborazione), l'ISECI è ottenuto dalla somma pesata dei 5 valori f1 - f5, secondo pesi (f1= 0,3; f2= 0,3; f3= 0,1; f4= 0,2; f5= 0,1) che sono espressione dell'importanza ecologica attribuita a ciascun fattore. Il valore finale dell'indice è compreso tra 0 e 1, e rappresenta lo stato di qualità complessivo della fauna ittica, secondo lo schema riportato nella tabella seguente.

Classificazione dello stato dell'EQB Fauna Ittica secondo l'ISECI

ISECI	stato di qualità	
1 - 0,8	Elevato	
0,6 - 0,8	Buono	
0,4 - 0,6	Sufficiente	
0,2 - 0,4	Scarso	
0 - 0,2	Cattivo	

L'indice ISECI viene applicato previo inquadramento ittiogeografico ed ecologico secondo uno standard nazionale.

Al fine di individuare le comunità ittiche attese nei vari distretti fluviali, indispensabili per il calcolo dell'indice ISECI, si considera una suddivisione del territorio nazionale su base zoogeografica che individua 3 macro-regioni principali:

- Regione Padana
- Regione Italico-peninsulare
- Regione delle Isole (Sardegna e Sicilia)

Un'ulteriore suddivisione in termini di ecologia fluviale porta a distinguere, all'interno di ciascun distretto regionale, ulteriori 3 zonazioni ittiche:

- Zona dei Salmonidi
- Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila
- Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila

A ciascuna delle 9 zone zoogeografiche-ecologiche così identificate corrispondono altrettante comunità ittiche teoriche attese, come indicato nel D.M. 260/10, necessarie per il confronto con quanto effettivamente raccolto durante le indagini di campo.

Principali 9 zone zoogeografiche-ecologiche fluviali presenti in Italia e relative comunità ittiche indigene attese; le specie endemiche o subendemiche sono evidenziate in neretto (Zerunian *et al.*, 2009)

I - ZONA DEI SALMONIDI DELLA REGIONE PADANA	<i>Salmo (trutta) trutta</i> (ceppo mediterraneo), <b><i>Salmo (trutta) marmoratus</i></b> , <i>Thymallus thymallus</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Cottus gobio</i> .
II - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA DELLA REGIONE PADANA	<i>Leuciscus cephalus</i> , <b><i>Leuciscus souffia muticellus</i></b> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <b><i>Chondrostoma genei</i></b> , <i>Gobio gobio</i> , <b><i>Barbus plebejus</i></b> , <b><i>Barbus meridionalis caninus</i></b> , <b><i>Lampetra zanandreae</i></b> , <i>Anguilla anguilla</i> , <b><i>Salmo (trutta) marmoratus</i></b> , <b><i>Sabanejewia larvata</i></b> , <b><i>Cobitis taenia bilineata</i></b> , <i>Barbatula barbatula</i> (limitatamente alle acque del Trentino-Alto Adige e del Friuli-Venezia Giulia), <b><i>Padogobius martensii</i></b> , <b><i>Knipowitschia punctatissima</i></b> (limitatamente agli ambienti di risorgiva, dalla Lombardia al Friuli-Venezia Giulia)
III - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA DELLA REGIONE PADANA	<b><i>Rutilus erythrophthalmus</i></b> , <b><i>Rutilus pigus</i></b> , <b><i>Chondrostoma soetta</i></b> , <i>Tinca tinca</i> , <i>Scardinius erythrophthalmus</i> , <b><i>Alburnus alburnus alborella</i></b> , <i>Leuciscus cephalus</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Petromyzon marinus</i> (stadi giovanili), <b><i>Acipenser naccarii</i></b> (almeno stadi giovanili), <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Alosa fallax</i> (stadi giovanili), <b><i>Cobitis taenia bilineata</i></b> , <i>Esox lucius</i> , <i>Perca fluviatilis</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Syngnathus abaster</i>
IV - ZONA DEI SALMONIDI DELLA REGIONE ITALICO-PENINSULARE	<i>Salmo (trutta) trutta</i> (ceppo mediterraneo, limitatamente all'Appennino settentrionale), <b><i>Salmo (trutta) macrostigma</i></b> (limitatamente al versante tirrenico di Lazio, Campania, Basilicata e Calabria), <b><i>Salmo fibreni</i></b> (limitatamente alla risorgiva denominata Lago di Posta Fibreno)
V - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA DELLA REGIONE ITALICO-PENINSULARE	<b><i>Leuciscus souffia muticellus</i></b> , <i>Leuciscus cephalus</i> , <b><i>Rutilus rubilio</i></b> , <b><i>Alburnus albidus</i></b> (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), <b><i>Barbus plebejus</i></b> , <b><i>Lampetra planeri</i></b> (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Lazio, Campania e Basilicata; nel versante adriatico solo nel bacino dell'Aterno-Pescara), <i>Anguilla anguilla</i> , <b><i>Cobitis taenia bilineata</i></b> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Salaria fluviatilis</i> , <b><i>Gobius nigricans</i></b> (limitatamente al versante tirrenico di Toscana, Umbria e Lazio)
VI - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA DELLA REGIONE ITALICO-PENINSULARE	<i>Tinca tinca</i> , <i>Scardinius erythrophthalmus</i> , <b><i>Rutilus rubilio</i></b> , <i>Leuciscus cephalus</i> , <b><i>Alburnus albidus</i></b> (limitatamente alla Campania, Molise, Puglia e Basilicata), <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Petromyzon marinus</i> (stadi giovanili), <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Alosa fallax</i> (stadi giovanili), <b><i>Cobitis taenia bilineata</i></b> , <i>Esox lucius</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Syngnathus abaster</i>
VII - ZONA DEI SALMONIDI DELLA REGIONE DELLE ISOLE	<b><i>Salmo (trutta) macrostigma</i></b>
VIII - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA DELLA REGIONE DELLE ISOLE	<i>Anguilla anguilla</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Salaria fluviatilis</i> .
IX - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA DELLA REGIONE DELLE ISOLE	<i>Cyprinus carpio</i> , <i>Petromyzon marinus</i> (stadi giovanili), <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Alosa fallax</i> (stadi giovanili), <i>Syngnathus abaster</i>

Per la regione italo-peninsulare a cui appartiene anche la Puglia, le comunità ittiche di riferimento sono quelle relative alle zone zoogeografiche V (Zona dei Ciprinidi a deposizione litofila della Regione italo-peninsulare) e VI (Zona dei Ciprinidi a deposizione fitofila della Regione italo-peninsulare).

In particolare, utilizzando il software ISECtracker beta2 ver. 6.0 (2010) per il calcolo dell'indice, le comunità ittiche di riferimento V e VI, adottate specificatamente per le regioni Campania, Molise, Puglia e Basilicata, sono quelle riportate nella successiva tabella.

Comunità ittiche indigene di riferimento utilizzate per la regione Puglia nel calcolo dell'ISECI tramite il software ISECItracker beta2 ver.06 (2010). In grassetto le specie considerate endemiche

V - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE LITOFILA CAMPANIA, MOLISE, PUGLIA, BASILICATA	<b><i>Leuciscus souffia muticellus</i></b> , <i>Leuciscus cephalus</i> , <b><i>Rutilus rubilio</i></b> , <b><i>Alburnus albidus</i></b> , <b><i>Barbus plebejus</i></b> , <i>Anguilla anguilla</i> , <b><i>Cobitis taenia bilineata</i></b> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Salaria fluviatilis</i>
VI - ZONA DEI CIPRINIDI A DEPOSIZIONE FITOFILA CAMPANIA, MOLISE, PUGLIA, BASILICATA	<i>Tinca tinca</i> , <i>Scardinius erythrophthalmus</i> , <b><i>Rutilus rubilio</i></b> , <i>Leuciscus cephalus</i> , <b><i>Alburnus albidus</i></b> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Petromyzon marinus</i> (stadi giovanili), <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Alosa fallax</i> (stadi giovanili), <b><i>Cobitis taenia bilineata</i></b> , <i>Esox lucius</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Syngnathus abaster</i>

Infine, per completare il quadro ittologico di riferimento, si riporta l'elenco delle specie considerate aliene per il territorio nazionale, la cui presenza è stata rilevata in alcuni casi anche nell'ambito dei popolamenti ittici esaminati lungo i corsi d'acqua pugliesi.

Specie aliene presenti in Italia e relativo grado di nocività sull'ittiofauna indigena, con riferimento anche alle specie lacustri (Zerunian *et al.*, 2009). In grassetto le specie rilevate nei corsi d'acqua pugliesi

Grado di nocività	Lista delle specie
<b>Elevato 1</b>	<i>Silurus glanis</i> , <i>Aspius aspius</i>
<b>Medio 2</b>	<i>Rutilus rutilus</i> , <i>Abramis brama</i> , <i>Blicca bjoerkna</i> , <i>Carassius carassius</i> , <b><i>Carassius auratus</i></b> , <i>Chondrostoma nasus</i> , <i>Rhodeus sericeus</i> , <b><i>Pseudorasbora parva</i></b> , <i>Pachychilon pictum</i> , <i>Barbus barbus</i> , <i>Barbus graellsii</i> , <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> , <b><i>Ameiurus melas</i></b> , <i>Ameiurus nebulosus</i> , <i>Ictalurus punctatus</i> , <i>Clarias gariepinus</i> , <i>Salmo(trutta) trutta</i> (ceppo atlantico), <i>Salvelinus fontinalis</i> , <i>Oncorhynchus mykiss</i> , <i>Oncorhynchus kisutch</i> , <i>Thymallus thymallus</i> (ceppo danubiano), <b><i>Gambusia holbrooki</i></b> , <i>Sander lucioperca</i> , <i>Gymnocephalus cernuus</i> , <i>Micropterus salmoides</i> , <b><i>Lepomis gibbosus</i></b> , <i>Rutilus erythrophthalmus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Alburnus alburnus alborella</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Chondrostoma genei</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Gobio gobio</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Perca fluviatilis</i> (Regione Italice-peninsulare e Regione delle Isole), <i>Padogobius martensii</i> (Regione Italice-peninsulare)
<b>Moderato 3</b>	<i>Acipenser transmontanus</i> , <i>Anguilla rostrata</i> , <i>Ctenopharyngodon idellus</i> , <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> , <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> , <i>Coregonus lavaretus</i> , <i>Coregonus oxyrinchus</i> , <i>Odonthestes bonariensis</i> , <i>Oreochromis niloticus</i> , <i>Rutilus rubilio</i> (Regione Padana e Regione delle Isole), <i>Rutilus pigus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Chondrostoma soetta</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Barbus meridionalis caninus</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Sabanejewia larvata</i> (Regione Italice-peninsulare), <i>Thymallus thymallus</i> (Regione Italice-peninsulare), <b><i>Pomatoschistus canestrini</i></b> (Regione Italice-peninsulare), <i>Knipowitschia panizzae</i> (Regione Italice-peninsulare)

### Campionamento, analisi e risultati

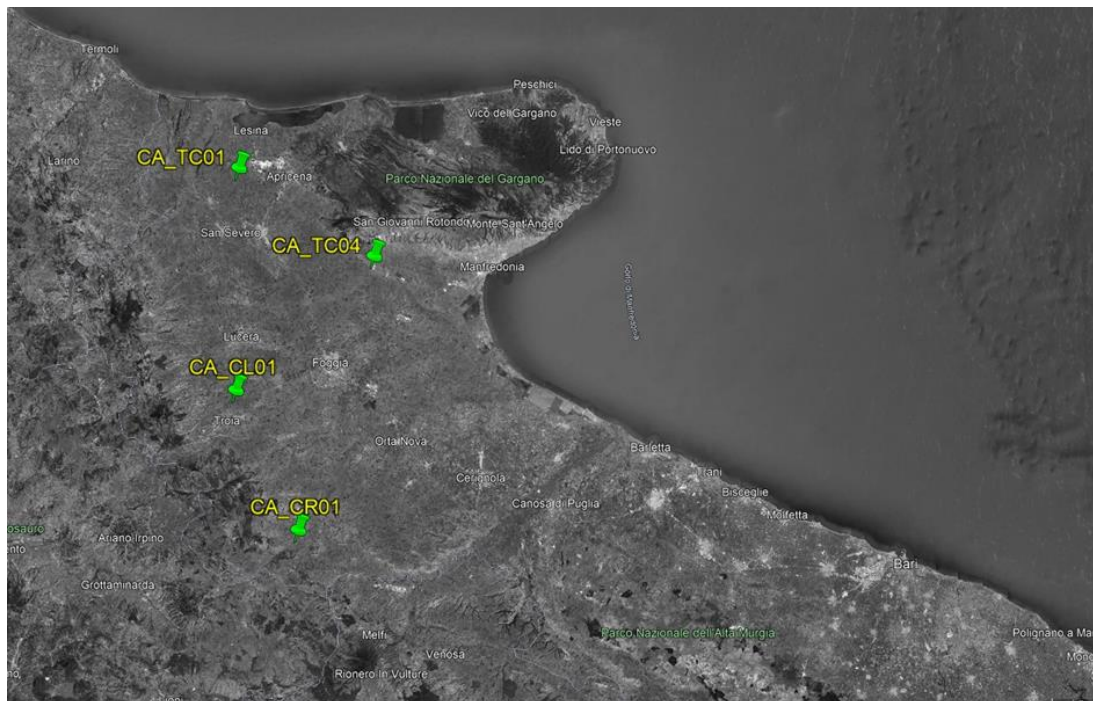
Anche nell'annualità 2021, le indagini e i campionamenti relativi all'EQB Fauna Ittica sono stati effettuati, per quanto possibile, nei periodi primaverile-estivo e in quello autunnale. Sono state indagate n. 4 stazioni della Rete Operativa.

In generale, la scelta dei tratti da indagare ha previsto un sopralluogo preventivo lungo le sponde e in alveo per verificare le migliori condizioni di operatività in sicurezza (prof. ≤70 cm, ripe fluviali accessibili, fondo stabile, acque non molto torbide) e la rappresentatività dei mesohabitat presenti (zone a flusso uniforme, pozze, raschi, ecc).

La comunità ittica è stata campionata, secondo quanto riportato nelle metodiche d'indagine pubblicate nell'apposito manuale di ISPRA (Manuali e Linee Guida n. 159/2017, ISPRA), mediante pesca elettrica svolta percorrendo, in 3-4 operatori, tratti di corsi d'acqua con lunghezze generalmente multiple di 25 m e sino ad un massimo di 100 m, distanza del tutto sufficiente per i fiumi pugliesi, caratterizzati in genere da larghezze dell'alveo bagnato non molto ampie (≤ 5 m). Le catture sono state effettuate con l'utilizzo di un elettrostorditore a spalla, alimentato da motore a scoppio, erogante corrente continua o ad impulsi (DC: 300-500 V, 7/3,8 A, 1300 W; PDC: 580-940 V, 40/22 A/impulso, 25-100 Hz, 32 Kw/impulso), programmando

il funzionamento dello strumento in relazione alle caratteristiche idrologiche (es. temperatura, salinità) e/o idromorfologiche degli habitat presenti nella sezione di campionamento.

La distribuzione geografica delle stazioni di campionamento indagate nel 2021 è riportata nella figura seguente.



Localizzazione delle n. 4 stazioni indagate per l'EQB "Fauna Ittica" nei corpi idrici della categoria "Corsi d'Acqua" - 2021

Nel 2021 è stato possibile raccogliere un campione ittico significativo ed esaminabile ai fini della classificazione in n. 3 stazioni delle quattro campionate.

Nello specifico, le stazioni per le quali è stato raccolto un campione utile per il calcolo dell'indice ISECI sono le seguenti:

- **CA\_TC01**, corpo idrico "Candelaro\_12";
- **CA\_CL01**, corpo idrico "Celone\_18";
- **CA\_CR01**, corpo idrico "Carapelle\_18".

Nella stazione **CA\_TC04**, corpo idrico "Candelaro confl. Triolo - confl. Salsola\_17" lungo l'asta del Torrente Candelaro, è stata effettuata la normale attività di campionamento, ma sono stati catturati solo numerosi esemplari giovanili appartenenti a una specie ittica (muggine calamita *Liza ramada*) non idonea ai fini della classificazione, in quanto non contemplata nella Comunità Ittica di Riferimento della regione Puglia. In effetti tale specie, ampiamente tollerante alle variazioni di salinità, attraversa tipicamente le foci a mare ed effettua periodiche migrazioni anadrome, risalendo per lunghi tratti i corsi d'acqua interni.

Dove le condizioni operative lo hanno permesso, oltre alle attività di campionamento della fauna ittica, sono state eseguite misure di alcuni parametri idrologici (velocità della corrente, rilievo della sezione) e fisico-chimici (temperatura, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, pH), oltre all'annotazione su appositi verbali di campo di dati ecologico-paesaggistici dell'ambiente fluviale esaminato e di quello circostante nonché del suo stato di conservazione, con relativa documentazione fotografica.





Foto 1 - Torrente Candelaro, CA\_TC01



Foto 2 - Torrente Celone, CA\_CL01





Foto 3 - Torrente Carapelle, CA\_CR01



Foto 4 - Torrente Candelaro, CA\_TC04

I dati raccolti derivano da rilevazioni e analisi condotte sugli esemplari di fauna ittica direttamente in campo, mediante la tecnica di cattura e rilascio degli esemplari, dopo averli anestetizzati, misurati singolarmente (taglia, peso) e rilasciati vivi *in situ*.

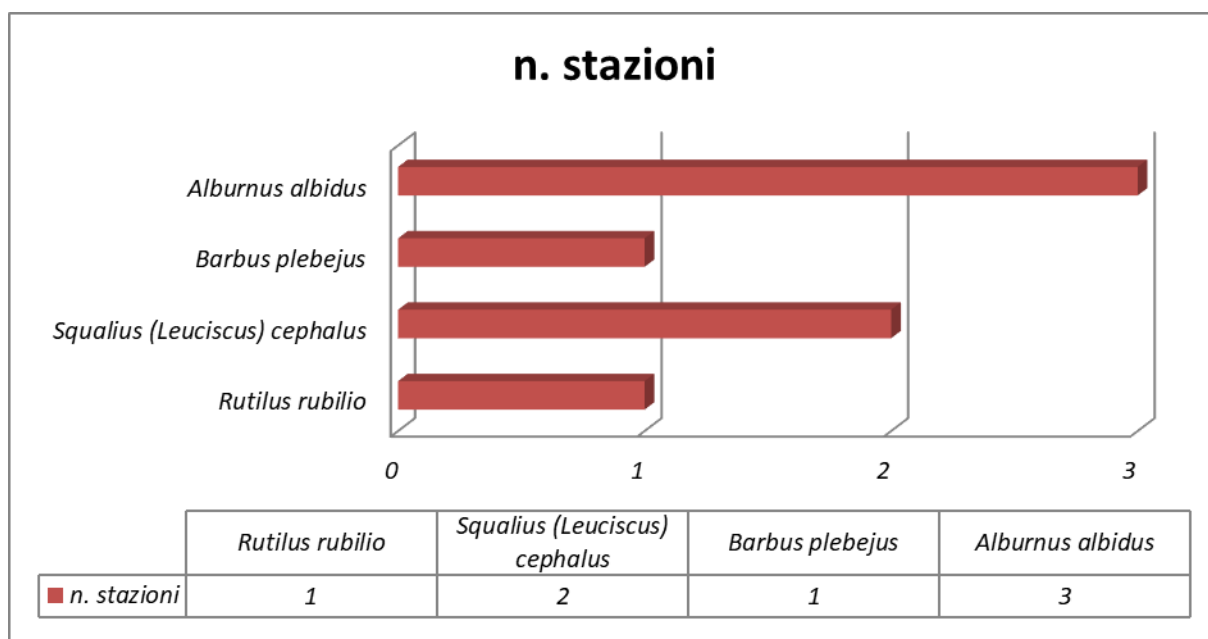
Le analisi effettuate in campo sui campioni di fauna ittica hanno previsto:

- classificazione tassonomica delle specie catturate;
- valutazione della presenza di eventuali esemplari ibridi (solo caratteri fenotipici);
- conteggio degli esemplari suddivisi per specie;
- lunghezza totale di ciascun esemplare (mm);
- peso di ciascun esemplare (g).

In laboratorio, i dati raccolti sono stati caricati su appositi fogli elettronici allo scopo di produrre una base dati informatizzata con i dati biometrici delle specie analizzate e le caratteristiche ambientali dei siti di campionamento.

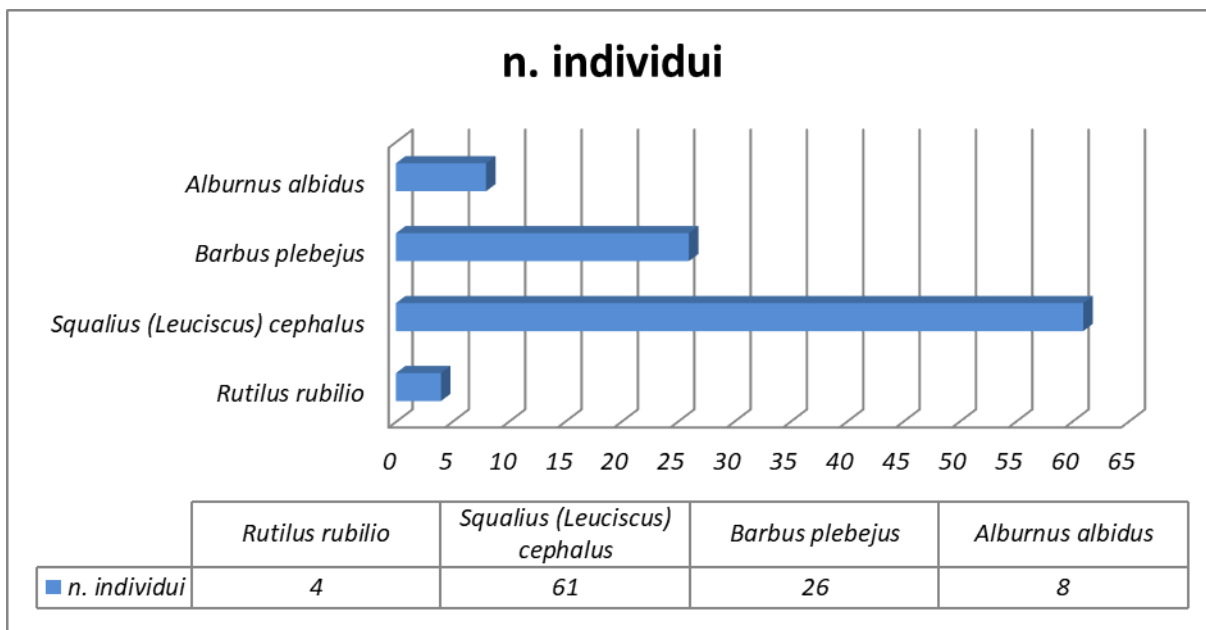
Una sintesi quali/quantitativa standardizzata delle catture complessive effettuate nelle 4 stazioni previste è riportata negli Allegati alla presente relazione.

Al fine di analizzare in maniera sintetica i risultati ottenuti, nelle elaborazioni grafiche seguenti si riportano, distinte per specie, le distribuzioni delle catture nelle stazioni campionate e il numero di individui complessivamente raccolto.



Distribuzione delle specie catturate nelle n. 3 stazioni con campione ittico significativo - 2021





Numero complessivo di individui catturati, distinti per specie - 2021

Nei campionamenti effettuati sono state rilevate complessivamente n. 4 specie ittiche. Dal confronto con le tabelle riferite alle Comunità Ittiche di Riferimento per Campania, Molise, Puglia e Basilicata, risulta che le n. 4 specie rinvenute sono tutte indigene per i corsi d'acqua pugliesi e fra di esse **n. 3** risultano anche **endemiche (in grassetto): *Alburnus albidus*, *Squalius (Leuciscus) cephalus*, *Barbus plebejus*, *Rutilus rubilio***. Si ribadisce il rinvenimento - non utile ai fini della classificazione - di numerosi giovanili (n. 66 individui) di *Liza ramada* nella stazione CA\_TC04 lungo il Torrente Candelaro.

Di seguito si riportano alcune immagini relative alle attività svolte in campo.



Foto 5 - Stazione attrezzata con vasconi e acqua corrente per il mantenimento degli individui catturati



Foto 6 - Misure dirette degli individui anestetizzati



Foto 7 - Rilascio degli esemplari vivi dopo misurazione

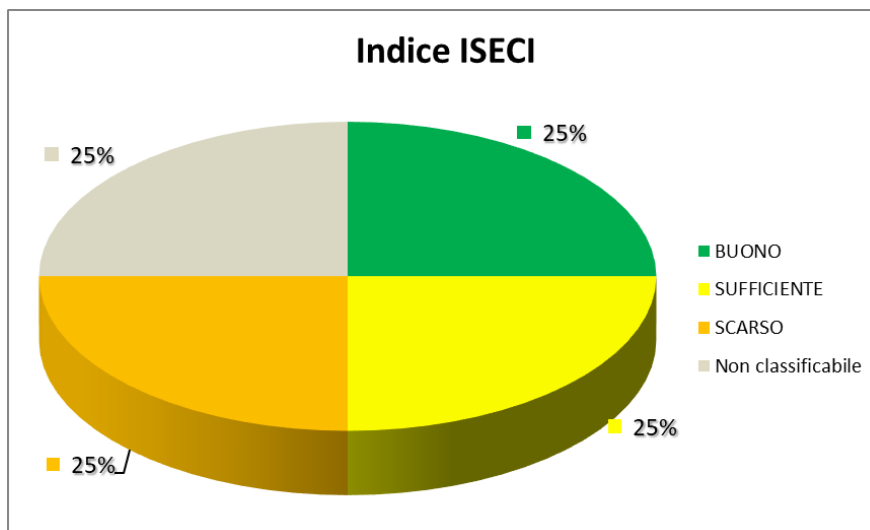
I dati raccolti per le varie specie ittiche (classificazione, numero individui, struttura di popolazione) sono stati utilizzati per il calcolo dell'indice ISECI, mediante software ISECItracker beta2 ver. 6.0 (2010). Nella tabella seguente vengono riportati i valori delle 5 metriche (fattori bioecologici) e l'indice ISECI, con la relativa classe.

Valori e classi dell'indice ISECI riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

Corpo Idrico	Stazione	Zona geografica -ecologica	Valore					ISECI	
			f1 specie indigene	f2 condizione biologica	f3 specie indigene	f4 presenza specie aliene	f5 presenza specie endemiche	Valore	CLASSE
Celone_18	CA_CL01	V	0.33	0.40	1.00	1.00	0.40	0,6	Buono
Carapelle_18	CA_CR01	VI	0.03	0.00	1.00	1.00	0.20	0,3	Scarso
Candelaro_12	CA_TC01	VI	0.08	0.00	1.00	1.00	0.40	0,4	Sufficiente
Candelaro confl. Triolo - confl. Sàlsola_17	CA_TC04		N.C.					-	-

N.C.: Non classificabile per assenza di specie ittiche utilizzabili ai fini della classificazione

Il valore dell'indice ISECI risulterebbe in classe di qualità "Buono" in n. 1 corpo idrico (Celone\_18), "Sufficiente" nel corpo idrico "Candelaro\_12" e "Scarso" nel "Carapelle\_18", con una ripartizione percentuale pari al 25% per ciascuna classe (vedi figura seguente).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità attribuite dall'EQB "Fauna ittica" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" - 2021

#### Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

Con riferimento al monitoraggio dell'EQB "Fauna Ittica", si ribadisce il persistere delle criticità già evidenziate nelle passate annualità, sin dal 2011, e che continuano di fatto a condizionare negativamente le fasi di campionamento e i risultati ottenuti.

In particolare, ci si riferisce al pessimo stato di conservazione di numerosi tratti indagati sui quali permangono fenomeni di costante "aggressione" antropica e incuria/degrado quali:

- prelievo abusivo e incontrollato di acque mediante potenti impianti di captazione;
- mancanza di manutenzione e pulizia di sponde e alvei fluviali, spesso difficilmente accessibili in tutti i periodi dell'anno a causa della fitta vegetazione (viva e morta) in alveo, e per l'accumulo di strati di fango molle e limo, che condizionano l'accessibilità in sicurezza;
- presenza massiva di rifiuti antropici di varia natura e dimensione, sia trasportati e depositati sulle sponde durante le piene, sia accumulati sotto forma di vere e proprie discariche abusive in pieno alveo fluviale.

Con riferimento, invece, alla metodica di classificazione, si auspica che l'adozione delle aggiornate procedure di campionamento e la messa a disposizione del software per il calcolo dell'indice NISECI, possano rendere la valutazione dell'EQB Fauna Ittica più attinente alle caratteristiche delle comunità ittiche fluviali pugliesi.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

### Elemento di Qualità Fisico-Chimica

## **INDICE LIMeco**

(Livello di Inquinamento dai Macrodescriptors per lo stato ecologico)





Secondo la norma, ai fini della classificazione dello stato e del potenziale ecologico dei corsi d'acqua e a sostegno dei risultati ottenuti dalla valutazione degli Elementi di Qualità Biologica, si utilizzano i seguenti elementi fisico-chimici:

- Nutrienti (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, P-tot);
- Ossigeno disciolto (% di saturazione).

Tali elementi fisico-chimici sono integrati in un unico descrittore denominato LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico) utilizzato per derivare la classe di qualità di un determinato corpo idrico.

L'indice LIMeco, introdotto dal D.M. 260/2010, sostituisce il LIM (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori) contemplato nel D.Lgs. n. 152/1999. Rispetto al LIM, nel LIMeco non sono più considerati i parametri BOD<sub>5</sub>, COD e *Escherichia coli*.

La procedura per la definizione dell'indice prevede che sia calcolato un punteggio sulla base della concentrazione, misurata nel sito di monitoraggio in esame, dei macrodescrittori %O<sub>2</sub>, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, P-tot.

Il punteggio LIMeco da attribuire è dato dalla media dei singoli valori LIMeco ottenuti nei campionamenti effettuati nell'arco dell'anno di monitoraggio; nel caso in cui il corpo idrico comprenda più siti di monitoraggio, il valore di LIMeco viene calcolato come media ponderata dei valori dell'indice ottenuti nei diversi punti, in base alla relativa percentuale di rappresentatività.

Il LIMeco relativo a ciascun campionamento viene ottenuto come media tra i punteggi attribuiti ai singoli macrodescrittori; l'attribuzione del punteggio si basa sul confronto tra la concentrazione osservata ed i valori-soglia indicati dalla normativa, come da schema riportato nella tabella seguente.

Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per il calcolo dell'indice LIMeco

Parametro	Punteggio*	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
		1	0.5	0.25	0.125	0
100-O <sub>2</sub> % sat.	Soglie	≤   10	≤   20	≤   40	≤   80	>   80
N-NH <sub>4</sub> (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (µg/l)		≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

\*Punteggio da attribuire al singolo parametro

Il risultato ottenuto dall'applicazione dell'indice LIMeco permette di classificare il corpo idrico della categoria "Corsi d'acqua" rispetto a una scala con livelli di qualità decrescente da uno a cinque (il primo corrispondente allo stato Elevato, l'ultimo allo stato Cattivo), sulla base di limiti di classe imposti dalla normativa. Nella tabella seguente, ripresa dal D.M. 260/2010, sono indicate le classi e le rispettive soglie per i corsi d'acqua naturali.

Applicazione dell'indice LIMeco: classi di qualità e relativi valori-soglia

Classi di qualità dello Stato ecologico			LIMeco
1	Elevato		≥0,66
2	Buono		≥0,50
3	Sufficiente		≥0,33
4	Scarso		≥0,17
5	Cattivo		<0,17

Anche per i CIFM e CIA, ai fini della classificazione del potenziale ecologico, si utilizza il LIMeco e i criteri di cui al paragrafo A.4.1.2 dell'Allegato 1 alla parte terza del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.

Le classi sotto riportate sono state associate agli 8 CIFM/CIA (sui 14 totali) per i quali è stato valutato il potenziale ecologico.

Classi di qualità del Potenziale ecologico		CIA	CIFM	LIMeco
2	<b>Buono</b>			≥0,50
3	<b>Sufficiente</b>			≥0,33
4	<b>Scarso</b>			≥0,17
5	<b>Cattivo</b>			<0,17

#### Campionamento, analisi e risultati

Nel 2021, ARPA Puglia ha eseguito il monitoraggio dei corsi d'acqua pugliesi, relativamente agli elementi di qualità fisico-chimica a sostegno, su un totale di n. 36 corpi idrici.

In tale annualità, di tipo "Operativo", non sono stati monitorati i corpi idrici "Foce Carapelle" e "Ofanto\_18", ricompresi nella Rete di Sorveglianza, in quanto entrambi nel monitoraggio di Sorveglianza condotto nel 2016 hanno presentato Stato Ecologico e Chimico "Buono" (si veda la Relazione di Sorveglianza 2016).

I campioni di acqua, una volta raccolti secondo la frequenza temporale prevista dal Programma di monitoraggio, sono stati trasferiti in laboratorio per la determinazione dei parametri fisico-chimici necessari per la classificazione dello stato ecologico.

L'applicazione dell'indice LIMeco è stata possibile per tutti i 36 corpi idrici indagati.

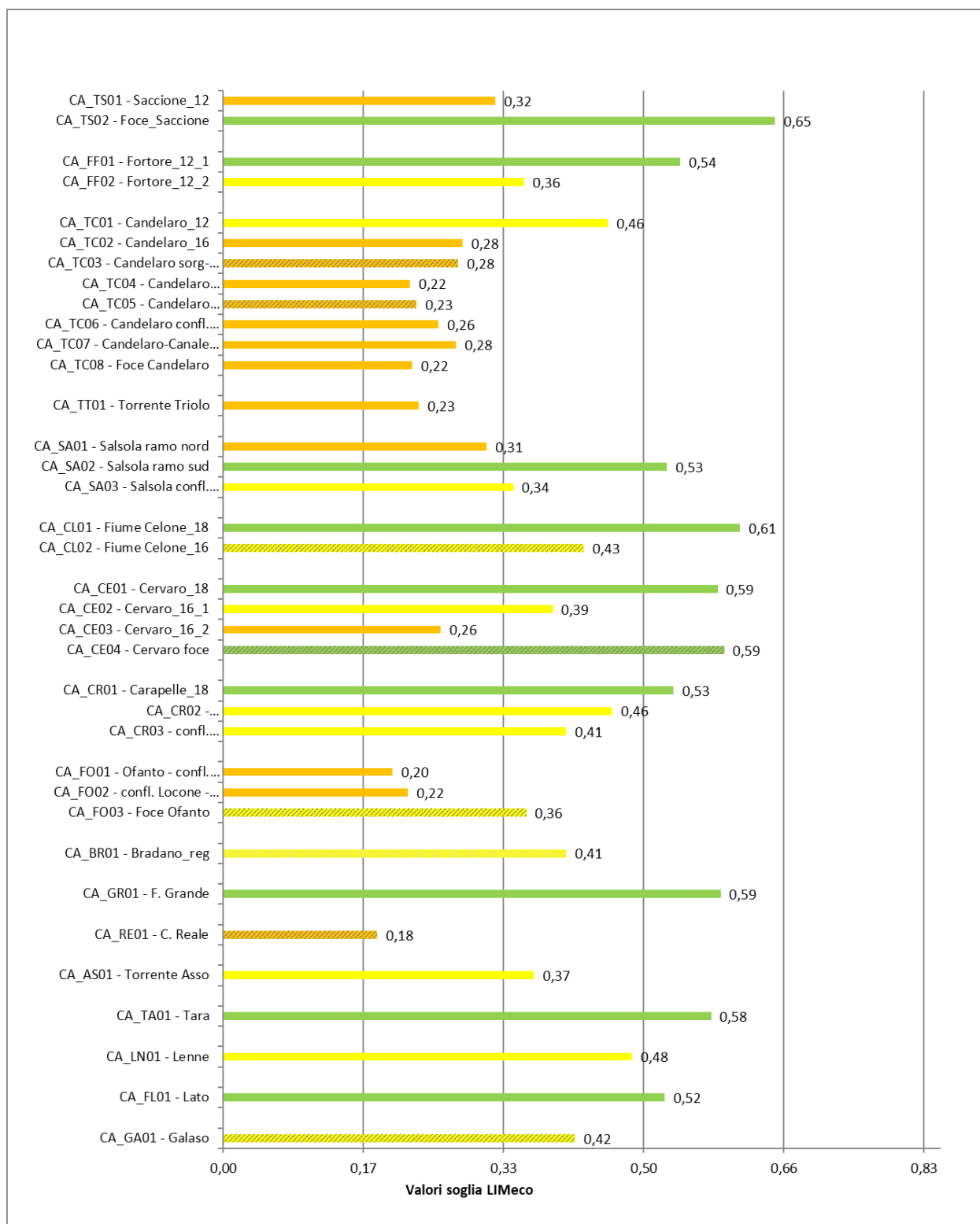


Valori e classi dell'indice LIMeco riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'Acqua" - 2021

Stazione	Corpo Idrico Superficiale della Regione Puglia	Grado di naturalità	LIMeco 2021	
			Valore	CLASSE
CA_TS01	Saccione_12	Naturale	0,32	Scarso
CA_TS02	Foce_Saccione	Naturale	0,65	Buono
CA_FF01	Fortore_12_1	CIFM*	0,54	Buono
CA_FF02	Fortore_12_2	Naturale	0,36	Sufficiente
CA_TC01	Candelaro_12	Naturale	0,46	Sufficiente
CA_TC02	Candelaro_16	Naturale	0,28	Scarso
CA_TC03	Candelaro sorg-confi.Triolo_17	CIFM	0,28	Scarso
CA_TC04	Candelaro confi.Triolo confi.Sàlsola_17	Naturale	0,22	Scarso
CA_TC05	Candelaro confi.Sàlsola confi.Celone_17	CIFM	0,23	Scarso
CA_TC06	Candelaro confi. Celone - foce	CIFM*	0,26	Scarso
CA_TC07	Candelaro-Canale della Contessa	Naturale	0,28	Scarso
CA_TC08	Foce Candelaro	Naturale	0,22	Scarso
CA_TT01	Torrente Triolo	Naturale	0,23	Scarso
CA_SA01	Sàlsola ramo nord	Naturale	0,31	Scarso
CA_SA02	Sàlsola ramo sud	Naturale	0,53	Buono
CA_SA03	Sàlsola confi. Candelaro	CIFM*	0,34	Sufficiente
CA_CL01	Fiume Celone_18	Naturale	0,61	Buono
CA_CL02	Fiume Celone_16	CIFM	0,43	Sufficiente
CA_CE01	Cervaro_18	Naturale	0,59	Buono
CA_CE02	Cervaro_16_1	Naturale	0,39	Sufficiente
CA_CE03	Cervaro_16_2	Naturale	0,26	Scarso
CA_CE04	Cervaro foce	CIFM	0,59	Buono e oltre
CA_CR01	Carapelle_18	Naturale	0,53	Buono
CA_CR02	Carapelle_18_Carapellotto	Naturale	0,46	Sufficiente
CA_CR03	confi. Carapellotto_foce Carapelle	CIFM*	0,41	Sufficiente
CA_CR04	Foce Carapelle	Naturale		solo sorveglianza
CA_FO00	Ofanto_18	Naturale		solo sorveglianza
CA_FO01	Ofanto - confi. Locone	Naturale	0,20	Scarso
CA_FO02	confi. Locone - confi. Foce Ofanto	Naturale	0,22	Scarso
CA_FO03	Foce Ofanto	CIFM	0,36	Sufficiente
CA_BR01	Bradano_reg	CIA	0,41	Sufficiente
CA_GR01	F. Grande	CIA*	0,59	Buono
CA_RE01	C. Reale	CIFM	0,18	Scarso
CA_AS01	Torrente Asso	CIA*	0,37	Sufficiente
CA_TA01	Tara	Naturale	0,58	Buono
CA_LN01	Lenne	Naturale	0,48	Sufficiente
CA_FL01	Lato	Naturale	0,52	Buono
CA_GA01	Galaso	CIFM	0,42	Sufficiente

CIA/CIFM\*: Corpo idrico artificiale o fortemente modificato per il quale non è stata applicata la metodologia di cui al D.D. 341/STA del 30/05/2016

Nel grafico successivo, la classificazione per stazione di monitoraggio è rappresentata in comparazione con i valori soglia dell'indice LIMeco previsti dalla normativa attualmente vigente.



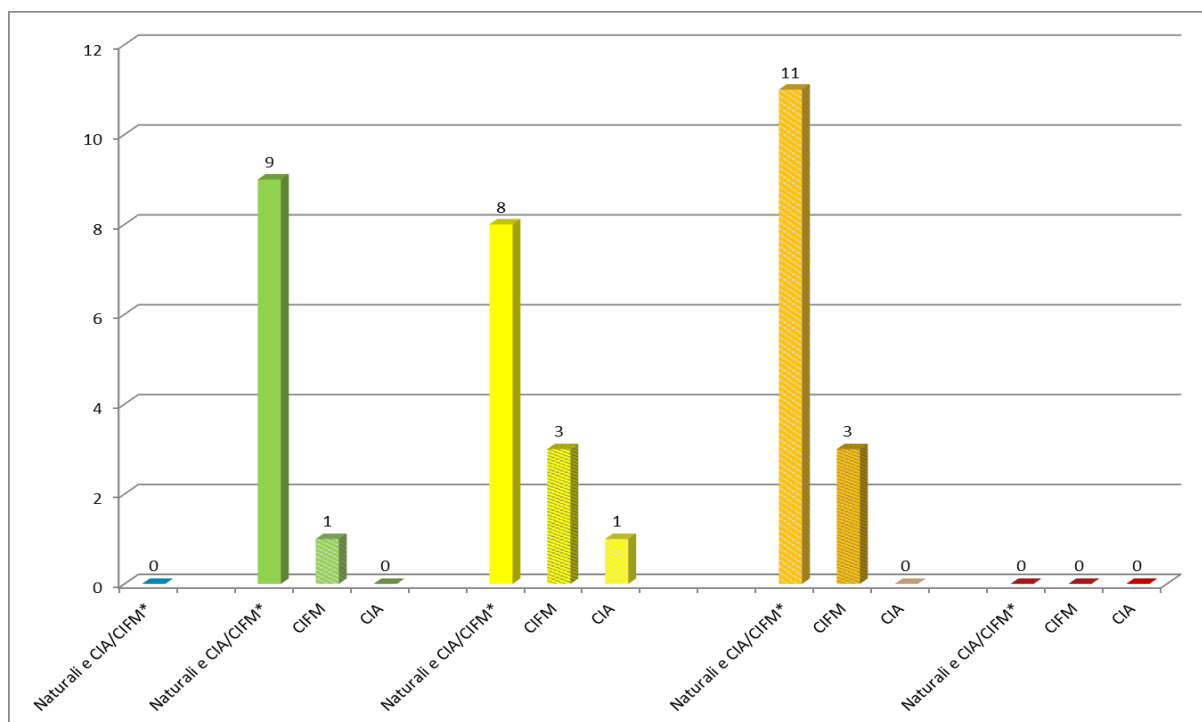
Valori dell'indice LIMeco riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua" e soglie previste dal D.M. 260/2010 - 2021

In Puglia dunque, sulla base della classificazione ottenuta con il calcolo del LIMeco per l'anno 2021, nessun corpo idrico risulterebbe in uno stato di qualità "Elevato"; il 28% complessivamente in classe "Buono" (n. 9 corpi idrici naturali e CIA/CIFM\* e 1 CIFM), il 33% in classe "Sufficiente" (n. 8 corpi idrici naturali e

CIA/CIFM\*, n. 3 CIFM e n. 1 CIA) e il restante 39% in classe “Scarso” (n. 11 corpi idrici naturali e CIA/CIFM\* e 3 CIFM). Nessun corpo idrico risulterebbe in classe “Cattivo” (vedi tabella e figura successiva).

Distribuzione percentuale delle classi di qualità in base all’indice LIMeco nei corpi idrici pugliesi della categoria “Corsi d’acqua” - 2021

Classe	Grado di naturalità	num.	%
<b>ELEVATO</b>	Naturali e CIA/CIFM*	-	-
<b>BUONO</b>	Naturali e CIA/CIFM*	9	25
<b>BUONO e oltre</b>	CIFM	1	2,8
	CIA	-	-
<b>SUFFICIENTE</b>	Naturali e CIA/CIFM*	8	22,2
	CIFM	3	8,3
	CIA	1	2,8
<b>SCARSO</b>	Naturali e CIA/CIFM*	11	30,6
	CIFM	3	8,3
	CIA	-	-
<b>CATTIVO</b>	Naturali e CIA/CIFM*	-	-
	CIFM	-	-
	CIA	-	-
<b>Totale</b>		<b>36</b>	<b>100</b>



Numero di corpi idrici pugliesi della categoria “Corsi d’acqua” per classi di qualità attribuite all’indice LIMeco - 2021

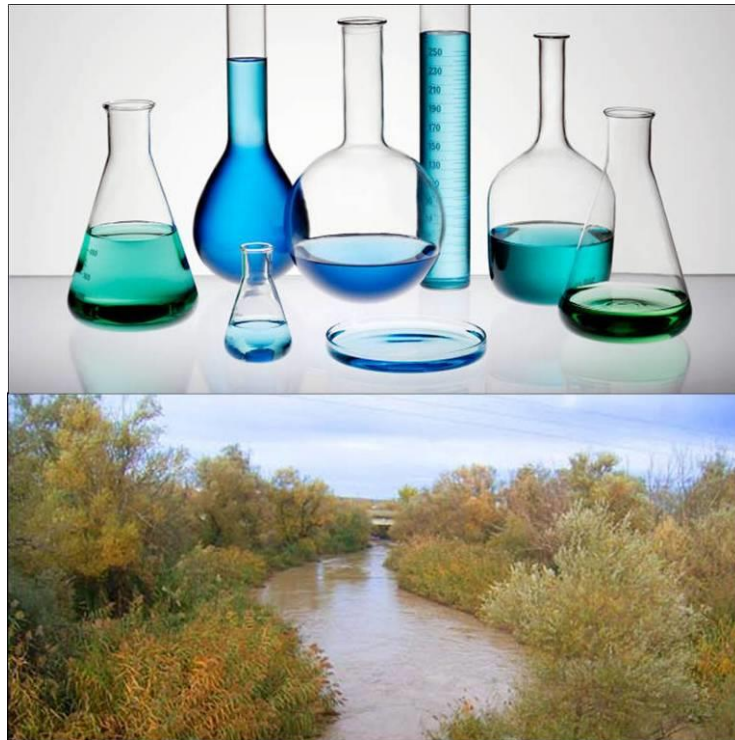
### Criticità nel campionamento, nell’analisi e nell’applicazione dell’indice utilizzato

Nel periodo di monitoraggio in esame sono stati complessivamente realizzati 412 campionamenti.

L’89% dei corpi idrici (n. 32) sono stati regolarmente monitorati 12 volte/anno, mentre i restanti 4 corpi idrici sono stati monitorati rispettivamente 10, 7, 6 e 5 volte/anno, a causa del protrarsi nei mesi estivi di uno stato di siccità.

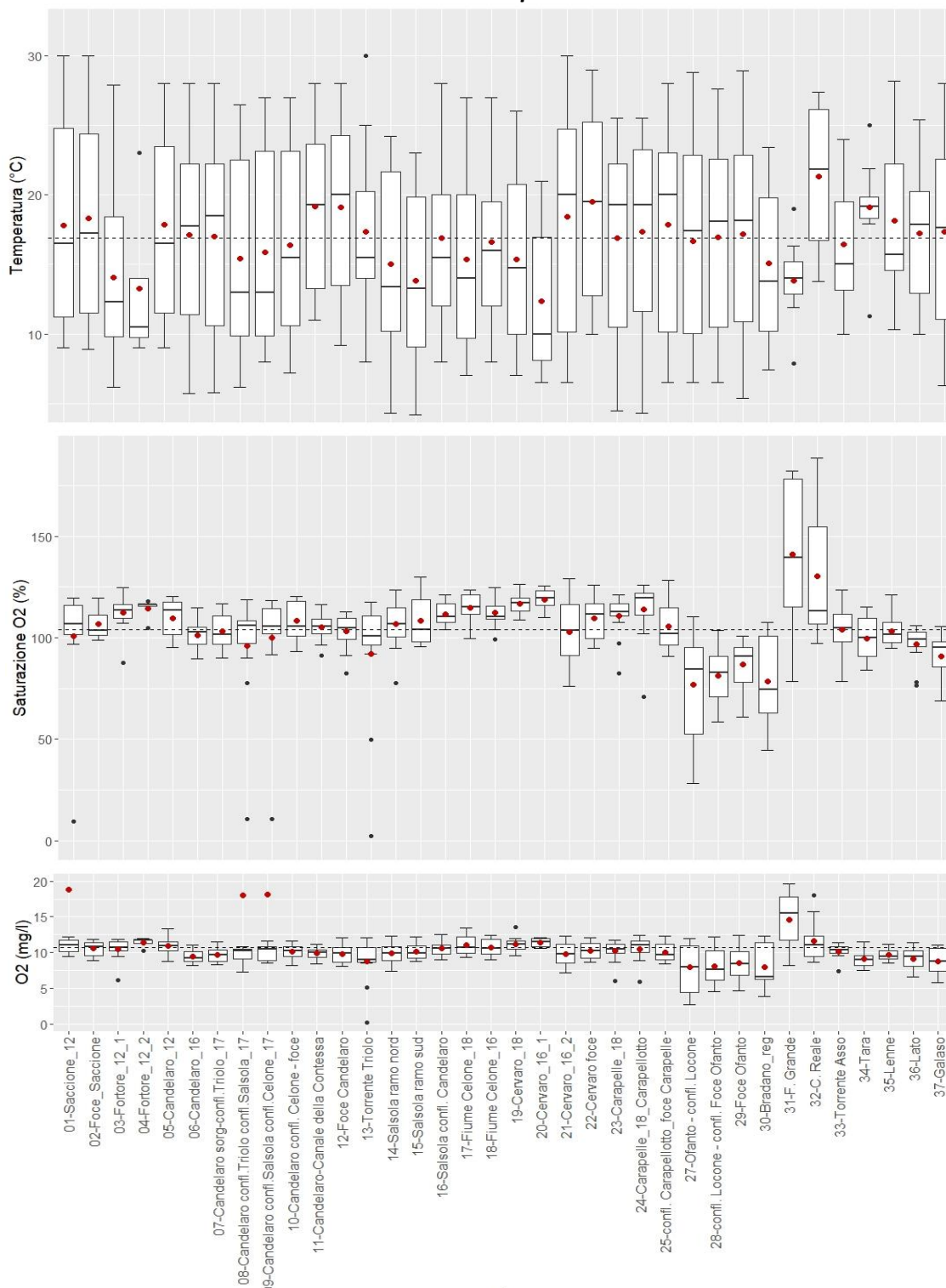
## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

**Altri elementi chimico-fisici a supporto, comprese  
le sostanze di cui alle Tabelle 1/A e 1/B del D.Lgs. n.  
172/2015**



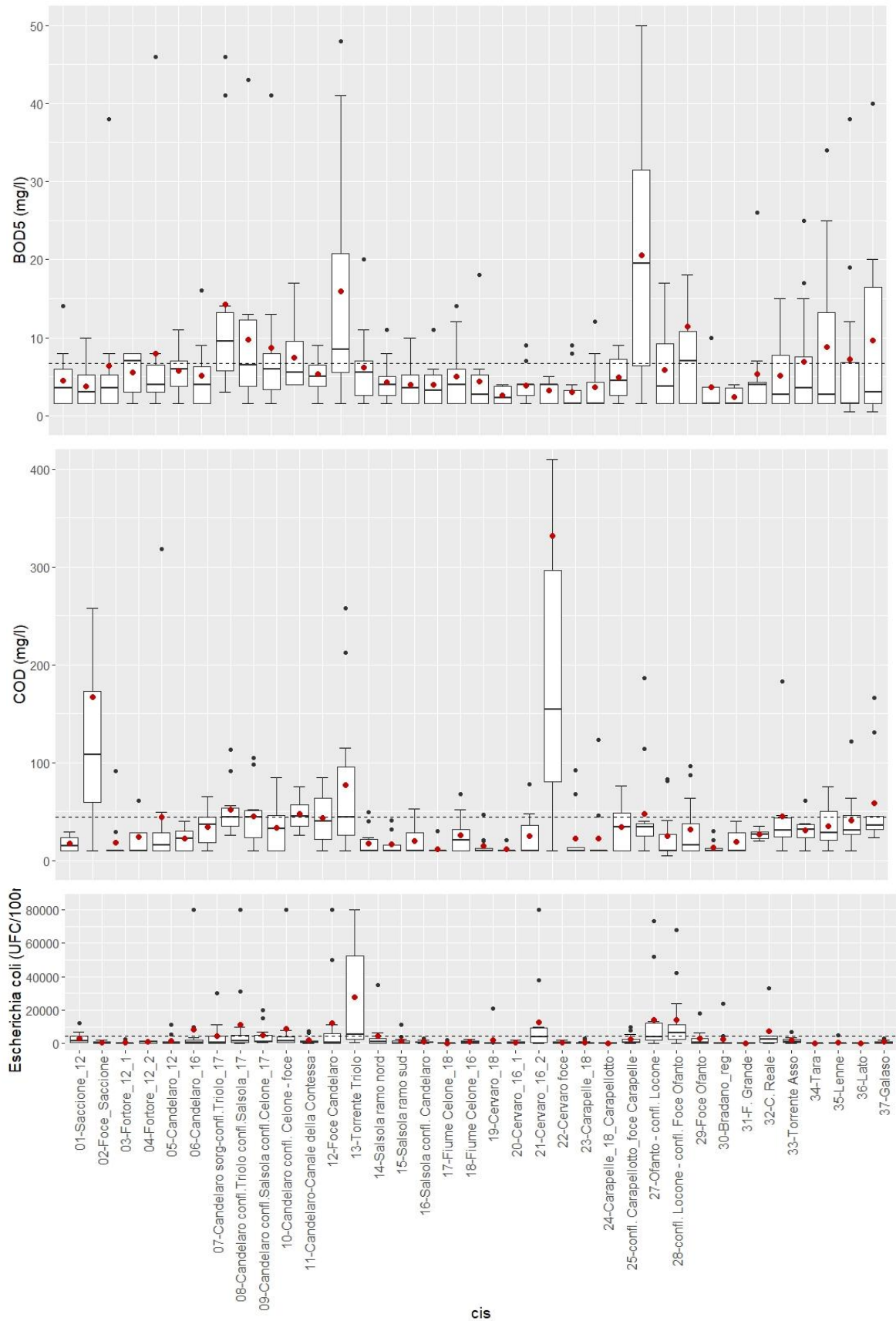
Di seguito sono illustrate le risultanze, per l'annualità 2021, dell'andamento e della distribuzione per l'intero territorio regionale di alcuni parametri selezionati - tra quelli monitorati - per la loro rappresentatività, e utili per una migliore interpretazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici pugliesi della categoria "Corsi d'acqua".

**"Corsi d'acqua"**



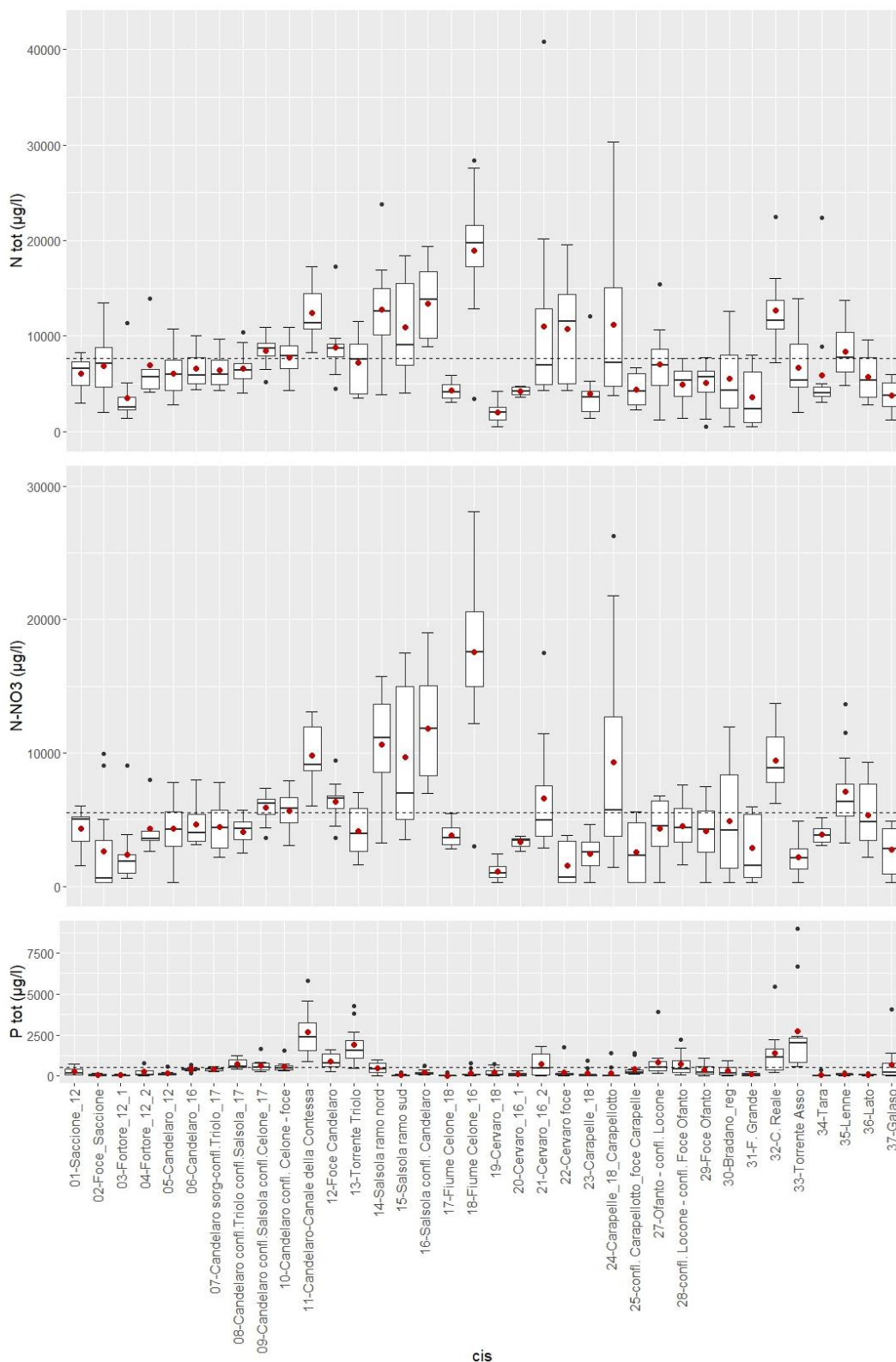
Box plots relativi ai parametri temperatura (°C), saturazione d'ossigeno (%), ossigeno disciolto (mg/l) misurati nel 2021 nei corpi idrici della categoria "Corsi d'acqua". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.



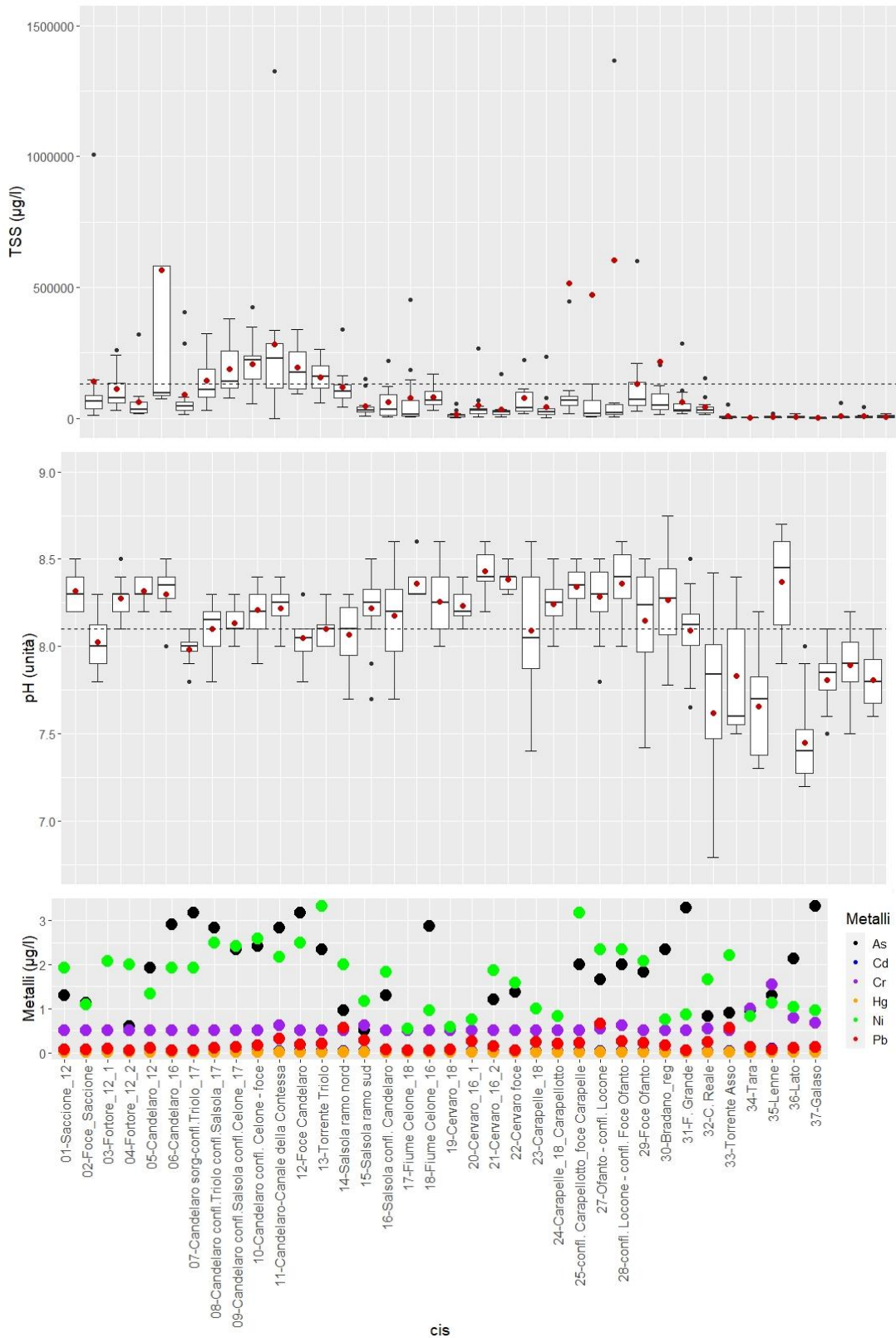


Box plots relativi ai parametri BOD<sub>5</sub> (mg/l), COD (mg/l) e Escherichia coli (UFC/100 ml) misurati nel 2021 nei corpi idrici della categoria “Corsi d’acqua”. Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura “minore del limite di quantificazione” (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio.





Box plots relativi ai parametri N totale ( $\mu\text{g/l}$ ), N-NO<sub>3</sub> ( $\mu\text{g/l}$ ) e P totale ( $\mu\text{g/l}$ ) misurati nel 2021 nei corpi idrici della categoria “Corsi d’acqua”. Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura “minore del limite di quantificazione” (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell’intero set di dati.



Box plots relativi ai parametri TSS ( $\mu\text{g/l}$ ), pH (unità) e grafico dei valori medi dei metalli pesanti Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel e Piombo, ( $\mu\text{g/l}$ ) misurati nel periodo gennaio - dicembre 2021 nei corpi idrici della categoria "Corsi d'acqua". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.

Nel periodo gennaio - dicembre 2021, l'analisi dei risultati dei parametri chimico-fisici misurati in campo e delle determinazioni chimiche di laboratorio è stata elaborata su un totale di n. 36 corpi idrici della categoria "Corsi d'acqua", così come previsto dal Programma di monitoraggio per il triennio 2019-2021.

L'analisi svolta conferma la sostanziale stabilità dei risultati ottenuti nel corso del ciclo triennale e l'eterogeneità dei differenti corpi idrici, correlata alle diverse pressioni che insistono sul territorio regionale.

Dai grafici sopra riportati si osservano valori medi di ossigeno disciolto particolarmente bassi (indice di un potenziale inquinamento), sia in termini di concentrazione che di saturazione, per il "Torrente Triolo", per il Bradano e per tutti i corpi idrici che compongono l'asta fluviale dell'Ofanto.

I valori più alti di BOD<sub>5</sub> (valori medi annui superiori a 20 mg/l), associati ad elevati valori di *Escherichia coli* (valori medi annui superiori a 10.000 UFC/100 ml), si riscontrano nel corpo idrico "Ofanto - confl. Locone" e, anche per questa annualità, nel "Torrente Triolo". Un'elevata domanda biochimica d'ossigeno è indice di un'intensa attività batterica di demolizione organica e potrebbe quindi evidenziare la presenza di un carico inquinante biodegradabile (presumibilmente associato a sostanze presenti soprattutto negli scarichi di reflui urbani e/o zootecnici).

Anche elevati valori di COD (valori medi annui superiori a 50 mg/l), associabili ad un potenziale afflusso di reflui anche di origine industriale, si evidenziano nel "Torrente Triolo" e nel corpo idrico "Candelaro confl. Triolo confl. Salsola\_17"; dati medi annui superiori a 100 mg/l si ottengono alle foci dei torrenti Saccione e Cervaro.

Con riferimento ai macronutrienti, concentrazioni relativamente più alte di azoto totale (valori medi annui superiori a 15.000 µg/l) e azoto nitrico (valori medi annui superiori a 10.000 µg/l) si rilevano anche quest'anno nel "Fiume Celone\_16" e nei corpi idrici afferenti all'asta fluviale del Torrente Salsola.

Per quanto riguarda il fosforo totale, concentrazioni più elevate (valori medi annui superiori a 1.000 µg/l) si rilevano nei corpi idrici afferenti all'asta fluviale del Candelaro e in "Torrente Triolo", "Salsola ramo nord" e Canale Reale.

Si rimarca che l'arricchimento di nutrienti e il carico di sostanze organiche possono causare, nei corpi idrici interessati, un aumento della biomassa vegetale, la variazione dei rapporti tra i diversi livelli trofici, la variazione nella struttura della comunità biologica e la scomparsa di alcuni *taxa* sensibili soprattutto per gli Elementi di Qualità Biologica Macrofite, Diatomee bentoniche e Macroinvertebrati (nel caso di eccesso di nutrienti) e per Diatomee bentoniche e Macroinvertebrati (nel caso di carico eccessivo di sostanza organica), per questi ultimi anche a causa della carenza di ossigeno. Questa condizione favorisce invece la presenza di specie altamente tolleranti a condizioni ambientali degradate e interessate da pressioni antropiche.

Per quanto riguarda le sostanze di cui alla Tab. 1/A del D.Lgs. n. 172/2015, si sono evidenziati superamenti del SQA-MA (media annua) per il benzo(a)pirene nei corpi idrici "confl. Locone\_confl. Foce Ofanto", "Bradano\_reg", "Lato", "Galaso" e "Torrente Asso"; nei corpi idrici "Ofanto - confl. Locone" e "C. Reale", il superamento della media annua per il parametro benzo(a)pirene è affiancato da quello degli Ftalati (Di(2-etilesil)Ftalato - DEHP). Con riferimento alle altre sostanze appartenenti al gruppo degli Idrocarburi Policiclici Aromatici, si segnala la presenza in concentrazione superiore al LOQ del parametro indeno(1,2,3-cd)pirene nel corpo idrico "Bradano\_reg" e del benzo(ghi)perilene nei corpi idrici "Torrente Asso" e "Tara", anche se, ai sensi del D.Lgs. n. 172/2015 (Tab. 1/A, nota 11) solo il benzo(a)pirene deve essere monitorato per il raffronto con lo SQA-MA in acqua.

Non è stato riscontrato alcun superamento per le sostanze di cui alla Tab. 1/B.

Si specifica che i risultati analitici 2021 dei residui dei prodotti fitosanitari e delle nuove sostanze di cui al Monitoraggio Supplementare saranno esposti in apposite relazioni; tali esiti non sono utilizzati nelle elaborazioni del presente documento per consentire la confrontabilità tra i dati dell'intero sessennio di monitoraggio 2016-2021, attraverso l'utilizzo di un set analitico comune.

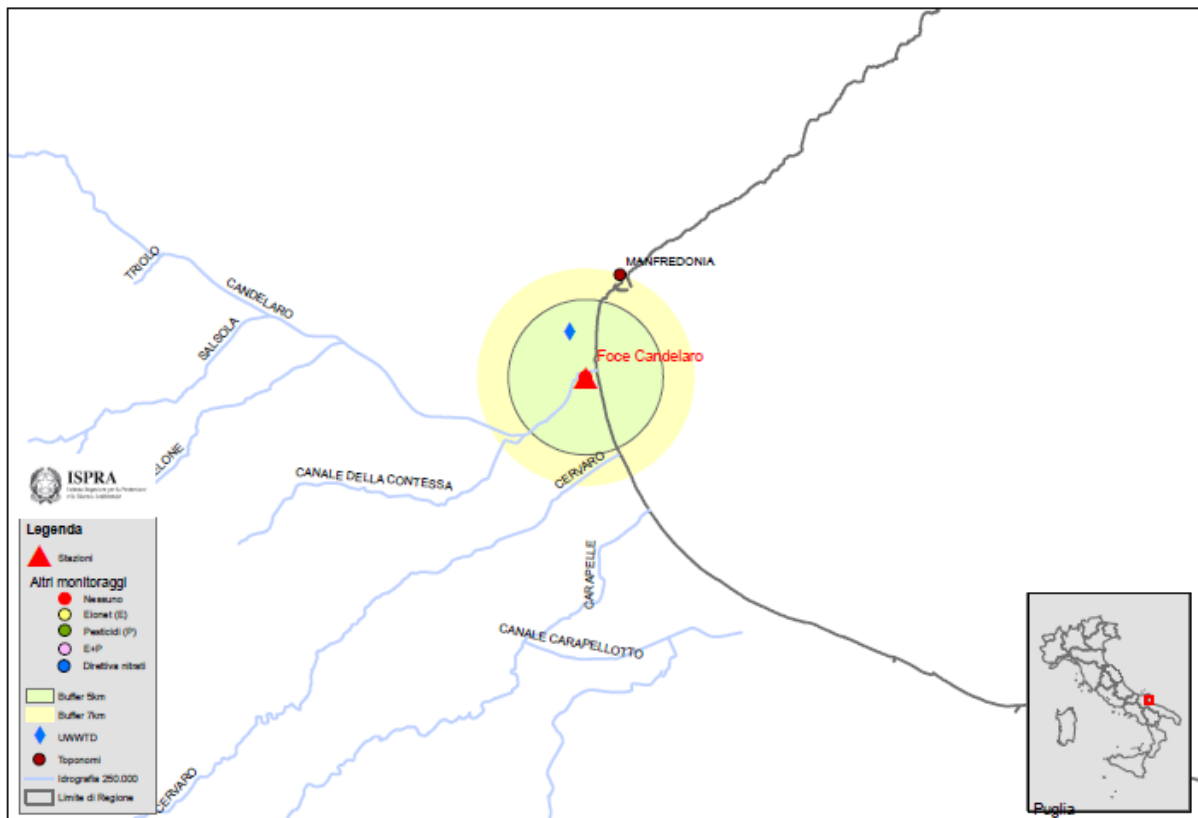
Valutazione della conformità agli Standard Di Qualità Ambientale (SQA) di cui alle tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. n. 172/2015 per i corpi idrici della categoria “Corsi d’acqua” - 2021

Corpo Idrico Superficiale della Regione Puglia  “Corsi d’acqua”	Conformità agli SQA		
	Sostanze dell'elenco di priorità Tab. 1/A D.Lgs n. 172/2015		Altre sostanze non dell'elenco di priorità Tab. 1/B D.Lgs n. 172/2015
	Media annua  SQA-MA µg/l	Concentrazione massima ammissibile SQA-CMA µg/l	Media annua  SQA-MA µg/l
Saccione_12			
Foce_Saccione			
Fortore_12_1			
Fortore_12_2			
Candelaro_12			
Candelaro_16			
Candelaro sorg-confli. Triolo_17			
Candelaro confli. Triolo confli. Salsola_17			
Candelaro confli. Salsola confli. Celone_17			
Candelaro confli. Celone - foce			
Candelaro-Canale della Contessa			
Foce Candelaro			
Torrente Triolo			
Salsola ramo nord			
Salsola ramo sud			
Salsola confli. Candelaro			
Fiume Celone_18			
Fiume Celone_16			
Cervaro_18			
Cervaro_16_1			
Cervaro_16_2			
Cervaro_foce			
Carapelle_18			
Carapelle_18_Carapellotto			
confli. Carapellotto_foce Carapelle			
Ofanto - confli. Locone	Di(2-etilesil)Ftalato (DEHP)* = 24,7 benzo(a)pirene = 0,00048		
confli. Locone_confli. Foce Ofanto	benzo(a)pirene = 0,00041		
Foce Ofanto			
Bradano_reg	benzo(a)pirene = 0,00036		
F. Grande			
C. Reale	Di(2-etilesil)Ftalato (DEHP)* = 19 benzo(a)pirene = 0,00085		
Torrente Asso	benzo(a)pirene = 0,00061		
Tara			
Lenne			
Lato	benzo(a)pirene = 0,00030		
Galaso	benzo(a)pirene = 0,00033		

\*=valutazione effettuata su un'unica misura

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

# Monitoraggio delle sostanze dell’Elenco di Controllo (WATCH LIST)



Com'è noto, la Direttiva 2000/60/CE definisce il buono stato chimico delle acque superficiali come *“lo stato richiesto per conseguire gli obiettivi ambientali fissati dall'articolo 4, paragrafo 1, lettera a), ossia lo stato raggiunto da un corpo idrico superficiale nel quale la concentrazione degli inquinanti non supera gli standard di qualità ambientali fissati dall'allegato IX, e in forza dell'articolo 16, paragrafo 7 e di altre normative comunitarie pertinenti che istituiscono standard di qualità ambientale a livello comunitario”*. Per questo, con la Decisione 2455/2001/UE, è stata definita una prima lista composta da 33 sostanze o gruppi di sostanze prioritarie.

Successivamente la Direttiva 2008/105/CE ha definito gli standard di qualità ambientale (SQA), in conformità con la WFD, per le 33 sostanze già individuate e per altri 8 inquinanti già regolamentati a livello europeo.

Con la Direttiva 2013/39/UE è stata riesaminata la lista delle sostanze prioritarie, diventate 45 ed è stata disposta la modifica degli SQA di molte delle sostanze già presenti nella precedente Direttiva.

Per poter individuare le sostanze emergenti e inserirle nella lista delle sostanze prioritarie è stato messo a punto, in accordo con la Direttiva 2008/105/CE, un *nuovo meccanismo* per fornire informazioni attendibili sul monitoraggio di sostanze che potenzialmente possono inquinare l'ambiente acquatico. Questo meccanismo, chiamato elenco di controllo (Watch List), ha lo scopo di fornire un supporto agli *“esercizi di prioritizzazione delle sostanze emergenti”* in linea con la Direttiva 2000/60/CE ed è basato sul monitoraggio di sostanze emergenti, su tutto il territorio europeo, almeno per un periodo di 4 anni e su un numero ristretto di stazioni significative.

La lista delle sostanze da monitorare viene aggiornata ogni due anni e le sostanze che non vengono ritrovate sono eliminate dalla Commissione; in ogni caso il monitoraggio delle sostanze dell'elenco di controllo non supera i quattro anni.

#### *Le Sostanze dell'elenco di controllo (Watch List)*

Con il D.Lgs. n. 172/2015 è stata recepita in Italia la Direttiva 2013/39/UE che prevede - all'art.8, paragrafo 1 - l'istituzione del monitoraggio delle sostanze dell'elenco di controllo (Watch List) come istituito dalla Decisione di esecuzione 2015/495/UE della Commissione europea.

Nel 2018, con Decisione 2018/840/UE è stata pubblicata una nuova Watch List che aggiorna la precedente (Decisione 2015/495/UE). Il terzo elenco di controllo, ad aggiornamento dei precedenti, è stato definito con la Decisione 2020/1161/UE della Commissione.



Elenchi di controllo (Watch List)

Categoria	I elenco Decisione 2015/295/UE	II elenco Decisione 2018/840/UE	III elenco Decisione 2020/1161/UE
Estrogeno bio-attivo	17-alfa-etinilestradiolo (EE2)	17-alfa-etinilestradiolo (EE2)	/
Ormone e farmaco veterinario	17-beta-estradiolo (E2)	17-beta-estradiolo (E2)	/
	Estrone (E1)	Estrone (E1)	/
Farmaco antinfiammatorio	Diclofenac	/	/
Antiossidante impiegato come conservante in alimenti e cosmetici	2,6-di-terz-butil-4-metilfenolo (BHT)	/	/
Filtro UV in creme solari	4-metossicinnamato di 2-etilesile	/	/
Antibiotico macrolide ad uso umano e animale	Eritromicina	Eritromicina	/
	Claritromicina	Claritromicina	/
	Azitromicina	Azitromicina	/
Insetticida	Methiocarb	Methiocarb	/
Insetticida neonicotinoide sistemico	Imidacloprid	Imidacloprid	/
	Clotianidin	Clotianidin	/
	Tiametoxam	Tiametoxam	/
	Tiacloprid	Tiacloprid	/
	Acetamiprid	Acetamiprid	/
Erbicida	Oxadiazone	/	/
Tiocarbammato - Erbicida	Tri-allato	/	/
Insetticida semicarbazone		Metaflumizone	Metaflumizone
Farmaco destinato ad uso umano: Antibiotico beta-lattamico		Amoxicillina	Amoxicillina
Antibiotico fluorochinolone sintetico ad ampio spettro		Ciprofloxacina	Ciprofloxacina
Antibiotico sulfamidico batteriostatico			Sulfamethoxazole
Antibiotico batteriostatico di sintesi			Trimethoprim
Antidepressivo			Venlafaxina
Metabolita della Venlafaxina			O-desmetilvenlafaxina
Antimicotico			Clotrimazolo
Farmaco antifungino (o antimicotico) di tipo azolico			Fluconazolo
Biocida azolico- Fungicida di tipo azolico			Imazalil
			Ipconazolo
			Metconazolo
Farmaco destinato ad uso umano - Farmaco antifungino (o antimicotico) di tipo azolico			Miconazolo
Biocida azolico, Fungicida di tipo azolico			Penconazolo
			Procloraz
			Tebuconazolo
			Tetraconazolo
Pesticida			Dimossistrobina
			Famoxadone

Rispetto all'elenco del 2015, a partire dal monitoraggio 2019 sono stati eliminati Diclofenac, Metossicinnammato, BHT, Oxadiazone e Triallato e sono state introdotte tre nuove molecole (Metaflumizone, Amoxicillina e Ciprofloxacina). Il gruppo dei neonicotinoidi (Imidacloprid, Clotianidin, Tiametoxam, Tiacloprid e Acetamiprid) e il Metiocarb sono stati confermati anche nella nuova Watch List, con necessità di garantire Limiti di Quantificazione (LOQ) inferiori ai precedenti.

Il terzo elenco di controllo, monitorato a partire dal 2021, conserva rispetto al secondo elenco soltanto le tre molecole introdotte nel 2019 (Metaflumizone, Amoxicillina e Ciprofloxacina) e comprende ulteriori 16 sostanze, 7 destinate ad uso umano - antibiotici, antidepressivi e antifungini - e 7 biocidi azolici, oltre a due pesticidi (Dimossistrobina e Famoxadone).

#### Campionamento e determinazione analitica

L'art. 78-undecies (Elenco di controllo) del D.Lgs. n. 172/2015 affida a ISPRA il coordinamento del monitoraggio delle sostanze della lista di controllo, con il compito di selezionare le stazioni di campionamento rappresentative, definire il programma di monitoraggio e di redigere una relazione finale sugli esiti.

Pertanto ISPRA, d'accordo con le Regioni e le ARPA/APPA, ha progettato una rete nazionale di monitoraggio delle sostanze dell'elenco di controllo (Watch List), considerando le pressioni antropiche e la probabilità di rinvenimento delle sostanze considerate. La rete nazionale, composta da 30 stazioni, è stata attivata nel 2016.

Per la valutazione della rappresentatività spaziale e temporale, della frequenza e della periodicità del campionamento, sono state considerate le proprietà, le caratteristiche chimico-fisiche e i periodi di utilizzo delle sostanze dell'elenco di controllo.

La strategia di campionamento impostata nel Piano di campionamento nazionale considera i periodi di maggior uso delle sostanze; nella colonna d'acqua, la concentrazione delle sostanze è condizionata dalla stagionalità ed in particolare:

- dalle piogge, a causa della diluizione delle sostanze contaminanti. È stato osservato tuttavia che anche le concentrazioni di sostanze instabili sono comunque maggiori nei periodi di secca;
- dall'uso stagionale di farmaci come, ad esempio, gli antibiotici;
- dallo scioglimento delle nevi e dalle alluvioni, che mobilizzano composti persistenti presenti nei sedimenti;
- dalla capacità di degradazione biotiche o abiotiche dei composti dovuta alle condizioni climatiche (caldo, maggiore incidenza dei raggi UV, etc) pur in presenza di una minore diluizione dovuta alle piogge.

Per gli antibiotici, che generalmente vengono impiegati nel periodo invernale, il campionamento è previsto nei mesi invernali.

Nella campagna estiva, invece, sono controllati i fungicidi azolici, i pesticidi e gli insetticidi. Gli antimicotici per uso umano (Fluconazolo e Miconazolo), che potrebbero essere ricercati durante tutto l'anno, sono preferibilmente programmati nei mesi di secca.

In Puglia, per la valutazione delle sostanze dell'elenco di controllo è stata selezionata la stazione CA\_TC08, appartenente alla Rete di Monitoraggio dei Corpi Idrici Superficiali della Regione Puglia.

La stazione, ricadente nel corpo idrico "Foce Candelaro", è stata prescelta in quanto posta a chiusura di un bacino interessato da pressioni antropiche di una certa entità, sia puntuali che diffuse. Il bacino è interessato dalla presenza di scarichi di depuratori per agglomerati medio-grandi, oltre che da una sviluppata e diffusa attività agricola.

Per la determinazione analitica si è operato all'interno della rete dei laboratori del SNPA con affidamento, per la maggior parte dei campioni prelevati.

#### Risultati

La campagna invernale è stata effettuata il 17 marzo 2021, quella estiva l'8 luglio. Le aliquote prelevate dal Dipartimento di ARPA Puglia sono state inviate ad ARPA Friuli Venezia Giulia, individuata da SNPA, insieme

ad ARPA Lombardia, quale laboratorio di riferimento in quanto dotata delle metodiche analitiche conformi ai requisiti di cui alla Decisione 2020/1161/UE.

Gli esiti analitici sono riportati nella tabella seguente:

Esiti delle campagne Watch List, stazione CA\_TC08 - 2021

CAS	Sostanza	Data	Valore	u.d.m.
139968-49-3	Metaflumizone	08/07/2021	<0,025	µg/l
26787-78-0	Amoxicillina	17/03/2021	<0,05	µg/l
85721-33-1	Ciprofloxacina	17/03/2021	<0,05	µg/l
723-46-6	Sulfamethoxazole	17/03/2021	<b>0,018</b>	µg/l
738-70-5	Trimethoprim	17/03/2021	<0,005	µg/l
93413-69-5	Venlafaxina	17/03/2021	<0,005	µg/l
93413-62-8	O-desmetilvenlafaxina	17/03/2021	<b>0,013</b>	µg/l
23593-75-1	Clotrimazolo	08/07/2021	<0,01	µg/l
86386-73-4	Fluconazolo	08/07/2021	<b>0,11</b>	µg/l
35554-44-0	Imazalil	08/07/2021	<0,01	µg/l
125225-28-7	Ipconazolo	08/07/2021	<0,01	µg/l
125116-23-6	Metconazolo	08/07/2021	<0,01	µg/l
22916-47-8	Miconazolo	08/07/2021	<0,01	µg/l
66246-88-6	Penconazolo	08/07/2021	<0,01	µg/l
67747-09-5	Procloraz	08/07/2021	<0,01	µg/l
10753-96-3	Tebuconazolo	08/07/2021	<0,01	µg/l
112281-77-3	Tetraconazolo	08/07/2021	<0,01	µg/l
149961-52-4	Dimossistrobina	08/07/2021	<0,005	µg/l
131807-57-3	Famoxadone	08/07/2021	<0,005	µg/l

Le sostanze rinvenute con concentrazioni superiori al LOQ sono l'antibiotico Sulfametossazolo, l'O-desmetilvenlafaxina, metabolita dell'antidepressivo Venlafaxina e, in concentrazione più elevata, l'antimicotico Fluconazolo.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Corsi d’acqua”

### SINTESI delle CRITICITÀ



Di seguito si riportano, in forma sintetica, le criticità riscontrate nel 2021 in alcuni dei corsi d'acqua pugliesi, con riferimento sia agli Elementi di Qualità Biologica che al monitoraggio fisico-chimico e degli inquinanti specifici. Si ribadisce che gli EQB, in virtù della stratificazione nel triennio del loro monitoraggio, nel corso della annualità in esame sono stati controllati solo in alcuni corpi idrici, così come illustrato in dettaglio nei paragrafi precedenti.

Corpi Idrici Significativi "Corsi d'acqua"	Stazioni	Criticità per corpo idrico	Criticità in sintesi per asta fluviale
Saccione_12	CA_TS01	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso.	<b>Torrente Saccione</b> Potenziale contaminazione di tipo organico e inorganico.
Foce_Saccione	CA_TS02	<b>Dati chimico-fisici:</b> Elevati valori di COD rispetto alla media dei corpi idrici.	
Candelaro_16	CA_TC02	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso.	<b>Torrente Candelaro</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria e potenziale contaminazione di tipo organico e inorganico.
Candelaro sorg-conf. Triolo_17	CA_TC03	<b>Macrofite:</b> Scarso <b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso.	
Candelaro confl. Triolo confl. Salsola_17	CA_TC04	<b>Fauna ittica:</b> assenza di campione ittico significativo ed esaminabile ai fini della classificazione. <b>Dati chimico-fisici:</b> Elevati valori di COD, ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso.	
Candelaro confl. Salsola confl. Celone_17	CA_TC05	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso.	
Candelaro confl. Celone - foce	CA_TC06	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso.	
Candelaro-Canale della Contessa	CA_TC07	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso.	
Foce Candelaro	CA_TC08	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso. <b>Watch List:</b> presenza di Sulfamethoxazole, O-desmetilvenlafaxina e Fluconazolo.	
Torrente Triolo	CA_TT01	<b>Macrofite:</b> Scarso <b>Dati chimico-fisici:</b> Rispetto alla media dei corpi idrici, valori medi di O <sub>2</sub> particolarmente bassi, valori medi annui alti di BOD <sub>5</sub> e COD, associati ad elevati valori di Escherichia coli e concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale. LIMeco scarso.	
Salsola ramo nord	CA_SA01	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso	<b>Torrente Salsola</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Fiume Celone_16	CA_CL02	<b>Macroinvertebrati bentonici:</b> Scarso <b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni alte di azoto totale e azoto nitrico rispetto alla media dei corpi idrici.	<b>Fiume Celone</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Cervaro_16_2	CA_CE03	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso	<b>Fiume Cervaro</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria e potenziale contaminazione di tipo organico e inorganico.
Cervaro_foce	CA_CE04	<b>Dati chimico-fisici:</b> Elevati valori di COD rispetto alla media dei corpi idrici.	
Carapelle_18_Carapellotto	CA_CR02	<b>Diatomee bentoniche:</b> Scarso	<b>Fiume Carapelle*</b>



Corpi Idrici Significativi "Corsi d'acqua"	Stazioni	Criticità per corpo idrico	Criticità in sintesi per asta fluviale
			Valutazione degli elementi biologici non congrua rispetto allo stato definito dai parametri chimico-fisici.
Ofanto - confl. Locone	CA_FO01	<b>Dati chimico-fisici:</b> Rispetto alla media dei corpi idrici, valori medi di O <sub>2</sub> particolarmente bassi, valori medi annui alti di BOD <sub>5</sub> , associati ad elevati valori di Escherichia coli e concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale. LIMeco scarso. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene e Di(2-etilesil)Ftalato (DEHP)	<b>Fiume Ofanto</b> Elevate concentrazioni di nutrienti e deficit di ossigeno rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria. Potenziale contaminazione di tipo organico e inorganico. Superamento di SQA per IPA e Ftalati.
confl. Locone_confl. Foce Ofanto	CA_FO02	<b>Dati chimico-fisici:</b> Rispetto alla media dei corpi idrici, valori medi di O <sub>2</sub> particolarmente bassi, valori medi annui alti di BOD <sub>5</sub> , associati ad elevati valori di Escherichia coli e concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale. LIMeco scarso. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene	
Foce Ofanto	CA_FO03	<b>Dati chimico-fisici:</b> Rispetto alla media dei corpi idrici, valori medi di O <sub>2</sub> particolarmente bassi	
Bradano_reg	CA_BR01	<b>Dati chimico-fisici:</b> Rispetto alla media dei corpi idrici, valori medi di O <sub>2</sub> particolarmente bassi <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene	<b>Fiume Bradano</b> Deficit di ossigeno rispetto alle medie degli altri corpi idrici della stessa categoria. Superamento di SQA per IPA.
C. Reale	CA_RE01	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate di ammoniaca, azoto nitrico e fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici. LIMeco scarso <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene	<b>Canale Reale</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici. Superamento di SQA per IPA.
Torrente Asso	CA_AS01	<b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene e Di(2-etilesil)Ftalato (DEHP).	<b>Torrente Asso</b> Superamento di SQA per IPA e ftalati.
Tara	CA_TA01	<b>Macrofite e Macroinvertebrati bentonici:</b> Scarso	<b>Fiume Tara</b> Valutazione degli elementi biologici non congrua rispetto allo stato definito dai parametri chimico-fisici.
Lato	CA_FL01	<b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene.	<b>Fiume Lenne</b> Superamento di SQA per IPA.
Galaso	CA_GA01	<b>Macrofite:</b> Scarso <b>Dati chimico-fisici:</b> Elevati valori di COD rispetto alla media dei corpi idrici. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene.	<b>Fiume Galaso</b> Potenziale contaminazione di tipo organico e inorganico. Superamento di SQA per IPA.
*: il Fiume Carapelle è stato interessato da modificazioni di origine antropica che potrebbero aver condizionato lo stato degli elementi biologici.			



***SERVIZIO DI MONITORAGGIO DEI corpi idrici SUPERFICIALI DELLA  
REGIONE PUGLIA***

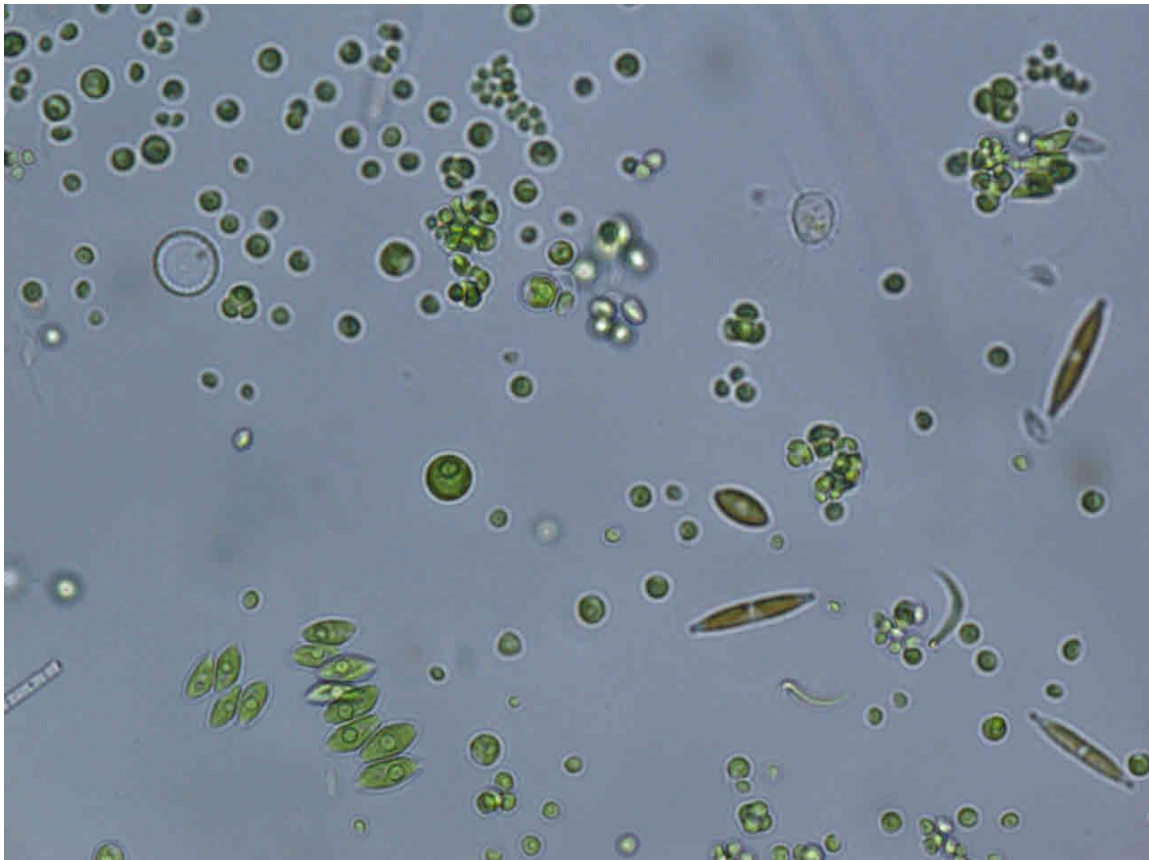
**Anno 2021 - Monitoraggio Operativo**

**CORPI IDRICI SUPERFICIALI DELLA CATEGORIA  
LAGHI/INVASI**



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Laghi/Invasi”

### Elemento di Qualità Biologica **FITOPLANCTON**



Per la classificazione dello stato o del potenziale ecologico dei corpi idrici della categoria “Laghi/Invasi”, il D.M. 260/2010 prevede, tra gli Elementi di Qualità Biologici, l’utilizzo del “Fitoplancton”.

La Regione Puglia, nella procedura di tipizzazione ai sensi del D.M. 131/2008, ha identificato nel proprio territorio esclusivamente invasi, corpi idrici dunque fortemente modificati (CIFM).

Gli invasi sono attribuiti a differenti macrotipi in base ad alcune caratteristiche limnologiche e morfologiche, come evidenziato nella tabella seguente (Tab. 4.2/a del D.M. 260/2010).

*Tab. 4.2/a – Accorpamento dei tipi lacustri italiani in macrotipi*

Macrotipo	Descrizione	Tipi di cui alla lettera A2 dell’ allegato 3 del presente Decreto legislativo
L1	Laghi con profondità massima maggiore di 125 m	AL-3
L2	Altri laghi con profondità media maggiore di 15 m	Laghi appartenenti ai tipi ME-4/5/7, AL-6/9/10 e AL-1/2, limitatamente a quelli profondi più di 15 m.
L3	Laghi con profondità media minore di 15 m, non polimittici	Laghi appartenenti ai tipi ME-2/3/6, AL-5/7/8, S e AL-1/2, limitatamente a quelli profondi meno di 15 m.
L4	Laghi polimittici	Laghi appartenenti ai tipi ME-1, AL-4
I1	Invasi dell’ecoregione mediterranea con profondità media maggiore di 15 m	Invasi appartenenti ai tipi ME-4/5
I2	Invasi con profondità media maggiore di 15 m	Invasi appartenenti ai tipi ME-7, AL-6/9/10 e AL-1/2, limitatamente a quelli profondi più di 15 m.
I3	Invasi con profondità media minore di 15 m, non polimittici	Invasi appartenenti ai tipi ME-2/3/6, AL-5/7/8, S e AL-1/2, limitatamente a quelli profondi meno di 15 m.
I4	Invasi polimittici	Invasi appartenenti ai tipi ME-1, AL-4

L’attribuzione ai macrotipi è un aspetto importante, che deve essere preso in considerazione per l’applicazione dei metodi di classificazione.

L’indice previsto dal D.M. 260/2010 per la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici “Invasi” è l’ICF (Indice Complessivo per il Fitoplancton), derivante dall’applicazione del Metodo Italiano di Valutazione del Fitoplancton (denominato IPAM/NITMET), così come aggiornato e riportato nell’Allegato 2 della nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015, che riprende le risultanze dell’esercizio di intercalibrazione di cui alla Decisione 2013/480/UE, quest’ultima abrogata e sostituita dalla Decisione 2018/299/UE. L’indice si compone a sua volta di due distinti indici:

1. indice medio di biomassa
2. indice di composizione

L’indice medio di biomassa viene calcolato sulla base dei valori medi di clorofilla “a” e del biovolume, entrambi ottenuti dai valori stimati nel corso del periodo di monitoraggio (almeno un anno).

L’indice di composizione si ottiene applicando, sempre come media annuale, il *Phytoplankton Trophic Index* (PTI) nelle due specifiche, e a seconda dei macrotipi, il PTIot per i macrotipi I3 e I4 e il MedPTI per il macrotipo I1.

Per quest’ultimo, nel calcolo dell’indice di composizione viene inclusa anche la percentuale di cianobatteri di acque eutrofe.

Componenti da mediare per il calcolo dell'indice di classificazione basato sul fitoplancton (D.M. 260/2010)

Macrotipi	Indice medio di biomassa*		Indice di composizione**	
L2, L3, L4, I2, I3, I4	Concentrazione media di clorofilla a	Biovolume medio	PTIot	
L1	Concentrazione media di clorofilla a	Biovolume medio	PTIspecies	
I1	Concentrazione media di clorofilla a	Biovolume medio	MedPTI	Percentuale di cianobatteri caratteristici di acque eutrofe

Per calcolare l'indice "MedPTI" è necessario valutare il valore medio annuo di biovolume delle specie microalgali prelevate alle diverse quote; successivamente, a partire dal biovolume medio annuo ( $bk$ ) di ogni taxon, si calcola il contributo relativo medio ( $pk$ ):

$$- \quad pk = \frac{bk}{\sum bk} \times 100$$

Dalle Linee Guida CNR-ISE 02.13 si ricavano il valore trofico ( $tk$ ) ed il valore indicatore ( $ik$ ) di ciascuna specie/genere, che viene poi utilizzato per il calcolo del MedPTI, secondo la seguente formula:

$$- \quad MedPTI = \frac{\sum pk \times tk \times ik}{\sum pk \times ik}$$

Nel calcolo dell'indice suddetto, la sommatoria del contributo relativo al biovolume dei taxa contraddistinti con  $t$  (valore trofico della specie) e con  $i$  (valore indicatore della specie) deve essere superiore o uguale al 70% del biovolume totale altrimenti l'indice non è applicabile.

Per calcolare l'indice "PTIot" si è proceduto come per il MedPTI, per il calcolo del contributo relativo di ogni specie al biovolume totale ( $ak$ ):

$$- \quad ak = \frac{bk}{\sum bk} \times 100$$

Dalle Linee Guida CNR-ISE 02.13 si è ricavato l'indice trofico delle specie (TIk) ed il valore di tolleranza della specie ( $vk$ ) di ciascuna specie, ottenendo il PTIot:

$$- \quad PTIot = \frac{\sum ak \times TIk \times vk}{\sum ak \times vk}$$

$a$  = abbondanza della specie, espressa come frazione di biovolume medio della specie sul totale;  $TI$  = indice trofico della specie;  $v$  = tolleranza della specie.

Nel calcolo dell'indice suddetto, la sommatoria del contributo relativo al biovolume dei *taxa* contraddistinti con **TI** (indice trofico della specie) e con **v** (tolleranza della specie) deve essere superiore o uguale al 70% del biovolume totale, altrimenti l'indice non è applicabile.

Le componenti di entrambi di indici sono espresse in termini di RQE (Rapporto di Qualità Ecologica) riportati nel D.M. 260/2010, calcolati in funzione dei valori di riferimento stabiliti per ciascuna metrica o indice. L'ICF è il valore medio degli RQE normalizzati relativi all'indice medio di biomassa e di composizione.

Lo stato ecologico viene definito sulla base dei limiti di classe indicati nella tabella seguente, derivante dal D.M. 260/2010 e già aggiornata rispetto a quanto riportato nell'Allegato 2 della nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015, che riprende le risultanze dell'esercizio di intercalibrazione di cui alla Decisione 2013/480/UE ora abrogata e sostituita dalla Decisione 2018/299/UE.

Limiti di classe del Metodo italiano di valutazione del fitoplancton, espressi come rapporti di qualità ecologica (RQE) normalizzati

Stato	Limiti di classe (RQE)
Elevato/Buono	0,80
Buono/Sufficiente	0,60
Sufficiente/Scarso	0,40
Scarso/Cattivo	0,20

L'indice utilizzato per la classificazione relativa all'annualità 2021 deriva pertanto dall'applicazione del "Metodo italiano di valutazione del fitoplancton (IPAM)" o "Nuovo metodo italiano" - (NITMET) per i Laghi/Invasi di cui alla nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015 che, rispetto a quanto applicato negli anni precedenti in merito alla classificazione dell'elemento di qualità biologica "Fitoplancton", prevede anche alcune modifiche alle condizioni di riferimento e ai limiti di classe per i singoli indici componenti l'indice complessivo del fitoplancton.

Per il calcolo del nuovo indice è stato utilizzato un foglio di calcolo di Excel predisposto dal CNR-ISE (aggiornamento 2016) e disponibile on-line sul sito dello stesso Istituto, modificato in ottemperanza alla già citata nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015.

Come per i corpi idrici naturali, anche per i CIFM della categoria "Laghi/Invasi", la classificazione del potenziale ecologico, sulla base dell'EQB "Fitoplancton", viene effettuata mediante il metodo IPAM o NITMET.

Il D.D. 341/STA del 30/05/2016 del MATTM, alla Tab. 2 dell'All. 1, riporta i valori di RQE relativi ai limiti di classe dell'IPAM o del NITMET a cui fare riferimento per la classificazione del potenziale ecologico, come riportato nella tabella seguente.

Limiti di classe espressi come rapporti di qualità ecologica (RQE) normalizzati per IPAM/ NITMET (Tab. 2, D.D. 341/STA del 30/05/2016)

Limiti di classe			
Buono e oltre	Sufficiente	Scarso	Cattivo
≥ 0,60	≥ 0,40	≥ 0,20	< 0,20

### Campionamento, analisi e risultati

Gli invasi della regione Puglia tipizzati (n. 6 in totale) appartengono al macrotipo "I1" (Occhito-Fortore, Marana Capacciotti, Locone-Monte Melillo), al macrotipo "I3" (Serra del Corvo-Basentello e Torre Bianca/Capaccio-Celone) e al macrotipo "I4" (Cillarese).

I risultati riportati in questa relazione si riferiscono al monitoraggio effettuato nel 2021 nei sei invasi sopra menzionati, relativamente all'Elemento di Qualità Biologica "Fitoplancton". In ognuno degli invasi,

corrispondenti ad altrettanti corpi idrici, è stata posizionata una stazione di campionamento, mentre la frequenza di campionamento è stata bimestrale.

Nei corpi idrici “Marana Capacciotti” e “Torre Bianca/Capaccio (Celone)”, i campionamenti relativi agli ultimi due bimestri del 2021 non sono stati effettuati a causa dell’indisponibilità di accesso ai siti di campionamento; pertanto, in tali corpi idrici sono stati effettuati quattro campionamenti dei sei previsti dal Programma di Monitoraggio.

I campioni di acqua per l’analisi quali-quantitativa del fitoplancton e del biovolume sono stati prelevati su tre quote lungo la colonna d’acqua all’interno della zona eufotica. Gli stessi campioni, prelevati alle varie quote, sono stati fissati con soluzione di Lugol (15ml/l) e successivamente analizzati in laboratorio. La clorofilla “a” è stata misurata direttamente *in situ*, lungo un profilo verticale all’interno della zona eufotica, mediante sonda multiparametrica.

Le analisi in laboratorio hanno riguardato l’identificazione dei *taxa* e la loro quantificazione (secondo il metodo di Utermöhl - UNI EN ISO 15204:2006), oltre alla stima del biovolume algale. Quest’ultima determinazione è stata effettuata valutando il contributo relativo dei vari *taxa* alla densità cellulare totale del campione analizzato, e successivamente associando ad ogni *taxa* la forma geometrica più simile per il calcolo del volume cellulare. I campioni sono stati analizzati utilizzando dei microscopi Nikon mod. Eclipse Ti, supportati dal sistema di analisi immagine NIS-Element Br (*Laboratory Imaging s.r.o.*).

I valori di clorofilla “a” stimati lungo il profilo verticale e i dati relativi al biovolume determinati alle varie quote di campionamento sono stati integrati alla colonna d’acqua tenendo conto della profondità della zona eufotica.

Specificatamente agli indici di composizione, l’indice “MedPTI” è stato applicato al macrotipo I1 (Occhito-Fortore, Marana Capacciotti, Locone-Monte Melillo), mentre l’indice “PTIot” è stato applicato ai macrotipi I3 e I4 (Serra del Corvo-Basentello, Torre Bianca/Capaccio-Celone, Cillarese), come previsto dalla normativa vigente.

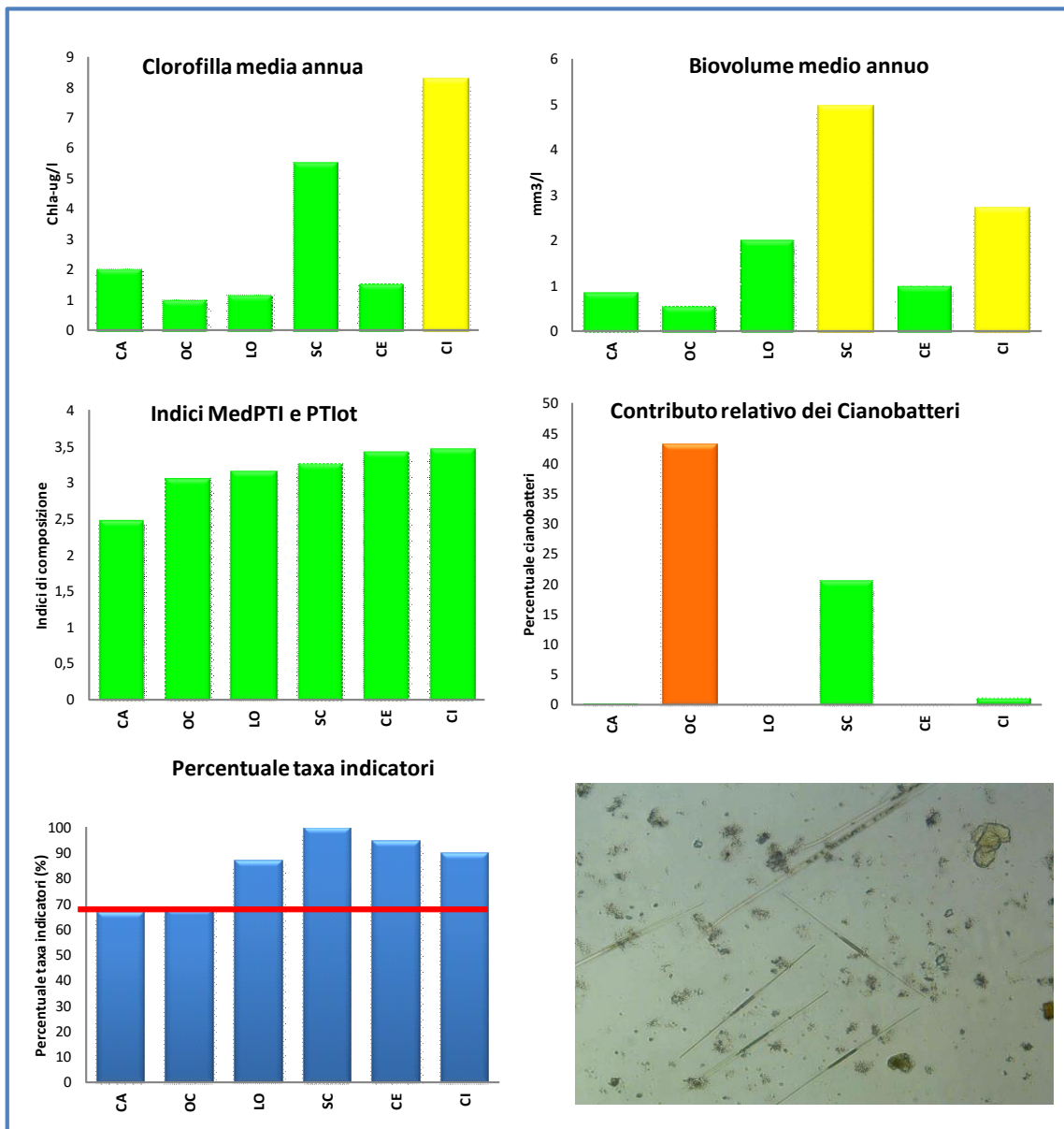
Per quanto riguarda l’applicabilità di questi indici, il contributo relativo al biovolume dei *taxa* utilizzati come indicatori dello stato di qualità del corpo idrico è stato superiore o uguale al 70%.

È da rilevare tuttavia, che:

- per gli invasi di Marana Capacciotti e Torre Bianca/Capaccio (Celone), la classe di qualità è stata stimata sulla base dei valori ottenuti in quattro campionamenti a fronte dei sei richiesti dal Programma di monitoraggio;
- che per gli invasi della categoria I1, per i quali viene utilizzato il MedPTIot come indice di composizione tassonomica, il contributo dei *taxa* indicatori è sempre inferiore rispetto a quello stimato negli altri invasi dove invece viene applicato il PTIot.

Di seguito si riportano i risultati relativi ai valori osservati nei sei corpi idrici per le singole metriche che compongono l’ICF.





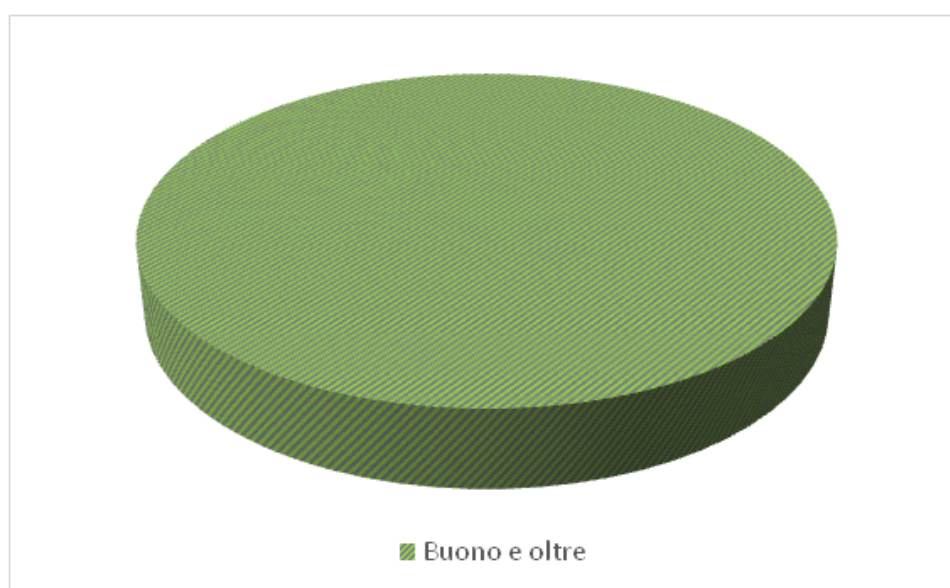
Variazione della concentrazione media della clorofilla "a", del biovolume, degli indici MedPTI e PTIot, del contributo relativo dei cianobatteri e dei taxa indicatori nei sei invasi: CA=Capacciotti, OC=Occhito, LO=Locone, SC=Serra del Corvo, CE=Celone, CI=Cillarese. I colori delle barre indicano lo stato di qualità definito per ogni descrittore, così come riportato in Tab. 2, D.D. 341/STA del 30/05/2016. Il contributo dei cianobatteri viene riportato anche per i macrotipi I3 e I4 anche se tale contributo non rientra nella classificazione.

Ciò detto, nella tabella seguente sono riportati gli RQE normalizzati dell'indice medio di biomassa, dell'indice di composizione nonché dell'indice complessivo per il fitoplancton, insieme alle relative classi di qualità.

Valori e classi dell'indice IPAM/NITMET riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Laghi/Invasi" - 2021

Corpo idrico	Macro-tipo	RQE			CLASSE
		Indice medio di biomassa	Indice di composizione	IPAM/NITMET	
Occhito (Fortore)	I1	0,80	0,55	<b>0,68</b>	<b>Buono e oltre</b>
Torre Bianca/Capaccio (Celone)	I3	0,89	0,86	<b>0,88</b>	<b>Buono e oltre</b>
Marana Capacciotti	I1	0,80	0,80	<b>0,80</b>	<b>Buono e oltre</b>
Locone (Monte Melillo)	I1	0,80	0,80	<b>0,80</b>	<b>Buono e oltre</b>
Serra del Corvo (Basentello)	I3	0,55	0,74	<b>0,65</b>	<b>Buono e oltre</b>
Cillarese	I4	0,55	0,91	<b>0,73</b>	<b>Buono e oltre</b>

In Puglia dunque, nel periodo di monitoraggio gennaio - dicembre 2021, sulla base della classificazione ottenuta con il calcolo degli indici previsti dal Metodo italiano di valutazione del fitoplancton (IPAM/NITMET), il 100% dei corpi idrici della categoria "Laghi/Invasi" (n. 6) presenta potenziale ecologico "Buono e oltre" (vedi figura seguente).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità attribuite dall'EQB "Fitoplancton" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Laghi/Invasi" - 2021

A conferma di quanto già osservato negli anni precedenti, i risultati ottenuti nel 2021 evidenziano valori medi di concentrazione di clorofilla "a" più elevati negli invasi appartenenti ai Macrotypi I3 e I4 rispetto a quelli del Macro tipo I1.

Nell'anno 2021, la metrica clorofilla "a" classifica tutti gli invasi nello stato di "Buono e oltre", ad esclusione del Cillarese che viene classificato invece nello stato "Sufficiente". Tale invaso è stato oggetto di fioriture anche nel corso degli anni precedenti, spesso associate a valori di clorofilla elevati. Tale risultato è imputabile a delle piccole fioriture associabili alla diatomea *Cyclotella ocellata* e alla *Cryptophyceae Plagioselmis nannoplanctica*, osservate nel periodo tra gennaio e aprile. Valori di clorofilla più alti, a conferma di quanto rilevato nell'anno precedente, sono stati osservati anche nell'invaso di Serra del Corvo, in cui osservano piccole fioriture di una diatomea appartenente al genere *Cyclotella*. In generale, nell'invaso

di Serra del Corvo sono state osservate circa 100 specie, il cui contributo relativo appare distribuito in modo più o meno omogeneo all'interno della comunità fitoplanctonica. Il contributo più elevato in termini di clorofilla "a" è stato confermato anche dal valore della metrica Biovolume che assegna ad entrambi i corpi idrici lo stato di "Sufficiente".

Valori modesti di biomassa e biovolume si osservano invece nell'invaso del Celone, confermando quanto osservato negli anni precedenti. L'invaso del Celone è caratterizzato, infatti, dalla presenza di comunità tipiche di ambienti molto torbidi e ricchi di sostanza organica con presenza di alcune specie mixotrofe.

Per quanto riguarda gli invasi appartenenti al macrotipo I1, i valori di biomassa sono mediamente più bassi e vicini ai valori definiti come condizioni di riferimento. In generale, si conferma per l'invaso di Marana-Capacciotti una maggiore diversità fitoplanctonica rispetto agli altri due invasi appartenenti allo stesso macrotipo. Tuttavia, negli ultimi due anni è stato possibile osservare un aumento della diversità nell'invaso del Locone. Solo per la metrica "Percentuale di cianobatteri", l'invaso dell'Occhito viene classificato in stato "Scarso". Tale risultato è discordante con quello stimato dall'indice medio di biomassa e dal MedPTI.

#### Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

Nell'analisi della componente fitoplanctonica è richiesto un elevato livello di classificazione tassonomica (genere e/o specie), spesso difficilmente raggiungibile con i metodi e le strumentazioni disponibili e con i campioni a disposizione, frequentemente ricchi di detrito. Tuttavia, la messa a disposizione di strumenti per la classificazione più performanti ha consentito agli operatori di migliorare il riconoscimento tassonomico di alcuni taxa.

L'indice medio di biomassa e l'indice di composizione tassonomica hanno classificato in modo concorde il potenziale ecologico in tutti i macrotipi lacustri. Differenze di una classe di qualità ambientale sono state osservate solo negli invasi del Cillarese e in quello di Serra del Corvo. L'unica eccezione riguarda la classificazione nell'invaso dell'Occhito, relativamente al contributo dei cianobatteri, che risulta fortemente discordante rispetto agli altri componenti dell'indice ICF.

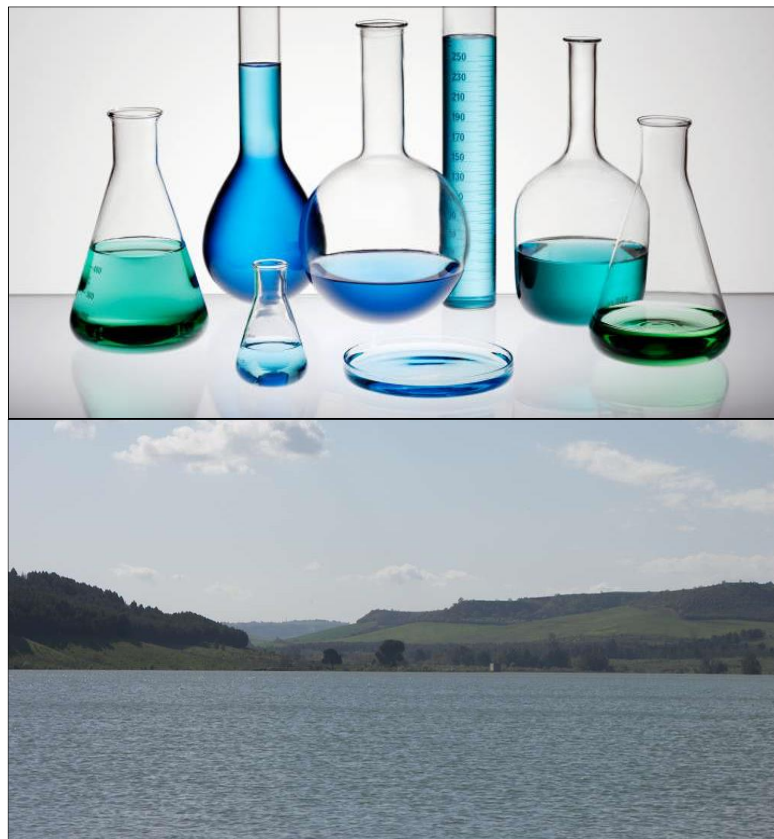
Si evidenzia, infine, che sarebbe opportuno aggiornare la lista di specie utilizzata per il calcolo degli indici di composizione innanzitutto dal punto di vista tassonomico; è necessario incrementare il numero di specie incluse nel calcolo degli indici e revisionare i valori trofici e i valori indicatori ad esse associati. In particolare, tali migliorie sarebbero utili per il calcolo del MedPTI, sviluppato e validato su un numero ridotto di invasi mediterranei. A tale proposito, sarebbe auspicabile organizzare a livello nazionale delle attività di interconfronto, con l'integrazione dei dati raccolti dalle diverse ARPA dell'ecoregione mediterranea e la messa a punto di una nuova intercalibrazione dell'indice.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Laghi/Invasi”

### Elemento di Qualità Fisico-Chimica

## Indice LTleco

(Livello Trofico Laghi per lo stato ecologico)



Ai fini della classificazione dello stato o del potenziale ecologico dei corpi idrici lacustri, la normativa prevede che gli elementi fisico-chimici da considerare a sostegno degli elementi di qualità biologica siano i seguenti:

- fosforo totale;
- trasparenza;
- ossigeno ipolimnico.

A integrazione della valutazione, comunque, oltre a parametri sopra riportati possono esserne utilizzati altri quali: pH, alcalinità, conducibilità e ammonio.

Ai fini della classificazione, il fosforo totale, la trasparenza e l'ossigeno disciolto vengono integrati in un singolo descrittore denominato "LTLecco" (Livello trofico laghi per lo stato ecologico), calcolabile secondo una definita metodologia.

Come per i corpi idrici naturali, anche per i CIFM della categoria "Laghi/Invasi", la classificazione del potenziale ecologico sulla base degli elementi chimici e fisico-chimici si basa sull'utilizzo dell'indice LTLecco e dei criteri di cui al paragrafo A.4.2.2 dell'All. 1, Parte Terza del D.Lgs. n. 152/2006.

La procedura per il calcolo del LTLecco prevede l'assegnazione di un punteggio per il fosforo totale, la trasparenza e l'ossigeno ipolimnico. I livelli per il fosforo totale sono riferiti alla concentrazione media del campionamento, ottenuta come media ponderata rispetto ai volumi o all'altezza degli strati, nel periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale. I valori di trasparenza sono ricavati mediante il calcolo della media dei valori riscontrati nel corso dell'anno di monitoraggio. La concentrazione dell'ossigeno ipolimnico è ottenuta come media ponderata rispetto all'altezza degli strati. I valori di saturazione dell'ossigeno ipolimnico da utilizzare sono quelli misurati alla fine del periodo di stratificazione.

Nella seguente tabella sono indicati i valori di riferimento stabiliti dalla normativa per il fosforo, la trasparenza e l'ossigeno ipolimnico necessari per l'individuazione del punteggio. I livelli 1, 2 e 3 corrispondono rispettivamente alle classi "Elevato", "Buono" e "Sufficiente".

Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per il calcolo dell'indice LTLecco

		Livello 1	Livello 2	Livello 3
<b>Valore di fosforo per macrotipi (µg/l)</b>	<b>Punteggio</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
L1, L2, I1, I2		≤8(*)	≤15	>15
L3, L4, I3, I4		≤12(**)	≤20	>20
<b>Valore di trasparenza per macrotipi (m)</b>	<b>Punteggio</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
L1, L2, I1, I2		≥10(§)	≥5,5	<5,5
L3, L4, I3, I4		≥6(§§)	≥3	<3
<b>Valore di ossigeno disciolto per macrotipi (% saturazione)</b>	<b>Punteggio</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
Tutti		>80%(°)	>40% <80%	≤40%
(*) valore di riferimento < 5 µg/l (**) valore di riferimento < 10 µg/l (§) valore di riferimento > 15 m (§§) valore di riferimento > 10 m (°) valore di riferimento > 90%				

La somma dei punteggi ottenuti per i singoli parametri (fosforo totale, trasparenza e ossigeno ipolimnico) costituisce il valore totale da attribuire all'indice LTLecco, utile per l'assegnazione della classe di qualità secondo i limiti definiti nella tabella seguente, derivata dal D.M. 260/2010.

Applicazione dell'indice LTLecco: classi di qualità e relativi valori-soglia

Classificazione stato	Limiti di classe	Limiti di classe in caso di trasparenza ridotta per cause naturali
Elevato	15	10
Buono	12 - 14	8 - 9
Sufficiente	<12	<8

I valori sopra riportati possono essere derogati qualora coesistano le seguenti condizioni:

- gli elementi di qualità biologica del corpo idrico sono risultati in stato buono o elevato;
- il superamento dei valori tabellari è dovuto alle caratteristiche peculiari del sito;
- non sono presenti pressioni che comportino l'aumento di nutrienti ovvero siano state messe in atto tutte le misure necessarie per ridurre adeguatamente l'impatto delle pressioni esistenti.

Limitatamente al parametro trasparenza, i limiti previsti possono essere derogati qualora l'autorità competente verifichi che la diminuzione della trasparenza sia principalmente causata dalla presenza di particolato minerale sospeso dipendente dalle caratteristiche naturali del corpo idrico.

Ai fini della classificazione in stato "Elevato", deve essere verificato che i parametri temperatura, pH, alcalinità, conducibilità e ammonio (nell'epilimnio) non presentino segni di alterazioni antropiche e restino entro la variabilità di norma associata alle condizioni inalterate, con particolare attenzione agli equilibri legati ai processi fotosintetici. Ai fini della classificazione in stato "Buono", deve essere verificato che essi non raggiungano livelli superiori alla forcella fissata per assicurare il funzionamento dell'ecosistema tipico specifico e il raggiungimento dei corrispondenti valori per gli elementi di qualità biologica. I suddetti parametri chimico-fisici e altri non qui specificati sono utilizzati esclusivamente per una migliore interpretazione del dato biologico, ma non sono da utilizzarsi per la classificazione.

#### Campionamento, analisi e risultati

I corpi idrici indicati per la categoria "Laghi/Invasi" dalla Regione Puglia (n. 6 in totale), tutti identificati come Corpi Idrici Fortemente Modificati, appartengono ai seguenti macrotipi:

- **I1:** Occhito (Fortore), Marana Capacciotti, Locone (Monte Melillo);
- **I3:** Torre Bianca/Capaccio (Celone), Serra del Corvo (Basentello);
- **I4:** Cillarese.

Nel 2021, ARPA Puglia ha svolto le attività sul totale dei sei corpi idrici pugliesi individuati nell'ambito di tale specifica categoria di acque.

Una volta prelevati, i campioni di acqua sono stati trasferiti in laboratorio per la determinazione dei parametri fisico-chimici necessari per la classificazione dello stato ecologico. La trasparenza (m) così come l'ossigeno ipolimnico (%) sono stati misurati *in situ*, utilizzando come strumento rispettivamente il disco secchi e una sonda multiparametrica.

Nella tabella seguente sono riportati i valori medi delle misure sopra descritte e il valore finale dell'indice LTLecco. Per ciascun parametro e per ciascun corpo idrico è riportato il punteggio ottenuto. Nell'ambito dell'annualità di monitoraggio 2021, i valori medi sono stati calcolati su particolari periodi stagionali, differenti per ciascun parametro, come previsto dai protocolli:

- marzo - aprile per il fosforo totale;
- novembre - dicembre per l'ossigeno ipolimnico, fatta eccezione per gli invasi di Torre Bianca/Capaccio (Celone) e Marana Capacciotti per i quali è stato usato il campionamento di luglio, a causa della indisponibilità dei mezzi del Consorzio per la Bonifica della Capitanata che supporta ARPA Puglia nell'attività di campionamento;
- media dei valori riscontrati nel corso dell'anno di monitoraggio per la trasparenza.



Nella stessa tabella è riportata anche la relativa classificazione del potenziale ecologico, evidenziata con i colori previsti dal D.M. 260/2010.

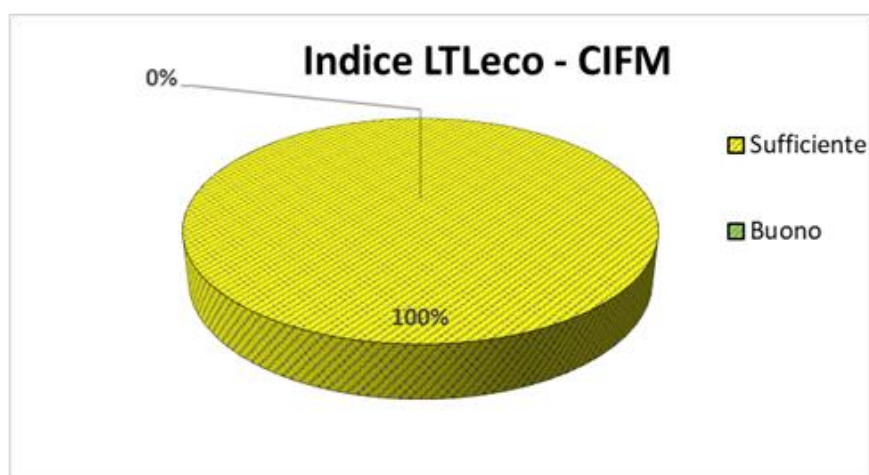
Valori e classi dell'indice LTLecco riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Laghi/Invasi" - 2021

Corpo idrico	Stazione	Macrotipo	Fosforo totale (µg/l)		Trasparenza (m)		Ossigeno ipolimnico (%)		LTLecco	
			valore medio	punteggio (in base al Macrotipo)	valore medio	punteggio (in base al Macrotipo)	valore medio	punteggio	valore	CLASSE
Occhito (Fortore)	LA_OC01	I1	18	3	1,1	3	120	5	11	Sufficiente
Torre Bianca/Capaccio (Celone)	LA_CE01	I3	25	3	0,8	3	99	5	11	Sufficiente
Marana Capacciotti	LA_CA01	I1	54	3	1,1	3	35	3	9	Sufficiente
Locone (Monte Melillo)	LA_LO01	I1	23	3	2,2	3	97	5	11	Sufficiente
Serra del Corvo (Basentello)	LA_SC01	I3	27	3	0,7	3	81	5	11	Sufficiente
Cillarese	LA_CI01	I4	120	3	0,6	3	89	5	11	Sufficiente

Dall'analisi delle singole metriche si evidenzia quanto segue. Il Fosforo totale, misurato in corrispondenza del periodo di piena circolazione alla fine della stagione invernale, presenta valori tali da conseguire sempre il punteggio di minimo di "3", pur con medie annue entro i 55 µg/l per tutti gli invasi tranne che per l'invaso del Cillarese; esso presenta infatti il valore medio di fosforo più alto tra gli invasi regionali (120 µg/l), seppur con trend in diminuzione rispetto al valore misurato nelle precedenti annualità. Con riferimento al parametro Trasparenza, anche nel 2021 tutti gli invasi indagati ottengono il punteggio minimo di "3", riconfermando i risultati ottenuti nei precedenti anni di monitoraggio. Il parametro ossigeno ipolimnico attribuisce invece il punteggio massimo di "5" a tutti i corpi idrici, classificandoli in classe "Elevato", tranne che all'invaso "Marana Capacciotti" con punteggio "3"; va però specificato che per tale invaso sono stati utilizzati i dati misurati nel campionamento di luglio, in quanto negli ultimi due bimestri del 2021 non è stato possibile campionare l'invaso a causa della indisponibilità del supporto nautico del Consorzio di Bonifica della Capitanata e della impraticabilità dello stesso.

Il risultato finale dell'applicazione dell'indice LTLecco, dato dalla somma dei punteggi delle singole metriche, classifica il potenziale ecologico di tutti gli invasi regionali in classe "Sufficiente".

Per l'annualità 2021, la classificazione dei corpi idrici pugliesi della categoria "Laghi/Invasi" tramite il descrittore LTLecco è per il 100% in stato "Sufficiente" (vedi figura seguente).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità in base al calcolo dell'indice LTLecco nei corpi idrici pugliesi della categoria "Laghi/Invasi" - 2021

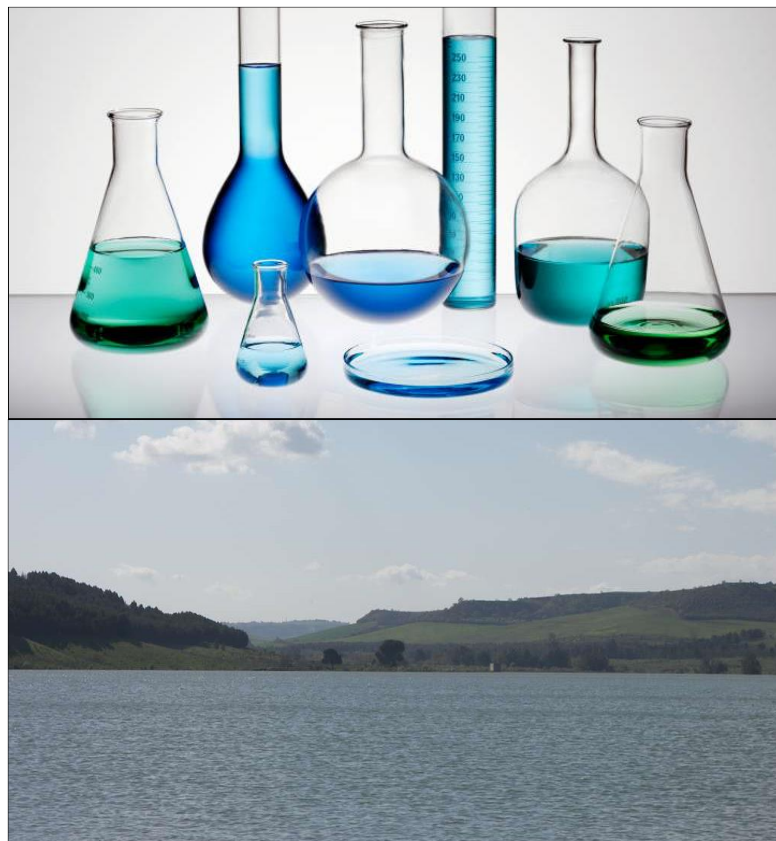
*Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato*

Le criticità nel campionamento evidenziate nel corso del 2021 sono relative agli invasi di Torre Bianca/Capaccio e Marana Capacciotti, in cui non è stato possibile effettuare 2 misure a causa della indisponibilità del supporto nautico da parte del Consorzio di Bonifica della Capitanata.

Viene confermata la facile applicabilità dell'indice LTLecco, pur rimarcando che le regole imposte dal suo utilizzo obbligano ad una scelta dei dati in base alla situazione limnologica stagionale (periodo di piena circolazione, periodo di massima stratificazione); a sua volta questa scelta potrebbe condizionare il risultato finale nei termini della classificazione dello stato di qualità.

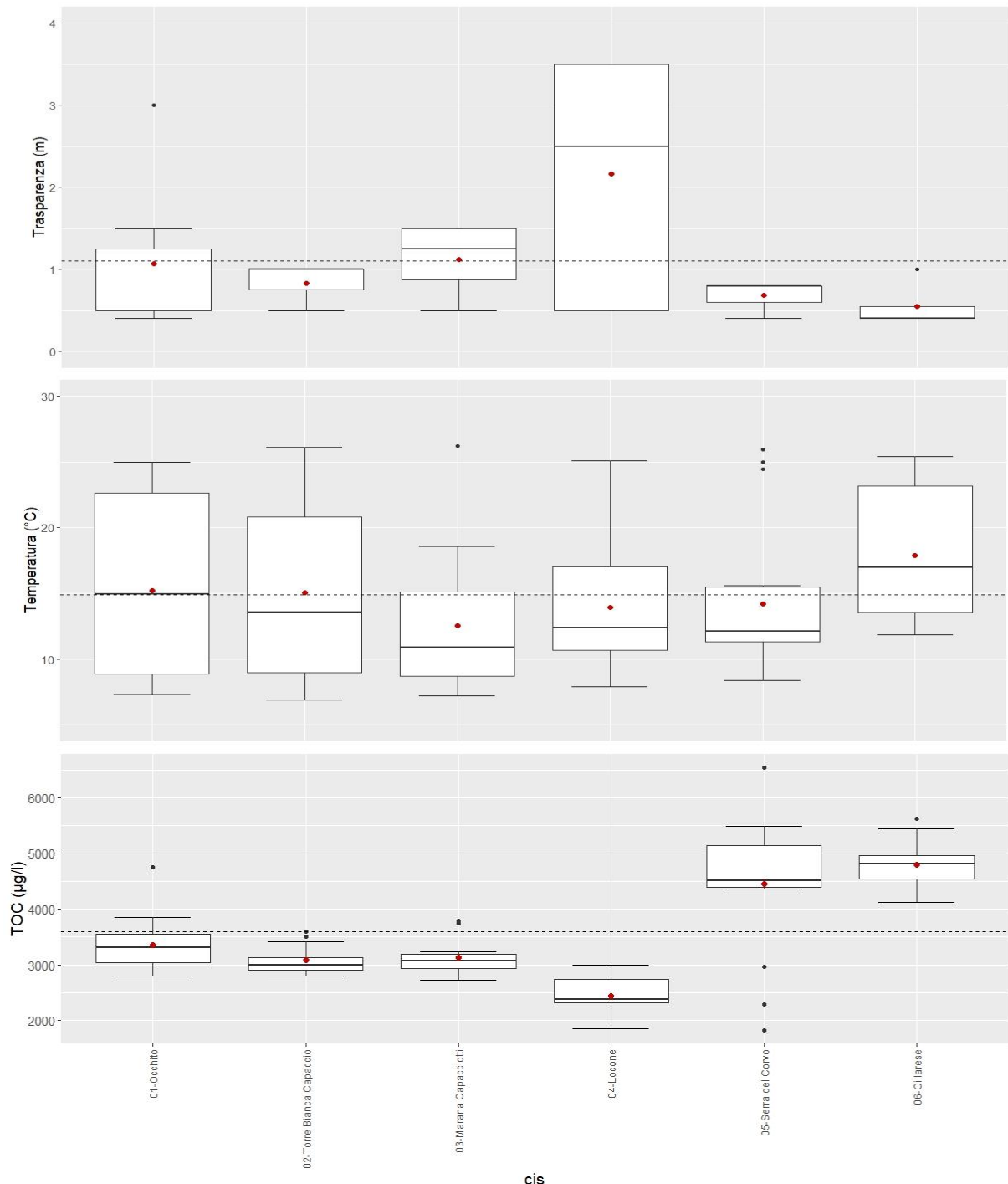
## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Laghi/Invasi”

**Altri elementi chimico-fisici a supporto, comprese  
le sostanze di cui alle Tabelle 1/A e 1/B del D.Lgs. n.  
172/2015**

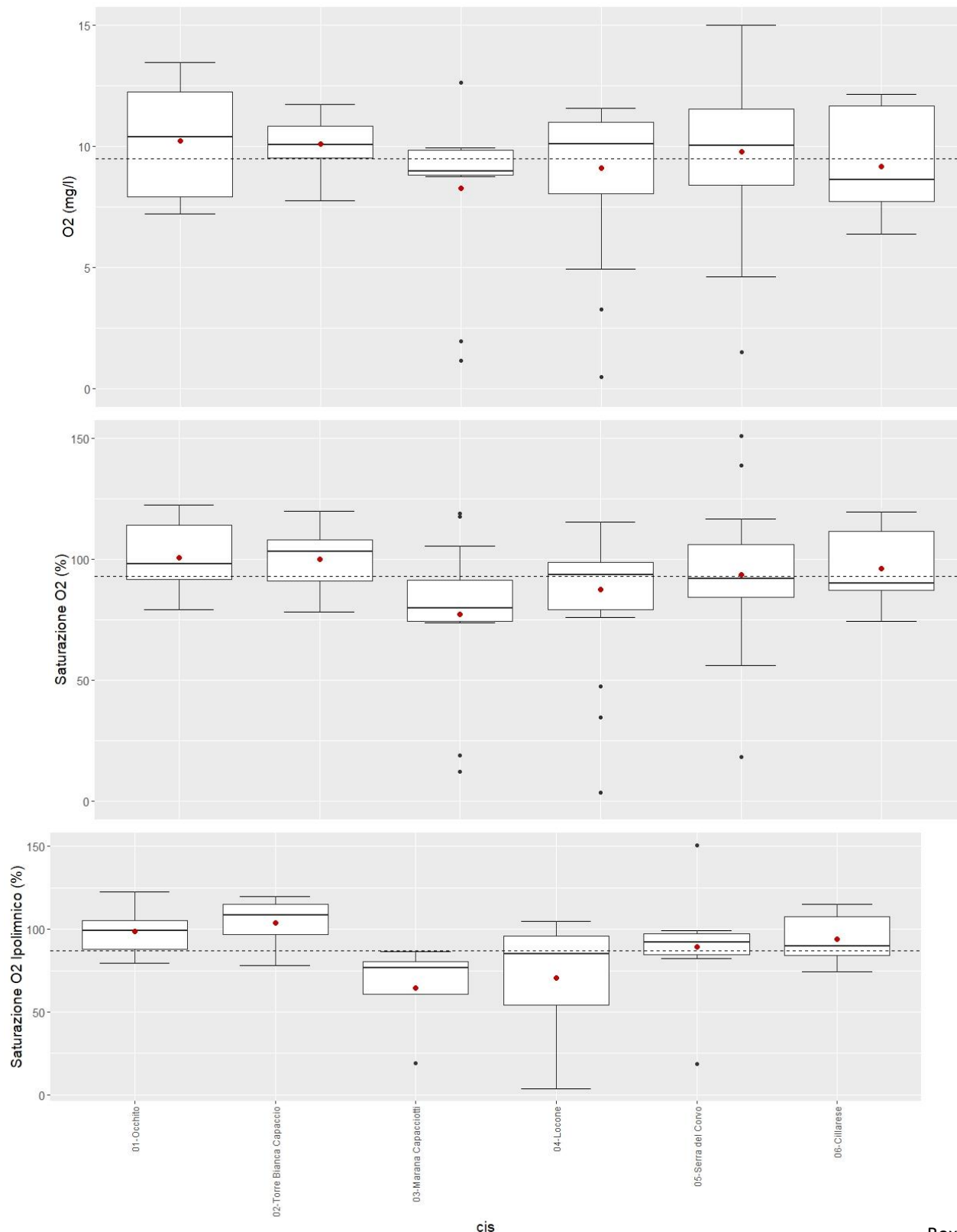


Di seguito si illustrano le risultanze, per l'annualità 2021, dell'andamento e della distribuzione di alcuni parametri, selezionati tra quelli monitorati in base alla loro rappresentatività, utili per una migliore interpretazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici pugliesi della categoria "Laghi/Invasi".

### Laghi/Invasi

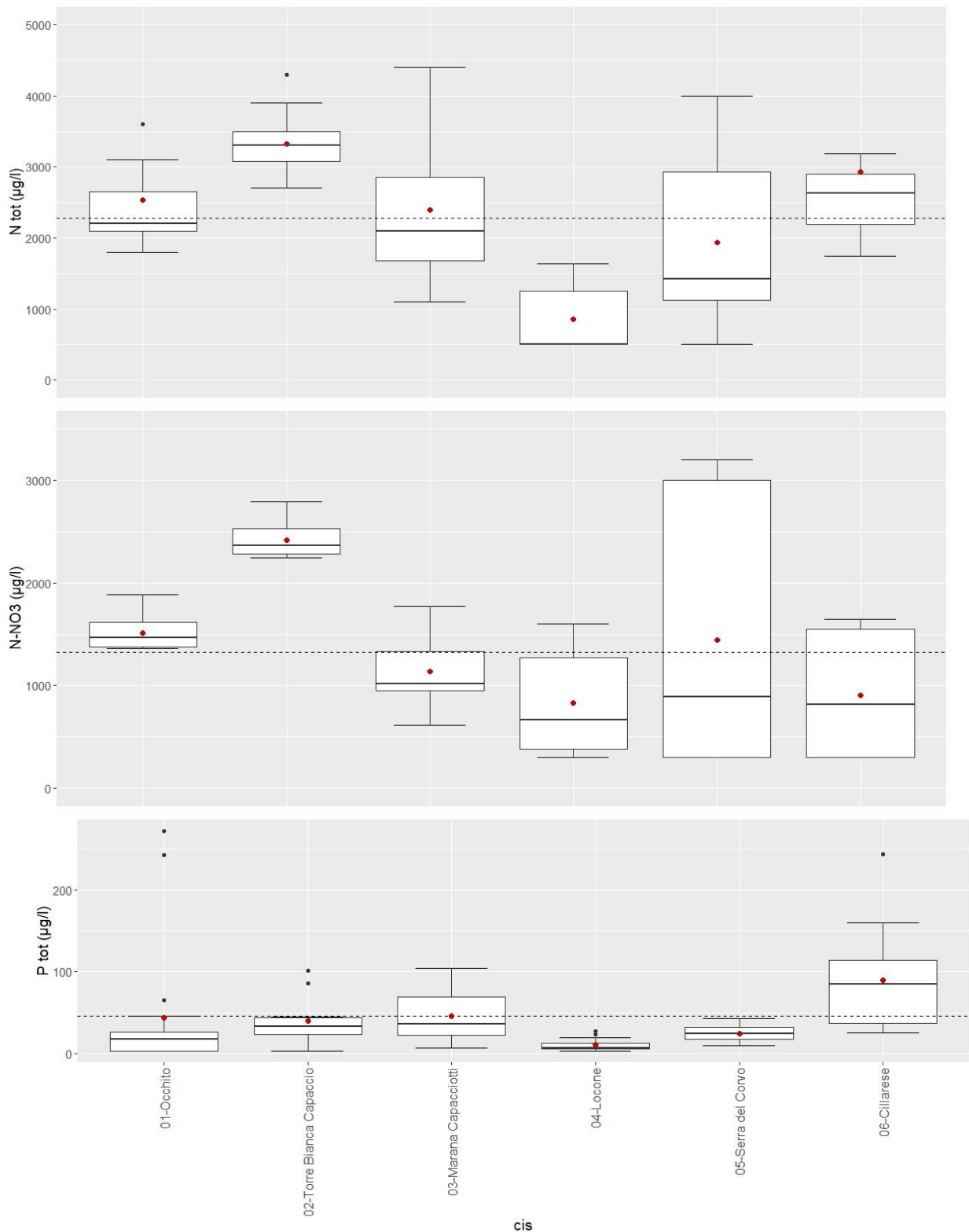


Box plots relativi ai parametri trasparenza (m), temperatura (°C), TOC (µg/l) misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Laghi/Invasi". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.

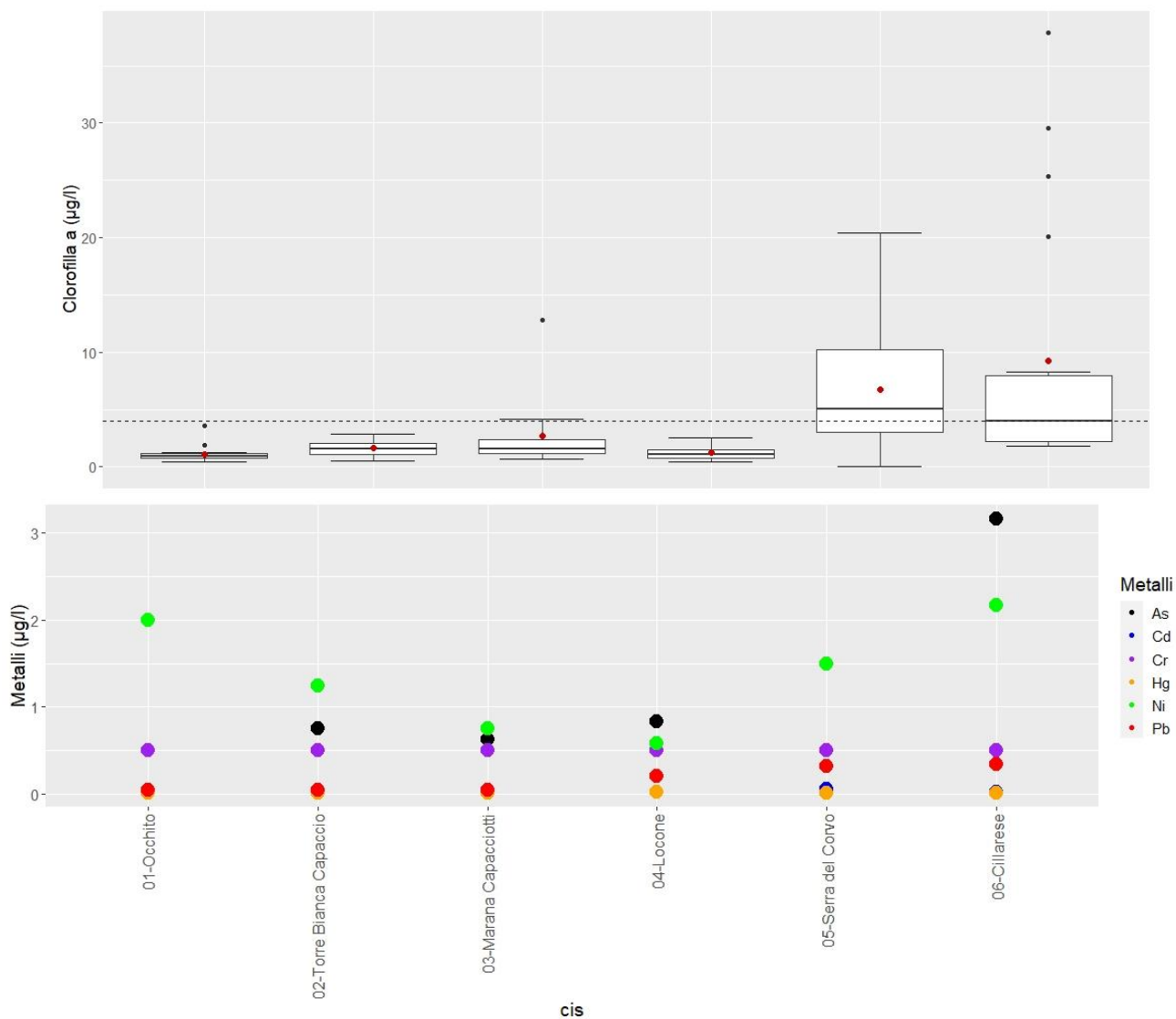


Box plots relativi ai parametri O<sub>2</sub> (mg/l), Saturazione O<sub>2</sub> (%) e Saturazione O<sub>2</sub> Ipolimnico (%) misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Laghi/Invasi". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.





Box plots relativi ai parametri N totale ( $\mu\text{g/l}$ ),  $\text{N-NO}_3$  ( $\mu\text{g/l}$ ) e P totale ( $\mu\text{g/l}$ ) misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Laghi/Invasi". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.



Box plot relativo al parametro clorofilla "a" (µg/l) e grafico dei valori medi dei metalli pesanti Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Laghi/Invasi". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale continua identifica il valore medio dell'intero set di dati.

Nel periodo gennaio - dicembre 2021, l'analisi dei risultati dei parametri chimico-fisici misurati in campo e delle determinazioni chimiche di laboratorio è stata elaborata sui n. 6 corpi idrici della categoria "Laghi/Invasi", così come previsti dal Programma di Monitoraggio per il triennio 2019-2021. I risultati sono tendenzialmente in linea con i risultati ottenuti nelle precedenti annualità.

Nel dettaglio, dai grafici sopra riportati si evidenzia come anche nel 2021 i valori medi annui di TOC più elevati rispetto alla media annua dei corpi idrici pugliesi monitorati sono stati ottenuti nei corpi idrici "Serra del Corvo (Basentello)" e "Cillarese".

I livelli di ossigenazione delle acque raggiungono generalmente percentuali di saturazione intorno al 90-100% negli strati superficiali, intermedi e sul fondo, fatta eccezione per gli invasi Marana Capacciotti, con livelli di 74% e 65% rispettivamente negli strati intermedio e sul fondo, e Locone sul fondo (70%).

Con riferimento ai macronutrienti, l'invaso "Torre Bianca/Capaccio (Celone)" mostra il valore medio annuo dell'azoto totale (superiore ai 3.300 µg/l) e nitrico (circa 2.500 µg/l) più alto rispetto ai restanti corpi idrici; le concentrazioni medie di fosforo totale più elevate si calcolano anche nel 2021 nell'invaso del Cillarese (valori medi annui circa di 90 µg/l), anche se mostrano un trend in diminuzione rispetto all'anno precedente.

La clorofilla, uno dei parametri indicatori della produttività dell'ecosistema acquatico, presenta picchi legati alla maggiore concentrazione dei nutrienti nei corpi idrici "Serra del Corvo (Basentello)" e "Cillarese".

L'arricchimento dei nutrienti, derivante dai carichi di origine agricola e/o zootecnica, da scarichi urbani e/o industriali, rappresenta una pressione significativa alla quale tali corpi idrici sono soggetti, avendo come effetto primario una diminuita qualità delle acque. Questo effetto può avere inizialmente un impatto sugli elementi di qualità biologica più sensibili a tale pressione, quali il fitoplancton (*blooms* algali) e, conseguentemente all'arricchimento organico, sulla comunità di macroinvertebrati bentonici e sui parametri fisico-chimici.

Nel 2021 è stato rilevato il superamento degli SQA-MA di cui alla Tab. 1/A del D.Lgs. n. 172/2015 per la sostanza benzo(a)pirene (0,003 µg/l) nell'invaso del "Cillarese"; non è stato evidenziato alcun superamento per le sostanze di cui alla Tab. 1/B del D.Lgs. n. 172/2015 (vedi tabella seguente).

Con riferimento alle altre sostanze appartenenti al gruppo degli Idrocarburi Policiclici Aromatici, si segnala la presenza in concentrazione superiore al LOQ dei parametri indeno(1,2,3-cd)pirene e benzo(ghi)perilene (per entrambi 0,003 µg/l) sempre nel Cillarese anche se, ai sensi del D.Lgs. n. 172/2015 (Tab. 1/A, nota 11) solo il benzo(a)pirene deve essere monitorato per il raffronto con lo SQA-MA in acqua.

Si specifica che i risultati analitici 2021 dei residui dei prodotti fitosanitari e delle nuove sostanze di cui al Monitoraggio Supplementare, saranno esposti in apposite relazioni; tali esiti non sono utilizzati nelle elaborazioni del presente documento per consentire la confrontabilità tra i dati dell'intero sessennio di monitoraggio 2016 - 2021, attraverso l'utilizzo di un set analitico comune.

Valutazione della conformità agli Standard Di Qualità Ambientale (SQA) di cui alle tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. n. 172/2015 per i corpi idrici della categoria "Laghi/Invasi" - 2021

Corpo Idrico Superficiale della Regione Puglia	Conformità agli SQA		
	Sostanze dell'elenco di priorità Tab. 1/A D.Lgs n. 172/2015		Altre sostanze non dell'elenco di priorità Tab. 1/B D.Lgs n. 172/2015
	Media annua <b>SQA-MA</b> µg/l	Concentrazione massima ammissibile <b>SQA-CMA</b> µg/l	Media annua <b>SQA-MA</b> µg/l
Occhito (Fortore)			
Torre Bianca/Capaccio (Celone)			
Marana Capacciotti			
Locone (Monte Melillo)			
Serra del Corvo (Basentello)			
Cillarese	<b>benzo(a)pirene = 0,003</b>		

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Laghi/Invasi”

### SINTESI delle CRITICITÀ





Di seguito si riportano, in forma sintetica, le criticità riscontrate nel 2021 negli invasi pugliesi, con riferimento sia agli Elementi di Qualità Biologica che al monitoraggio fisico-chimico e degli inquinanti specifici. Si ribadisce che gli EQB, in virtù della stratificazione nel triennio del loro monitoraggio, nel corso della annualità in esame sono stati controllati solo in alcuni corpi idrici, così come illustrato in dettaglio nei paragrafi precedenti.

Corpi Idrici Significativi "Laghi/Invasi"	Stazioni	Criticità per corpo idrico	Criticità in sintesi
Occhito (Fortore)	LA_OC01	<b>LTLeco:</b> Sufficiente	
Torre Bianca/Capaccio (Celone)	LA_CE01	<b>LTLeco:</b> Sufficiente <b>Dati chimico-fisici:</b> Concentrazioni elevate di azoto nitrico e totale rispetto alla media dei corpi idrici.	<b>Torre Bianca/Capaccio</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Marana Capacciotti	LA_CA01	<b>LTLeco:</b> Sufficiente <b>Dati chimico-fisici:</b> Percentuale di saturazione dell'ossigeno più bassa rispetto alla media dei corpi idrici per gli strati intermedio e fondo.	<b>Marana Capacciotti</b> Deficit di ossigeno rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Locone (Monte Melillo)	LA_LO01	<b>LTLeco:</b> Sufficiente <b>Dati chimico-fisici:</b> Percentuale di saturazione dell'ossigeno più bassa rispetto alla media dei corpi idrici sul fondo.	<b>Locone (Monte Melillo)</b> Deficit di ossigeno rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Serra del Corvo (Basentello)	LA_SC01	<b>LTLeco:</b> Sufficiente <b>Dati chimico-fisici:</b> elevati valori medi di TOC rispetto alla media dei corpi idrici e picchi di presenza di clorofilla "a".	<b>Serra del Corvo</b> Potenziale contaminazione di tipo organico.
Cillarese	LA_CI01	<b>LTLeco:</b> Sufficiente <b>Dati chimico-fisici:</b> elevati valori medi di TOC e concentrazioni elevate di fosforo totale rispetto alla media dei corpi idrici, con picchi di presenza di clorofilla "a". <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Benzo(a)pirene	<b>Cillarese</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici. Potenziale contaminazione di tipo organico e inorganico. Superamento di SQA per IPA.

**SERVIZIO DI MONITORAGGIO DEI corpi idrici SUPERFICIALI DELLA  
REGIONE PUGLIA**

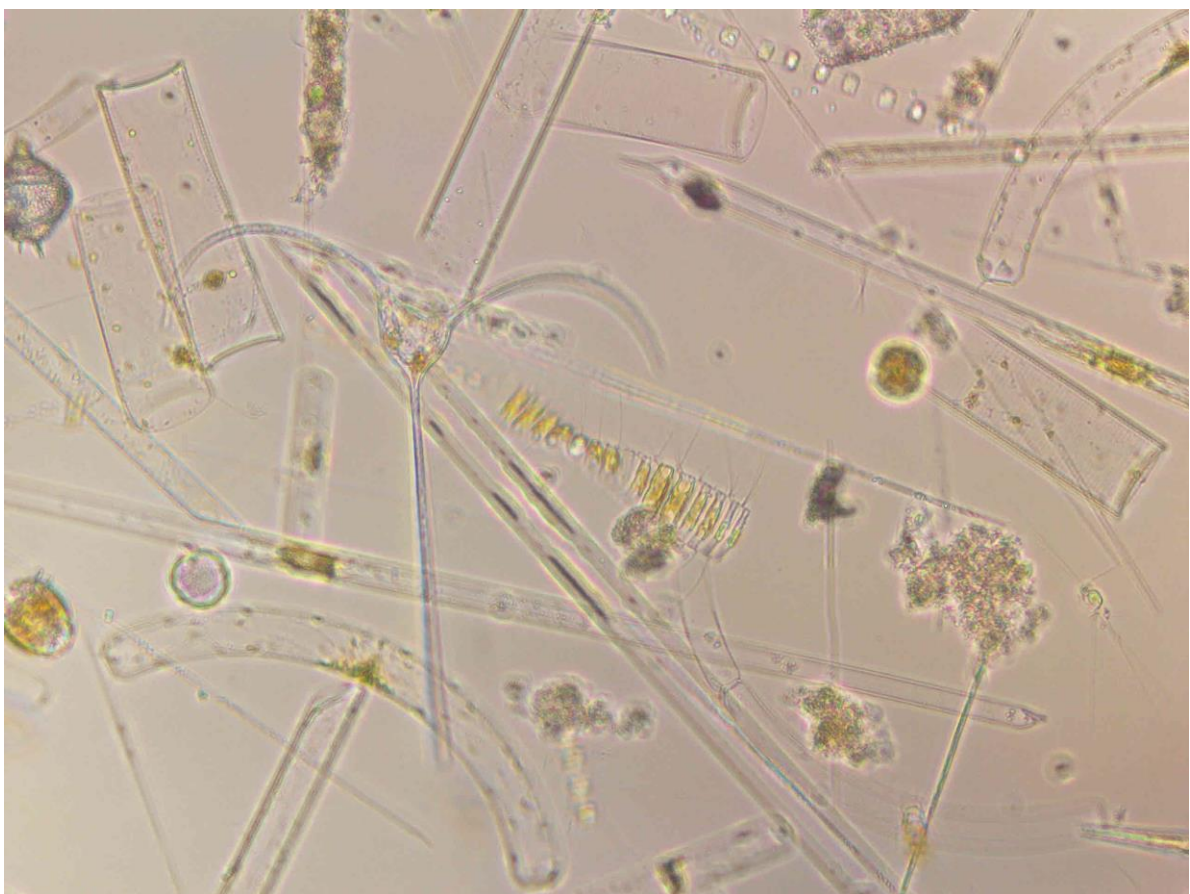
**Anno 2021 - Monitoraggio Operativo**

**CORPI IDRICI SUPERFICIALI DELLA CATEGORIA  
ACQUE DI TRANSIZIONE**



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque di Transizione”

### Elemento di Qualità Biologica **FITOPLANCTON**



Nel D.M. 260/2010, l'Elemento di Qualità Biologica "Fitoplancton" è indicato tra quelli utilizzabili per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici afferenti alla categoria "Acque di Transizione".

Tuttavia, per tale EQB, il metodo da utilizzare per la classificazione è stato definito solo recentemente con il documento "Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Linee guida per l'applicazione del Multimetric Phytoplankton index (MPI)" redatto da ISPRA, SNPA, Università Ca' Foscari Venezia e CNR ISMAR e pubblicato nel 2017.

Il metodo stabilito si basa sull'applicazione del *Multimetric Phytoplankton Index* (MPI); tale indice è stato oggetto di un esercizio di intercalibrazione e i risultati positivi ottenuti nell'ambito dell'Ecoregione Mediterranea hanno portato ad includere l'MPI e i relativi valori soglia - definiti per tipologia di corpo idrico - all'interno della Decisione 229/2018/UE della Commissione Europea, rendendolo quindi ufficialmente adottabile a livello del sistema nazionale di classificazione.

L'Indice MPI si compone di quattro metriche:

1. Indice di Hulburt;
2. Frequenza di *bloom* algale;
3. Indice di biodiversità di Menhinick;
4. Concentrazione di clorofilla "a" (media geometrica).

Queste metriche includono i parametri richiesti dal D.Lgs. n. 152/2006 per l'EQB Fitoplancton ai fini della classificazione, in particolare la composizione tassonomica (Hulburt e Menhinick), l'abbondanza (frequenza di *bloom* algali) e la biomassa algale (Clorofilla "a").

In particolare, l'indice di Hulburt è un indice di dominanza che valuta il contributo dei due *taxa* più abbondanti alla comunità fitoplanctonica; la frequenza di *bloom* algali, stimata su scala annuale, fornisce informazioni sulla tendenza delle comunità fitoplanctonica a generare episodi di eutrofizzazione che possono compromettere severamente lo stato di salute degli ambienti di transizione; l'indice di Menhinick è un indice di ricchezza specifica che tiene conto anche dell'abbondanza della comunità microalgale ed infine la concentrazione di clorofilla "a" è un indicatore della biomassa fitoplanctonica.

Per le metriche 1 e 2, per garantire che il numero più alto coincida con la qualità ecologica maggiore al fine del calcolo dell'MPI, i valori delle metriche sono espressi come:

Metrica 1 = 100 - indice di Hulburt

Metrica 2 = 100 - Frequenza di *bloom*

Il MPI fornisce informazioni sullo stato di qualità ambientale, in relazione ai valori di RQE ottenuti dalle quattro componenti dell'indice, sulla base dei valori fissati alle condizioni di riferimento definite per due diverse tipologie di corpo idrico: lagune poli/meso/eualine confinate (*choked*) e lagune poli/meso/eualine non confinate (*restricted*). L'indice non è, pertanto, applicabile ai corpi idrici oligoalini e iperalini.

Il MPI può essere applicato solo su 12 dei 21 tipi definiti nell'allegato III della parte terza del D.Lgs. n. 152/2006, riportati nella tabella successiva.

Tipologie ai fini della definizione delle condizioni di riferimento per l'elemento di Qualità Biologica "Fitoplancton" nelle acque di transizione

Tipi	Geomorfologia	Escursione marea	Salinità	Tipologia di corpo idrico
AT02, AT03, AT04, AT07, AT08, AT09	Laguna costiera	Non tidale	meso/poli/eu	Lagune Confinare
AT12, AT16	Laguna costiera	Microtidale	meso	Lagune Confinare
AT14, AT17, AT18, AT19	Laguna costiera	Microtidale	poli/eu	Lagune non Confinare

Le formule per il calcolo dei diversi indici e i criteri per l'applicazione ai fini della valutazione dello stato di qualità sono riportati nel già citato documento "Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Linee guida per l'applicazione del Multimetric Phytoplankton index (MPI)".

La corretta applicazione dell'indice richiede l'adozione di metodiche condivise di campionamento e analisi al fine di garantire la comparabilità dei risultati ottenuti su scala nazionale. Lo stato di qualità è definito dalla media dei valori di RQE delle quattro metriche, calcolati su base annuale.

I valori riportati nella tabella successiva costituiscono il denominatore (Metrica 1, 2, 3) o il numeratore (Metrica 4) per il calcolo del rapporto di qualità ecologica (RQE).

Condizioni di riferimento per le metriche che compongono l'indice MPI e per tipologia di corpo idrico

	lagune non-confinare	lagune confinare
<b>Metrica 1</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>Metrica 2</b>	<b>80</b>	<b>80</b>
<b>Metrica 3</b>	<b>0.007</b>	<b>0.012</b>
<b>Metrica 4</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>

I limiti di classe per le quattro metriche, in termini di RQE, sono riportati nella tabella seguente.

Limiti di classe per le metriche che compongono l'indice MPI

	lagune non confinare				lagune confinare			
	metrica 1	metrica 2	metrica 3	metrica 4	metrica 1	metrica 2	metrica 3	metrica 4
<b>H/G</b>	0.88	0.83	0.86	0.73	0.80	0.80	0.83	0.67
<b>G/M</b>	0.60	0.57	0.59	0.40	0.55	0.55	0.56	0.29
<b>M/P</b>	0.32	0.31	0.33	0.22	0.30	0.30	0.28	0.13
<b>P/B</b>	0.05	0.04	0.06	0.12	0.04	0.04	0.04	0.05

Valori RQE soglia per le singole metriche e per tipologia di corpo idrico: B=Cattivo, P=Scarso, M=Sufficiente, G=Buono, H=Elevato.

### Campionamento, analisi e risultati

L'indagine condotta da ARPA Puglia nel 2021 relativamente all'EQB "Fitoplancton" è stata realizzata su tutti i corpi idrici di transizione pugliesi (n. 12).

In ciascun corpo idrico è stata monitorata una singola stazione di campionamento, ad eccezione dei corpi idrici "Lago di Varano" (n. 3 stazioni) ed "Alimini Grande" (n. 2 stazioni), in relazione alle loro dimensioni



e/o caratteristiche geomorfologiche e idrologiche. Come previsto dal Programma di monitoraggio, il campionamento del fitoplancton è stato realizzato con frequenza trimestrale.

I corpi idrici di transizione identificati nella Regione Puglia sono inclusi nella tipologia di corpo idrico “Lagune confinate”. Come indicato nelle Linee Guida citate, l’indice MPI non è stato applicato ai corpi idrici iperalini, nel caso specifico “Punta della Contessa” (AT05) e “Vasche evaporanti (Lago Salpi)” (AT10).

Durante il monitoraggio, i campioni di acqua per l’analisi quali-quantitativa del fitoplancton sono stati prelevati nello strato sub-superficiale della colonna d’acqua (0,5 m).

I campioni sono stati fissati con soluzione di Lugol (15 ml/l) e successivamente analizzati in laboratorio. La concentrazione di clorofilla “a” è stata misurata direttamente *in situ*, utilizzando una sonda multiparametrica dotata di fluorimetro.

Le analisi in laboratorio hanno riguardato l’identificazione dei *taxa* e la loro quantificazione secondo il metodo Utermöhl e le specifiche tecniche riportate nella UNI EN 15204:2006. Il numero minimo di cellule incluse nel conteggio è stato di 200. Successivamente, così come indicato nelle Linee Guida, i *taxa* identificati e le loro rispettive densità cellulari sono stati organizzati in liste tassonomiche opportunamente divise in forme determinate (organismi identificati a livello di specie compresi anche i *taxa* identificati come sp.) e forme indeterminate (organismi identificati a livelli tassonomici superiori).

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti dall’applicazione dell’indice MPI, con l’attribuzione di una classe di qualità a ciascun corpo idrico; i risultati sono espressi sia come valore di RQE per le singole metriche che come valore medio complessivo per ciascun corpo idrico.

Valori dell'indice MPI (in termini di RQE) relativi all'EQB "Fitoplancton" riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Acque di Transizione" - 2021

Corpo Idrico	Stazione	Hulburt	Bloom	Menh- nick	Chla	MPI per stazione	MPI per corpo idrico	Classe di qualità
Laguna di Lesina - da sponda occidentale a località La Punta	AT_LE01	0,29	0,31	0,61	0,29	0,38	0,38	Sufficiente
Laguna di Lesina - da La Punta a Fiume Lauro/Foce Schiapparo	AT_LE02	0,80	0,94	0,58	0,51	0,71	0,71	Buono
Laguna di Lesina - da Fiume Lauro/Foce Schiapparo a sponda orientale	AT_LE03	0,17	0,31*	0,83	0,56	0,47	0,47	Sufficiente
Lago di Varano	AT_VA01	0,34	0,31	0,77	0,40	0,46	0,54	Buono
	AT_VA02	0,56	0,63	0,85	0,25	0,57		
	AT_VA03	0,54	0,63	1,00	0,20	0,59		
Vasche Evaporanti (Lago Salpi)	AT_LS01	non applicabile						
Torre Guaceto	AT_TG01	0,16	0,31	1,00	0,47	0,49	0,49	Sufficiente
Punta della Contessa	AT_PU01	non applicabile						
Cesine	AT_CE01	0,41	0,31	1,00	1,00	0,68	0,68	Buono
Alimini Grande	AT_AL01	0,21	0,00	0,31	1,00	0,38	0,49	Sufficiente
	AT_AL02	0,50	0,63	0,38	0,87	0,60		
Baia di Porto Cesareo	AT_PC01	0,37	0,31*	0,76	1,00	0,61	0,61	Buono
Mar Piccolo - Primo Seno	AT_MP01	0,87	0,94	1,00	1,00	0,95	0,95	Elevato
Mar Piccolo - Secondo Seno	AT_MP02	0,78	1,00	1,00	1,00	0,93	0,93	Elevato

\* valori modificati

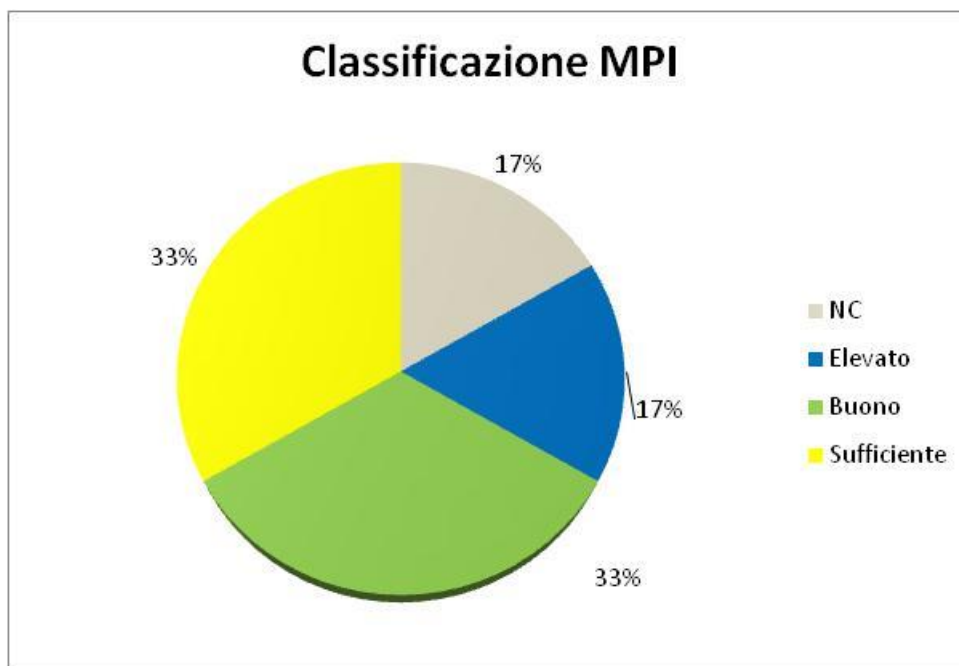
Nell'anno di monitoraggio 2021, quattro corpi idrici sono stati classificati nello stato di qualità "Buono", quattro nello stato di qualità "Sufficiente" (due corpi idrici della Laguna di Lesina, il corpo idrico di Torre Guaceto e quello di Alimini) e due nello stato "Elevato" (Mar Piccolo di Taranto - Primo e Secondo Seno).

Nei corpi idrici "Laguna di Lesina - da Fiume Lauro/Foce Schiapparo alla sponda orientale" e "Baia di Porto Cesareo", i risultati della classificazione riportati in tabella sono al netto di alcune modifiche effettuate sulla metrica 2 "Frequenza dei Bloom Algali". In tali corpi idrici, infatti, il valore della metrica 2 era pari a zero, corrispondente allo stato di qualità "Cattivo", non concorde con quanto ottenuto dalle altre metriche. In entrambi i corpi idrici, il valore della metrica 2 è stato posto uguale al 25% (EQR=0,31) poiché sono stati osservati alcuni episodi di bloom algali caratterizzati dalla presenza di una sola specie dominante in almeno uno dei quattro campionamenti effettuati.

Nel corpo idrico “Alimini Grande” si è preferito considerare il contributo della metrica 2, poiché sono stati osservati episodi di *bloom* algali per tutto il periodo di campionamento analizzato. La mancata corrispondenza con i valori di biomassa fitoplanctonica rinvenuti in tale corpo idrico è da imputare al fatto che i *bloom* sono generati da specie di dimensioni incluse nel range del nanoplancton.

Rispetto al 2020, solo in alcuni dei corpi idrici di transizione sono state osservate alcune variazioni dello stato di qualità. In particolare, su 8 corpi idrici si conferma lo stato di qualità stimato nell’anno precedente, mentre nei rimanenti due si osserva un passaggio a una classe inferiore di qualità. Nello specifico, il passaggio dallo stato “Buono” allo stato “Sufficiente” riguarderebbe i corpi idrici “Laguna di Lesina - dalla sponda occidentale alla località La Punta” e “Alimini Grande”. Tale cambiamento nello stato di qualità è imputabile ai risultati delle metriche 1 e 2, indice di Hulburt e Frequenza di *Bloom* algali, che risultano inferiori rispetto a quelli osservati nell’anno precedente.

Complessivamente nel 2021, secondo l’indice MPI, il 33% dei corpi idrici di transizione pugliesi risulterebbe classificato in stato di qualità “Sufficiente”, il 33% in stato “Buono” e il 17% in stato “Elevato” (Mar Piccolo di Taranto, Primo Seno e Secondo Seno) mentre il rimanente 17% non può essere classificato con il metodo proposto (grafico seguente).



Ripartizione percentuale tra le classi di qualità ottenute utilizzando l’indice MPI per i corpi idrici pugliesi della categoria “Acque di Transizione” - 2021

#### Criticità nel campionamento, nell’analisi e nell’applicazione dell’indice utilizzato

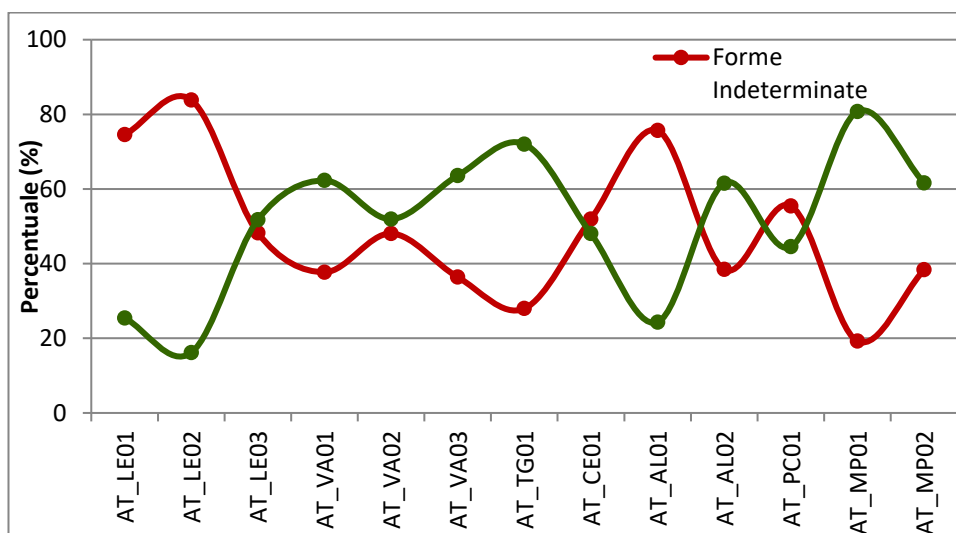
Il corpo idrico “Punta della Contessa” presenta caratteristiche che ne condizionano il campionamento: tale corpo idrico infatti consta, anche in prossimità della riva, di un fondale con sabbie particolarmente cedevoli che rendono difficoltose le operazioni di campionamento. Inoltre, nel periodo estivo il suddetto corpo idrico risulta non campionabile per assenza di acqua. In ogni caso il corpo idrico “Punta della Contessa”, così come il corpo idrico “Vasche evaporanti (Lago Salpi)”, tipizzati come iperalini, non rientrano nei tipi inclusi per l’applicazione dell’Indice MPI. Pertanto, la criticità rilevata risiede nell’impossibilità di associare una classe di qualità ambientale per tale tipologia di corpi idrici.

Un'altra considerazione critica riguarda gli aspetti legati all’analisi del campione in laboratorio. Le Linee Guida, infatti, forniscono indicazioni sulle modalità di lettura del campione al microscopio. In particolare, esse stabiliscono che “il conteggio delle cellule algali può essere effettuato per campi casuali o per transetti;

la metodica di conteggio sull'intera camera di sedimentazione, adatta per l'identificazione delle specie rare, deve essere evitata nel caso dell'applicazione dell'indice MPI". Usare strategie di conteggio fissate a priori può risultare non idoneo per analizzare i campioni con la significatività statistica richiesta. Piuttosto che suggerire strategie di conteggio definite a priori, risulterebbe più idoneo parlare di letture da far ricadere entro certi limiti di incertezza. Tale aspetto è rilevante soprattutto per le analisi svolte nei laboratori accreditati ai sensi della UNI EN 15204, come quelli di ARPA Puglia.

Inoltre, il fitoplancton degli ambienti di transizione è caratterizzato in genere dalla presenza di poche specie fortemente dominanti e molte specie rare; pertanto escludere quest'ultime dal conteggio significa perdere importanti informazioni sulla reale biodiversità del campione, tra l'altro, inclusa nel calcolo dell'MPI nell'indice di Menhinick. Per questo motivo, tale indice assume in alcuni casi valori superiori a quelli definiti alle condizioni di riferimento, soprattutto in quegli ambienti dove le densità cellulari sono più basse e la biodiversità più elevata. Inoltre, l'esclusione delle specie rare non ha alcun effetto sulle altre tre metriche che compongono l'indice. Pertanto in questa relazione, tenuto conto della diversità di strategie con cui sono stati analizzati i campioni da parte dei vari operatori di ARPA Puglia e dell'impossibilità di estrapolare i dati ottenuti solo con le strategie di conteggio indicate nelle Linee Guida, vengono riportati i risultati dell'MPI calcolato includendo tutti i *taxa* identificati al di sopra del limite di quantificazione del metodo applicato.

Altre considerazioni emergono a seguito dei risultati ottenuti dall'applicazione dei due indici di dominanza: l'indice di Hulbert e la frequenza dei *bloom* algali. Infatti, essendo entrambi giustamente applicati solo alle forme determinate (ovvero agli individui identificati a livello di specie, incluse le sp.) il loro risultato è influenzato dai valori dei contributi relativi elevati, anche laddove i *taxa*, inclusi nel calcolo presentano una densità cellulare estremamente modesta in termini assoluti. Questo perché il numero di individui riconosciuti a livello di specie e le loro relative densità cellulari a volte risultano bassi e/o comunque inferiori al contributo delle forme indeterminate. Nel 2021 il contributo delle forme determinate rappresenta in media il 50% della densità cellulare totale e in alcuni casi è inferiore al contributo delle forme indeterminate. Ciò contribuisce a diminuire l'accuratezza dei risultati della classificazione, poiché questa è effettuata escludendo una percentuale significativa delle comunità fitoplanctoniche osservate. È tuttavia ragionevole ipotizzare che tali risultati siano dovuti all'elevata presenza di specie di fitoplancton appartenenti alla classe dimensionale del nanoplancton, che spesso dominano la comunità e che, utilizzando la microscopia ottica, risultano difficilmente identificabili a livello di genere.

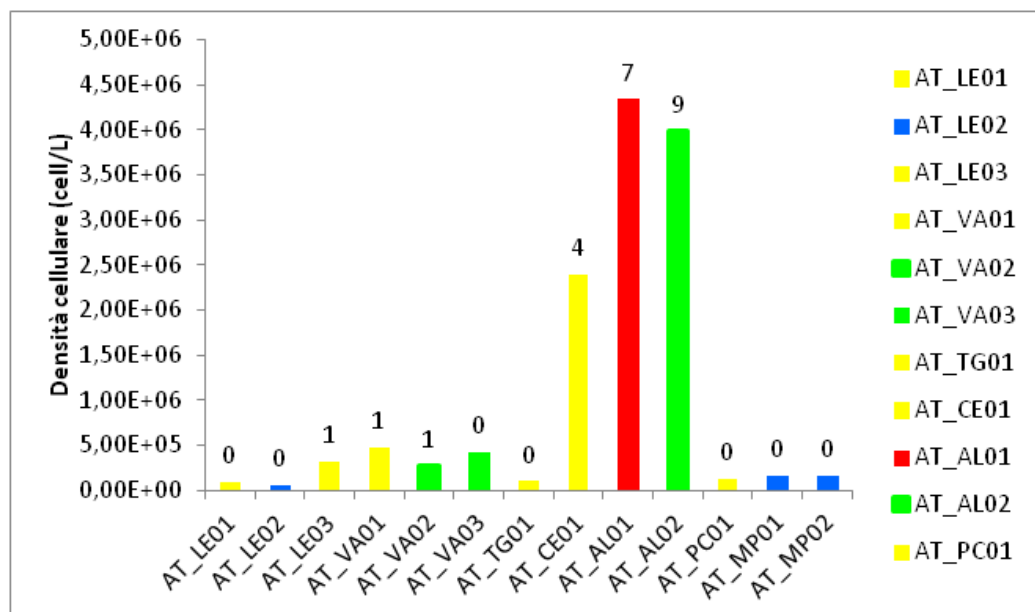


Contributo percentuale delle forme determinate e delle forme indeterminate sulla densità cellulare totale nei 10 corpi idrici oggetto della classificazione

Passando alla metrica 2 Frequenza di *bloom* algali, essendo questa stimata in termini percentuali, molto spesso non coincide con episodi reali di *bloom* oppure non è in grado di rilevarli. A titolo di esempio, si

riporta il caso riscontrato nella stazione AT\_AL02 nei Laghi Alimini dove sono stati osservati diversi *bloom* algali con valori superiori ai  $10^6$  cell/l, non corrispondenti alla classe di qualità assegnata al corpo idrico. Questa discordanza risiede nel fatto che tali *bloom* sono imputabili a più specie fitoplanctoniche che, prese singolarmente raggiungono valori inferiori al 50%, non rilevabili dalla metrica 2.

In alcuni corpi idrici, come quelli della Laguna di Lesina e del Mar Piccolo di Taranto, i valori dell'indice di Frequenza di *bloom* algali appaiono più coerenti con le densità fitoplanctoniche osservate, probabilmente per la migliore affidabilità dell'indice dovuta all'aumento del contributo delle forme determinate. Negli altri corpi idrici esiste minore coerenza tra la metrica 2 e la densità cellulare fitoplanctonica, cosa che comporta l'attribuzione di classi di qualità differenti (variabili tra "Elevato" e "Sufficiente") pur in presenza di situazioni confrontabili sia per densità cellulari che per numero di *bloom* algali.



Valori medi di densità cellulare delle forme determinate del fitoplancton e classi di qualità ecologica stimati dalla metrica "Frequenza di *bloom* algali" nelle stazioni di campionamento. Le classi di qualità sono definite dal colore degli istogrammi così come previsto dal D.Lgs. n. 152/2006. In cima ad ogni istogramma vengono riportati il numero di *bloom* algali effettivamente osservato (valori densità cellulare  $> 0,5 \cdot 10^6$  cell/l).

Per ovviare a tale criticità che interessa la metrica 2 sarebbe auspicabile fissare dei limiti quantitativi di densità cellulare, superati i quali si può parlare di *bloom*. Tuttavia, se si tiene conto di una delle peculiarità degli ambienti di transizione ovvero la frequente dominanza di specie di dimensioni nanoplanctoniche (2-20  $\mu\text{m}$ ), definire un limite basato sulla densità cellulare potrebbe portare a valutazioni erronee poiché densità cellulari elevate di specie nanoplanctoniche possono, di fatto, non determinare un deterioramento nello stato di qualità di un corpo idrico (come confermato anche dai valori di clorofilla), al contrario di specie con densità cellulari più basse ma di dimensioni maggiori. Da tale considerazione, deriva quindi la necessità di includere nell'indice un parametro che tenga conto della biomassa della comunità fitoplanctonica più che della sua numerosità.

Infine, allo scopo di incrementare l'affidabilità dell'indice, appare evidente la necessità di classificare i *taxa* al più basso livello di organizzazione tassonomica possibile. Tuttavia ciò richiede, oltre ad operatori qualificati, anche strumentazione idonea per l'analisi delle specie di dimensioni nanoplanctoniche. Le Linee Guida infatti stabiliscono di includere nel calcolo dell'MPI i *taxa* con dimensioni cellulari  $> 2 \mu\text{m}$ . È noto che con il metodo di Utermöhl, i *taxa* che possono essere classificati a livello specifico, con un buon margine di sicurezza, fatta eccezione per alcuni casi particolari, devono avere dimensioni di almeno  $10 \mu\text{m}$ . Pertanto, la necessità di classificare le specie di taglia compresa tra 2 e  $10 \mu\text{m}$  richiede il supporto di altre tecniche di indagine, come la microscopia elettronica a scansione.



I risultati ottenuti nel corso del 2021 evidenziano come le quattro metriche incluse nell’MPI classificano lo stato di qualità in maniera più concorde rispetto agli anni precedenti. Fa eccezione solo l’indice di Hulburt, dove in generale la classe di qualità assegnata è quasi sempre peggiorativa rispetto a quella di altre metriche. L’indice di Menhinick presenta valori più elevati rispetto agli anni precedenti, probabilmente a causa del numero maggiore di *taxa* identificati a livelli tassonomici più elevati. Infine, in ogni caso, si osserva che la classe di qualità assegnata al corpo idrico dalla componente tassonomica è quasi sempre peggiorativa rispetto a quella legata alla biomassa fitoplanctonica, ad eccezione del caso del Lago di Varano.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque di Transizione”

### Elemento di Qualità Biologica **MACROFITE**



La valutazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici di transizione pugliesi, in base all'EQB "Macrofite", è stata eseguita applicando l'indice MaQI (*Macrophyte Quality Index*), così come indicato dal D.M. 260/2010 e modificato dall'All. 2 alla nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015, che riprende le risultanze dell'esercizio di intercalibrazione di cui alla Decisione 2013/480/UE ora abrogata e sostituita dalla Decisione 2018/299/UE.

Nella sua versione iniziale l'indice MaQI era composto da un indice esperto (E-MaQI), basato sulla raccolta e classificazione del maggior numero possibile di macrofite presenti nell'area di studio, e da un indice rapido (R-MaQI), basato sulla dominanza, copertura e/o presenza/assenza di *taxa* di particolare interesse ecologico (le macrofite degli ambienti di transizione sono rappresentate essenzialmente da macroalghe e fanerogame).

L'indice esperto E-MaQI precedentemente utilizzato assegnava un punteggio ecologico ad ogni *taxon* macroalgale (0 = specie opportuniste; 1 = specie indifferenti, 2 = specie sensibili). Il rapporto tra la media dei punteggi così ottenuti e il valore delle condizioni di riferimento, indicate nel Decreto 260/2010, fornisce il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), il cui valore è normalizzato tra 0 e 1. Così come indicato nel già citato D.M. 260/2010, l'indice esperto E-MaQI si applicava per i corpi idrici in cui si rilevava la presenza di un numero minimo di 20 specie di macroalghe.

Per i corpi idrici in cui il ridotto numero di specie macroalgali (< 20) non permetteva l'applicazione dell'indice E-MaQI, si faceva riferimento all'indice rapido R-MaQI, con restituzione diretta del valore di RQE.

A seguito del processo di intercalibrazione nell'Ecoregione Mediterranea, è stato stabilito l'utilizzo di un nuovo indice MaQI, derivato dall'R-MaQI e aggiornato, che sostituisce gli indici E-MaQI e R-MaQI previsti dal D.M. 260/2010 (aggiornato alla Decisione 2018/229/UE). Di seguito la tabella con i limiti di classe previsti per l'RQE.

Limiti di classe dell'RQE per l'applicazione dell'indice MaQI (Aggiornati alla Decisione 2018/229/UE)

Rapporto di Qualità Ecologica			
Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
0,8	0,6	0,4	0,2

Le condizioni di riferimento dell'indice MaQI sono intrinseche nel metodo, che restituisce direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE).

Per il monitoraggio operativo 2021 la valutazione dello stato ecologico degli ambienti di transizione pugliesi, utilizzando l'EQB "Macrofite", è stata eseguita sulla base dei documenti ISPRA pubblicati a marzo e ottobre 2012 (Manuali e Linee Guida n. 78/2012, ISPRA; Manuali e Linee Guida n. 83/2012, ISPRA), nonché della nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015, aggiornata alla Decisione 2018/229/UE. L'indice MaQI è stato, dunque, applicato considerando i seguenti punti:

1. variazione dei Rapporti di Qualità Ecologica (RQE) attribuiti a ciascuna classe, rispetto a quanto previsto nella linea guida ISPRA-UNIVE del 2010;
2. variazione in senso meno restrittivo degli intervalli di copertura delle fanerogame *Ruppia cirrhosa*, *R. maritima* e *Zostera noltei* per il passaggio dallo stato buono allo stato elevato;
3. integrazione dei risultati derivanti dalle due campagne stagionali (primaverile ed autunnale), con conseguente unica classificazione annuale;
4. per la classificazione di ciascun corpo idrico si sono integrati i risultati delle diverse stazioni, calcolando la media. Nelle tabelle di calcolo, l'RQE di ciascuna replica di un corpo idrico è stato ricavato utilizzando la matrice a due entrate prevista dall'applicazione dell'indice MaQI che restituisce valori discreti a due cifre decimali, con relativa classificazione di stato ecologico. Nei corpi idrici con 2 o più repliche l'RQE medio del corpo idrico è stato calcolato attraverso la media aritmetica dei singoli RQE ottenuti dalla suddetta matrice, approssimando il valore medio ad una cifra decimale, così come previsto dal D.M.

260/2010. In caso di RQE medio corrispondente al valore soglia tra due classi di stato ecologico, esso è stato attribuito alla classe superiore.

### Campionamento, analisi e risultati

Anche nel 2021, la fase di campionamento è stata articolata in due campagne, una autunnale e una primaverile, in ciascuna delle stazioni localizzate negli 11 corpi idrici pugliesi indagati (vedi figure successive).

Per alcune località si è ritenuto opportuno estendere il campionamento ad altri siti, non previsti nel Programma 2019-2021, al fine di caratterizzare al meglio l'EQB "Macrofite" e di eseguire una valutazione dello stato ecologico il più possibile aderente alla situazione reale delle aree oggetto di studio. Nelle figure, i siti di campionamento sono indicati dalle repliche (R1, R2, etc) mentre il diverso colore dei simboli contraddistingue i differenti corpi idrici, nel caso in cui ricadano nello stesso ambiente di transizione.



Laguna di Lesina-da sponda occidentale a località La Punta - Codice stazione AT\_LE01 (in rosso); Laguna di Lesina da località La Punta a Fiume Lauro/Foce Schiapparo - Codice stazione AT\_LE02 (in giallo); Laguna di Lesina da Fiume Lauro/Foce Schiapparo a sponda orientale - Codice stazione AT\_LE03 (in verde).



Lago di Varano - Codici stazioni AT\_VA01, AT\_VA02





Vasche Evaporanti (Lago Salpi) - Codice stazione AT\_LS01



Torre Guaceto - Codice stazione AT\_TG01



Punta della Contessa - Codice stazione AT\_PU01



Cesine - Codice stazione AT\_CE01



Baia di Porto Cesareo - Codice stazione AT\_PC01



Mar Piccolo–Primo Seno - Codice stazione AT\_MP01 (in rosso); Mar Piccolo–Secondo Seno - Codice stazione AT\_MP02 (in giallo)

Al momento del campionamento, in ciascun sito si è proceduto alla rilevazione di:

- 1) coordinate geografiche tramite GPS;
- 2) profondità;



- 3) visibilità (stimata a occhio);
- 4) tipologia del fondale.

In ogni sito di campionamento, con l'ausilio di picchetti e rotella metrica sono state delimitate delle aree di circa 15x15m o in qualche caso di superficie inferiore, ma comunque rappresentative della stazione esaminata. Ove necessario, i campionamenti sono stati effettuati in immersione ARA. Poi sono state determinate la copertura totale delle macroalghe e delle singole specie di fanerogame e l'abbondanza relativa delle macroalghe. In particolare, la copertura totale delle macroalghe presenti in ciascuna area di studio è stata ottenuta con la tecnica "*visual census*" in condizioni di buona visibilità o con saggi di presenza/assenza di biomassa, effettuati con un rastrello, successivamente riportati in percentuale di copertura totale. Ai fini dell'applicazione dell'indice MaQI è stato sufficiente discriminare tra coperture percentuali "maggiori" o "minori" del 5%.

La fase successiva, condotta in laboratorio, è stata finalizzata al riconoscimento sistematico, fino al massimo livello possibile, delle macroalghe e fanerogame presenti nelle aree di studio. Nel corso della determinazione dei vari *taxa* è stato spesso necessario allestire preparati per le osservazioni al microscopio ottico. La tassonomia e la nomenclatura dei *taxa* sono state aggiornate utilizzando il sito <http://www.algaebase.org/>.

Di seguito sono descritti, separatamente per ciascuna delle stazioni localizzate nei corpi idrici esaminati, i principali risultati ottenuti nel corso dell'annualità 2021 con riferimento all'analisi dell'EQB "Macrofite".

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Laguna di Lesina da sponda occidentale a località La Punta" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Laguna di Lesina (da sponda occidentale a località La Punta)</b>	<b>Stazione AT_LE01</b>			
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
<b>MACROALGHE</b>				
N° totale specie	3	6	3	5
N° specie score 2	0	0	0	0
N° specie score 0-1	3	6	3	5
Copertura totale %	13,5	22	17,5	20,5
<b>FANEROGAME</b>				
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	-	23	20,5	31
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	-	-	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,25</b>	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>SCARSO</b>	<b>SUFFICIENTE</b>	<b>SUFF.</b>	<b>SUFF.</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,5</b>			
<b>Classificazione media</b>	<b>SUFFICIENTE</b>			

Complessivamente nelle due stagioni sono state riscontrate 11 specie di macroalghe, di cui 5 *Chlorophyta* opportuniste e 6 *Rhodophyta* (1 opportuniste e 5 indifferenti). Nella replica R<sub>1</sub> le fanerogame sono risultate assenti in entrambe le stagioni, mentre nelle repliche R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub> erano presenti praterie rade di *Zostera noltei*; solo nella replica R<sub>4</sub> è stato rilevato un valore più elevato di copertura percentuale della stessa specie.

Complessivamente lo stato ecologico del corpo idrico è risultato in classe "Sufficiente".

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Laguna di Lesina da località La Punta a Fiume Lauro/Foce Schiapparo" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Laguna di Lesina (da località La Punta a Fiume Lauro/Foce Schiapparo)</b>	<b>Stazione AT_LE02</b>		
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
<b>MACROALGHE</b>			
N° totale specie	4	4	4
N° specie score 2	0	0	0
N° specie score 0-1	4	4	4
Copertura totale %	26,5	14,5	29,5
<b>FANEROGAME</b>			
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	55,5	58	61
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	-	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,65</b>	<b>0,65</b>	<b>0,65</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>BUONO</b>	<b>BUONO</b>	<b>BUONO</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,7</b>		
<b>Classificazione media</b>	<b>BUONO</b>		

Complessivamente nelle due stagioni sono state riscontrate 11 specie di macroalghe, di cui 5 *Chlorophyta* di scarso valore ecologico e 6 *Rhodophyta* (5 indifferenti e 1 opportunistica). Lo stato ecologico è risultato in classe "Buono" per la presenza di praterie miste a *Zostera noltei* e *Ruppia maritima*. Nella stagione primaverile le piante delle due fanerogame portavano numerosi fiori.

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Laguna di Lesina da Fiume Lauro/Foce Schiapparo a sponda orientale" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Laguna di Lesina (da Fiume Lauro/Foce Schiapparo a sponda orientale)</b>	<b>Stazione AT_LE03</b>		
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
<b>MACROALGHE</b>			
N° totale specie	6	4	6
N° specie score 2	0	1	3
N° specie score 0-1	6	3	3
Copertura totale %	11	11	12,5
<b>FANEROGAME</b>			
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	30	62,5	57,5
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	-	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,55</b>	<b>0,65</b>	<b>0,85</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>SUFFICIENTE</b>	<b>BUONO</b>	<b>ELEVATO</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,7</b>		
<b>Classificazione media</b>	<b>BUONO</b>		

Complessivamente nelle due stagioni sono state riscontrate 10 specie di macroalghe, di cui 3 *Chlorophyta* (2 opportuniste e 1 sensibile), 6 *Rhodophyta* (5 indifferenti e 1 sensibile) e 1 *Charophyta* di alto valore ecologico. Sono inoltre presenti praterie miste a *Zostera noltei* e *Ruppia maritima* in R<sub>2</sub> e R<sub>3</sub> e la sola *Zostera noltei* in R<sub>1</sub> con praterie più rade.

Lo stato ecologico è risultato complessivamente in classe "Buono".

Come negli anni precedenti, in tutta la Laguna di Lesina è stata confermata l'assenza di alghe brune. Anche lo stato ecologico è risultato coerente con i precedenti risultando "Sufficiente" per il corpo idrico nella parte occidentale della laguna (AT\_LE01) e "Buono" sia nella parte centrale (AT\_LE02) che nella sacca orientale (AT\_LE03), soprattutto grazie alla presenza di praterie di *Ruppia maritima* e *Zostera noltei* che in primavera erano in fase riproduttiva.

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Lago di Varano" - stazione AT\_VA01 secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Lago di Varano</b>	<b>Stazione AT_VA01</b>		
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
<b>MACROALGHE</b>			
N° totale specie	6	9	6
N° specie score 2	2	1	0
N° specie score 0-1	4	8	6
Copertura totale %	35,5	19,5	17
<b>FANEROGAME</b>			
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	38	-	24,5
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	6,5	-	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,65</b>	<b>0,35</b>	<b>0,55</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>BUONO</b>	<b>SCARSO</b>	<b>SUFFICIENTE</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,5</b>		
<b>Classificazione media</b>	<b>SUFFICIENTE</b>		

Complessivamente nelle due stagioni sono state riscontrate 17 specie di macroalghe, di cui 7 *Chlorophyta* (3 opportuniste, 3 indifferente e 1 sensibile) e 10 *Rhodophyta* (2 sensibili, 7 indifferenti e 1 opportuniste). Nella replica R<sub>1</sub>, oltre a *Zostera noltei*, era presente in piccola percentuale la fanerogama *Cymodocea nodosa*.

Lo stato ecologico è risultato complessivamente in classe "Sufficiente".



Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Lago di Varano" - stazione AT\_VA02 secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Lago di Varano</b>	<b>Stazione AT_VA02</b>				
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>
<b>MACROALGHE</b>					
N° totale specie	12	11	17	7	5
N° specie score 2	3	3	2	1	2
N° specie score 0-1	9	8	15	6	3
Copertura totale %	11	20,5	45,5	30,5	31,5
<b>FANEROGAME</b>					
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	-	20	-	19,5	41,5
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	-	-	-	7
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,35</b>	<b>0,55</b>	<b>0,65</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEV.</b>	<b>SCARSO</b>	<b>SUFF.</b>	<b>BUONO</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,7</b>				
<b>Classificazione media</b>	<b>BUONO</b>				

Complessivamente nelle due stagioni sono state riscontrate 35 specie di macroalghe comprendenti 13 *Chlorophyta* (8 opportuniste, 4 indifferenti e 1 sensibile) e 20 *Rhodophyta* (6 sensibili, 11 indifferenti e 3 opportuniste). Nella sola replica R<sub>5</sub>, oltre a *Zostera noltei*, è presente la fanerogama *Cymodocea nodosa*.

Lo stato ecologico è risultato complessivamente in classe "Buono".

Nel caso del Lago di Varano, che viene considerato come unico corpo idrico, il valore medio approssimato di EQR delle due stazioni AT\_VA01 e AT\_VA02 è risultato pari a 0,6 e quindi è attribuito in classe "Buono".

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Vasche Evaporanti (Lago Salpi)" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Vasche Evaporanti (Lago Salpi)</b>	<b>Stazione AT_LS01</b>
Repliche	R <sub>1</sub>
<b>MACROALGHE</b>	
N° totale specie	11
N° specie score 2	2
N° specie score 0-1	9
Copertura totale %	61,5
<b>FANEROGAME</b>	
Copertura % <i>R. maritima, Zostera noltei</i>	59
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-
<b>EQR</b>	<b>0,65</b>
<b>Classificazione</b>	<b>BUONO</b>

In totale nelle 2 stagioni sono state raccolte 11 specie di macroalghe, di cui 1 *Rhodophyta* indifferente, 1 *Rhodophyta* sensibile, 8 *Chlorophyta* (6 opportuniste, 1 indifferente e la specie di alto valore ecologico *Chaetomorpha linum*).

Lo stato ecologico del corpo idrico è risultato in classe "Buono" grazie alla presenza di una densa prateria di *Ruppia maritima*.

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Torre Guaceto" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Torre Guaceto</b>	<b>Stazione AT_TG01</b>	
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
<b>MACROALGHE</b>		
N° totale specie	4	4
N° specie score 2	2	2
N° specie score 0-1	2	2
Copertura totale %	10	78,5
<b>FANEROGAME</b>		
Copertura % <i>R. maritima, Zostera noltei</i>	-	-
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,25</b>	<b>0,85</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>SCARSO</b>	<b>ELEVATO</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,6</b>	
<b>Classificazione media</b>	<b>BUONO</b>	

Nel corpo idrico Torre Guaceto è stata confermata, come negli anni precedenti, l'assenza di specie di alghe rosse e brune, così come di fanerogame. Complessivamente nella replica R<sub>1</sub> sono state rinvenute 4 specie di macroalghe: 1 *Chlorophyta* opportunistica, 1 bruna indifferente e 2 *Charophyta* di alto valore ecologico. Le stesse specie di *Charophyta* sensibili erano presenti nella replica R<sub>2</sub>, dove sono state anche rinvenute 2 verdi opportuniste. In questa replica, anche se le specie sensibili sono solo 2, esse sono responsabili dell'intera copertura percentuale, pari all'78,5%, per cui si è preferito attribuire a R<sub>2</sub> lo stato ecologico in classe "Elevato".

Lo stato ecologico del corpo idrico è risultato in classe "Buono".

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Punta della Contessa" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Punta della Contessa</b>	<b>Stazione AT_PU01</b>
Repliche	R <sub>1</sub>
<b>MACROALGHE</b>	
N° totale specie	5
N° specie score 2	0
N° specie score 0-1	5
Copertura totale %	<5
<b>FANEROGAME</b>	
Copertura % <i>R. maritima, Zostera noltei</i>	70
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-
<b>EQR</b>	<b>0,65</b>
<b>Classificazione</b>	<b>BUONO</b>

In totale sono state rinvenute 5 specie macroalgali (1 alga rossa, 1 alga bruna e 3 *Chlorophyta* tutte opportuniste), ma complessivamente lo stato ecologico del corpo idrico è risultato in classe "Buono", grazie alla presenza di una densa prateria di *Ruppia maritima*.

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Cesine" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Cesine</b>	<b>Stazione AT_CE01</b>		
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
<b>MACROALGHE</b>			
N° totale specie	3	3	3
N° specie score 2	1	2	2
N° specie score 0-1	2	1	1
Copertura totale %	46,5	24	10
<b>FANEROGAME</b>			
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	58	35,5	19
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	-	-
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,65</b>	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>BUONO</b>	<b>SUFFICIENTE</b>	<b>SUFFICIENTE</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,6</b>		
<b>Classificazione media</b>	<b>BUONO</b>		

In totale, in tutto il bacino, sono state raccolte 7 specie di macroalghe: 3 *Chlorophyta* opportuniste e 1 indifferente, 1 *Rhodophyta* sensibile e 2 *Charophyta* di alto valore ecologico. In entrambe le stagioni e in tutte le repliche era presente *Ruppia maritima* che formava una densa prateria nella replica R1, mentre in R2 e R3 aveva una distribuzione a macchia di leopardo, ma era accompagnata dalla presenza dell'angiosperma *Zannichellia palustris*.

Complessivamente lo stato ecologico del corpo idrico è risultato in classe "Buono".



Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico “Baia di Porto Cesareo” secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

Baia di Porto Cesareo	Stazione AT_PC01			
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
<b>MACROALGHE</b>				
N° totale specie	5	18	15	15
N° specie score 2	4	13	9	10
N° specie score 0-1	1	5	6	5
Copertura totale %	25	49,5	51,5	49,5
<b>FANEROGAME</b>				
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	-	-	-	-
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	53,5	58	68,5	51,5
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEVATO</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>1,0</b>			
<b>Classificazione media</b>	<b>ELEVATO</b>			

Complessivamente nelle due stagioni sono state riscontrate 32 specie di macroalghe di cui 10 *Chlorophyta* (5 sensibili, 1 indifferenti e 4 opportuniste), 20 *Rhodophyta* (14 sensibili e 6 indifferenti) e 2 *Ochrophyta-Phaeophyceae* (1 sensibile e 1 indifferente). Nelle repliche R2, R3 e R4 erano presenti forme pleustofitiche aegagropile della verde *Anadyomene stellata* e della rossa *Rytiphlaea tinctoria*, oltre alla bruna strutturante *Gongolaria barbata* in R2 e R3.

È stata anche rilevata la presenza di dense ed estese praterie di *Cymodocea nodosa* per cui lo stato ecologico del corpo idrico è risultato “Elevato”.

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Mar Piccolo - Primo Seno" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Mar Piccolo (Primo Seno)</b>	<b>Stazione AT_MP01</b>		
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
<b>MACROALGHE</b>			
N° totale specie	11	12	5
N° specie score 2	6	3	1
N° specie score 0-1	5	9	4
Copertura totale %	53,5	46,5	39
<b>FANEROGAME</b>			
Copertura % <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	-	-	-
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	-	17
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,65</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>BUONO</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,8</b>		
<b>Classificazione media</b>	<b>ELEVATO</b>		

Complessivamente nelle due stagioni sono state raccolte 26 specie di macroalghe, di cui 9 *Chlorophyta* (2 opportuniste, 1 indifferente e 6 sensibili), 14 *Rhodophyta* (3 sensibili, 7 indifferenti e 4 opportuniste) e 3 *Ochrophyta-Phaeophyceae* tutte indifferenti.

Lo stato ecologico risulta complessivamente in classe "Elevato".

Valutazione dello Stato Ecologico del corpo idrico "Mar Piccolo - Secondo Seno" secondo il *Macrophyte Quality Index* (modificato dai Protocolli ISPRA 2012) - 2021

<b>Mar Piccolo (Secondo Seno)</b>	<b>Stazione AT_MP02</b>			
Repliche	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
<b>MACROALGHE</b>				
N° totale specie	6	7	9	12
N° specie score 2	3	0	2	3
N° specie score 0-1	3	7	7	9
Copertura totale %	65,5	20,5	51,5	44,5
<b>FANEROGAME</b>				
Copertura % <i>Ruppia cirrhosa</i> , <i>R. maritima</i> , <i>Zostera noltei</i>	-	-	-	-
Copertura % <i>Zostera marina</i>	-	-	-	-
Copertura % <i>Cymodocea nodosa</i>	-	34	25,5	30
Copertura % <i>Posidonia oceanica</i>	-	-	-	-
<b>EQR</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>0,85</b>	<b>1</b>
<b>Classificazione repliche</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>ELEVATO</b>
<b>EQR MEDIO</b>	<b>0,9</b>			
<b>Classificazione media</b>	<b>ELEVATO</b>			

In totale nelle due stagioni sono state censite 26 specie di macroalghe, comprendenti 12 *Chlorophyta* (4 sensibili, 1 indifferente e 7 opportuniste), 12 *Rhodophyta* (4 sensibili, 7 indifferenti e 1 opportuniste) e 2 *Ochrophyta-Phaeophyceae* indifferenti. Tranne nella replica R<sub>1</sub>, sono presenti praterie di *Cymodocea nodosa*. Lo stato ecologico risulta complessivamente in classe "Elevato".

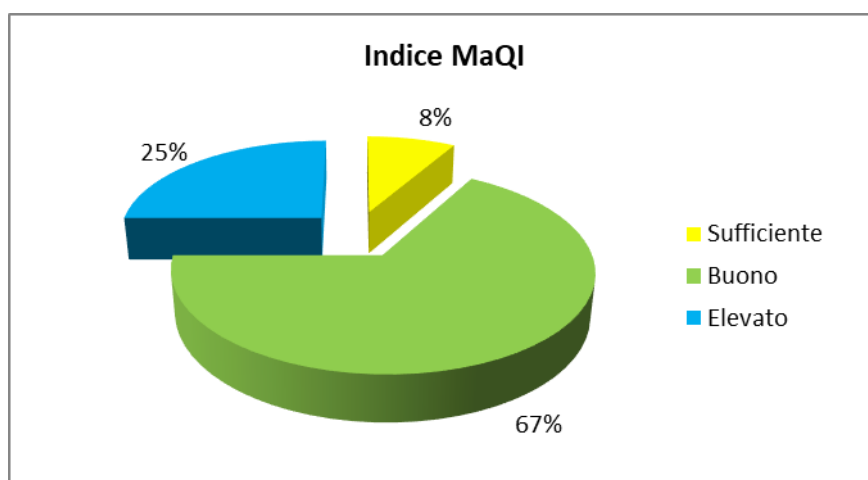
Lo stato ecologico è risultato "Elevato" per entrambi i corpi idrici, per la presenza contemporanea di specie sensibili di alto valore ecologico e di praterie più o meno dense della fanerogama *Cymodocea nodosa*.

Nella tabella successiva viene riportato l'RQE medio relativo all'EQB "Macrofite" per i corpi idrici di transizione pugliesi indagati nell'annualità 2021. Tale RQE medio è stato ottenuto mediando i valori di RQE delle due stagioni.

Valori e classi dell'indice MaQI riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Acque di transizione" - 2021

Corpo Idrico	Stazione	RQE - MaQI medio per stazione	Classe di qualità per stazione	RQE - MaQI medio per corpo idrico	CLASSE
Laguna di Lesina-da sponda occidentale a località La Punta	AT_LE01	0,5	Sufficiente	0,5	Sufficiente
Laguna di Lesina-da La Punta a Fiume Lauro/Foce Schiapparo a La Punta	AT_LE02	0,7	Buono	0,7	Buono
Laguna di Lesina-da Fiume Lauro/Foce Schiapparo a sponda orientale	AT_LE03	0,7	Buono	0,7	Buono
Lago di Varano	AT_VA01	0,5	Sufficiente	0,6	Buono
	AT_VA02	0,7	Buono		Buono
Vasche Evaporanti (Lago Salpi)	AT_LS01	0,7	Buono	0,7	Buono
Torre Guaceto	AT_TG01	0,6	Buono	0,6	Buono
Punta della Contessa	AT_PU01	0,7	Buono	0,7	Buono
Cesine	AT_CE01	0,6	Buono	0,6	Buono
Baia di Porto Cesareo	AT_PC01	1,0	Elevato	1,0	Elevato
Mar Piccolo - Primo Seno	AT_MP01	0,8	Elevato	0,8	Elevato
Mar Piccolo - Secondo Seno	AT_MP02	0,9	Elevato	0,9	Elevato

Dall'applicazione dell'indice MaQI per l'EQB "Macrofite" si può dunque stimare che, per l'annualità 2021, il 25% dei corpi idrici di transizione pugliesi risulterebbe in uno stato di qualità "Elevato", il 67% in uno stato "Buono" e il 8% in uno stato "Sufficiente".



Distribuzione percentuale delle classi di qualità attribuite dall'EQB "Macrofite" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque di transizione" - 2021

Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

Nessuna criticità di rilievo da segnalare.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque di Transizione”

### Elemento di Qualità Biologica **MACROINVERTEBRATI BENTONICI**



Nel D.M. 260/2010, l'Elemento di Qualità Biologica "Macroinvertebrati bentonici" è indicato tra quelli utilizzabili per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici afferenti alla categoria "Acque di Transizione". Per tale EQB, il citato decreto prevede in prima istanza l'applicazione dell'indice biotico Multivariato M-AMBI e, in aggiunta, dell'indice biotico BITS. L'utilizzo del BITS in sostituzione dell'indice M-AMBI è previsto solo nei successivi piani di gestione, nei casi in cui se ne dimostri l'effettiva utilità.

Il Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale e Tutela dell'Ambiente, Sezione Risorse Idriche della Regione Puglia, a seguito di una proposta di ARPA Puglia (nota prot. n. 71328 del 04/12/2015) motivata ed elaborata sulla base dei risultati del I ciclo di monitoraggio (sessennio 2010 - 2015), ha approvato (nota prot. n. 514 del 01/02/2016) la sostituzione dell'M-AMBI con il BITS, quale indice multimetrico da applicare all'EQB "Macroinvertebrati bentonici" per le lagune pugliesi.

L'indice BITS (Mistri e Munari, 2007) si basa sulla sufficienza tassonomica e richiede il riconoscimento tassonomico della macrofauna bentonica fino al livello della famiglia. Per l'applicazione del BITS, l'analisi della struttura della comunità prevede la suddivisione delle famiglie in 3 gruppi ecologici: sensibili, tolleranti e opportuniste. L'indice è calcolato mediante la seguente formula:

$$\text{BITS} = \log [(6fI + fII)/(fIII + 1) + 1] + \log [nI / (nII+1) + nI / (nIII+1) + 0.5nII/(nIII+1) + 1]$$

dove:

- fI: è la frequenza delle specie sensibili in percentuale;
- fII: è la frequenza delle specie tolleranti in percentuale;
- fIII: è la frequenza delle specie opportuniste in percentuale;
- nI: è il numero di famiglie sensibili;
- nII: è il numero di famiglie tolleranti;
- nIII: è il numero di famiglie opportuniste.

Per il calcolo dell'indice è possibile utilizzare un'applicazione online gratuita messa a disposizione dall'Università di Ferrara al seguente indirizzo: [www.bits.unife.it/](http://www.bits.unife.it/).

Le condizioni di riferimento dell'indice BITS sono le seguenti:

Macrotipo	Geomorfologia	Escursione marea	Salinità	BITS
M-AT-1	Laguna costiera	Non tidale	-	2,8
M-AT-2	Laguna costiera	Microtidale	Oligo/meso/poli	3,4
M-AT-3	Laguna costiera	Microtidale	Eu/iper	3,4

I valori in tabella costituiscono il denominatore nel calcolo del rapporto di qualità ecologica (RQE). I limiti di classe in termini di RQE per il BITS sono i seguenti:

Rapporto di qualità ecologica per il BITS			
Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
0,87	0,68	0,44	0,25

#### Campionamento, analisi e risultati

Il Programma di Monitoraggio 2019-2021 prevede il monitoraggio dell'EQB "Macroinvertebrati bentonici" in 12 corpi idrici superficiali di transizione. In virtù della stratificazione del monitoraggio triennale degli EQB,



nell'anno operativo 2019 sono stati monitorati n. 6 siti, appartenenti alla Rete Nucleo, e successivamente nel 2020 i restanti n. 9, completando così il monitoraggio dei 12 corpi idrici di transizione.

Pertanto nell'anno 2021 il campionamento dell'EQB "Macroinvertebrati bentonici" non è stato condotto.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque di Transizione”

### Elemento di Qualità Biologica **FAUNA ITTICA**



Nel D.M. 260/2010 non viene riportato alcun metodo di classificazione per l'Elemento di Qualità Biologica (EQB) "Fauna Ittica" nei corpi idrici di transizione, sebbene il suo campionamento sia previsto in tale categoria di acque.

Recentemente, con la pubblicazione della Decisione 229/2018/UE della Commissione Europea, sono stati definiti per tale EQB il metodo di classificazione nazionale e i rispettivi valori di delimitazione risultanti dalla terza fase dell'esercizio di intercalibrazione europea.

L'indice nazionale di classificazione, l'Habitat Fish Bio Indicator (HFBI) è stato sviluppato dall'Università di Venezia e validato grazie alla collaborazione con il Sistema SNPA (ISPRA e ARPA Toscana, Sardegna, Puglia e Friuli Venezia Giulia), consentendo all'Italia di completare con successo il percorso di definizione del Metodo di classificazione nazionale e di rispondere agli obblighi comunitari.

Nella presente relazione la valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici di transizione, in base all'EQB "Fauna ittica", è stata dunque elaborata applicando la nuova metodologia di classificazione introdotta con la Decisione 2018/229/UE e riportata nelle Linee Guida dell'ISPRA (Manuali e Linee Guida n. 168/2017, ISPRA), su dati acquisiti durante le attività di monitoraggio condotte nell'annualità 2021.

L'HFBI è un indice multimetrico habitat-specifico strutturato su sei metriche, riportate nella tabella seguente, che tengono conto sia della ricchezza di specie e della biomassa della comunità ittica che dei gruppi funzionali o "guilds" ovvero di categorie che identificano stesse strategie trofiche, riproduttive o di utilizzo dell'ambiente lagunare da parte delle varie specie, fornendo dunque sia informazioni sulla struttura che sul funzionamento delle comunità.

Metriche utilizzate per il calcolo dell'HFBI

Metrica	Significato
$d_{dom}$	Indice di Margalef valutato sulla biomassa delle specie dominanti
B/N	Peso medio individuale
$d_{mig}$	Indice di Margalef valutato sulla biomassa delle specie migratrici
$B_{bent}$	Densità di biomassa dei bentivori
$d_{bent}$	Indice di Margalef valutato sulla biomassa delle specie bentivore
$d_{hzp}$	Indice di Margalef valutato sulla biomassa delle specie iperbentivore/zooplanctivore/piscivore

I valori osservati delle metriche sono confrontati con le rispettive condizioni di riferimento allo scopo di valutare il loro grado di scostamento rispetto alle condizioni attese e conseguentemente, di assegnare loro un punteggio ai fini della classificazione dello stato ecologico. L'HFBI tiene conto di condizioni di riferimento differenti per ciascuna tipologia di Corpo Idrico, per stagione (primavera/autunno) e per tipologia di habitat (ambiente vegetato o non vegetato), come riportato nella tabella seguente.

Condizioni di riferimento per le metriche dell'HFBI

Tipo	Stagione	Habitat	B/N	$d_{dom}$	$d_{mig}$	$B_{bent}$	$d_{bent}$	$d_{hzp}$
M-AT-1	Prim	Non vegetato	2.232	2.052	3.212	6.537	3.768	2.856
	Aut		1.932	2.268	2.014	6.867	2.944	2.570
	Prim	Vegetato	2.232	1.784	3.212	7.242	3.153	2.369
	Aut		1.932	2.001	2.014	7.572	2.329	2.083
M-AT-2	Prim	Non vegetato	2.539	2.052	3.212	5.221	3.768	2.856
	Aut		2.238	2.268	2.014	5.551	2.944	2.570
	Prim	Vegetato	2.539	1.784	3.212	5.925	3.153	2.369
	Aut		2.238	2.001	2.014	6.255	2.329	2.083
M-AT-3	Prim	Non vegetato	2.217	2.052	3.212	4.561	3.768	2.856
	Aut		1.917	2.268	2.014	4.891	2.944	2.570
	Prim	Vegetato	2.217	1.784	3.212	5.265	3.153	2.369
	Aut		1.917	2.001	2.014	5.595	2.329	2.083

Nota: M-AT-1: non-tidale; M-AT-2: oligo/meso/polihalino microtidale; M-AT-3: eu/iperhalino microtidale; Prim: primavera; Aut: autunno.

Il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) di ciascuna metrica, ottenuto quindi dividendo il valore di ciascuna metrica per il rispettivo valore di riferimento, è combinato in una media pesata (MMI), in cui per ciascuna metrica è associato un peso; infine il valore ottenuto è trasformato, attraverso delle costanti note, nel valore finale di HFBI. Il punteggio così calcolato è tradotto in valutazione dello stato ecologico sulla base di limiti definiti fra le classi (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo), così come riportato nella seguente tabella.

Classi di qualità dell'indice HFI e i relativi limiti di classe

Limiti di classe	E/B	B/Su	Su/Sc	Sc/C
	0,94	0,55	0,33	0,11

### Campionamento, analisi e risultati

Nell'annualità 2021, ARPA Puglia ha eseguito due campagne di monitoraggio della fauna ittica, una primaverile-estiva e l'altra autunnale, nei corpi idrici di transizione delle lagune costiere di Lesina, Varano e Alimini, della Baia di Porto Cesareo e del Mar Piccolo di Taranto.

In entrambe le campagne sono state utilizzate procedure standardizzate, che prevedono l'uso di due differenti attrezzi di campionamento, rete ad imbrocco (utilizzata soltanto per la laguna di Alimini e di Baia di Porto Cesareo) e sciabica da spiaggia, in zone prossime a quelle scelte per il campionamento delle acque.

Gli attrezzi da pesca presentano le seguenti caratteristiche:

- **rete ad imbrocco:** lunghezza totale pari a 450 m lineari, altezza pari a 1,7 m. Ogni singola rete è composta da tre tratti di 150 m. Ogni tratto da 150 m è ulteriormente suddiviso in tre pezze di rete, con maglia rispettivamente pari a 24, 28 e 32 mm di lato;
- **sciabica da spiaggia:** lunghezza totale pari a 20 m, altezza pari a 2 m. Maglia della rete pari a 4 mm di lato nelle ali, 2 mm nel sacco. Area esplorata di circa 500 m<sup>2</sup> per replica e per stazione.

Durante le due campagne di campionamento e per ogni sito-stazione, come previsto da protocollo definito a priori, la rete ad imbrocco rimaneva in pesca per un minimo di 6 ore e la sciabica veniva trainata a mano per una distanza pari a circa 25 m dal largo verso costa. In ognuna delle campagne di campionamento sono state effettuate tre repliche di pesca per ogni attrezzo e per ogni stazione di campionamento.

I campioni di fauna ittica raccolti sono stati trasportati nei laboratori di ARPA Puglia per la successiva identificazione a livello specifico, la pesatura, la misura delle taglie e la determinazione del sesso e, quando possibile, dello stadio di maturità.

I dati acquisiti mediante l'utilizzo della sciabica (attrezzo dotato di selettività tale da consentire un prelievo rappresentativo delle comunità ittiche) sono stati elaborati per calcolare l'indice sintetico HFBI. L'indice è stato calcolato separatamente per le due stagioni di pesca, primaverile e autunnale, per due tipi di habitat prevalenti (sedimenti vegetati e non vegetati) che caratterizzano le acque di transizione pugliesi, così come previsto dalle Linee Guida (Manuali e Linee Guida n. 168/2017, ISPRA).

Nella tabella successiva sono riportati i valori dell'indice multimetrico HFBI per le catture della sciabica, espressi sia come valore singolo per campagna di campionamento sia come valore medio per corpo idrico, con le rispettive classi di qualità.

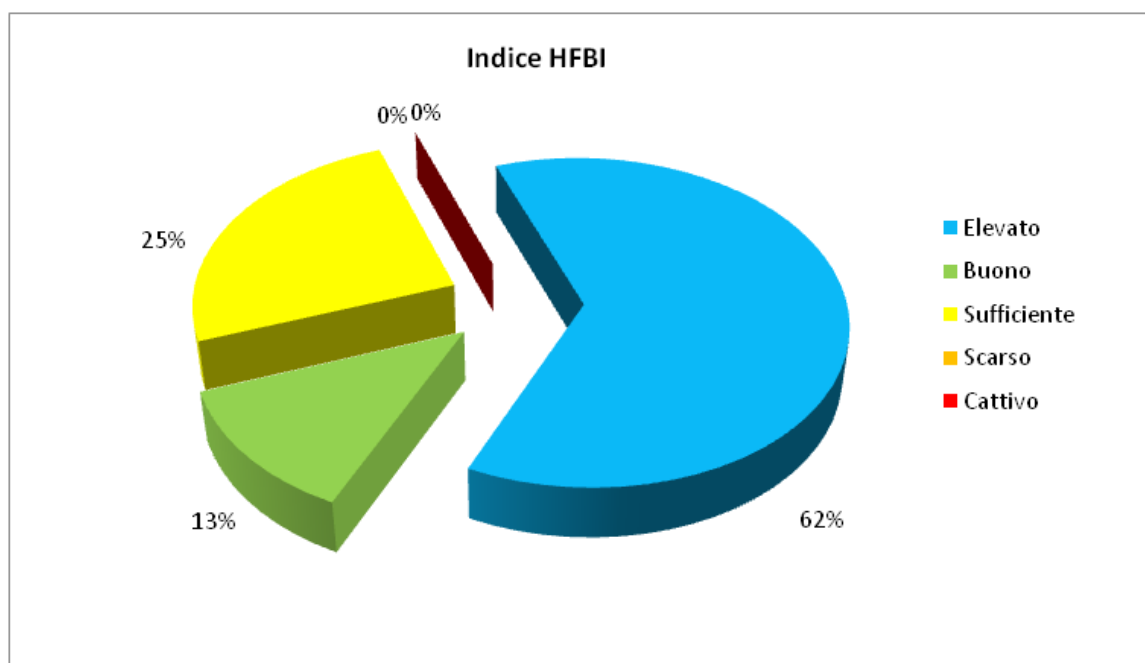
Valori e classi dell'indice HFBI relativi ai corpi idrici di transizione pugliesi - 2021

CIS	Stazione	Stagione	Habitat	HFBI		CLASSE
				Campagna	Corpo idrico	
Laguna di Lesina - da sponda occidentale a località La Punta	AT_LE01	Primaverile	Vegetato	0,96	1,05	Elevato
	AT_LE01	Autunnale	Non vegetato	1,14		

Laguna di Lesina - da La Punta a Fiume Lauro / Foce Schiapparo	AT_LE02	Primaverile	Vegetato	0,97	1,57	Elevato
	AT_LE02	Autunnale	Vegetato	2,17		
Laguna di Lesina - da Fiume Lauro / Foce Schiapparo a sponda orientale	AT_LE03	Primaverile	Vegetato	1,20	1,52	Elevato
	AT_LE03	Autunnale	Vegetato	1,83		
Lago di Varano	AT_VA01	Primaverile	Non vegetato	1,04	1,17	Elevato
	AT_VA01	Autunnale	Vegetato	1,00		
	AT_VA02	Primaverile	Vegetato	1,80		
	AT_VA02	Autunnale	Vegetato	1,74		
	AT_VA03	Primaverile	Non vegetato	0,82		
	AT_VA03	Autunnale	Non vegetato	0,63		
Alimini Grande	AT_AL01	Primaverile	Non vegetato	1,37	0,87	Buono
	AT_AL01	Autunnale	Non vegetato	0,84		
	AT_AL02	Primaverile	Non vegetato	0,58		
	AT_AL02	Autunnale	Non vegetato	0,70		
Baia di Porto Cesareo	AT_PC01	Primaverile	Vegetato	1,73	1,55	Elevato
	AT_PC01	Autunnale	Vegetato	1,37		
Mar Piccolo Primo Seno	AT_MP01	Primaverile	Vegetato	0,66	0,40	Sufficiente
	AT_MP01	Autunnale	Vegetato	0,13		
Mar Piccolo Secondo Seno	AT_MP02	Primaverile	Vegetato	0,68	0,54	Sufficiente
	AT_MP02	Autunnale	Vegetato	0,40		

Rispetto all'anno precedente si evidenzia un trend in miglioramento per i corpi idrici della Laguna di Lesina, mentre un peggioramento si osserva per il corpo idrico "Mar Piccolo - Primo Seno" che passa dalla classe di qualità "Buono" a "Sufficiente".

Sulla base dei risultati riportati si può dunque stimare che il 62% dei corpi idrici risulterebbe in classe di qualità "Elevato", il 13% in classe "Buono" e il 25% in classe "Sufficiente" (vedi figura seguente).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità attribuite dall'EQB "Fauna Ittica" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque di transizione" - 2021

*Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato*

Nell'annualità 2021 l'attività di campo non ha evidenziato particolari criticità nelle fasi di posizionamento e ritiro degli attrezzi, grazie anche alla competenza dei pescatori professionisti che hanno supportato il campionamento. Anche la fase di determinazione specifica in laboratorio, seppure laboriosa, è stata condotta senza intoppi.

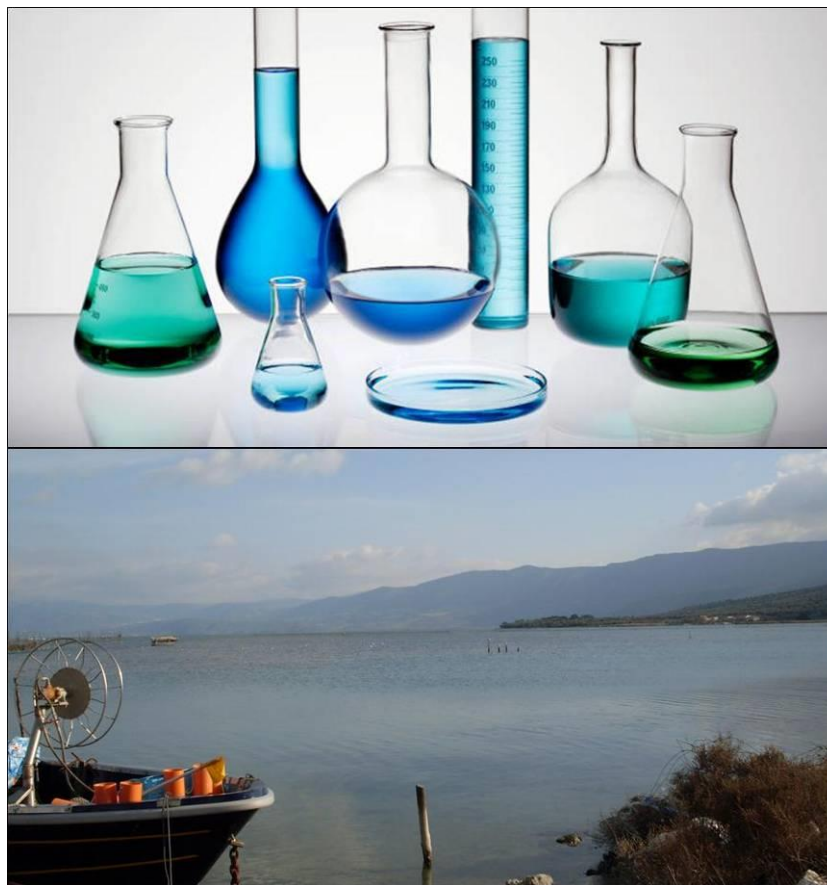
Con riferimento all'applicazione del nuovo indice HFBI, attualmente non risulta ancora disponibile un software di calcolo dedicato, in grado di elaborare in maniera standardizzata e automatica i valori delle diverse metriche che compongono l'indice, nonché il valore finale dello stesso; pertanto è stato utilizzato un foglio di calcolo per strutturare una base dati informatizzata delle misure e delle rilevazioni effettuate in campo e dalle analisi sui campioni di fauna ittica, nonché per elaborare le singole metriche e i valori della classificazione, espressi come RQE. Ciò ha comportato uno sforzo notevole nel trattamento e nella preparazione dei dati iniziali.

Nell'annualità 2021, i risultati ottenuti dall'applicazione dell'indice HFBI hanno evidenziato alcune criticità nel metodo di classificazione, risultato poco robusto nella gestione di campioni con poche osservazioni, come nel caso della laguna di Alimini. In particolare i campioni prelevati nella stagione autunnale presso le stazioni di "Alimini Grande" (AT\_AL01 e AT\_AL02) erano costituiti da 1 o 2 individui, ottenendo una valutazione dello stato di qualità dell'ittiofauna in classe "Buono". Tale criticità ha evidenziato la necessità di un confronto con ISPRA e con l'Università di Venezia, che hanno sviluppato e validato il metodo, al fine di pianificare una revisione della metodica con riferimento alla rappresentatività minima del campione, da verificare prima di procedere con il calcolo dell'indice.



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque di Transizione”

### Elemento di Qualità Fisico-Chimica **Azoto inorganico disciolto (DIN), Fosforo reattivo (P-PO<sub>4</sub>), Ossigeno disciolto**



Ai fini della classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici di transizione, la normativa di riferimento prevede che siano determinati i seguenti elementi fisico-chimici da considerare a sostegno degli Elementi di Qualità Biologica (EQB):

- Azoto inorganico disciolto (DIN);
- Fosforo reattivo (P-PO<sub>4</sub>);
- Ossigeno disciolto.

Tali elementi fisico-chimici devono essere interpretati sulla base delle condizioni di salinità caratteristiche dei singoli corpi idrici e dei relativi valori-soglia parametrici stabiliti dal D.M. 260/2010.

Nella tabella seguente sono riportati limiti di classe B/S (tra lo stato “Buono” e quello “Sufficiente”) per ognuno dei parametri e per intervallo di salinità.

Valori-soglia dei parametri DIN, P-PO<sub>4</sub> e Ossigeno disciolto in base alla salinità delle Acque di Transizione

Denominazione della sostanza	Limiti di classe B/S	Classi di salinità
Azoto inorganico disciolto (DIN) (*)	Salinità <30 psu 30 µM (420 µg/l c.a.)	oligoalino mesoalino polialino
	Salinità >30 psu 18 µM (253 µg/l c.a.)	eualino iperlino
Fosforo reattivo (P-PO <sub>4</sub> ) (*)	Salinità >30 psu 0,48 µM (15 µg/l c.a.)	eualino iperlino
Ossigeno disciolto	≤ 1 giorno di anossia/anno**	

\*Valore espresso come medio annuo; considerata l'influenza degli apporti di acqua dolce, per la definizione degli standard di qualità dell'azoto e del fosforo si forniscono valori tipo-specifici in relazione alla salinità dei corpi idrici.  
\*\*Anossia: valori dell'ossigeno disciolto nelle acque di fondo compresi fra 0-1,0 mg/l (campionamento effettuato in continuo) (ex D.Lgs. n. 152/1999), Ipossia: valori dell'ossigeno disciolto nelle acque di fondo compresi fra 1-2,0 mg/l (campionamento effettuato in continuo) (ex D.Lgs. n. 152/1999).

Sempre in ottemperanza alla norma, la comparazione tra i valori dei parametri misurati nell'ambito del monitoraggio e i rispettivi limiti di classe deve essere effettuata in accordo alle procedure descritte di seguito:

#### Azoto inorganico disciolto e Fosforo reattivo

Qualora gli Elementi di Qualità Biologica monitorati consentano di classificare le acque di transizione in stato “Buono” o “Elevato” ma, per uno o entrambi i nutrienti, siano superati i limiti di classe B/S (con un incremento comunque non superiore al 75% del suddetto limite), le Autorità Competenti possono non declassare automaticamente il corpo idrico a “Sufficiente”, purché attivino un approfondimento dell'attività conoscitiva, un'analisi delle pressioni e degli impatti e il contestuale avvio di un Monitoraggio di Indagine basato su:

- a) la verifica dello stato degli Elementi di Qualità Biologica rappresentativi dello stato trofico del corpo idrico (macroalghe, angiosperme e fitoplancton);
- b) il controllo dei nutrienti con frequenza mensile.

Le attività necessarie a escludere il declassamento del corpo idrico come sopra indicato rivestono durata minima diversa a seconda dell'entità del superamento:

#### 1) superamento < 50% di uno o entrambi i parametri:

- il Monitoraggio di Indagine sopra dettagliato è eseguito per un solo anno;
- il corpo idrico può essere classificato in stato “Buono” anche alla fine del successivo Monitoraggio Operativo, senza effettuare un ulteriore Monitoraggio di Indagine, purché risultino assenti impatti sulla comunità biologica indagata e non sia presente una tendenza significativa di aumento della concentrazione dei nutrienti.

Se il superamento dei limiti di classe B/S per i nutrienti si verifica durante il Monitoraggio di Sorveglianza, il monitoraggio dei parametri fisico-chimici della colonna d'acqua deve essere effettuato per i 2 anni successivi al campionamento.

- 2) un superamento > 50%, e comunque inferiore a 75%, di uno o entrambi i parametri:
- il Monitoraggio di Indagine sopra dettagliato è seguito per due anni consecutivi;
  - il corpo idrico può essere classificato in stato "Buono" anche alla fine del successivo Monitoraggio Operativo, senza effettuare un ulteriore Monitoraggio di Indagine, purché risultino assenti impatti sulla comunità biologica indagata e non sia presente una tendenza significativa di aumento della concentrazione dei nutrienti;
  - il Monitoraggio di Indagine negli anni intermedi tra i successivi Monitoraggi Operativi può essere proseguito a giudizio dell'Autorità Competente.

In caso di esito positivo delle suddette attività volte a escludere il declassamento, anche nel caso in cui gli EQB siano in stato "Elevato", il corpo idrico è comunque classificato in stato "Buono".

#### Ossigeno disciolto

Qualora gli Elementi di Qualità Biologica, controllati nel Monitoraggio di Sorveglianza od Operativo, consentano di classificare le acque di transizione in stato "Buono" o "Elevato" ma si verificano condizioni di anossia/ipossia, si procede come descritto di seguito:

- condizioni di anossia (valori dell'Ossigeno disciolto nelle acque di fondo compresi fra 0 - 1,0 mg/l utilizzando i dati derivanti da un campionamento effettuato in continuo) per 1 o più giorni all'interno di un anno: il corpo idrico viene automaticamente classificato in stato ecologico "Sufficiente";
- condizioni di anossia di durata inferiore a 1 giorno ma ripetute per più giorni consecutivi e/o condizioni di ipossia (valori dell'Ossigeno disciolto nelle acque di fondo compresi fra 1 - 2,0 mg/l utilizzando i dati derivanti da un campionamento effettuato in continuo) per più di 1 giorno/anno: si effettua per i due anni successivi e consecutivi al campionamento la verifica dello stato dei macroinvertebrati bentonici (anche qualora non selezionati per il Monitoraggio Operativo) quali elementi di qualità biologica indicativi delle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo, al fine di verificare un eventuale ritardo nella risposta biologica.

In assenza di impatti sulla comunità biologica per due anni consecutivi, il corpo idrico può essere classificato in stato ecologico "Buono" (anche nel caso in cui gli EQB siano in stato "Elevato"); in caso contrario si classifica come "Sufficiente". Alla fine del ciclo di monitoraggio operativo (tre anni), si classifica sulla base del valore peggiore nei tre anni. Il superamento dei limiti dell'ossigeno comporta il monitoraggio dei parametri fisico-chimici della colonna d'acqua per i successivi 2 anni, anche nel caso di Monitoraggio di Sorveglianza.

Qualora non sia possibile (per diversi motivi) il rilevamento in continuo dell'Ossigeno, fenomeni di anossia pregressi o in corso possono essere dedotti indirettamente dalla concentrazione del parametro "ferro labile" (LFe) e dal rapporto tra i solfuri volatili disponibili e il ferro labile (AVS/LFe), entrambi rilevati nei sedimenti, con i limiti di classe (tra lo stato "Buono" e quello "Sufficiente") definiti dal D.M. 260/2010 (tabella seguente).

Valori-soglia dei parametri Lfe e AVS/Lfe per la stima dei fenomeni di anossia nelle Acque di Transizione.

	Fe labile ( $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ )			Classificazione stato
	>100	50-100	<50	
AVS/LFe	<0,25	<0,25	<0,25	Buono
	$\geq 0,25$	$\geq 0,25$	$\geq 0,25$	Sufficiente

#### Campionamento, analisi e risultati



Nell'annualità 2021, il monitoraggio delle acque di transizione pugliesi, relativamente agli elementi di qualità fisico-chimica a sostegno, è stato realizzato da ARPA Puglia su un totale di 12 corpi idrici. All'interno di ciascun corpo idrico è stata monitorata una singola stazione di campionamento, ad eccezione del corpo idrico "Lago di Varano" (che ne presenta 3) e Alimini Grande (che ne presenta 2).

I campioni di acqua, una volta raccolti secondo la frequenza temporale prevista dal Programma di monitoraggio, sono stati trasferiti in laboratorio per la determinazione dei parametri fisico-chimici (azoto inorganico disciolto, fosforo reattivo) necessari per la classificazione dello stato di qualità.

Le classi di salinità di ciascun corpo idrico, necessarie per definire i macrotipi, sono state ottenute considerando i valori medi di salinità nella colonna d'acqua misurati nello stesso periodo temporale (gennaio - dicembre 2021).

Il parametro Ossigeno disciolto, in questo caso considerato come una misura indiretta di eventuali fenomeni di anossia e di ipossia occorsi nel corpo idrico, non è stato misurato in continuo, come richiesto in prima battuta dal D.M. 260/2010, ma derivato indirettamente dalla concentrazione ( $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ ) del parametro Ferro labile (LFe) e dal rapporto tra i solfuri volatili disponibili e il ferro labile (AVS/LFe), entrambi rilevati nei sedimenti, come consentito dal citato decreto.

Nella tabella seguente sono riportati i valori medi delle misure di DIN e P-PO<sub>4</sub> e la classe di qualità corrispondente, relativi all'annualità 2021, sia per stazione che per corpo idrico. Nella stessa tabella è riportato il valore del rapporto Solfuri volatili/Fe labile (AVS/Lfe), per ogni singola stazione e complessivamente per ogni corpo idrico.

Valori medi dei parametri DIN, P-PO<sub>4</sub>, AVS/Lfe e giudizio di qualità per i corpi idrici pugliesi della categoria "Acque di Transizione" - 2021

Corpo Idrico	Stazione	Salinità (psu)	Azoto inorganico disciolto (DIN) ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )			Fosforo reattivo (PO <sub>4</sub> ) ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )			Fe labile ( $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$ ) - Solfuri volatili/ Fe labile		
			Stazione		Corpo idrico	Stazione		Corpo idrico	Stazione	Corpo idrico	CLASSE
			Media annua	Media annua		CLASSE	Media annua				
Laguna di Lesina-da sponda occidentale a località La Punta	AT_LE01	< 30	249	249	Buono	9	9	-	0,81	0,81	Sufficiente
Laguna di Lesina-da La Punta a Fiume Lauro/Foce Schiapparo a La Punta	AT_LE02	< 30	156	156	Buono	5	5	-	0,82	0,82	Sufficiente
Laguna di Lesina-da Fiume Lauro/Foce Schiapparo a sponda orientale	AT_LE03	< 30	239	239	Buono	4	4	-	0,91	0,91	Sufficiente
Lago di Varano	AT_VA01	< 30	51	101	Buono	9	9	-	1,23	0,83	Sufficiente
	AT_VA02	< 30	56		Buono	10			0,15		Sufficiente
	AT_VA03	< 30	195		Buono	10			1,12		Sufficiente
Vasche Evaporanti (Lago Salpi)	AT_LS01	> 30	192	192	Buono	5	5	Buono	0,05	0,05	Buono
Torre Guaceto	AT_TG01	< 30	94	94	Buono	10	10	-	3,28	3,28	Sufficiente
Punta della Contessa	AT_PU01	> 30	74	74		40	40	Sufficiente	0,27	0,27	Buono
Cesine	AT_CE01	< 30	37	57		6	6	-	1,57	1,57	Sufficiente
Alimini Grande	AT_AL01	> 30	269*	262*	Sufficiente	6	6	Buono	0,45	0,66	Sufficiente
	AT_AL02	> 30	255*			6			1,02		
Baia di Porto Cesareo	AT_PC01	> 30	351*	351*	Sufficiente	7	7	Buono	0,53	0,53	Sufficiente
Mar Piccolo - Primo Seno	AT_MP01	> 30	170	170	Buono	3	3	Buono	0,08	0,08	Buono
Mar Piccolo - Secondo Seno	AT_MP02	> 30	143	143	Buono	3	3	Buono	0,65	0,65	Sufficiente

\* = superamento del corrispondente limite Buono/Sufficiente inferiore ad un incremento del 50% del valore del limite stesso.

\*\* = superamento del corrispondente limite Buono/Sufficiente inferiore ad un incremento del 75% del valore del limite stesso.

In base a quanto riportato nella tabella precedente, l'elemento di qualità "Azoto inorganico disciolto (DIN)", classifica in uno stato "Buono" tutti i corpi idrici, ad eccezione dei corpi idrici di Alimini Grande e di Baia di

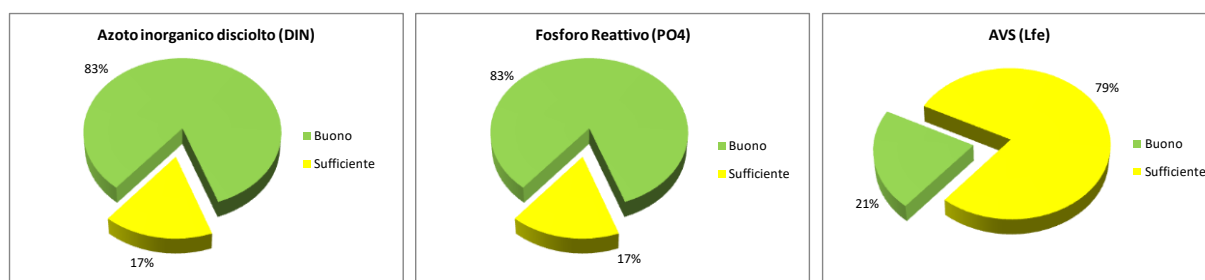
Porto Cesareo che risultano in uno stato “Sufficiente”. Con riferimento alla classe “Sufficiente”, si evidenzia un superamento del limite di classe Buono/Sufficiente inferiore ad un incremento del 50% per entrambi i corpi idrici.

Il parametro “Fosforo reattivo”, come da indicazione del D.M. 260/2010, è da valutare rispetto al limite di classe Buono/Sufficiente esclusivamente nel caso di corpi idrici aventi una salinità superiore a 30 psu. Tra i corpi idrici pugliesi che rientrano in tale categoria, cinque (Lago Salpi, Alimini Grande, Baia di Porto Cesareo e Mar Piccolo Primo e Secondo Seno) possono essere classificati in uno stato “Buono” e uno (Punta della Contessa) può essere classificato in uno stato “Sufficiente”.

Per quanto riguarda la classificazione ottenuta utilizzando i parametri Ferro labile e Solfuri volatili disponibili, i corpi idrici appartenenti al Lago Salpi, a Punta della Contessa e al Primo Seno del Mar Piccolo ottengono una classe in stato “Buono”, mentre i restanti corpi idrici sono classificati in uno stato “Sufficiente”.

Sulla scorta dei risultati ottenuti per l’annualità 2021, in base al parametro “DIN”, l’83% dei corpi idrici di transizione pugliesi risulterebbe in uno stato di qualità “Buono” e il 17% in stato di qualità “Sufficiente”; analogamente, in base al parametro “Fosforo reattivo”, l’83% dei corpi idrici risulterebbe in uno stato di qualità “Buono” e il 17% in stato “Sufficiente”. Il rapporto tra i parametri Solfuri volatili disponibili e Ferro labile classificherebbe il 21% dei corpi idrici in stato di qualità “Buono” e il 79% in stato “Sufficiente”.

Nei grafici riportati di seguito sono rappresentate, per i corpi idrici pugliesi della categoria “Acque di Transizione” indagati nell’annualità 2021, le percentuali delle classi di qualità risultanti sulla base dei singoli parametri analizzati (DIN, P-PO<sub>4</sub>, AVS/Lfe).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità in base ai parametri DIN, P-PO<sub>4</sub>, AVS/Lfe nei corpi idrici pugliesi della categoria “Acque di transizione” - 2021

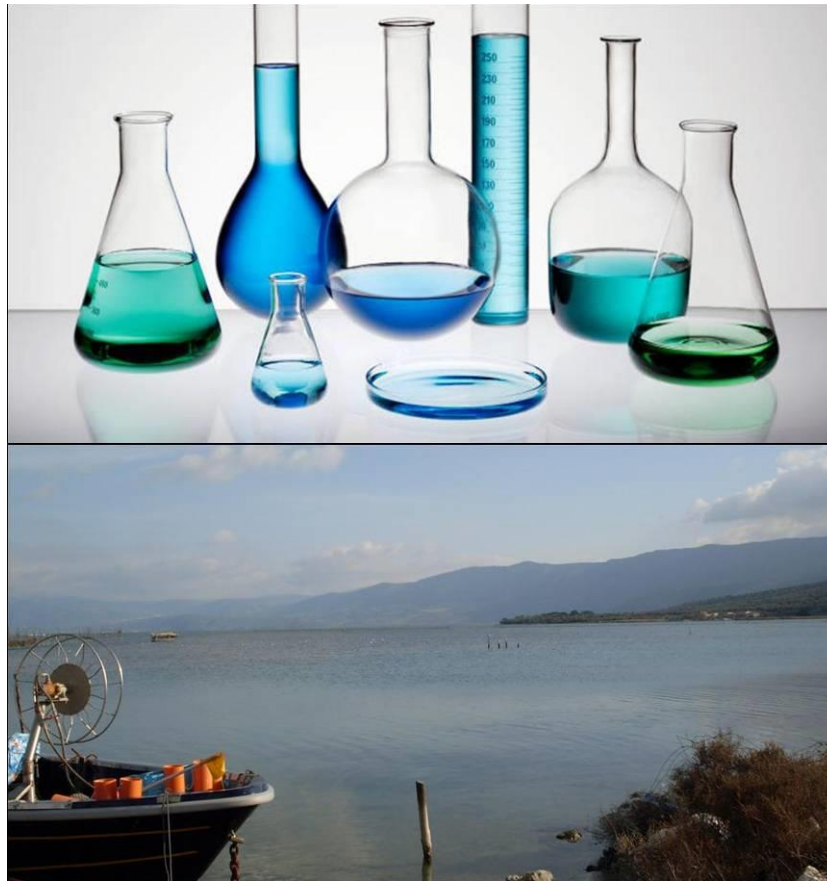
### Criticità nel campionamento, nell’analisi e nell’applicazione dell’indice utilizzato

Non si sono evidenziate particolari criticità nella fase di campionamento, con l’eccezione della rilevazione in continuo dei dati di Ossigeno disciolto, impraticabile con i mezzi attualmente a disposizione e nel contesto dei corpi idrici pugliesi di transizione.

Si ritiene che l’impossibilità di acquisire i dati di Ossigeno disciolto in continuo, e dunque il ricorso al calcolo indiretto degli eventi di anossia, attraverso la valutazione del parametro ferro labile (LFe) e del rapporto tra i solfuri volatili disponibili e il ferro labile (AVS/LFe) nei sedimenti, possa in qualche maniera condizionare una adeguata classificazione, almeno per la variabile in oggetto.

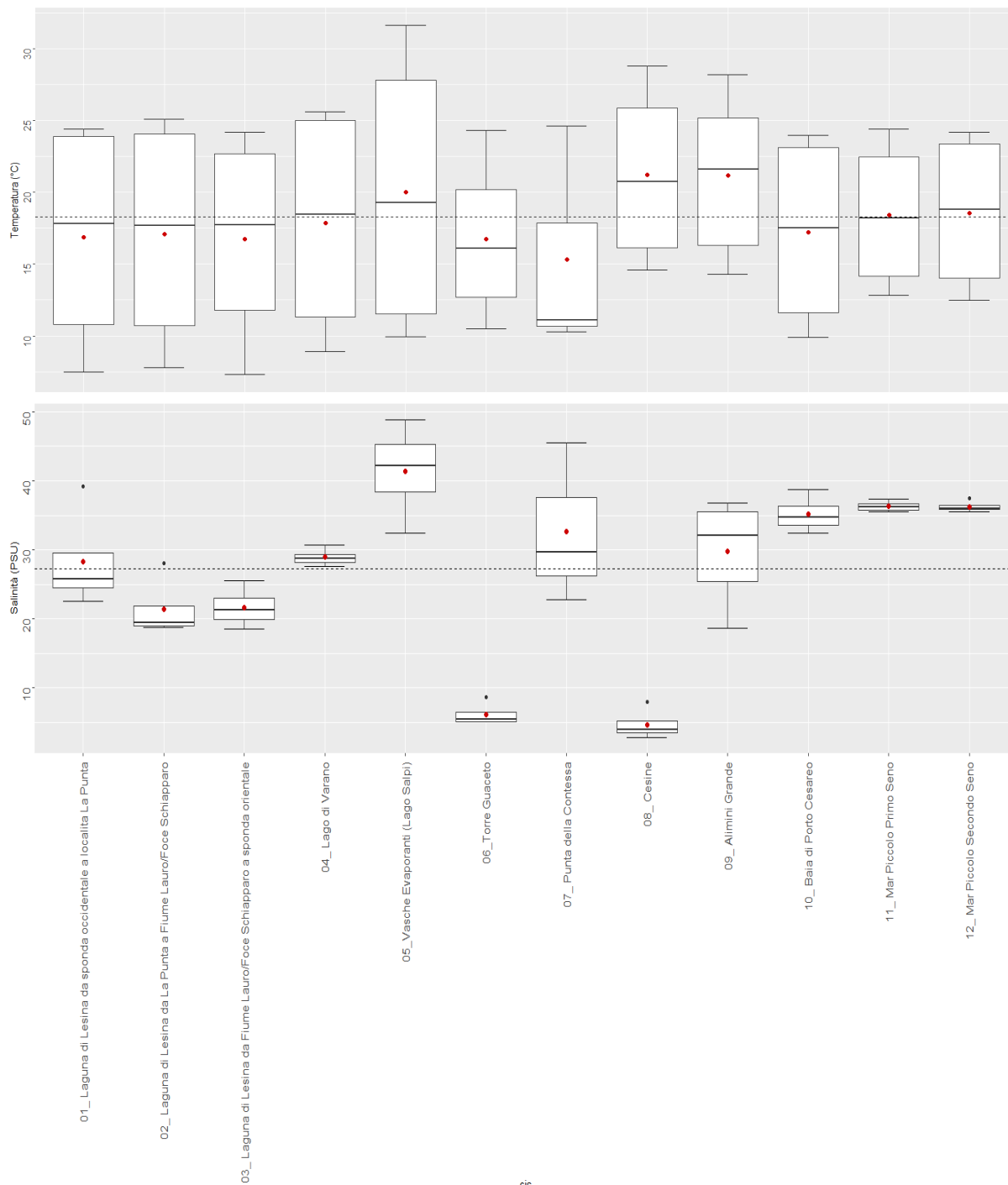
## **Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque di Transizione”**

**Altri elementi chimico-fisici a supporto, comprese  
le sostanze di cui alle Tabelle 1/A e 1/B del D.Lgs. n.  
172/2015**

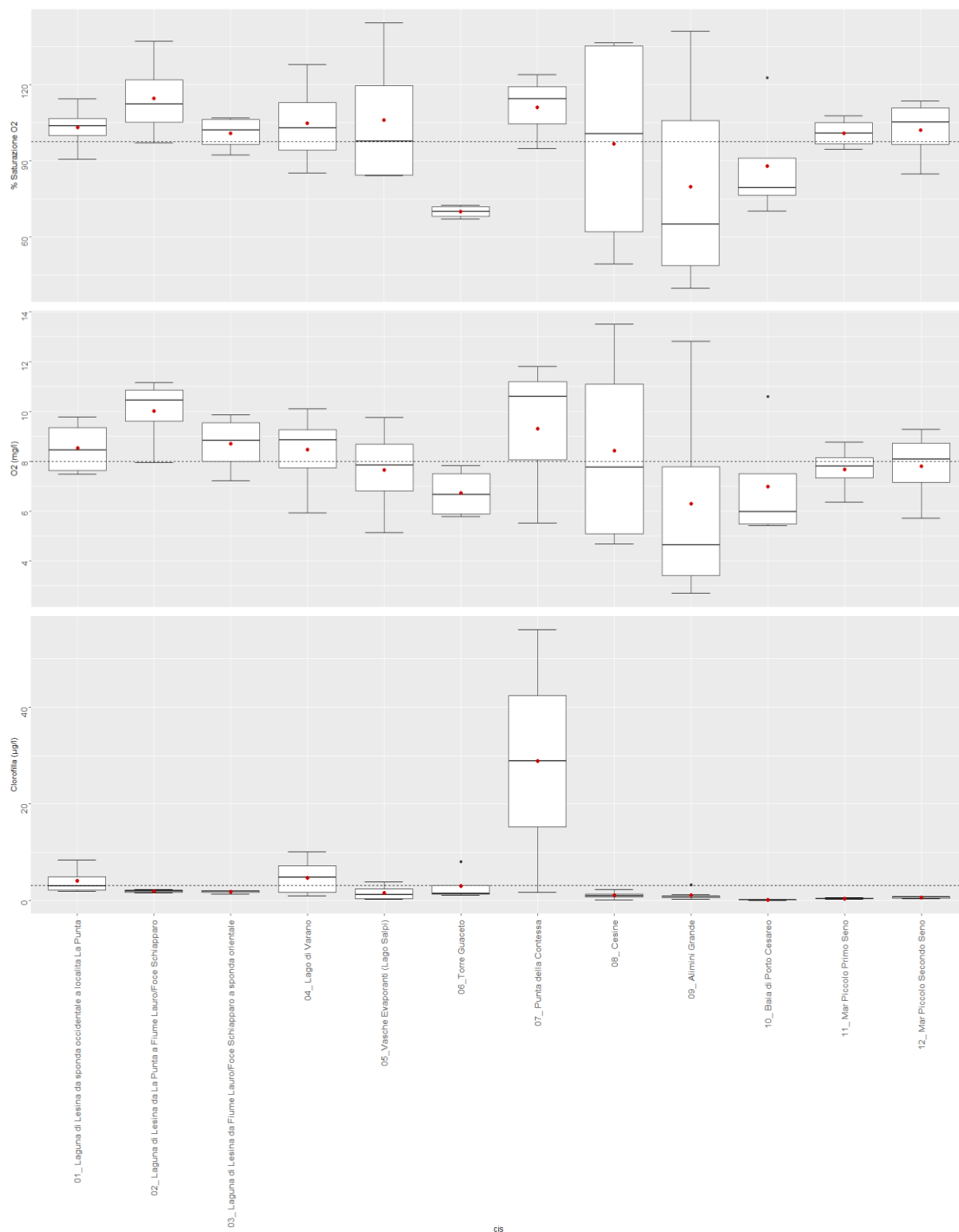




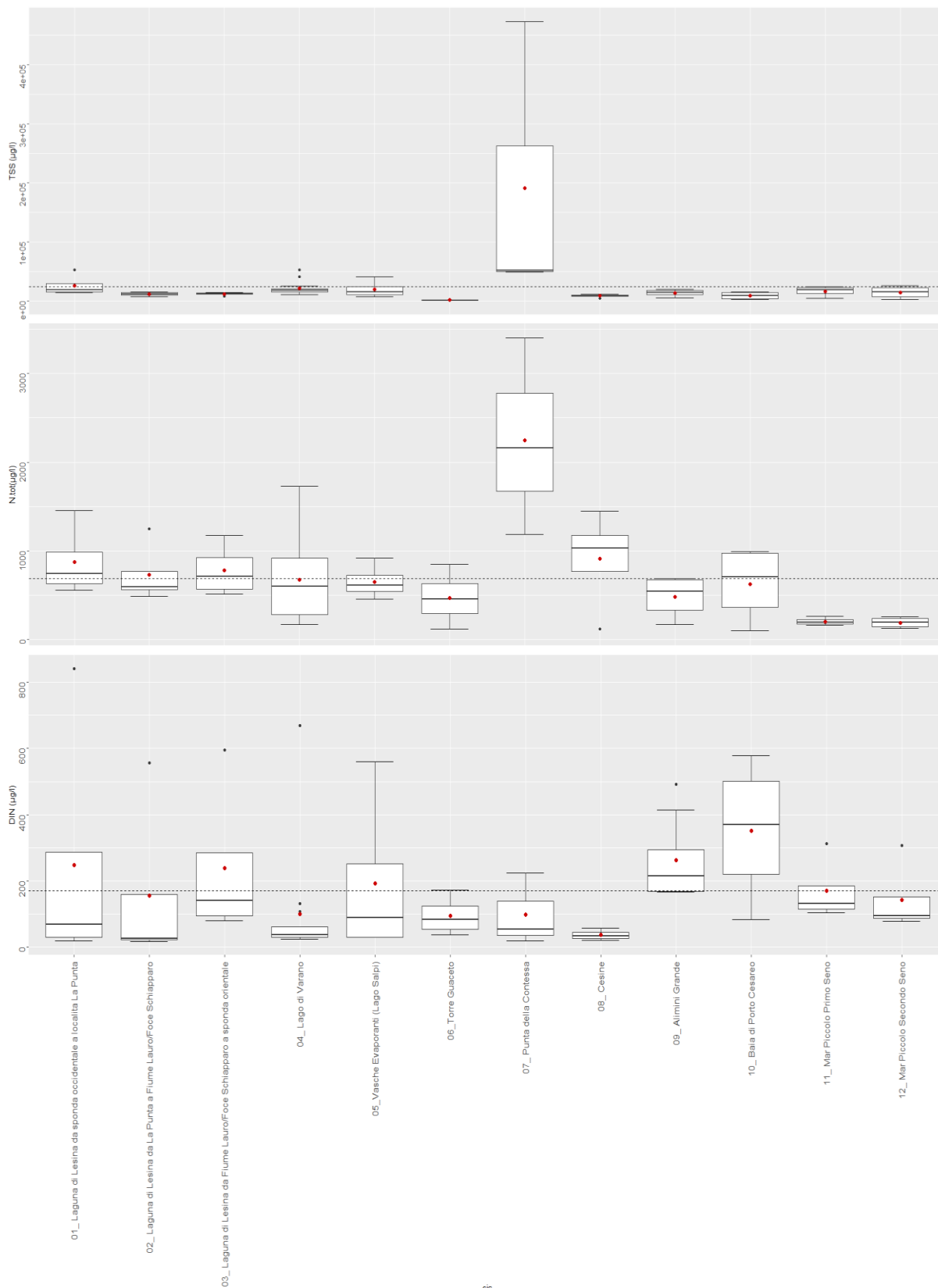
Di seguito si riportano le risultanze per l'annualità 2021 dell'andamento e distribuzione di alcuni parametri, selezionati tra quelli monitorati in base alla loro rappresentatività e utili ad una migliore interpretazione dello stato di qualità ambientale delle Acque di Transizione pugliesi.



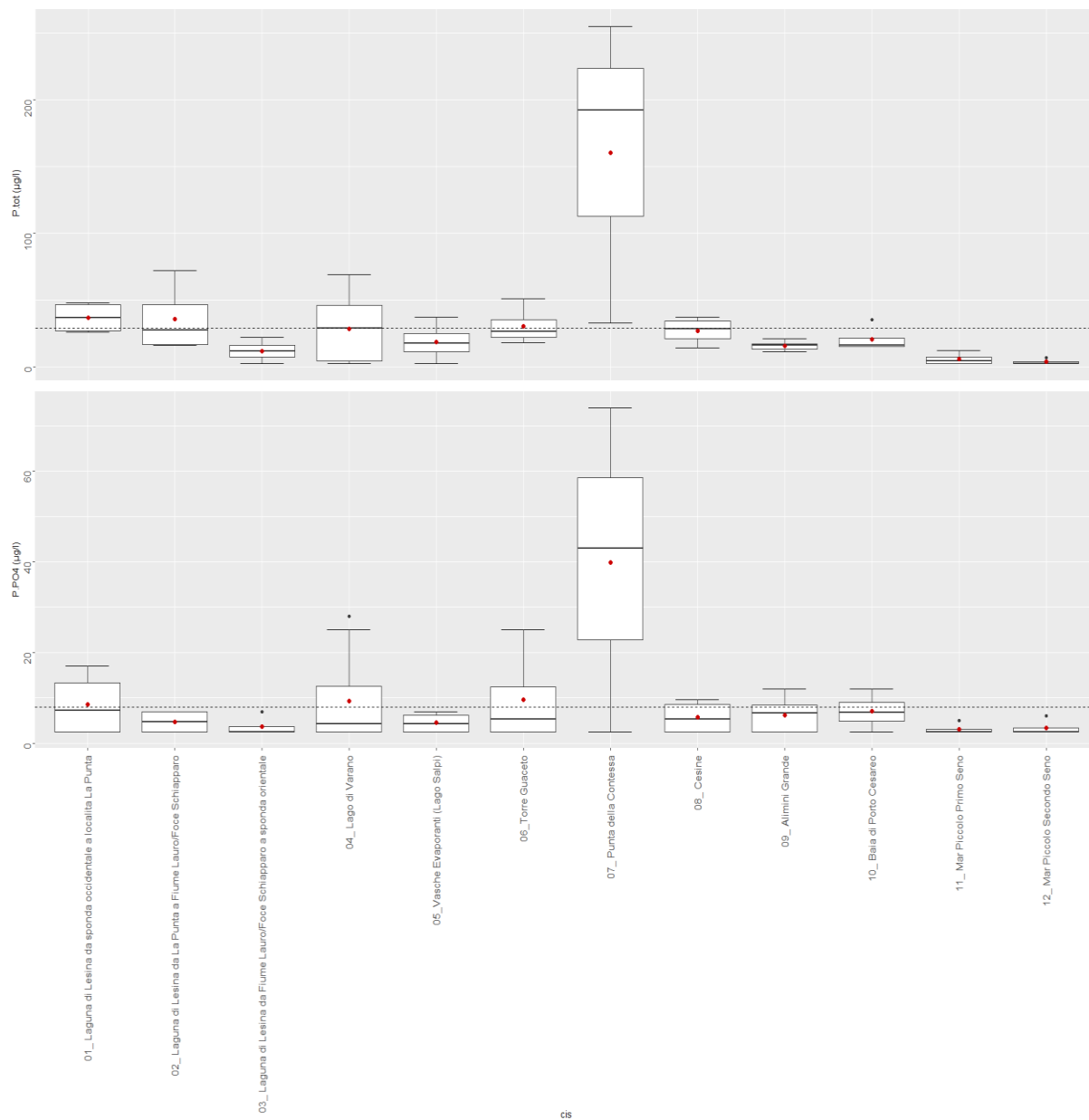
Box plots relativi ai parametri temperatura (°C) e salinità (PSU), misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Acque di Transizione". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.



Box plots relativi ai parametri ossigeno disciolto (mg/l), saturazione d'ossigeno (%), e clorofilla "a" ( $\mu\text{g/l}$ ) misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Acque di Transizione". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.



Box plots relativi ai parametri TSS (solidi sospesi) ( $\mu\text{g/l}$ ), azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ) e DIN (azoto inorganico disciolto) ( $\mu\text{g/l}$ ), misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Acque di Transizione". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.



Box plots relativi ai parametri fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ) e P-PO<sub>4</sub> ( $\mu\text{g/l}$ ) misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Acque di Transizione". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.

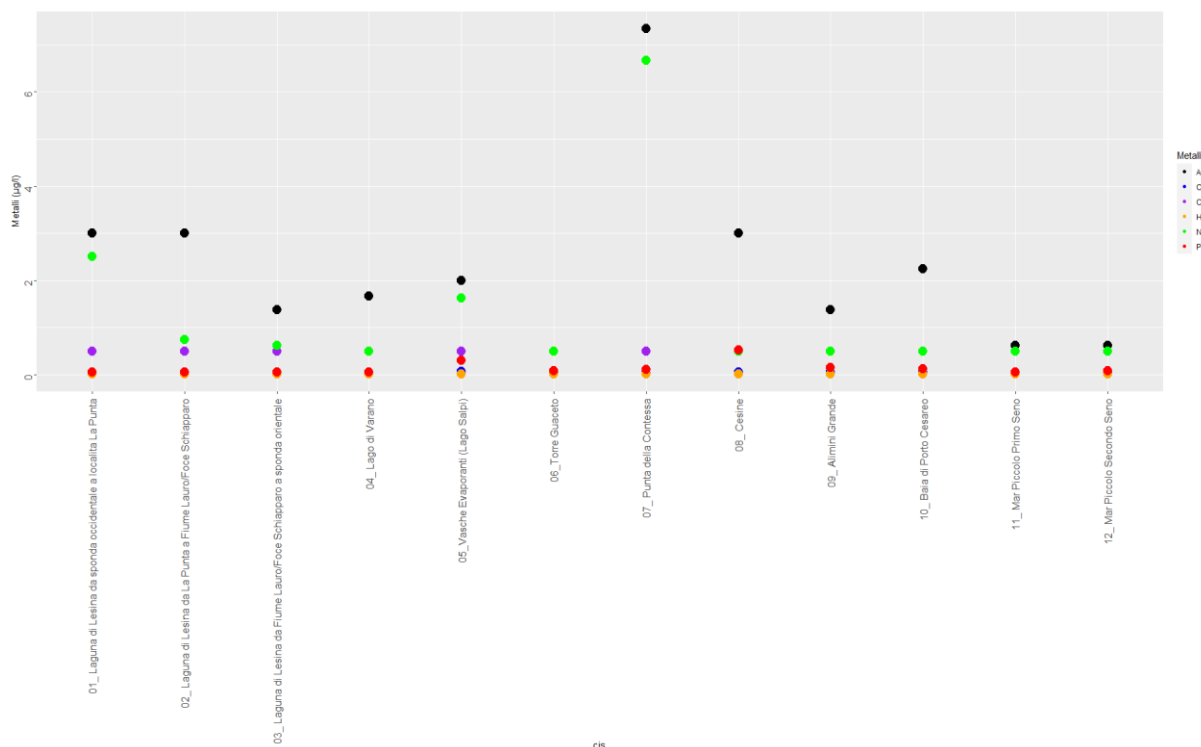


Gráfico dei valori medi dei metalli pesanti Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Acque di Transizione".

Nel periodo gennaio - dicembre 2021, l'analisi dei risultati dei parametri chimico-fisici misurati in campo e delle determinazioni chimiche di laboratorio è stata elaborata su un totale di n. 12 corpi idrici della categoria "Acque di Transizione" così come previsti dal Programma di Monitoraggio relativo al triennio 2019-2021.

I risultati evidenziano e confermano il differente regime alino per i corpi idrici pugliesi della categoria "Acque di Transizione". Il valore di 30 psu, soglia di separazione dei macrotipi di transizione ai sensi del D.M. 260/2010 tra le classi di salinità eualino-iperhalino (>30) e oligohalino-mesohalino-polihalino (<30psu), raggruppa da un lato i corpi idrici "Vasche Evaporanti (Lago Salpi)", "Punta della Contessa", "Alimini Grande", "Baia di Porto Cesareo", "Mar Piccolo - Primo Seno" e "Mar Piccolo - Secondo Seno", con valori >30 psu, dall'altra i rimanenti corpi idrici (con valori <30 psu).

Per quanto riguarda l'ossigeno, misurato sia in termini di concentrazione sia di saturazione, in tutti i corpi idrici pugliesi si stimano valori medi annui compresi fra 6 e 10 mg/l, corrispondenti a percentuali di saturazione tra il 70% e il 110%, i cui valori più bassi si osservano nel corpo idrico "Torre Guaceto". Con riferimento alla clorofilla, si osserva un picco nel corpo idrico "Punta della Contessa", con valori medi di 29 µg/l.

Per quanto attiene i composti azotati, i valori più elevati, superiori alla media dei corpi idrici pugliesi, del parametro azoto totale (superiori a 740 µg/l) si registrano nei corpi idrici della Laguna di Lesina, "Punta della Contessa" e "Cesine", mentre per le concentrazioni di DIN i valori più alti, rispetto alla media dei corpi idrici pugliesi (superiori ai 170 µg/l), si riscontrano principalmente in due corpi idrici della Laguna di Lesina e nei corpi idrici "Vasche Evaporanti (Lago Salpi)", "Alimini Grande" e "Baia di Porto Cesareo". Con riferimento ai composti fosfatici, si evidenzia un picco nelle concentrazioni di fosforo totale e fosforo-ortofosfato nel corpo idrico "Punta della Contessa".

Per le acque di transizione è sempre opportuno rimarcare che l'effetto dell'arricchimento di nutrienti, in particolare nei corpi idrici a ridotto scambio con il mare, può comportare variazioni in aumento della biomassa algale e conseguenti fenomeni eutrofici. L'eventuale e successivo incremento di sostanza organica associata, all'indotta riduzione della trasparenza delle acque, all'aumento del consumo di ossigeno

e alla deposizione di carbonio organico sul fondo, potrebbe avere effetti negativi sulle comunità bentoniche vegetali (Macroalghe e Angiosperme), animali (Macroinvertebrati) e sulla fauna ittica.

Per quanto riguarda le sostanze di cui alle tabb. 1/A e 1/B dell'All.1 al D.Lgs. n. 152/2006 (matrice acque), modificate dal D.Lgs. n. 172/2015, per l'annualità 2021 si sono evidenziati superamenti dell'SQA-MA (media annua), di cui alla Tab. 1/A, per il benzo(a)pirene nel corpo idrico "Cesine" e per gli Ottilfenoli in "Punta della Contessa" e "Alimini Grande", mentre lo SQA-CMA è superato per il Benzo(g,h,i)perilene nei corpi idrici "Cesine" e "Baia di Porto Cesareo". Lo SQA-MA di cui alla Tab.1/B è superato per l'arsenico nel corpo idrico "Punta della Contessa" (vedi tabella seguente).

Si specifica che i risultati analitici 2021 dei residui dei prodotti fitosanitari e delle nuove sostanze di cui al Monitoraggio Supplementare, saranno esposti in apposite relazioni; tali esiti non sono utilizzati nelle elaborazioni del presente documento per consentire la confrontabilità tra i dati dell'intero sessennio di monitoraggio 2016-2021, attraverso l'utilizzo di un set analitico comune.

Valutazione della conformità agli Standard di Qualità Ambientale (SQA) di cui alle tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. n. 172/2015 per i corpi idrici della categoria "Acque di transizione" - 2021

Corpo Idrico Superficiale della Regione Puglia  "Acque di transizione"	Conformità agli SQA		
	Sostanze dell'elenco di priorità Tab. 1/A D.Lgs n. 172/2015		Altre sostanze non dell'elenco di priorità Tab. 1/B D.Lgs n. 172/2015
	Media annua  SQA-MA µg/l	Concentrazione massima ammmissibile SQA-CMA µg/l	Media annua  SQA-MA µg/l
Laguna di Lesina-da sponda occidentale a località La Punta			
Laguna di Lesina-da La Punta a Fiume Lauro/Foce Schiapparo			
Laguna di Lesina-da Fiume Lauro/Foce Schiapparo a sponda orientale			
Lago di Varano			
Vasche Evaporanti (Lago Salpi)			
Torre Guaceto			
Punta della Contessa	Ottilfenoli ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo))* = 0,02		Arsenico = 7
Cesine	Benzo(a)pirene = 0,00031	Benzo(g,h,i)perilene = 0,00100	
Alimini Grande	Ottilfenoli ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)) = 0,02		
Baia di Porto Cesareo		Benzo(g,h,i)perilene = 0,00250	
Mar Piccolo - Primo Seno			
Mar Piccolo - Secondo Seno			

\*=valutazione effettuata su un'unica misura



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque di transizione”

# SINTESI delle CRITICITÀ



Di seguito si riportano, in forma sintetica, le criticità riscontrate nel 2021 in alcuni corpi idrici di transizione, con riferimento sia agli Elementi di Qualità Biologica che al monitoraggio fisico-chimico e degli inquinanti specifici. Si ribadisce che gli EQB, in virtù della stratificazione nel triennio del loro monitoraggio, nel corso della annualità in esame sono stati controllati solo in alcuni corpi idrici, così come illustrato in dettaglio nei paragrafi precedenti.

Corpi Idrici Significativi "Acque di transizione"	Stazioni	Criticità per corpo idrico	Criticità in sintesi
Laguna di Lesina - da sponda occidentale a località La Punta	AT_LE01	<b>Fitoplancton:</b> peggioramento dallo stato "Buono" a "Sufficiente" rispetto al precedente monitoraggio 2020 <b>Macrofite:</b> sufficiente (stato stazionario rispetto al 2020) <b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate dei composti azotati rispetto alla media dei corpi idrici. Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020)	<b>Laguna di Lesina</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici e potenziali criticità nelle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo.
Laguna di Lesina - da La Punta a Fiume Lauro / Foce Schiapparo	AT_LE02	<b>Dati chimico-fisici:</b> condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020)	
Laguna di Lesina - da Fiume Lauro / Foce Schiapparo a sponda orientale	AT_LE03	<b>Fitoplancton:</b> sufficiente (stato stazionario rispetto al 2020) <b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate dei composti azotati rispetto alla media dei corpi idrici. Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020)	
Lago di Varano	AT_VA01	<b>Dati chimico-fisici</b> Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020)	<b>Lago di Varano</b> Potenziati criticità nelle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo.
	AT_VA02		
	AT_VA03		
Vasche Evaporanti (Lago Salpi)	AT_LS01	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei composti azotati superiori alla media dei corpi idrici.	<b>Lago Salpi</b> Concentrazioni dei composti azotati superiori rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Torre Guaceto	AT_TG01	<b>Fitoplancton:</b> sufficiente (stato stazionario rispetto al 2020) <b>Dati chimico-fisici</b> Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020)	<b>Torre Guaceto</b> Potenziati criticità nelle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo.
Punta della Contessa	AT_PU01	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate dei composti azotati e fosfatici rispetto alla media dei corpi idrici. <b>Inquinanti:</b> superamento dell'SQA-MA per <i>Ottifenoli ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo))</i> e <i>Arsenico</i> .	<b>Punta della Contessa</b> Elevate concentrazioni dei nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria. Superamenti di SQA per alchilfenoli e metalli (As).
Cesine	AT_CE01	<b>Dati chimico-fisici:</b> Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020) <b>Inquinanti:</b> superamento dell'SQA-MA per <i>Benzo(a)pirene</i> e dell'SQA-CMA per il <i>Benzo(g,h,i)perilene</i>	<b>Cesine</b> Superamenti di SQA per alcuni IPA
Alimini Grande	AT_AL01	<b>Fitoplancton:</b> peggioramento dallo stato "Buono" a "Sufficiente" rispetto al precedente monitoraggio 2020 <b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate dei composti azotati rispetto alla media dei corpi idrici. Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020) <b>Inquinanti:</b> superamento dell'SQA-MA per <i>Ottifenoli ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo))</i> .	<b>Alimini Grande</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria e potenziali criticità nelle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo. Superamenti di SQA per alchilfenoli.
	AT_AL02		
Baia di Porto Cesareo	AT_PC01	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni elevate dei composti azotati rispetto alla media dei corpi idrici. Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020) <b>Inquinanti:</b> superamento dell'SQA-CMA per il <i>Benzo(g,h,i)perilene</i> .	<b>Baia di Porto Cesareo</b> Elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria e potenziali criticità nelle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo. Superamenti di SQA per IPA.
Mar Piccolo Secondo Seno	AT_MP02	<b>Dati chimico-fisici:</b> Condizioni di anossia/ipossia (AVS/Lfe) in stato "Sufficiente" (stato stazionario rispetto al 2020)	<b>Mar Piccolo - Secondo Seno</b> Potenziati criticità nelle condizioni di ossigenazione delle acque di fondo.

**SERVIZIO DI MONITORAGGIO DEI corpi idrici SUPERFICIALI DELLA  
REGIONE PUGLIA**

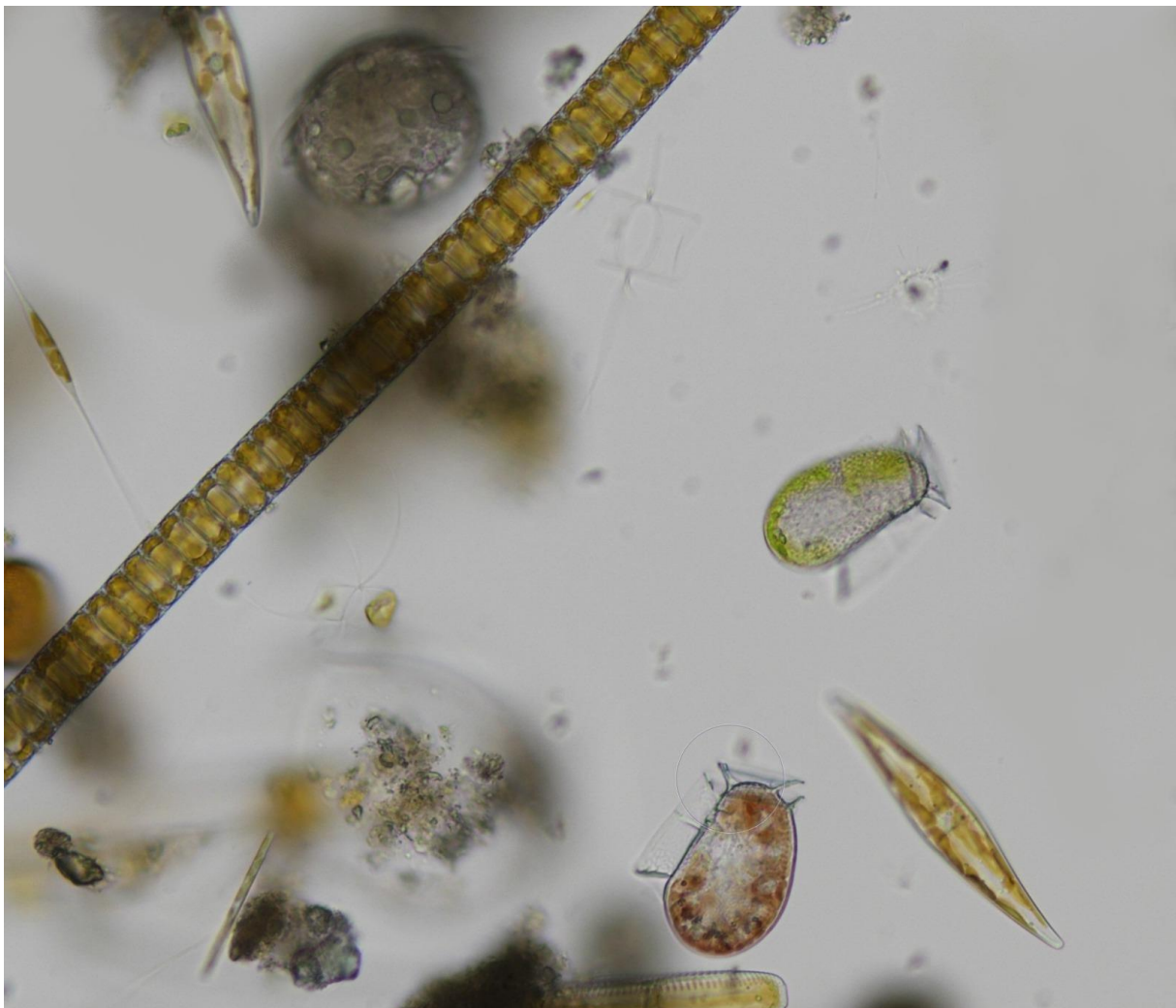
**Anno 2021 - Monitoraggio Operativo**

**CORPI IDRICI SUPERFICIALI DELLA CATEGORIA  
ACQUE MARINO COSTIERE**



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque Marino-costiere”

### Elemento di Qualità Biologica **FITOPLANCTON**



Per la classificazione dello stato ecologico delle acque marino costiere pugliesi, in riferimento all'Elemento di Qualità Biologica "Fitoplancton", ARPA Puglia ha applicato i criteri tecnici riportati nell'All. 4.3.1 del D.M. 260/2010.

Secondo tali criteri, l'EQB "Fitoplancton" è valutato attraverso il parametro "Clorofilla-a" misurato in superficie, stabilito come indicatore della biomassa. Per il calcolo del valore del parametro "Clorofilla-a" si applicano 2 tipi di metriche, a seconda dei macrotipi marino costieri, come di seguito riportate:

- per i macrotipi marino costieri caratterizzati da "media stabilità" e "bassa stabilità", si calcola il 90° percentile della distribuzione normalizzata dei dati di clorofilla. Per la normalizzazione della serie annuale delle concentrazioni di clorofilla "a" si applica la Log-trasformazione dei dati originari, riconvertendo successivamente in numero il valore del 90° percentile della distribuzione logaritmica;
- per il macrotipo "alta stabilità" si calcola la media geometrica.

Il valore dell'RQE (Rapporto di Qualità Ecologica) per la valutazione dello stato ecologico del fitoplancton delle acque marino-costiere, viene successivamente definito dal rapporto tra il valore del parametro biologico osservato e il valore dello stesso parametro corrispondente alle condizioni di riferimento per il "macrotipo" di corpo idrico.

La tabella originale del D.M. 260/2010, di seguito riportata, indicava per ciascun macrotipo:

- i valori delle condizioni di riferimento in termini di concentrazione di clorofilla "a";
- i limiti di classe, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente, espressi sia in termini di concentrazione di clorofilla "a" (espressi in mg/m<sup>3</sup>), che in termini di RQE;
- il tipo di metrica da utilizzare.

Limiti di classe fra gli stati di qualità e valori di riferimento per il "Fitoplancton"

Macrotipo	Valore di riferimento (mg/m <sup>3</sup> )	Limiti di classe				Metrica
		Elevato/Buono		Buono/Sufficiente		
		(mg/m <sup>3</sup> )	RQE	(mg/m <sup>3</sup> )	RQE	
1 (alta stabilità)	1.8	2.4	0.75	3.5	0.51	Metrica Geometrica
2 (media stabilità)	1.9	2.4	0.80	3.6	0.53	90° Percentile
3 (bassa stabilità)	0.9	1.1	0.80	1.8	0.50	90° Percentile

Tale tabella è stata in seguito modificata dalla nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015, che ha tenuto conto dei risultati derivanti dall'esercizio di intercalibrazione stabilito dalla Commissione Europea (Decisione 2013/480/UE). All'All. 2 della citata nota del MATTM, la nuova tabella è così riportata:

Limiti di classe fra gli stati di qualità e valori di riferimento per il "Fitoplancton", così come modificati dall'All. 2 alla nota MATTM prot. n. 17869/2015

Limiti di classe	Tipo 1 (alta stabilità)		Tipo 2 (media stabilità: solo per acque costiere adriatiche)		Tipo 2 (media stabilità)		Tipo 3 (bassa stabilità)	
	Chl a Medie Geometriche annuali (µg/L)	RQE	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE
valori di riferimento	0,8		0,36		0,36		0,9	
elevato/buono	2,5	0,78	1,58	0,75	1,06	0,76	1,1	0,8
buono/sufficiente	6,2	0,59	3,81	0,58	2,19	0,59	1,8	0,5
sufficiente/scarso	15,1	0,40	9,2	0,40	4,51	0,40	-	-
scarso/cattivo	37,1	0,21	22,2	0,23	9,3	0,22	-	-

Ancora più recentemente la Commissione Europea, con la Decisione 2018/229/EU, ha ulteriormente chiarito le risultanze dell'esercizio di intercalibrazione, provvedendo a definire per i differenti "Tipi" di



acque marino costiere individuati (per le acque italiane: Tipo I, Tipo II A “Adriatico”, Tipo II A “Tirreno”, Tipo III W “Adriatico” e Tipo III W “Tirreno”) valori soglia di Chl-a nonché i rispettivi RQE.

Le nuove determinazioni assunte dalla Commissione Europea hanno in qualche modo influenzato le modalità di elaborazione dei dati, e sulla scorta di tali modifiche il MATTM, per tramite dell’ISPRA, ha predisposto il documento “*Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere - Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton*” (ISPRA, 2018), che contiene indicazioni su come si sia giunti all’individuazione dei valori soglia e su come debbano essere calcolate le metriche e stimati i Rapporti di Qualità Ecologica per il descrittore “Chl-a”.

Nelle tabelle successive, estratte dal documento sopracitato, sono indicati i valori soglia delle metriche e degli RQE per i Tipi che interessano le acque marino costiere pugliesi, ovvero il Tipo II A “Adriatico”, il Tipo III W “Adriatico” e il Tipo III W “Tirreno”; a questo ultimo possono essere assimilate le acque marino costiere del versante ionico della Puglia.

Condizioni di riferimento e limiti tra le classi di qualità ecologica espressa dai diversi parametri per le acque costiere di Tipo II A “Adriatico”

Limiti tra le classi	TRIX	Chl-a <i>G<sub>mean</sub></i> annuale µg/L	Chl-a 90° percentile(*) µg/L	TP <i>G<sub>mean</sub></i> annuale µmol/L	Chl-a EQR_actual	Chl-a EQR_norm
Condizioni di Riferimento	-	0.33	0.87	-	1	1
E/B (Elevato/Buono)	4	0.64	1.7	0.26	0.52	0.82
B/S (Buono/Sufficiente)	5	1.5	4.0	0.48	0.22	0.61
S/Sc (Sufficiente/Scarso)	6	3.5	9.3	0.91	0.09	0.40
Sc/C (Scarso/Cattivo)	7	8.2	21.7	1.71	0.04	0.19

Valori-soglia tra il Buono e il Non Buono dello stato ecologico per le acque costiere di Tipo III W

Tipo	Chl-a <i>G<sub>mean</sub></i> annuale µg/L	Chl-a 90° percentile(*) µg/L	TP <i>G<sub>mean</sub></i> annuale µmol/L
Tipo III W Adriatico	0.64	1.7	0.26
Tipo III W Tirreno	0.48	1.17	0.35

In ogni caso, nella procedura di classificazione dello stato ecologico secondo l’EQB Fitoplancton, le metriche da tenere in considerazione per il confronto con i valori soglia sono quelle relative al 90° percentile o alla media geometrica delle distribuzioni di almeno un anno di dati relativi alla concentrazione di clorofilla “a”, in tutte le stazioni allocate in ogni singolo corpo idrico marino costiero.

#### Campionamento, analisi e risultati

Nel periodo gennaio - dicembre 2021, l’elemento di qualità biologica “Fitoplancton” è stato valutato in 39 corpi idrici marino costieri pugliesi, così come previsto dal Programma di Monitoraggio per il triennio 2019-2021.

Nei corpi idrici marino costieri sono allocati n. 84 siti-stazione per il prelievo delle acque; in tali siti la concentrazione di clorofilla “a” è stata misurata direttamente in campo, utilizzando una sonda



multiparametrica dotata di fluorimetro. La misura è stata effettuata, con frequenza bimestrale, nello strato sub-superficiale della colonna d'acqua.

Oltre alla misura della clorofilla "a" è stato comunque prelevato e analizzato un campione di fitoplancton per determinarne la composizione specifica quali-quantitativa, come riportato nelle relative tabelle allegate alla relazione.

Nel corso del 2021, per i corpi idrici marino costieri "Monopoli Torre Canne", "Torre Canne Limite nord AMP Torre Guaceto", "Area Marina Protetta Torre Guaceto", "Limite sud AMP Torre Guaceto Brindisi", "Brindisi Cerano", "Cerano Le Cesine" non è stato possibile completare tutti i campionamenti previsti, a causa di periodi di condizioni meteo-marine avverse e prolungate, che hanno determinato criticità nell'esecuzione delle attività in mare. Pertanto, per tali CI marino costieri lo stato di qualità ecologico in base all'EQB "Fitoplancton" è stato valutato sulla base dei dati relativi a due o tre campagne di monitoraggio.

In considerazione di quanto descritto dal documento di ISPRA "Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere - Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton", per i corpi idrici marino costieri della Regione Puglia, afferenti ai Tipi II A "Adriatico", III W "Adriatico" e III W "Tirreno", per l'indice "Clorofilla-a" si sono utilizzati sia il calcolo della media geometrica che quello del 90° percentile sulla base-dati annuale. L'elaborazione delle informazioni è stata realizzata seguendo le indicazioni riportate nel citato documento.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti relativamente a tali valutazioni, espressi come valore singolo (ricoverito a numero) della media geometrica e del 90° percentile per sito di campionamento, nonché come valori per corpo idrico.

Il calcolo dell'RQE ha poi consentito l'inquadramento nelle rispettive classi di qualità (sullo specifico argomento vedasi le note in coda alla tabella).

Valori e classi dell'indice "Clorofilla-a" riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

Corpo Idrico	Macrotipo	Sito campionamento	Clorofilla "a"				RQE*		CLASSE
			Sito		Corpo Idrico		Stazione	Corpo Idrico	
			media geometrica	90° percentile	media geometrica	90° percentile			
Isole Tremiti	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Tremiti_100	0,11	0,21	0,11	0,19	1,24	1,25	Elevato
		Tremiti_500	0,11	0,18			1,25		
Chieuti Foce Fortore	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	F_Fortore_500	0,18	0,35	0,15	0,32	1,13	1,17	Elevato
		F_Fortore_1750	0,13	0,29			1,22		
Foce Fortore Foce Schiapparo	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	F_Schiapparo_500	0,16	0,64	0,20	0,78	1,17	1,11	Elevato
		F_Schiapparo_1750	0,25	0,92			1,05		
Foce Schiapparo Foce Capoiale	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	F_Capoiale_500	0,16	0,64	0,19	0,68	1,16	1,12	Elevato
		F_Capoiale_1750	0,23	0,72			1,07		
Foce Capoiale Foce Varano	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	F_Varano_500	0,12	0,19	0,12	0,25	1,22	1,24	Elevato
		F_Varano_1750	0,11	0,32			1,26		
Foce Varano Peschici	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Peschici_200	0,13	0,20	0,19	0,41	1,21	1,13	Elevato
		Peschici_1750	0,24	0,61			1,06		
Peschici Vieste	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Vieste_500	0,14	0,33	0,14	0,27	1,18	1,18	Elevato
		Vieste_1750	0,14	0,22			1,18		
Vieste Mattinata	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Mattinata_200	0,23	0,52	0,23	0,40	1,06	1,07	Elevato
		Mattinata_1750	0,22	0,29			1,08		
Mattinata Manfredonia	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Mattinata_200	0,29	0,57	0,32	0,90	1,01	0,99	Buono
		Mattinata_1750	0,37	1,36			0,95		
		Manfredonia_SIN_500	0,28	0,73			1,02		
		Manfredonia_SIN_1750	0,34	0,93			0,97		
Manfredonia Torrente Cervaro	Media Stabilità (Tipo II A Adriatico)	F_Candelaro_500	0,70	1,80	0,62	1,69	0,80	0,83	Elevato
		F_Candelaro_1750	0,55	1,57			0,86		
		F_Carapelle_500	0,39	0,88	0,35	0,74	0,94	0,97	Elevato

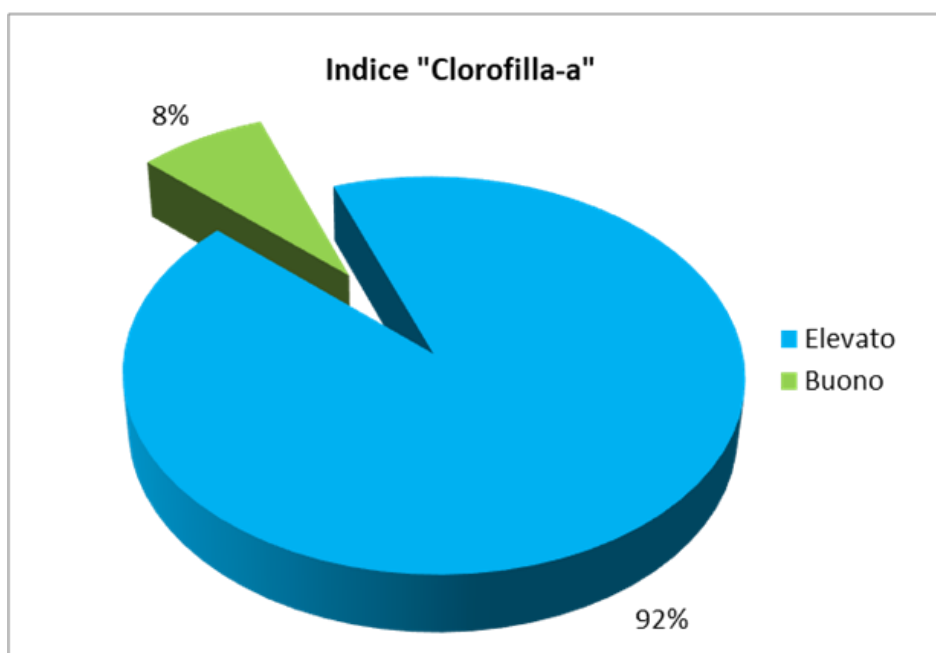
Corpo Idrico	Macrotipo	Sito campionamento	Clorofilla "a"				RQE*		CLASSE
			Sito		Corpo Idrico		Stazione	Corpo Idrico	
			media geometrica	90° percentile	media geometrica	90° percentile			
Torrente Cervaro Foce Carapelle	Media Stabilità (Tipo II A Adriatico)	F_Carapelle_1750	0,30	0,60			1,00		
Foce Carapelle Foce Aloisa	Media Stabilità (Tipo II A Adriatico)	F_Aloisa_500	0,23	0,35	0,22	0,36	1,07	1,08	Elevato
		F_Aloisa_1750	0,21	0,37			1,09		
Foce Aloisa Margherita di Savoia	Media Stabilità (Tipo II A Adriatico)	F_Carmosina_500	0,18	0,30	0,18	0,31	1,13	1,13	Elevato
		F_Carmosina_1750	0,18	0,32			1,13		
Margherita di Savoia Barletta	Media Stabilità (Tipo II A Adriatico)	F_Ofanto_500	0,28	0,54	0,26	0,53	1,02	1,04	Elevato
		F_Ofanto_1750	0,25	0,52			1,05		
Barletta Bisceglie	Media Stabilità (Tipo II A Adriatico)	Bisceglie_500	0,11	0,22	0,14	0,24	1,24	1,20	Elevato
		Bisceglie_1750	0,16	0,26			1,16		
Bisceglie Molfetta	Media Stabilità (Tipo II A Adriatico)	Molfetta_500	0,18	0,24	0,17	0,36	1,13	1,15	Elevato
		Molfetta_1750	0,15	0,47			1,17		
Molfetta Bari	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Bari Balice_500	0,23	0,37	0,24	0,43	1,07	1,06	Elevato
		Bari Balice_1750	0,26	0,50			1,04		
Bari San Vito (Polignano)	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Bari Trullo_500	0,18	0,41	0,17	0,35	1,13	1,14	Elevato
		Bari Trullo_1750	0,16	0,30			1,16		
		Mola_500	0,18	0,38			1,13		
		Mola_1750	0,17	0,32			1,15		
S. Vito (Polignano) Monopoli	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Monopoli_100	0,13	0,38	0,14	0,48	1,21	1,18	Elevato
		Monopoli_1500	0,16	0,57			1,16		
Monopoli Torre Canne	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Forcatelle_500	0,13	0,29	0,08	0,42	1,22	1,41	Elevato
		Forcatelle_1750	0,03	0,54			1,60		
Torre Canne Limite nord AMP Torre Guaceto	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Villanova_500	0,19	0,76	0,11	0,80	1,11	1,34	Elevato
		Villanova_1750	0,03	0,83			1,56		
Area Marina Protetta Torre Guaceto	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	T_Guaceto_500	0,06	0,92	0,04	0,62	1,41	1,55	Elevato
		T_Guaceto_1750	0,02	0,32			1,69		
Limite sud AMP Torre Guaceto Brindisi	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	P_Penne_100	0,02	0,28	0,04	0,57	1,71	1,56	Elevato
		P_Penne_600	0,06	0,86			1,41		
Brindisi Cerano	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	BR_Capobianco_500	0,25	0,34	0,15	0,58	1,05	1,23	Elevato
		BR_Capobianco_1750	0,06	0,82			1,42		
Cerano Le Cesine	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Campo di Mare_500	0,31	0,44	0,16	0,27	0,99	1,19	Elevato
		Campo di Mare_1750	0,15	0,33			1,18		
		LE_S.Cataldo_500	0,08	0,13			1,33		
		LE_S.Cataldo_1750	0,11	0,18			1,25		
Le Cesine Alimini	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	Cesine_200	0,08	0,13	0,08	0,16	1,34	1,32	Elevato
		Cesine_1750	0,09	0,19			1,31		
Alimini Otranto	Bassa Stabilità (Tipo III W Adriatico)	F_Alimini_200	0,10	0,14	0,10	0,16	1,27	1,27	Elevato
		F_Alimini_1750	0,10	0,17			1,26		
Otranto S.Maria di Leuca	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	Tricase_100	0,06	0,18	0,07	0,18	1,38	1,34	Elevato
		Tricase_500	0,07	0,18			1,31		
S.Maria di Leuca Torre S.Gregorio	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	Punta Ristola_100	0,12	0,50	0,11	0,50	1,20	1,21	Elevato
		Punta Ristola_800	0,10	0,49			1,23		
Torre S.Gregorio Ugento	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	Ugento_500	0,12	0,41	0,10	0,27	1,19	1,23	Elevato
		Ugento_1750	0,09	0,13			1,27		
Ugento Limite sud AMP Porto Cesareo	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	S.Maria_200	0,12	0,16	0,11	0,17	1,19	1,21	Elevato
		S.Maria_1000	0,11	0,19			1,22		
Limite sud AMP Porto Cesareo Torre Colimena	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	P.Cesareo_200	0,11	0,17	0,11	0,19	1,21	1,20	Elevato
		P.Cesareo_1000	0,12	0,20			1,20		
Torre Columena Torre dell'Ovo	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	Campomarino_200	0,16	0,25	0,15	0,24	1,12	1,14	Elevato
		Campomarino_1750	0,14	0,23			1,15		
Torre dell'Ovo Capo S. Vito	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	TA_Lido_Silvana_100	0,14	0,23	0,16	0,26	1,15	1,13	Elevato
		TA_Lido_Silvana_750	0,17	0,30			1,11		

Corpo Idrico	Macrotipo	Sito campionamento	Clorofilla "a"				RQE*		CLASSE
			Sito		Corpo Idrico		Stazione	Corpo Idrico	
			media geometrica	90° percentile	media geometrica	90° percentile			
Capo S. Vito Punta Rondinella	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	TA_S.Vito_100	0,19	0,39	0,18	0,34	1,08	1,09	Elevato
		TA_S.Vito_700	0,17	0,30			1,11		
Punta Rondinella Foce Fiume Tara	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	P_Rondinella_200	0,37	0,61	0,41	0,72	0,92	0,90	Buono
		P_Rondinella_1750	0,44	0,82			0,88		
Foce Fiume Tara Chiatona	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	F_Patemisco_500	0,25	0,57	0,27	0,53	1,01	0,99	Buono
		F_Patemisco_1750	0,29	0,49			0,97		
Chiatona Foce Lato	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	F_Lato_500	0,19	0,56	0,19	0,48	1,08	1,08	Elevato
		F_Lato_1750	0,19	0,39			1,08		
Foce Lato Bradano	Bassa Stabilità (Tipo III W Tirreno)	Ginosa_200	0,24	0,68	0,22	0,52	1,02	1,05	Elevato
		Ginosa_1750	0,20	0,35			1,07		

\* RQE normalizzato in accordo al documento "CRITERI TECNICI PER LA CLASSIFICAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO DEI corpi idrici DELLE ACQUE MARINO COSTIERE- Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton" (ISPRA, 2018). Per i corpi idrici riconducibili ai Tipi III W Adriatico e III W Tirreno (questi ultimi utilizzabili anche per lo Ionio pugliese), allo scopo di rendere omogenea l'elaborazione e al fine di consentire la normalizzazione si sono utilizzate le funzioni riportate per i rispettivi tipi II A Adriatico e II A Tirreno.

\*\* Per i corpi idrici riconducibili ai Tipi III W Adriatico e III W Tirreno (questi ultimi utilizzabili anche per lo Ionio pugliese), malgrado non sia contemplato dalla Decisione 2018/229/EU della Commissione, si è deciso di mantenere il giudizio anche di "Elevato" in analogia e per comparazione rispetto alle precedenti classificazioni; in questo caso, il giudizio "Elevato" si ritiene attribuibile allorché il valore di RQE normalizzato superi l'unità, ovvero i valori medi (e il 90° percentile) di clorofilla "a" siano inferiori alle condizioni di riferimento previste per i rispettivi tipi II A Adriatico e II A Tirreno riportate nello specifico documento di ISPRA (2018). Tutti i cromatismi in tabella si basano sugli stessi presupposti.

Nel grafico sotto riportato sono rappresentate le percentuali delle classi di qualità, espresse dall'indicatore clorofilla "a", riferite al totale dei corpi idrici marino costieri pugliesi indagati nell'annualità 2021; il 92% risulterebbe in classe di qualità "Elevato" (n. 36 corpi idrici sui n. 39 totali) e il 8% in classe "Buono" (n. 3 corpi idrici).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità relative all'EQB "Fitoplancton" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

#### Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

L'attività di campionamento effettuata nel 2021 ha evidenziato alcune criticità per i corpi idrici marino costieri "Monopoli Torre Canne", "Torre Canne Limite nord AMP Torre Guaceto", "Area Marina Protetta

Torre Guaceto”, “Limite sud AMP Torre Guaceto Brindisi”, “Brindisi Cerano”, “Cerano Le Cesine”; per essi non è stato possibile effettuare tutti i campionamenti previsti a causa di periodi di condizioni meteo-marine avverse e prolungate, che hanno pregiudicato lo svolgimento delle attività a mare. Pertanto, per tali corpi idrici lo stato di qualità ecologico in base all’EQB “Fitoplancton” è stato valutato sulla base dei dati relativi a due o tre campagne di monitoraggio.

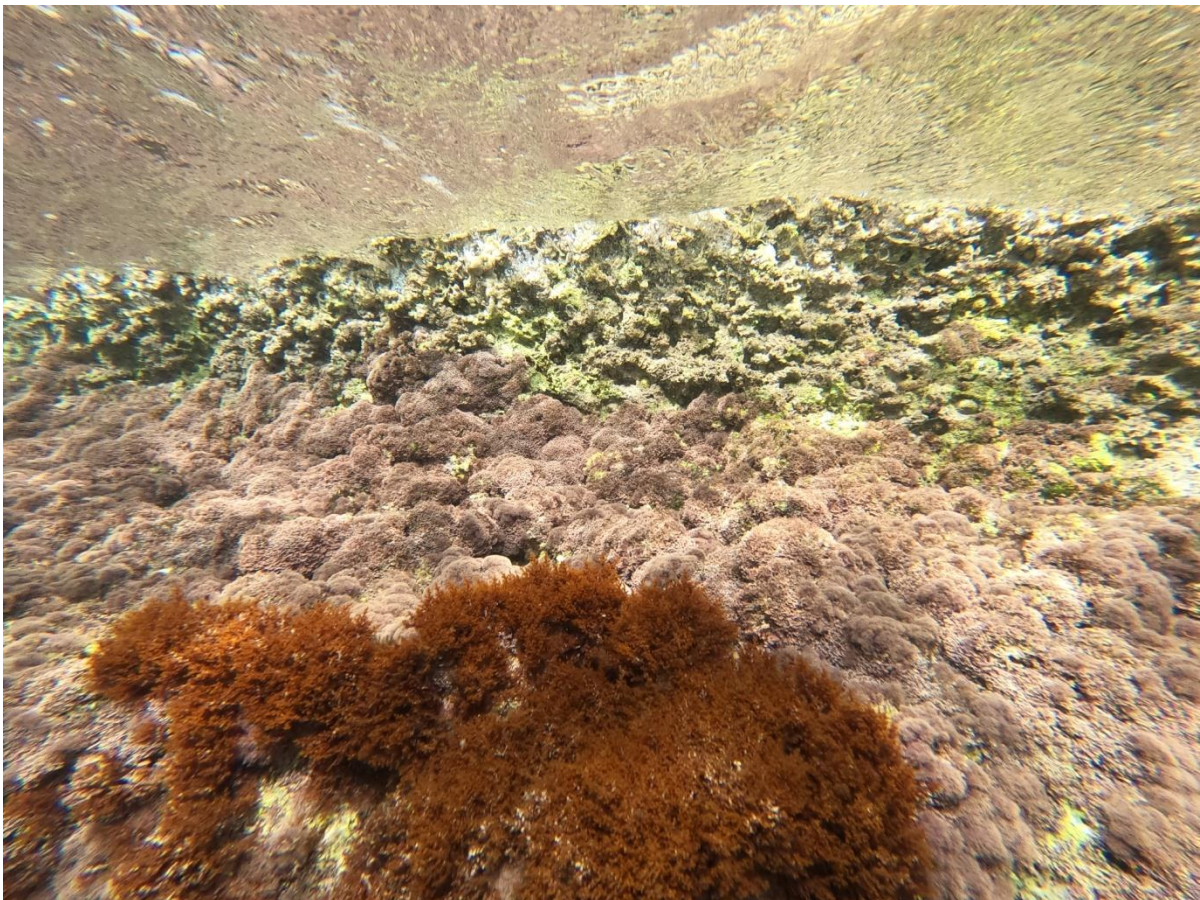
L’applicazione delle nuove regole di elaborazione dei dati di “Chl-a”, descritte specificatamente nel già citato documento di ISPRA (reso disponibile nel 2018), ha comportato una procedura di stima delle metriche più complessa rispetto a quella precedentemente in essere, a cui si è aggiunto anche un differente approccio per la valutazione delle classi di qualità; in alcuni casi è stato necessario adattare le regole al particolare contesto che caratterizza i mari pugliesi (vedi note alla tabella precedente relativa alla classificazione dei corpi idrici in base alla “Chl-a”).

Ciò malgrado, l’applicazione del nuovo metodo di classificazione, rispetto a quello utilizzato in passato, sembrerebbe discriminare meglio tra situazioni ambientali (corpi idrici più o meno soggetti a pressioni), consentendo di apprezzare alcune differenze nelle condizioni di trofia delle acque marine regionali.



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque marino costiere”

### Elemento di Qualità Biologica **MACROALGHE**



Per la valutazione dello stato ecologico delle acque marino costiere pugliesi, in riferimento all'Elemento di Qualità Biologica "Macroalghe", ARPA Puglia ha applicato l'indice CARLIT, come previsto dal D.M. 260/2010 e secondo la procedura riportata in "Quaderno Metodologico sull'elemento biologico MACROALGHE e sul calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia CARLIT" (ISPRA, 2008) e nelle successive integrazioni allo stesso (ISPRA, 2011).

Il metodo CARLIT considera la distribuzione lineare dei popolamenti algali superficiali che si sviluppano su substrati coerenti (rocciosi), in habitat microtidale (mesolitorale inferiore, da 0 a 20 cm circa e frangia infralitorale, da 0 a 30-50 cm di profondità). Ad ogni comunità algale è associato un valore di sensibilità come riportato nella tabella seguente.

Valori di sensibilità associati alle comunità caratteristiche delle scogliere superficiali

	Categoria	Descrizione	Valore di sensibilità
	Trottoir	Concrezioni a marciapiede ("trottoir") di <i>Lithophyllum byssoides</i> ( <i>L. trochanter</i> e <i>Dendropoma</i> *)	20
Con popolamenti a <i>Cystoseira</i>	<i>Cystoseira brachycarpa/crinita/elegans</i>	Popolamenti a <i>C. brachycarpa/crinita/elegans</i>	20
	<i>Cystoseira</i> in zone riparate	Popolamenti a <i>Cystoseira barbata/foeniculacea/humilis/spinosa</i>	20
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 5	Cinture continue a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	20
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 4	Cinture quasi continue a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	19
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 3	Popolamenti abbondanti a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	15
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 2	Popolamenti scarsi a of <i>C. amentacea/mediterranea</i>	12
	<i>Cystoseira compressa</i>	Popolamenti a <i>C. compressa</i>	12
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 1	Rare piante isolate di <i>C. amentacea/mediterranea</i> **	10
Senza popolamenti a <i>Cystoseira</i>	<i>Dictyotales/Stypocaulaceae</i>	Popolamenti a <i>Padina/Dictyota/Dictyopteris/Taonia/Stypocaulon</i>	10
	Corallina	Popolamenti a <i>Corallina elongata</i>	8
	Corallinales incrostanti	Popolamenti a <i>Lithophyllum incrustans</i> , <i>Phymatolithon lenormandii</i> e altre Corallinales incrostanti	6
	Mitili	Popolamenti a <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Mitilaie)	6
	<i>Pterocladia/Ulva/Schizymenia</i>	Popolamenti misti a <i>Pterocladia/Ulva/Schizymenia</i>	6
	<i>Ulva/Cladophora</i>	Popolamenti a <i>Ulva</i> e/o <i>Cladophora</i>	3
	Cianobatteri/Derbesia	Popolamenti dominate da Cyanobacteria e/o <i>Derbesia tenuissima</i>	1
Fanerogam e	<i>Posidonia - récif</i>	Formazioni affioranti di <i>Posidonia oceanica</i> ("récif")	20
	<i>Cymodocea nodosa</i>	Praterie superficiali di <i>Cymodocea nodosa</i>	20
	<i>Nanozostera noltii</i>	Praterie superficiali di <i>Nanozostera noltii</i>	20

\*Formazioni organogene tipiche della Sicilia e di altre regioni del Sud Italia.

\*\*In caso di presenza di rare piante isolate di *C. amentacea/mediterranea*, si annota anche la comunità dominante (valore di sensibilità risultante: valore medio).

L'indice CARLIT si basa su una prima valutazione del Valore di Qualità Ecologica (EQV<sub>calc</sub>) in ogni area di indagine e per ogni categoria geomorfologica rilevante, a ciascuna delle quali è assegnato un Valore di Qualità Ecologica di riferimento (EQV<sub>rif</sub>) come riportato nella seguente tabella.

Valori di riferimento per il CARLIT

Situazione geomorfologica rilevante	EQV <sub>rif</sub>
Blocchi naturali	12.2
Scogliera bassa naturale	16.6
Falesia alta naturale	15.3
Blocchi artificiali	12.1
Struttura bassa artificiale	11.9
Struttura alta artificiale	8.0

L'EQV<sub>calc</sub> corrisponde ai valori di sensibilità (SL<sub>i</sub>) delle comunità riscontrate nei settori indagati. In assenza di concrezioni a *trottoir* (che impongono l'immediata assegnazione del valore 20 a quel settore), l'assegnazione del valore di SL<sub>i</sub> è definita in base ai seguenti criteri:



- **sensibilità:** quando nel settore sono presenti popolamenti a *Cystoseira brachicarpa*, *C. crinita*, *C. elegans* (zone moderatamente esposte) o *C. barbata*, *C. foeniculacea*, *C. humilis*, *C. spinosa* (zone riparate), il valore di SLi da assegnare al settore è 20;
- **sensibilità e abbondanza:** quando nel settore sono presenti popolamenti a *C. amentacea/mediterranea*, in questo caso il valore di SLi da assegnare al settore è legato alla presenza di un popolamento di tale specie ed al tipo di cintura da questo formata (continua, quasi continua etc.). Nel caso di sola presenza di *C. amentacea/mediterranea* in rare piante isolate, ovvero di cinture del tipo 1, va comunque annotata la comunità dominante il settore, ovvero quella che costituisce lo “sfondo” (ad es. *Corallina*, Mitili, *Pte/Ulv/Sch* etc. presenti singolarmente o in popolamenti misti) sul quale si inseriscono le rare piante isolate di *Cystoseira*, allo scopo di calcolare poi il SLi corrispondente. Infatti, qualora nel settore sia presente una cintura del tipo 1, il valore di SLi da assegnare dipenderà dalla comunità dominante (ovvero da quella che costituisce lo “sfondo” del settore) e sarà uguale alla media tra il valore 10 della cintura tipo 1 ed il valore della comunità dominante il settore;
- **sensibilità:** quando nel settore sono presenti popolamenti a *C. compressa*, in un settore dominato da specie a sensibilità inferiore (ad es. *Corallina* e/o Mitili, Corallinales incrostanti), il valore di SLi è 12;
- **dominanza:** quando nel settore è presente una cintura mista a *C. amentacea/mediterranea* 1 su uno “sfondo” dominato da *C. compressa*, il valore di SLi è 12;
- **dominanza/sensibilità:** in assenza di popolamenti di *Cystoseira* più sensibili, popolamenti della frangia infralitorale possono essere formati da associazioni *Dictyotales/Stipocaulaceae*, *Corallina*, Corallinales incrostanti, Mitili etc. in relazione ai diversi gradi di alterazione ambientale. Nei settori in cui sia assente anche *C. compressa*, o comunque la sua presenza non costituisca un popolamento, il valore di SLi da assegnare al settore è quello della comunità dominante (copertura > 50%). In caso di valori comparabili di copertura tra diversi popolamenti, si assegna il valore relativo alla comunità più sensibile.

Il risultato finale dell’applicazione del CARLIT è rappresentato dal rapporto di qualità ecologica (RQE), ottenuto rapportando i valori di qualità ecologica riscontrati con i valori di riferimento per ogni determinata categoria geomorfologia della costa:

$$EQR = \frac{\sum \frac{EQV_{calc} \cdot l_i}{EQV_{rif}}}{\sum l_i}$$

dove  $l_i$  rappresenta la lunghezza della linea di costa interessata dalla categoria geomorfologica rilevante  $i$ , espressa in m (cartografia in continuo) o in numero di settori (cartografia per settori).

L’RQE è un valore compreso tra 0 e 1 e in questo caso permette di classificare le acque marino costiere secondo 4 classi di stato ecologico (da elevato a sufficiente).

Nella tabella seguente sono riportati i limiti di classe, espressi in termini di RQE, tra lo stato “Elevato” e lo stato “Buono”, e tra lo stato “Buono” e lo stato “Sufficiente”, come riportato nel D.M. 260/2010.

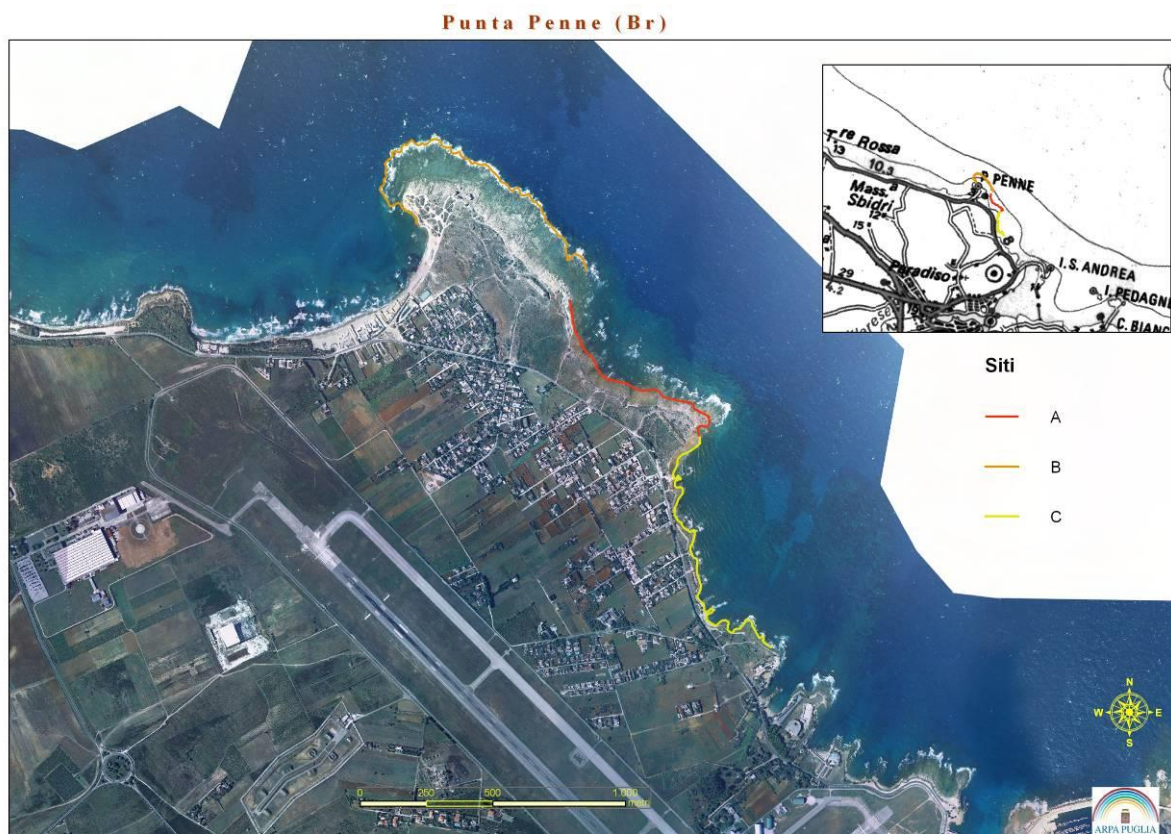
Limiti di classe dell’indice CARLIT espressi in termini di RQE

Sistema di classificazione adottato	Macrotipi	Rapporti di qualità ecologica CARLIT	
		Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
CARLIT	A e B	0,75	0,60

Campionamento, analisi e risultati

Durante l'anno di monitoraggio 2021, lo studio delle comunità macroalgali è stato condotto da ARPA Puglia con frequenza annuale (ai sensi del D.M. 260/2010).

Il Programma di Monitoraggio 2019-2021 prevede il monitoraggio dell'EQB "Macroalghe" in 18 corpi idrici superficiali marino costieri. In virtù della stratificazione del monitoraggio triennale degli EQB, nel 2021 l'indagine è stata effettuata su un totale di 3 tratti di costa (n. totale di 3 corpi idrici marino costieri) dislocati lungo tutto il litorale pugliese (vedi figure successive).





**Santa Maria al Bagno**



**Lido Silvana**



Nei tratti costieri sopra riportati si è applicata una metodica di campionamento codificata: durante le uscite in campo si sono seguiti dei percorsi, identificati e cartografati a priori con l'ausilio di strumenti GPS portatili; per ogni settore da 50 m campionato, ed ai fini dell'applicazione dell'indice CARLIT, sono state annotate le comunità caratteristiche rilevate sulle scogliere superficiali e le situazioni geomorfologiche rilevanti corrispondenti alle comunità osservate.

L'osservazione delle comunità e degli aspetti geomorfologici rilevanti è stata effettuata con l'ausilio di una imbarcazione (quando necessario) o lungo la linea di costa, in tutti i casi con una unità di personale direttamente in acqua e altre unità sull'imbarcazione o a terra allo scopo di trascrivere i dati su schede di campo.

Le informazioni raccolte in campo sono state successivamente archiviate e post-elaborate al fine di renderle disponibili per l'applicazione dell'indice CARLIT.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati ottenuti dall'applicazione dell'indice CARLIT per l'annualità 2021, espressi sia come valore singolo per stazione di campionamento sia come valore medio per corpo idrico, con le rispettive classi di qualità.

Valori e classi dell'indice CARLIT riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

Corpo Idrico	Descrizione	Sito	CARLIT		CLASSE
			Sito	Corpo idrico	
Isole Tremiti	Tremiti	TA	n.c.	n.c.	n.c.
		TB	n.c.	n.c.	n.c.
		TC	n.c.	n.c.	n.c.
Peschici-Vieste	Vieste	IA	n.c.	n.c.	n.c.
		IB	n.c.	n.c.	n.c.
		IC	n.c.	n.c.	n.c.
Bisceglie-Molfetta	Molfetta	OA	n.c.	n.c.	n.c.
		OB	n.c.	n.c.	n.c.
		OC	n.c.	n.c.	n.c.
Molfetta-Bari	Bari Balice	AA	n.c.	n.c.	n.c.
		AB	n.c.	n.c.	n.c.
		AC	n.c.	n.c.	n.c.
Bari-S.Vito (Polignano)	Bari Trullo	BA	n.c.	n.c.	n.c.
		BB	n.c.	n.c.	n.c.
		BC	n.c.	n.c.	n.c.
	Mola	DA	n.c.	n.c.	n.c.
		DB	n.c.	n.c.	n.c.
S.Vito (Polignano)-Monopoli	Monopoli	DC	n.c.	n.c.	n.c.
		MA	n.c.	n.c.	n.c.
		MB	n.c.	n.c.	n.c.
Monopoli-Torre Canne	Forcatelle	MC	n.c.	n.c.	n.c.
		RA	n.c.	n.c.	n.c.
		RB	n.c.	n.c.	n.c.
Torre Canne-Limite nord AMP Torre Guaceto	Villanova	RC	n.c.	n.c.	n.c.
		VA	n.c.	n.c.	n.c.
		VB	n.c.	n.c.	n.c.
Area Marina Protetta Torre Guaceto	Torre Guaceto	VC	n.c.	n.c.	n.c.
		GA	n.c.	n.c.	n.c.
		GB	n.c.	n.c.	n.c.
Limite sud AMP Torre Guaceto-Brindisi	Punta Penne	GC	n.c.	n.c.	n.c.
		EA	0,72	0,71	Buono
		EB	0,75		
EC	0,66				
Alimini-Otranto	Alimini Sud	7A	n.c.	n.c.	n.c.
		7B	n.c.	n.c.	n.c.
		7C	n.c.	n.c.	n.c.
Otranto-S. Maria di Leuca	Tricase	18A	n.c.	n.c.	n.c.
		18B	n.c.	n.c.	n.c.

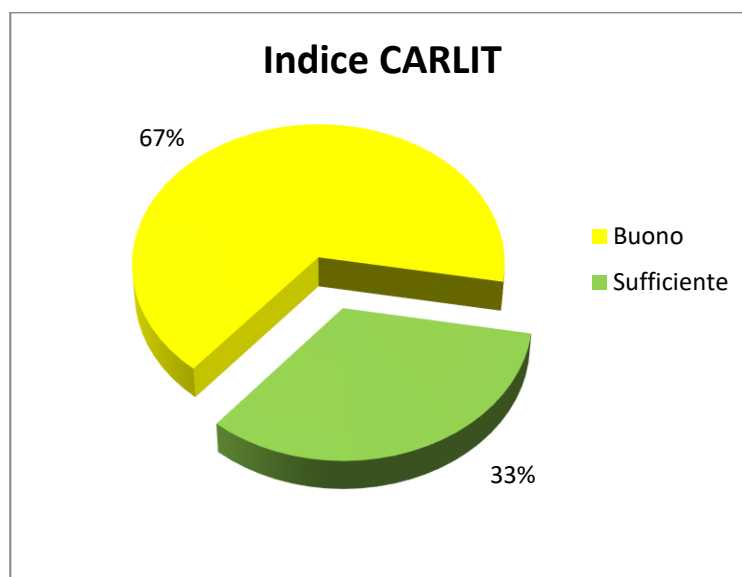
Corpo Idrico	Descrizione	Sito	CARLIT		CLASSE
			Sito	Corpo idrico	
		18C	n.c.	n.c.	n.c.
S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio	Punta Ristola	25A	n.c.	n.c.	n.c.
		25B	n.c.	n.c.	n.c.
		25C	n.c.	n.c.	n.c.
		29A	n.c.	n.c.	n.c.
Torre S. Gregorio-Ugento	Torre S. Giovanni	29B	n.c.	n.c.	n.c.
		29C	n.c.	n.c.	n.c.
		37A	0,54	0,63	Buono
37B	0,61				
37C	0,72				
Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo	S. Maria al Bagno	42A	n.c.	n.c.	n.c.
		42B	n.c.	n.c.	n.c.
		42C	n.c.	n.c.	n.c.
Limite Sud AMP Porto Cesareo - Torre Colimena	Porto Cesareo S. Isidoro	LA	0,63	0,57	Sufficiente
		LB	0,51		
		LC	0,57		
Torre dell'Ovo-Capo S.Vito	Lido Silvana	ZA	n.c.	n.c.	n.c.
		ZB	n.c.	n.c.	n.c.
		ZC	n.c.	n.c.	n.c.
Capo S.Vito-Punta Rondinella	S.Vito				

n.c. Corpo idrico non considerato nel 2021 in virtù della stratificazione triennale degli EQB

La valutazione dello stato ecologico delle acque marino costiere, in riferimento all'EQB "Macroalghe", classificherebbe in stato "Buono" i corpi idrici "Limite sud AMP Torre Guaceto-Brindisi" e "Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo" e in stato "Sufficiente" il corpo idrico "Torre dell'Ovo-Capo S.Vito".

Il corpo idrico "Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo" presenta un miglioramento dello stato ecologico, rispetto al triennio di monitoraggio precedente, passando da una classe di qualità "Sufficiente" a quella di "Buono"; resta invece invariata la situazione per i restanti 2 CI.

Sulla base dei risultati ottenuti dalla valutazione dell'EQB "Macroalghe" nei corpi idrici marino costieri pugliesi, il 67% dei corpi idrici sembrerebbe in uno stato di qualità "Buono" e il 33% nello stato "Sufficiente" (vedi grafico seguente).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità relative all'EQB "Macroalghe" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

*Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato*

Si confermano, anche per l'annualità 2021, alcune difficoltà incontrate durante l'indagine sul campo, dovute ai tempi abbastanza lunghi da destinare a tale attività. Pertanto è risultato difficoltoso rispettare le finestre temporali ideali (fine aprile-giugno) da destinare al campionamento, così come previsto dal metodo. Tali difficoltà sono state comunque superate grazie all'impegno degli operatori.

Inoltre si conferma l'alta specializzazione richiesta al personale che si occupa della determinazione specifica delle componenti macroalgali.

Si evidenzia che l'applicazione dell'indice CARTIL con la cartografia per settori sembrerebbe fornire una indicazione di stato abbastanza localizzata, riferibile alle acque marine più prossime al sito di indagine. Tale caratteristica potrebbe essere utile nel discriminare eventuali impatti dovuti a pressioni localizzate o derivanti da fonti puntuali.



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque Marino-costiere”

### Elemento di Qualità Biologica **ANGIOSPERME**



Per la classificazione dello stato ecologico delle acque marino costiere pugliesi, in riferimento all'Elemento di Qualità Biologica "Fanerogame", ARPA Puglia ha applicato i criteri tecnici riportati nel D.M. 260/2010.

In particolare per l'EQB in questione si fa riferimento alla specie *Posidonia oceanica* e all'indice multimetrico appositamente formulato, denominato PREI (*Posidonia Rapid Easy Index*), che utilizza un algoritmo comprendente i seguenti cinque parametri:

- la densità della prateria (fasci/m<sup>2</sup>);
- la superficie fogliare media del fascio (cm<sup>2</sup>/fascio) ricavata dalle misure morfometriche;
- il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg s.s./fascio) e la biomassa fogliare del fascio (mg s.s./fascio);
- la profondità del Limite Inferiore nel sito di campionamento;
- la tipologia del Limite Inferiore della distribuzione di *P. oceanica*.

Secondo quanto regolamentato dal D.M. 260/2010, per il calcolo dell'indice PREI vengono utilizzate le misure dei suddetti parametri relativamente ai campionamenti effettuati alla profondità standard di -15 m. Nei casi in cui lo sviluppo batimetrico della prateria non raggiunga tale profondità standard, vengono utilizzati per ogni sito i dati derivanti da un'unica stazione di campionamento con profondità <15 m.

Il calcolo dell'indice PREI prevede l'applicazione della seguente equazione:

$$EQR = (EQR' + 0,11) / (1 + 0,10)$$

dove:

$$EQR' = \frac{N_{\text{densità}} + N_{\text{superficie fogliare fascio}} + N_{\text{biomassa epifiti/biomassa fogliare}} + N_{\text{limite inferiore}}}{3,5}$$

Ndensità = valore misurato - 0 / valore di riferimento - 0, in cui 0 viene considerato il valore di densità indicativo di pessime condizioni.





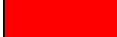
Nsuperficie fogliare fascio = valore misurato - 0 / valore di riferimento - 0, in cui 0 viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni.

Nbiomassa epifiti/biomassa fogliare = [1 - (biomassa epifiti/biomassa fogliare)] x 0,5.

Nlimite inferiore = (N' - 12) / (valore di riferimento profondità - 12), in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N' = profondità limite inferiore misurata + λ, dove λ=0 (limite inferiore stabile), λ=3 (limite inferiore progressivo), λ=-3 (limite inferiore regressivo).

L'indice EQR può variare nell'ambito di valori compresi tra 0 e 1, riferiti a n. 5 classi di qualità. In particolare, per i valori <0,1 è stato fissato il valore "Cattivo", mentre la residua scala EQR risulta suddivisa in quattro parti uguali corrispondenti ad altrettante classi, secondo quanto riportato nella successiva tabella.

Intervalli EQR definiti per l'indice PREI e relativi stati di qualità

EQR	Stato di qualità	
1 - 0,775	ELEVATO	
0,774 - 0,550	BUONO	
0,549 - 0,325	SUFFICIENTE	
0,324 - 0,1	SCARSO	
<0,1	CATTIVO	

Di seguito vengono riportati i Valori di Riferimento dei parametri utilizzati nel calcolo dell'indice, attualmente adottati a livello comunitario e nazionale e quindi utilizzati anche per la Puglia.

Valori di riferimento dei parametri utilizzati nel calcolo dell'indice
VALORI DI RIFERIMENTO

Densità	599 fasci/m <sup>2</sup>
Superficie fogliare fascio	310 cm <sup>2</sup> /fascio
Biomassa epifiti/Biomassa fogliare	0
Profondità limite inferiore	38 m

### Campionamento, analisi e risultati

In virtù della stratificazione delle indagini attuata nel triennio 2019-2021, nel 2021 il monitoraggio dell'EQB "Angiosperme" (*Posidonia oceanica*) ha riguardato n. 2 siti, esaminati lungo la fascia costiera pugliese. Tali siti, localizzati in 2 acque marino costiere regionali, vanno ad aggiungersi, quindi, a quelli già monitorati nelle annualità 2019 (n. 11 siti) e 2020 (n. 4 siti).



Localizzazione dei n. 2 siti di campionamento pugliesi dell'EQB - Angiosperme (*Posidonia oceanica*) - 2021.

Le attività di campionamento e di rilevamento dei dati sono state realizzate direttamente in immersione ARA in complessive n. 4 stazioni di campionamento (n. 2 a -15 m e n. 2 sul Limite inferiore) caratterizzate dalla presenza di *Posidonia oceanica*, localizzate nei n. 2 corpi idrici "Monopoli-Torre Canne" nel Mar Adriatico e "Ugento-Lim. S AMP P.Cesareo" nel Mar Ionio.

Le attività sono state articolate in tre principali fasi operative:

- 1) campionamento biologico e rilevamento di alcuni parametri morfo-ecologici direttamente in immersione ARA sui posidonieti individuati;
- 2) analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati in immersione (fasci fogliari, rizomi e campioni di sedimento);
- 3) caricamento dei dati su fogli elettronici preimpostati e successive elaborazioni statistiche destinate al calcolo dell'indice PREI che contribuisce alla valutazione dello stato di qualità dei CIS marino costieri considerati per la Regione Puglia.

Le suddette indagini sui siti a *Posidonia oceanica* lungo la costa pugliese sono state concentrate, per quanto possibile, nel periodo estivo-autunnale, come raccomandato dal protocollo ufficiale ISPRA adottato da tutte le Agenzie regionali. Lo stesso protocollo ha previsto, inoltre, la localizzazione di n. 2 stazioni per ciascun sito prescelto, una in corrispondenza della batimetria standard dei -15 m e una in corrispondenza del Limite



Inferiore (L.I.) della prateria (zona al largo ove la prateria termina più o meno gradualmente), la cui profondità può variare a seconda della diversa morfobatimetria delle aree marine indagate nonché delle condizioni talassografiche al contorno.

In particolare, nel 2021 le 2 stazioni di campionamento previste dal protocollo ufficiale (-15 m e Lim. Inf.) sono state allocate nei n. 2 siti di Forcatelle (BR) e S. Maria al Bagno (LE), rappresentativi dei citati corpi idrici. In tali siti, infatti, il posidonieto risulta presente sia in corrispondenza della batimetria standard dei 15 m che a profondità maggiori, con il suo Limite Inferiore di colonizzazione.

Nelle fasi di campionamento e di rilevamento dei dati in immersione è stata seguita una strategia di tipo gerarchico, secondo quanto indicato dal protocollo ISPRA attualmente vigente, che prevede per la stazione standard a -15m la distribuzione dei prelievi e delle rilevazioni sulla prateria in n. 3 sub-aree di fondale, ciascuna di circa 400 m<sup>2</sup>, distanziate di circa 10 m fra di loro, mentre per la stazione del Limite Inferiore vengono effettuati i campionamenti e i rilievi lungo un fronte di circa 50 m.

Le successive analisi di laboratorio effettuate sui fasci prelevati e conservati in alcol etilico a 70° (n. 36 fasci prelevati complessivamente nelle n. 2 stazioni relative ai -15 m e n. 12 fasci nelle n. 2 stazioni relative ai Limiti Inferiori, per un totale di n. 48 fasci), hanno previsto il rilevamento dei seguenti parametri:

- parametri morfometrici;
- parametri lepidocronologici;
- parametri di biomassa.

I parametri morfometrici rilevati sull'apparato fogliare di ciascun fascio sono stati i seguenti:

- numero di foglie giovanili;
- numero e biometria delle foglie intermedie (lunghezza, larghezza, tessuto bruno, apice intero o rotto);
- numero e biometria delle foglie adulte (lunghezza, larghezza, lunghezza della base, tessuto bruno, apice intero o rotto);

Sui rizomi di ciascun fascio, inoltre, sono stati rilevati i seguenti parametri lepidocronologici:

- numero di cicli lepidocronologici (età del rizoma);
- numero medio di foglie prodotte per anno;
- allungamento medio annuo (cm/anno) del rizoma;
- produzione ponderale media annua (mg s.s./anno) del rizoma;
- presenza di penduncoli fiorali pregressi (paleofioriture) indicativi di episodi di riproduzione sessuata dell'Angiosperma ed individuazione dell'anno/i di riferimento.

Per quanto concerne i parametri di biomassa, sono stati rilevati sull'apparato fogliare di ciascun fascio:

- biomassa (mg s.s./fascio) degli epifiti rimossi mediante grattaggio con bisturi dalle foglie adulte e intermedie;
- biomassa (mg s.s./fascio) delle basi (scaglie) separate dalle foglie adulte;
- biomassa (mg s.s./fascio) delle lamine fogliari adulte;
- biomassa (mg s.s./fascio) delle foglie intermedie.

La determinazione delle suddette biomasse è stata effettuata mediante bilancia analitica di precisione alla quarta cifra decimale e dopo essiccazione dei campioni per 72 ore in stufa termostata a 70 °C.

Tutti i dati derivanti dalle rilevazioni effettuate in immersione subacquea e dalle analisi di laboratorio sono stati caricati su fogli elettronici preimpostati, allo scopo di produrre le necessarie elaborazioni per il calcolo dell'indice PREI. I dati sintetici e riassuntivi elaborati statisticamente e relativi ai parametri fenologici e lepidocronologici nonché alle misurazioni effettuate in immersione ARA, vengono riportati in Allegato.

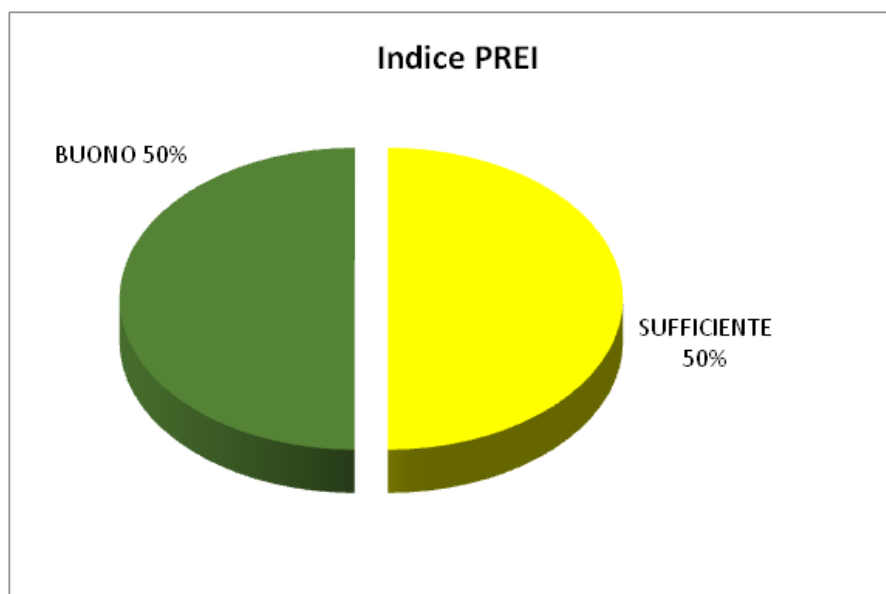
I dati relativi alla classificazione effettuata mediante l'indice PREI per i siti a *Posidonia oceanica* sono riferiti alle sole stazioni posizionate a -15 m, quindi, come da protocollo riportato nel D.M. 260/2010.

I dati dell'indice PREI elaborati per ciascuno dei corpi idrici marino costieri considerati, vengono riassunti nella tabella di seguito riportata.

Valori e classe dell'indice "PREI" riferiti alle stazioni standard (-15 m) dei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

Corpo Idrico Significativo	Sito campionamento	PREI	CLASSE
Isole Tremiti	Tremiti	n.c.	n.c.
Molfetta-Bari	Bari balice	n.c.	n.c.
Bari-San Vito (Polignano)	Bari trullo	n.c.	n.c.
Bari-San Vito (Polignano)	Mola di Bari	n.c.	n.c.
San Vito (Polignano)-Monopoli	Monopoli	n.c.	n.c.
Monopoli-Torre Canne	Forcatelle	0,512	SUFFICIENTE
T.Canne-Limite Nord AMP T.Guaceto	Villanova	n.c.	n.c.
A.M.P. Torre Guaceto	Torre Guaceto	n.c.	n.c.
Cerano-Le Cesine	S.Cataldo (LE)	n.c.	n.c.
Le Cesine-Alimini	Cesine	n.c.	n.c.
Alimini-Otranto	Foce Alimini	n.c.	n.c.
Torre S. Gregorio-Ugento	Ugento	n.c.	n.c.
Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo	S. Maria al Bagno (LE)	0,604	BUONO
Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena	Porto Cesareo	n.c.	n.c.
Torre Columena-Torre dell'Ovo	Campomarino	n.c.	n.c.
Torre dell'Ovo-Capo S. Vito	Lido Silvana	n.c.	n.c.
Capo S.Vito-Punta Rondinella	S.Vito (TA)	n.c.	n.c.
n.c.: Corpo idrico non considerato nel 2021 in virtù della stratificazione triennale degli EQB			

In sintesi, nel 2021 il 50% dei corpi idrici marino costieri considerati e valutati in base all'EQB "Angiosperme", risulterebbe classificato in stato di qualità "Sufficiente" e il restante 50% in stato "Buono". Più specificatamente, il valore dell'indice PREI associato alla classe "Sufficiente" (PREI=0,532) risulta riferito al sito a Posidonia localizzato nel corpo idrico "Monopoli - Torre Canne", nell'ambito costiero del Mar Adriatico pugliese a cavallo tra i territori provinciali di Bari e Brindisi; il posidonieto associato allo stato di qualità "Buono" (PREI=0,628) risulta ricadere nel corpo idrico "Ugento-Lim. S AMP P.Cesareo" nell'ambito del Mar Ionio, nel tratto costiero di pertinenza della Provincia di Lecce.



Distribuzione percentuale delle classi di qualità relative all'EQB "Angiosperme" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

#### Criticità nel campionamento e nell'utilizzo dell'indice PREI; criticità ambientali individuate

Non si sono riscontrate particolari criticità nelle fasi di campionamento, raccolta dati e analisi di laboratorio, sebbene queste siano risultate abbastanza specialistiche e laboriose.

In riferimento, invece, alle procedure di classificazione mediante il calcolo dell'indice PREI si ribadisce che risulterebbe necessario rimodulare alcuni dei Valori di Riferimento (VR) per il calcolo dell'indice, come emerso sulla scorta delle indagini nonché dei dati bibliografici sui posidonieti pugliesi, relativi almeno all'ultimo venticinquennio. In particolare, i Valori di Riferimento stabiliti per i parametri "Profondità del Limite Inferiore della prateria" (attualmente il VR è indicato come -38 m) e "Densità prateria" (attualmente il VR è = 599 fasci/m<sup>2</sup>) dovrebbero essere rivisti in base ad alcune particolarità sito-specifiche legate alle sostanziali differenze idrologiche e idrografiche che caratterizzano i due bacini, Mar Adriatico e Mar Ionio, che bagnano i versanti opposti pugliesi e che, per alcuni aspetti, risultano ben differenti ad altri distretti oceanografici che caratterizzano il bacino del Mediterraneo.

Per quanto concerne il parametro "Profondità del Limite Inferiore", risulta più attinente alla realtà affermare che nell'ambito dell'Adriatico pugliese la colonizzazione di *Posidonia oceanica* non si spinga oltre i 23-24 m di profondità anche nelle zone salentine notoriamente meglio conservate (Provincia di Lecce). Per il versante del Mar Ionio pugliese, invece, la profondità di colonizzazione risulta attualmente attestata intorno ai 30-31 m di profondità.

Per quanto riguarda il parametro "Densità prateria", invece, il valore proposto attualmente dal PREI risulta di gran lunga al di sopra di quello riscontrato per la profondità standard di 15 m nell'ambito di tutto il comprensorio costiero pugliese e addirittura delle zone considerate attualmente in migliore stato di conservazione. Tale aspetto sembra emergere anche dal confronto con dati bibliografici, relativi ad altri siti pugliesi a *Posidonia*, spesso molto vicini a quelli indagati dall'Agenzia. I valori di densità (fasci/m<sup>2</sup>) relativi all'ambito batimetrico standard considerato (-15 m), nei casi migliori risultano mediamente compresi fra 300 e 400 fasci/m<sup>2</sup>, con valori massimi mai superiori ai 450 fasci/m<sup>2</sup>. Inoltre, sempre dal confronto con i dati bibliografici scientifici esistenti, valori di densità delle praterie pugliesi prossimi ai 500 (fasci/m<sup>2</sup>) sono stati registrati in alcuni siti del Salento ionico ma solo in ambiti batimetrici di gran lunga più superficiali (5-10 m di profondità).



In definitiva, quindi, si rinnova il suggerimento, per le future applicazioni dell'indice PREI nella valutazione ufficiale dell'EQB "Fanerogame" (*Posidonia oceanica*), una revisione in chiave eco-geografica regionale dei suddetti Valori di Riferimento ed in particolare per la Puglia si propongono:

- a) Profondità del Limite Inferiore  
Mar Adriatico = 24 m; Mar Ionio = 31 m;
- b) Densità della prateria (alla profondità standard di -15 m)  
450 fasci/m<sup>2</sup>.

Infine si evidenzia che, dopo le suddette reiterate indicazioni, la Sezione Risorse Idriche della Regione Puglia, con nota AOO\_075/8880 del 26/07/2018, ha inoltrato al MATTM - DG STA, attuale MITE, una richiesta ufficiale di modifica dei VR (Valori di Riferimento), secondo le indicazioni di ARPA Puglia.

Allo stato attuale, si è ancora in attesa da parte da parte del MITE (ex MATTM) di un riscontro ufficiale; se positivo, l'indice PREI, opportunamente ricalcolato, potrebbe essere più rappresentativo del reale stato di qualità dei posidonieti pugliesi e quindi della classificazione dei relativi corpi idrici marino costieri, soprattutto di quelli che risultano ormai storicamente "borderline" fra gli stati di qualità "Sufficiente" e "Buono" con conseguente miglioramento della classificazione.

## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque Marino-costiere”

Elemento di Qualità Biologica

### MACROINVERTEBRATI BENTONICI



*Eunice pennata*

Nel D.M. 260/2010, l'Elemento Biologico di Qualità "Macroinvertebrati bentonici" è indicato tra quelli utilizzabili per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici afferenti alla categoria "Acque Marino-Costiere".

Per tale EQB, il D.M. 260/2010 prevede l'applicazione dell'indice biotico Multivariato M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007), una misura che integra l'indice biotico AMBI, l'indice di diversità  $H'$  di Shannon-Wiener ed il numero di specie ( $S$ ).

L'indice Biotico Marino AMBI (anche conosciuto come Coefficiente Biotico, BC) è stato sviluppato per la valutazione dello stato di qualità delle acque marino costiere europee, con particolare riferimento alle coste iberiche bagnate dall'Oceano Atlantico. L'AMBI si basa sulla classificazione delle specie in cinque gruppi ecologici, distribuendo le specie lungo un gradiente di inquinamento, secondo la successione ecologica in ambienti perturbati. I gruppi ecologici (GE) sono stati definiti come:

- GE-I: specie molto sensibili all'arricchimento organico e presenti in condizioni non impattate. Esse includono i carnivori specialisti e alcuni filtratori del sedimento e policheti tubicoli;
- GE-II: specie indifferenti all'arricchimento organico, sempre presenti in bassa densità con variazioni non significative nel tempo. Esse includono filtratori sospensivori, carnivori meno selettivi e scavatori;
- GE-III: specie tolleranti all'arricchimento organico. Queste specie potrebbero essere presenti anche in condizioni di non disturbo, ma le loro popolazioni aumentano notevolmente in presenza di arricchimento organico. Esse sono filtratori dello strato superficiale di sedimento, come gli spionidi tubicoli;
- GE-IV: specie opportunistiche di secondo ordine. Principalmente policheti di piccola taglia: filtratori del sedimento subsuperficiale come i cirratulidi;
- GE-V: specie opportunistiche di primo ordine. Esse sono filtratori del sedimento che proliferano in sedimenti ridotti.

Le specie di macroinvertebrati bentonici sono classificate in cinque gruppi secondo una tabella regolarmente aggiornata dagli autori dell'indice. L'indice è calcolato mediante la seguente formula:

$$AMBI = \frac{0x\%GE_I + 1.5x\%GE_{II} + 3x\%GE_{III} + 4.5x\%GE_{IV} + 6x\%GE_V}{100}$$

L'indice può assumere valori compresi tra 0 e 6, mentre il valore di 7 è attribuito a campioni rinvenuti in sedimento totalmente anossico. L'indice di diversità,  $H'$ , è calcolato utilizzando la formula di Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_i^s (p_i \log p_i)$$

dove:  $p_i = n_i / N$  ( $n_i$  il numero degli individui della specie e  $N$  il numero totale degli individui). Normalmente valori elevati dell'indice sono correlati al numero di specie e indicano condizioni ambientali ottimali.

La ricchezza in specie,  $S$ , è definita esclusivamente dal numero di *taxa* di macroinvertebrati bentonici rinvenuti nel campione.

Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). I valori di riferimento e i rapporti di qualità ecologica tipo-specifici per l'applicazione dell'M-AMBI ai fini della classificazione dei corpi idrici marino costieri, inizialmente indicati nel D.M. 260/2010, sono stati modificati così come riportato all'All. 2 della nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015, che ha tenuto conto dei risultati derivanti dall'esercizio di intercalibrazione stabilito dalla Commissione Europea (Decisione 2013/480/UE) (vedi tabella seguente).

Valori di riferimento e rapporti di qualità ecologica tipo-specifici per l'applicazione dell'M-AMBI nei corpi idrici marino costieri

Valore di riferimento				RQE	
Macrotipo	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
1 - 2 - 3	0,5	4,8	50	0,81	0,61

I corpi idrici appartenenti alla categoria "Acque Marine-Costiere" della Regione Puglia rientrano tutti nel macrotipo 3 (bassa stabilità) ad eccezione dei seguenti corpi idrici appartenenti al macrotipo 2 (media stabilità): "Manfredonia-Torrente Cervaro", "Torrente Cervaro-Foce Carapelle", "Foce Carapelle-Foce Aloisa", "Foce Aloisa-Margherita di Savoia", "Margherita di Savoia-Barletta", "Barletta-Bisceglie" e "Bisceglie-Molfetta".

#### Campionamento, analisi e risultati

La valutazione delle acque marino costiere pugliesi, sulla base dei Macroinvertebrati bentonici è stata realizzata da ARPA Puglia nell'anno 2021 su un totale di 5 corpi idrici. Nel periodo in esame, le attività di campionamento sono state condotte sulla base del Programma di Monitoraggio per il triennio 2019-2021.

I corpi idrici indagati sono stati campionati in primavera, in accordo alle procedure stabilite.

Per ciascun corpo idrico sono state campionate due stazioni disposte lungo un transetto costa-largo. Le stazioni di campionamento sono state poste in maniera tale da intercettare fondali sabbiosi nel sito più prossimo alla costa e fondali fangosi nel sito più al largo. I campioni sono stati prelevati con una benna tipo "van Veen" avente una superficie campionabile di 0,1 m<sup>2</sup> e 18-20 litri di volume. In ciascuna stazione sono state eseguite 3 bennate, corrispondenti a 3 repliche.

Dopo il prelievo, i campioni sono stati vagliati utilizzando tre setacci a maglia decrescente da 5 mm, 2 mm, 1 mm al fine di eliminare l'acqua interstiziale, i sedimenti fini e quant'altro non necessario per la ricerca in questione. Il materiale rimanente è stato inserito in idonei contenitori appositamente etichettati con la sigla del progetto e della stazione, il numero della replica e la data del campionamento, e infine fissato con una soluzione di alcool al 70%.

In laboratorio, i campioni sono stati sottoposti alla procedura di *sorting*, separando gli organismi dal materiale inorganico residuo con l'ausilio di uno stereomicroscopio con ingrandimenti inferiori a 10x; gli organismi rinvenuti sono stati suddivisi per *taxa* prioritari (Policheti, Molluschi, Crostacei e Echinodermi) e identificati al più basso livello tassonomico possibile (LPT= Lowest Possible Taxon) tramite l'ausilio di chiavi dicotomiche e con l'utilizzo di stereomicroscopio a ingrandimento da 60 a 500x.

Le informazioni raccolte in campo sono state successivamente archiviate e post-elaborate al fine di renderle disponibili per l'applicazione dell'indice M-AMBI.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati, intesi come attribuzione dello stato ecologico per ciascun corpo idrico, ottenuti dall'applicazione dell'M-AMBI, sia come valore singolo per stazione e per stagione di campionamento sia come valore medio per corpo idrico.

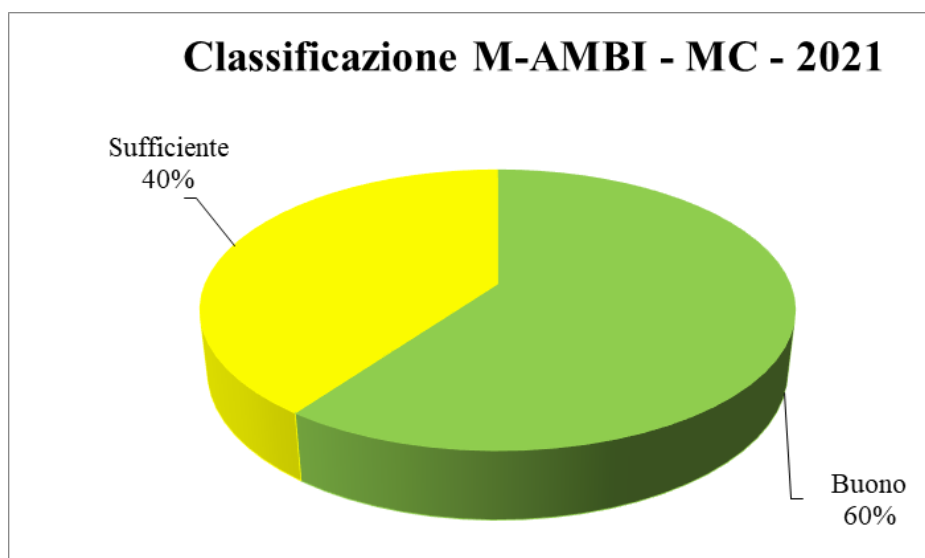
Valori e classi dell'indice M-AMBI riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

Corpo Idrico Superficiale	Descrizione	Codice Stazione	Primavera	M-AMBI	CLASSE
Chieuti-Foce Fortore	F_Fortore_500	MC_FF01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Fortore_1750	MC_FF02	n.c.	n.c.	n.c.
Foce Fortore-Foce Schiapparo	F_Schiapparo_500	MC_FS01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Schiapparo_1750	MC_FS02	n.c.	n.c.	n.c.
Foce Schiapparo-Foce Capoiale	F_Capoiale_500	MC_CA01	n.c.	n.c.	n.c.

Corpo Idrico Superficiale	Descrizione	Codice Stazione	Primavera	M-AMBI	CLASSE
	F_Capoiale_1750	MC_CA02	n.c.	n.c.	n.c.
Foce Capoiale-Foce Varano	F_Varano_500	MC_FV01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Varano_1750	MC_FV02	n.c.	n.c.	n.c.
Foce Varano-Peschici	Peschici_200	MC_PE01	n.c.	n.c.	n.c.
	Peschici_1750	MC_PE02	n.c.	n.c.	n.c.
Peschici-Vieste	Vieste_500	MC_VI01	n.c.	n.c.	n.c.
	Vieste_1750	MC_VI02	n.c.	n.c.	n.c.
Vieste-Mattinata	Mattinata_200	MC_MI01	n.c.	n.c.	n.c.
	Mattinata_1750	MC_MI02	n.c.	n.c.	n.c.
Mattinata-Manfredonia	Mattinata_200	MC_MT01	n.c.	n.c.	n.c.
	Mattinata_1750	MC_MT02	n.c.	n.c.	n.c.
	Manfredonia_SIN_500	MC_MN01	n.c.	n.c.	n.c.
	Manfredonia_SIN_1750	MC_MN02	n.c.	n.c.	n.c.
Manfredonia-Torrente Cervaro	F_Candelaro_500	MC_FC01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Candelaro_1750	MC_FC02	n.c.	n.c.	n.c.
Torrente Cervaro-Foce Carapelle	F_Carapelle_500	MC_CR01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Carapelle_1750	MC_CR02	n.c.	n.c.	n.c.
Foce Carapelle-Foce Aloisa	F_Aloisa_500	MC_AL01	0,81	0,79	Buono
	F_Aloisa_1750	MC_AL02	0,77		
Foce Aloisa-Margherita di Savoia	F_Carmosina_500	MC_CM01	0,70	0,78	Buono
	F_Carmosina_1750	MC_CM02	0,86		
Margherita di Savoia-Barletta	F_Ofanto_500	MC_FO01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Ofanto_1750	MC_FO02	n.c.	n.c.	n.c.
Barletta-Bisceglie	Bisceglie_500	MC_BI01	n.c.	n.c.	n.c.
	Bisceglie_1750	MC_BI02	n.c.	n.c.	n.c.
Bisceglie-Molfetta	Molfetta_500	MC_ML01	n.c.	n.c.	n.c.
	Molfetta_1750	MC_ML02	n.c.	n.c.	n.c.
Limite sud AMP Torre Guaceto-Brindisi	P_Penne_100	MC_PP01	n.c.	n.c.	n.c.
	P_Penne_600	MC_PP02	n.c.	n.c.	n.c.
Brindisi-Cerano	BR_CapoBianco_500	MC_CB01	n.c.	n.c.	n.c.
	BR_CapoBianco_1750	MC_CB02	n.c.	n.c.	n.c.
Cerano-Le Cesine	Campo di Mare_500	MC_CC01	0,71	0,58	Sufficiente
	Campo di Mare_1750	MC_CC02	0,45		
Le Cesine-Alimini	Cesine_200	MC_CE01	0,54	0,59	Sufficiente
	Cesine_1750	MC_CE02	0,65		
Capo S. Vito-Punta Rondinella	TA_S.Vito_100	MC_SV01	n.c.	n.c.	n.c.
	TA_S.Vito_700	MC_SV02	n.c.	n.c.	n.c.
Punta Rondinella-Foce Fiume Tara	P_Rondinella_200	MC_PN01	n.c.	n.c.	n.c.
	P_Rondinella_1750	MC_PN02	n.c.	n.c.	n.c.
Foce Fiume Tara-Chiatona	F_Patemisco_500	MC_FP01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Patemisco_1750	MC_FP02	n.c.	n.c.	n.c.
Chiatona-Foce Lato	F_Lato_500	MC_FL01	n.c.	n.c.	n.c.
	F_Lato_1750	MC_FL02	n.c.	n.c.	n.c.
Foce Lato-Bradano	Ginosa_200	MC_GI01	0,59	0,67	Buono

Corpo Idrico Superficiale	Descrizione	Codice Stazione	Primavera	M-AMBI	CLASSE
	Ginosa_1750	MC_GI02	0,76		
n.c. Corpo idrico non considerato nel 2021 in virtù della stratificazione triennale degli EQB					

L'applicazione dell'indice M-AMBI attribuirebbe a tre corpi idrici lo stato "Buono" (60%) e a due corpi idrici lo stato "Sufficiente" (40%).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità relative all'EQB "Macroinvertebrati bentonici" nei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

#### Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

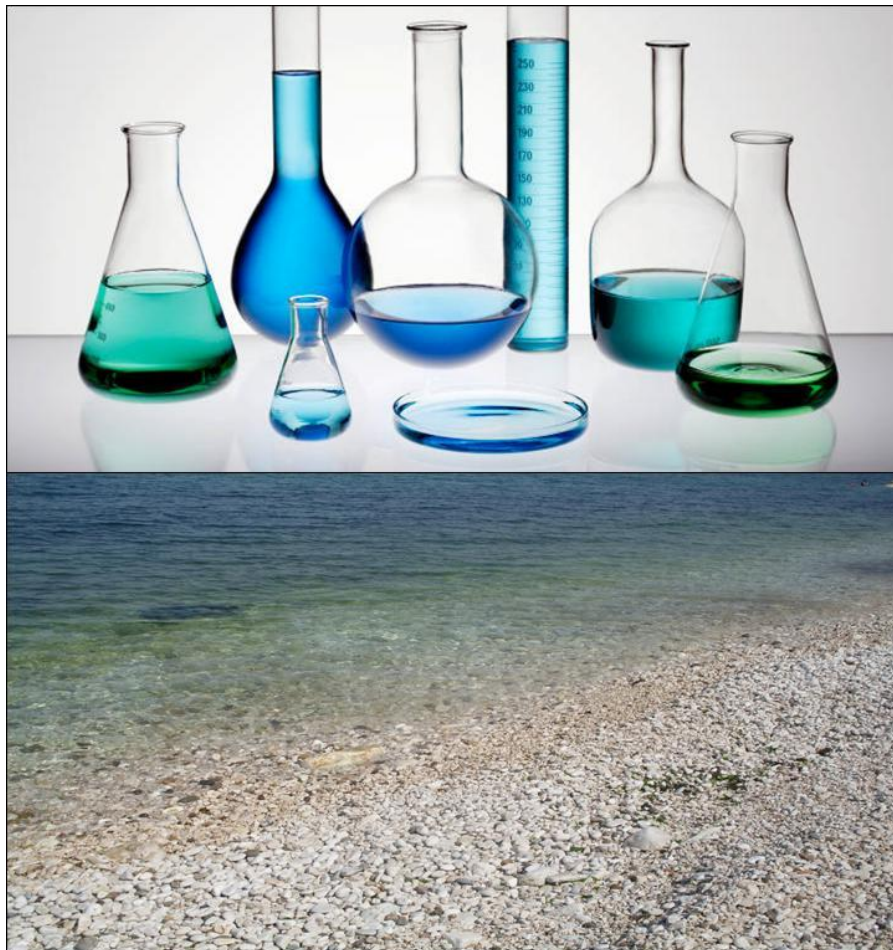
Anche per il monitoraggio Operativo 2021 si confermano le criticità già evidenziate le precedenti annualità. In particolare, l'attività di campionamento risulta di particolare complessità, in quanto la raccolta dei campioni di sedimento da utilizzare per lo studio dei macroinvertebrati marino costieri presuppone condizioni meteo-marine ottimali (mare calmo). Inoltre, molte delle stazioni più al largo sono posizionate su fondali con profondità superiore ai 20 m, complicando ulteriormente la fase di prelievo.

Per quanto riguarda l'applicazione dell'indice M-AMBI nel contesto pugliese, permane qualche incertezza circa l'affidabilità del metodo per discriminare lo stato di qualità dei corpi idrici marino costieri sottoposti a differenti pressioni ambientali.



## Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque Marino-costiere”

### Elementi di qualità fisico-chimica **Indice TRIX**



Per la valutazione dello stato trofico, anche per l'annualità 2020 è stato applicato l'indice TRIX in adempimento al D.M. 260/2010.

Tale indice è calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto-DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla "a" e percentuale di saturazione di ossigeno). La formulazione dell'indice è la seguente:

$$\text{TRIX} = [\log_{10} (\text{Cha} \cdot \text{D}\% \text{O}_2 \cdot \text{DIN} \cdot \text{P}) - (-1.5)] / 1.2$$

dove:

Cha = clorofilla "a" ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )

D%O<sub>2</sub> = ossigeno disciolto come deviazione % assoluta dalla saturazione (100- O<sub>2</sub> D%)

DIN = azoto inorganico disciolto come somma di N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub> ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )

P = fosforo totale ( $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ )

Il valore di TRIX da attribuire a un corpo idrico marino costiero si basa sul calcolo della media dei valori di TRIX calcolati nell'anno in tutte le stazioni allocate nel corpo idrico. I valori dell'indice TRIX ottenuti sono in seguito utilizzati per la classificazione ai sensi del D.M. 260/2010, che definisce dei limiti-soglia (in base alla stabilità della colonna d'acqua) per discriminare tra lo stato "Buono" e quello "Sufficiente" (vedi tabella seguente).

Limiti di classe, espressi in termini di TRIX, tra lo stato "Buono" e quello "Sufficiente"

Macrotipo	Limiti di classe TRIX Buono/Sufficiente
1. Alta stabilità	5,0
2. Media stabilità	4,5
3. Bassa stabilità	4,0

Nella procedura di classificazione dello stato ecologico delle acque marino-costiere, il giudizio espresso per ciascun Elemento di Qualità Biologica deve essere congruo con il limite di classe di TRIX; in caso di stato ecologico "Buono" il corrispondente valore di TRIX deve essere minore della soglia riportata nella tabella precedente, per ciascuno dei macrotipi.

Nel caso in cui il valore del TRIX sia conforme alla soglia individuata dallo stato biologico, le acque marino costiere vengono classificate secondo il giudizio espresso sulla base degli elementi di qualità biologica.

### Campionamento, analisi e risultati

Nel periodo Gennaio - Dicembre 2021, il monitoraggio delle acque marino costiere pugliesi, relativamente ai parametri fisico-chimici necessari all'elaborazione dell'indice TRIX, è stato eseguito da ARPA Puglia in 39 corpi idrici marino costieri pugliesi. In tali corpi idrici sono allocati n. 84 siti-stazione per il prelievo delle acque. Per ogni sito di prelievo sono stati raccolti campioni di acque superficiali ed effettuate misure in campo (sonda multiparametrica).

In campo sono state misurate la concentrazione di clorofilla "a" e la percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto; le concentrazioni di Azoto inorganico disciolto e di Fosforo totale sono state determinate in laboratorio, previo trasferimento dei campioni raccolti secondo la frequenza temporale prevista dal Programma di monitoraggio.

Nel corso del 2021 per i corpi idrici marino costieri "Monopoli Torre Canne", "Torre Canne Limite nord AMP Torre Guaceto", "Area Marina Protetta Torre Guaceto", "Limite sud AMP Torre Guaceto Brindisi", "Brindisi Cerano", "Cerano Le Cesine" non è stato possibile completare tutti i campionamenti previsti, a causa di periodi di condizioni meteo-marine avverse e prolungate che hanno determinato criticità nell'esecuzione

delle attività in mare. Pertanto, per tali corpi idrici lo stato trofico in base all'indice TRIX è stato valutato sulla base dei dati relativi a due o tre campagne di monitoraggio.

Prima di esporre i risultati dell'applicazione dell'indice TRIX è necessario specificare che tutti i corpi idrici marino costieri della Regione Puglia sono afferenti ai macrotipi "media stabilità" o "bassa stabilità". Tale specifica è necessaria per meglio spiegare la classificazione e quindi l'attribuzione della classe di qualità, che l'indice TRIX distingue solo in "Buono" e "Sufficiente".

I differenti valori soglia, indicati dal D.M 260/2010 d attribuiti ai due diversi macrotipi, influenzano la classificazione finale; infatti, a parità di valore dell'indice TRIX, corpi idrici di macrotipo "Bassa stabilità" possono risultare in classe di qualità peggiorativa rispetto a quelli di macrotipo "Media stabilità".

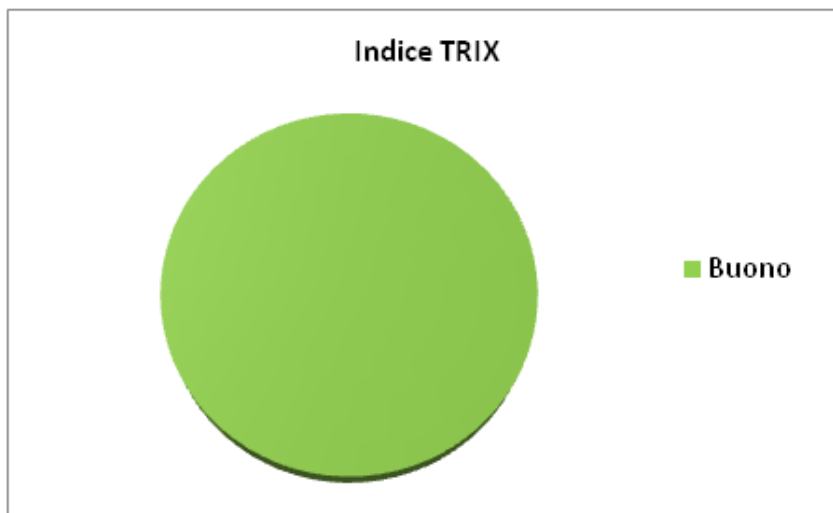
Nella tabella seguente sono riportati i risultati dall'applicazione dell'indice TRIX, espressi sia come valore singolo (media annuale) per sito di campionamento sia come valore medio per corpo idrico, con le rispettive classi di qualità.

Valori e classi dell'indice TRIX riferiti ai corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

Corpo Idrico	Macrotipo	Sito campionamento	TRIX (media)		CLASSE
			Sito	Corpo Idrico	
Isole Tremiti	Bassa Stabilità	Tremiti_100	2,0	2,1	Buono
		Tremiti_500	2,1		
Chieuti-Foce Fortore	Bassa Stabilità	F_Fortore_500	2,8	2,7	Buono
		F_Fortore_1750	2,6		
Foce Fortore-Foce Schiapparo	Bassa Stabilità	F_Schiapparo_500	3,1	3,1	Buono
		F_Schiapparo_1750	3,2		
Foce Schiapparo-Foce Capoiale	Bassa Stabilità	F_Capoiale_500	3,0	3,0	Buono
		F_Capoiale_1750	3,0		
Foce Capoiale-Foce Varano	Bassa Stabilità	F_Varano_500	2,7	2,6	Buono
		F_Varano_1750	2,5		
Foce Varano-Peschici	Bassa Stabilità	Peschici_200	2,7	2,8	Buono
		Peschici_1750	2,9		
Peschici-Vieste	Bassa Stabilità	Vieste_500	2,7	2,8	Buono
		Vieste_1750	3,0		
Vieste-Mattinata	Bassa Stabilità	Mattinata_200	2,7	2,8	Buono
		Mattinata_1750	2,9		
Mattinata-Manfredonia	Bassa Stabilità	Mattinata_200	2,9	2,9	Buono
		Mattinata_1750	2,9		
		Manfredonia_SIN_500	2,9		
		Manfredonia_SIN_1750	2,9		
Manfredonia-Torrente Cervaro	Media Stabilità	F_Candelaro_500	3,6	3,5	Buono
		F_Candelaro_1750	3,3		
Torrente Cervaro-Foce Carapelle	Media Stabilità	F_Carapelle_500	3,6	3,5	Buono
		F_Carapelle_1750	3,3		
Foce Carapelle-Foce Aloisa	Media Stabilità	F_Aloisa_500	3,5	3,4	Buono
		F_Aloisa_1750	3,4		
Foce Aloisa-Margherita di Savoia	Media Stabilità	F_Carmosina_500	3,2	3,2	Buono
		F_Carmosina_1750	3,2		
Margherita di Savoia-Barletta	Media Stabilità	F_Ofanto_500	3,7	3,6	Buono
		F_Ofanto_1750	3,6		
Barletta-Bisceglie	Media Stabilità	Bisceglie_500	3,2	3,2	Buono
		Bisceglie_1750	3,1		
Bisceglie-Molfetta	Media Stabilità	Molfetta_500	3,0	3,0	Buono
		Molfetta_1750	2,9		
Molfetta-Bari	Bassa Stabilità	Bari_Balice_500	4,2	3,7	Buono
		Bari_Balice_1750	3,3		
Bari-San Vito (Polignano)	Bassa Stabilità	Bari_Trullo_500	3,2	3,1	Buono
		Bari_Trullo_1750	2,9		
		Mola_500	3,2		

Corpo Idrico	Macrotipo	Sito campionamento	TRIX (media)		CLASSE
			Sito	Corpo Idrico	
		Mola_1750	3,0		
S. Vito (Polignano)- Monopoli	Bassa Stabilità	Monopoli_100	3,3	3,0	Buono
		Monopoli_1500	2,7		
Monopoli-Torre Canne	Bassa Stabilità	Forcatelle_500	2,6	2,1	Buono
		Forcatelle_1750	1,6		
Torre Canne-Limite nord AMP Torre Guaceto	Bassa Stabilità	Villanova_500	3,9	3,0	Buono
		Villanova_1750	2,1		
Area Marina Protetta Torre Guaceto	Bassa Stabilità	T_Guaceto_500	2,7	2,3	Buono
		T_Guaceto_1750	2,0		
Limite sud AMP Torre Guaceto-Brindisi	Bassa Stabilità	P_Penne_100	1,9	2,2	Buono
		P_Penne_600	2,5		
Brindisi-Cerano	Bassa Stabilità	BR_CapoBianco_500	2,9	2,6	Buono
		BR_CapoBianco_1750	2,3		
Cerano-Le Cesine	Bassa Stabilità	CampodiMare_500	3,3	3,3	Buono
		CampodiMare_1750	3,0		
		LE_S.Cataldo_500	3,5		
		LE_S.Cataldo_1750	3,4		
Le Cesine-Alimini	Bassa Stabilità	Cesine_200	3,5	3,5	Buono
		Cesine_1750	3,5		
Alimini-Otranto	Bassa Stabilità	F_Alimini_200	3,4	3,3	Buono
		F_Alimini_1750	3,3		
Otranto-S.Maria di Leuca	Bassa Stabilità	Tricase_100	2,7	3,0	Buono
		Tricase_500	3,3		
S.Maria di Leuca-Torre S.Gregorio	Bassa Stabilità	PuntaRistola_100	3,4	3,3	Buono
		PuntaRistola_800	3,2		
Torre S.Gregorio-Ugento	Bassa Stabilità	Ugento_500	3,3	3,3	Buono
		Ugento_1750	3,3		
Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo	Bassa Stabilità	S.Maria_200	3,5	3,2	Buono
		S.Maria_1000	2,9		
Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena	Bassa Stabilità	P.Cesareo_200	3,6	3,5	Buono
		P.Cesareo_1000	3,4		
Torre Columena-Torre dell'Ovo	Bassa Stabilità	Campomarino_200	2,4	2,3	Buono
		Campomarino_1750	2,2		
Torre dell'Ovo-Capo S. Vito	Bassa Stabilità	TA_Lido_Silvana_100	2,1	2,0	Buono
		TA_Lido_Silvana_750	2,0		
Capo S. Vito-Punta Rondinella	Bassa Stabilità	TA_S.Vito_100	3,0	2,7	Buono
		TA_S.Vito_700	2,3		
Punta Rondinella-Foce Fiume Tara	Bassa Stabilità	P_Rondinella_200	3,5	3,5	Buono
		P_Rondinella_1750	3,5		
Foce Fiume Tara- Chiatona	Bassa Stabilità	F_Patemisco_500	3,3	3,1	Buono
		F_Patemisco_1750	2,9		
Chiatona-Foce Lato	Bassa Stabilità	F_Lato_500	2,7	2,8	Buono
		F_Lato_1750	2,9		
Foce Lato-Bradano	Bassa Stabilità	Ginosa_200	2,9	2,8	Buono
		Ginosa_1750	2,8		

Dai risultati esposti, con riferimento all'indice TRIX il 100% dei corpi idrici marino costieri pugliesi indagati nel 2021 risulterebbe in stato "Buono" (vedi figura seguente).



Distribuzione percentuale delle classi di qualità relative all'indice TRIX nei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque marino costiere" - 2021

Criticità nel campionamento, nell'analisi e nell'applicazione dell'indice utilizzato

L'unica criticità da segnalare nel 2021 è relativa, in alcuni casi, al rispetto della frequenza di campionamento prevista dal Programma. Condizioni meteo-marine avverse e protratte per lunghi periodi hanno comportato, nel caso dei corpi idrici marino costieri "Monopoli Torre Canne", "Torre Canne Limite nord AMP Torre Guaceto", "Area Marina Protetta Torre Guaceto", "Limite sud AMP Torre Guaceto Brindisi", "Brindisi Cerano", "Cerano Le Cesine", l'impossibilità di completare tutti i campionamenti previsti. Pertanto, per tali corpi idrici, lo stato di qualità in base all'indice TRIX è stato valutato sulla base dei dati relativi a due o tre campagne di monitoraggio.

L'applicazione dell'indice TRIX non ha comportato particolari difficoltà, se non quelle relative all'organizzazione dei dati al fine del calcolo.

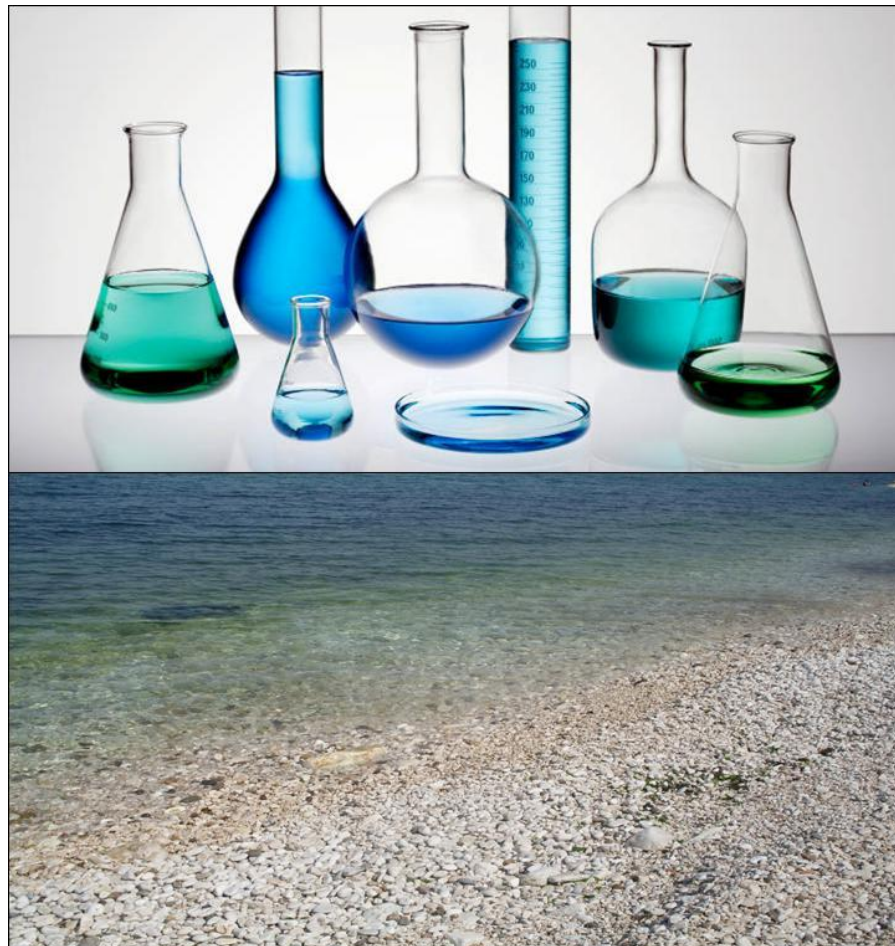
Il confronto con i valori soglia previsti dal D.M. 260/2010 ha invece confermato la parziale capacità dell'indice in questione di rappresentare in maniera adeguata le differenze di stato tra i corpi idrici marino costieri regionali, probabilmente anche a causa della iniziale attribuzione alle acque regionali dei macrotipi o della eventuale inadeguatezza degli attuali valori-soglia.

In merito allo specifico argomento, si auspica che, come fatto per alcuni EQB nell'ambito dell'esercizio di intercalibrazione stabilito dalla Commissione Europea (vedi Decisione 2013/480/UE, nota MATTM prot. n. 17869 del 09/11/2015 e Decisione 2018/229/EU), anche per i valori soglia dell'indice TRIX sia prevista una revisione, anche allo scopo di potere adeguatamente e correttamente valutare lo stato di qualità delle acque marine pugliesi.



**Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque Marino-costiere”**

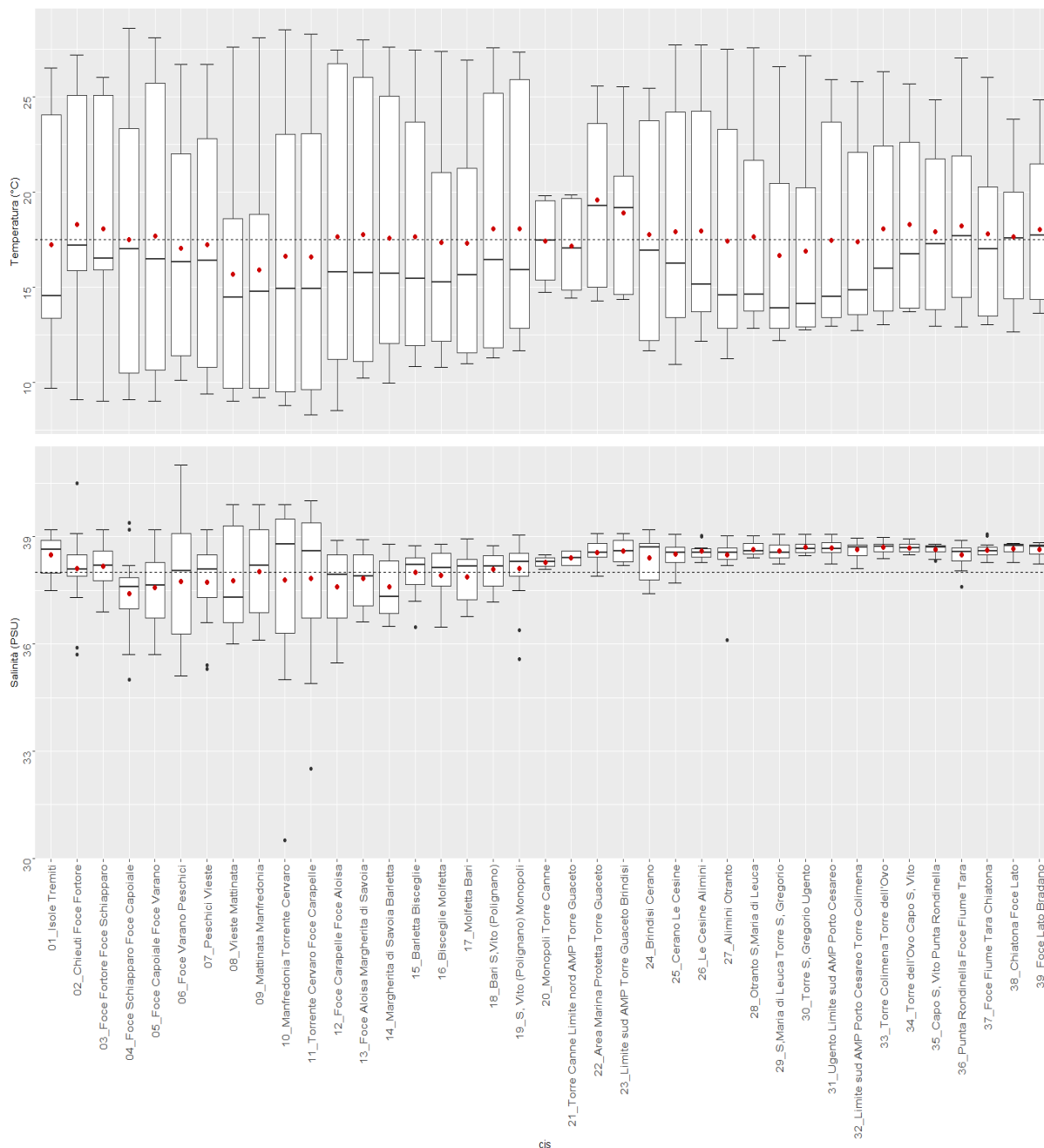
**Altri elementi chimico-fisici a supporto, comprese  
le sostanze di cui alle Tabele 1/A e 1/B del D.Lgs. n.  
172/2015**



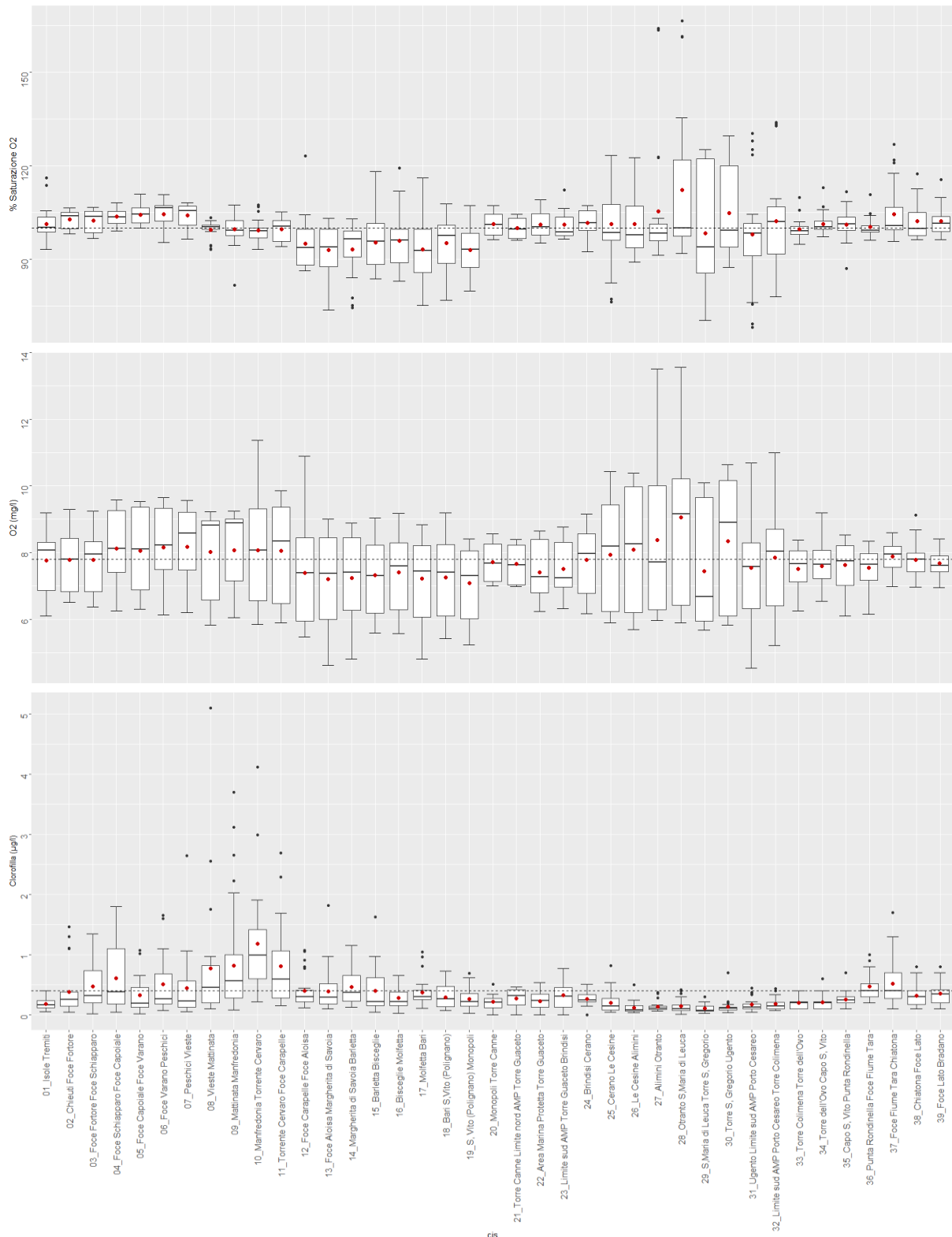


Di seguito sono illustrate le risultanze, per l'annualità 2021, dell'andamento e della distribuzione per l'intero territorio regionale di alcuni parametri selezionati - tra quelli monitorati - per la loro rappresentatività, e utili per una migliore interpretazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici pugliesi della categoria "Acque Marino-Costiere".

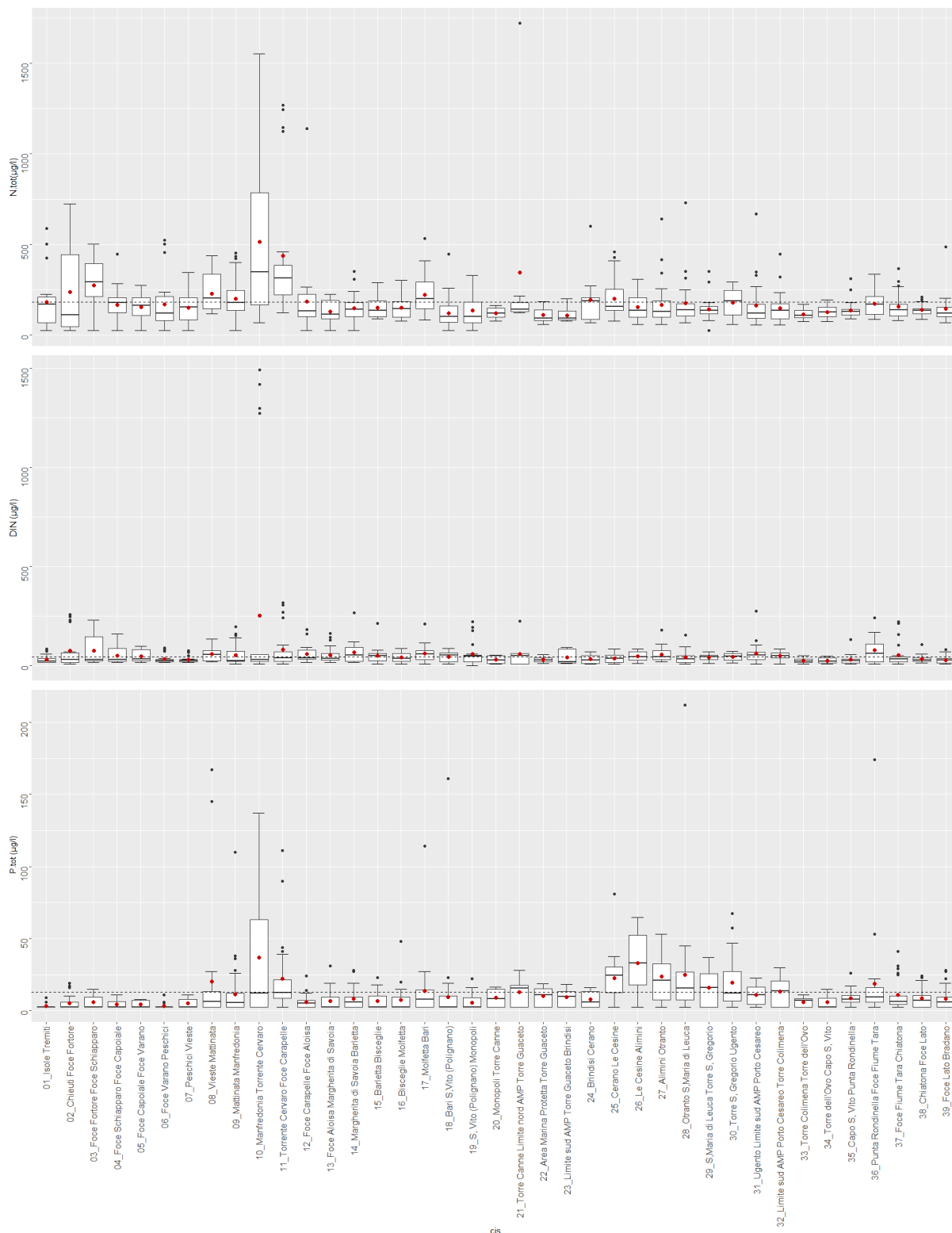
### Acque Marino Costiere



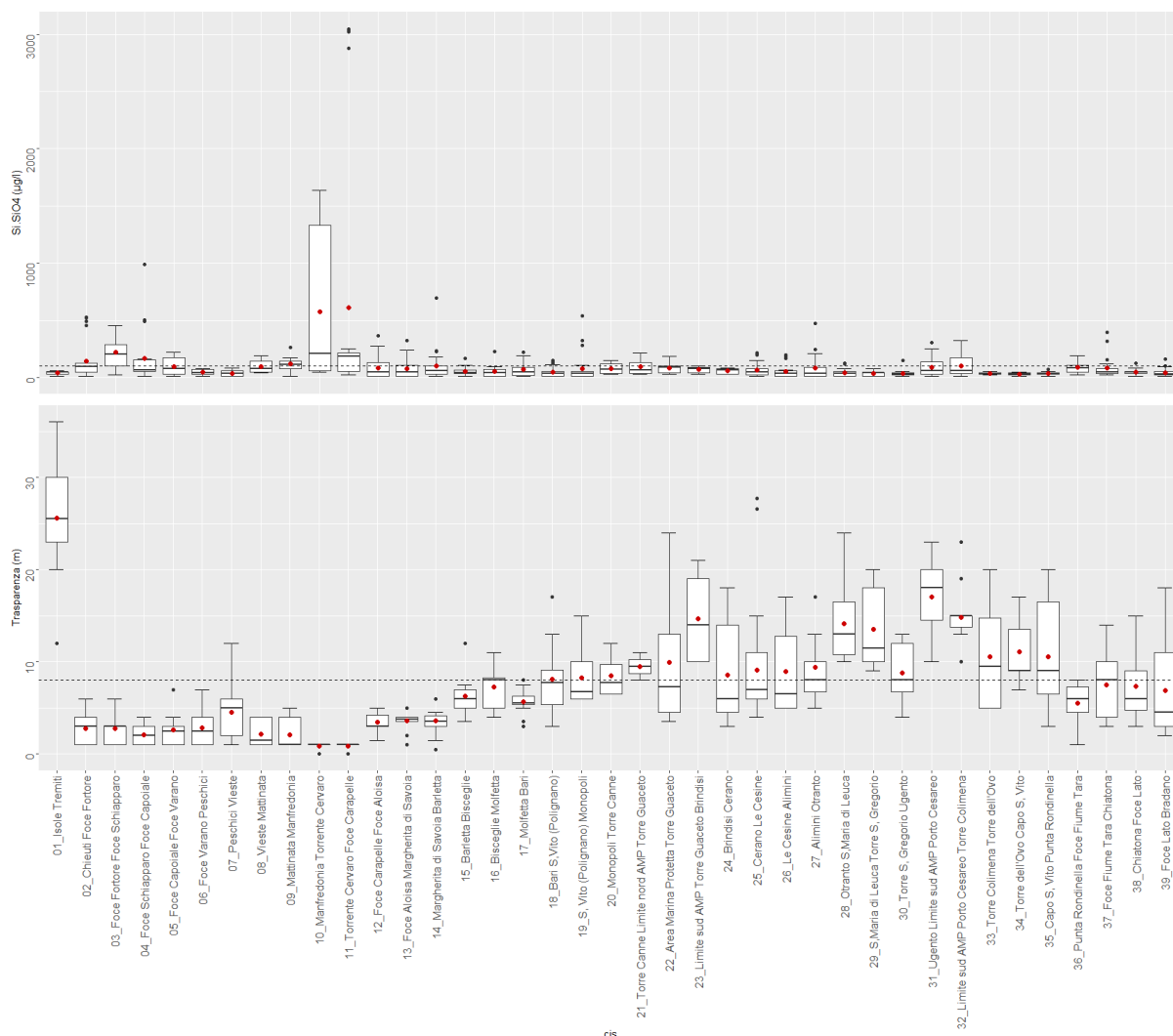
Box plots relativi ai parametri temperatura (°C) e salinità (PSU), misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Acque Marino-Costiere". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.



Box plots relativi ai parametri saturazione d'ossigeno (%), ossigeno disciolto (mg/l) e clorofilla "a" (µg/l) misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria "Acque Marino-Costiere". Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura "minore del limite di quantificazione" (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell'intero set di dati.



Box plots relativi ai parametri azoto totale ( $\mu\text{g/l}$ ), DIN ( $\mu\text{g/l}$ ) e fosforo totale ( $\mu\text{g/l}$ ) misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria “Acque Marino-Costiere”. Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura “minore del limite di quantificazione” (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell’intero set di dati.



Box plots relativi ai parametri SiO4 ( $\mu\text{g/l}$ ) e trasparenza (m) durante il 2021 nei corpi idrici della categoria “Acque Marino-Costiere”. Sono rappresentate anche le misure riportate in tabella con la dicitura “minore del limite di quantificazione” (m.l.q.). Il pallino rosso indica il valore medio, la barra nera indica la mediana, il limite superiore e inferiore del box indicano rispettivamente il 75esimo e il 25esimo percentile, le barre di errore indicano il limite superiore ed inferiore degli outliers, i pallini neri indicano gli outliers. La linea orizzontale tratteggiata identifica il valore medio dell’intero set di dati.

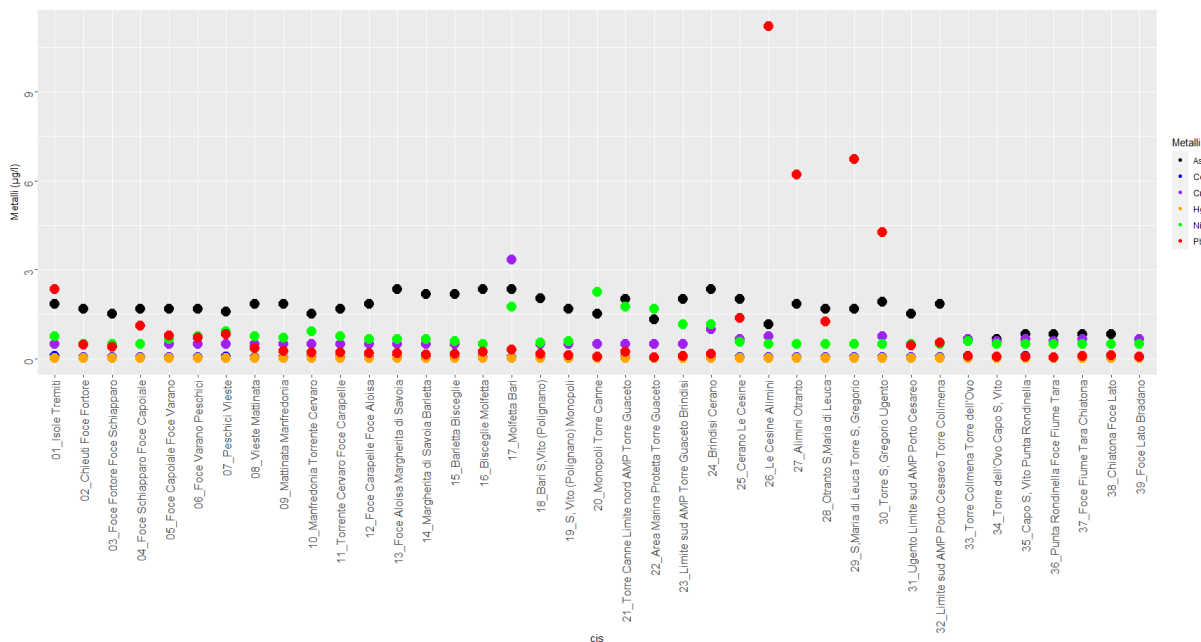


Grafico dei valori medi dei metalli pesanti Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, misurati durante il 2021 nei corpi idrici della categoria “Acque Marino-Costiere” della Regione Puglia.

Nel periodo gennaio-dicembre 2021, l’analisi dei risultati dei parametri chimico-fisici misurati in campo e delle determinazioni chimiche di laboratorio, è stata elaborata su un totale di n. 39 corpi idrici della categoria “Acque Marino-Costiere” così come previsti dal Programma di Monitoraggio per il triennio 2019-2021.

Dall’analisi dei grafici box-plot elaborati, con riferimento alla salinità si osserva come i valori medi annui più bassi si riscontrano nei corpi idrici influenzati da apporti di acqua dolce, in particolare in corrispondenza delle foci fluviali nell’area del Gargano e golfo di Manfredonia.

Le concentrazioni di ossigeno disciolto presentano in gran parte dei corpi idrici valori medi intorno alla percentuale di saturazione.

Per quanto attiene la concentrazione di Clorofilla “a” nelle acque, si stimano valori medi annui relativamente più alti (superiori a 0,7 µg/l) in corrispondenza delle foci fluviali nel golfo di Manfredonia.

Con riferimento alla concentrazione dei nutrienti e in particolare per i composti azotati, si evidenziano concentrazioni più elevate, superiori alla media dei corpi idrici pugliesi (superiori a 185 µg/l), del parametro azoto totale nei corpi idrici “Chieuti Foce Fortore” e “Foce Fortore Foce Schiapparo” e nel Golfo di Manfredonia; qui si riscontra un picco delle concentrazioni in particolare nei corpi idrici “Manfredonia-Torrente Cervaro” e “Torrente Cervaro Foce Carapelle”. Nel brindino si registra un picco nei valori medi annui nel corpo idrico “Torre Canne Limite nord AMP Torre Guaceto”. Relativamente alle concentrazioni di DIN (azoto organico disciolto) si osservano valori medi annui superiori alla media (superiori a circa 55 µg/l) nei corpi idrici della provincia di Foggia “Chieuti Foce Fortore” e “Foce Fortore Foce Schiapparo”, in quelli ricadenti nel Golfo di Manfredonia, in particolare nel corpo idrico “Manfredonia-Torrente Cervaro”, in alcune acque della provincia di Bari e di Brindisi e nel corpo idrico “Punta Rondinella Foce Fiume Tara” in provincia di Taranto.

Per i composti del fosforo (fosforo totale), si registrano dei picchi nei valori medi annui (superiori a circa 15 µg/l) in corrispondenza dei corpi idrici “Vieste-Mattinata”, “Manfredonia Torrente Cervaro” e “Torrente Cervaro Foce Carapelle”, nell’area del leccese dal corpo idrico “Cerano-Le Cesine” a “Torre S, Gregorio Ugento” e nel golfo di Taranto in corrispondenza di “Punta Rondinella Foce Fiume Tara”.

L'arricchimento dei nutrienti rappresenta una pressione significativa alla quale tali corpi idrici sono soggetti, che ha come effetto primario una diminuzione della qualità delle acque. Questo effetto può avere inizialmente un impatto sugli elementi di qualità biologica più sensibili a tale pressione, quali il fitoplancton (*blooms* algali) e, conseguentemente all'arricchimento organico, sulla comunità di macroinvertebrati bentonici e sui parametri fisico-chimici in generale.

Per quanto riguarda le sostanze di cui alle Tab. 1/A e 1/B del D.Lgs. n. 172/2015, per l'annualità 2021 si sono evidenziati superamenti dell'SQA-MA (media annua), di cui alla Tab. 1/A, per il Piombo nei corpi idrici "Isole Tremiti", "Cerano-Le Cesine", "Le Cesine-Alimini", "Alimini-Otranto", "S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio", "Torre S. Gregorio-Ugento"; per il benzo(a)pirene nei corpi idrici "Brindisi-Cerano" e "Punta Rondinella-Foce Fiume Tara", per gli Ottilfenoli in "Le Cesine-Alimini", "Alimini-Otranto", "Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo" e "Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena" e per il Fluorantene nel corpo idrico "Punta Rondinella-Foce Fiume Tara".

Gli SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile), di cui alla Tab. 1/A, sono superati per il Mercurio nell'acqua marino-costiera "Bari-San Vito (Polignano)"; per il *Piombo* in "Le Cesine-Alimini", "Alimini-Otranto", "S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio", "Torre S. Gregorio-Ugento"; per il *Benzo(g,h,i)perilene* in "Alimini-Otranto", "Otranto-S. Maria di Leuca", "S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio", "Torre S. Gregorio-Ugento", "Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo" e "Punta Rondinella-Foce Fiume Tara"; per il *Benzo(b)fluorantene* nel corpo idrico "Punta Rondinella-Foce Fiume Tara". Non è stato riscontrato alcun superamento per le sostanze di cui alla Tab. 1/B (vedi tabella seguente).

Si specifica che i risultati analitici 2021 dei residui dei prodotti fitosanitari e delle nuove sostanze di cui al Monitoraggio Supplementare, saranno esposti in apposite relazioni; tali esiti non sono utilizzati nelle elaborazioni del presente documento per consentire la confrontabilità tra i dati dell'intero sessennio di monitoraggio 2016-2021, attraverso l'utilizzo di un set analitico comune.



Valutazione della conformità agli Standard Di Qualità Ambientale (SQA) di cui alle tabb. 1/A e 1/B del D.Lgs. n. 172/2015 per i corpi idrici della categoria "Acque marino costiere" - 2021

Corpo Idrico Superficiale della Regione Puglia  "Acque marino costiere"	Conformità agli SQA		
	Sostanze dell'elenco di priorità Tab. 1/A D.Lgs n. 172/2015		Altre sostanze non dell'elenco di priorità Tab. 1/B D.Lgs n. 172/2015
	Media annua <b>SQA-MA</b> µg/l	Concentrazione massima ammissibile <b>SQA-CMA</b> µg/l	Media annua <b>SQA-MA</b> µg/l
Isole Tremiti	Pb = 2,3		
Chieuti-Foce Fortore			
Foce Fortore-Foce Schiapparo			
Foce Schiapparo-Foce Capoiale			
Foce Capoiale-Foce Varano			
Foce Varano-Peschici			
Peschici-Vieste			
Vieste-Mattinata			
Mattinata-Manfredonia			
Manfredonia-Torrente Cervaro			
Torrente Cervaro-Foce Carapelle			
Foce Carapelle-Foce Aloisa			
Foce Aloisa-Margherita di Savoia			
Margherita di Savoia-Barletta			
Barletta-Bisceglie			
Bisceglie-Molfetta			
Molfetta-Bari			
Bari-San Vito (Polignano)		Hg = 0,09	
San Vito (Polignano)-Monopoli			
Monopoli-Torre Canne			
T.Canne-Limite Nord AMP T.Guaceto			
A.M.P. Torre Guaceto			
Lim. sud AMP T.Guaceto-Brindisi			
Brindisi-Cerano	Benzo(a)pirene = 0,00183		
Cerano-Le Cesine	Pb = 1,4		
Le Cesine-Alimini	Pb = 11,2; ottilfenolo ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)* = 0,02	Pb = 57	
Alimini-Otranto	Pb = 6,2; ottilfenolo ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)* = 0,03	Pb = 36; Benzo(g,h,i)perilene= 0,00090	
Otranto-S. Maria di Leuca		Benzo(g,h,i)perilene= 0,00090 (x 2 volte)	
S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio	Pb = 6,7	Pb = 28,6; Benzo(g,h,i)perilene = 0,00120	
Torre S. Gregorio-Ugento	Pb = 4,3	Pb = 14,8; Benzo(g,h,i)perilene = 0,00090	
Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo	ottilfenolo ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)* = 0,06	Benzo(g,h,i)perilene = 0,00130	
Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena	ottilfenolo ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)* = 0,04		
Torre Columena-Torre dell'Ovo			
Torre dell'Ovo-Capo S. Vito			
Capo S.Vito-Punta Rondinella			
Punta Rondinella-Foce Fiume Tara	Benzo(a)pirene = 0,00470; Fluorantene = 0,0073	Benzo(b)fluorantene = 0,022; Benzo(g,h,i)perilene = 0,02200 e 0,00240	
Foce Fiume Tara-Chiatona			
Chiatona-Foce Lato			
Foce Lato-Bradano			

\*=valutazione effettuata su un'unica misura

**Corpi Idrici Superficiali della categoria “Acque marino costiere”**

## **SINTESI delle CRITICITÀ**



Di seguito si riportano, in forma sintetica, le criticità riscontrate nel 2021 in alcuni corpi idrici marino costieri regionali, con riferimento sia agli Elementi di Qualità Biologica che al monitoraggio fisico-chimico e degli inquinanti specifici. Si ribadisce che gli EQB, in virtù della stratificazione nel triennio, nel corso della annualità in esame sono stati controllati solo in alcuni corpi idrici, così come illustrato in dettaglio nei paragrafi precedenti.

Corpi Idrici Significativi "Acque marino costiere"	Criticità per corpo idrico
Isole Tremiti	<b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per il Piombo
Chieuti-Foce Fortore	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei composti azotati superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Foce Fortore-Foce Schiapparo	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei composti azotati superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Vieste-Mattinata	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di nutrienti superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Mattinata-Manfredonia	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di azoto totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Manfredonia-Torrente Cervaro	<b>Dati chimico-fisici:</b> elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Torrente Cervaro-Foce Carapelle	<b>Dati chimico-fisici:</b> elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Foce Carapelle-Foce Aloisa	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei composti azotati superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Margherita di Savoia-Barletta	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei valori di DIN superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Molfetta-Bari	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di azoto totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Bari-S. Vito (Polignano)	<b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-CMA per il Mercurio
S. Vito (Polignano)-Monopoli	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei valori di DIN superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Monopoli-Torre Canne	<b>Angiosperme:</b> sufficiente
T.Canne-Limite nord AMP T.Guaceto	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei composti azotati superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria.
Brindisi-Cerano	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di azoto totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per il Benzo(a)pirene
Cerano-Le Cesine	<b>Macroinvertebrati:</b> sufficiente <b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di azoto totale e fosforo totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per il Piombo
Le Cesine-Alimini	<b>Macroinvertebrati:</b> sufficiente <b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di fosforo totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per il Piombo e gli Ottifenoli
Alimini-Otranto	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di fosforo totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Piombo e per gli Ottifenoli; superamento del SQA-CMA per il Piombo e Benzo(g,h,i)perilene
Otranto-S. Maria di Leuca	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di fosforo totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-CMA per Benzo(g,h,i)perilene
S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di fosforo totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Piombo; superamento del SQA-CMA per il Piombo e Benzo(g,h,i)perilene
Torre S. Gregorio-Ugento	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni di fosforo totale superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Piombo; superamento del SQA-CMA per il Piombo e Benzo(g,h,i)perilene
Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo	<b>Dati chimico-fisici:</b> concentrazioni dei valori di DIN superiori alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per gli Ottifenoli; superamento del SQA-CMA per Benzo(g,h,i)perilene

Corpi Idrici Significativi "Acque marino costiere"	Criticità per corpo idrico
Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena	<b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per gli Ottifenoli
Torre dell'Ovo-Capo S. Vito	<b>Macroalge:</b> sufficiente
Punta Rondinella-Foce Fiume Tara	<b>Dati chimico-fisici:</b> elevate concentrazioni di nutrienti rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria. <b>Inquinanti:</b> superamento del SQA-MA per Fluorantene e Benzo(a)pirene; superamento del SQA-CMA per Benzo(g,h,i)perilene e Benzo(b)fluorantene

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il 2021 ha visto l'esecuzione di un Monitoraggio di tipo Operativo, in attuazione del *Programma di Monitoraggio qualitativo dei corpi idrici superficiali per il triennio 2019-2021* (D.G.R. n. 1429 del 30/07/2019), nell'ambito del secondo ciclo dei Piani di Gestione e dei Piani di Tutela delle Acque.

La Rete di Monitoraggio Operativo è stata definita in esito al Monitoraggio di Sorveglianza condotto nel 2016 per il secondo ciclo sessennale.

La normativa di riferimento e i documenti nazionali a supporto della sua attuazione (Manuali e Linee Guida n. 116/2014 "Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e relativi decreti attuativi", ISPRA) prevedono espressamente che "il ciclo di monitoraggio operativo duri 3 anni; la classificazione [ecologica e chimica] può essere prodotta solo al termine del terzo anno". La presente relazione, pertanto, illustra gli esiti dei monitoraggi condotti nell'annualità 2021, rimandando la proposta di classificazione dei corpi idrici pugliesi alla Relazione di chiusura del triennio 2019-2021.

In esito alla discussione dei risultati, si ritiene possa essere utile sintetizzare le principali criticità riscontrate nell'annualità in corso per le acque interne e per le acque di transizione e marine; le prime sono state raggruppate per asta fluviale e invaso, le altre per bacino e tratto costiero. Le criticità ambientali sono schematizzate in macrovoci, relative alla concentrazione dei nutrienti, alle condizioni di anossia/ipossia, alla potenziale contaminazione da sostanza organica, allo stato degli EQB e alla categoria di inquinanti rinvenuti in concentrazione superiore agli Standard di Qualità Ambientale (tabelle seguenti).

ACQUE INTERNE		Concentrazione dei nutrienti elevata rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria	Potenziale contaminazione di tipo organico e inorganico	Criticità nella ossigenazione delle acque rispetto alla media dei corpi idrici della stessa categoria	Valutazione degli EQB non congrua rispetto allo stato buono o sufficiente	Presenza in concentrazione superiore agli SQA	
						Ftalati	IPA
Corsi d'acqua	Torrente Saccione		x				
	Fiume Fortore						
	Torrente Candelaro	x	x		x		
	Torrente Triolo	x	x	x	x		
	Torrente Salsola	x			x		
	Fiume Celone	x			x		
	Fiume Cervaro	x	x				
	Fiume Carapelle				x		
	Fiume Ofanto	x	x	x		x	x
	Fiume Bradano			x	n.c.		x
	Fiume Grande				n.c.		
	Canale Reale	x			n.c.		x
	Torrente Asso				n.c.	x	x
	Fiume Tara				x		
	Fiume Lenne				n.c.		
Fiume Lato							
Fiume Galaso			x		x		
Laghi/invasi	Occhito						
	Torre Bianca/Capaccio		x				
	Marana Capacciotti			x			
	Locone			x			
	Serra del Corvo		x				
Cillarese	x	x			x	x	

n.c.: EQB non campionati nel 2021 in virtù della stratificazione triennale

ALTRE ACQUE DI SUPERFICIE		Concentrazione dei nutrienti elevata rispetto alla media	Criticità nella ossigenazione delle acque di fondo	Valutazione degli EQB non congrua rispetto allo stato buono	Presenza in concentrazione superiore agli SQA		
					Metalli	IPA	Ottiflenoli
Acque di transizione	Laguna di Lesina	x	x	x			
	Lago di Varano		x				
	Lago Salpi	x					
	Torre Guaceto		x	x			
	Punta della Contessa	x			x		x
	Cesine		x			x	
	Alimini Grande	x	x	x			x
	Baia di Porto Cesareo	x	x			x	
Mar Piccolo		x					
Acque marino-costiere	Isole Tremiti			n.c.	x		
	Chieuti-Foce Fortore	x		n.c.			
	Foce Fortore-Foce Schiapparo	x		n.c.			
	Foce Schiapparo-Foce Capoiale			n.c.			
	Foce Capoiale-Foce Varano			n.c.			
	Foce Varano-Peschici			n.c.			
	Peschici-Vieste			n.c.			
	Vieste-Mattinata	x		n.c.			
	Mattinata-Manfredonia	x		n.c.			
	Manfredonia-Torrente Cervaro	x		n.c.			
	Torrente Cervaro-Foce Carapelle	x		n.c.			
	Foce Carapelle-Foce Aloisa	x		n.c.			
	Foce Aloisa-Margherita di Savoia			n.c.			
	Margherita di Savoia-Barletta	x		n.c.			
	Barletta-Bisceglie			n.c.			
	Bisceglie-Molfetta			n.c.			
	Molfetta-Bari	x		n.c.			
	Bari-S. Vito (Polignano)			n.c.	x		
	S. Vito (Polignano)-Monopoli	x		n.c.			
	Monopoli-Torre Canne			x			
	T.Canne-Limite nord AMP T.Guaceto	x		n.c.			
	Area Marina Protetta Torre Guaceto			n.c.			
	Limite sud AMP Torre Guaceto-Brindisi			n.c.			
	Brindisi-Cerano	x		n.c.		x	
	Cerano-Le Cesine	x		x	x		
	Le Cesine-Alimini	x		x	x		x
	Alimini-Otranto	x		n.c.	x	x	x
	Otranto-S. Maria di Leuca	x		n.c.		x	
	S. Maria di Leuca-Torre S. Gregorio	x		n.c.	x	x	
	Torre S. Gregorio-Ugento	x		n.c.	x	x	
	Ugento-Limite sud AMP Porto Cesareo	x		n.c.		x	x
	Limite sud AMP Porto Cesareo-Torre Colimena			n.c.			x
	Torre Columena-Torre dell'Ovo			n.c.			
Torre dell'Ovo-Capo S. Vito			x				
Capo S. Vito-Punta Rondinella			n.c.				
Punta Rondinella-Foce Fiume Tara	x		n.c.		x		
Foce Fiume Tara-Chiatona			n.c.				
Chiatona-Foce Lato			n.c.				
Foce Lato-Bradano			n.c.				

n.c.: EQB non campionati nel 2021 in virtù della stratificazione triennale



## STRUTTURE E PERSONALE COINVOLTI

Di seguito è riportato il personale di ARPA Puglia coinvolto nelle attività di Monitoraggio Operativo per l'anno 2021 (in ordine alfabetico):

**DAP Bari:** Bartoli Barbara, Carrus Antonio, D'Andretta Matteo, De Florio Vincenzo, Di Festa Tiziana, Diaferia Nunzia, Dimauro Massimo, Donadeo Anna, Ferrieri Francesca, Marano Chiara Alessandra, Mariani Marina, Martino Matteo, Matteucci Elena, Miccolis Andrea, Novello Lucia, Palumbo Raffaele, Ricco Giuseppina, Spinelli Mariangela, Spinelli Stefano, Vitale Mariapia;

**DAP Brindisi:** Bruno Emanuela, Carlucci Mario, D'Agnano Anna Maria, Maci Flavia, Musolino Vincenzo, Paolillo Rossella, Pennetta Francesca, Piccigallo Adele, Signorile Stefano, Vicini Maurizio;

**DAP Foggia:** Airò Federica, Andriani Eleonora, Ancona Francesco, Anselmo Francesco, Antini Angela, Berardi Pasquale, Bovio Paola, Castelluccio Immacolata, Catucci Vincenza, Contardi Roberto, D'aversa Eugenio, Daresta Barbara, De Marco Alessandra, Di Fava Salvatore, Fabiano Francesco, Florio Marisa, Franconieri Ilenia, Galoppo Simona, Gargiulo Maria Carla, Giarrusso Edmondo, Gifuni Simona, Iacovera Teodosio, La Mantia Rosanna, Lenti Vincenzo, Lestingi Carmela, Lorusso Rosa, Lorusso Alessandro, Macchiarella Alessio, Martino Laura, Martino P.Luca, Matera Sergio, Molinari Raffaele, Napolitano Giovanni, Notarangelo Michela, Pagliara Sonia, Petruzzelli Rosaria, Pezzano Gerardo, Pistillo F.Paola, Romei Antonio, Scoglietti Bruno, Sileo Grazia, Tetro Michele, Tonti Antonella, Tursi Barbara, Viesti Giuseppe, Vinella Costantino.

**DAP Lecce:** Alba Rocco, Alfonso Giuseppe, Benvenga Lavinia, Bucci Roberto, Carlà Mauro, Chionna Donatella, Donadei Daniela, D'Angela Antonio, D'Argento Barbara, D'Aversa Eugenio, Frassanito Salvatore, Gennaio Roberto, Lo Basso Marcella, Loguercio Simona, Longo Emanuela, Manca Matteo, Manco Immacolata, Martelli Giancarlo, Martemucci Luca, Muscogiuri Dario, Natali Francesco, Perrone Pamela, Rizzi Anna, Roselli Leonilde, Schito Antonio, Spedicato Antonella, Spedicato Sabina, Sturdà Filippo, Vadrucci Maria Rosaria, Ventrella Andrea, Vitale Floriana;

**DAP Taranto:** Aiello Carlo, Bruno Donato, Cacciatore Paola, Carroccia Laura, Catucci Francesco, Cianciaruso Giuliana, Colangelo Maria, Dell'Erba Adele, Esposito Vittorio, Galuppo Nicola, Giannotta Cosimo, Gigante Luca, Gravina Stefano, Maffei Annamaria, Massari Federica, Mazzotta Luca, Milella Paola, Pichierri Rosalba, Pugliese Tonietta, Ragone Mimma, Ramingo Romina, Ranieri Sergio, Santomauro Delia, Semeraro Monica;

### Direzione Scientifica:

**UOC Ambienti Naturali:** Avallone Stefania, Ricco Teresa, Rotolo Caterina, Sgaramella Erminia, Ungaro Nicola;

**Centro Regionale Mare:** Barbone Enrico, Battista Daniela, Catino Simona, Casale Viviana, Costantino Gaetano, Dalle Mura Ilaria, De Gioia Michele, De Salve Francesco Rocco, D'Onghia Francesco Marco, Lefons Federica, Pastorelli Anna Maria, Porfido Antonietta, Strippoli Giuseppe, Tria Giovanni.

**Collaborazioni con Enti e/o Istituzioni esterne all'Agenzia:**

- Guardia di Finanza - ROAN di Bari
- Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Biologia (gruppo coordinato dalla Dott.ssa *Antonella Bottalico*)
- CNR IRSA di Bari
- CNR ISMAR di Lesina