

Centro Ricerche Marine
Struttura DAPHNE – ARPAE Emilia-Romagna
14 novembre 2019

**Progetto FEAMP 2014-20: “Tendenze evolutive dello stato trofico e biologico con particolare riferimento all’abbondanza degli stock ittici”
Lotto 1 - CUP – E75B18000120009 CIG. Z6C23D4056.**

Workshops del Novembre 2018 e del Marzo 2019

Contributi presentati dai Gruppi di lavoro partecipanti: conclusioni emerse e principali raccomandazioni

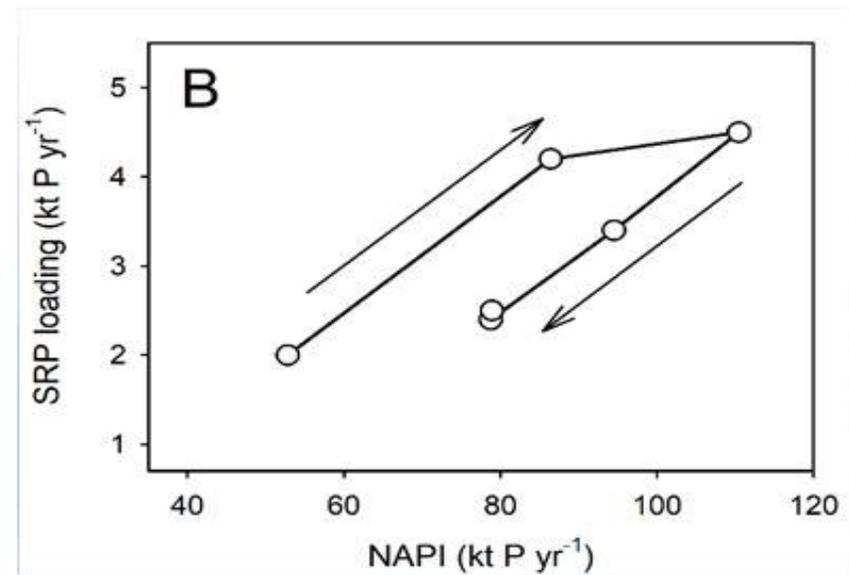
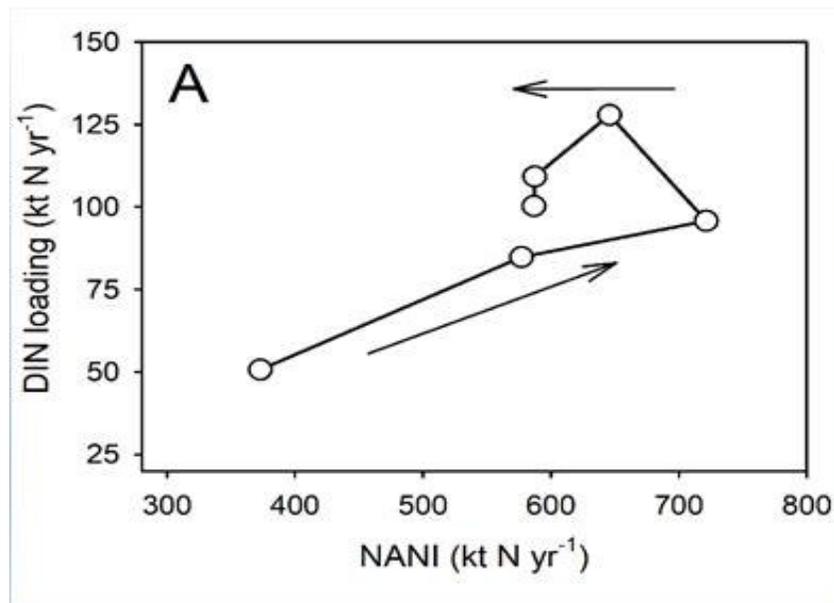
Rapporteur: F. Giovanardi

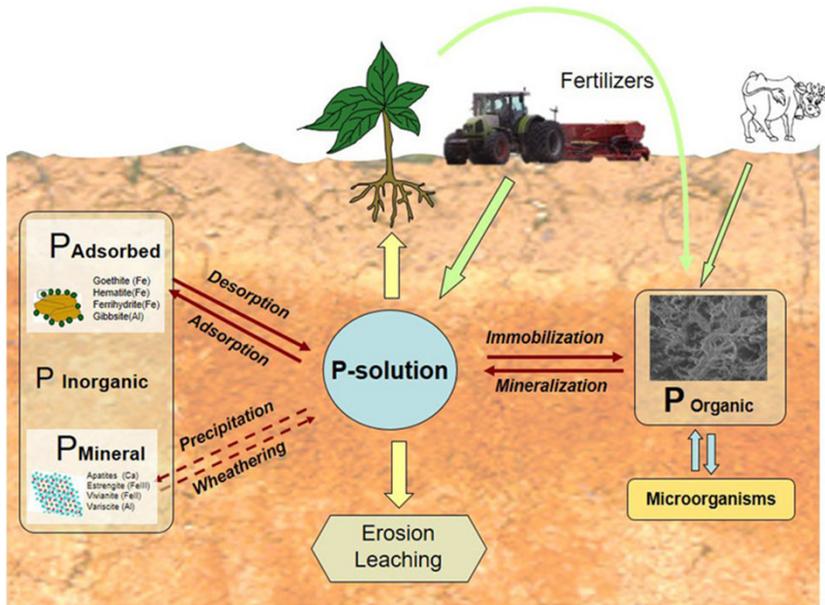
Sezione A.

Il Bacino padano

Origini, fonti e tendenze degli apporti trofici generati nel bacino idrografico del Fiume Po

P. Viaroli e D. Nizzoli - Università di Parma





Legacy Phosphorus

Ritorno in circolo di parte del Fosforo che, apparentemente uscito dal sistema, potrebbe rendersi nuovamente biodisponibile

Il Fosforo immagazzinato nei suoli e nei sedimenti potrebbe rientrare in circolo per saturazione dei processi di ritenzione nel terreno, o a causa di eventi meteorici estremi (Dilavamento, erosione)



Area del bacino del fiume Po giacente ad una quota inferiore ai 50 m slm e reticolo idrografico della zona di studio. (da Soana *et al.*, 2019)

Legacy Nitrogen - Restoration ecology

- recuperare la naturalità dei suoli e delle componenti del paesaggio rurale (servizi ecosistemici di regolazione della qualità delle acque;
- riparare, conservare e gestire le componenti naturali degli ecosistemi acquatici;
- valorizzare le componenti naturali dell'ecosistema per il contenimento dei fenomeni di erosione e dissesto idrogeologico e per la riqualificazione idraulica-ambientale.

Azioni e argomenti di ricerca ritenuti strategici per colmare le carenze conoscitive che ancora sussistono

Piani di monitoraggio a lungo termine dei carichi di N, P e Si, con specifica attenzione a:

- eventi di piena e/o di variazione significativa delle portate;
- eventi di piena o di variazione significativa delle portate che seguono lunghi periodi di magra e/o secca;
- speciazione e stechiometria dei principali nutrienti (N, P e Si);
- determinazione della clorofilla-a fitoplanctonica, misura grezza ma rappresentativa di fioriture microalgali e di eventuali fenomeni di eutrofizzazione fluviale.

Valutare come la modificazione degli alvei fluviali, l'intermittenza idrologica, il consumo e l'impermeabilizzazione dei suoli possano concorrere alla formazione dei carichi complessivi di N, P, Si, con particolare attenzione a:

- rapporti stechiometrici tra gli elementi;
- incidenza degli scolmatori fognari;
- incidenza della velocità di deflusso.

Ulteriori esigenze riguardanti:

- **Biodisponibilità** delle forme di Fosforo particellato insolubili (forme legate al Calcio e, in misura minore ai metalli, e forme organiche refrattarie);
- **Capacità residua** di suolo e sedimenti di trattenere il Fosforo;
- Effetto degli **eventi meteorici estremi** e crescente **variabilità idrologica** (erosione/risospensione e trasporto);
- Strategie di gestione del **reticolo idrografico minore** e delle sue componenti più reattive (canali, laghi di cava, zone umide residuali), per **ridurre il carico diffuso di Azoto**.

Ecosistemi acquatici di transizione e marino-costieri

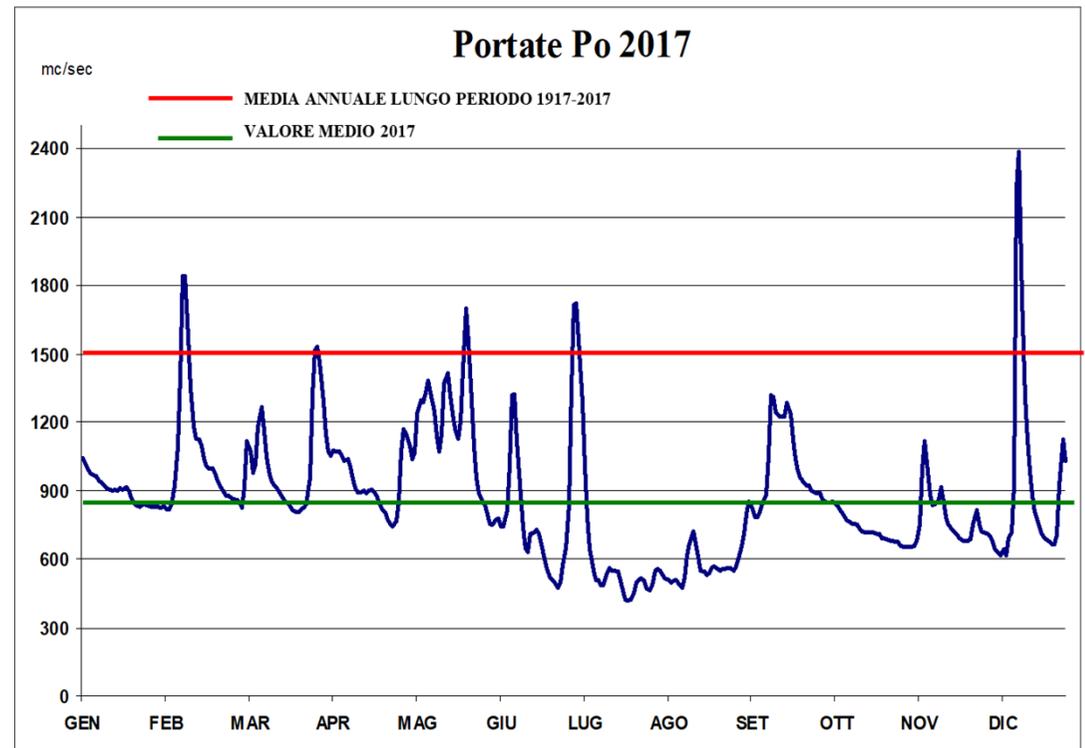
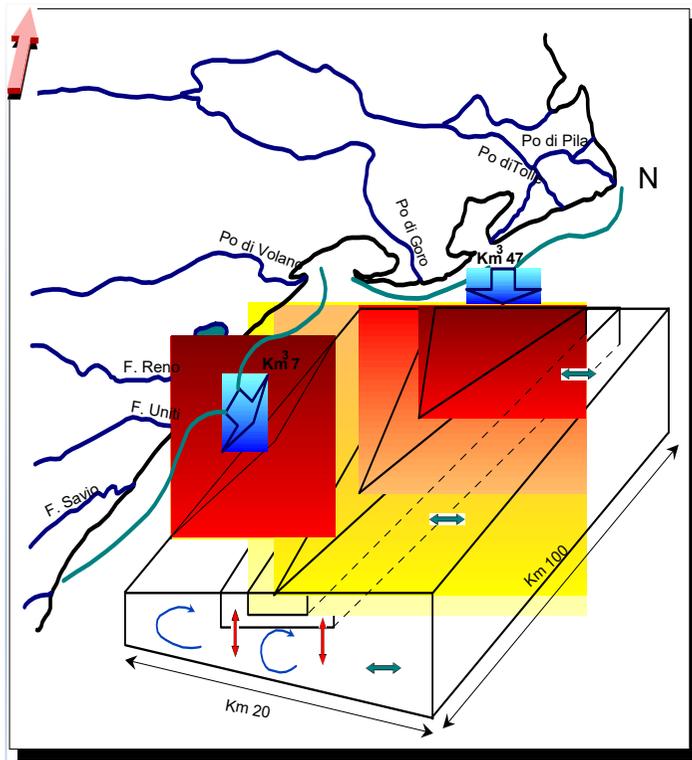
- **Risposte** ai carichi di N, P e Si e alle variazioni della loro stechiometria;
- Condizioni che favoriscono la **rimozione dei carichi** di nutrienti (ruolo della **molluschicoltura** nell'interferire con i cicli di N, P e Si e verifica degli eventuali **effetti di mitigazione** delle fioriture fitoplanctoniche nel processo di eutrofizzazione).

Sezione B.

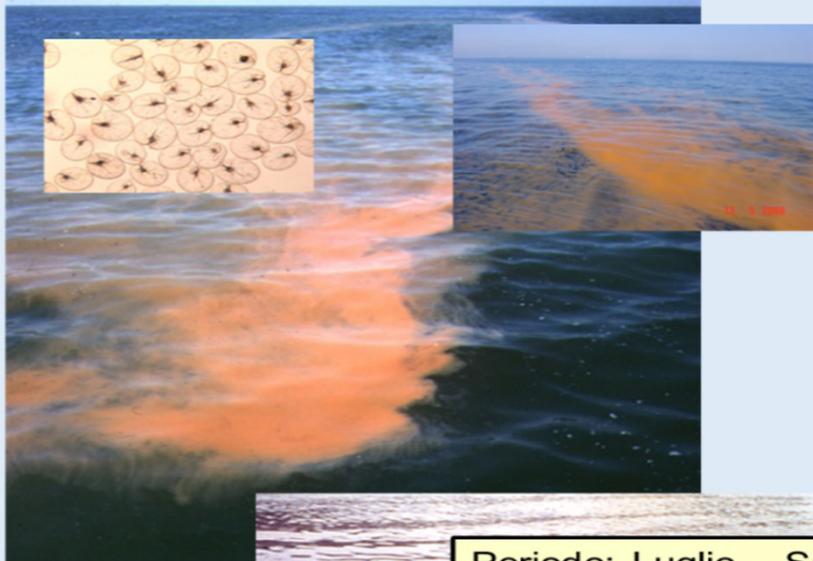
Evoluzione dei livelli trofici in Adriatico

Tendenze evolutive dello stato trofico nelle acque antistanti la Regione Emilia-Romagna

C. R. Ferrari – S.O.D. - ARPAE



Periodo: Maggio-Giugno.
Noctiluca scintillans



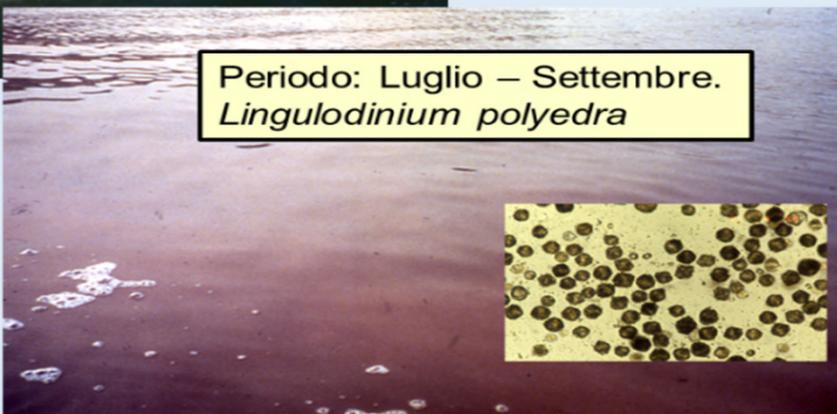
Periodo: Agosto-Settembre.
Gymnodinium sp



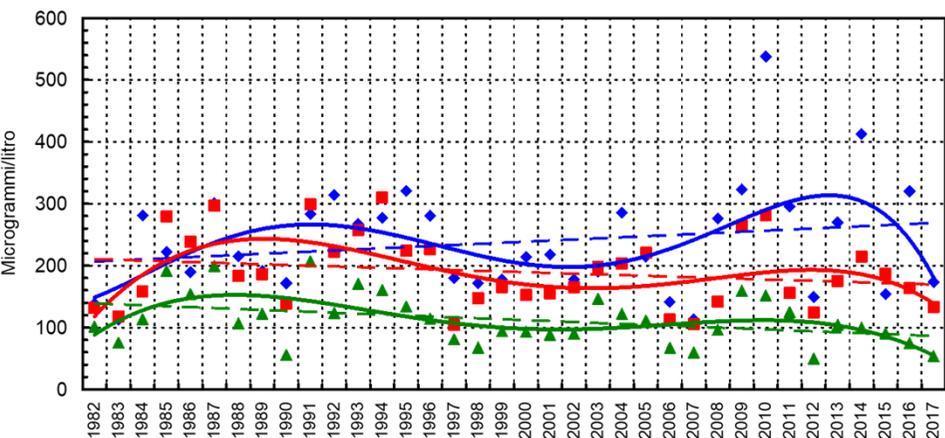
Periodo: Luglio - Settembre.
Fibrocapsa japonica dal 2004



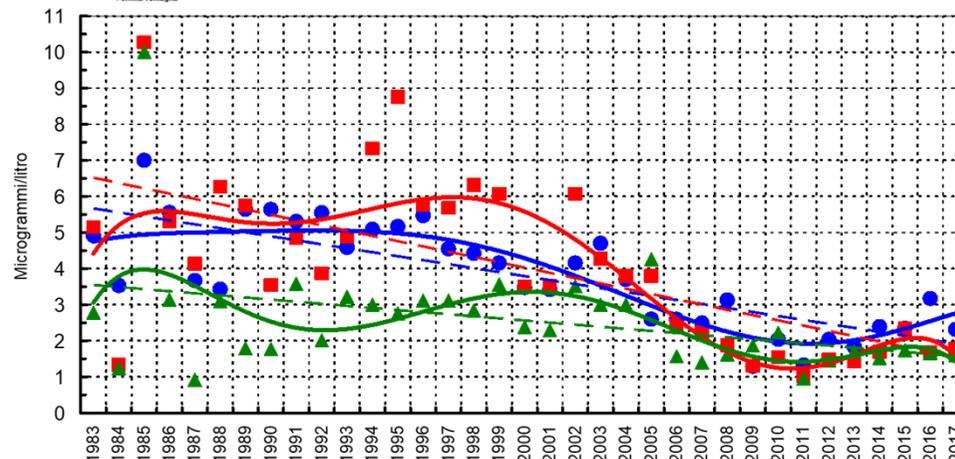
Periodo: Luglio - Settembre.
Lingulodinium polyedra



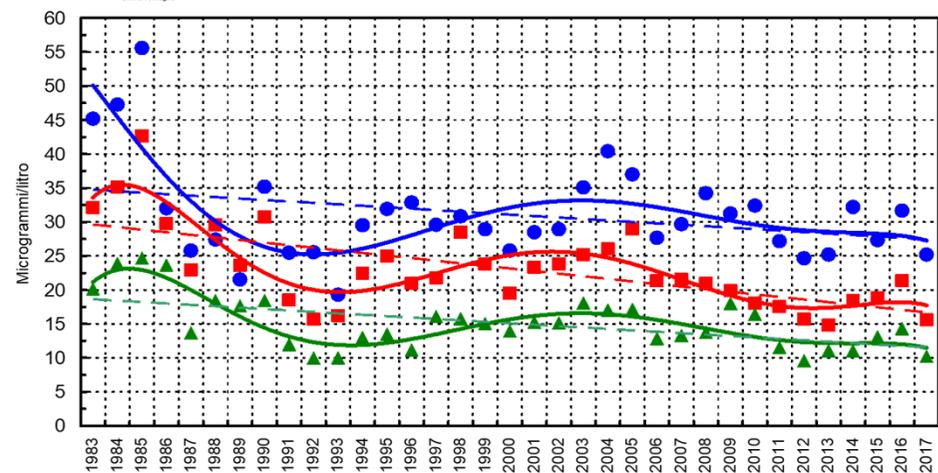
Azoto Inorganico Disciolto (DIN)



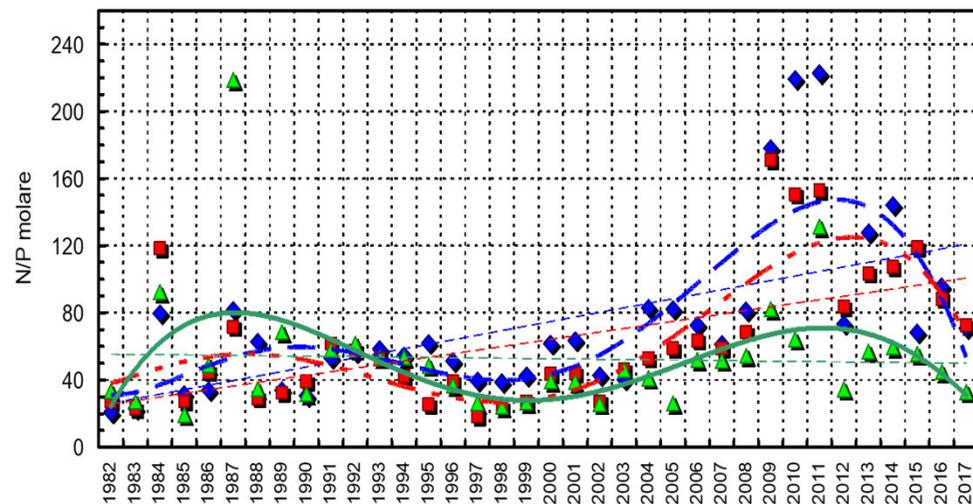
◆ Stazioni 2-3-4 Goro-Comacchio ■ Stazioni 12-14 Cervia- Cesenatico ▲ Stazioni 19-319 Cattolica



● Stazioni 2-3-4 Goro-Comacchio ■ Stazione 12-14 Cervia-Cesenatico ▲ Stazione 19-319 Cattolica



● Stazioni 2-3-4 Goro-Comacchio ■ Stazione 12-14 Cervia-Cesenatico ▲ Stazione 19-319 Cattolica



◆ Stazioni 2-3-4 Goro-Comacchio ■ Stazioni 12-14 Cervia-Cesenatico ▲ Stazioni 19-319 Cattolica

Modificazioni intervenute a carico delle principali componenti del sistema Po-Adriatico

- mutate **condizioni idrologiche** (portate del fiume Po);
- modifica della **composizione specifica** del fitoplancton e delle **successioni stagionali** (frequenti fioriture di specie fitoplanctoniche un tempo occasionali e/o sconosciute);
- **diminuzione**, per durata ed estensione, delle **anossie tardo-estive**;
- mutato quadro trofodinamico, con **abbassamento dei livelli trofici** e della biomassa fitoplanctonica (come Chl-a);
- **stabilità** nel tempo delle **concentrazioni di Azoto Disciolto (DIN)**, ed **evidente calo** delle **concentrazioni di Fosforo totale (P-tot)** e di **Fosforo reattivo (SRP)**;
- conseguente progressivo **aumento del rapporto N:P**, pur con una elevata variabilità interannuale e con una sensibile differenziazione, nei valori del rapporto, tra area nord e area sud del sistema.

Si ravvisa dunque la necessità di:

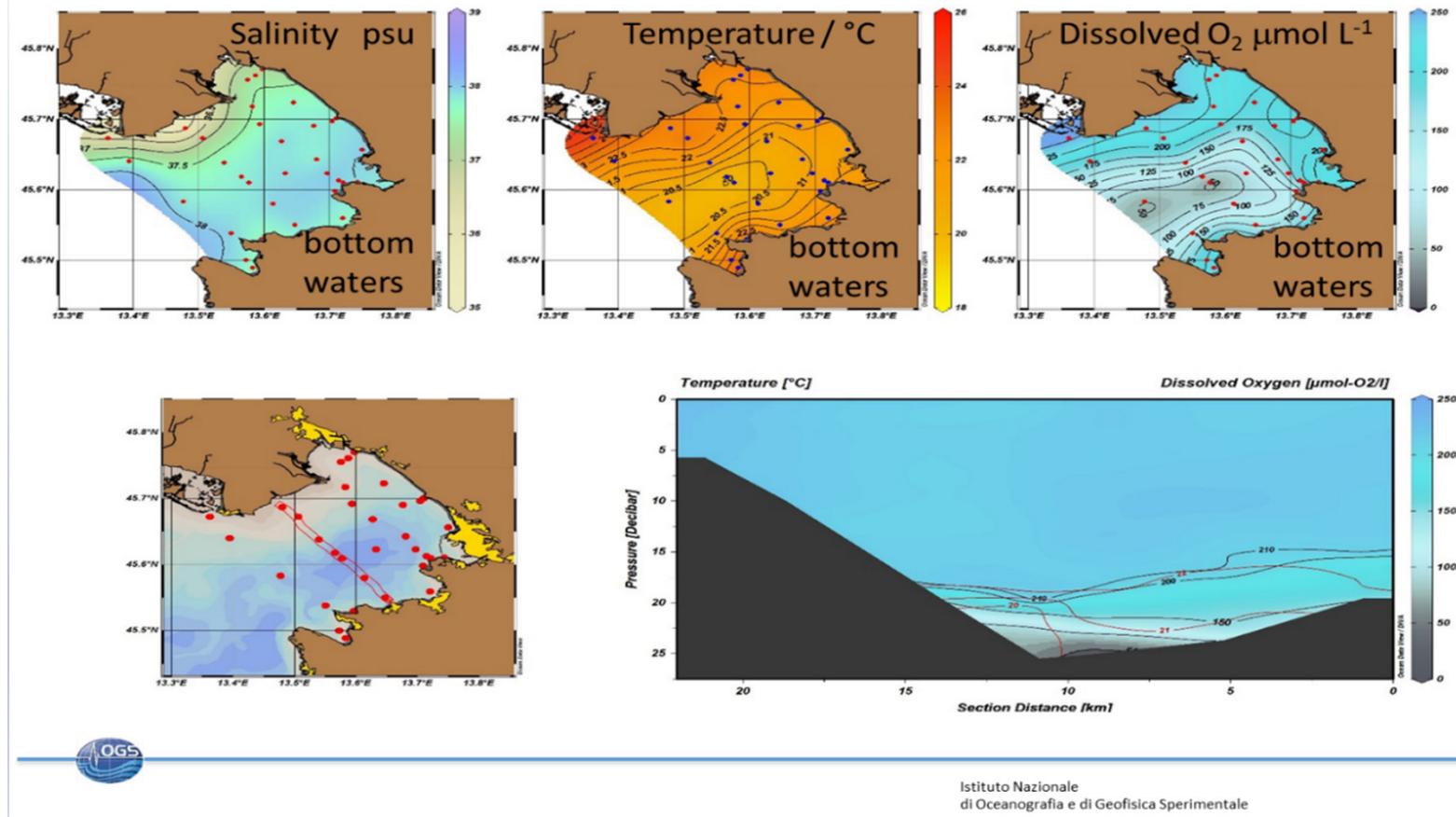
- estendere **l'analisi delle serie temporali** al comparto più propriamente **biotico** (successioni fitoplanctoniche stagionali e variazioni intervenute negli anni riguardanti la composizione specifica dei popolamenti algali);
- accrescere la nostra comprensione dei meccanismi che hanno determinato la **risposta del sistema Po-Adriatico rispetto ai cambiamenti climatici** in atto (effetti indotti dalla **crescente variabilità idrologica**), e rispetto **all'evoluzione del contesto socio-economico e produttivo** che ha subito negli anni recenti l'intero bacino padano.

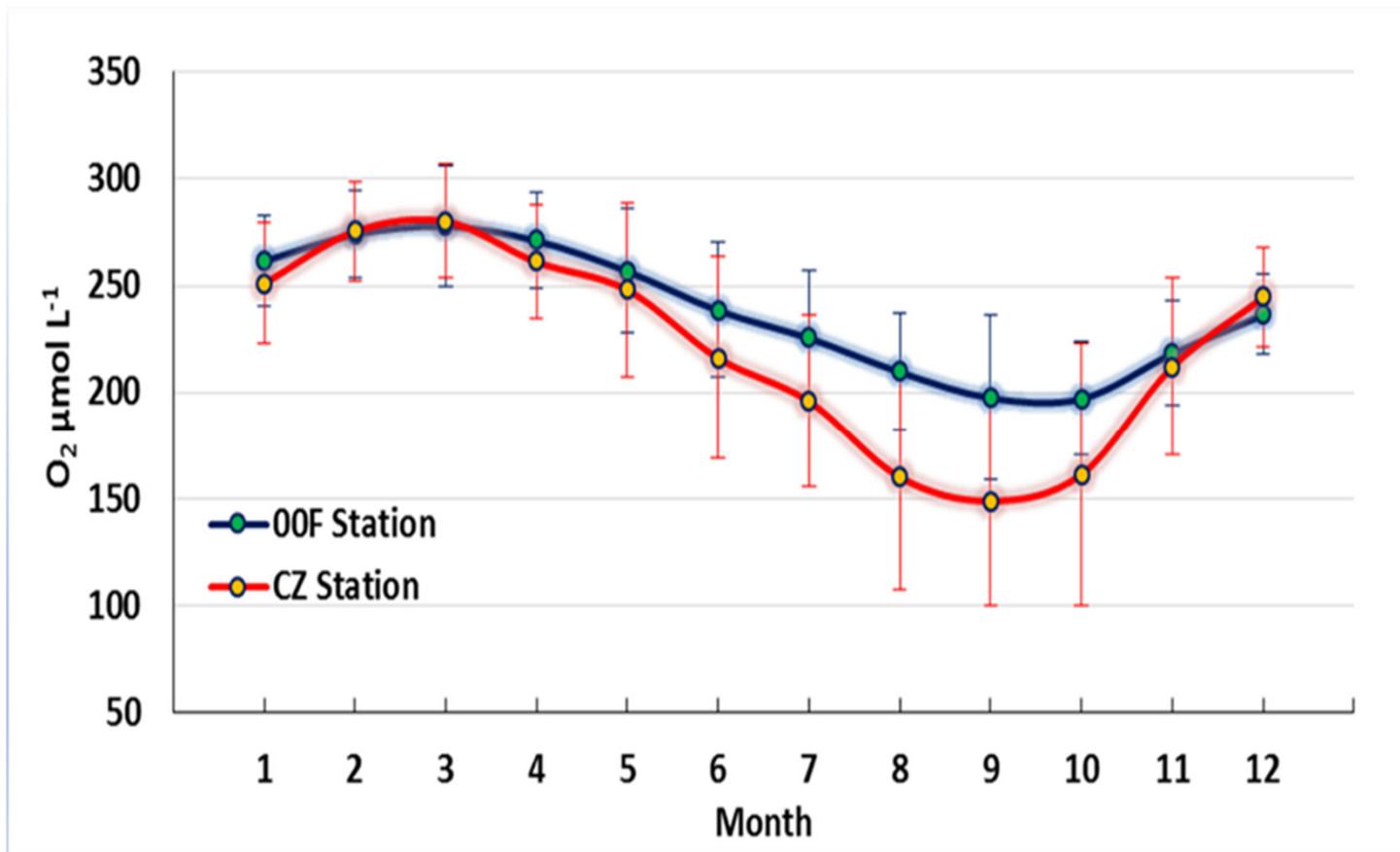
Sezione B. Evoluzione dei livelli trofici in Adriatico

Tendenze evolutive dello stato trofico e delle ipossie nel golfo di Trieste

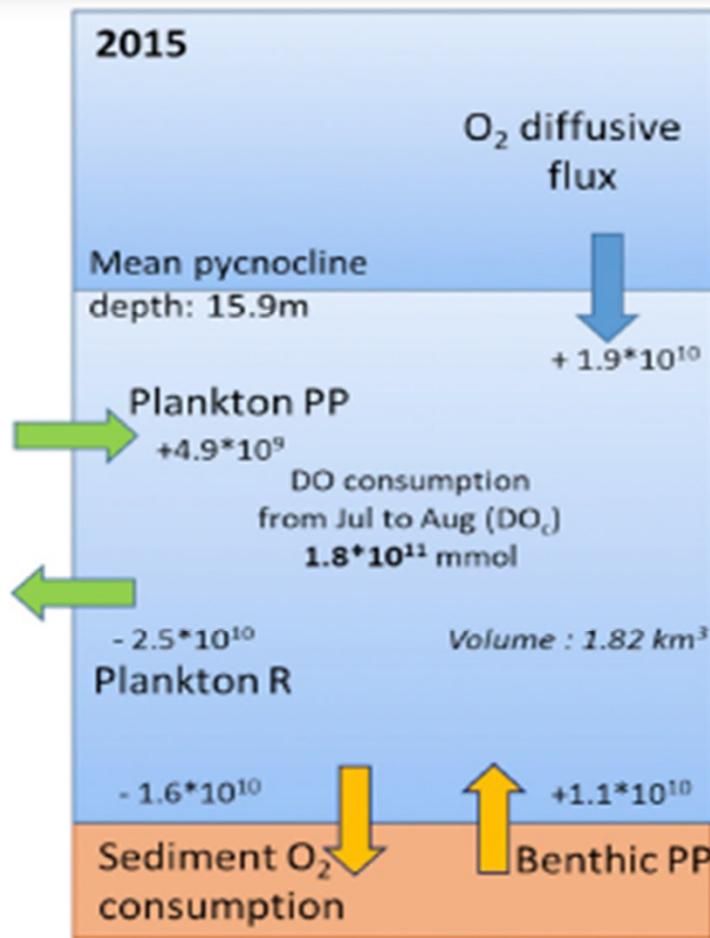
Michele Giani – OGS

Agosto 2016



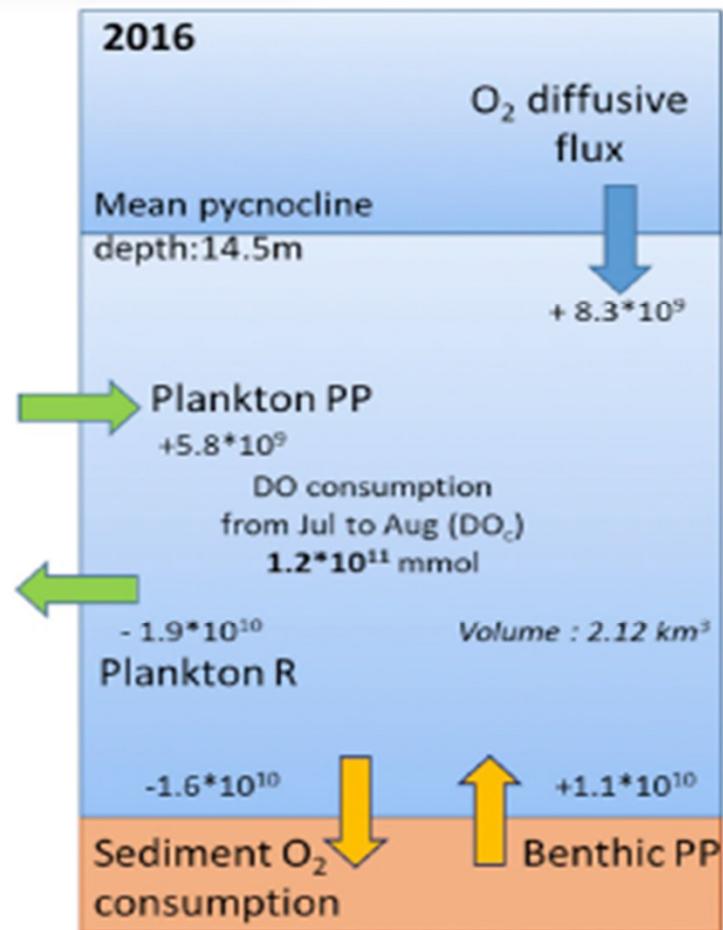


Golfo di Trieste: climatologia mensile dell'ossigeno disciolto nelle acque di fondo. Andamento delle medie per mese, con le rispettive ds , in due stazioni significative (Fonte dati: NIB).



28 days

58 days



13 days

(time to reach anoxia)

34 days

(time to reach hypoxia)

Evidenze emerse

- **Trend in aumento** per l'ossigeno disciolto nelle **acque di fondo**, nelle aree del golfo a maggior profondità;
- **diminuzione** della concentrazione dell'ossigeno nella colonna d'acqua in tutte le stazioni monitorate, a causa sia del **trend in aumento della temperatura**, sia della **diminuzione della clorofilla** lungo la colonna d'acqua;
- il consumo dell'ossigeno da parte del plancton (**respirazione del plancton**), rappresenta una quota che va **dal 57% al 70% del totale dei processi respiratori** (plancton + benthos);
- i processi respiratori nel loro insieme (plancton + benthos), possono portare il sistema ad un **livello critico (anossia) in 2-3 settimane**, mentre le condizioni di **ipossia** sono raggiungibili in **5-7 settimane**;
- gli effetti della **temperatura** sulla **respirazione** possono avere un ruolo importante **nell'esaurimento dell'O₂ nelle acque di fondo**, anche in condizioni di crescente **Fosforo-limitazione** e di **abbassamento dei livelli trofici**.

Sezione C.

Le acque di Transizione

Miglioramenti idraulici della Sacca di Goro e ripercussioni sull'ambiente e le produzioni

Edoardo Turolla - Animatore FLAG COSTA dell'Emilia-Romagna



La valenza naturalistica e ambientale

Anche se le acque della Sacca sono intensamente utilizzate per la Molluschicoltura, essa conserva un elevato grado di naturalità. La laguna è infatti ricompresa nel Sito IT4060005 SIC-ZPS “Sacca di Goro, Po di Goro, Valle Dindona, Foce del Po di Volano”, della Rete Natura 2000 della Regione Emilia Romagna (Cfr. Direttiva «Habitat» 92/43/CEE).

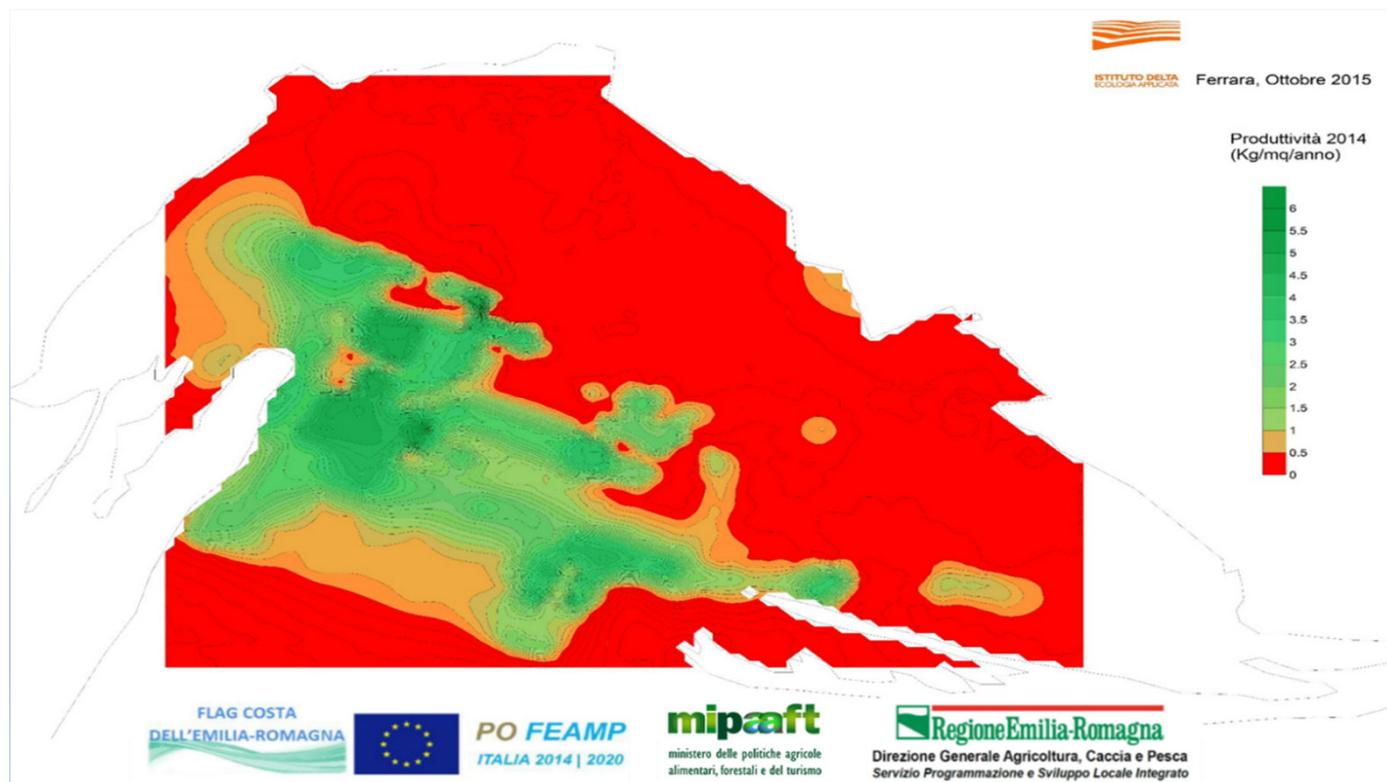
Il sito ha una superficie totale di 4872 ettari, e interessa i territori comunali di Goro, Mesola, Codigoro e Comacchio (Provincia di Ferrara).

La Sacca di Goro è anche in parte ricompresa nella zona Ramsar denominata “Valle Gorino e Territori limitrofi”.

Nel 2015 è stata designata Riserva MaB dell’Unesco (*Man and the Biosphere – MaB*)

La “vocazione” economico-produttiva

Circa metà della laguna (1300 ha), è adibita all'allevamento della Vongola verace. Questa attività vede coinvolti 1400 allevatori, riuniti in 50 cooperative. L'attuale produzione ammonta a 15.000 ton/anno, quantità corrispondente a più del 50% dell'attuale produzione nazionale ed è pari almeno al 40% della produzione a livello europeo.



Effetti dell'Eutrofizzazione - distrofie

L'impatto di una crisi distrofica si ripercuote sull'intero ecosistema lagunare e sulla sua biodiversità. Il danno ambientale si traduce in danno economico perché le morie colpiscono anche e soprattutto gli allevamenti.



Gli interventi di miglioramento idraulico

La soluzione dei gravi problemi della laguna deve necessariamente realizzarsi attraverso un accordo di intenti tra gli interessi dell'economia e quelli della conservazione dei beni naturali.

Avvio del progetto LIFE AGREE – *coAstal laGoon long teRm managEmEnt* (LIFE13 NAT/IT/000115 (Giugno 2014)



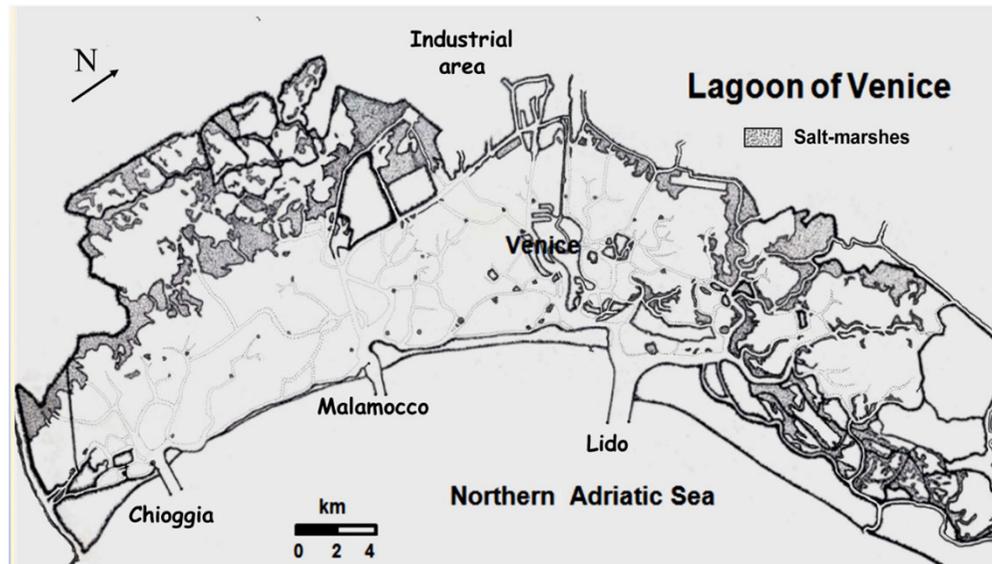
La Conca di navigazione di Gorino, che mette in comunicazione il Po di Goro con la laguna: lavori di installazione delle pompe.

Sezione C.

Le acque di Transizione

Variazioni dello stato trofico ed ecologico della laguna di Venezia

Adriano Sfriso - Università Ca' Foscari, Venezia

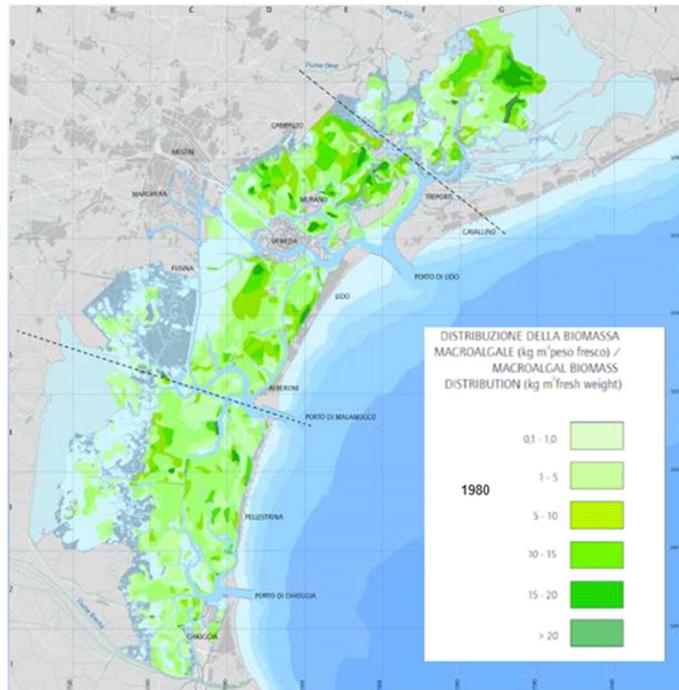


Laguna di Venezia: superficie totale: ~ 549 km²

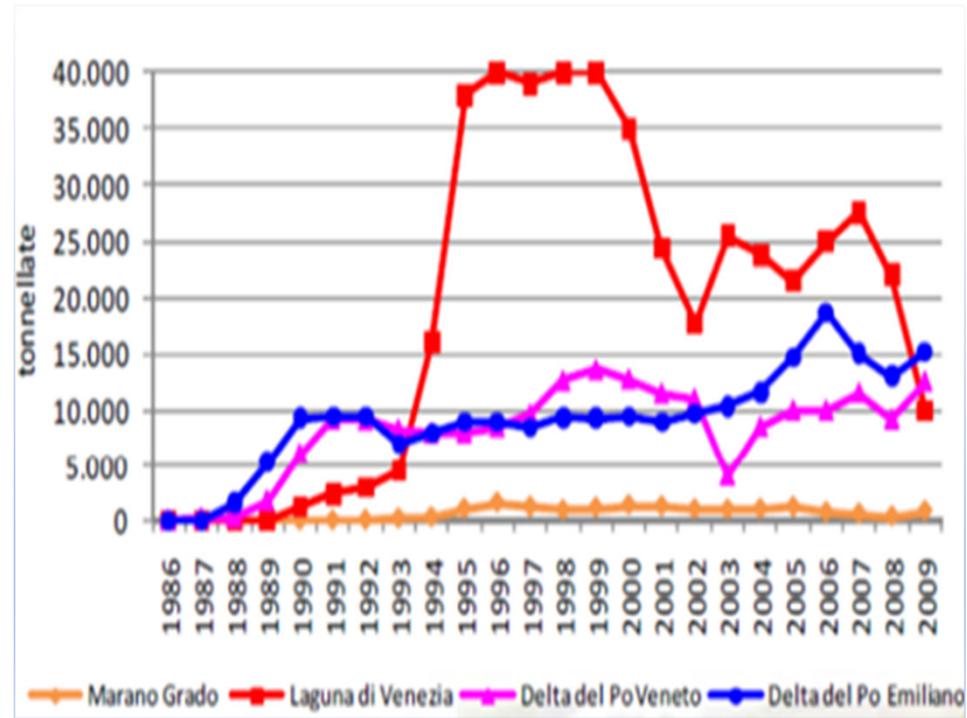
Superficie occupata dall'acqua: ~ 432 km²

Profondità media: ~ 1m

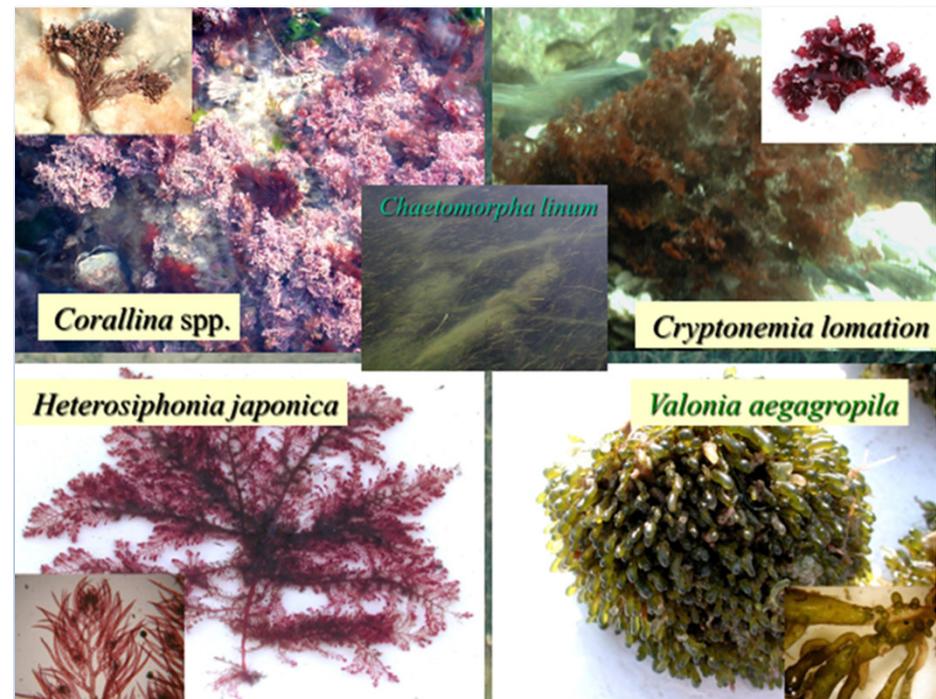
Ricambio idrico con il mare: ± 31 cm ogni 12 hr



Laguna di Venezia - Distribuzione delle macroalghe nel 1980. (Fonte: Atlante della laguna, 2006)



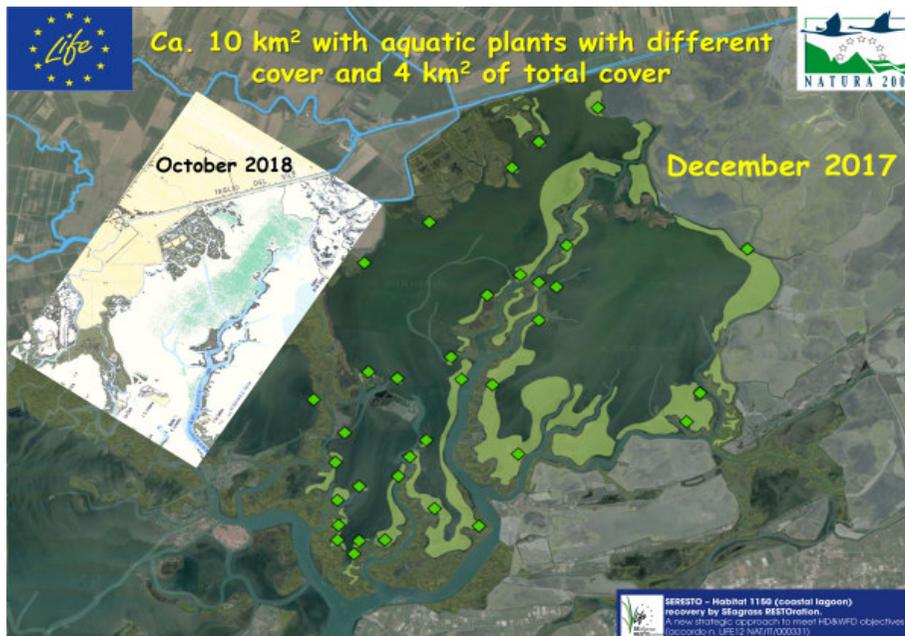
Produzione di vongole filippine in Alto Adriatico. (Fonte: Veneto Agricoltura, 2013)



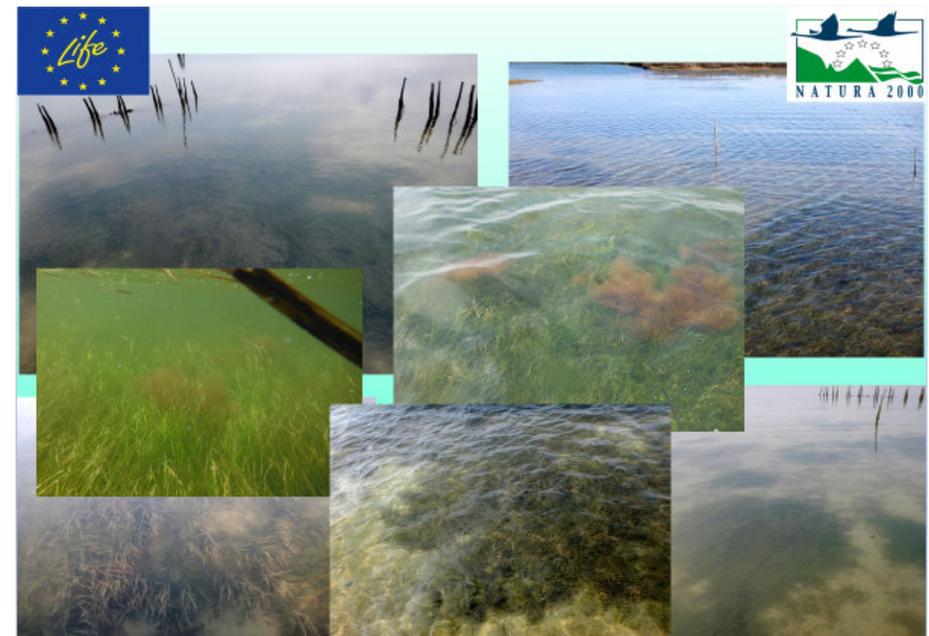
Presenza abbondante di *Ulva spp.* tipica di ambienti a basso valore ecologico. (Fonte: Sfriso)

Specie ad elevata valenza ecologica. (Fonte: Sfriso)

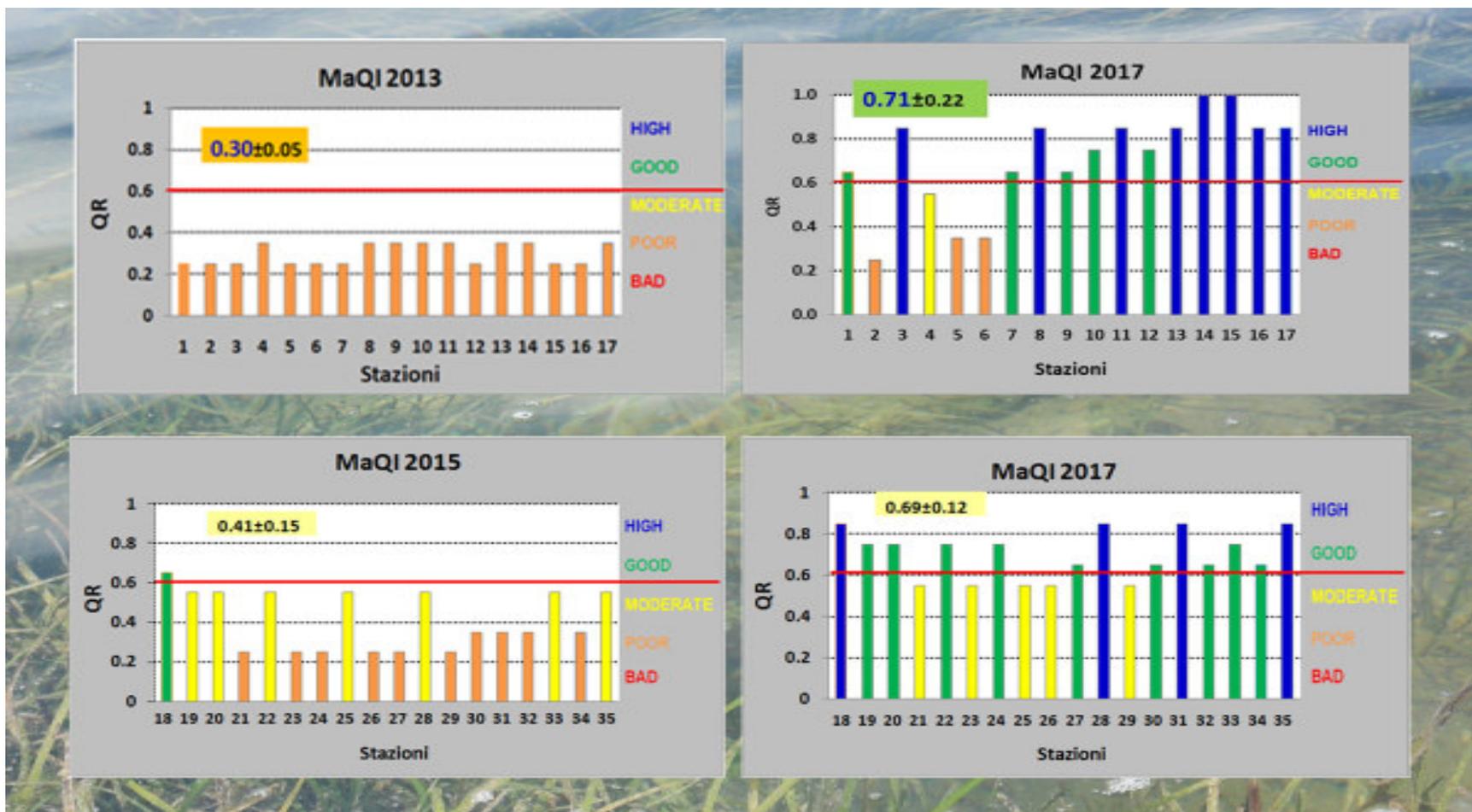
- **LIFE12 NAT/IT/000331-SeResto (SEagrass RESTOoration). Inizio: 01/01/2014 - Fine: 30/04/2018.**
- **LIFE12 NAT/IT/000663-REFRESH. Inizio: 01/09/2017 - Fine: 31/08/2022.**



Progetto SeResto: copertura raggiunta dalle fanerogame a 3 anni e mezzo dall'inizio dei trapianti, con aggiunta di ulteriori praterie formatesi fino ad ottobre 2018. (Fonte: Progetto SeResto).



Sviluppo della prateria in alcuni siti significativi, dopo 18-30 mesi dal trapianto. (Fonte: Progetto SeResto).



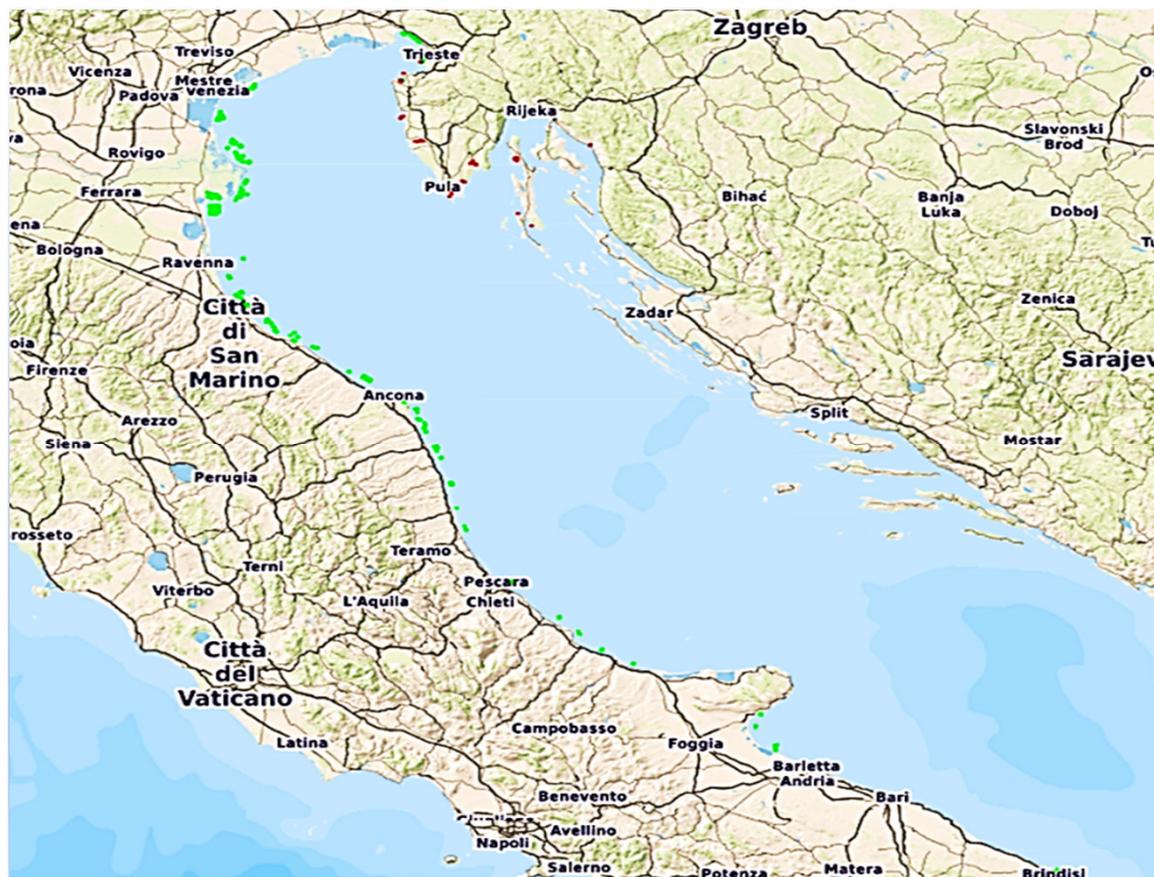
Classificazione dello stato ecologico per l'EQB Macrofite. Confronto dei valori del MaQI ottenuti per tutte le stazioni, prima dell'avvio e a conclusione del Progetto LIFE SeResto. (Fonte: Progetto SeResto)

Sezione D.

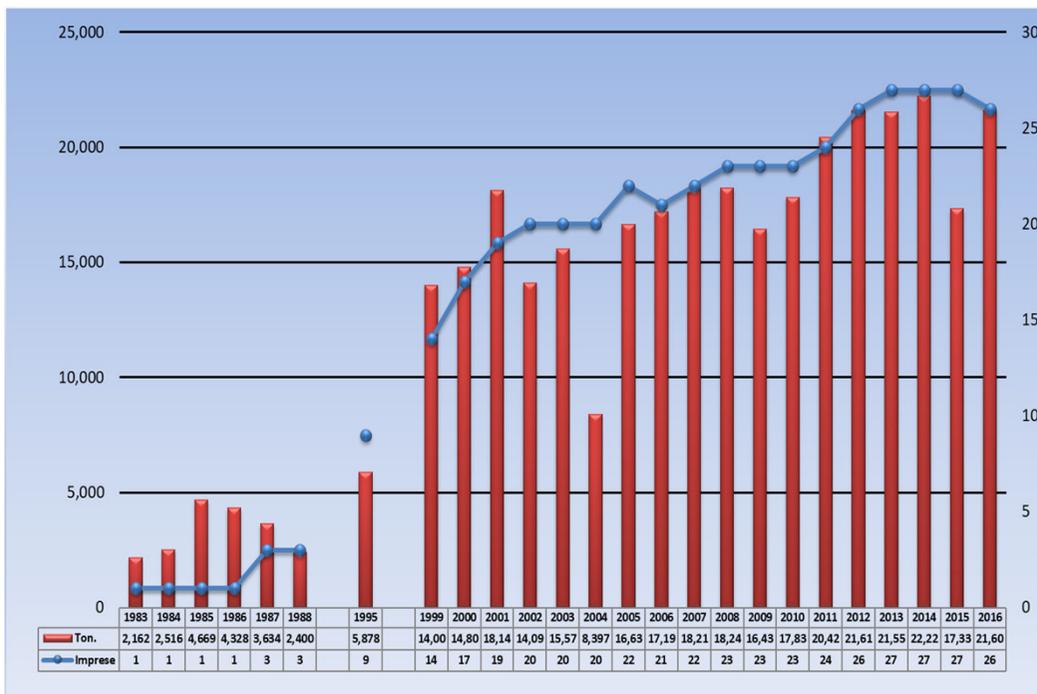
La Molluschicoltura e la Pesca in Adriatico

La Molluschicoltura nell'Alto Adriatico. Sviluppo e tendenze

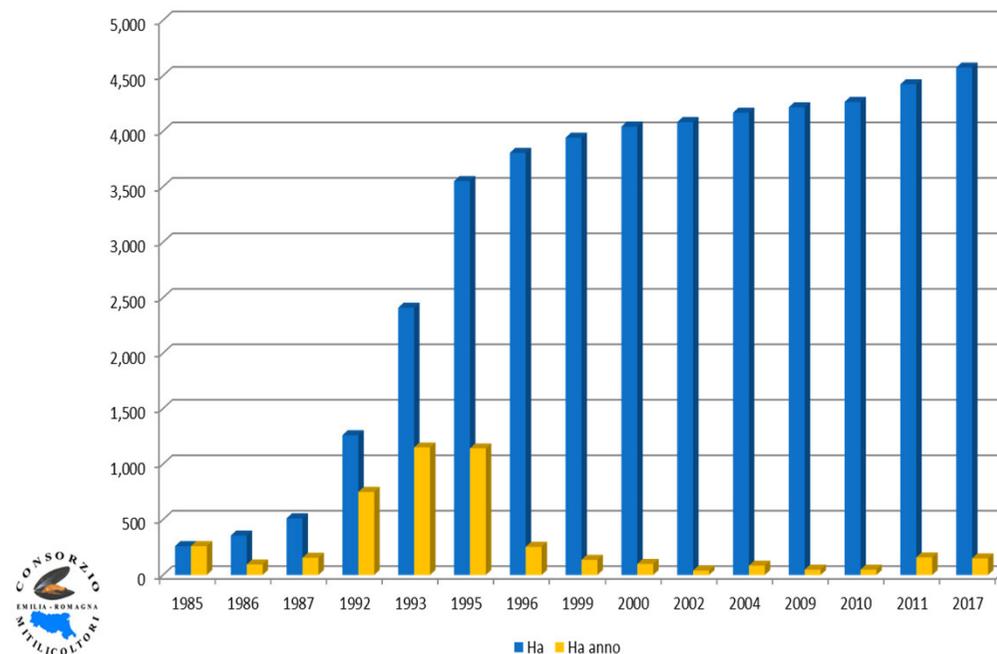
Giuseppe Prioli - Consorzio Mitilicoltori Emilia-Romagna



Disposizione degli impianti di molluschicoltura lungo la costa Adriatica. (fonte: Progetto *Shape*)



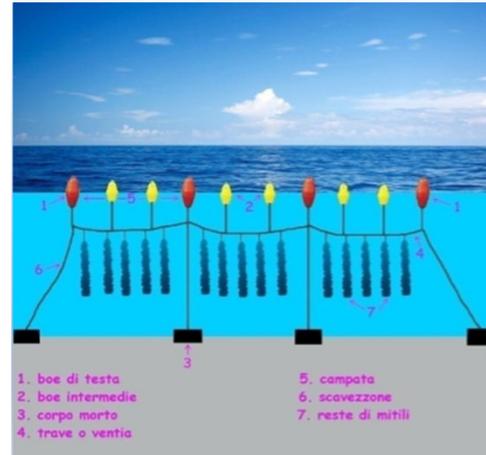
Andamento della produzione di mitili in Emilia-Romagna. (Fonte: G. Prioli)



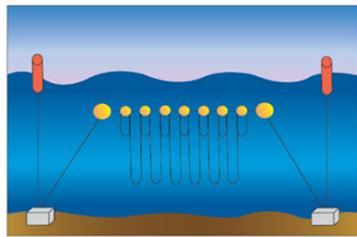
Superficie occupata a scopo maricoltura (in blu) e incremento (in giallo) lungo la costa dell'Emilia-Romagna (valori in Ha). (Fonte: G. Prioli)



Impianti a pali fissi.



Schema sistema *long-line* e vista dell'impianto dalla barca.



schema di impianto con tecnologia a corda continua



macchina incalzatrice utilizzata nel sistema a corda continua
[QE Mussel System in live action.mp4](#)



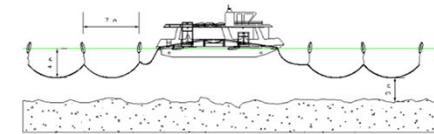
tipi di corde utilizzate nel sistema neozelandese



Tecnologie innovative: sistema a corda continua.



Pannelli in rete pronti per essere installati sui long line



prototipo di imbarcazione per la lavorazione del filare con pannelli di rete orizzontale



Pannelli in rete posizionati in mare sul long line



Sistema a pannelli di rete.

Esigenze e opportunità

- **Nuove tecnologie di allevamento** (esigenza di nuovi spazi *off-shore* con profondità elevate).
- **Diversificazione delle produzioni**, con particolare riferimento all'ostricoltura (*Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis*).
- Valorizzazione dei **servizi ambientali** forniti dalla molluschicoltura (**rimozione di Azoto e Fosforo** dalla colonna d'acqua, **sequestro di CO₂**, **incremento della biodiversità**).
- Opportunità di **diversificazione del reddito** con attività complementari legate al **settore turistico-ricreativo**. (Art. 3 Dlgs. n. 4 del 9 gennaio 2012)
- Identificazione dei parametri per definire lo **stato ecologico “elevato”**, come definito dalla direttiva **2000/60 CE WFD**, o il **GES** (*Good Environmental Status*), come richiesto dalla **direttiva Strategia Marina**.

Conseguenze dei cambiamenti climatici

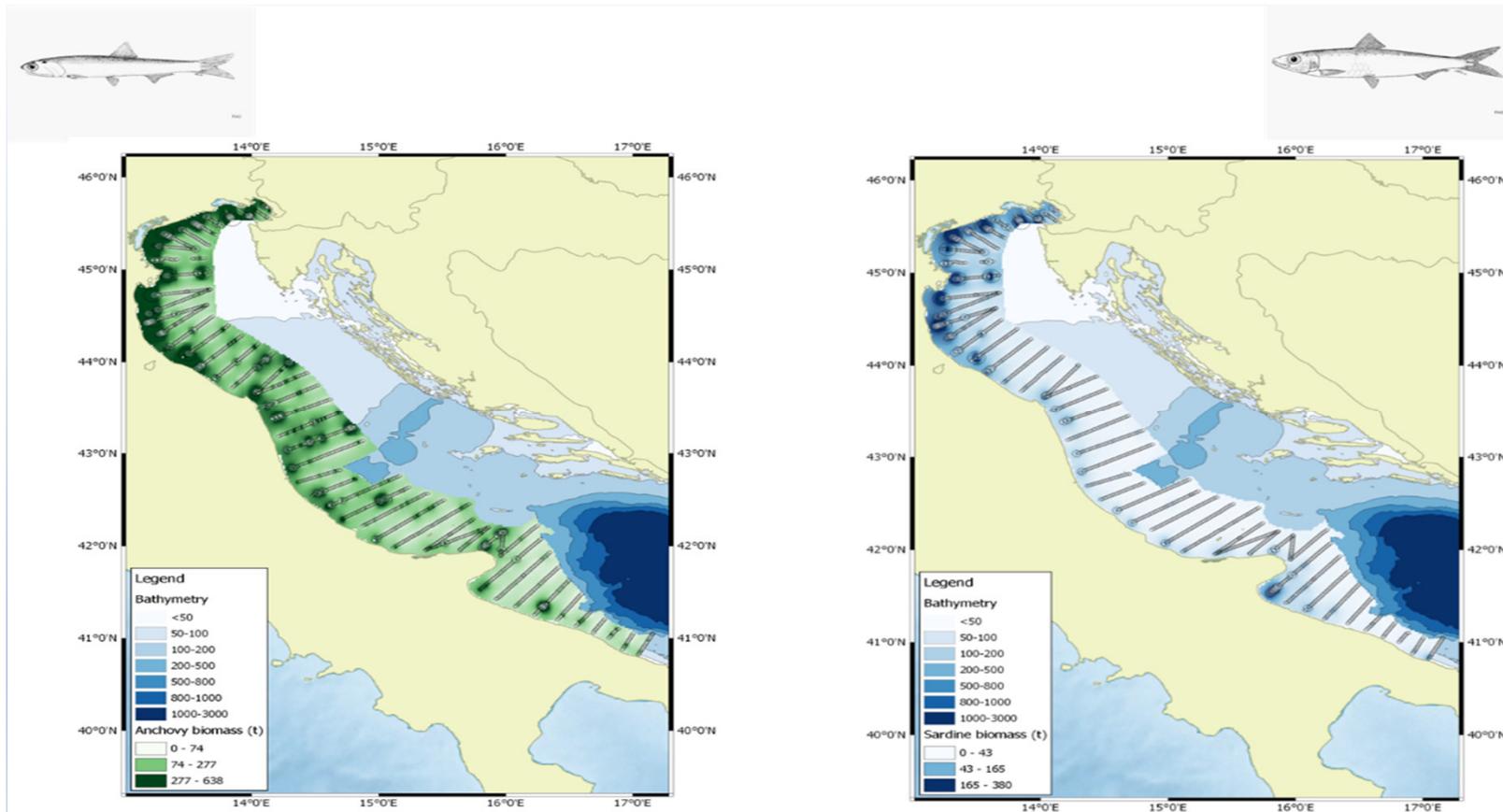
- L'**acidificazione** delle acque potrebbe determinare un rallentamento nel processo di **fissazione della CO₂ nei gusci** dei molluschi, rendendoli più vulnerabili ai processi di lavorazione attualmente adottati.
- L'**aumento della temperatura** e il generale riscaldamento delle acque del Mediterraneo potrebbe favorire l'**insorgere di patologie**, avere **effetti negativi sull'accrescimento** e sul **ciclo riproduttivo** delle specie più termosensibili, condizionare lo sviluppo del fitoplancton sia in termini quantitativi che qualitativi, con ripercussioni dirette sulla molluschicoltura.
- L'insorgere, ormai frequente, di **eventi meteorologici sempre più intensi**, può determinare l'afflusso di ingenti quantità di acque dolci lungo la fascia costiera, con **ripercussioni sul ciclo vitale delle specie più stenoaline**, apportare **maggiore carico microbico**, innescare fioriture sempre più intense di fitoplancton (**rischio da biotossine**) e **proliferazione di macrofite**.
- **Danni diretti alle strutture e agli impianti causati dalle sempre più frequenti mareggiate.**

Sezione D.

La Molluschicoltura e la Pesca in Adriatico

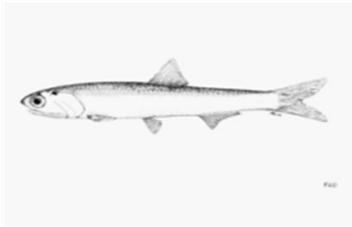
Stato e tendenze nel lungo periodo dei piccoli pelagici in Adriatico

Andrea De Felice - CNR IRBIM, Ancona

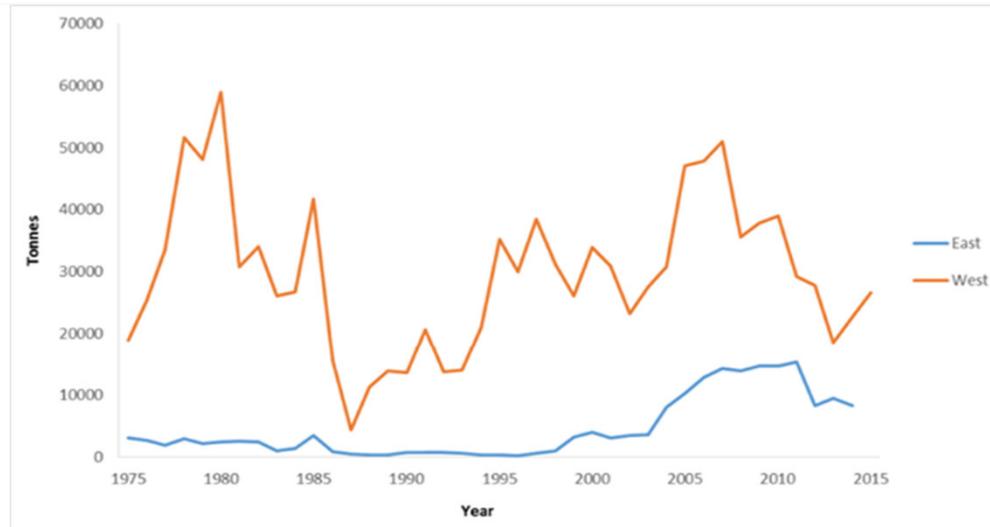


MEDIAS 2017 - Distribuzione spaziale di alice (a sinistra) e sardina (a destra) nel versante occidentale delle GSA 17 e 18. (Fonte: I. Leonori)

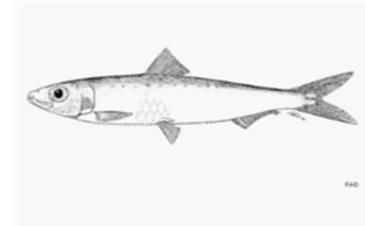
Alice (*Engraulis encrasicolus*)



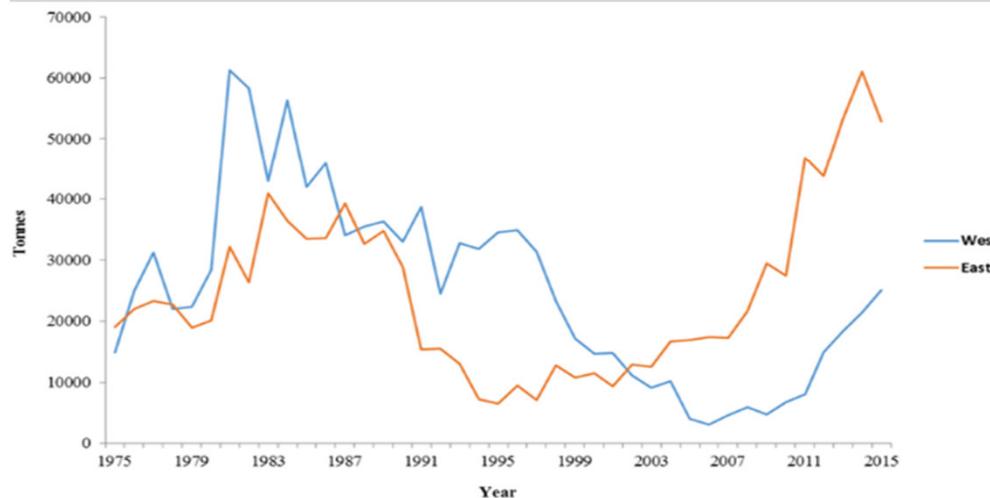
2015
 Italia 26.673 t
 Slovenia 15 t
 Croazia 12.747 t
 Montenegro 52 t
 Albania 250 t
 Totale 39.737 t



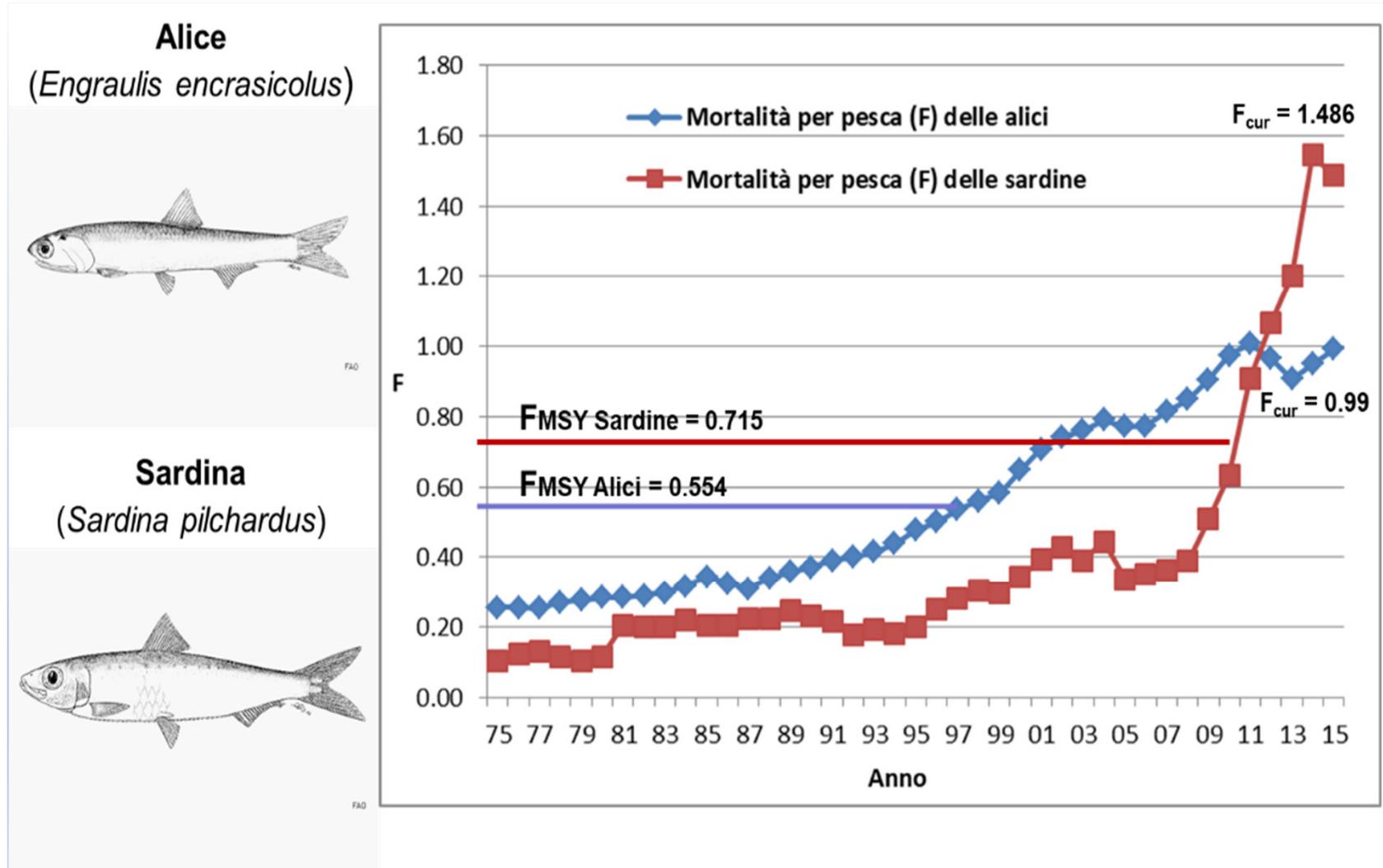
Sardina (*Sardina pilchardus*)



2015
 Italia 25.072 t
 Slovenia 44 t
 Croazia 51.601 t
 Montenegro 95 t
 Albania 1.200 t
 Totale 78.012 t



Catture in peso di volanti e lampare dell'Adriatico dal 1975 al 2015. (Fonte: A. Santojanni)



Stato degli stock: indicazioni dai *biological reference points* basati sul tasso di mortalità per pesca.
 Fonte: A. Santojanni - *FMSY (Fishing pressure Maximum Sustainable Yield)*.

Conclusioni

La consistenza degli stock di piccoli pelagici è caratterizzata da **ampie fluttuazioni**: in Adriatico, il calo degli stock, unitamente a quello delle catture, **si è già verificato** nel passato recente, provocando gravi **situazioni di crisi** della pesca.

Attualmente la **pressione di pesca è eccessiva** e potrebbe interferire con le “normali” fluttuazioni che già si osservano negli stock delle specie ittiche e, in particolare, di quelle dei piccoli pelagici.

Gli studi e le analisi hanno messo in luce una generale tendenza verso il **peggioramento della *body condition***, accompagnata da un **progressivo calo delle classi di età 3 e 4+**.

I cambiamenti osservati, tra cui la riduzione delle dimensioni degli individui, sono da rapportare ad **effetti ambientali ed antropogenici** regionali e locali.

Per l'**Adriatico** le possibili cause di questi cambiamenti sono da riferire al progressivo spostamento della **composizione dello zooplancton** verso **specie più piccole** e il comportamento **della corrente costiera occidentale (WACC)**.

Sezione D.

La Molluschicoltura e la Pesca in Adriatico

Nutrienti, produzione primaria e sbarcato: possibili legami

Dr. Simone Libralato - OGS

 Il pescatore ieri, oggi, ... e domani?

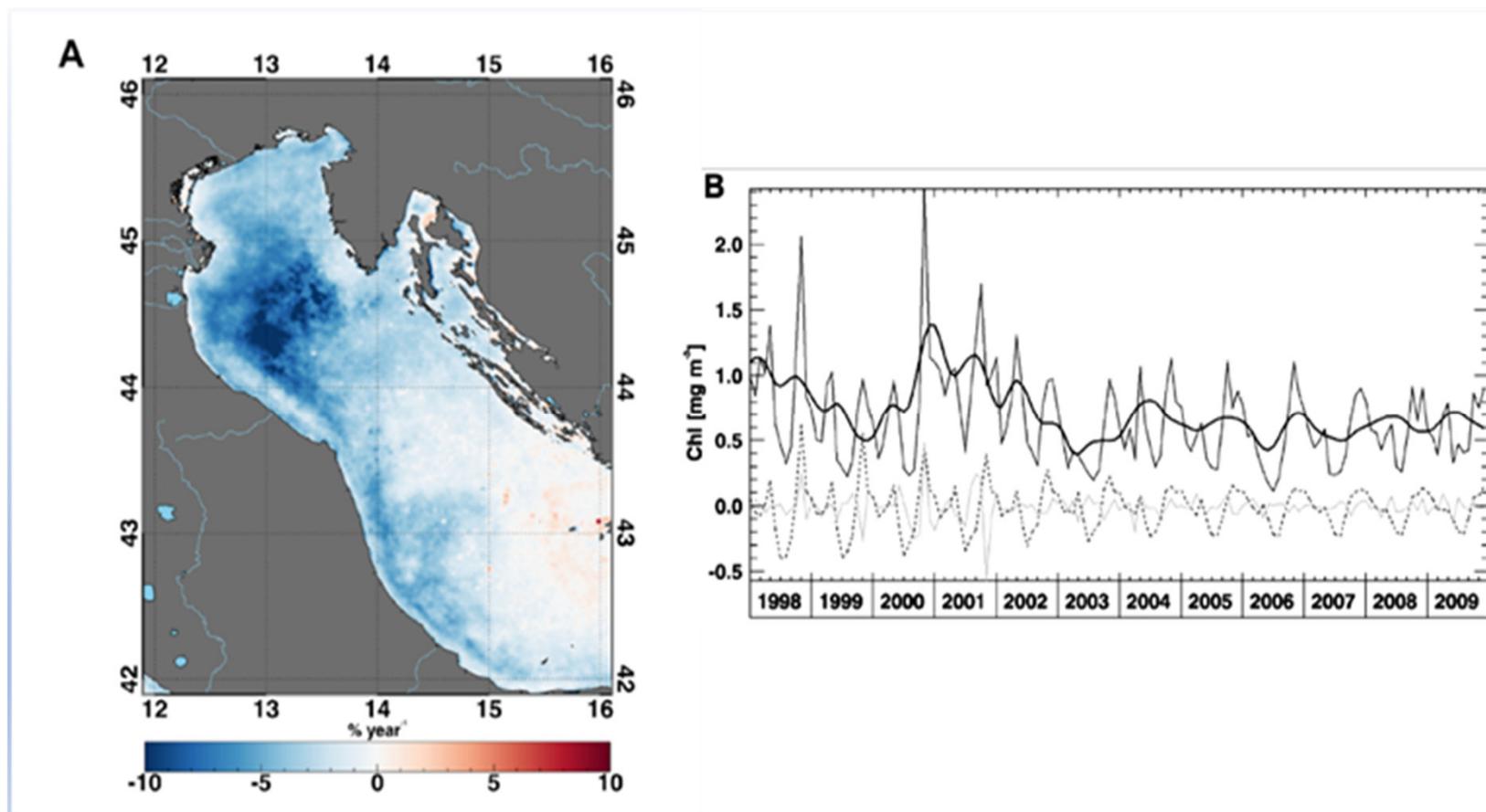
Come sarà il pescatore del futuro?



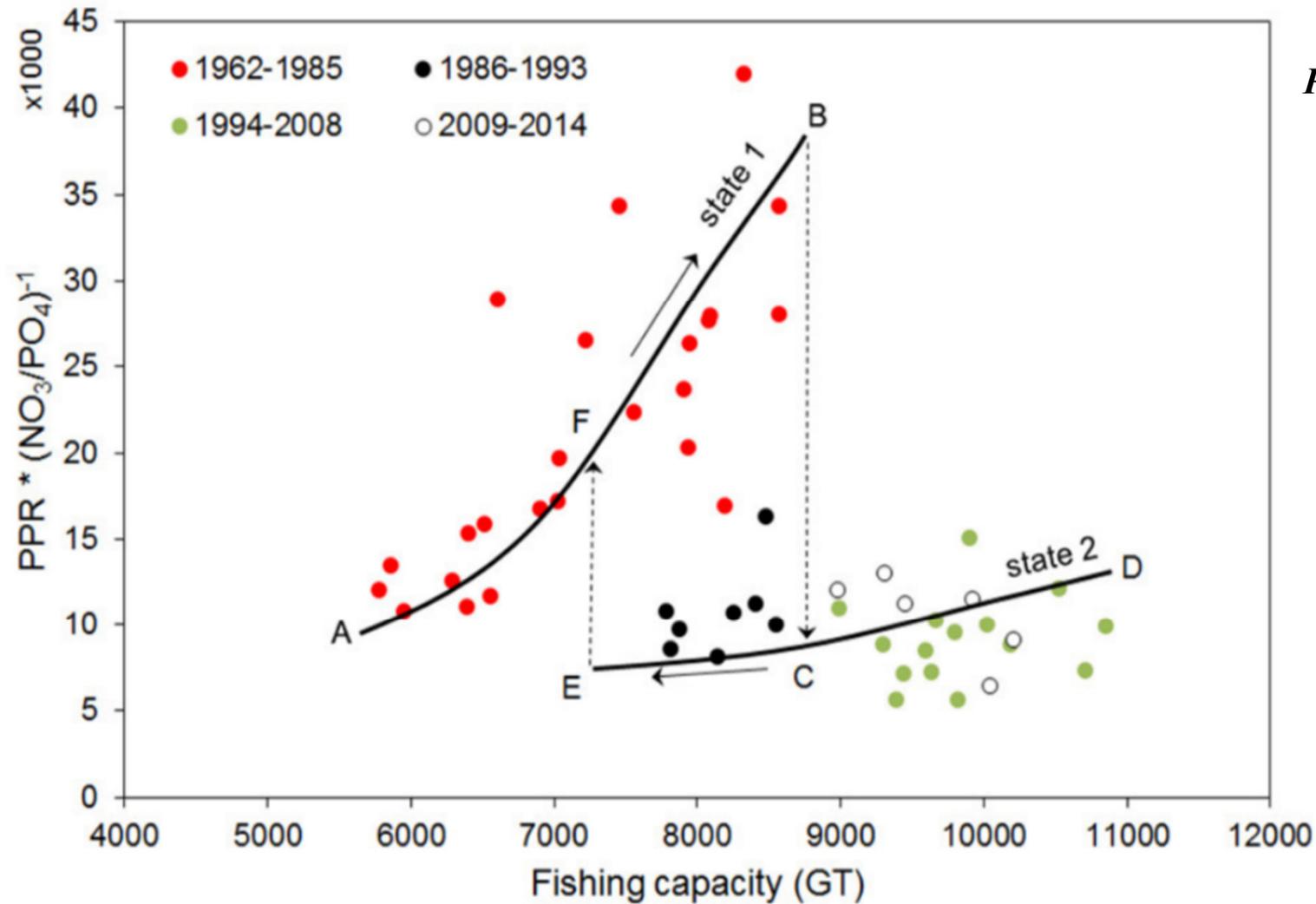
INSEPARABLE

Il futuro della pesca e del pescatore, dipende dal futuro delle risorse
La specie più a rischio è il pescatore

La tendenza all'oligotrofizzazione in Alto Adriatico



Trend della clorofilla nel Nord Adriatico (a sinistra), espresso come percentuale di variazione rispetto al campo climatologico di Cha-a (1998-2009) e serie temporale del dato mediato su tutta l'area (a destra), con scomposizione della serie in tutte le sue componenti. (Da Colella *et al.*, 2016)



PPR= *Primary Production Required*

Dinamica della produzione della pesca in base alle variazioni della capacità di pesca e alla limitazione da nutrienti, dal 1960 al 2014. (Da Fortibuoni *et al.*, 2017)

Conclusione

La conclusione è che l'attuale stato di **crisi del settore** della pesca nel Mare Adriatico settentrionale, può essere attribuito sia **all'eccessivo sfruttamento della risorsa**, sia ai **cambiamenti** intervenuti nei quantitativi di **nutrienti di origine padana** scaricati a mare e nella **modificazione del rapporto elementare N:P**.

L'ipotesi di **due stati alternativi di equilibrio**, che è tipica dei sistemi reali complessi, implica interventi che vanno oltre la sola **gestione della pesca**, ma riguardano anche il raggiungimento di **condizioni trofiche ottimali** e la **regolamentazione del rilascio di nutrienti a mare**.

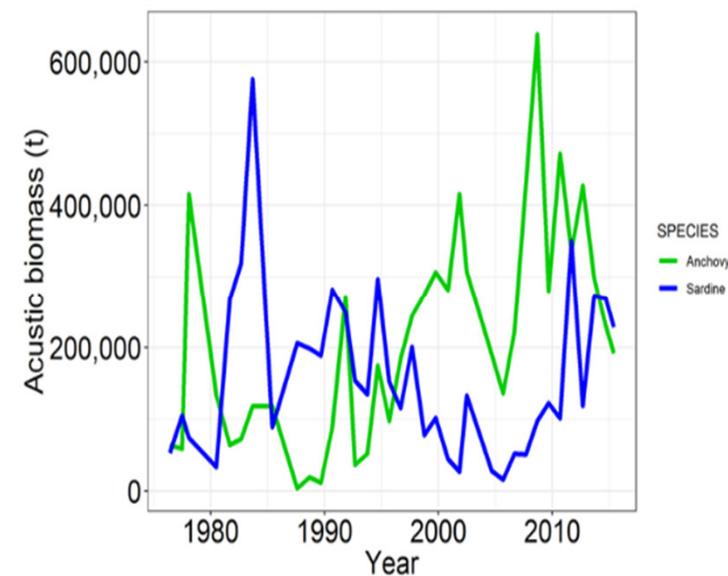
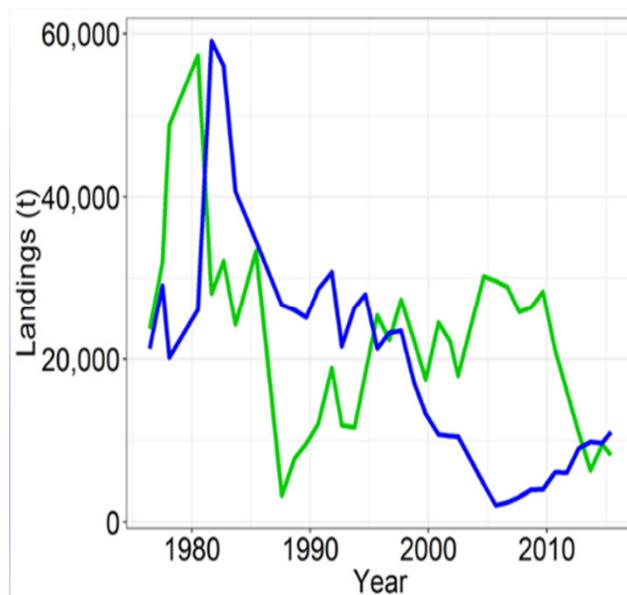
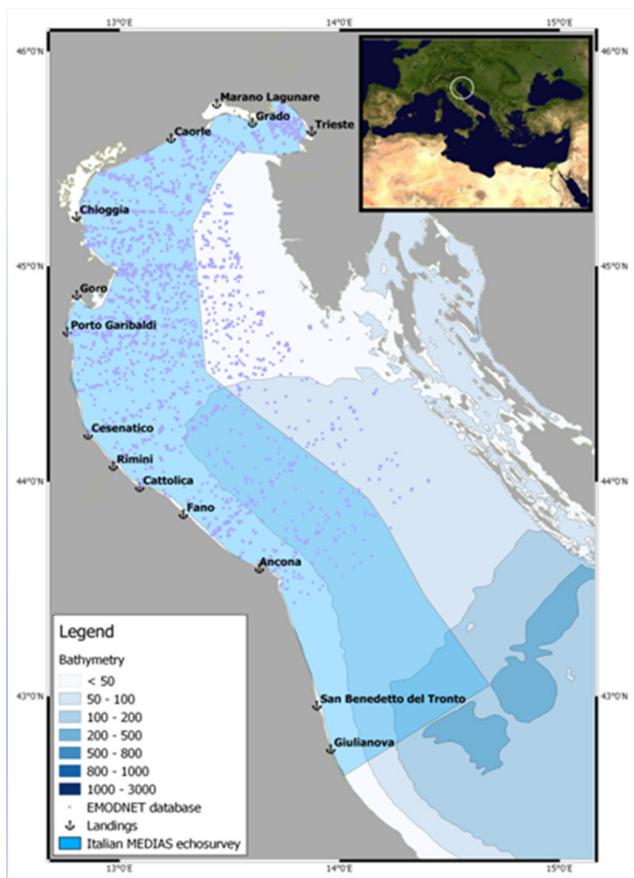
Le dinamiche evidenziate sono il frutto di **interazioni** non sempre e chiaramente distinguibili tra **gestione della pesca, apporto di nutrienti, produzione primaria e stato della risorsa ittica**. L'analisi delle **serie storiche** di sbarcato e la **formulazione di indicatori sempre più mirati**, potrebbero contribuire a collocare l'attuale stato di equilibrio in un quadro storico sempre più definito e meglio delineato.

Sezione D.

La Molluschicoltura e la Pesca in Adriatico

Possibili relazioni tra input a mare del fiume Po e dei nutrienti sui piccoli pelagici nel Mare Adriatico nord-occidentale

Andrea De Felice, CNR IRBIM, Ancona



Dati di sbarcato (pannello a sinistra) e stime di biomassa da survey acustico (pannello a destra) (Fonte: Angelini *et al.*, 2018)

Environmental variables				
	Species	SiO₂	NO₃	DIN
Acoustic biomass	ANE	0.146*	0.375*	0.276*
	PIL	0.498*	0.086*	0.828*
Landings	ANE	0.019	0.023	0.019
	PIL	0.024	0.006	0.030

* valori sfasati di un anno

- I parametri ambientali considerati non hanno mostrato influenze significative sulla biomassa in mare;
- La significatività della relazione tra sbarcato e parametri ambientali considerati si riferisce ad una relazione di tipo inverso (influenza negativa da parte dei nutrienti).

Considerazioni generali e conclusive

- ❑ Il **calo delle dimensioni** degli individui e il **peggioramento** della cosiddetta *body condition* per alici e sardine, fenomeno osservato in quasi tutte le GSA mediterranee, nel caso dell'Adriatico potrebbe essere messo in relazione con la **diminuzione della biomassa zooplanctonica** a partire dal 2004 (Mozetič et al., 2012).
- ❑ Utilizzando tecniche di *breakpoint analysis* dei dati, è stata osservata una **relazione tra *body condition* e fattori ambientali** quali input fluviali, Chl-a (Nord Adriatico), Chl-a e temperatura superficiale (Sea Surface Temperature - SST) nel sud Adriatico.
- ❑ I **picchi annuali** di *body condition* vengono raggiunti sempre più **in anticipo** rispetto al periodo stagionale tradizionale, per entrambe le specie. Questo anticipo può essere messo in relazione al **corrispondente anticipo** stagionale dei **bloom fitoplanctonici**, causato **dall'aumento delle temperature** registrato negli ultimi anni.
- ❑ Nel caso delle alici, **il picco anticipa**, ma rimane pur sempre **entro il periodo riproduttivo** (maggio-giugno). Per le sardine al contrario il picco anticipa a luglio, **molto prima del periodo riproduttivo** e questo comporta **perdita di energia** per la riproduzione e per superare la stagione invernale