

LE SECHE DELLA MELORIA: STATO DELLE CONOSCENZE

Nell'ambito del progetto INTERREG GIREPAM (Gestione Integrata delle Reti Ecologiche attraverso i Parchi e le Aree Marine), il CIBM, supportando l'Ente Gestore, nel 2019 ha prodotto per la prima volta la mappatura completa dal punto di vista bionomico e batimetrico dell'Area Marina Protetta "Le Secche della Meloria". Si rimanda inoltre ad un breve video divulgativo sulle caratteristiche dell'area marina protetta e lo scopo del progetto.

Di seguito alcune informazioni sull'Area Marina Protetta.

Cenni storici

Il nome Meloria sembra origini dal meno piacevole "Malora" termine riportato su antiche carte nautiche che un tempo sostituivano egregiamente, visti i grandi navigatori del passato, i più sofisticati e precisi GPS odierni. Un nome un indizio. Al fiorento tempo delle Repubbliche marinare queste Secche erano infatti motivo di frequenti naufragi delle imbarcazioni che si dirigevano verso il porto di Pisa, Repubblica marinara che per questo motivo decise di erigere, nel 1150, una torre che segnalasse l'insidioso pericolo. Le molte fiaccole di segnalazione accese sulla sua sommità le portarono l'appellativo di "Lanterna".

Quest'ultima veniva anche usata come posto di vedetta per avvistare precocemente gli attacchi dei Saraceni e di tutti coloro che contendevano a Pisa la supremazia dei traffici commerciali marittimi.

La torre, per la sua posizione non ebbe vita facile: fu distrutta e ricostruita molte volte e sede di innumerevoli battaglie.

Fa più memorabili si annovera quella del 1284 quanto i genovesi guidati dagli ammiragli Oberto Doria, Oberto Spinola e Benedetto Zaccaria con una flotta complessiva di 88 galere sconfissero le 103 galere dei pisani comandati da Alberto Morosini caduto prigioniero. I precedenti incarichi di quest'ultimo a Venezia e a Chioggia non bastarono per ottenere l'aiuto dei veneziani e la battaglia si concluse con l'inizio della decadenza di Pisa.

Due anni dopo i genovesi distrussero la torre che fu ricostruita solo nel 1598 da Ferdinando I de' Medici, figlio di Cosimo I de' Medici. Anche questa costruzione non fu indenne. Mareggiate e condizioni marine avverse ne provocarono più volte la distruzione fino ai primi anni del settecento quando Cosimo III de' Medici decise di costruire una struttura massiccia a base quadrata alta 15 m e larga 7, con grandi archi che evitassero l'impatto con le onde e lasciassero passare le acque senza provocare danni.

Bisogna aspettare il 1867 per la costruzione del faro eretto a poca distanza dalla torre su una base di traliccio in acciaio.

Inquadramento geografico e caratteristiche generali

Le Secche della Meloria rappresentano un'area di bassi fondali rocciosi di 35-40 km² la cui forma ricorda quella di un triangolo equilatero, i cui vertici sono rivolti uno a Nord, uno a Sud ed il terzo ad Est, verso il porto di Livorno (Bacci *et al.*, 1969). Esse sono situate a circa 3,5 miglia al largo della costa livornese dove costituiscono un banco roccioso con una profondità che varia da un minimo di 2-3 metri, il cappello della secca, fino ad un massimo di 30 metri. A profondità maggiori il banco degrada su fondale fangoso.

Nella parte orientale la profondità massima delle Secche è di circa 10 metri, profondità che si riduce gradualmente fino alla linea di costa livornese dalla quale rimane separata da un canale lungo circa 1 km e lungo circa 5-6 km.

Il limite settentrionale della secca è rappresentato dalla Testa di Tramontana nelle cui vicinanze è situato il faro Ship-Light. In questo settore il fondale si presenta piuttosto eterogeneo e ricco di anfratti per l'alternanza di tratti rocciosi e fondi mobili fangosi con una profondità variabile da un minimo di 8 metri fino ad un massimo di 20-25 metri dove la porzione rocciosa degrada su un fondale fangoso pianeggiante che si estende verso Nord e verso la costa.

Nel settore occidentale, la secca non degrada uniformemente. Nella parte settentrionale si prolunga con il rilievo sottomarino della Secca di Fuori (che si innalza da 17 metri fino a 8-9 metri di profondità) situato a 5,5 km ad ovest del faro Ship-Light. Nella parte sud-occidentale, invece, il fondale degrada in maniera lineare fino alla profondità di circa 30 metri. Quest'area è dominata dalla presenza di una estesa prateria di *Posidonia oceanica* che ne ricopre quasi interamente i fondali. A circa 20-25 metri di profondità la prateria viene sostituita da ampi banchi coralligeni dominati da *Eunicella singularis* che degradano sul fondale sabbioso che ospita il popolamento del Detritico Costiero.

Nel settore meridionale il fondale degrada dolcemente fino a raggiungere i 25 metri, man mano che aumenta la profondità il substrato roccioso viene sostituito dall'alternanza di matte morta e fango. A 5 km dal vertice meridionale della secca in direzione S-SW il fondale risale da circa 40-45 metri fino a 26 metri, originando una formazione rocciosa nota ai pescatori locali come "Scoglio della Madonna". Il ripido salto che si verifica intorno alla batimetrica dei 50 metri viene considerato il limite vero della secca.

Nella parte più superficiale della secca, fra il Faro della Meloria e lo Ship-Light, il fondale non supera mai i 5 metri di profondità. In questa area sono presenti delle strutture di origine carsica, formatesi probabilmente a seguito di fenomeni di ingressione marina, noti come catini (che verranno descritti in dettaglio nei paragrafi successivi) sul cui fondo si trova sedimento costituito prevalentemente da sabbie carbonatiche grossolane di origine organogena che ospitano una fauna particolare e ancora poco nota.

Secondo gli studi degli anni settanta di Barsotti *et al.* (1974), la geologia delle secche sarebbe legata ai cicli sedimentari marini tirreniani riferibili all'interglaciale Riss-Würm (circa 100.000 anni fa), responsabili della deposizione e del modellamento della cosiddetta 'Panchina' fossilifera del tutto analoga a quella presente sul litorale livornese e costituente le Secche di Vada.

A seguito della trasgressione tirreniana si sarebbe creato un ambiente marino di bassofondo caratterizzato da un substrato detritico organogeno. La deposizione di sabbie calcaree si sarebbe conclusa nella fase regressiva, accompagnata dalla litificazione del sedimento e formazione del *plateau* calcareo, originando la "Panchina" calcarenitica ("beach rock" per gli Autori anglosassoni).

Le Secche della Meloria per conformazione e posizione (modesta profondità e particolare regime dei venti), rappresentano un ambiente ad elevato idrodinamismo. Tuttavia, studi di dettaglio risalgono agli anni sessanta grazie a Fierro *et al.* (1969) e non ci sono dati più recenti.

Secondo questi studi la circolazione delle masse d'acqua risultava essere variabile, soprattutto in relazione alla stagione. Durante i mesi estivi ed in buone condizioni meteorologiche fu individuata una corrente diretta prevalentemente da nord verso sud la quale, incontrando la barriera geologica della secca, si divideva in due rami: uno orientale, attraverso il canale che separa la secca dalla terra ferma con direzione parallela alla linea di costa e caratterizzato da una elevata velocità superficiale; l'altro occidentale che fluiva verso il largo. Durante i mesi invernali, la corrente sembrava invertire la propria direzione dirigendosi da Sud verso Nord con un andamento a due rami analogo a quello dei mesi precedenti.

Dagli altri lavori riguardanti la circolazione generale del settore di mare antistante la costa livornese emerge che in effetti esiste una corrente dominante diretta da sud verso nord e una sottocorrente o comunque strutture vorticosi e fenomeni di ricircolazione a sud di Livorno dovuti alla presenza della secca (Gasparini *et al.*, 1986; De Simone *et al.*, 1993; Astraldi *et al.*, 1993a).

La presenza di una corrente generale diretta verso nord è da attribuire al fatto che a queste latitudini, o poco più a sud, i due bacini, Mar Ligure e Mar Tirreno, differenti per caratteristiche termiche, si interfacciano.

Il Mar Ligure essendo esposto ai venti secchi settentrionali che spirano dalla valle del Rodano, ha una temperatura sensibilmente più bassa di quella del Mar Tirreno, gradiente che si accentua durante i mesi invernali. La differenza di densità, maggiore il Ligure, minore il Tirreno, crea uno spostamento delle masse d'acqua prevalentemente verso il bacino settentrionale, più frequentemente nei periodi invernale e primaverile.

Durante i mesi estivi, quando si riduce il gradiente termico, e di conseguenza quello densimetrico, gli scambi fra i due bacini sono pressoché inesistenti.

D'estate, quindi, tutta l'area è bagnata dalle acque del Mar Ligure in cui penetra una vena d'acqua più fredda proveniente dal largo la quale, una volta raggiunta la zona delle secche, si divide in due flussi che si muovono in direzione opposta lungo la costa della Toscana (Astraldi *et al.*, 1993b).

L'interesse antico e moderno verso le Secche della Meloria

Le Secche della Meloria, già dagli anni sessanta, hanno destato l'interesse di molti ricercatori i quali hanno condotto numerosi studi focalizzando l'attenzione su singole specie o particolari gruppi tassonomici (Cinelli, 1971; Cognetti, 1965; Cognetti Varriale, 1972; Katzmann, 1972; Morselli, 1970; Sordi, 1969) e tutti gli autori hanno sottolineato la ricchezza di questa secca.

Le caratteristiche batimetriche della Secca avrebbero potuto far supporre una netta dominanza di popolamenti vegetali costituiti da specie fotofile. Al contrario, il carattere accidentato della Secca consente l'insediamento di popolamenti sciafili che accrescono la diversità floristica di questa area (Cinelli, 1971).

Anche Cognetti-Varriale (1972) sottolinea l'elevato numero di specie di policheti rinvenuti studiando il piano infralitorale delle Meloria. Secondo questo autore la contemporanea presenza di diversi ambienti dalla sabbie organogene al pre-coralligeno alle alghe fotofile offrono differenti tipologie di substrato che consentono una elevata diversificazione dei popolamenti che vi si insediano.

Fra i lavori pubblicati quello di Bacci (Bacci *et al.*, 1969) rappresenta l'unico tentativo di fornire una conoscenza sinecologica dell'area. In questo lavoro sono riportati sia dati sulle caratteristiche fisico-chimiche della Meloria sia dati relativi alle biocenosi dominanti con particolare riferimento ai fondi duri. I catini sono stati descritti, ma anche in questo caso l'attenzione è stata rivolta alle loro pareti rocciose.

Da questo studio è emerso sostanzialmente che le acque della Meloria sono abbastanza ricche di sali nutritivi che grazie all'elevato idrodinamismo vengono distribuiti uniformemente dalla superficie al fondo conferendo una elevata capacità produttiva per tutta la colonna d'acqua. Dalle osservazioni in immersione è emerso che la piattaforma rocciosa è ricoperta di sedimenti a granulometria mista. Una vasta prateria di *Posidonia oceanica* ricopre la piattaforma ed è solcata da canali intermatte di dimensioni variabili tra 5 e 10 metri. All'interno della prateria sono inoltre presenti i catini con pareti che possono raggiungere i 3 metri di altezza.

Il dato di maggiore interesse di tale studio è quello di aver messo in risalto una serie di caratteristiche e proprietà della Meloria che la rendono idonea alla realizzazione di un parco nazionale.

L'elevato valore naturalistico della Secca fu sottolineato alcuni anni dopo anche da Cognetti (1981), ma la proposta non ebbe seguito per molti anni sebbene il tratto di mare antistante la costa livornese fosse stato indicato dal Ministero dell'Ambiente come idoneo per l'istituzione di un parco marino (legge 979/82).

Negli anni novanta il Centro Interunivesitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata di Livorno ha rinnovato la sfida facendosi promotore di nuove indagini finalizzate a verificare se esistevano ancora le caratteristiche necessarie per giustificare azioni di tutela e per approfondire aspetti trascurati in precedenza.

Lo studio ha messo in risalto che, nonostante le sue limitate dimensioni, l'area ospita tra le biocenosi più ricche e produttive del Mediterraneo (De Biasi, 1999): praterie di *Posidonia oceanica*, coralligeno, Detritico Costiero, oltre ai catini che per il loro numero non possono essere considerati depressioni occasionali, ma un vero e proprio habitat a sé stante (De Biasi, Gai, 2000).

Gli habitat della Meloria

Posidonia oceanica: La *Posidonia oceanica* (L.) Delile, pianta che notoriamente riveste un ruolo fondamentale nell'ecologia marina in generale e nel sistema costiero in particolare, tanto da essere considerata specie protetta (Legge n° 93 del 23.03.2001), rappresenta un elemento dominante della Secca. Essa occupa vaste aree da pochi metri di profondità fino alla batimetrica dei 30 metri colonizzando diverse tipologie di substrato come sabbia, roccia, "matte". In particolare nella parte occidentale e sud-occidentale forma una estesa prateria con valori di ricoprimento intorno al 60% (De Biasi, 1999).

Coralligeno: A fianco della Posidonia si pone per produttività, complessità, alta biodiversità, il coralligeno la più importante tra le costruzioni biogene del Mediterraneo. Esso è formato primariamente da alghe Corallinacee ed è successivamente colonizzato da altre specie algali, principalmente Peyssonneliaceae, e da organismi quali serpulidi, briozoi e sclerattinie, che contribuiscono a formare un popolamento pluristratificato ad elevata ricchezza specifica. Nella Meloria esso è presente ai margini esterni nel settore occidentale tra i 20 ed i 50 metri di profondità. Più superficialmente, nella parte centrale della secca, sono presenti delle creste rocciose con orientamento NE SW assimilabili a tali concrezioni.

Il coralligeno, nella sua parte W-SW degrada su un fondale sabbioso colonizzato da un popolamento bentonico riconducibile alla Biocenosi del Detritico Costiero (presente con differenti facies) dove piccoli banchi coralligeni ospitano rami di *Eunicella singularis* e *Posidonia oceanica*.

Infine, nonostante scarsamente segnalata nella letteratura scientifica, è nota, in Meloria, la presenza del corallo rosso (*Corallium rubrum*), specie diffusamente conosciuta per il suo largo uso nella realizzazione di monili.

I catini: una peculiarità della Meloria

Genesi dei catini

Come accennato in precedenza, la Meloria è caratterizzata dalla presenza di catini, peculiari depressioni pseudocircolari sul cui fondo si accumula sedimento grossolano organogeno.

Secondo alcuni autori i Catini, sarebbero assimilabili alle più piccole “marmitte” livornesi.

Fancelli Galletti (1974) sostengono che i catini differiscono dalle “marmitte” solo per le dimensioni ritenendo omologabili i due termini. I primi hanno un diametro che si aggira intorno alle decine di metri, mentre gli altri raggiungono decine di decimetri (Aiello *et al.*, 1981) per cui si può ipotizzare che i catini rappresentino lo stadio evolutivo o comunque uno stadio di avanzamento corrosivo delle “marmitte” stesse (Giannelli *et al.*, 1980). Secondo Barsotti *et al.*, (1974) sono da interpretare come forme di erosione subacquea originatesi in una fase di regressione secondo cui la litificazione, cioè la trasformazione della sabbia calcarea in “Panchina” avrebbe portato alla formazione di un plateau e nelle zone in cui l’azione dinamica delle acque era più forte si sarebbero formate delle depressioni soggette ad un rapido riempimento denominate appunto catini.

Secondo Mazzanti e Parea (1979), invece, i catini sarebbero legati all’evoluzione di una costa in sommersione nella quale si osservano sulla panchina esposta i vari passaggi che vanno da un’area

con superficie spugnosa fino ai catini veri e propri (nella fascia sopratidale); per questi ultimi non si esclude, in fase di sommersione, l'azione di erosione meccanica ad opera di vortici circolari di acque con ghiaia. Infine secondo Fierro *et al.* (1969), presupponendo un ambiente subaereo sottoposto all'azione degli agenti atmosferici, l'origine dei catini potrebbe essere attribuita a fenomeni di carsismo sviluppatosi in ambiente litologicamente favorevole. La successiva sommersione della morfologia continentale avrebbe costituito un supporto per le concrezioni organogene attuali che avrebbero ereditato la morfologia preesistente.

Indagini più recenti (Casarosa *et al.*, 2011) non hanno permesso di risolvere con certezza il problema legato alle caratteristiche del substrato premiocenico delle Secche e di evidenziare se queste morfologie possano rappresentare processi carsici ereditati da un substrato carsificabile o processi direttamente impostati sulle calcareniti della panchina. Tuttavia, le evidenze geomorfologiche sembrano confermare una genesi carsica in ambiente emerso per queste depressioni.

A conferma di questa ipotesi risulta l'aspetto delle pareti e in particolare il perimetro del catinone che sembra derivare dalla coalescenza di più catini minori. Le maggiori dimensioni (in ampiezza e profondità) rispetto ad altri catini possono essere associate anche alla presenza di sistemi di fratturazione e debolezza che possono aver favorito i processi di infiltrazione e percolazione di acqua. La similitudine tra le morfologie individuate sulla superficie delle Secche nei dintorni del catinone e quelle descritte da Mazzanti e Parea (1979) sulla panchina livornese in area infratidale farebbe propendere per processi instauratisi sulle coste livornesi durante la fase di sommersione, dove, in seguito alla risalita del mare, le depressioni ubicate su superfici a bassa pendenza sono state in parte riempite e colonizzate da materiale organogeno. L'ipotesi che tali morfologie siano collegate ad erosione meccanica da vortici circolari di acque con ghiaia direttamente sulla panchina in condizioni di semi emersione risulta, invece, difficilmente sostenibile, viste le dimensioni e la profondità delle depressioni che supera nel caso del catinone gli 8 m (infatti la profondità del catinone risulta 8 m, ma è probabilmente maggiore, visto che non siamo in grado di stimare lo spessore dei depositi organogeni presenti attualmente nella depressione al suo interno).

I popolamenti dei catini: I catini presentano delle pareti che vanno da una giacitura quasi orizzontale ad una verticale (Figura 1), ma tutti presentano un fondale caratterizzato da un sedimento grossolano di origine biottrica con abbondanza di gusci di molluschi e di resti calcarei di origine organogena (De Biasi e Gai, 2000).

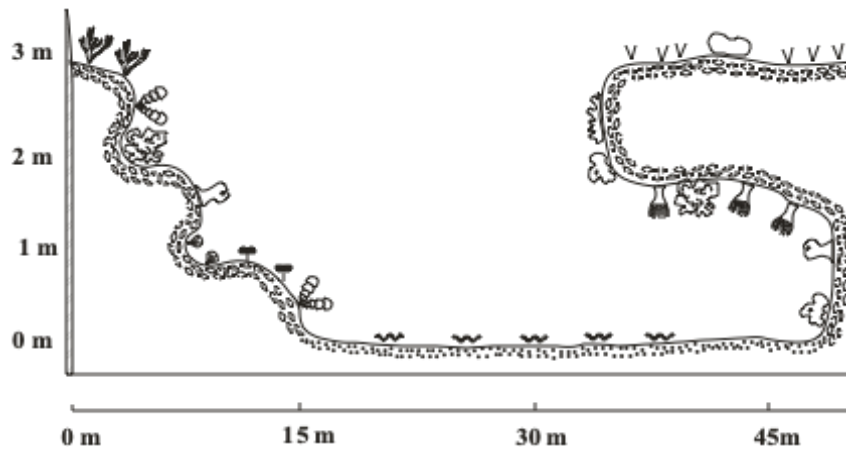


Figura 1 – Esempio di catino con pareti a giacitura verticale caratterizzata da canali di erosione che creano peculiari “terrazzi” sospesi (tratto da De Biasi e Gai, 2000 modificato).

Fino ad oggi ne sono stati mappati 27 localizzati nel settore NW della Secca. Per la loro abbondanza sono considerati un ambiente a sé stante e non formazioni occasionali, la cui presenza contribuisce ad incrementare la diversità dell’habitat.

E’ noto che a sedimenti grossolani biodetritici, come quelli dei catini, si accompagna spesso una fauna ricca e in alcuni casi unica.

Dallo studio sulla macro e meio fauna tale ipotesi ha avuto una ulteriore conferma.

In particolare la meio fauna è risultata molto abbondante e estremamente diversificata e costituita da molte specie rare, nuove per la scienza.

Indagini mirate condotte da Prof. Todaro negli anni novanta sulla meiofauna dei catini ha consentito di registrare la presenza di diversi phyla con innumerevoli emergenze di grande interesse faunistico, tassonomico e filogenetico. Per esempio, le indagini sui gastrotrichi hanno consentito di identificare in questa area ben 18 specie che vanno a costituire popolamenti abbondanti e diversificati durante tutto l’arco dell’anno. Tra le specie dominanti figurano *Platydasys ruber* (Todaro, 1998) che rappresenta un nuovo ritrovamento per la fauna italiana e *Diplodasys meloriae* per la quale le Secche costituiscono la località tipo.

Lo studio ha portato alla raccolta anche del primo, e finora unico, loricifero italiano *Nanoloricus khaitatus* (Todaro, Kristensen, 1998) e di organismi appartenenti a generi mai riportati prima per il Mediterraneo come i copepodi *Interleptomesochra attenuata*, *Cylindropsyllus ibericus*, *Leptopontia mediterranea*, *Syrticola mediterranea* (Todaro, 1999).

Fra i copepodi merita un cenno particolare *Meloriastacus ctenidis* genere e specie nuova per la scienza che per questo motivo ha preso il nome dalla Secca stessa. Questo copepode interstiziale rappresenta il leptastacide più primitivo fino ad oggi conosciuto.

Le particolari caratteristiche dell'area hanno stimolato l'interesse anche verso i Tardigradi un gruppo importante, ma poco studiato della meiofauna permanente. Anche questa indagine ha consentito nuovi ritrovamenti per il Mediterraneo come *Megastygarcitides orbiculatus* e *Actinarctus doryphorus*. Il medesimo studio ha portato anche alla ridescrizione di *Batillipes similis* (D'Addabbo et al., 1999). Lo stesso dicasi per i Kinorinchi di cui recentemente sempre dalle Secche è stata descritta la nuova specie *Antygomonas caeciliae e dei* nematodi altro phylum per il quale le sabbie organogene della Meloria hanno rivelato una nuova specie, *Leptepsilonema antonioi*. Anche la macrofauna è risultata costituita da un popolamento ricco e diversificato. L'indagine svolta su soli 3 dei 27 catini presenti ha consentito di campionare 191 specie. E' stato ipotizzato che tale ricchezza sia in parte conseguenza di un fenomeno di convergenza di taglia (De Biasi et al., 2003 a,b) che incrementa la diversità filetica ed in parte sia dovuta al ruolo dei catini come rifugio per specie rare (es. *Stenothoe elachista*, *Caprella lilliput*) (Gai e De Biasi, 2004).

Nel 2011 sono state svolte delle nuove ricerche al fine di caratterizzare i popolamenti che colonizzano le parti rocciose dei catini. Sono stati indagati 3 catini situati circa 1 km a ovest del Faro, situati su profondità paragonabili comprese tra i 6 e gli 8 metri, su substrato roccioso costituito prevalentemente da roccia calcarenitica e *P. oceanica*.

La sedimentazione detritica organogena mostra un deposito variabile tra 2 e 0 phi, tra sabbia grossolana e media.

La composizione mineralogica dei sedimenti risultava molto simile. Quarzo, calcite e Mg-calcite risultano dominanti sebbene variassero le proporzioni da un catino all'altro. Plagiocasio e Aragonite erano presenti ovunque mentre la Dolomite era assente in uno solo dei catini.

Per spiegare la presenza di aragonite e Mg-calcite, ricordiamo che le particelle carbonatiche che si accumulano sul fondo dei mari attuali sono costituite da calcite, calcite arricchita in magnesio (Mg-calcite) e aragonite. La calcite costituisce soprattutto i gusci o le parti dure degli organismi planctonici; vengono chiamate calciti magnesiate o Mg-calciti, quelle che contengono $MgCO_3 > 5$ moli %. Le calciti arricchite in Mg contengono generalmente $MgCO_3$ tra 12-19 moli% e costituiscono le parti dure di organismi marini quali coralli, spugne, echinodermi, foraminiferi bentonici e alghe. Le calciti che contengono una certa quantità di $MgCO_3$ nel loro reticolo sono metastabili.

L'aragonite (CaCO₃ ortorombico) è il costituente comune dei sedimenti carbonatici attuali (otoliti, fanghi, molluschi, coralli, alghe).

Per quanto riguarda i popolamenti, lo studio aveva rilevato significative differenze da un catino all'altro. Un catino era dominato dalla presenza delle macroalghe *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) e *Codium coralloides* (P.C. Silva), un altro dalle rhodophytae *Peyssonnelia rubra* (J. Agardh) e *Peyssonnelia squamaria* (Decaisne) ed il terzo dalla spugna *Sarcotragus spinosulus* e da Ascidie coloniali.

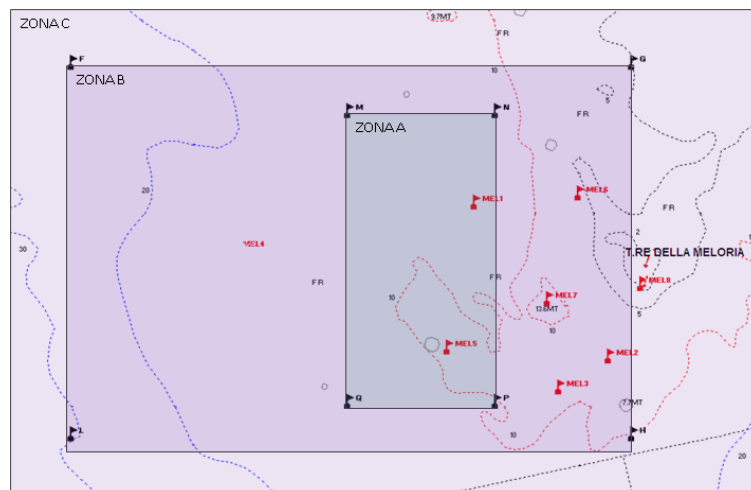
Da questo studio, inoltre, era emerso che confrontando la componente algale con quella descritta da Cinelli (1971) il numero di specie rinvenute era più della metà nonostante lo sforzo di campionamento di questo caso fosse di gran lunga inferiore a quello dell'Autore che aveva indagato l'intera secca. Questo dato indica che la secca conserva, tutt'oggi, un elevato grado di biodiversità. Degno di nota è inoltre il ritrovamento di tre esemplari di *Neanthes nubila* (Quatrefages, 1865) nuova specie per la fauna italiana. Polichete appartenente alla famiglia delle Nereididae è una specie atlantica conosciuta dalle coste della Svezia fino alla Mauritania, non risulta presente nella check list del Mar Mediterraneo, anche se Vitez la cita, per il Mar Adriatico e lungo tutto il litorale spagnolo dalla costa Basca alle coste Catalane e Baleari nella Fauna Iberica, ma la segnalazione non risulta specifica (Vitez *et al.*, 2004).

La fauna ittica: Le conoscenze sulla fauna ittica presente all'AMP Secche della Meloria sono al momento ancora scarse e frammentate.

Una prima indagine, tramite censimenti visivi subacquei, è stata condotta nel 1996 (Biagi *et al.*, 1998). La fauna ittica risultò essere dominata da labridi (11 specie) e sparidi (6 specie di tra cui *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus* e *Sarpa salpa*). Le specie più abbondanti risultarono *Aphia minuta*, *Coris julis* e *Chromis chromis*.

Successivamente, nei mesi di giugno e di ottobre 2012 sono state condotte due campagne, sempre tramite censimenti visivi subacquei, nell'ambito del progetto BIOMART, promosso dalla Regione Toscana. L'indagine è stata realizzata tramite il metodo del punto fisso, in 8 stazioni (sono state effettuate 24 immersioni da tre rilevatori, per un totale di 192 repliche), dislocate sulla superficie dell'Area Marina Protetta (Figura 2).

Figura 2 -
dei siti campionati
census nelle
2012 (da CIBM,



Localizzazione
tramite visual
campagne del
2012).

Nel corso delle due campagne sono stati osservati 41 taxa di pesci ossei (Tabella 1).

Le caratteristiche del popolamento ittico sono sovrapponibili a quelle osservate nel 1996. La famiglia più rappresentata è stata quella dei Labridae, con 11 specie, seguita dagli Sparidae, con 9 specie e dai Serranidae, con 5 specie. La specie che ha fatto registrare le maggiori abbondanze è stata la castagnola, *Chromis chromis*, soprattutto durante la campagna primaverile. Anche la donzella, *Coris julis*, ed il re di triglie, *Apogon imberbis*, hanno fatto registrare abbondanze degne di nota. Specie come l'occhiata, *Oblada melanura*, e la boga, *Boops boops*, in taluni casi sono state caratterizzate da notevoli abbondanze, essendo state osservate in piccoli branchi.

Maggiori dettagli sul piano di campionamento e sui risultati ottenuti sono disponibili nella relazione finale dello studio (CIBM, 2012).

I risultati di questi studi denotano che il popolamento riflette la struttura tipica delle comunità ittiche del piano infralitorale superiore descritte in altre zone del Mediterraneo. Il popolamento, tuttavia sembra non particolarmente ricco e differenziato, forse anche a testimonianza di un'intensa pressione di pesca a cui è stato sottoposto negli anni passati. Tuttavia, informazioni recenti (anche effettuate con riprese subacquee), ancora non pubblicate, mostrano un popolamento più ricco in corrispondenza dei catini e la presenza di alcune specie "carismatiche" (es. giovanili di cernia bruna, *Epinephelus marginatus*) che, seppure con la dovuta cautela, potrebbero indicare un certo incremento della biodiversità ittica.

Tabella 1 - Lista delle specie ittiche osservate durante i censimenti visivi subacquei realizzati presso la AMP Secche della Meloria nel 2012 (da CIBM, 2012).

<i>Apogon imberbis</i>	<i>Paralipophrys trigloides</i>
<i>Atherina</i> spp.	<i>Salpa salpa</i>
<i>Blennius pavo</i>	<i>Scorpaena porcus</i>
<i>Blennius</i> sp.	<i>Serranus cabrilla</i>
<i>Boops boops</i>	<i>Serranus hepatus</i>
<i>Bothus podas</i>	<i>Serranus scriba</i>
<i>Chromis chromis</i>	<i>Sparus aurata</i>
<i>Coris julis</i>	<i>Spicara flexuosa</i>
<i>Diplodus annularis</i>	<i>Spicara smaris</i>
<i>Diplodus puntazzo</i>	<i>Spondylisoma cantharus</i>
<i>Diplodus sargus</i>	<i>Symphodus cinereus</i>
<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Symphodus doderleini</i>
<i>Gobius geniporus</i>	<i>Symphodus mediterraneus</i>
<i>Labrus merula</i>	<i>Symphodus melanocercus</i>
<i>Labrus viridis</i>	<i>Symphodus ocellatus</i>
<i>Lichia amia</i>	<i>Symphodus roissali</i>
Mugillidae n.d.	<i>Symphodus rostratus</i>
<i>Mullus barbatus</i>	<i>Symphodus tinca</i>
<i>Mullus surmuletus</i>	<i>Thalassoma pavo</i>
<i>Muraena helena</i>	<i>Tripterygion</i> spp.
<i>Oblada melanura</i>	

Criticità attuali

Attualmente la Meloria è esposta a diverse fonti di rischio che possono danneggiarla che sono riassumibili in 4 punti:

- 1) Posizione geografica. La vicinanza di un porto commerciale come quello di Livorno, del fiume Arno e dello stabilimento Solvay rappresentano una notevole fonte di contaminazione che tuttavia risulta tuttora limitata.
- 2) Rischio biologico ossia l'ingresso di specie alloctone. E' in parte connessa alla vicinanza del porto. Come noto il traffico marittimo rappresenta il vettore principale (chiglie delle navi, acque di zavorra) del trasferimento di specie alloctone. L'alga ad affinità tropicale *Caulerpa cylindracea* (Sonder 1845) rappresenta attualmente la minaccia più grave per le specie che abitano la Meloria.

A scala maggiore, in studi finalizzati a valutare anche le interazioni dovute alla presenza simultanea di più organismi alieni nella medesima area, è stato dimostrato che nell'area livornese le specie introdotte rappresentano una percentuale molto elevata. In particolare nelle praterie di *Posidonia oceanica* le comunità macroalgali sono costituite quasi esclusivamente da feltri di Rodophyta introdotte (Piazzi, Cinelli, 2003).

Un cenno particolare merita *C. cylindracea*, alga ad affinità tropicale segnalata la prima volta nella secca, nel 1994 da Piazzi (Piazzi *et al.*, 1994) e la sua repentina espansione è stata descritta successivamente da altri Autori (Piazzi *et al.*, 1997; De Biasi *et al.*, 1999). Nelle Secche della

Meloria le segnalazioni sono fino ad oggi limitate al substrato orizzontale, mentre in questo lavoro è stata rilevata anche sul substrato verticale delle pareti dei catini.

Questo dato conferma l'elevata capacità invasiva di questa specie e la sua abilità nel colonizzare nuovi habitat (Ceccarelli e Piazzini 2001; Pacciardi *et al.*, 2011).

- 3) Gestionale: l'ancoraggio delle imbarcazioni da diporto. Questo punto è stato volutamente separato dal successivo sebbene entrambi siano legati ad aspetti comportamentali. In questo caso sebbene il comportamento in sé induca danni, in particolare alla *P. oceanica*, non dipende da una cattiva volontà del singolo. L'ancoraggio è l'unico modo a disposizione del diportista per stazionare intorno alla Meloria. In questo caso, pertanto, solo una precisa volontà gestionale con la realizzazione, ad esempio, di corpi morti permanenti potrebbe se non eliminare, almeno limitare l'impatto.
- 4) Comportamentale: pesca di frodo (strascico), pesca subacquea. A differenza del caso precedente, entra in gioco, in questo caso, una cattiva volontà del singolo che svolge un'attività illegale come nel caso dello strascico su fondi duri, o comunque, come nella pesca dilettantistica, adotta attrezzi non consentiti (ad esempio reti da posta) o con un numero molto più elevato di ami rispetto a quelli consentiti (es palamiti per i quali sono permessi massimo 200 ami).

Le Secche della Meloria: Finalità derivanti dal decreto istitutivo

Nel decreto Istitutivo sono chiaramente indicate quattro macrofinalità dell'AMP Secche delle Meloria.

Tutela e valorizzazione delle caratteristiche naturali, chimiche, fisiche e della biodiversità marina e costiera, anche attraverso interventi di recupero ambientale

Promozione dell'educazione ambientale, la diffusione delle conoscenze degli ambienti marini e costieri dell'area protetta, anche attraverso la realizzazione di programmi didattici e divulgativi

Realizzazione di programmi di studio, monitoraggio e ricerca scientifica nei settori delle scienze naturali e della tutela ambientale, al fine di assicurare la conoscenza sistematica dell'area

La promozione dello sviluppo sostenibile dell'area con particolare riguardo alla valorizzazione delle attività tradizionali, delle culture locali, del turismo ecocompatibile e alla fruizione da parte delle categorie socialmente sensibili

Le Secche della Meloria: contesto legislativo in relazione alla Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino (2008/CE/56, MSFD)

La Direttiva Quadro sulla Strategia per l'Ambiente Marino (2008/CE/56, MSFD) prevede che ogni Stato Membro sviluppi una strategia per il conseguimento o il mantenimento del Buono Stato Ambientale ("Good Environmental Status", GES) dell'ambiente marino entro il 2020.

In Italia è stata recepita con il Decreto Legislativo n. 190/2010 dove, in particolare, all'Art. 11 sono riportate le *schede metodologiche* relative alle indagini/analisi effettuate.

Quattro anni dopo sono stati definiti dal MATTM i target ambientali di riferimento del Programma di Misure (PoM) con il DM 249 del 17 ottobre 2014 (GU Serie Generale n.261 del 10-11-2014).

In questo decreto viene definito il buono stato ambientale (allegato 1) (sebbene ci siano pochi casi con riferimenti precisi come nel caso degli Standard di Qualità per i contaminanti) e i "traguardi ambientali (Allegato 2) ossia le azioni/miglioramenti per raggiungimenti degli obiettivi del "GES" 2020.

L'anno successivo il MATTM con DM 11/02/2015 n. 22 (GU n. 50 del marzo 2015) ha provveduto alla determinazione degli indicatori (Art. 1) associati ai traguardi ambientali e dei programmi di monitoraggio (Art. 2), come previsto dagli artt. 10, comma 1 e 11, comma 1 del precedente D.lgs.190/2010. In particolare nell'Allegato 1 sono riportati i Descrittori (che identificano macro aree di indagine) ai quali afferiscono gli Indicatori Associati al Traguardo Ambientale.

Per completare il quadro dei soggetti coinvolti nelle attività di monitoraggio, con D.M. n. 24833 dell'11 dicembre 2015 è stata destinata un finanziamento a favore degli Enti gestori delle Aree Marine Protette in grado garantire un ambito ed un osservatorio privilegiato per l'attuazione dei piani di monitoraggio. Nel protocollo per l'attuazione del suddetto DM 24833 viene espressamente riportato l'elenco degli Indicatori (sotto riportati) da utilizzare per la pianificazione delle specifiche attività di monitoraggio delle AMP. Viene altresì specificato che tali attività devono essere predisposte in conformità alle schede metodologiche del MATTM.

Elenco degli Indicatori come da Protocollo per l'attuazione D.M. n. 24833 dell'11 dicembre 2015

- 1.1 - Variabili chimico-fisiche in ambito costiero
- 1.2 - Concentrazione di nutrienti in ambito costiero
- 1.4 - Analisi microplastiche
- 1.5 - Fitoplancton in ambito costiero
- 1.6 - Mesozooplancton e macrozooplancton gelatinoso in ambito costiero
- 1.8 - Specie fitoplanctoniche non indigene
- 1.9 - Rifiuti spiaggiati
- 2.2 - Habitat a coralligeno
- 2.3 - Praterie di *Posidonia oceanica*
- 2.4 - Fondi a Maerl
- 2.5 - Biocenosi di fondo mobile sottoposte a danno fisico
- 2.6 - *Patella ferruginea*
- 2.7 - *Pinna nobilis*
- 2.8 - Aree ad alto rischio di introduzione di specie non indigene (NIS)
- 2.9 - Protocolli di early warning NIS
- 2.10 - Specie selezionate sulla base della loro invasività in aree costiere
- 2.12 - Fauna ittica in AMP
- 2.14 - Avifauna marina
- 4.1 - Carico di nutrienti da fonti fluviali
- 4.2 - Carico di nutrienti da fonti urbane
- 4.3 - Contaminanti chimici nell'acqua
- 4.4 - Input di contaminanti chimici
- 4.5 - Carico dei nutrienti da acquacoltura
- 4.6 - Contaminanti chimici nei sedimenti
- 4.8 - Concentrazione dei contaminanti chimici nel biota

BIBLIOGRAFIA CITATA

AIELLO E., BARTOLINI C., GABBANI G., MAZZANTI R., PRANZINI E., VALLERI G. (1981) - Morfologia e geologia delle Secche di Vada (provincia di Livorno). *Boll. Soc. Geol. It.*, 100: 339-368.

ASTRALDI M., BACCIOLA D., BORGHINI M., DELL'AMICO F., GALLI C., GASPARINI G. P. LAZZONI E., NERI P. L., RASO G. (1993a) - Caratteristiche stagionali della masse d'acqua nell'Arcipelago Toscano. In: Serie studi ambientali, ENEA (a cura di), Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, jsedimentologico, geochemico, e biologico. *Arti Grafiche, Roma*: 7-27.

ASTRALDI M., BORGHINI M., GALLI C., GASPARINI G. P. e LAZZONI E. (1993b) - Caratteristiche della circolazione nell'Arcipelago Toscano. In: *Reg. Toscana Univ. Firenze* (a cura di) Progetto mare. Ricerca sullo stato biologico chimico e fisico dell'Alto Tirreno Toscano. Stabilimento Grafico Commerciale, Firenze: 37-40.

BACCI G., BADINO G., LODI E., ROSSI L. (1969) – Biologia delle Secche della Meloria I – Prime ricerche e problemi di conservazione e di ripopolamento. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24: 5-30.

BARSOTTI G., FEDERICI P.R., GIANNELLI L., MAZZANTI R., SALVATORINI G. (1974). Studio del Quaternario Livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del Bacino di carenaggio della Torre del fanale. *Mem. Soc. Geol. It.* 13: 425-475.

CASAROSA N., BINI M., DE BIASI A.M. (2011) - Morfologie relitte e antiche linee di riva delle "Secche della Meloria". *Studi costieri 2011 - 18*: 43 – 52.

CECCARELLI G. e PIAZZI L. (2001) – Dispersal of *Caulerpa racemosa* fragments in the Mediterranean: lack of detachment time effect on establishmnt. *Bot. Mar.*, 44: 209-213.

CIBM (Consorzio per il Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci" di Livorno) (2012) - Realizzazione del progetto di aggiornamento BIOMART (biodiversità marina in Toscana). *Relazione sulle attività svolte*, 49 pp.

CINELLI F. (1971) - Biologia delle Secche della Meloria (Mar Tirreno). IV- Contributo alla conoscenza della vegetazione bentonica marina (1). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 26 (1,2): 5-19.

COGNETTI G. (1965) - Sillidi mesopsammici delle Secche della Meloria (Livorno). *Arch. Zool. It.*, 50: 65-72.

COGNETTI G. (1981) - Le Secche della Meloria: modello per la realizzazione di un parco marino. *Il Porto*, 5:25-27.

COGNETTI VARRIALE A. M. (1972) - Biologia delle Secche della Meloria. IV- Ricerche preliminari sulla distribuzione dei Policheti. *Boll. Pesca Idrobiol.*, 27(2): 263-283.

D'ADDABBO GALLO M., DE ZIO S., M.R., GRIMALDI, MORONE L., PIETANZA R., D'ADDABBO R., , TODARO M.A., (1999) - Diversity and dynamics of an interstitial Tardigrada population in the Meloria Shoals, Ligurian Sea, with a redescription of *Batillipes similis* (Heterotardigrada, Batillipedidae). *Ital. J. Zool.*, 6: 51-61.

- DE BIASI A. (1999) – Biologia delle Secche della Meloria: caratterizzazione bionomica lungo tre transetti pilota. *Biol. Mar. Medit.* 6 (1): 372-375.
- DE BIASI A.M., GAI F., PACCIARDI L., 2003b. Benthic assemblage in a “catino” of the Meloria Shoals (Souther Ligurian Sea). *Atti Soc. tosc. Sci. nat.*, 110: 3-7.
- DE SIMONE R., FERRETTI O., MANFREDI FRATTARELLI F.M. (1993) - Analisi statistica multivariata applicata all’interpretazione dei processi di sedimentazione. In: Serie studi ambientali, ENEA (a cura di), Arcipelago Toscano. Studio oceanografico
- FANCELLI GALLETTI M. L. (1974) - Analisi pollinica dei sedimenti sovrastanti la panchina tirreniana di Torre del Fanale in Livorno. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Memorie, Serie A*, 81: 222- 226.
- FIERRO G., MIGLIETTA F., PIACENTINO G. B. (1969) - Biologia delle Secche della Meloria. - I sedimenti superficiali delle secche e delle aree limitrofe dalla foce dell’Arno a punta Fortullino. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24: 115-149.
- GAI F. e DE BIASI A.M., 2004. Il macrozoobenthos dei catini delle Secche della Meloria. *Biol. Mar. Medit.*: 11 (2): 508-511.
- GASPARINI G., MARRI P., ROSSI G., DELL’AMICO F. (1986) - Il sistema marino costiero livornese: caratteristiche delle masse d’acqua. Il convegno sullo stato dell’ambiente a Livorno: 177-187.
- GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1980) - I sedimenti del Pliocene e del Pleistocene inferiore della zona compresa fra Riparbella e Bibbona (Province di Pisa e Livorno). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 100: 41-56
- KATZMANN W. (1972) - Polychaeten der Secche della Meloria (Livorno, Italien). *Oester. Akad. Wiss. Math. Nat. Kl.*, 5: 102-111.
- MORSELLI I. (1970) - Ricerche sugli alacaridi delle coste livornesi. II. *Acaromatis monnioti*, una nuova specie raccolta sui fondi sabbiosi delle Secche della Meloria. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38: 109-119.
- PACCIARDI L., DE BIASI A.M., PIAZZI L. (2011) - Effects of *Caulerpa racemosa* invasion on soft-bottom assemblages in the Western Mediterranean Sea. *Biological Invasions*, 13: 2677-2690.
- PIAZZI L., ACUNTO S., MAGRI M., RINDI., BALESTRI E. (1997) – Osservazioni preliminari sull’espansione di *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh sulle Secche della Meloria (Livorno, Italia). *Biol.Mar. Medit.*, 4(1) :426-428.
- PIAZZI L., BALESTRI E., CINELLI F. (1994) – Presence of *Caulerpa racemosa* in the North-Western mediterranean. *Cryptogamie, Algol.*, 15 (3) : 183-189.
- SORDI M. (1969) - Biologia della Secche della Meloria. II. Gasteropodi opisthobranchi. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 24: 105-114.
- TODARO M. A. e KRISTENSEN R. M. (1998) - A new species and first report of the genus *Nanaloricus* (Loricifera, Nanaloricida, Nanaloricidae) from the Mediterranean Sea. *Ital. J. Zool.*, 65: 219-226.

TODARO M. A. (1998) - Meiofauna from the Meloria Shoals: Gastrotricha, biodiversity and seasonal dynamics. *Biol. Mar. Medit.*, 5: 587-590.

TODARO M. A. (1999) - Copepodi Arpacticoidi delle Secche della Meloria: segnalazione di generi nuovi per l'Italia.. *Biol. Mar. Medit.* 6 (1): 452-456.