



UNIVERSITÀ DI PISA  
CENTRO DI ATENEO  
MUSEO DI STORIA NATURALE



*Tecnologie e innovazione per una gestione sostenibile  
dell'agricoltura, dell'ambiente e della biodiversità (Ti4AAB)*

*Museo di Storia Naturale  
Certosa di Calci(PI) Università di Pisa 7-8 Luglio 2016*

Modello matematico per lo studio dell'impatto  
della piccola pesca professionale sulla biodiversità  
nei reef artificiali

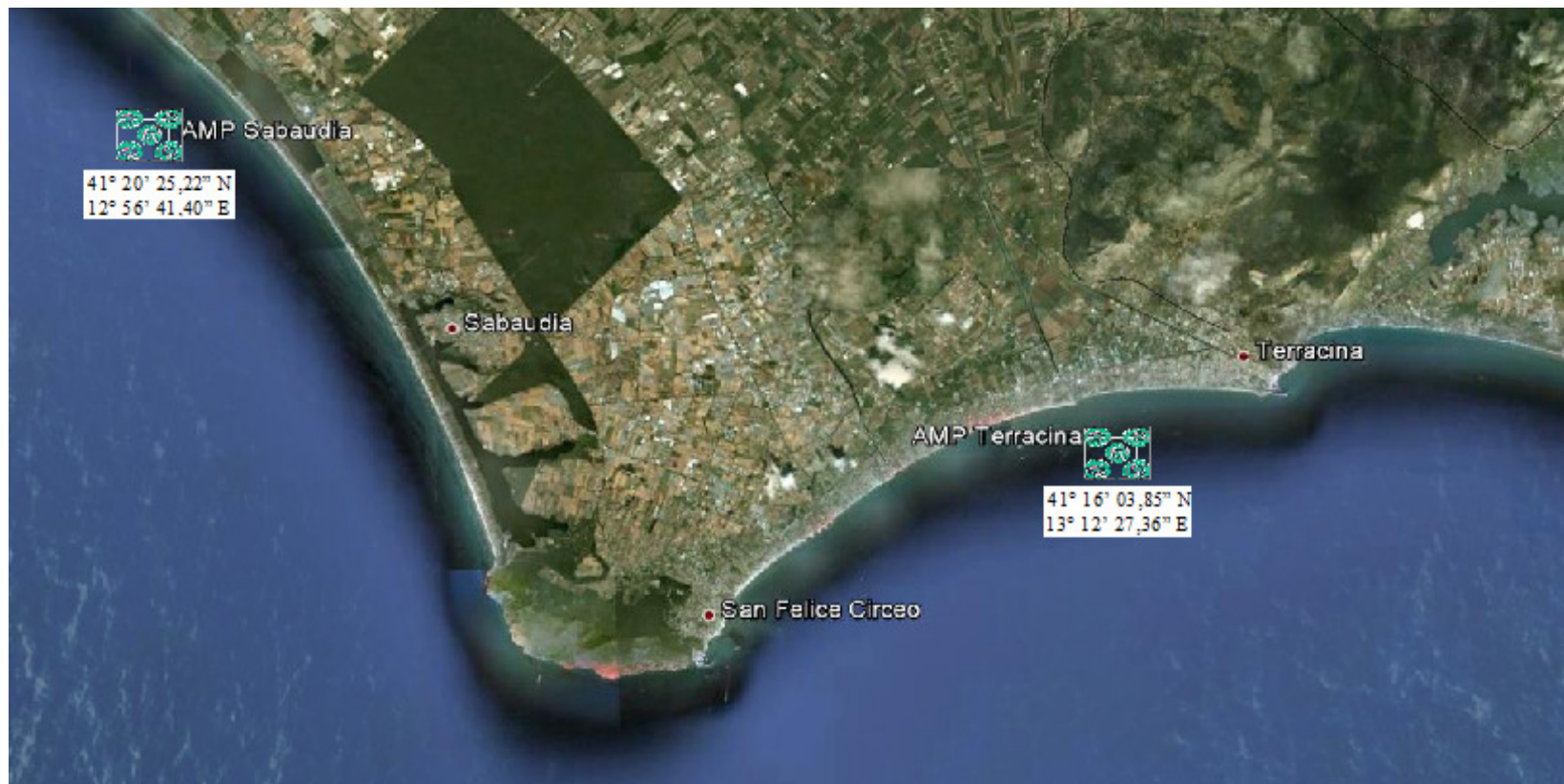
**Roberto Barbuti. Paolo Berni, Paolo Milazzo**

**REFF ARTIFICIALI SUBACQUEI PER RIPOLAMENTO MARINO:**  
Tecnologia Italiana come strumento per la gestione integrata della costa a tutela e  
potenziamento degli habitat e delle risorse ittiche.

# PREMESSA

Regione Lazio, attraverso il progetto MARE NOSTRUM, ha realizzato 2 Aree Marine attrezzate con reef artificiali presso a scopo di ripopolamento ittico:

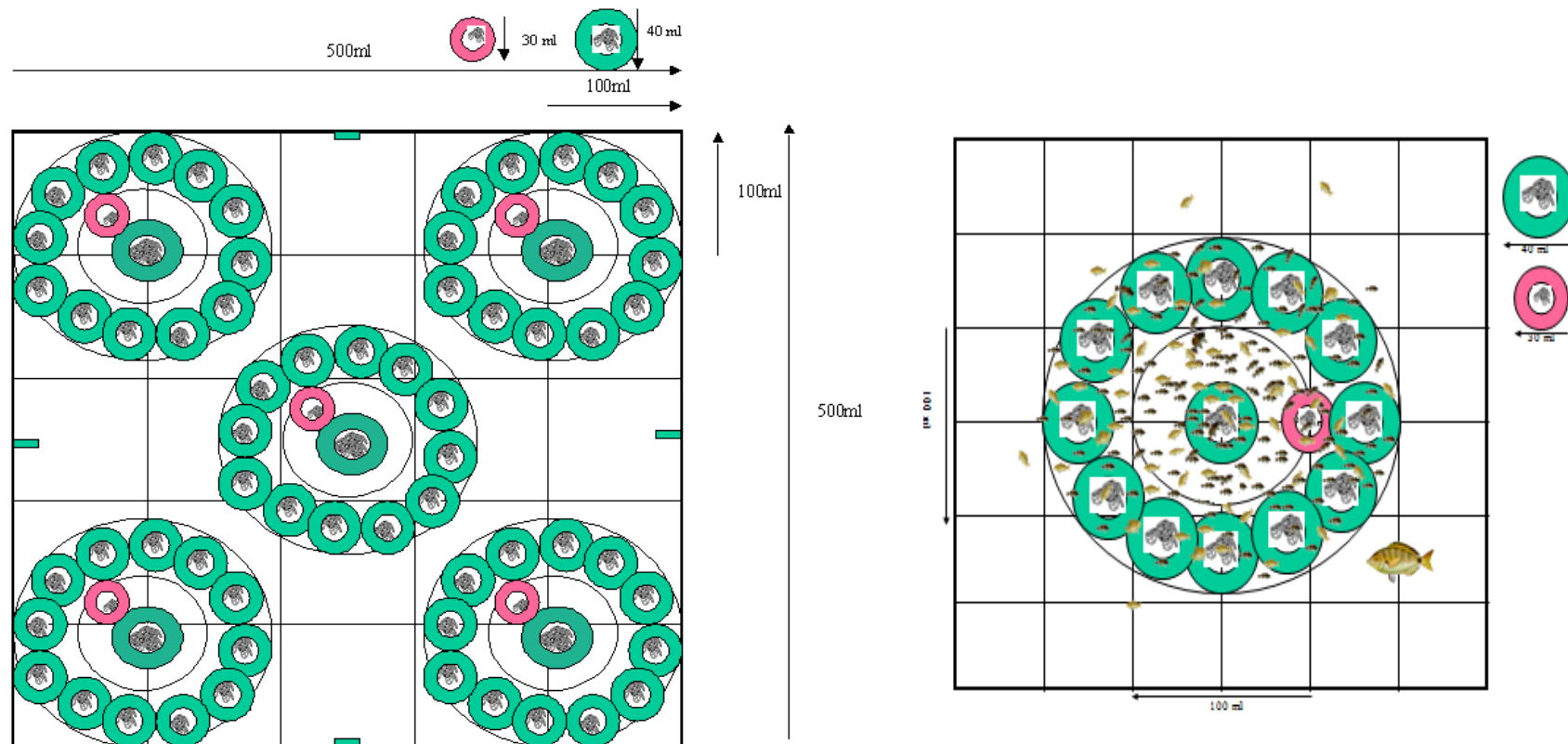
- Terracina, di fronte a Porto Badino.
- Sabaudia, lago di Caprolace.



# PREMESSA

Le due Aree marine di ripopolamento ittico sono formate da

- 5 atolli artificiali
- Ciascuna Area occupa una superficie complessiva di 25 ha



**Elementi strutturali piramidali degli Atolli  
Tecnoreef® forniti dalla Ditta  
Reef Consulting srl**



## Progetto “Mare Nostrum”

- assemblaggio moduli “Tecnoreef” forma piramidale

- **Calcestruzzo in materiali ecocompatibili**
- **Certificazione “Sea friendly” norma EN ISO 14001 : 2004,**
- **Elemento base piastra ottagonale**
- **Struttura a piramide → flusso continuo dal fondo verso l’alto - turbolenze interne – formazione di “up welling”**  
—> **diffusione delle sostanze nutritive**



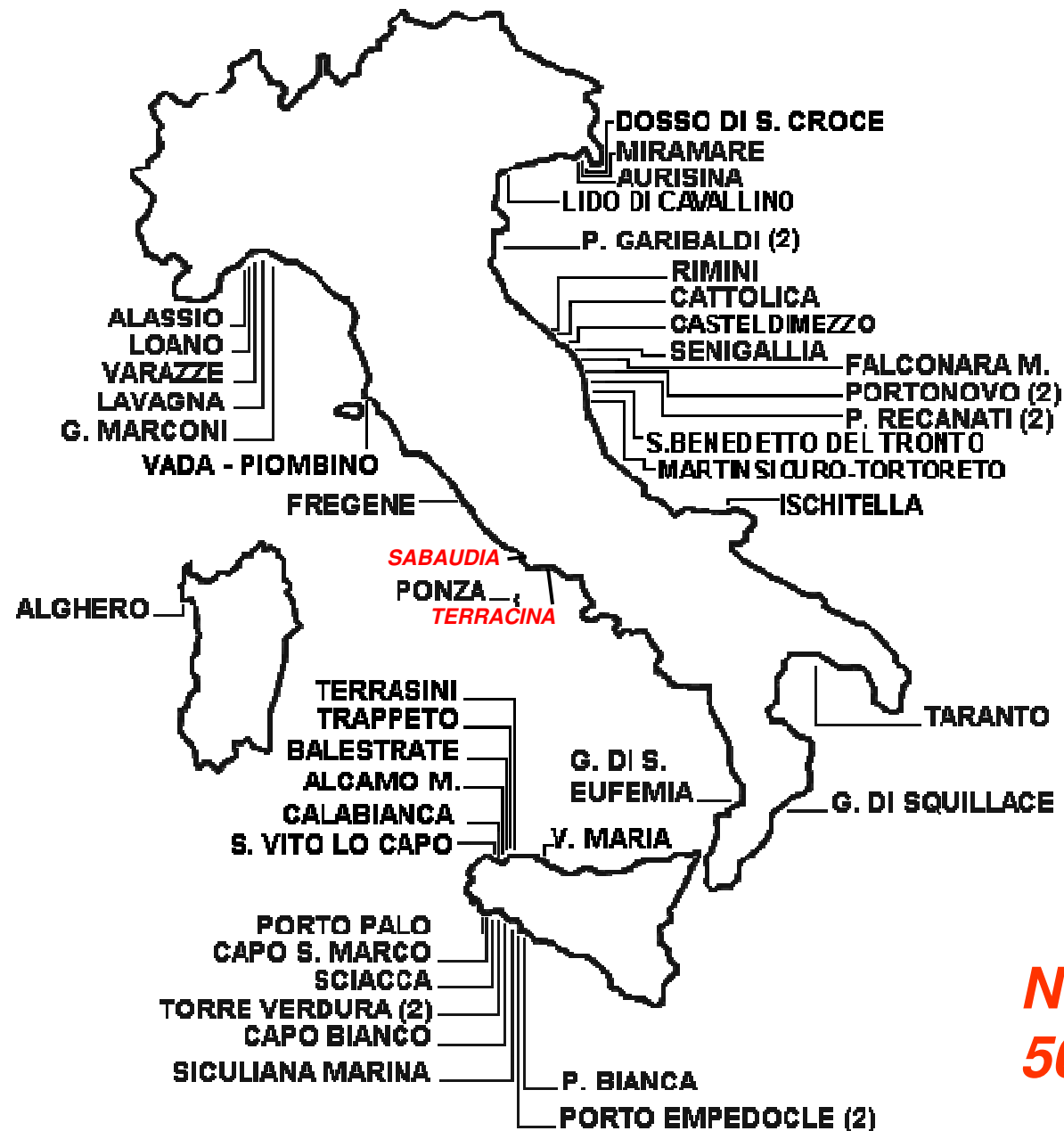
# STRUTTURA DELL'AREA MARINA DESTINATA A RIPOLAMENTO ITTICO



*Foto P. Berni: 26.06.09*

Area marina per ripopolamento ittico di Sabaudia di fronte a lago Caprolace  
Panoramica dell'atollo centrale con evidente presenza di pesce

## Dove esistono progetti analoghi in Italia (aggiornamento anno 2008)



***N. totale:  
50***

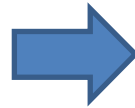
## **OBIETTIVI DELLE AREE MARINE DI RIPOLAMENTO ITTICO**

- 1) Impedire la pesca a strascico**
- 2) Favorire il ripopolamento e la biodiversità degli organismi marini**
- 3) Favorire la pesca responsabile mediante l'esercizio della "piccola pesca professionale"**
- 4) Permettere un uso migliore della risorsa marina, basato su prelievi sostenibili delle risorse demersali**
- 5) Organizzare una produzione naturale e di alta qualità delle risorse alieutiche pregiate**
- 6) Aiutare la nascita di nuove attività in appoggio al turismo marino**



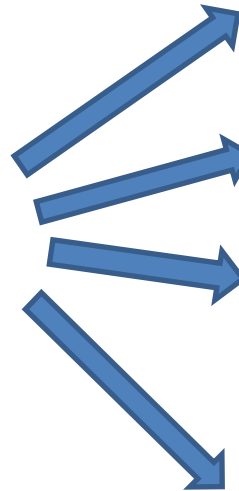
**Per ottenere gli obiettivi fissati, le strutture artificiali con cui sono realizzati i reef artificiali delle Aree Marine destinate a ripopolamento ittico, devono garantire quanto segue:**

**1) Impedire la pesca a strascico**



Resistenza agli urti, alle rotture e al trascinamento (importanza della forma piramidale)

**2) Favorire il ripopolamento**



A) Favorire l'effetto “**up welling**”.

B) Facilitare lo sviluppo del fouling

C) Capacità di attrazione di specie (migratrici e stanziali)

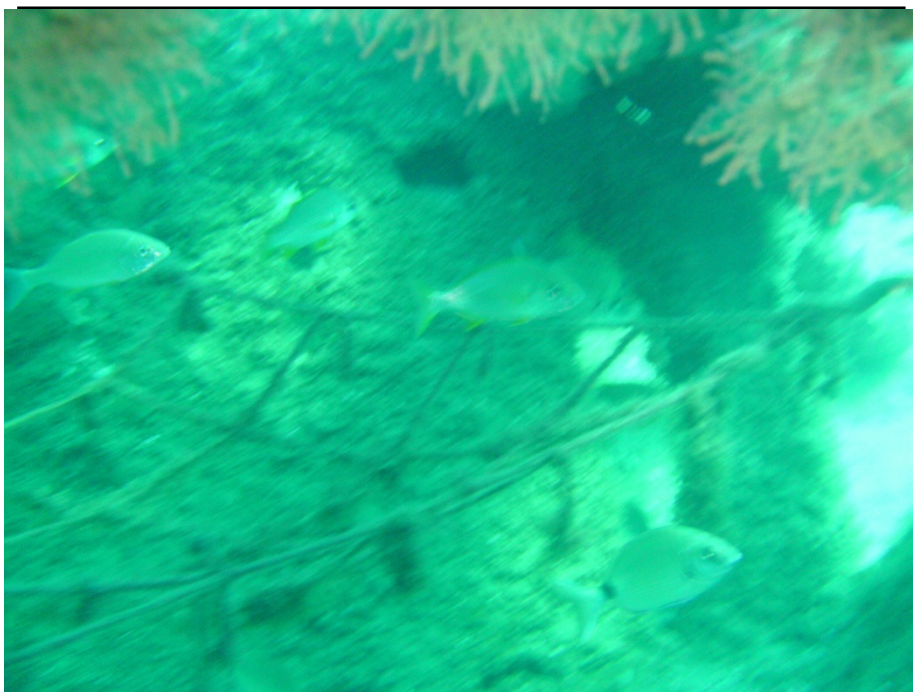
D) Ruolo di nursery e habitat idoneo alla riproduzione di alcune specie

# IMPEDIRE LA PESCA A STRASCICO

**Dislocazione  
delle strutture**

→ Sulla rotta in cui avvengono  
le bordate di pesca  
→ Nei passaggi obbligati

→ intercettare le reti durante  
il loro passaggio



*Foto P. Berni: 05.07.10*

Atollo artificiale difronte a lago Caprolace - Particolare di atollo piccolo rovesciato da un motopeschereccio che ha praticato la pesca a strascico sottocosta “illegale”.

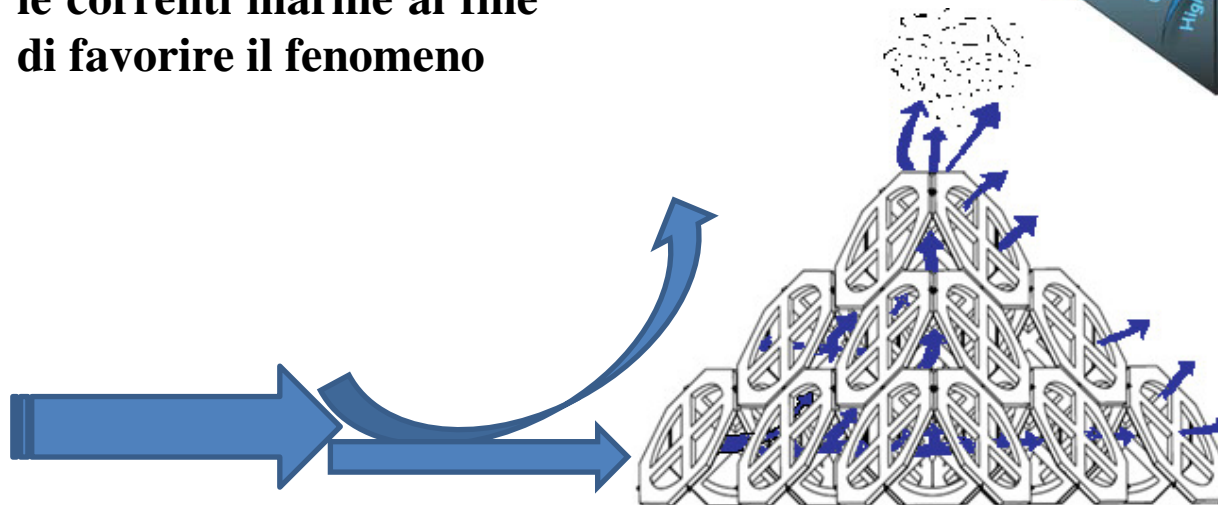
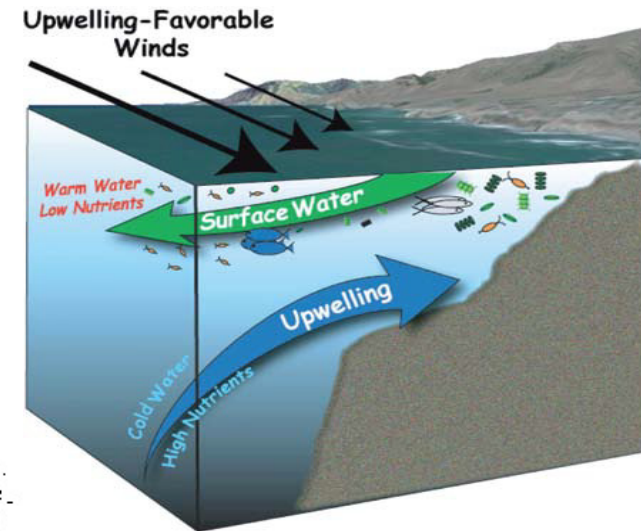
Il peschereccio (individuato come proveniente dalla marineria di Anzio) ha perso il sacco dello strascico con tutto il pesce procurandosi un danno stimato di circa 8.000 – 10.000 €.

**Risultato Finale:** allontanare la pesca a strascico, incrementare l’abbondanza delle diverse specie e accrescere i risultati della piccola pesca professionale, diminuendo sensibilmente lo sforzo di pesca

# FORMAZIONE DEL FENOMENO DI UP WELLING: CONFRONTO TRA UN ESEMPIO NATURALE E QUELLO GENERATO DALLA BARRIERA ARTIFICIALE

Nelle barriere piramidali viene osservato, in scala ridotta, un fenomeno molto simile all'up welling

Strutture sommerse:  
disposte in sinergia con  
le correnti marine al fine  
di favorire il fenomeno



# FAVORIRE LA RIPRODUZIONE DI ALCUNE SPECIE

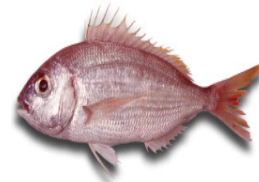
Habitat diversificati e nicchie nell'Area Marina di ripopolamento



- Nursery per juveniles
- Habitat per la riproduzione degli organismi marini

QUALI ANIMALI USANO LA BARRIERA PER LA LORO RIPRODUZIONE?

- **Pesci necto-bentonici:** i dominatori di una barriera. Specie pregiate di substrato duro
- **Specie pelagiche:** durante fasi delicate del loro ciclo biologico (fasi giovanili o di accoppiamento)
- **Specie di crostacei e molluschi:** interagiscono con la superficie della struttura



*Pagellus eritrinus*



*Umbrina cirrosa*



*Seriola dumerili*



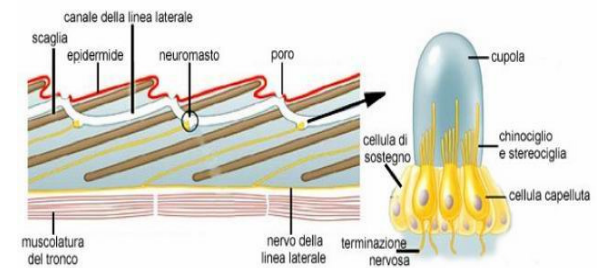
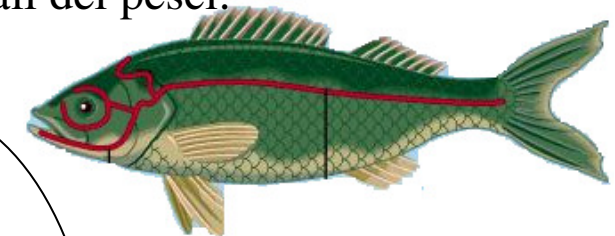
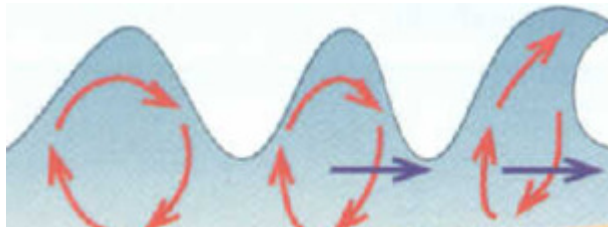
*Octopus vulgaris*



*Squilla mantis*

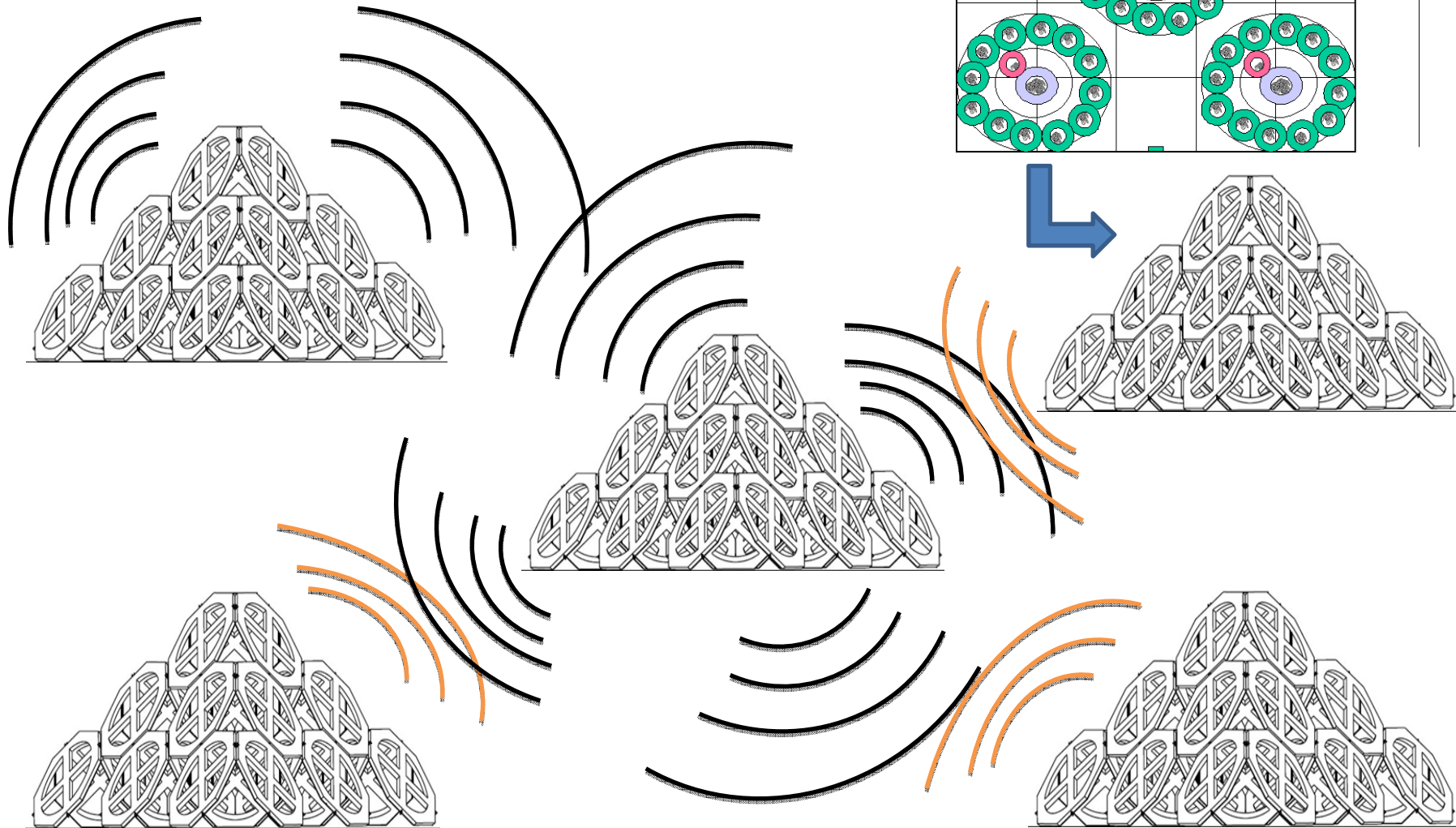
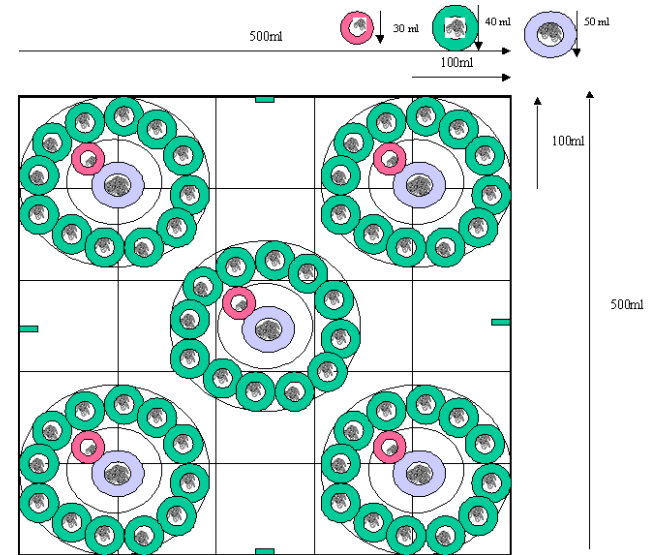
# CAPACITÀ DI ATTRAZIONE DI SPECIE (MIGRATICI E STANZIALI)

La capacità di attrazione di una struttura sommersa verso gli organismi marini, si può spiegare anche con il fenomeno del “**tigmotropismo**”. Questo fenomeno indica l’instaurarsi di un’attrazione tra la struttura e le diverse specie animali. La struttura sommersa interagendo con le correnti marine, entra in vibrazione ed emette onde a bassissima frequenza che vengono percepite dalle linee laterali dei pesci.



Struttura anatomica della  
linea laterale

LE AMP DI SABAUDIA E TERRACINA SONO  
REALIZZATE IN MODO DA FORMARE  
UN'ORCHESTRA DI SUONI" CREATI  
DALL'INSAMBLE DEI 75 ATOLLI DELLA BARRIERA  
ARTIFICIALE. CON UN AMPLIFICAZIONE  
DELL'EFFETTO "SONORO" E L'ESALTAZIONE DEL  
TIGMOTROPISMO



## LA BARRIERA DEVE ACCOGLIERE E OFFRIRE RIPARO MA NON DEVE SERVIRE DA TANA ESCLUSIVA DI POCHE SPECIE



La forma dei fori o delle aperture **NON** deve costituire una “**TANA**” altrimenti si rischia di offrire riparo stabile e duraturo a specie **predatrici** da “tana” come il **grongo** o la **murena**. Viceversa in condizioni ottimali queste specie vengono attratte ma poiché non trovano l’ambiente adatto in cui nascondersi e quindi frequentano la barriera solo per brevi periodi durante i quali predano per poi ritornare alle loro tane naturali in prossimità della ree di ripopolamento.

**Inoltre i moduli in cemento della barriera non formano “tane” oscure, ma grazie alle aperture favoriscono la penetrazione della luce all’interno della barriera e il conseguente sviluppo di biofouling che attrae le diverse specie**

# FAVORIRE LO SVILUPPO DEL BIOFOULING

Il Biofouling è il risultato della colonizzazione di organismi sessili vegetali e animali che mediante **spore, larve e forme giovanili**, entrano in contatto con le superfici dure e vi si insediano stabilmente.

**Questo fenomeno è la base delle catene alimentari.**

## PROCESSO DI COLONIZZAZIONE

### FASE INIZIALE:

- Alghe
- Animali bentonici



- primo anello della catena
- nutrienti minerali azotati e fosfati disciolti nell'acqua
- animali sessili si impiantano nutrendosi della alghe o filtrano plancton o particelle organiche "seston"

### FASI ULTERIORI:

- Pesci
- Crostacei
- Molluschi



Si cibano direttamente degli organismi bentonici, oppure delle sostanze organiche prodotte e che si distribuisce sul fondale marino circostante



La catena alimentare s'innesta spontaneamente e si potenzia, stabilizzandosi con il tempo, raggiungendo un equilibrio di specie con una configurazione caratteristica di “maturità” che permette di riciclare e ridistribuire più rapidamente, l'energia “alimentare” presente negli *habitat* litorali, favorendo anche incrementi di produzione di specie ittiche di valore commerciale.



**Foto P. Berni:** Atollo artificiale difronte a Lago Caprolace 24.07.09 – Atollo centrale – dettaglio del fouling. Bell'esemplare nella fase iniziale di sviluppo del alga *Dyctiota dicotoma* Hudson Lamouroux 1809



**Foto P. Berni:** Atollo artificiale difronte a lago Caprolace 26.06.09 - Particolare delle concrezioni di biofouling sopra l'atollo centrale – Vistosa presenza di branchi di pesci

# RISULTATI E DISCUSSIONI

**MONITORAGGI:** eseguiti negli anni dal 2007 al 2012.

Mesi di Giugno - Luglio **2007** avvenne la disposizione in mare delle strutture in cemento per la realizzazione delle due AMP e nel **2008** fu avviata l'attività di monitoraggio realizzata mediante azioni di pesca e immersioni subacquee.

## AZIONI DI PESCA CON RETI DA POSTA

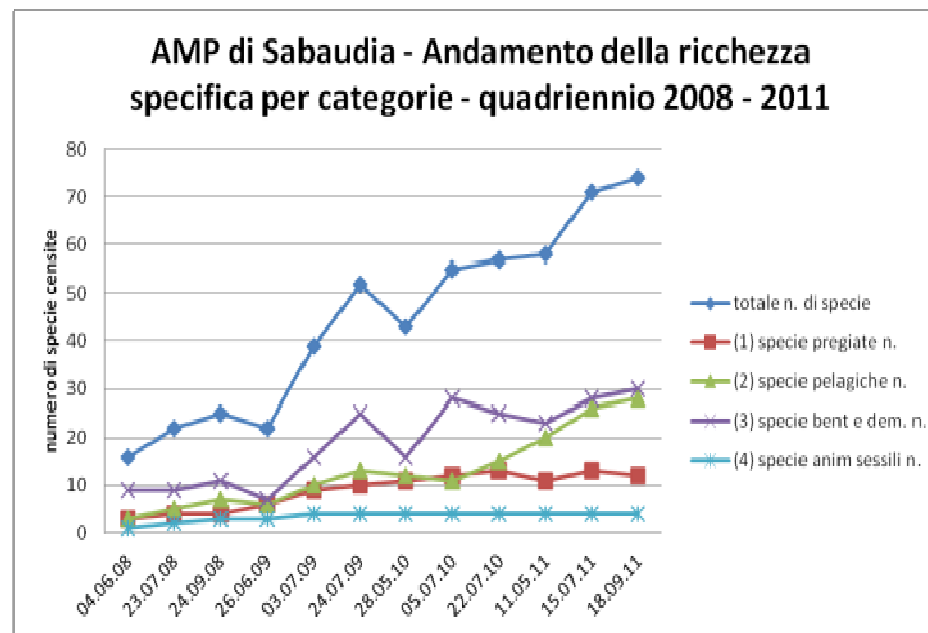
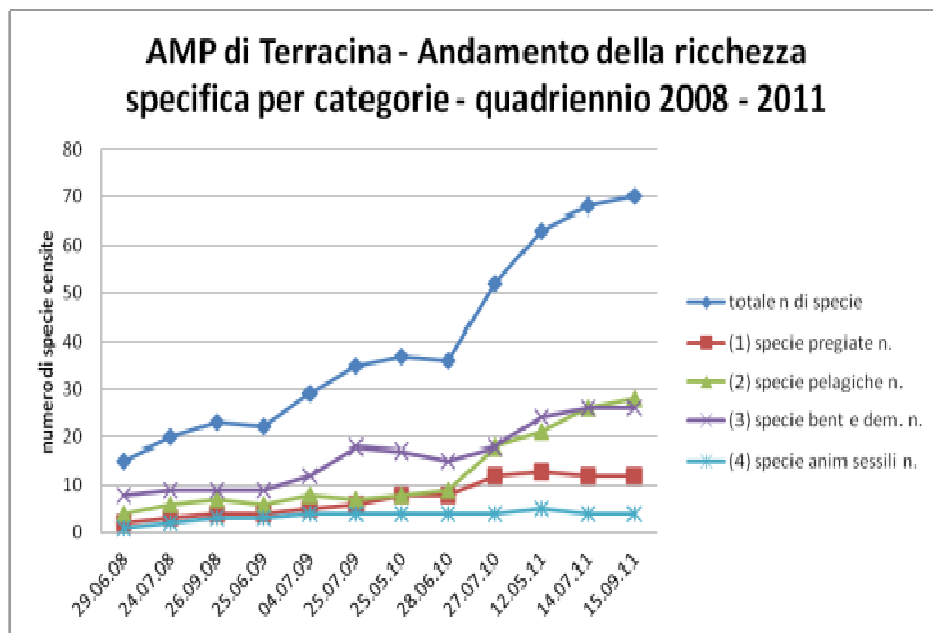
- rete tipo trimaglio: lunghezza di 300 m, alta 4m e maglie di 3 cm
- rete singola a barriera, tipo barracuda, lunga 300 m, alta 4m e maglie di 3 cm.

**IMMERSIONI:** riprese fotografiche e prelievi di fouling, con la **tecnica del grattage**, dalle superfici delle strutture. La tecnica del grattage, ha interessato ogni volta più prelievi (2-3) ottenuti da una superficie di riferimento di circa 0,5 m<sup>2</sup> per ciascun prelievo.



Foto P. Berni: Salpatura del trimaglio - Cattura di *Torpedo torpedo*

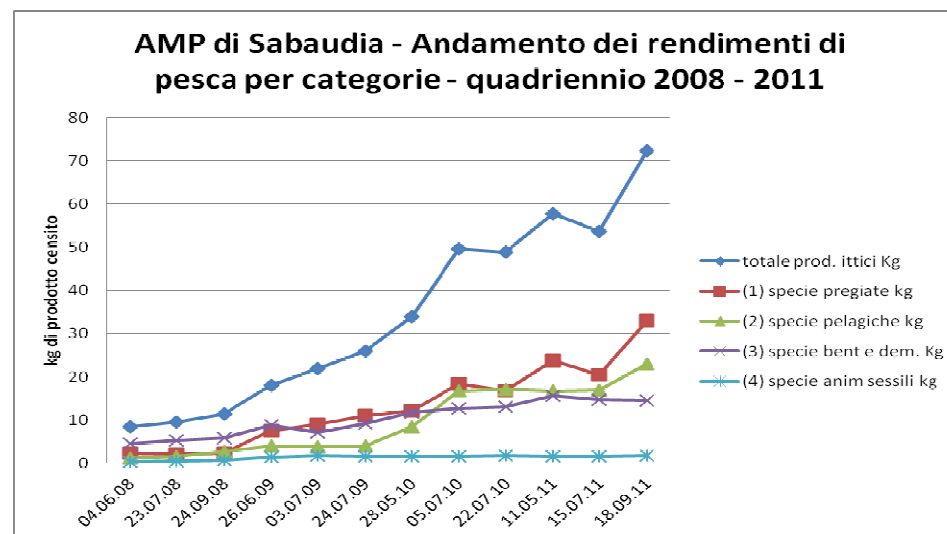
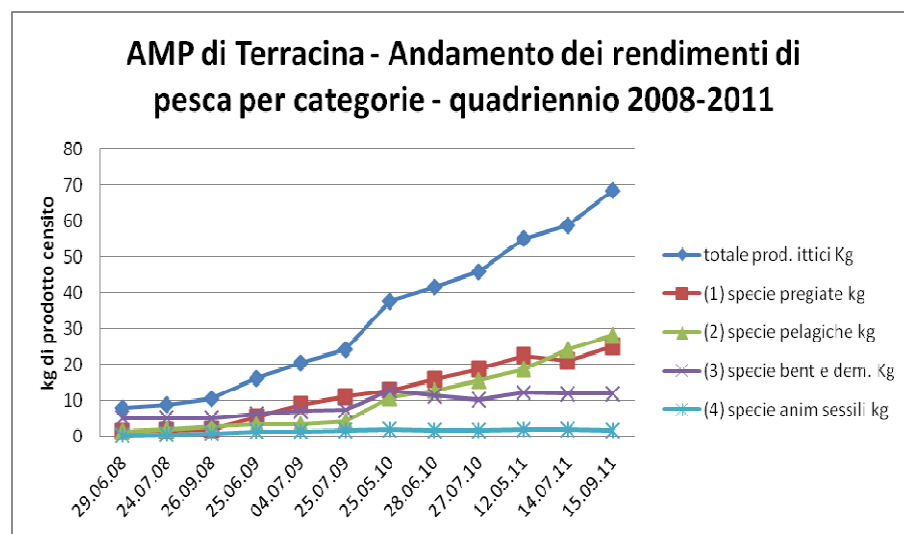
## ANDAMENTI RELATIVI ALLA RICCHEZZA SPECIFICA COMPLESSIVA



**Graf. 1 e 2** - Andamenti relativi alla ricchezza specifica complessiva, rilevata mediante monitoraggi nel periodo 2008 - 2011, nelle Aree marine di Terracina (Graf. 1) e Sabaudia (Graf. 2).

**Non grandi differenze.** Tuttavia l'Area marina di Sabaudia presenta una maggiore precocità nell'attrarre un numero maggiore di specie e una leggera prevalenza riguardo al numero complessivo delle specie presenti, 74 specie per Sabaudia e 70 per Terracina. In particolare, la componente delle specie bentoniche risulta lievemente maggiore nella Area marina di Sabaudia (30) rispetto a quella di Terracina (26).

## ANDAMENTO DEI RENDIMENTI DI PESCA COMPLESSIVA PER CATEGORIE

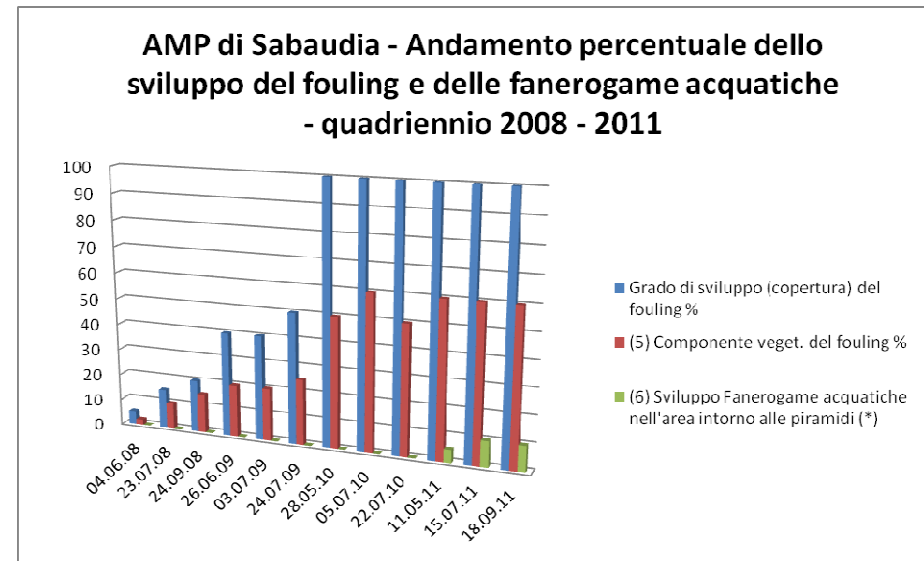
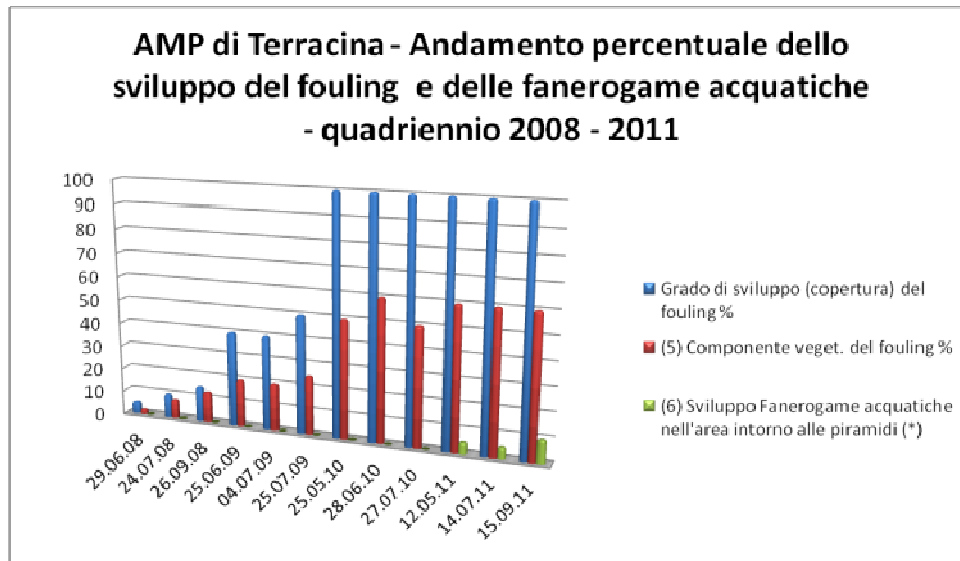


**Graf. 3 e 4** - Andamento dei rendimenti di pesca complessiva per categorie, rilevati mediante monitoraggi nel periodo 2008 - 2011, nelle Aree marine di Terracina (Graf. 3) e Sabaudia (Graf. 4)

I dati di ricchezza specifica, risultano confermati anche dai **Rendimenti di Pesca**: Sabaudia 74 Kg > 68 di Terracina. **Specie pelagiche**: Sabaudia 23 < 28 Kg Terracina. Invece, la **quantità totale delle specie pregiate**: Sabaudia 33 Kg > 25 Kg Terracina.

Rilevando che la Area marina di **Terracina** ha una **maggiore pressione di pesca**, dovuta al maggiore numero di pescatori presenti nella marineria di Terracina. Al contrario, sull'Area marina di Sabaudia insiste una marineria molto più piccola con pochi pescatori professionali, basati sul vicino porto di Rio Martino. In conseguenza di ciò, soprattutto le specie ittiche pregiate, nella AMP di Terracina risentono maggiormente della pressione di pesca.

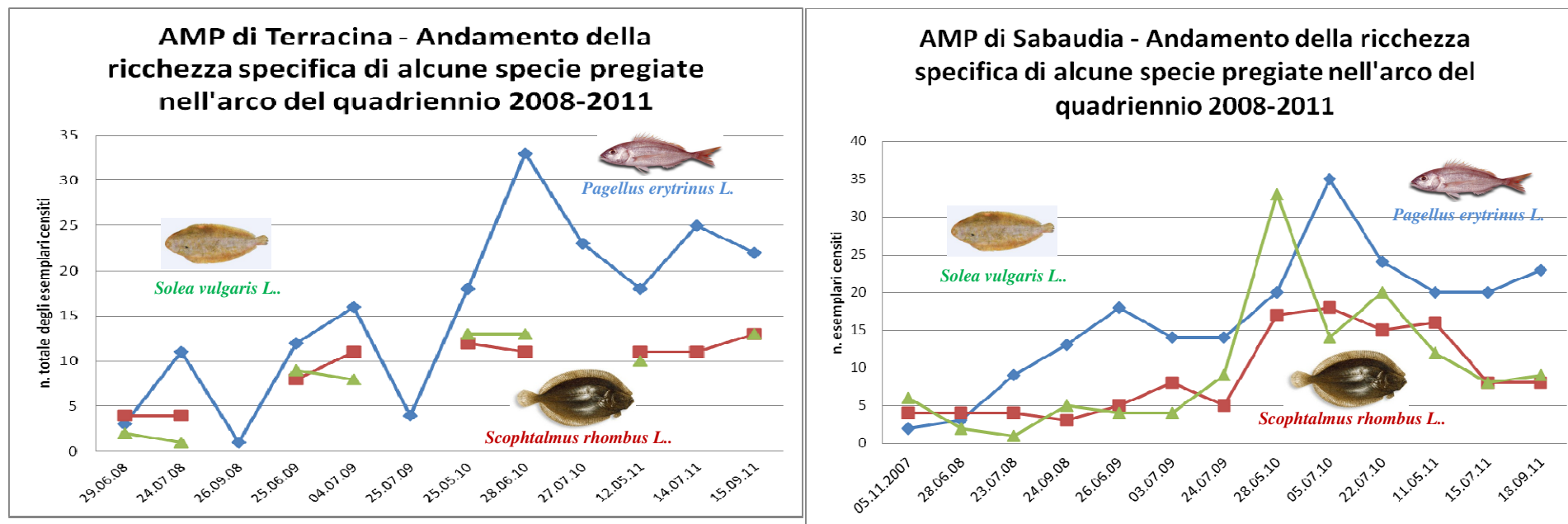
# ANDAMENTO % DELLO SVILUPPO DEL FOULING E FANEROGAME ACQUATICHE



**Graf. 5 e 6** - Andamento percentuale dello sviluppo del fouling e delle fanerogame acquatiche rilevati mediante monitoraggi nel periodo 2008 - 2011, nelle Aree marine di Terracina (Graf. 5) e Sabaudia (Graf. 6).

**Velocità di colonizzazione del fouling sulle barriere:** Sabaudia sia più precoce nel primo anno (2008), mentre negli anni successivi i livelli di colonizzazione delle strutture sommerse risultano essere analoghe e già nel 2010 avevano raggiunto il 100% di copertura.

## Andamento della Ricchezza Specifica riferita a *Pagellus erytrinus* L., *Solea vulgaris* Quénsel e *Scophtalmus rhombus* L.

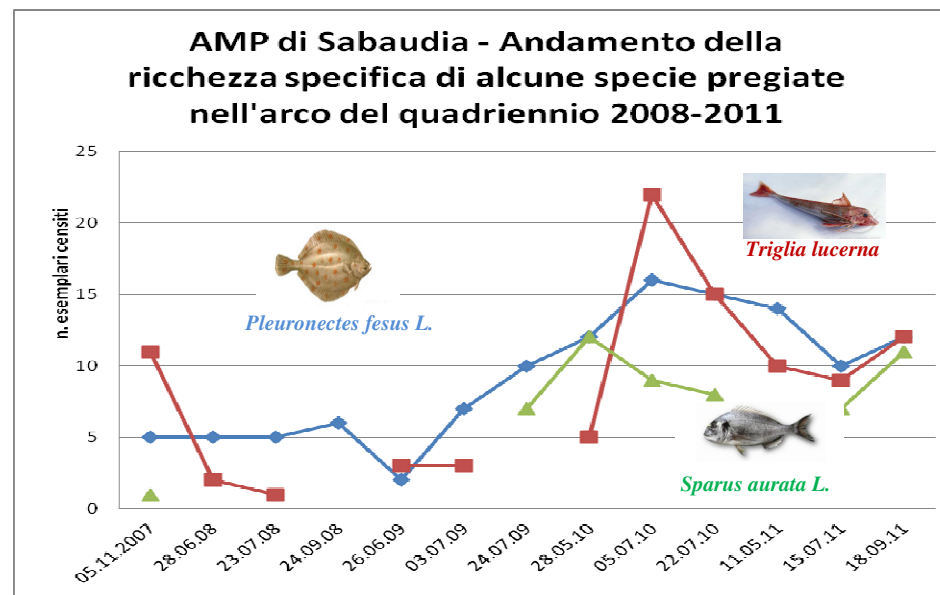
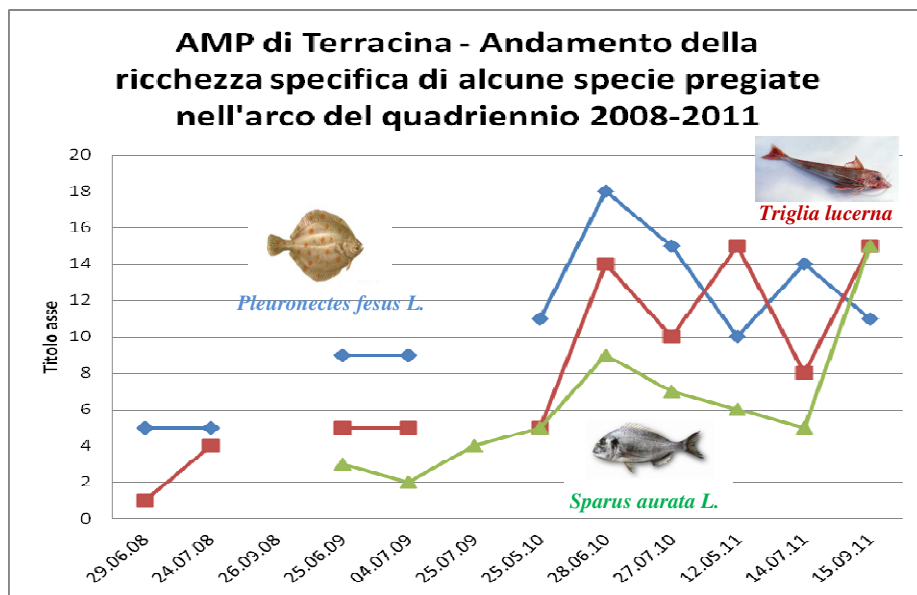


**Graf. 7 e 8** - Andamento della ricchezza specifica riferita a *Pagellus erytrinus*, *Solea vulgaris* e *Scophtalmus rhombus*, mediante monitoraggi nel periodo 2008 - 2011, Area marina di Terracina (Graf. 7) e Sabaudia (Graf. 8).

***Pagellus erytrinus***: sempre presente e in quantità rilevante in entrambe le Aree marine. Catture leggermente diverse nell'ambito dei periodi e degli anni. Massime catture: luglio 2010.

***Solea vulgaris* e *Scophtalmus rhombus***, comportamento analogo. Tuttavia *Solea vulgaris* a Sabaudia presenta un picco di abbondanza specifica nel maggio 2010, mentre a Terracina presenta un andamento molto più regolare.

## Andamento della ricchezza specifica riferita a specie predatrici *Pleuronectes fesus* L., *Triglia lucerna* L. e *Sparus aurata* L.

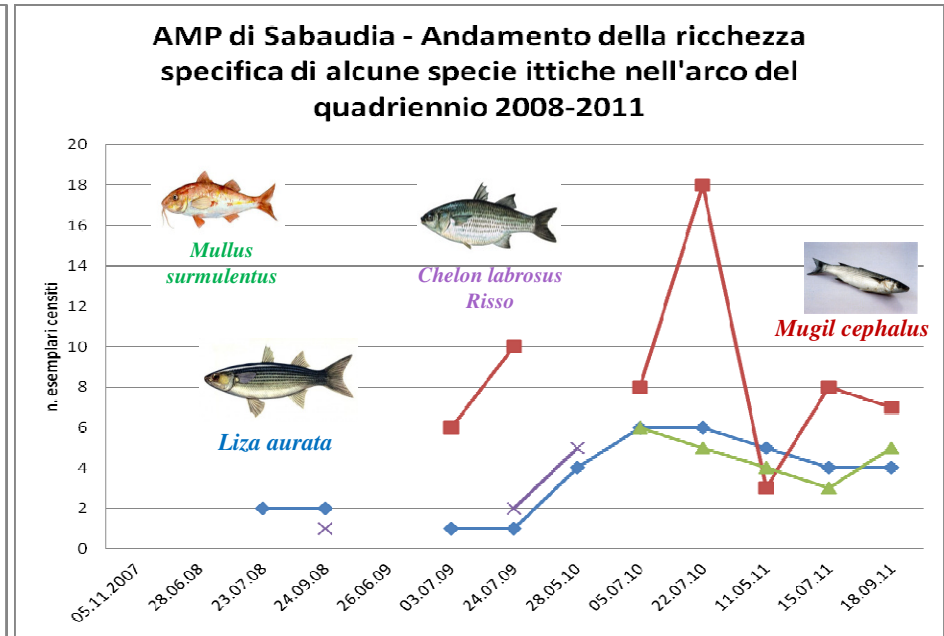
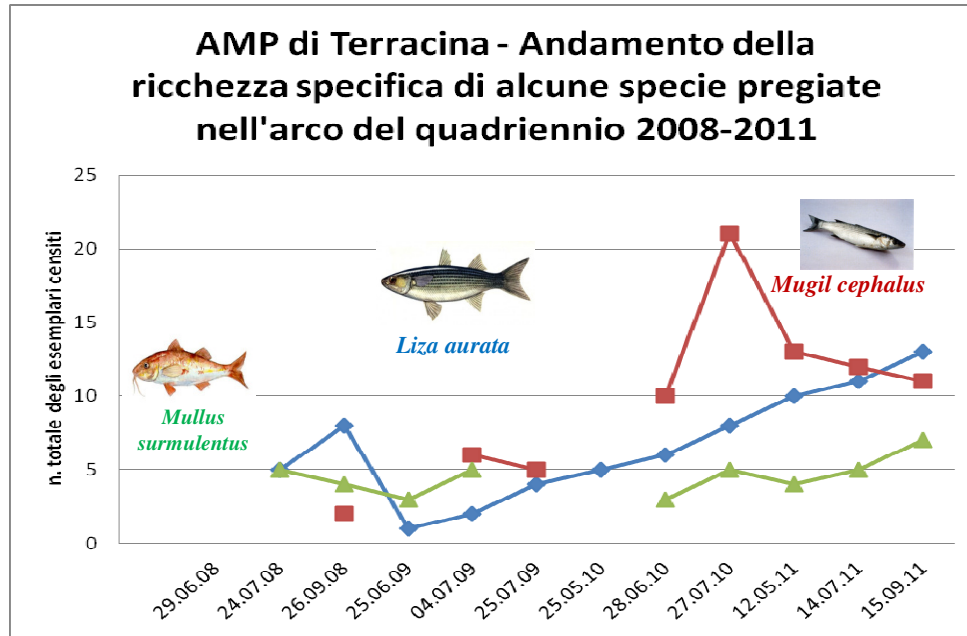


**Graf. 9 e 10** - Andamento della ricchezza specifica riferita a *Pleuronectes fesus*, *Triglia lucerna* e *Sparus aurata*, mediante monitoraggi nel periodo 2008 - 2011, AMP di Terracina (Graf. 9) e Sabaudia (Graf. 10).

Le specie predatrici tra cui *Pleuronectes fesus*, *Triglia lucerna* e *Sparus aurata*, sono particolarmente legati all'abbondanza delle prede e a loro regime alimentare, anche se Terracina, presenta oscillazione di minore ampiezza. Fermo restando che l'Area marina di Sabaudia, negli stessi periodi di monitoraggio, a partire del 2010 ha sempre fatto registrare quantitativi maggiori di pesca per queste specie.

## Andamento della ricchezza specifica riferita a

*Mugil cephalus* L., *Chelon labrosus* Risso, *Liza aurata* Risso e *Mullus surmulentus* L.



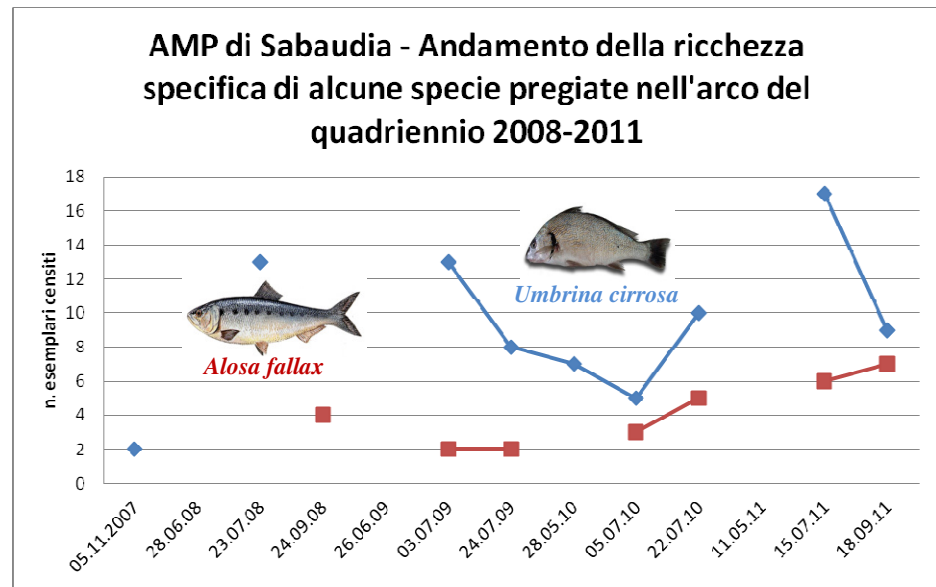
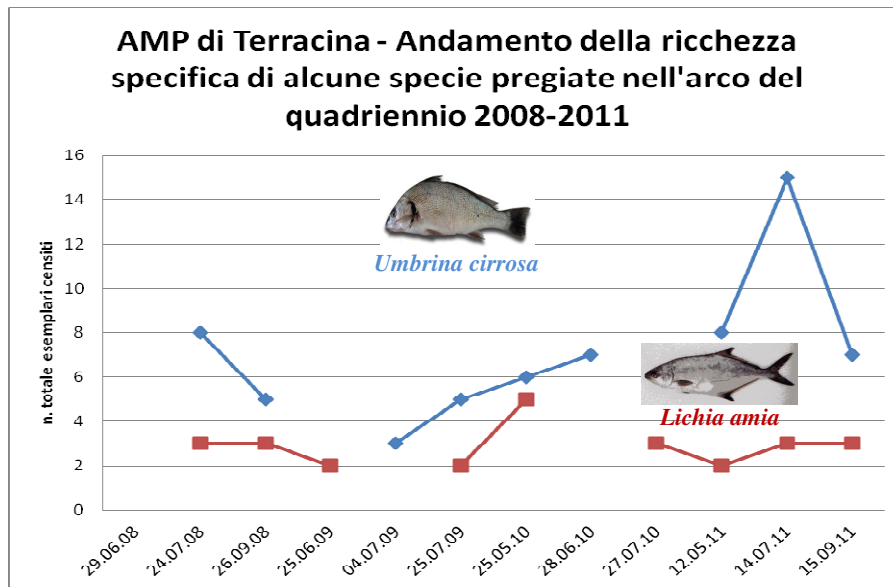
**Graf. 11 e 12** - Andamento della ricchezza specifica riferita a *Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Liza aurata* e *Mullus surmulentus*; monitoraggi nel periodo 2008 – 2011; Terracina (Graf. 11) Sabaudia (Graf. 12).

Specie il cui regime alimentare è collegato alla colonizzazione dei substrati e alla presenza di fouling. Catture sono progressivamente aumentate nelle due Aree marine, con il progredire della copertura delle superfici. Alcune di queste specie sono influenzate anche dall'attività migratrice sia per la riproduzione sia per il trofismo, che compiano tra le acque dolci e salate, specie come il *Chelon labrosus*, catturato in alcuni monitoraggi nel 2008 e fino ai primi 2010 dopo di che non è stato più censito. Al contrario le specie vincolate all'ambiente marino, denotano una presenza costante e un andamento più regolare della loro abbondanza.



# Andamento ricchezza specifica di specie legate a migrazione pelagica

## *Umbrina cirrosa* L., *Lichia amia* L. e *Alosa fallax* Lacépède



**Graf. 13 e 14** - Andamento della ricchezza specifica riferita a *Umbrina cirrosa*, *Lichia amia* e *Alosa fallax*; monitoraggi nel periodo 2008 - 2011, nelle Aree marine di Terracina (Graf. 13) e Sabaudia (Graf. 14).

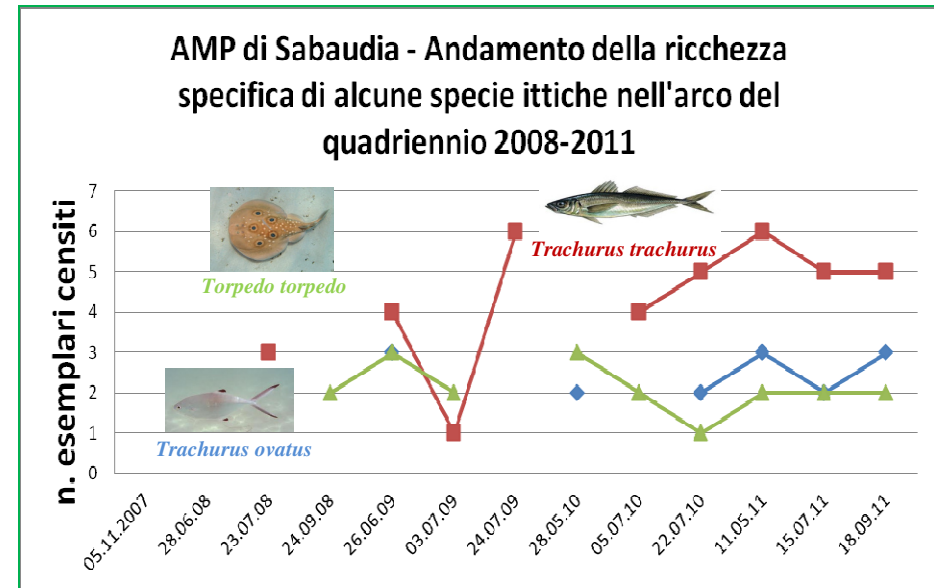
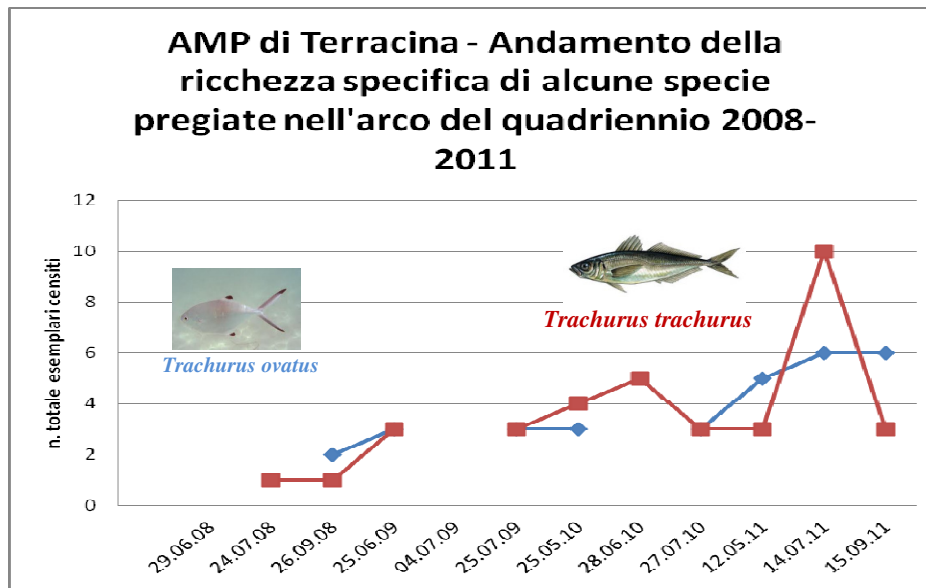
*Umbrina cirrosa* tra le due Aree marine a confronto: **NON** evidenzia differenze significative

*Lichia amia* e *Alosa fallax*: **SI** evidenziano differenze significative

- *Lichia amia* SOLO a Terracina → migrazioni trofiche
- *Alosa fallax* SOLO a Sabaudia → migrazioni trofiche e riproduttive

↳ **Sabaudia**: sabbia litoranea e canali d'acqua salmastra che sfociano in mare  
**Terracina**: due Porti Badino e Terracina con maggiore inquinamento :  
 acustico, idrocarburi e da CO2

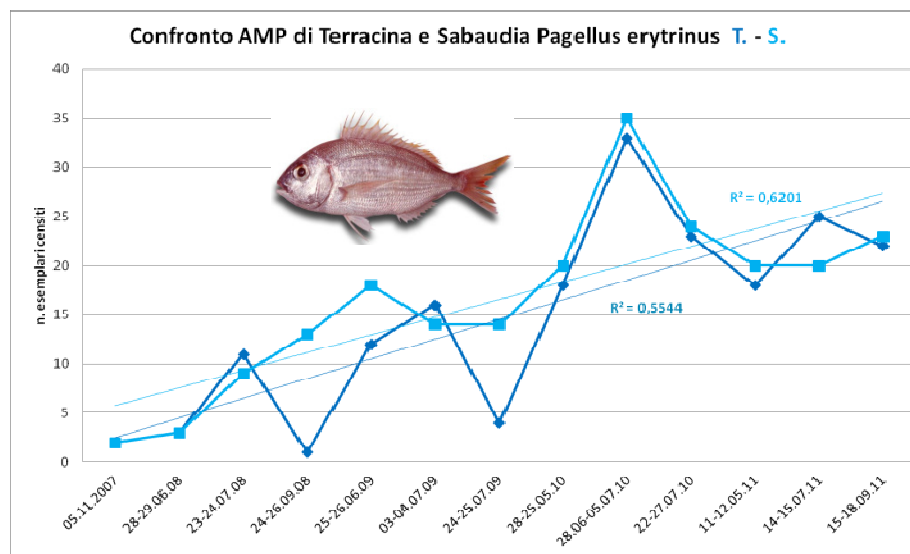
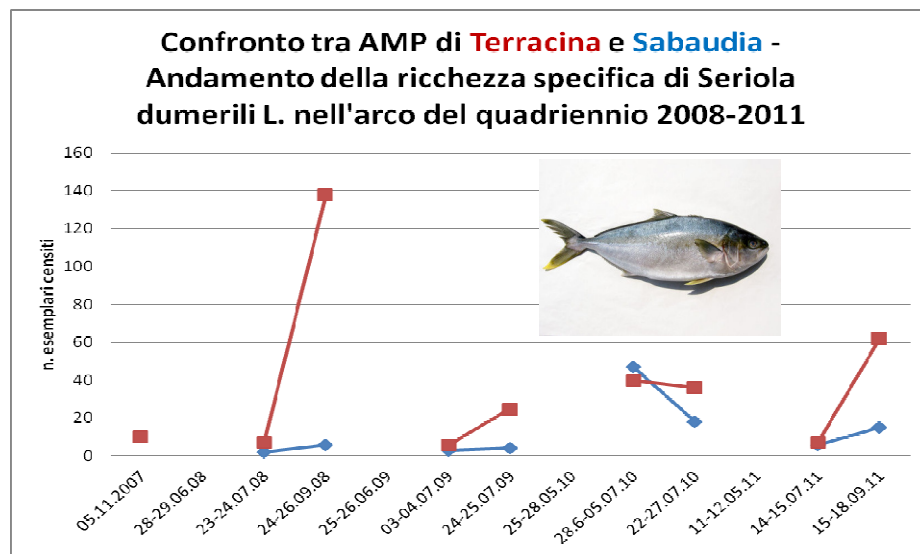
## Andamento della ricchezza specifica di altre specie predatrici *Trachurus trachurus* L., *Trachurus auratus* L. e *Torpedo torpedo* Hottuyn



**Graf. 15 e 16** - Andamento della ricchezza specifica riferita a *Trachurus trachurus*, *Trachurus auratus* e *Torpedo torpedo*; monitoraggi nel periodo 2008 – 2011; Aree marine di Terracina (Graf. 15) e Sabaudia (Graf. 16).

*Trachurus trachurus*, *Trachurus auratus* e *Torpedo torpedo*, risultano generalmente sempre presenti a seguito delle peculiari abitudini alimentari particolarmente legate ai granchi e ai crostacei in genere, con l'eccezione del **Torpedo** che invece è stato osservato solo nell'area di Sabaudia. Anche in questo caso possiamo ritenere che l'ambiente di Sabaudia sia più ricco di sabbia e più tranquillo, offrendo pertanto alla Torpedine maggiore accoglienza

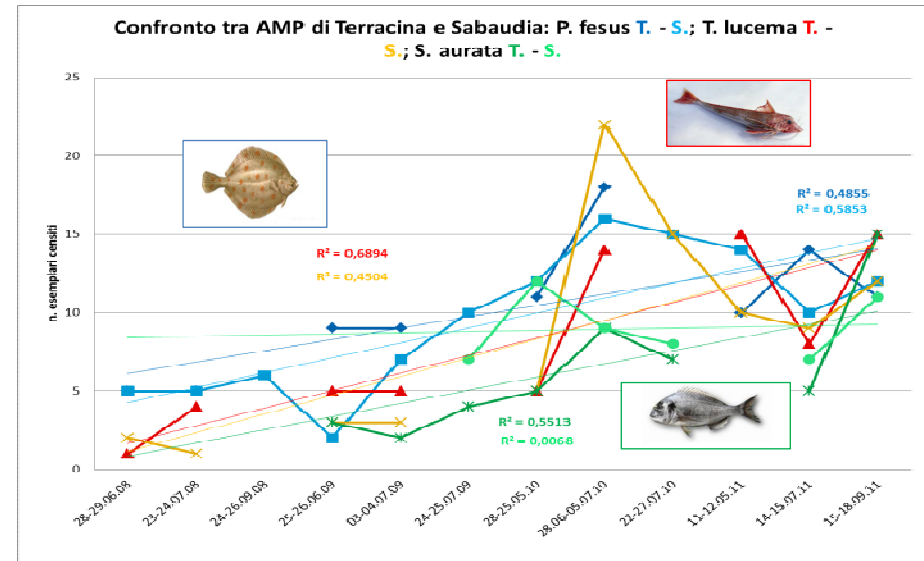
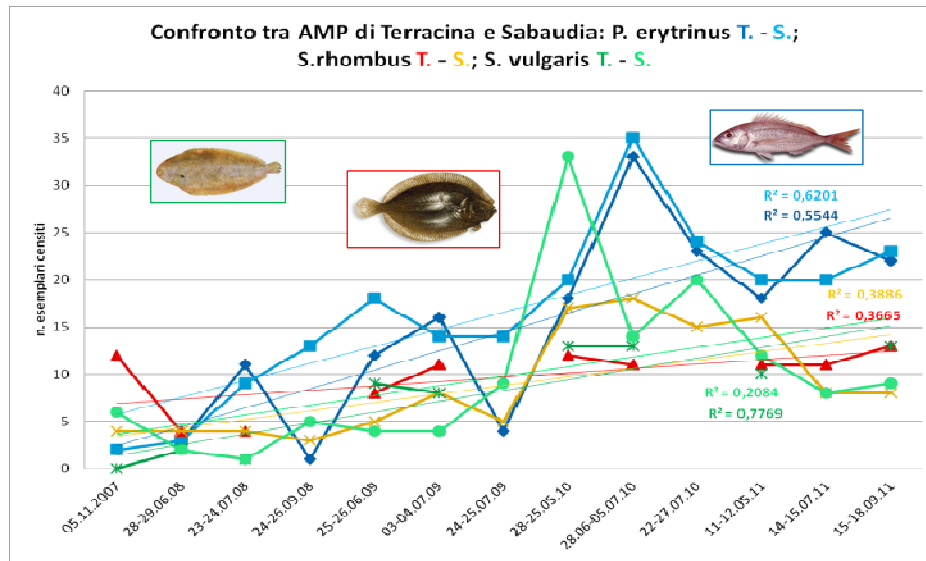
## Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica di *Seriola dumerilii* Risso e *Pagellus erythrinus* L.



**Graf. 17 e 18** - Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita a *Seriola dumerilii* (Graf. 17) e *Pagellus erythrinus* (Graf. 18), nelle Aree marine di Terracina e Sabaudia; periodo 2007 - 2011.

*Seriola dumerilii* e *Pagellus erythrinus* sono entrambe specie presenti e caratteristiche di entrambe le aree marine. Le differenze tra le due specie riguardano principalmente il fatto che la *Seriola* compie migrazioni periodiche e quindi la sua presenza è legata alla migrazione. Viceversa il Pagello è una specie stanziale con presenza costante legata all'abbondanza delle prede presenti nell'area marina

## Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica di *Pagellus erythrinus* L., *Scophtalmus rhombus* L. e *Solea Vulgaris* Quénsel (Graf. 19), *Pleuronectes fesus* L., *Triglia lucerna* L. e *Sparus aurata* L. (Graf. 20)

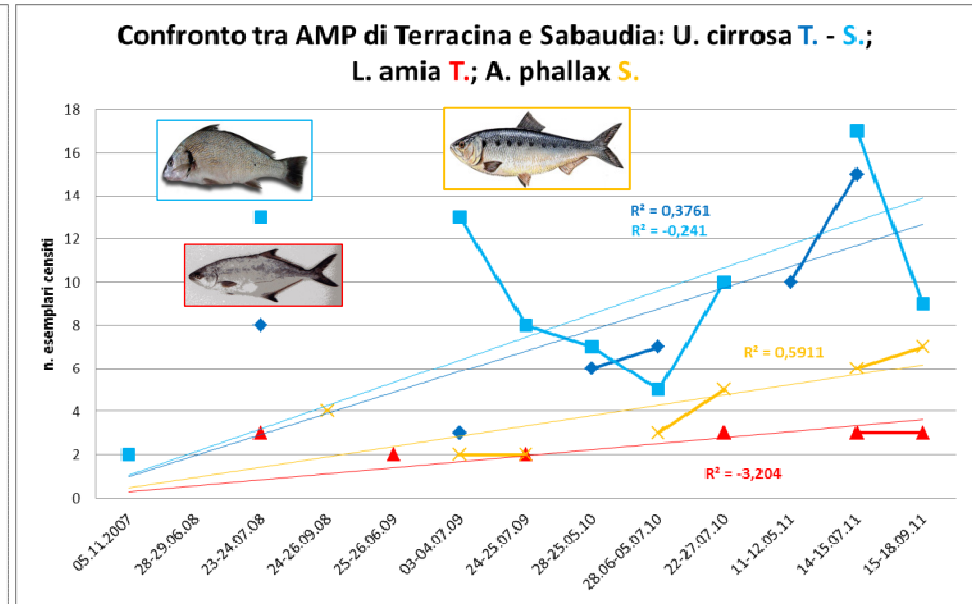
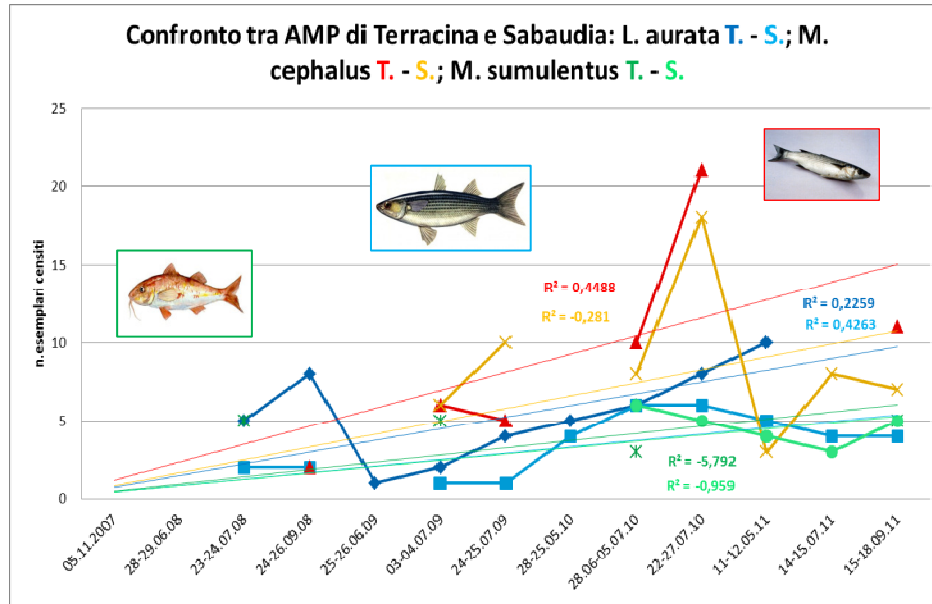


**Grafico 19:** confronto del **Fragolino**, specie predatrice pelagica, e *Scophtalmus rhombus* e *Solea vulgaris*, predatori bentonici. L'andamento complessivo è analogo al Graf. 18.

**Grafico 20:** **Passera** è presente con continuità a Sabaudia, mentre a Terracina, pur avendo dati di cattura che confermano la tendenza in crescita, presenta discontinuità ed il fenomeno è evidente anche per l'altro predatore la **Gallinella**. Invece l'**Orata**, la frequenza delle catture è in relazione alla presenza dei molluschi di cui si cibano (mitili) e alla colonizzazione delle superfici dure. Dati delle catture, sono in linea con la coperture di fouling e la presenza di bivalvi sessili. Inoltre, nel periodo da luglio 2010 in poi deve essere messo in relazione anche alla generale maggiore pressione di pesca esercitata nelle due Aree marine.

# Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita

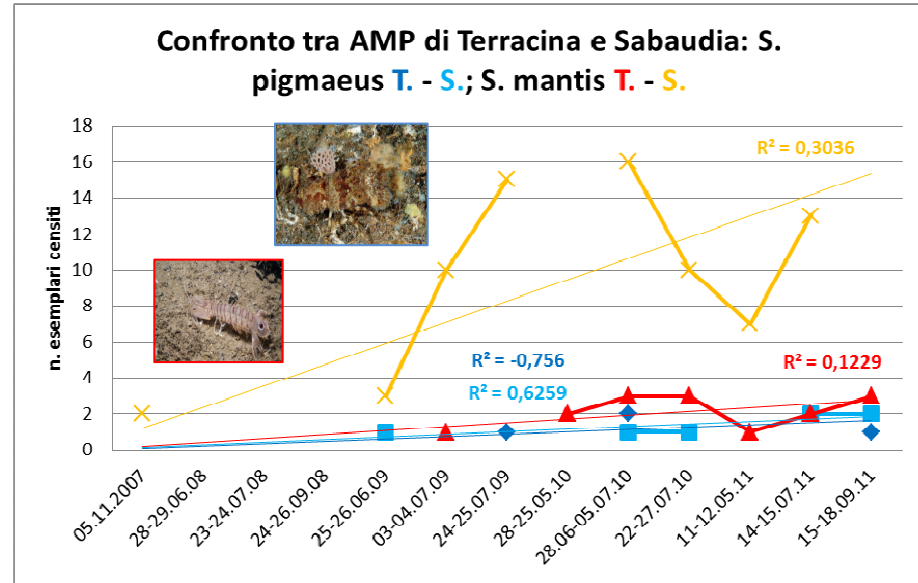
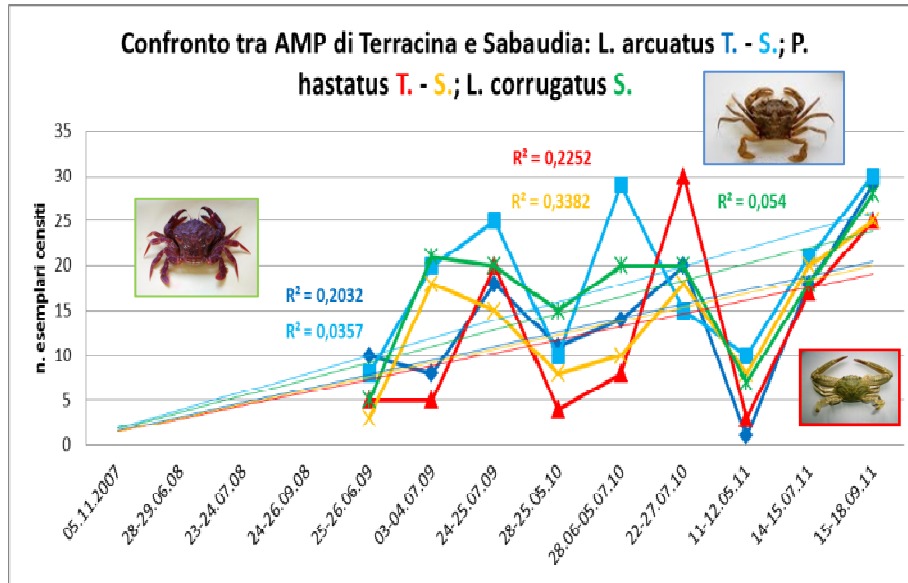
*Liza aurata* Risso, *Mugil cephalus* L. e *Mullus surmulentus* L. (Graf. 21),  
*Umbrina cirrosa* L., *Lichia amia* L. e *Alosa fallax* Lacépède (Graf. 22)



**Muggine:** fluttuazione di cattura (assenza / presenza) dovuta all'attività migratoria tra acqua dolce e salata. **Liza:** maggiore costanza nella frequenza di cattura; passa più tempo in acqua salata. **Ombrina:** discontinuità nella cattura dovuto alla migrazione tipica di questa specie e alla sua dieta ricca di crostacei e in particolare granchi. Altri predatori come **Leccia** e **Cheppia** presenti solo a Sabaudia legata al diverso grado di antropizzazione e ai complessi fenofanerogame marine, Cymodocea e Posidonia, mentre Terracina non ha raggiunto le condizioni di Sabaudia. **Alosa:** migrazioni riproduttive nei canali e nei fiumi ma non è presente a Terracina per maggiore inquinamento della zona. Gli inquinanti, contrastano la penetrazione della **Cheppia** nelle acque interne, che preferisce rimanere in un'area con parametri fisico-chimici più accoglienti meno inquinati.

# Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita

brachiuri *Liocarcinus arcuatus* Leach, *Liocarcinus corrugatus* Pennant, *Portunus hastatus* L.; macrusi *Squilla mantis* L., *Scyllaroides pigmaeus* Bate (Graf. 23 - 24)

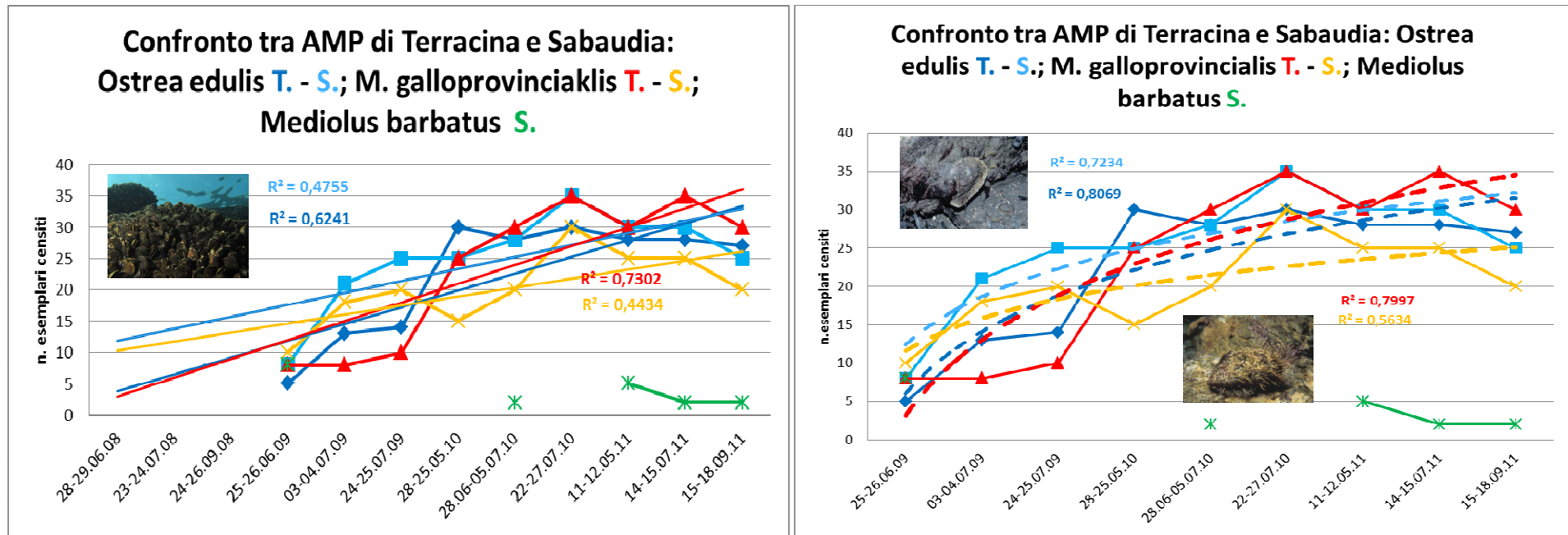


**Granchi** (graf. 23) l'andamento è oscillante tra massimi e minimi dovuto alle migrazioni fondali costiere - zone estuariali dei canali e alla predazione. Tuttavia *Liocarcinus corrugatus* è presente SOLO a Sabaudia.

**Macruri** (graf. 24): *Squilla* presenta picchi di maggiore abbondanza a Sabaudia, mentre *Scyllaroides* è costante ma limitato a qualche esemplare in entrambe le AMP. Mentre *Squilla* è un predatore da attesa e quindi la sua abbondanza è collegata alla presenza delle specie di cui si nutre, lo *Scyllaroides* ha una dieta legata alla presenza del fouling che "brucia" muovendosi sulle superfici dure delle strutture sommerse. In questo caso lo *Scyllaroides* riteniamo sia stato attratto dalla AMP da un fenomeno legato oltre che all'attività trofica di questa specie anche dal tigmotropismo esercitato dalle strutture.

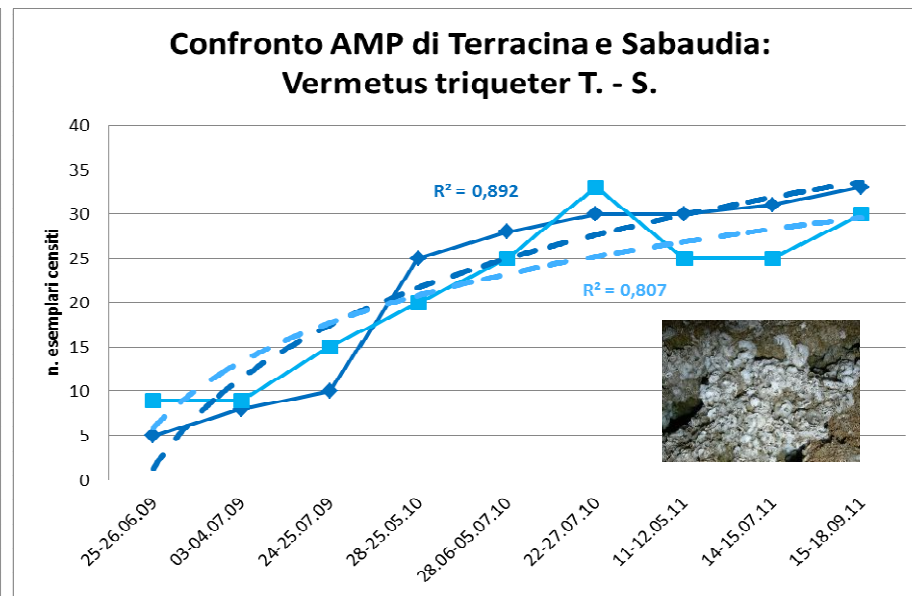
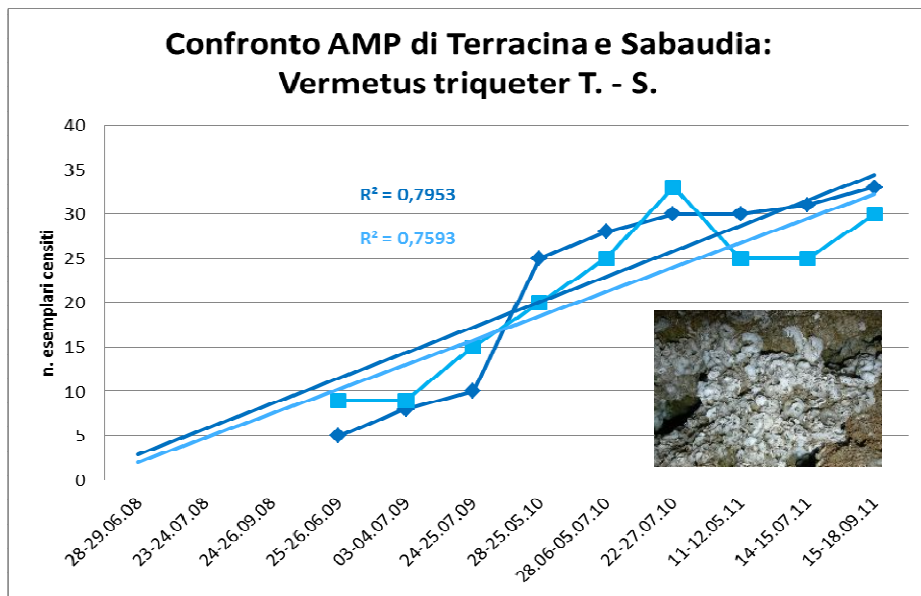
# Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita ai molluschi bivalvi

*Ostrea edulis* L., *Mitilus galloprovincialis* Lamark.,  
*Mediolus barbatus* L.,



**Graf. 25 e 26** - Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita ai molluschi bivalvi *Ostrea edulis* L., *Mitilus galloprovincialis* Lamark. e *Mediolus barbatus* L., con andamento descritto con una retta di regressione (Graf. 25), e descritto con una curva polinomiale (Graf. 26), nelle Aree marine di Terracina e Sabaudia; periodo 2008 - 2011.

# Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita *Vermetus triqueter* Bivona

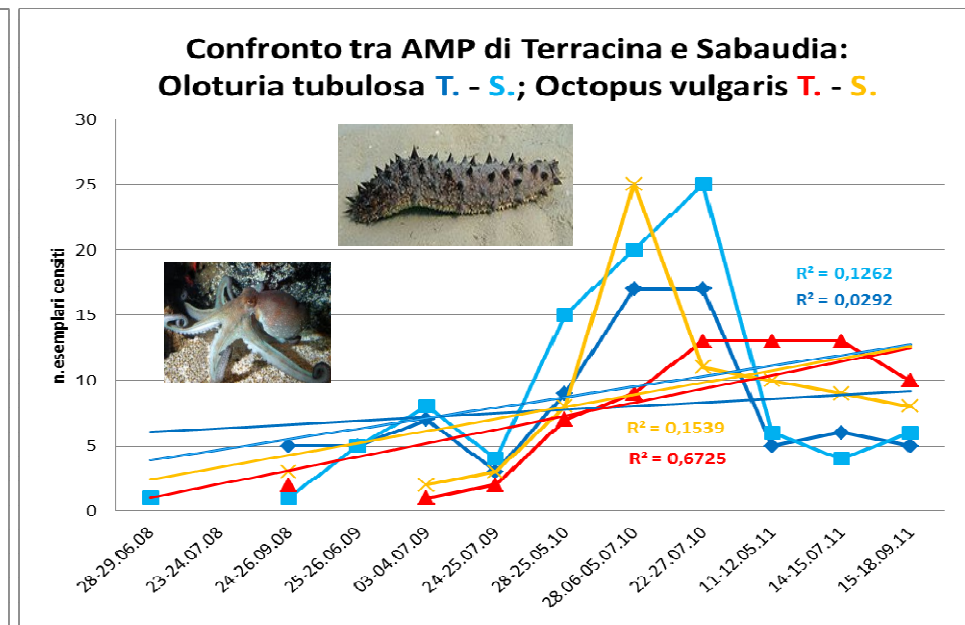
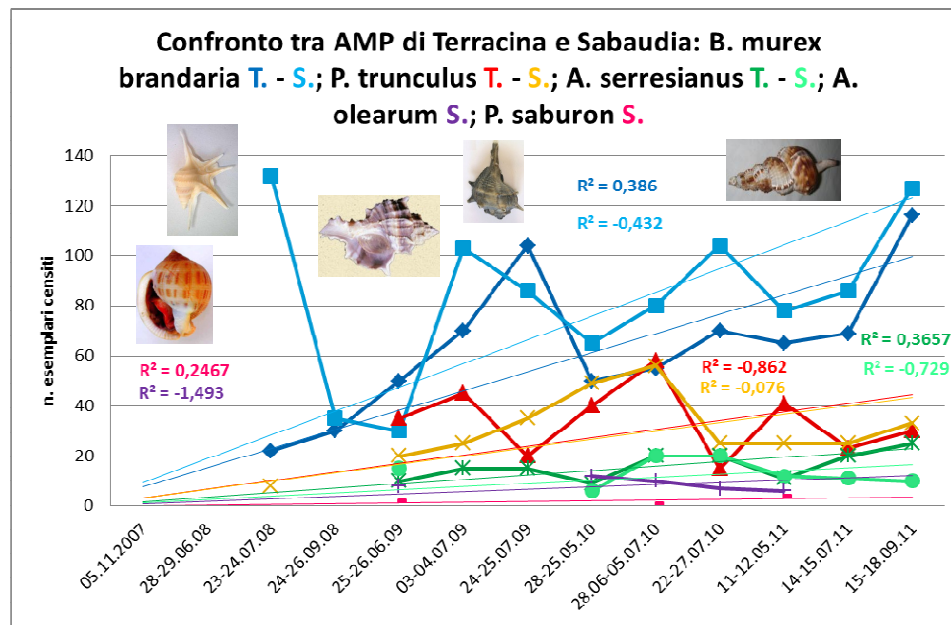


**Graf. 27 e 28** - Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita *Vermetus triqueter* Bivona, con andamento descritto con una retta di regressione (Graf. 27), e con una curva polinomiale (Graf. 28), nelle Aree marine di Terracina e Sabaudia; periodo 2008 - 2011.



# Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita a molluschi gasteropodi

*Bolinus Murex brandaria* L., *Phyllonotus trunculus* L., *Aporrhais serresianus* Michaud, *Argobuccium Olearium* L. e *Phaliu saburon* Bruguière.

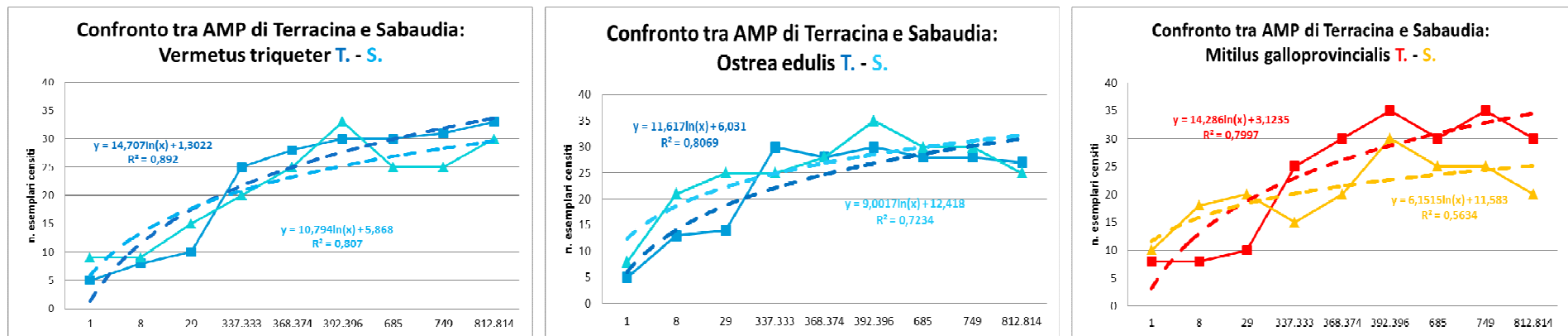


**Graf. 29 e 30** - Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita a molluschi gasteropodi *Bolinus Murex brandaria* L., *Phyllonotus trunculus* L., *Aporrhais serresianus* Michaud, *Argobuccium Olearium* L. e *Phaliu saburon* Bruguière. con andamento descritto con una retta di regressione (Graf. 29), e *Oloturia tubulosa* L. e *Octopus vulgaris* L. (Graf. 30), nelle Aree marine di Terracina e Sabaudia; periodo 2008 - 2011.

# Confronto grafico degli andamenti tra le AMP di Terracina e Sabaudia periodo 2008 - 2011, della ricchezza specifica di

*Vermetes triqueter* Bivona, (Graf. 31), *Ostrea edulis* L., (Graf. 32),  
*Mitilus galloprovincialis* L. (Graf. 33)

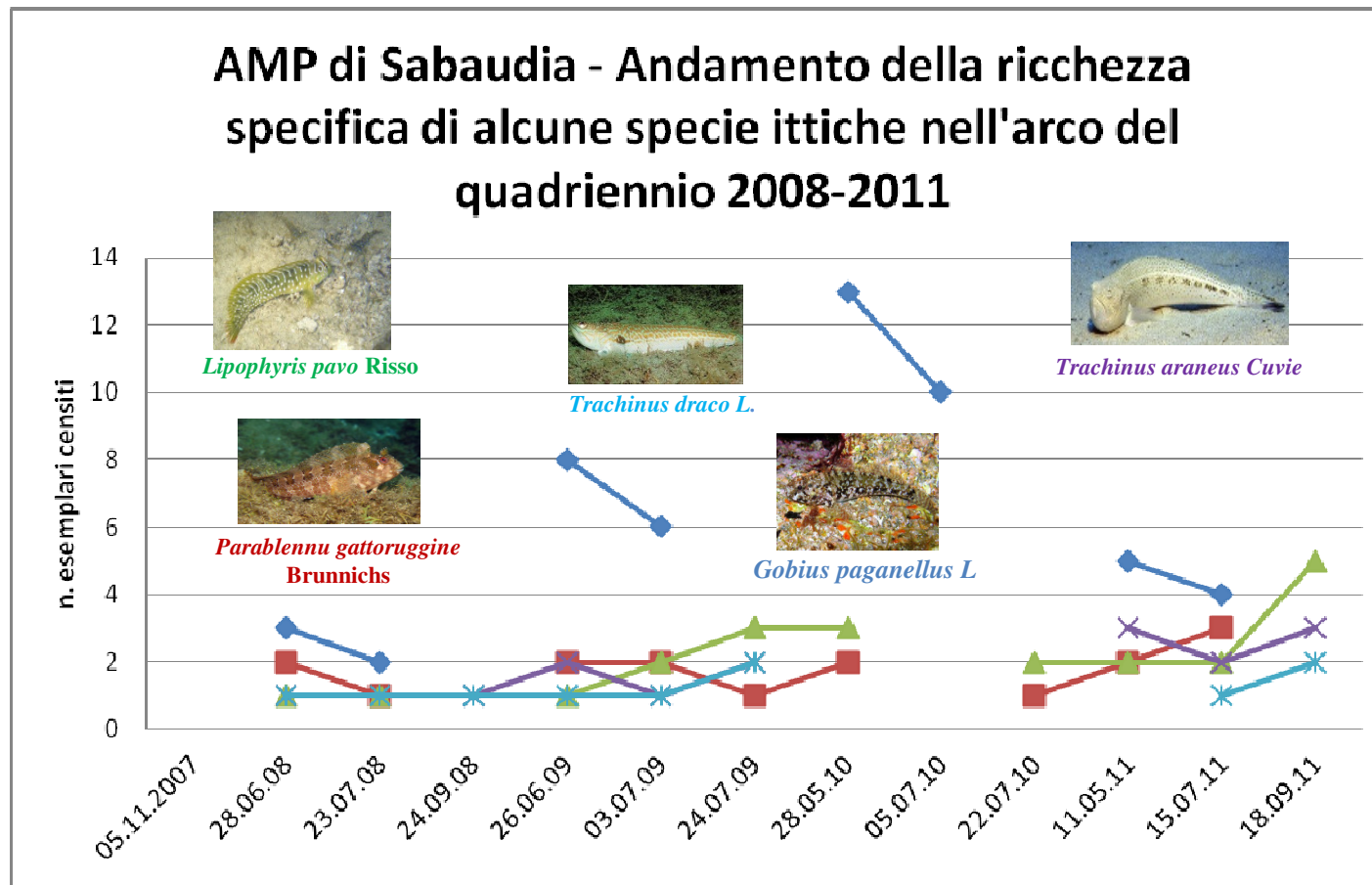
descritti mediante curve logaritmiche al fine di utilizzare alcune specie come indicatori della velocità di colonizzazione delle superficie dure sommerse delle Aree marine.



**Tabella 1** - Equazioni delle rette di regressione su base logaritmica finalizzate alla previsione della velocità di copertura delle strutture sommerse delle Aree marine di Terracina e Sabaudia mediante la crescita di alcuni molluschi come indicatori

Genere e specie	AMP	Equazione	R2
<i>Vermetes triqueter</i> Bivona	Terracina	$y = 14,707 \ln(x) + 1,3022$	$R^2 = 0,892$
	Sabaudia	$y = 10,794 \ln(x) + 5,868$	$R^2 = 0,807$
<i>Ostrea edulis</i> L.	Terracina	$y = 11,617 \ln(x) + 6,031$	$R^2 = 0,807$
	Sabaudia	$y = 9,0017 \ln(x) + 12,418$	$R^2 = 0,723$
<i>Mitilus galloprovincialis</i> L.	Terracina	$y = 14,286 \ln(x) + 3,1235$	$R^2 = 0,800$
	Sabaudia	$y = 6,1515 \ln(x) + 11,583$	$R^2 = 0,563$
<b>MEDIA</b>	<b>MEDIA</b>	$y = 11,092 \ln(x) + 6,690$	$R^2 = 0,765$

# Confronto grafico degli andamenti della ricchezza specifica riferita *Lipophyris pavo* Risso, *Gobius paganellus* L., *Parablenniu gattoruggine* Brunnichs, *Trachinus draco* L., *Trachinus araneus* Cuvier nell'AMP di Sabaudia; periodo 2008 - 2011.

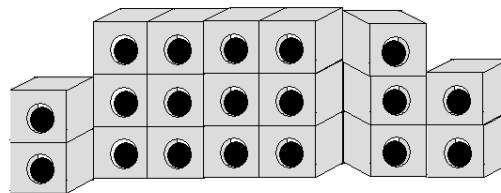


# CONCLUSIONI

Dalle osservazioni e monitoraggi è stato possibile definire le seguenti **regole fondamentali**:

1. Le strutture subacquee NON devono produrre fenomeni di **inquinamento**.
2. Le strutture devono favorire l'instaurarsi del fenomeno di “**up welling**”, grazie al quale si ottiene il rimescolamento degli strati acquei di fondo e la distribuzione dei nutrienti
3. Le strutture devono permettere il **passaggio dell'acqua** al loro interno, attraverso aperture di dimensioni proporzionate alle superfici delle strutture (non inferiore al 50% delle superfici).
4. Le strutture NON devono presentare **tane o fori oscuri**, come strutture isolate a forma di cubi o palle forate, perché in questi casi non contribuiscono alla formazione del fouling, e rappresentano una tana per predatori (grongo, murena e in taluni casi il polpo) che una volta insediato riduce la capacità di attrazione della barriera e la sua biodiversità.

## ALCUNI ESEMPI DI STRUTTURE NON IDONEE AL RIPOPOLAMENTO MARINO IN BASE ALLE REGOLE SU ESPOSTE



# CONCLUSIONI

Dalle osservazioni e monitoraggi è stato possibile definire le seguenti **regole fondamentali**:

5. Le strutture devono essere attive e produrre in sinergia con le correnti marine fenomeni di **tigmotropismo** perché il pesce pelagico e molti organismi rivelano maggiore sensibilità verso le vibrazioni a bassa frequenza, di quanto ne abbiano come stimoli visivi.
6. L'AMP deve garantire un ambiente “**disomogeneo**”, cioè nell'AMP si devono produrre diversi tipi di *habitat*. In questa maniera si può ottenere una buona diversificazione delle specie presenti e migliorare la capacità di accoglienza e attrazione.
7. Le strutture devono garantire un'ottima resistenza agli urti da parte delle strutture per la **pesca a strascico** e contrastare efficacemente l'azione meccanica di reti divergenti ecc.

## ALCUNE FOTO DEL MONITORAGGIO DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DELLE AREE MARINA DI SABAUDIA E TERRACINA



**Foto P. Berni** - Sabaudia 18.09.11: abbondante presenza di fouling sulle piramidi, in dettaglio (foto 9) una bella crescita di un'alga *Padina pavonica* L.

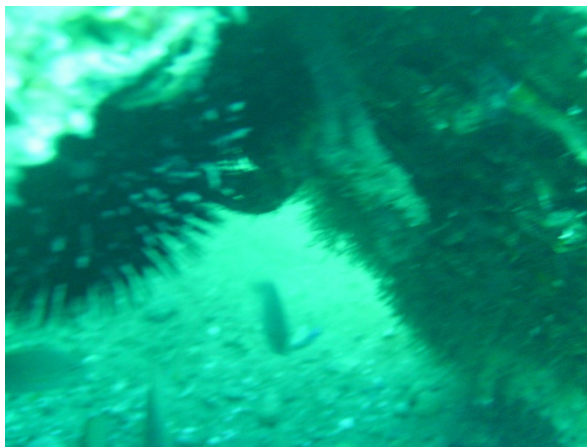
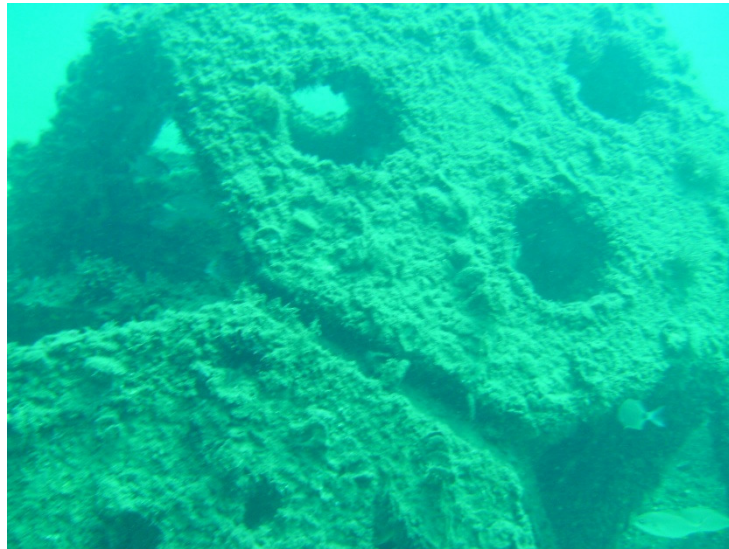


Foto P. Berni - Sabaudia 18.09.11: riccio di mare (*Paracentrotus lividus* Lamarck.) nascosto all'interno della piramide centrale



**Foto P. Berni** - Sabaudia 18.09.11: Abbondante presenza di fouling sulle piramidi, in dettaglio un'anemone di mare *Anemone sulcata* Pennat).

## ALCUNE FOTO DEL MONITORAGGIO DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DELLE AREE MARINA DI SABAUDIA E TERRACINA



*Foto P. Berni - Sabaudia 11.05.11:*  
piramide centrale con abbondante  
presenza di fouling sulle piramidi

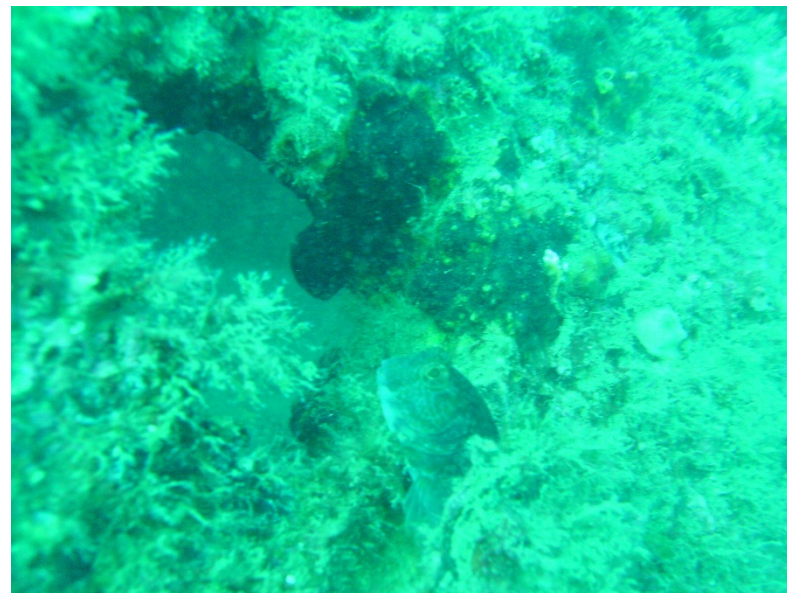


*Foto M. Porcelli - Sabaudia 22.07.10:* Paolo  
Berni in azione durante i monitoraggi

## ALCUNE FOTO DEL MONITORAGGIO DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DELLE AREE MARINA DI SABAUDIA E TERRACINA



**Foto P. Berni** – Sabaudia : Atollo artificiale difronte a Lago Caprolace 22.07.10 – Vegetazione di *Cymodocea* presente sul fondale intorno all'atollo centrale difronte al lago Caprolace



**Foto P. Berni:** Terracina 15.09.2011; Atollo centrale vista dall'alto con abbondante accumulo di fouling e presenza di un giovane esemplare di *Sciylaroides pigmaeus* Bate



## ALCUNE FOTO DEL MONITORAGGIO DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DELLE AREE MARINA DI SABAUDIA E TERRACINA



**Foto P. Berni** : Terracina 15.09.2011; piramide centrale vista dall'alto con abbondante accumulo di fouling e presenza di una stella marina *Echinaster sepositus* Retzius 1783

## ALCUNE FOTO DEL MONITORAGGIO DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DELLE AREE MARINA DI SABAUDIA E TERRACINA



**Foto P. Berni** - Terracina:  
15.09.11- esemplare di  
*Uranoscopus scaber* L  
*Pesce prete*



**Foto P. Berni** Terracina1 5.09.2011: esemplari  
catturati di  
*Trachinotus ovatus* L. (leccia stella)  
*Mugil cephalus* L. (muggine )  
*Pagellus erythrinus* L. (fragolino o pagello)


## ALCUNE FOTO DEL MONITORAGGIO DELLE BARRIERE ARTIFICIALI DELLE AREE MARINA DI SABAUDIA E TERRACINA

**Foto P. Berni** -Terracina 15.09.2011;  
attività di monitoraggio bell'esemplare  
di *Umbrina cirrosa* L.,



**Foto P. Berni** - Terracina 13.05.2011;  
piramide centrale vista dall'alto con  
abbondante accumulo di fouling e  
numerosi saraghi all'interno della piramide

**Paolo Berni al lavoro di grattage durante le  
operazioni di monitoraggio**



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

