



***Valutazione dello stato di conservazione delle aree marine della  
Regione Lazio e analisi di fattibilità per l'istituzione di aree  
marine protette o di tutela biologica a livello regionale***

Rapporto tecnico

Fase III Convenzione Decos

Responsabile scientifico: Prof. Giuseppe Nascetti

Incaricato della ricerca: Dr. Bruno Bellisario, PhD

18 Settembre 2011



## INDICE

Introduzione.....	3
Materiali e metodi.....	4
Tematismi utilizzati .....	4
Tematismi di interesse biologico e commerciale .....	5
Tematismi di interesse geologico e biologico .....	9
Tematismi di interesse morfologico .....	11
Analisi di gerarchizzazione .....	14
Analisi a scala di sito .....	18
Risultati.....	20
Tematismi di carattere biologico/commerciale .....	20
Tematismi di carattere geologico biologico .....	21
Geomorfologia.....	23
Analisi di gerarchizzazione a macro scala e a scala di sito .....	25
Conclusioni.....	31



## Introduzione

La Fase III della convenzione “*Valutazione dello stato di conservazione delle aree marine della Regione Lazio e analisi di fattibilità per l’istituzione di aree marine protette o di tutela biologica a livello regionale*”, stipulata tra la Regione Lazio ed il Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile (**DECOS**, ora **DEB**, Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche) dell’Università degli Studi della Tuscia, ha come obiettivo l’individuazione, attraverso criteri scientifici, di aree marine d’interesse ai fini di tutela delle risorse biologiche presenti lungo la linea di costa regionale. Dal punto di vista organizzativo l’indagine è stata condotta individuando due sottofasi:

- i) scelta dei tematismi e criteri di assegnazione dei pesi;
- ii) analisi di gerarchizzazione del territorio marino/costiero.

Nel presente rapporto tecnico sono illustrati, in primo luogo, la metodologia adottata per la scelta dei pesi attribuiti ai differenti layer e, in secondo luogo, i risultati delle analisi di zonazione attraverso le quali sono state selezionate le macro-aree di riferimento (analisi a macroscale) e individuate le aree target considerate meritevoli di protezione (analisi a microscale). La scelta di suddividere le analisi in due componenti (una a macro e la seconda a microscale) è stata effettuata per meglio operare per la definizione dei confini di aree destinate alla protezione. Tale approccio si è dimostrato utile per l’individuazione di aree marine in grado di garantire i requisiti minimi di protezione.



## Materiali e metodi

### *Tematismi utilizzati*

I tematismi utilizzati per l'individuazione di aree marine di notevole interesse ecologico, ai fini di una loro gerarchizzazione, sono stati suddivisi in tre differenti tipologie di interesse (Tab. 1):

1. Tematismi di carattere biologico/commerciale;
2. Tematismi di carattere geologico/biologico;
3. Tematismi di carattere morfologico.

**Tabella 1** - Individuazione delle macro aree di riferimento dei layers utilizzati nella analisi di zonazione

<b>Macro categoria</b>	<b>Layer di riferimento</b>
Aree di nursery delle principali specie commerciali	<i>Merluccius merluccius</i> <i>Phycis blennoides</i> <i>Eledone cirrhosa</i> <i>Mullus barbatus</i> <i>Octopus vulgaris</i> <i>Parapenaeus longirostris</i>
Biocenosi bentoniche	<i>Posidonia oceanica</i> su sabbie e matte <i>Posidonia oceanica</i> su roccia <i>Posidonia oceanica</i> a fasci isolati e "matte" morta Detritico infangato Detritico costiero Fondali a <i>Leptometra phalangium</i> <i>Cymodocea nodosa</i> Sabbie fini ben calibrate/Fanghi terrigeni costieri Fanghi terrigeni costieri Sabbie fini ben calibrate Sabbie fini alti livelli
Morfometria	Alti morfologici DEM GapAnalysis



### ***Tematismi di interesse biologico/commerciale***

Come evidenziato in Tabella 1, i layers legati ai tematismi di interesse biologico e/o commerciale fanno riferimento alla presenza delle aree di nursery delle principali specie commerciali.

Ogni layer presente nella macrocategoria di riferimento rappresenta l'estensione delle aree di nursery delle specie. Le differenze in termini di posizione trofica, resilienza delle popolazioni, vulnerabilità agli sforzi di pesca ed altre caratteristiche proprie delle specie, conferma come sia necessario assegnare differenti livelli di importanza ai layer.

Sono stati utilizzati 4 parametri principali su cui effettuare un'analisi delle componenti principali (PCA). Lo scopo principale dell'analisi è quello di descrivere gli stati degli oggetti osservati (in questo caso le specie) con un numero ridotto di variabili originali. Queste sono sintetizzate in altre variabili, chiamate **componenti principali**, tutte indipendenti tra loro ed ottenute dalle prime tramite delle trasformazioni lineari.

I parametri utilizzati sono:

- i) *Vulnerabilità*
- ii) Indice di diversità filogenetica, *Phylogenetic diversity index (PD)*
- iii) Livello trofico, *Trophic level (TL)*
- iv) *Resilienza*

#### *Vulnerabilità*

La valutazione dei livelli di vulnerabilità/estinzione che coinvolgono la comprensione delle dinamiche della popolazione impone, a causa della ridotta disponibilità di dati, forti limitazioni per valutare lo status delle specie ittiche marine.



Attualmente, i parametri di popolazione possono essere valutati solo per un ridotto numero di specie, con particolare riferimento alle specie importanti dal punto di vista commerciale. Allo stesso tempo, i dati quantitativi sulla pesca e la situazione delle popolazioni di specie sfruttate sono costosi da raccogliere (Dulvy et al., 2003; Reynolds et al., 2005), così come la stima dei tassi di crescita delle specie (Musick 1999; Dulvy et al., 2003; Reynold et al., 2005). La vulnerabilità intrinseca di una specie come il rischio di estinzione relativo derivante dalla pesca, senza tener conto di ulteriori fattori, quali ad esempio l'inquinamento o la gestione delle coste. Tale indici di vulnerabilità si basano su una serie di caratteristiche proprie della *life history* delle specie ed altri fattori ecologici, utilizzando un approccio di tipo *fuzzy*. La non linearità nella risposta di diversi parametri nel contribuire ai livelli di vulnerabilità (misurata in termini di declino delle popolazioni) e la incompletezza di alcune informazioni fondamentali rende pertanto difficile stabilire un indice di vulnerabilità utilizzando tecniche convenzionali parametriche come la regressione lineare. Tale approccio è entrato a far parte delle schede di valutazione della FAO per quel che riguarda le principali specie ittiche mondiali (a tal proposito fare riferimento a [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

#### *Indice di diversità filogenetica, Phylogenetic Diversity Index (PD)*

Nel 2001, Posadas et al. (2001) hanno analizzato varie misure di conservazione in ambito marino, evidenziando come "*la conservazione della biodiversità richiede una [ampia] conoscenza della sua storia*". Il *Phylogenetic Diversity Index* utilizza patterns filogenetici e diversificazioni evolutive per predire le caratteristiche di diversità delle specie. Tale indice soddisfa i requisiti posti da Posadas et al. (2001) in tre modi: 1) le



specie che hanno un elevato *PD* sono quelle per cui ci si dovrebbe aspettare caratteristiche di novità. Il mantenimento delle caratteristiche di biodiversità dovrebbe spostare pertanto l'attenzione verso tali gruppi di specie (World Conservation Union 1980); 2) aree con elevato *PD* riferito a differenti gruppi tassonomici sono da preferire rispetto ad aree con basso *PD* poiché la congruenza territoriale dei patterns filogenetici può essere collegata a processi evolutivi e biogeografici comuni (Faith 2002); 3) un set di aree in grado di massimizzare i valori di *PD* rappresentano la scelta strategica migliore dal punto di vista dei processi evolutivi (Faith 2002).

Tale approccio è entrato a far parte delle schede di valutazione della FAO per quel che riguarda le principali specie ittiche mondiali (a tal proposito fare riferimento a [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).

#### *Livello trofico, Trophic level*

Tale indice fa riferimento alla categoria trofica di riferimento di una determinata specie, basata su analisi stomacali dirette e sull'utilizzo di un approccio modellistico basato su **Ecopath**. Esso presenta informazioni sull'habitat, prodotti alimentari, la composizione della dieta, il consumo di cibo e predatori di varie specie ittiche.

Le informazioni relative all'ecologia trofica delle specie, che possono essere utilizzati per la costruzione di modelli **Ecopath**, sono rappresentate da:

1. Ecologia: rappresenta le informazioni in materia di habitat quali, ad esempio, le caratteristiche chimico-fisiche del corpo d'acqua che la specie abita, le sue abitudini alimentari, etc.;



2. Prede: stima della tipologia di prede che sono state ritrovate nello stomaco o altrimenti note da letteratura;
3. Dieta: percentuali (in peso o volume) dei contenuti stomacali;
4. POPQB: consumo annuo alimentare ( $Q$ ) per unità di biomassa ( $B$ ) di una popolazione ittica ed i parametri di dinamica di popolazione utilizzati per la sua stima.

L'importanza nella definizione del livello trofico risiede nella maggiore vulnerabilità dei grandi predatori (top-predators) e delle conseguenze trofiche (*trophic cascades*) che si possono avere per l'intera rete trofica marina.

### *Resilienza*

L'Associazione Americana per la Pesca (**AFS**, *American Fishery Society*) suggerisce i valori per alcuni parametri biologici che consentono di classificare una popolazione di pesci o di una specie in categorie che vanno da alta, media, bassa o molto bassa resilienza, o produttività (Musick 1999) (Tab. 2), assegnando opportune soglie di declino (*threshold*). Se il valore limite di una delle categorie (misurato in termini di biomassa o numero di individui maturi) supera il valore soglia indicato, la popolazione o specie è considerata a rischio di estinzione. I suggerimenti della **AFS** sono entrati a far parte delle schede di valutazione della FAO per quel che riguarda le principali specie ittiche mondiali (a tal proposito fare riferimento a [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).





**Tabella 2** - Valori dei parametri biologici di *life history* proposti per classificare la resilienza/produttività delle popolazioni ittiche o altre specie:  $r_{\max}$  = tasso intrinseco di crescita della popolazione;  $K$  = parametro della funzione di crescita di von Bertalanffy (noto anche come coefficiente di crescita);  $F$  = fecondità, numero minimo di uova o cuccioli per femmina all'anno;  $t_m$  = età della prima maturità sessuale;  $t_{\max}$  = approssimativa età massima.

Parametro	RESILIENZA			
	Alta	Media	Bassa	Molto bassa
Valore soglia	0.99	0.95	0.85	0.70
$r_{\max}$ (1/anno)	> 0.5	0.16-0.50	0.05-0.15	< 0.05
$K$ (1/anno)	> 0.3	0.16-0.30	0.05-0.15	< 0.05
Fecondità	> 10000	100-1000	10-100	< 10
$t_m$	< 1	2-4	5-10	>10
$t_{\max}$	1-3	4-10	11-30	> 30

L'ordinamento dei tematismi secondo la correlazione con l'asse principale (PCA), in grado di spiegare la varianza del dataset, è stato scelto come punteggio da assegnare ai singoli layer nella costruzione di un **GRID** con risoluzione 1000 x 1000 m. Laddove esista la sovrapposizione di più layers, il punteggio della singola cella è stato stimato come la somma dei punteggi dei singoli layer.

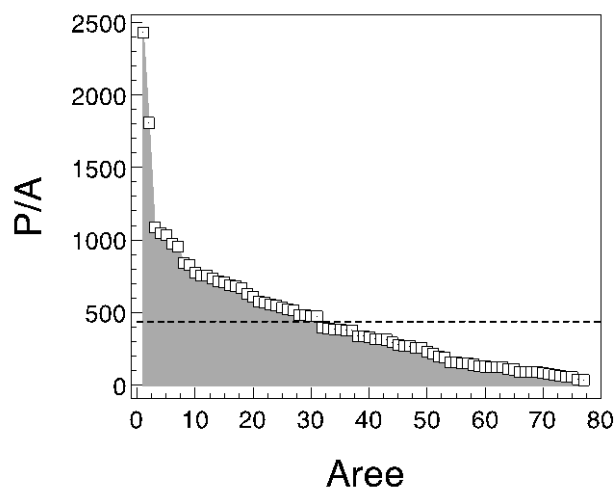
### ***Tematismi di interesse geologico e biologico***

Nel caso dei tematismi riferiti alle principali biocenosi bentoniche, l'approccio seguito nella definizione dei punteggi relativi ai singoli layer è stato differente rispetto a quanto osservato per i precedenti tematismi, di cui si hanno a disposizione una serie di informazioni dettagliate in grado di discriminare l'importanza di ciascuno di essi.

Al fine di rendere il più oggettivo possibile l'assegnazione dei pesi, il criterio seguito è stato quello di definire in prima analisi una scala di priorità delle principali

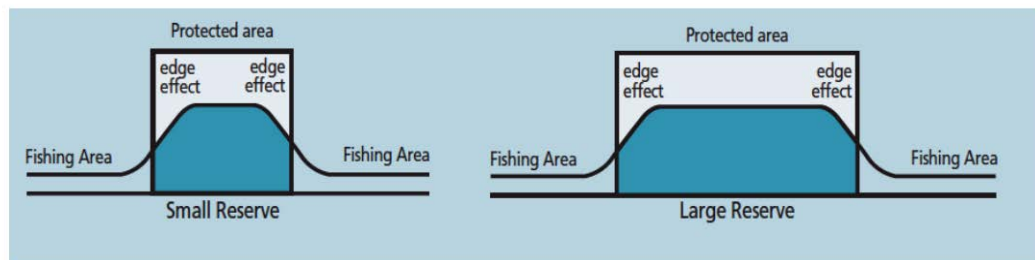


biocenose basate sulla i) presenza di habitat prioritari e ii) importanza relativa alla capacità di sostenere specie importanti dal punto di vista commerciale. In seconda analisi, i punteggi attribuiti secondo il criterio precedente sono stati normalizzati secondo il rapporto perimetro/area ( $P/A$ ) delle aree (Fig. 1), in grado di influenzare il *dispersal* delle specie ed il loro potenziale reclutamento in aree contigue.



**Figura 1** – Rapporto perimetro/superficie,  $P/A$ , delle aree comprese nel tematismo “biocenosi bentoniche”. La linea tratteggiata rappresenta il valore medio di tale rapporto, evidenziando una equa ripartizione tra le aree al di sopra ed al di sotto di tale valore.

Date due zone caratterizzate dalla stessa superficie, ed equivalenti in termini di habitat, produttività ed altri fattori, ci si deve aspettare un maggiore *spillover* dalla zona caratterizzata da confini più larghi (effetto “bordo”, maggiore rapporto  $P/A$ ) (Fig. 2). In termini di sostegno alla pesca locale, è necessario ricordare come aree con perimetri più allungati sono in grado di “tamponare” gli effetti della pesca, consentendo una minore facilità di catture all’interno di tali aree ma aumentando i benefici in termini di *spillover* (Rowley, 1994).



**Figura 2** – La pesca al di fuori di una riserva marina riduce il numero di specie all'interno del bordo della riserva. Nelle aree marine con elevato  $P/A$ , l'effetto "bordo" è una percentuale molto più piccola della superficie totale.

Il peso delle aree sarà quindi un valore proporzionale alla presenza di habitat prioritari, all'idoneità a sostenere ampie popolazioni di specie commerciali ed al valore di  $P/A$ , che rappresenteranno i valori<sup>1</sup> delle celle del GRID risultante (risoluzione 1000 x 1000 m).

### ***Tematismi di interesse morfologico***

L'ultima tipologia di informazioni utilizzate come base di partenza per le analisi di zonazione è rappresentata dalla morfologia e morfometria dell'area di studio. Le caratteristiche morfometriche, quali ad esempio la presenza di alti morfologici o discontinuità delle quote del fondale possono rappresentare elementi di interesse dal punto di vista conservazionistico, indicando ad esempio la presenza di secche, aree

<sup>1</sup> Sebbene i valori di riferimento delle celle del GRID risultante siano differenti in termini assoluti rispetto al GRID precedente (il quale è rappresentato dal ranking delle aree ordinate secondo la PCA), ciò non rappresenta un problema in fase di zonazione. Infatti, l'algoritmo di ZONATION tiene conto di tali valori soltanto nella fase di rimozione/agggregazione tra i layer del singolo tematismo e non come parametro di riferimento rispetto agli altri tematismi.



potenzialmente interessanti a causa della presenza di importanti biocenosi (vedi ad esempio l'AMP Secche di Tor Paterno).

Il primo step è quello di creare un **Modello Digitale di Terreno (DTM)**, in grado di rappresentare in maniera quantitativa e continua la morfologia del fondale. Sono pertanto stati digitalizzati i punti quotati a partire dalle Carte Nautiche dell'IGM, dai quali è stato interpolato il **DTM** attraverso l'algoritmo di **Kriging**, metodo di regressione spaziale che permette di interpolare una grandezza nello spazio, minimizzando l'errore quadratico medio.

Conoscendo il valore di una grandezza in alcuni punti nello spazio (in questo caso le quote), è possibile determinare il valore della grandezza in altri punti per i quali non esistono misure. Nel Kriging, questa interpolazione spaziale si basa sull'autocorrelazione della grandezza, cioè sull'assunto che la grandezza in oggetto varia nello spazio con continuità, secondo la cosiddetta legge di Tobler per cui *“le cose più vicine sono più simili rispetto alle cose più lontane”*. Il valore incognito in un punto viene calcolato attraverso una media pesata dei valori noti. I pesi dipendono dalla relazione spaziale tra i valori misurati nell'intorno del punto incognito, calcolati attraverso un semivariogramma, un grafico che mette in relazione la distanza tra due punti e il valore di semivarianza tra le misure effettuate in questi due punti. Il semivariogramma espone, sia in maniera qualitativa che quantitativa, il grado di dipendenza spaziale (autocorrelazione).

E' opportuno ricordare come l'interpolazione di una superficie presenta una serie di problematiche legate al numero e distribuzione dei dati in un intorno geografico. Dataset poco numerosi e distribuiti in maniera non omogenea nello spazio produrranno



molti più errori in fase di elaborazione rispetto a datasets numerosi e ben distribuiti. Inoltre, un ulteriore fonte di errore è rappresentata dalla qualità del dato di partenza. In questo lavoro si è fatto riferimento alle Carte Nautiche IGM, la cui risoluzione (misurata in termini di scala) non consente una rappresentazione dettagliata del fondale. Tuttavia, la scala di rappresentazione (l'intera costa del Lazio, dalla linea di costa fino oltre ai limiti della scarpata continentale) non potrebbe permettere l'utilizzo di moderne tecniche di acquisizione come (es° il *side scan sonar*), a costi e tempi accettabili.

A partire dal **DTM**, è stata effettuata una analisi geomorfometrica al fine di valutare il grado di cambiamento delle pendenze (il cosiddetto indice di curvatura), dato dalla derivata seconda delle quote. Il raster può essere descritto come una funzione discreta  $z(x, y)$ , che fornisce informazioni di altezza lungo i dati vettoriali memorizzati. Sulla base di quest'ultima, la prima  $(z_x, z_y)$ , e la seconda derivata  $(z_{xx}, z_{xy}, z_{yy})$  possono essere calcolate tenendo conto delle discontinuità della superficie. Quindi, secondo il principio di massima curvatura, il valore massimo  $\kappa_{\max}$  può essere determinato con l'ausilio dei coefficienti del primo  $(E, F, G)$  e secondo  $(L, M, N)$  fondamentale, risolvendo la seguente equazione:

$$\kappa^2 - \frac{EN - 2FM + GL}{EG - F^2} \kappa + \frac{LN - M^2}{EG - F^2} = 0 \quad (1)$$

dove



$$\begin{aligned} E &= 1 + Z_x^2 \\ F &= Z_x Z_y \\ G &= 1 + Z_y^2 \end{aligned} \quad (2)$$

e

$$\begin{aligned} \kappa &= \frac{1}{\sqrt{1 + Z_x^2 + Z_y^2}} \\ L &= \kappa Z_{xx} \\ M &= \kappa Z_{xy} \\ N &= \kappa Z_{yy} \end{aligned} \quad (3)$$

I risultati ottenuti dall'analisi geomorfometrica consentono pertanto di evidenziare sulla superficie digitale del fondale marino le aree in cui si verifica il più elevato cambiamento di pendenza. Per consentire una valutazione più corretta del tematismo in esame, l'analisi è stata effettuata considerando una maschera di lavoro corrispondente a tutte le quote  $\leq 50$  m. Tale limite, autoimposto, corrisponde più o meno al limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* e considera pertanto le zone di curvatura in cui è più probabile l'attività fotosintetica e, quindi, lo sviluppo di biocenosi ben strutturate.

Anche in questo caso, il GRID risultante avrà dimensioni delle celle pari a 1000 x 1000 m.

### ***Analisi di gerarchizzazione***

Come ampiamente descritto nei precedenti rapporti tecnici, il software utilizzato per le analisi di gerarchizzazione è **Zonation**, un software sviluppato dal



*Metapopulation Research Group* presso il Dipartimento di Biologia e Scienze Ambientali dell'Università di Helsinki.

Zonation è in grado di produrre una priorità gerarchica del territorio in esame sulla base del valore di conservazione dei siti (celle), eliminando iterativamente la meno preziosa, fino alla completa rimozione di tutte le celle. In questo modo, il territorio può essere suddiviso in zone in base al loro valore per la conservazione. Il programma produce, tra le altre cose, *files raster* di base che possono essere importati in software GIS per ulteriori analisi e visualizzazioni. Di seguito un breve riassunto delle modalità attraverso cui opera il software.

L'algoritmo di Zonation (Moilanen et al. 2005) produce una priorità **gerarchica** del valore di conservazione di un territorio; il 5% delle celle con i valori più elevati di protezione si trovano all'interno del miglior 10%, il 2% nel 5% e così via. Zonation rimuove **iterativamente** le celle una ad una, utilizzando un criterio di riduzione minima della perdita marginale per decidere quale cella deve essere rimossa in ogni step successivo. L'ordine di rimozione delle cellule è registrato e può essere utilizzato successivamente per selezionare qualsiasi frazione superiore, come ad esempio il migliore 10% del territorio. In sostanza, l'algoritmo applicato da Zonation è un processo **iterativo euristico inverso**. **Inverso** nel senso che, a partire da un GRID le cui celle rappresentano valori noti del territorio, queste vengono mano a mano rimosse in un processo considerato importante ai fini della connettività territoriale: la connettività esprime, in un contesto generale, la capacità di un sistema di scambiare informazioni al suo interno; in Landscape Ecology (Ecologia del Paesaggio), la connettività è spesso racchiusa nel concetto di flusso (di specie e/o geni) tra le differenti parti (patches) di un



sistema, pertanto una maggiore connettività tra differenti parti di un sistema è in grado di garantire maggiori benefici dal punto di vista della conservazione (Moilanen et al. 2005).

Secondo il processo descritto, quindi, le aree vengono classificate sulla base del loro valore biologico, e le celle meno “preziose” vengono rimosse una (o più) alla volta, producendo una sequenza di strutture territoriali con caratteristiche sempre più importanti ai fini della conservazione della biodiversità. Esistono tre differenti metodologie di rimozione in Zonation: i) *core-area zonation*; ii) *additive benefit function*; iii) *target based planning*. Di seguito verrà trattato soltanto l’algoritmo definito core-area zonation, scelto nella selezione delle aree in questo lavoro poiché ha la capacità di identificare aree importanti (ad esempio povere in specie) caratterizzate però da una elevata occorrenza. Tale algoritmo quindi ha la caratteristica di restituire ottimi risultati anche in carenza di dati (Moilanen et al. 2005).

La rimozione viene effettuata in modo tale da minimizzare la perdita di dati “biologici” estrapolando la cella  $i$  del GRID che ha il valore più piccolo tra tutte le altre celle. In altre parole, la cella assume un valore elevato se anche una sola specie (tematismo o in generale layer di riferimento) ha una (relativa) importanza nel tematismo di riferimento. La rimozione avviene calcolando un indice di minima perdita marginale di valore biologico per ciascuna delle celle,  $\delta_i$ :

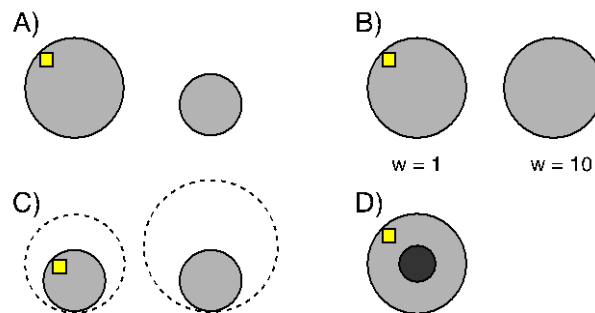
$$\frac{Q_{ij}(S)w_j}{c_i} \quad (4)$$





dove  $w_j$  è il peso (o priorità) del tematismo  $i$  e  $c_i$  è il costo relativo all'aggiunta della cella  $i$  al network. L'analisi passa attraverso tutte le celle e calcola il loro valore  $\delta_i$  basato su quel tematismo che ha la più alta percentuale di distribuzione (e quindi rappresenta il più alto valore biologico da perdere se la cella viene rimossa). La cella che ha il più basso valore di  $\delta_i$  viene rimossa. La parte cruciale dell'equazione è  $Q_{ij}(S)$ , che definisce la proporzione della rimanente distribuzione di  $j$  localizzato in  $i$  per un dato insieme di aree (l'insieme delle celle rimanenti,  $S$ ).

Quando una parte della distribuzione dei tematismi è rimossa, la percentuale presente in ogni cella rimanente aumenta. Ciò significa che l'algoritmo cerca di mantenere le aree principali di tutti i tematismi, fino alla completa rimozione delle celle, anche se la distribuzione iniziale del tematismo è diffusa e comune. Così, in un primo momento solo le celle con le occorrenze di tematismi comuni sono rimosse. A poco a poco, i tematismi inizialmente comuni diventano più rari e le celle con occorrenze sempre più rare di questi ultimi iniziano ad essere rimosse. L'ultima area a rimanere nel territorio è la cella con la più alta ricchezza ponderata. In definitiva, questo rappresenta il sito che dovrebbe essere mantenuto nel caso di una perdita totale di territorio (Fig. 3).



**Figura 3** – La figura illustra i principi che Zonation attua in forma numerica attraverso l’algoritmo di *core-area*. In sostanza, la domanda è: se si hanno due (o più) tematismi (specie) e si sta per perdere una frazione di una distribuzione (rappresentata dalla cella in giallo), dove è preferibile perdere la cella? **A)** Se si hanno due tematismi (specie) identiche, ma uno ha una distribuzione restante più elevata, si preferisce perdere il tematismo con più ampia distribuzione. **B)** Se si hanno due tematismi (specie) identiche, con uguale distribuzione, ma uno ha un peso relativamente più elevato, si preferisce perdere il tematismo che ha un peso inferiore. **C)** Se si hanno due tematismi perfettamente uguali in termini di distribuzione e peso, si preferisce perdere quel tematismo che avrà la minima riduzione di distribuzione (linea tratteggiata). **D)** All’interno della distribuzione di un singolo tematismo (specie), si preferisce perdere la cella con una densità di presenza relativamente bassa (grigio chiaro).

I tematismi precedentemente illustrati sono stati utilizzati, con i loro relativi pesi, come layers di riferimento nell’analisi di *core-area zonation*.

### ***Analisi a scala di sito***

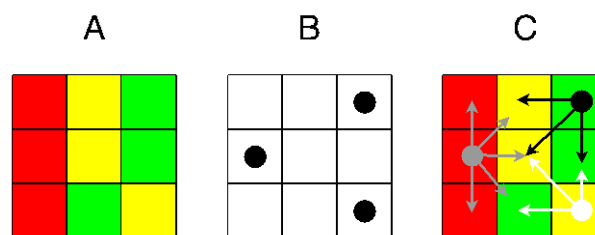
Come anticipato nei paragrafi precedenti, una volta definita la zonazione a scala di territorio delle aree idonee alla conservazione e protezione, si è deciso di analizzare tali risultati confrontandoli con le attuali aree marine sottoposte a regime di protezione ed i proposti siti o estensione di aree marine per le quali già è in vigore un regime di tutela, così come individuati da un recente rapporto prodotto da **SIBM** (*Società Italiana di Biologia Marina*) per il Ministero dell’Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare nel 2009.



I motivi per cui si è deciso di intraprendere questa ulteriore analisi sono fondamentalmente legati alla necessità di ridurre le (macro) aree idonee, troppo estese e per le quali risulterebbe difficile l'attuazione di un regime di protezione, in un intorno di siti per i quali già esiste (o per i quali viene proposta) una regolamentazione.

Il concetto base di tale analisi risiede nella risposta ad una semplice domanda, ovvero: quali tra i proposti siti risiede nell'intorno di quelle macro aree più idonee ai fini della conservazione? Tali siti saranno considerati i più idonei perché ricadenti in aree ad elevata **connettività**, concetto di fondamentale importanza ai fini della conservazione.

L'analisi si basa sul concetto di prossimità, in grado di determinare la relazione spaziale esistente tra le aree di due differenti layers. Per tale analisi è stato utilizzato un *plugin* di **network analysis** presente in **QGIS**, software **GIS Open Source**. L'algoritmo considera la distanza euclidea che separa le celle di due raster, pesata per i valori corrispondenti (Fig. 4).



**Figura 4** – La figura illustra il procedimento attraverso il quale i siti vengono selezionati sulla base della loro vicinanza ad un layer di riferimento. “A” rappresenta il GRID risultante dall’analisi di zonazione, dove i diversi colori rappresentano i valori di idoneità (rosso = bassa idoneità; giallo = media idoneità; verde = alta idoneità). B rappresenta invece il layer che descrive la posizione geografica dei siti (cerchi neri). In C viene visualizzato il risultato finale dove le diverse gradazioni di grigio evidenziano i valori di vicinanza ponderata dei siti in B. In riferimento alla figura in C, il cerchio in nero corrisponde al sito “più vicino” ad aree di elevata idoneità, trovandosi all’interno di una cella verde ed avendo come vicini 2 celle gialle (valori medi) ed una verde (valori elevati). Il cerchio colorato in grigio corrisponde invece al sito considerato meno indicato ai fini della protezione, poiché si trova su una cella rossa (valori bassi) ed ha come vicini 2 celle rosse, 2 gialle ed una verde. Il cerchio in bianco rappresenta invece una condizione intermedia.

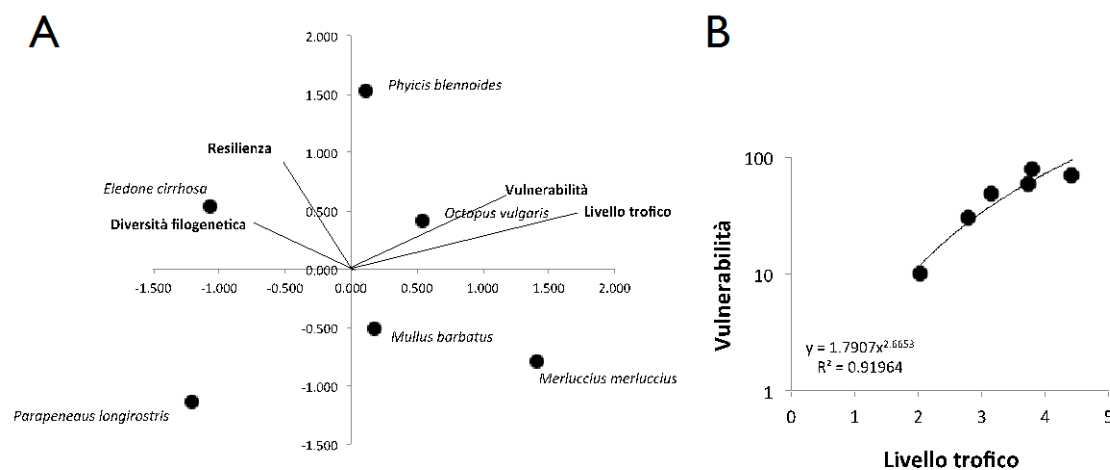


## Risultati

### *Tematismi di carattere biologico/commerciale*

Per la definizione dei pesi relativi ai layers interni al tematismo di carattere biologico/commerciale, sono stati presi in considerazione i parametri discussi nei precedenti paragrafi, normalizzati secondo la formula  $Z = (x - \mu)/\sigma$ , dove  $\mu$  e  $\sigma$  sono, rispettivamente, la media e la deviazione standard.

L'Analisi delle Componenti Principali (**PCA**) ha indicato il primo asse dell'ordinamento come quello in grado di spiegare il 64% della varianza totale, mostrando una significativa correlazione con il parametro *trophic level* ( $r = 0.89$ ) (Fig. 5).



**Figura 5** – **A**, risultati della **PCA** con il primo asse dell'ordinamento che spiega il 64% della varianza, significativamente correlato con il parametro livello trofico. **B**, grafico semilogaritmico che mostra la correlazione (spiegata da una funzione potenza) tra la vulnerabilità ed i livelli trofici, che evidenzia la fragilità delle specie ai più elevati livelli della rete trofica.



Sulla base dei valori dei singoli tematismi rispetto al primo asse della **PCA**, è stato possibile effettuare il loro ranking. I valori assegnati alle celle del raster sono quindi rappresentati dal valore in ordinamento dei layer. Come spiegato in precedenza, nelle aree di sovrapposizione il valore delle celle è stato assunto pari alla somma dei contributi dei singoli layers.

**Tabella 3** – Valore dei layers rispetto agli assi della PCA e relativo ranking.

	<b>Asse 1</b>	<b>Asse 2</b>	<b>Asse 3</b>	<b>Asse 4</b>	<b>Ranking</b>
<i>Merluccius merluccius</i>	1.414	-0.800	-0.085	1.202	1
<i>Phycis blennoides</i>	0.121	1.524	-1.196	0.007	4
<i>Mullus barbatus</i>	0.183	-0.519	-0.721	-1.114	3
<i>Eledone cirrhosa</i>	-1.067	0.528	0.752	1.111	5
<i>Octopus vulgaris</i>	0.543	0.415	1.546	-1.023	2
<i>Parapeneaus longirostris</i>	-1.212	-1.148	-0.297	-0.184	6

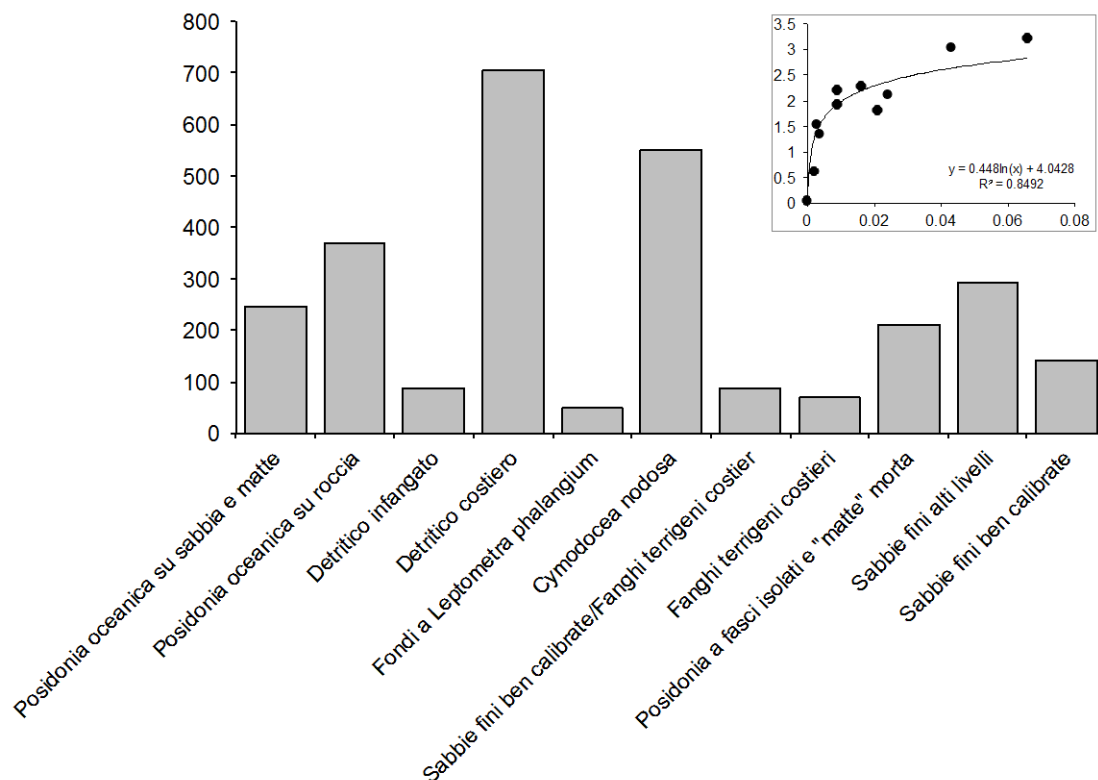
### ***Tematismi di carattere geologico/biologico***

L'assegnazione dei pesi nei diversi layers presenti nel tematismo di carattere geologico/biologico è stata effettuata tenendo conto della presenza di habitat prioritari, della capacità di sostenere un ampio numero di specie commerciali ed il rapporto perimetro/area.

Prendendo in esame l'accorpamento di tutte le aree suddivise per singolo tematismo, i risultati mostrano la presenza di una significativa correlazione tra l'area ed il perimetro (riquadro in Fig. 6), osservando come quest'ultimo cresca con il logaritmo



dell'area. Circa il 55% dei tematismi presenta un rapporto  $P/A$  molto basso, il 18% presenta un elevato rapporto  $P/A$ , mentre il restante 27% si attesta intorno valori medi (Fig. 6).



**Figura 6** – Distribuzione del rapporto  $P/A$  per layer e correlazione tra perimetro ed area dei layers in esame, la quale è rappresentata da una funzione logaritmica (riquadro in alto a destra). La distribuzione si riferisce alle aree accorpate per singolo tematismo.

A partire da questi risultati preliminari, sono stati analizzati in dettaglio ogni singolo *shapefile* di ogni layer, evidenziando la presenza di habitat prioritari (peso assegnato = 1, 0.5 altrimenti) e la capacità della biocenosi a “mantenere” ampie

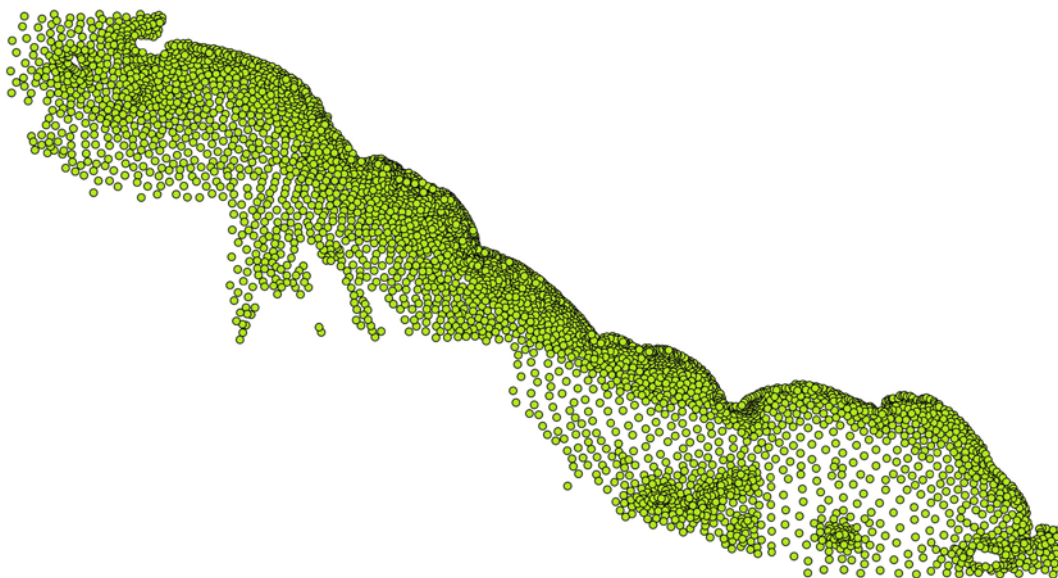


popolazioni di specie (peso assegnato = 1, 0.5 altrimenti). Le informazioni relative a quest'ultimo punto sono state ottenute dal capitolo relativo alla **Biologia del benthos** presente nel volume **Il Mare del Lazio (1996)**.

Il valore delle celle nel raster finale è quindi rappresentato dal ranking delle singole aree ottenuto a partire dai valori calcolati precedentemente, al fine di ottenere valori interi nel GRID di riferimento.

### ***Geomorfologia***

A partire dai punti quotati digitalizzati utilizzando come substrato le Carte Nautiche IGM, è stato ricostruito il modello digitale del fondale marino utilizzando l'algoritmo di kriging (vedi Materiali e metodi). L'interpolazione ha riguardato un totale di 4000 punti rappresentanti il valore delle quote del fondale (Fig. 7).



**Figura 7** – Screenshot della distribuzione spaziale dei punti quotati utilizzati nella ricostruzione del modello digitale di elevazione (DTM).



Per l'interpolazione è stato utilizzato il software GIS ArcGIS 9.1, attraverso il plug-in di geostatistica, utilizzando i parametri di default. I risultati ottenuti (Fig. 8) sono soddisfacenti nei limiti di una analisi geomorfologica a scala vasta poiché, come anticipato nel precedente capitolo (Materiali e metodi), la distribuzione e qualità dei dati di partenza non consente di restituire informazioni di dettaglio del fondale.



**Figura 8** – Risultato dell'interpolazione dei punti quotati. Il DTM risultante ha una risoluzione pari a 20 m (celle: 20x20 m). Sebbene il contributo totale dei punti non sia sufficiente ad ottenere interpolazioni di dettaglio, risultano ben evidenti le strutture delle Isole e Pontine e la Secca di Tor Paterno.

L'analisi di curvatura del modello digitale di terreno ha identificato (a partire dal DTM interpolato) le celle del modello che presentano i più elevati valori di discontinuità di quota, ovvero, tutte quelle celle che risultano essere in posizione più elevata rispetto alle altre. L'analisi è stata inoltre ulteriormente ristretta utilizzando una maschera di analisi data da quelle aree con quote  $\leq 50$  m.



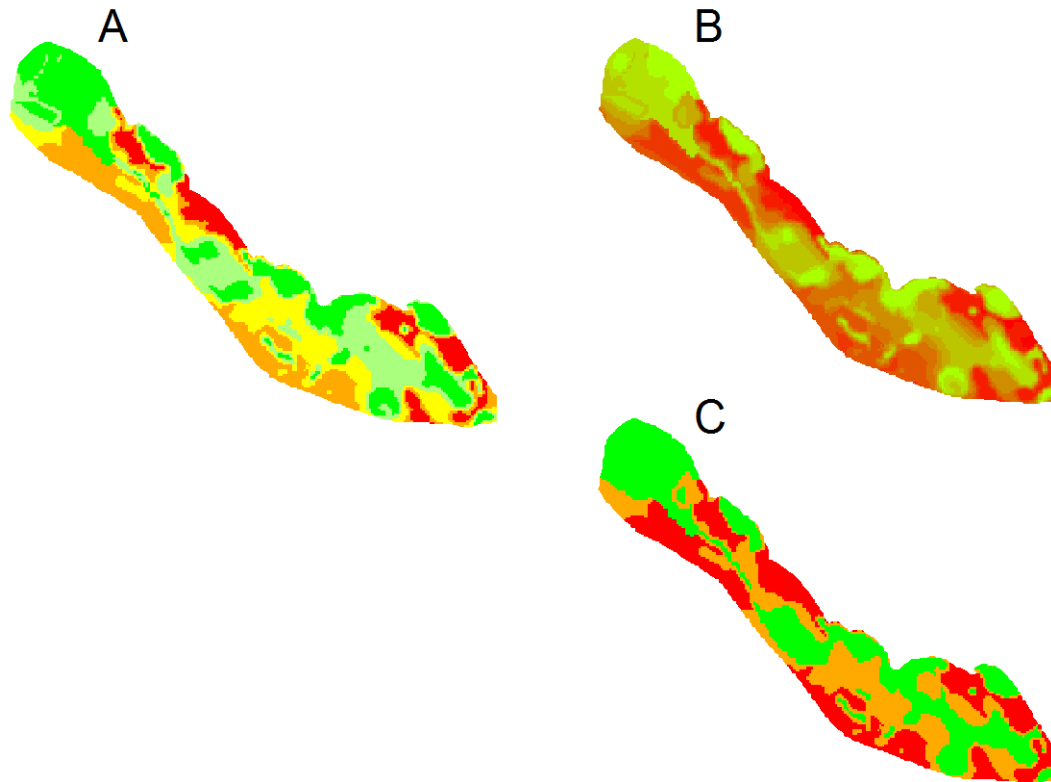


Il raster risultante ha una risoluzione 20 x 20 m ed il valore delle celle assume un valore proporzionale (in scala ordinale) alla curvatura calcolata, normalizzata sul massimo.

### ***Analisi di gerarchizzazione a macro scala e a scala di sito***

Le tre differenti tipologie di dati analizzate in precedenza sono state utilizzate come base di partenza per l'algoritmo di zonazione presente in Zonation. L'interfaccia grafica del software prevede la possibilità di variare una serie di parametri, quali ad esempio il livello di **smoothing** delle celle (utile per ottenere un maggiore raggruppamento in fase di rimozione) o altri parametri riguardanti la biologia delle specie in esame (es° il valore di **dispersione** delle specie). Poiché le analisi si sono basate utilizzando differenti tipologie di layers, si è deciso di non intervenire nella modifica dei parametri di default di Zonation.

Il risultato dell'analisi di zonazione a macro-scala è stato convertito in formato *shapefile*, in grado di ottenere un file più "leggero" dal punto di vista di **MB** utilizzati e la cui interrogazione, date le dimensioni più contenute rispetto a un formato **GRID**, può essere effettuata con un minor dispendio di **RAM**. La tabella degli attributi contiene un campo, definito *value*, che quantifica il livello d'idoneità su di una scala che va da 0 (nessuna idoneità) a 1 (massima idoneità) (Fig. 9A). Le operazioni di *query* (interrogazione) spaziale permettono di estrarre utili informazioni, quali ad esempio la visualizzazione/localizzazione delle aree suddivise in classi d'idoneità (Fig. 9B e 9C).



**Figura 9** – Valori di idoneità. In **A** il territorio viene rappresentato secondo un gradiente continuo di valori, mentre in **B** e in **C** secondo, rispettivamente, l'appartenenza delle celle a 5 e 3 classi di idoneità. Nel caso in **C**, le aree colorate in verde corrispondono a quello che, nell'interpretazione data da **Zonation**, viene definito il miglior 30%, ovvero quelle aree la cui protezione è in grado di garantire la protezione del 30% del territorio, definito come livello minimo di protezione. Tali aree sono pertanto da considerare prioritarie ai fini della protezione.

I risultati presenti in Fig. 9 mostrano la gerarchizzazione del territorio marino/costiero secondo un gradiente continuo di classi di idoneità. Dal punto di vista spaziale, appare evidente la continuità territoriale lungo l'asse Nord-Sud delle aree a più elevata idoneità (aree in verde in Fig. 9A, B e C). Tale configurazione geografica è da identificarsi con un elevato livello di connettività spaziale dove, ad esempio, le celle che rappresentano il "miglior" 30% delle aree idonee alla protezione (Fig. 9C) mostrano una



dislocazione spaziale che si estende dalla grande area a Nord del territorio marino/costiero della Regione Lazio (acque antistanti ai Comuni di Montalto di Castro e Tarquinia, Viterbo) fino alle zone poste a Sud. Da notare come l'asse che collega la zona Nord a quella Sud sia caratterizzato da una serie di aree a superficie ridotta che si trovano oltre i limiti della zona costiera. Tale risultato sembra essere in linea con la presenza di un maggior numero di SIC costieri nelle zone Nord e Sud della Regione. La connettività territoriale rappresenta un elemento fondamentale nel processo di definizione e pianificazione delle aree protette. Tale importanza appare ancor più evidente in contesti marini, dove una maggiore connettività è spesso sinonimo di un maggior potenziale di propagazione delle specie.

I risultati dell'analisi di zonazione hanno evidenziato le macro-zone più idonee all'istituzione di aree sottoposte a un regime di tutela e protezione. Tuttavia, i macro-contesti individuati rappresentano aree di notevole estensione, il cui iter d'istituzione e in particolar modo la loro gestione potrebbero diventare difficoltose a causa dei numerosi vincoli normativi cui sono sottoposte le aree marine. Alla luce di tale complessità normativo/istituzionale, l'analisi di macro-scala non permette di individuare con precisione i limiti amministrativi di potenziali aree da tutelare, limitandosi a individuare attraverso l'analisi di zonazione, un intorno di zone entro cui l'istituzione di aree protette potrebbe dare i maggiori benefici sul lungo termine. Diversamente, lo studio isolato di piccole e medie aree non permette una piena comprensione delle loro caratteristiche di connettività e, di conseguenza, dei benefici nel medio/lungo periodo in termini di protezione globale. La protezione di piccole aree è in grado di portare benefici ai fini della conservazione e/o recupero delle specie e habitat soltanto se situate



in porzioni di territorio marino/costiero in grado di garantire un'elevata connettività, assumendo una maggiore valenza nel momento in cui tali aree entrano a far parte di un **sistema** di aree connesse tra loro. Contrariamente, la protezione di aree di grande estensione, ma situate in contesti geografici "errati", potrebbe non avere effetti evidenti ai fini della conservazione, comportando nel medio-lungo termine un deficit in termini di costi/benefici. Per questo motivo, l'analisi effettuata con Zonation è stata ulteriormente ampliata mettendo a confronto i risultati ottenuti con alcune aree campione (Tab. 4), rappresentate da quelle aree marine già sottoposte a un regime di protezione e quelle aree per cui è proposta l'estensione dei limiti di protezione a mare o la loro nuova istituzione (rapporto **SIBM**, *Società Italiana di Biologia Marina*).

**Tabella 4** – Elenco delle aree marine utilizzate nell'analisi di prossimità. **A** = superficie (in ettari); **IA** = Inquinamento acustico; **IN** = Inquinamento Navale; **P** = Pesca; **IAG** = Impatto Antropico Generalizzato; **TU** = Turismo; **SA** = Specie Aliene; **AN** = Ancoraggi; **V** = Vulnerabilità, data dal rapporto tra numero totale d'impatto x area (in ettari) sulla base delle attuali estensioni; **V\*** = Vulnerabilità data dal rapporto tra numero totale d'impatto x area (in ettari) sulla base delle nuove estensioni (attuali + proposte).

Denominazione	ID	Proposta	Codice SICZPS	Area attuale	Estensione	Area totale	Tipologia di impatto							Tot	V	V*	
							IA	IN	P	IAG	TU	SA	AN				
Scoglio della Botte	1	Istituzione			2,5	2,5			1	1					2		0,80000
Secche di Tor Paterno	2		IT6000010	27		27	1	1							2	0,07407	0,07407
Secca di Costaculi	3	Istituzione			52,5	52,5			1	1			1	3			0,05714
Fondali circostanti l'Isola di S. Stefano	4	Estensione	IT6000019	52	83	135					1	1		2	0,03846	0,01481	
Fondali tra Capo Circeo e Terracina	5		IT6000013	377		377	1	1						2	0,00531	0,00531	
Fondali tra Punta S. Agostino e Punta della Mattonaia	6		IT6000005	435		435	1	1						2	0,00460	0,00460	
Secche di Marciatonda	7		IT6000008	567		567	1	1						2	0,00353	0,00353	
Fondali circostanti l'Isola di Zannone	8	Estensione	IT6000017	305	647	952		1		1	1		3	0,00984	0,00315		
Fondali tra Punta del Pecoraro e Capo Linaro	9		IT6000006	746		746	1	1						2	0,00268	0,00268	
Fondali tra Terracina e Lago Lungo	10		IT6000014	800		800	1	1						2	0,00250	0,00250	
Fondali circostanti l'Isola di Ventotene	11	Estensione	IT6000018	521	706	1227			1	1	1	1	3	0,00576	0,00244		
Fondali tra Torre Astura e Capo Portiere	12		IT6000011	831		831	1	1						2	0,00241	0,00241	
Fondali tra Marina di Tarquinia e Punta della Quaglia	13		IT6000004	845		845	1	1						2	0,00237	0,00237	
Secche di Torre Flavia	14		IT6000009	866	49	915				1	1			2	0,00231	0,00219	
Fondali tra Capo Portiere e Lago di Caprolace	15		IT6000012	939		939	1	1						2	0,00213	0,00213	
Fondali antistanti S. Marinella	16		IT6000007	953		953	1	1						2	0,00210	0,00210	
Fondali antistanti Punta Morelle	17		IT6000002	1112		1112	1	1						2	0,00180	0,00180	
Fondali circostanti l'Isola di Ponza	18	Estensione	IT6000016	1012	2571	3583		1	1	1	1	1	5	0,00494	0,00140		
Fondali circostanti l'Isola di Palmarola	19	Estensione	IT6000015	927	2585	3512		1	1	1	1	1	4	0,00431	0,00114		
Fondali tra le foci del Fiume Chiarone e Fiume Fiora	20		IT6000001	1762		1762	1	1						2	0,00114	0,00114	
Fondali tra le foci del Torrente Arnone e del Fiume Marta	21	Estensione	IT6000003	1266	4536	5802			1	1				2	0,00158	0,00034	
Acque Compresse tra Isole di Ponza e Ventotene	22				303900	303900	1	1	1					3		0,00001	
<b>Totale impatti per tipologia</b>							<b>1</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>				



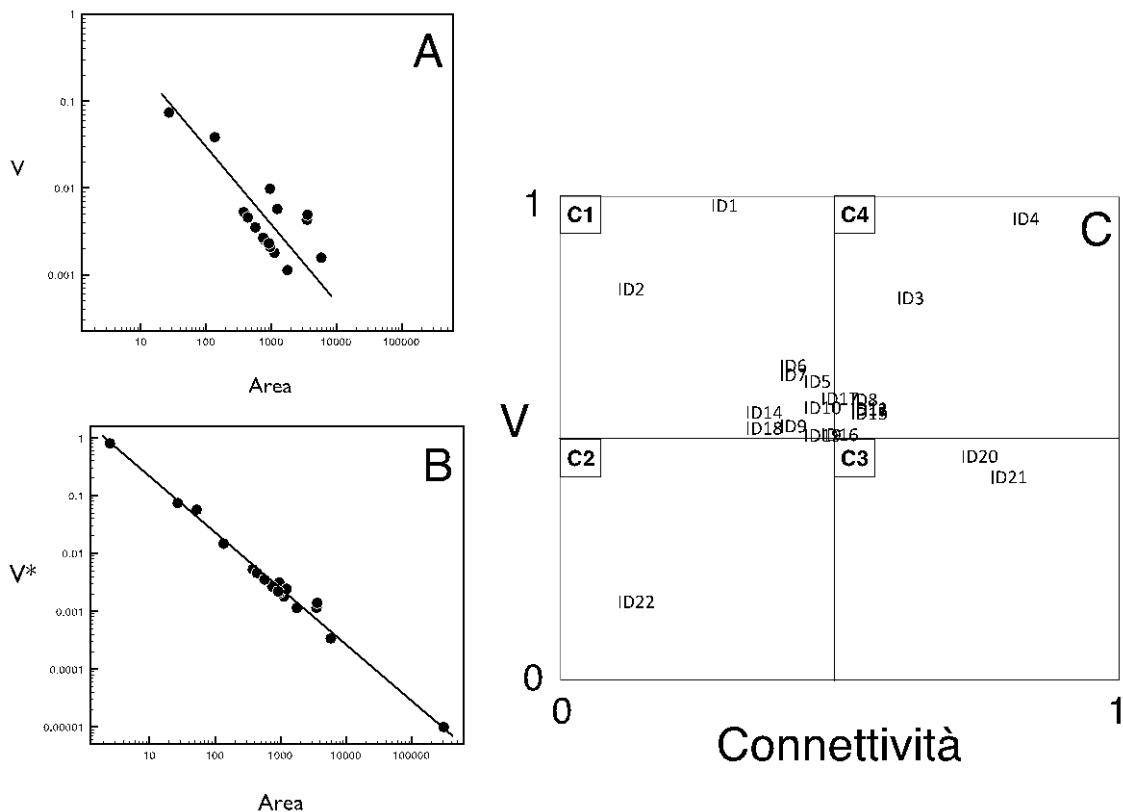
I risultati hanno evidenziato l'esistenza di una relazione tra la superficie delle aree e il numero d'impatti antropici di varia natura insistenti su di esse. Tale rapporto mostra la fragilità intrinseca delle aree di ridotta estensione, dove il livello di vulnerabilità aumenta con una funzione potenza della superficie<sup>2</sup> (Tab. 4 e Fig. 10A e 10B). Il confronto tra i valori di vulnerabilità e connettività ha permesso di caratterizzare i siti in Tabella 4 sulla base della relazione che lega i due parametri, suddividendo i siti in quattro classi di appartenenza (Fig. 10C). Pertanto, i siti possono essere caratterizzati dalla maggiore o minore presenza di elementi di vulnerabilità e dalla maggiore o minore connettività, intesa come "vicinanza" di tali micro-aree rispetto alle macro-aree identificate dall'analisi di zonazione (si veda paragrafo *Analisi a scala di sito* in **Materiali e metodi**). Tali risultati mettono in risalto due aspetti interessanti: i) la presenza di aree a elevata vulnerabilità collocate in macro-contesti caratterizzati da un'elevata connettività territoriale (quadrante C4, Fig. 10C) e, ii) aree a minore vulnerabilità, ma situate in macro-contesti a elevata connettività (quadrante C3, Fig. 10C). I risultati ottenuti dalle analisi a scala di sito evidenziano come non tutte le aree marine sottoposte (o proposte) a regime di protezione siano in grado di garantire il livello minimo di protezione. Grandi aree, come ad esempio le Isole di Ventotene e Ponza (ID 22 in Tabella 4 e Fig. 10C, quadrante C2), sono caratterizzate da una posizione geografica che le rende sconnesse dalle restanti aree protette, con livelli di vulnerabilità/superficie minori rispetto ad altre aree. Inoltre, le estese dimensioni di tali zone potrebbero influire negativamente su di un'effettiva gestione delle stesse. Le aree

---

<sup>2</sup> Nel presente lavoro, il concetto di vulnerabilità, a causa della totale assenza di una loro quantificazione, assume una valenza puramente qualitativa di presenza/assenza.



risultate più idonee a scala di sito sono rappresentate da aree di ridotte estensioni, caratterizzate da un maggior numero di impatti/superficie (si veda ad esempio Secche di Costacuti, ID3 in Tabella 4 e Fig. 10C, quadrante C4) o collocate in macro-settori ad elevata connettività (vedi Fondali tra il Chiarone e Fiora e Fondali tra Arrone e Marta, ID20 e 21 rispettivamente, Tabella 4 e Fig. 10C, quadrante C3). Si sottolinea, in particolare, come le caratteristiche di connettività potrebbero, sul lungo periodo, manifestarsi in maggiori benefici dal punto di vista della conservazione.



**Figura 10** – Il rapporto che lega la superficie delle aree con la vulnerabilità (Impatto/Superficie) evidenzia come all'aumentare dell'estensione diminuiscano il numero di impatti segnalati. **A**, rapporto sulla base dell'estensione attuale delle aree (**V**) e **B**, rapporto sulla base delle nuove estensioni (**V\***, attuali + proposte). Entrambi i grafici sono in scala logaritmica. Il grafico in **C** evidenzia il rapporto che lega il livello di vulnerabilità e connettività delle aree. Le sigle si riferiscono al codice identificativo del sito (**ID**). Il grafico in **C** può essere suddiviso in quattro quadranti principali: **C1**, Siti a elevata vulnerabilità e bassa connettività; **C2**, Siti a bassa vulnerabilità e bassa connettività; **C3**, Siti a elevata connettività e bassa vulnerabilità; **C4**, Siti a elevata vulnerabilità ed elevata connettività.



## Conclusioni

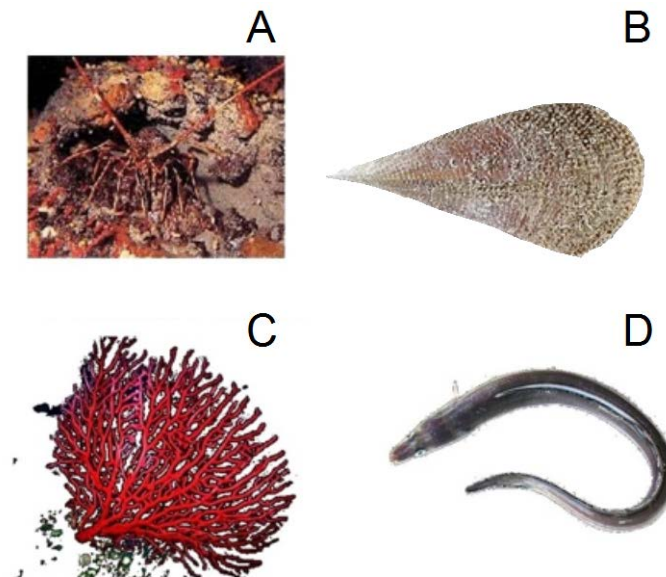
Nel corso della III Fase della Convenzione tra la Regione Lazio e il Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB, ex Dipartimento di Ecologia e Sviluppo Economico Sostenibile, DECOS) riguardante la *Valutazione dello stato di conservazione delle aree marine della Regione Lazio e analisi di fattibilità per l'istituzione di aree marine protette o di tutela biologica a livello regionale*, si è giunti alla definizione dei criteri di selezione e gerarchizzazione delle aree marine della Regione Lazio e alla individuazione dei macro- e micro- contesti più interessanti dal punto di vista della tutela e conservazione.

Ciò che appare maggiormente evidente dai risultati ottenuti è la presenza di un *continuum* di aree ad elevata idoneità lungo tutto l'asse costiero della Regione Lazio, aree importanti per la riproduzione di specie costiere e demersali (aree di nursery) e di aree marine già sottoposte a vincolo di tutela (SIC, ZPS, AMP). I risultati dell'analisi di zonazione condotta nel presente studio, evidenziano, grazie all'adozione di una metodologia scientifica rigorosa, la necessità di: i) salvaguardare porzioni di territorio ancora non soggette a vincoli di protezione e, ii) creare un vero e proprio network di aree protette, in linea con gli obiettivi della Rete Natura 2000.

Il presente studio si è anche avvalso delle recenti analisi condotte dalla Società Italiana di Biologia Marina (SIBM, 2009), che hanno portato alla proposta d'istituzione di nuovi SIC in mare e all'estensione dei limiti a mare di alcuni SIC già esistenti. La necessità di individuare nuovi SIC e/o nuovi limiti a quelli già esistenti risiede nel fatto



che la Commissione Europea richiede che gli habitat e le specie prioritarie d'interesse comunitario - alla presenza di dati quantitativi disponibili - siano protetti in percentuale superiore al 60 %, mentre per habitat e specie non prioritarie il livello sufficiente di protezione si attesta tra il 20 ed il 60 %. Tale studio ha permesso, quindi, di includere nell'analisi aree di notevole interesse biologico, caratterizzate dalla presenza di numerose specie e habitat a rischio (Fig. 11 e 12).



**Figura 11** – Lo studio della Società Italiana di Biologia Marina (SIBM, 2009) ha portato alla luce l'esistenza di alcune aree di notevole interesse biologico, inserite nel novero di quelle aree per cui viene proposto un regime di tutela. In figura sono riportati, a titolo di esempio, alcune delle specie caratteristiche delle Secche di Costacuti, la cui proposta di nuova istituzione è stata avanzata allo scopo di aumentare la copertura dell'habitat 1120 (Praterie a *Posidonia oceanica*). **A:** *Palinurus elephas*; **B:** *Pinna nobilis*; **C:** *Paramuricea clavata*; **D:** *Conger conger*.





**Figura 12** – Fondali a *Posidonia oceanica* nel Sito Natura 2000 **IT6000003** - Fondali tra le foci del Torrente Arrone e del Fiume Marta -.

Alla luce dei risultati ottenuti, si rileva pertanto la necessità di dotare il sistema delle aree marine della Regione Lazio degli strumenti normativi atti a garantirne in pieno la loro gestione finalizzata alla protezione, conservazione e recupero di habitat e specie d'interesse comunitario. L'identificazione delle aree più idonee a tale scopo dovrà pertanto avere come fine ultimo la predisposizione di tutte quelle misure atte a garantire la loro effettiva gestione. Alcune misure che vanno incontro a tali esigenze sono state messe in atto nel corso degli ultimi anni, grazie ad una serie di importanti Progetti Comunitari, di cui la Regione Lazio è stata beneficiario-capofila (vedi ad esempio il LIFE Natura COMEBIS - *Azioni urgenti di conservazione per la biodiversità della costa centro-mediterranea LIFE06 NAT/IT/000050*). Nell'ambito di tali Progetti, l'utilizzo di quelli che sono i vigenti strumenti normativi regionali, nazionali e



comunitari ha permesso di individuare le strategie e le azioni destinate alla gestione di alcuni Siti di Importanza Comunitari (es° il SIC IT6000003 "Fondali tra le foci del Torrente Arrone e Fiume Marta"), con particolare riferimento alla conservazione dei livelli di biodiversità (Direttiva 92/43/CEE).

I risultati ottenuti nel presente studio vogliono pertanto essere uno strumento volto a identificare quei siti in cui si rende auspicabile procedere all'attuazione di tutte quelle misure destinate a una fattiva gestione, poiché le loro caratteristiche di vulnerabilità e la loro posizione geografica li rendono nodi importanti all'interno di un più vasto sistema di aree protette. Da qui la necessità di dotare tali aree degli strumenti gestionali necessari alla loro conservazione, protezione e fruizione. Nella seconda Fase della Convenzione sono state analizzate ed identificate le soluzioni gestionali più tempestive ed efficaci a livello regionale, in primis l'istituzione di Oasi Blu tramite la concessione demaniale regionale, strumento flessibile con la quale la Regione può trasferire le competenze gestionali ad enti quali Comuni costieri o Associazioni: tale soluzione potrebbe rappresentare una risposta tempestiva alla necessità di una gestione diretta da parte degli attori locali, che meglio possono conoscere e quindi affrontare i fabbisogni e le criticità relative in termini di conservazione e fruizione.

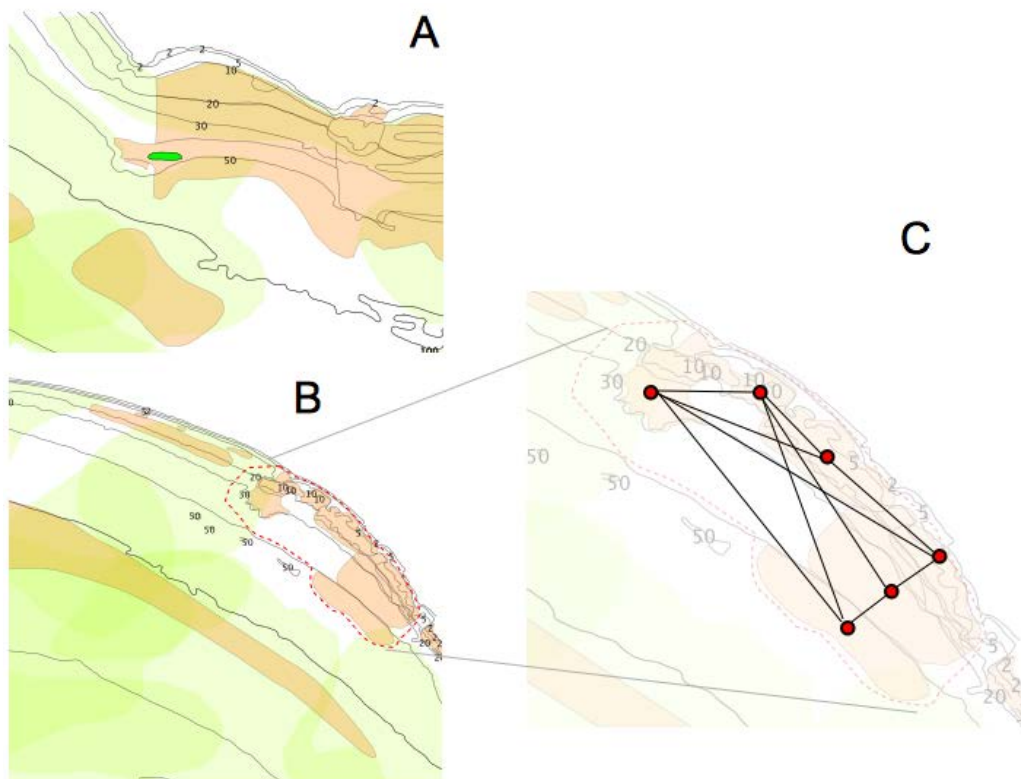
I risultati ottenuti in questo studio aprono pertanto due differenti scenari di gestione/conservazione:

1. Protezione e gestione attraverso un regime di tutela di **singole** aree vulnerabili (Fig. 13A), ad esempio tramite lo strumento della **concessione demaniale**



**regionale** (Oasi blu), così come definite in Tabella 4;

2. Istituzione di un Sistema Regionale di Siti Marini, ad esempio con la gestione della **rete di siti SIC a mare (Natura 2000)**, in grado di racchiudere al loro interno le aree più vulnerabili e interessanti dal punto di vista di specie e habitat, garantendone la connettività (Fig. 13 B e C). Al momento tale soluzione è vincolata dall'esito del processo di passaggio delle competenze sulla gestione dei SIC marini da parte del Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare alle Regioni costiere.



**Figura 13** – Due possibili scenari di gestione. **A:** Protezione e gestione attraverso un regime di tutela di singole aree (es. concessione demaniale regionale-Oasi Blu). Nel caso specifico, l'area in verde si riferisce alla proposta aree marina delle Secche di Costacuti, caratterizzata da elevata vulnerabilità all'impatto antropico. **B:** Esempio di istituzione di un Sistema Regionale di Siti Marini, in grado di massimizzare la connettività tra le aree al suo interno, **C.**



Nonostante i due scenari ipotizzati abbiano (potenzialmente) le stesse probabilità di garantire livelli adeguati di conservazione, una gestione in grado di consentire la messa in rete di habitat d'interesse comunitario (ad esempio l'habitat prioritario di *P. oceanica*) rappresenterebbe nel medio-lungo periodo la scelta ottimale per garantire un pieno recupero di siti degradati e un livello accettabile di conservazione e recupero delle aree interessate, con potenziali benefici anche in termini di recupero delle popolazioni ittiche.

Un successivo aspetto da non trascurare è anche la necessità di dotare le aree protette già esistenti degli adeguati strumenti gestionali. Nella fattispecie, l'ipotesi di creazione di una rete di aree marine preesistenti potrebbe essere una strategia risolutiva anche in questo senso, consentendo di dotare i siti coinvolti dei Piani di Gestione delle singole aree, approfondendo quelle che sono gli aspetti della biologia della conservazione.

I risultati e le considerazioni ottenute nel presente documento vogliono pertanto essere uno strumento in grado di indirizzare il Decisore nell'attuare quelli che sono i piani e progetti di conservazione e tutela degli habitat marini.



## Riferimenti bibliografici

Dipartimento di Biologia Animale e dell'uomo – Università di Roma “La Sapienza” e Società Italiana di Biologia Marina, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2009. Implementazione dei SIC marini italiani – Regione Lazio.

Dulvy N.K., Y. Sadovy, and J.D. Reynolds. 2003. Extinction vulnerability in marine populations. *Fish and Fisheries* 4: 25–64.

Faith, D. P. 2002. Quantifying biodiversity: a phylogenetic perspective. *Conservation Biology* 16: 248-252.

Moilanen, A., A. M. A. Franco, R. I. Early, R. Fox, B. A. Wintle, and C. D. Thomas. 2005. Prioritising multiple-use landscapes for conservation: methods for large multi-species planning problems. *Proceeding of the Royal Society of London Series B* 272: 1885-1891.

Musick, J.A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. Pages 1–10 in J.A. Musick, editor. *Life in the slow lane: ecology and conservation of long lived marine animals*. American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda, MD.



Posadas, P., D. R. Miranda Esquivel, and J. V. Crisci. 2001. Using phylogenetic diversity measures to set priorities in conservation: an example from southern South America. *Conservation Biology* 15: 1325-1334.

Reynolds, J.D., N.K. Dulvy, N.B. Goodwin, and J.A. Hutchings. 2005. Biology of extinction risk in marine fishes. *Proceeding of the Royal Society, Series B* 272: 2337–2344.

Rowley, R., 1994. Case studies and reviews: marine reserves in fisheries management. *Aquatic Conservation of Marine Freshwater Ecosystems* 5: 233–254.

World Conservation Union (IUCN). 1980. World conservation strategy: living resource conservation for sustainable development. IUCN, Gland, Switzerland.