



## FASE 2A - APPROFONDIMENTI TEMATICI NELLE AREE PILOTA



## INTRODUZIONE

Lo scopo della fase 2a è quello di caratterizzare in dettaglio i siti pilota individuati precedentemente, con l'intento di focalizzare sulle principali problematiche dal punto di vista ambientale, storico-insediativo e socio-economico.

Le motivazioni risiedono nella necessità di fornire uno strumento tecnico-legislativo, che possa integrarsi all'interno di Piani e Programmi Regionali, Provinciali e Comunali, mirato alla gestione della zona costiera.

Un processo di gestione integrata deve permettere la conoscenza di una vasta area di studio (poiché le dinamiche di trasformazione non hanno confini) ma, al tempo stesso, focalizzare l'attenzione su quei problemi che, se gestiti adeguatamente, possono permettere di risolvere tutti quelli a loro collegati.

La fase sarà propedeutica alla stesura delle future linee guida, che getteranno le basi per la sperimentazione nella gestione integrata delle zone costiere.

Per tutti i siti pilota sono state individuate sulla base delle precedenti analisi a scala regionale, tre tematiche comuni, meritevoli di essere approfondite perché determinanti e impattanti sul territorio in maniera differente:

- *uso prevalentemente agricolo del territorio*
- *erosione costiera*
- *gestione e conservazione della biodiversità costiera*

Di seguito verranno descritte le analisi di dettaglio comuni effettuate all'interno delle aree scelte come siti pilota che successivamente saranno approfondite nelle schede relative ai tre contesti.

## Il Land Cover Change

Il *Land Cover Change* (3° Livello tematico, *dataservice EEA*) evidenzia le aree che hanno subito cambiamenti di uso del suolo tra il 1990 ed il 2000; è possibile inoltre calcolarne il valore, sulla base dei rapporti tra le aree relative alle differenti destinazioni d'uso.

La base informativa CLC<sup>1</sup>, infatti, rappresenta a livello europeo uno strumento fondamentale per la valutazione dell'efficacia delle politiche regionali di sviluppo, la valutazione dell'impatto delle politiche agricole sull'ambiente, l'elaborazione di strategie per una gestione integrata delle aree costiere, l'implementazione delle convenzioni sulla biodiversità e delle direttive sugli *habitat* e sugli uccelli, la gestione integrata dei bacini idrografici, la valutazione delle emissioni atmosferiche, la misura della qualità dell'aria e la valutazione ambientale strategica delle reti di trasporti.

In definitiva, le basi di dati CLC rivestono particolare importanza per misurare la sostenibilità dello sviluppo socio-economico; ciò è di particolare interesse per i nuovi Stati Membri dell'Unione Europea, che con l'applicazione della legislazione comunitaria in settori quali l'agricoltura, l'ambiente, le reti di trasporto, l'industria, sono chiamati ad adeguare le politiche di settore, orientando le stesse verso l'uso sostenibile delle risorse naturali.

Vengono di seguito riportate le classi di uso del suolo (a livello nazionale) contraddistinte dal grado di cambiamento più elevato.

Il fenomeno che appare più evidente dal confronto della copertura del 2000 con quella del 1990 è la perdita di aree agricole, a favore soprattutto di aree artificiali e di territori boscati ed ambienti seminaturali.

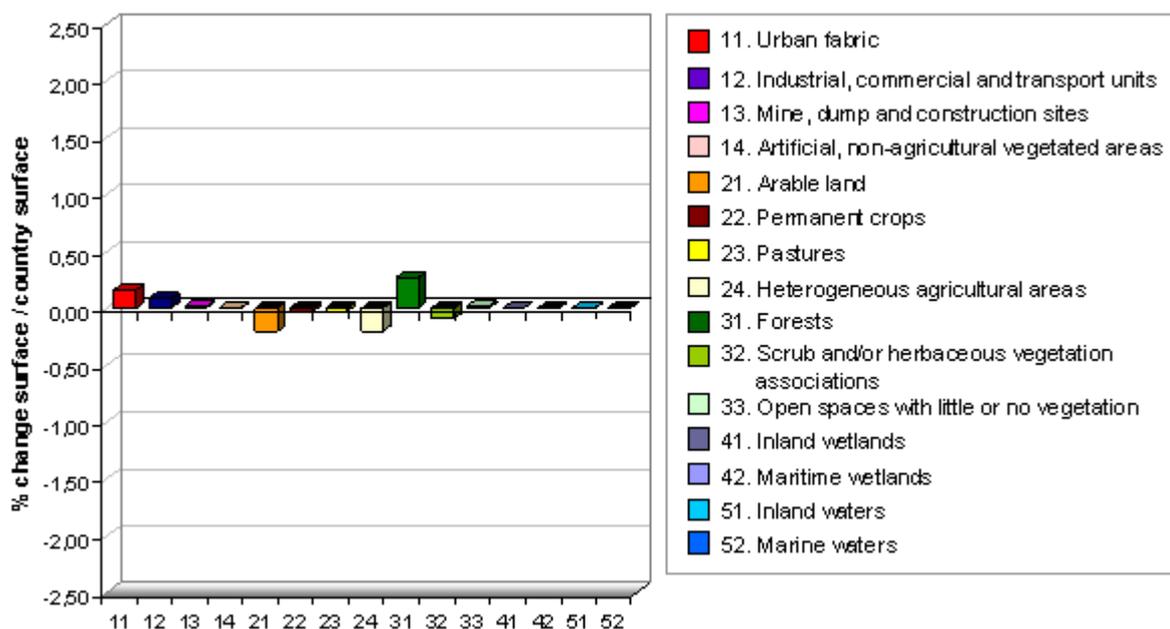
In particolare, le aree agricole sono diminuite di oltre 140.000 ettari, circa 80.000 ettari sono stati "artificializzati" (sono sorte nuove aree residenziali, industriali e commerciali nonché servizi, aree estrattive, strade, ferrovie...) ed i territori boscati e gli ambienti naturali o semi-naturali hanno conquistato quasi 60.000 ettari.

---

<sup>1</sup> *Corine Land Cover*

**Categorie a maggior cambiamento in Italia**

Area (ha)	Land cover 1990	Land cover 2000
61160	324 Transitional woodland shrub	311 Broad-leaved forest
23255	243 Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	323 Sclerophyllous vegetation
18285	321 Natural grassland	324 Transitional woodland shrub
17133	211 Non-irrigated arable land	112 Discontinuous urban fabric
16907	324 Transitional woodland shrub	312 Coniferous forest



## **Il valore naturalistico e i livelli di conoscenza delle coste**

Per quanto riguarda la valutazione dello stato di salute degli ambienti marini costieri sono possibili diversi approcci, in relazione alla qualità delle acque (chimica – fisica) o degli organismi marini che in queste acque vivono.

In questo ambito sono poi possibili numerosi livelli di indagine: dalla singola specie utilizzata come indicatore biologico in laboratorio, agli studi ecologici su vasta scala sul campo.

Ognuno di questi approcci, impegnato da solo, ha innegabili vantaggi e altrettanti innegabili limiti (Volpi Ghirardini e Pellegrini, 2001).

Una ampia bibliografia sull'argomento è reperibile nei volumi “Giornata di studio Indagini ecotossicologiche negli ambienti marini costieri in riferimento al D.L. 152/99” Roma 6 marzo 2001, ICRAM – SIBM, in “Qualità degli ambienti marini costieri italiani 1996-1999. Ministero Ambiente. Servizio Difesa del Mare, Roma, 2000” e in “Metodologie Analitiche di Riferimento del Programma di Riferimento per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003)”, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM, Roma 2001.

In tale ambito si è voluto fornire una indicazione dello “stato di naturalità” dell'ambiente marino, cioè della qualità dell'ambiente marino inteso come livello di conservazione degli ecosistemi marini costieri rispetto alle condizioni naturali.

Alcuni limiti sono legati alla scarsa conoscenza disponibile sui popolamenti marini, alle discussioni ancora in corso sul loro “valore naturalistico” e all'inevitabile rischio di valutazioni soggettive; si è cercato così di esprimere una valutazione del valore naturalistico dell'area, in relazione al tipo e alla qualità delle biocenosi bentoniche presenti (sulla base delle conoscenze esistenti) e sul livello di alterazione antropica.

La scala di valutazione comprende quattro livelli (basso, medio, alto, molto alto), così definiti:

- livello molto alto (colore blu):
  - assenza di alterazioni di origine antropica;
  - presenza di ecosistemi o di specie di alto valore naturalistico, tra cui quelli interessati da provvedimenti di tutela, specie rare, endemiche, ecc.;
  - ecosistemi originari ben conservati;
- livello alto (colore verde):
  - lieve presenza di alterazioni di origine antropica;
  - presenza di ecosistemi o di specie aventi un buon valore naturalistico;
  - ecosistemi originari abbastanza ben conservati e poco minacciati;
- livello medio (colore giallo):
  - discreta presenza di alterazioni di origine antropica;

- scarsa presenza di ecosistemi o di specie aventi un buon valore naturalistico;
- ecosistemi originari discretamente conservati e mediamente minacciati;
- livello basso (colore rosso):
  - elevata o elevatissima presenza di alterazioni di origine antropica (presenza di porti industriali, commerciali o nautici, impianti di estrazione, grossi insediamenti urbani);
  - scarsa o scarsissima presenza di ecosistemi o di specie aventi un buon valore naturalistico;
  - ecosistemi originari assenti o quasi completamente assenti ed altamente minacciati;

Con questo criterio, il valore naturalistico di un tratto di costa non dipende quindi solamente dalla presenza di determinate specie o ecosistemi, ma da una serie di condizioni, tra cui il grado di conservazione e le eventuali minacce alla loro integrità e conservazione (*Completamento delle conoscenze naturalistiche di base, cartografia delle principali biocenosi marine costiere, dei sedimenti, dello stato delle conoscenze e della naturalità*, Ministero dell'Ambiente - Servizio Conservazione della Natura; DIP.TE.RIS - Università di Genova; Società Italiana di Biologia Marina – Onlus, 2003).

Con il livello delle conoscenze naturalistiche si intende fornire un'indicazione sullo stato delle conoscenze relative al tratto di costa, così come reperibili dalla letteratura scientifica esistente.

Esso può risultare utile soprattutto se confrontato con la presenza di specie protette o con il parametro precedente (naturalità): infatti, ad esempio, laddove le conoscenze sono scarse, un approfondimento degli studi potrebbe portare alla modifica del livello di naturalità, rispetto a quanto riportato nel presente lavoro.

La scala di valutazione, in questo caso, comprende tre livelli base:

livello alto:

buone conoscenze sull'area, disponibilità di approfondimenti su alcune tematiche, disponibilità di una cartografia delle biocenosi bentoniche, anche su piccola scala;

livello medio:

discrete conoscenze sull'area, con o senza approfondimenti, cartografia delle biocenosi bentoniche parzialmente disponibile o solo su grande scala;

livello basso:

assenza di informazioni sulle biocenosi bentoniche e di una cartografia di base.

### **Occupazione della linea di costa**

Con l'occupazione della linea di costa si è voluto calcolare il rapporto esistente tra la superficie occupata da strutture quali dighe, pennelli, darsene, approdi portuali etc. e la superficie totale.

Tali strutture rappresentano a tutti gli effetti degli ostacoli per il trasporto sedimentario litoraneo, alterando in alcuni casi i processi di accumulo/sedimentazione e, di conseguenza, di erosione.

Per arrivare a definire tale rapporto è stata digitalizzata la linea di costa, creando degli *shapes* poligonali suddivisi in **spiaggia libera, porti ed opere di difesa**, per ognuno dei quali è stata calcolata la superficie (oltre quella totale).

E' stato in questo modo possibile evidenziare le aree nelle quali la linea di costa risulta essere maggiormente occupata da opere di natura antropica, le quali possono essere causa di occupazione di suolo a discapito del turismo balneare e provocare pesanti alterazioni nel regime di trasporto dei sedimenti e causa della distruzione di *habitat* naturali e, di conseguenza, della diminuzione di biodiversità.

### **L'analisi diacronica della linea di costa**

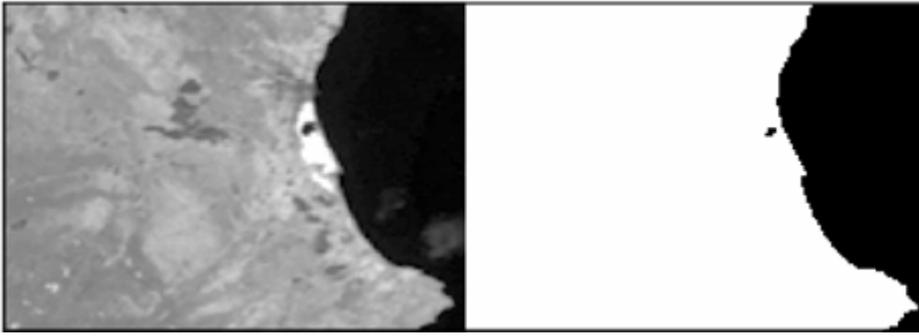
L'analisi dello spostamento della linea di riva è stata effettuata su basi Quickbird 2005 ed ortofoto del 1999, digitalizzando la linea di riva corrispondente al 1999, la quale è stata messa a confronto con quella estratta dalle immagini satellitari acquisite.

Per quel che riguarda l'estrazione della linea di riva da basi Quickbird, è stata utilizzata una metodologia di *image processing* (BEACHMED, 3° Quaderno tecnico).

Una volta acquisita l'immagine georeferenziata, è stata effettuata una operazione di *mosaicking* delle strisciate Quickbird, per avere su di un unico file l'immagine relativa a tutta la costa laziale.

Successivamente si è lavorata l'immagine attraverso una operazione di *density slicing* (suddivisione dell'immagine in isodensità) per la separazione terra/mare (operazione effettuata in pancromatico): il *density slicing* è un processo di raggruppamento dei livelli di grigio di una immagine in un dato numero di intervalli, attraverso l'utilizzo di una tabella a pseudo-colori che assegna a ciascun intervallo di livelli di grigio un colore, permettendo così una migliore rappresentazione della immagine.

In particolare esso è un processo di enfaticizzazione (o *enhancement*) delle immagini, ovvero quell'insieme di tecniche che vengono utilizzate per migliorare l'aspetto delle immagini allo scopo di facilitarne l'interpretazione visiva (Fig.1)



**Fig.1** – Esempio di *density slicing* -

L'operazione successiva è stata quella di applicare un filtro digitale alla immagine per il tracciamento della linea di riva, la quale è stata esportata in formato raster ed inserita nel GIS, dove è stata vettorializzata utilizzando opportune funzioni di trasformazione che hanno consentito di estrarre dal dato raster il vettore della linea di riva permettendo così di effettuare il confronto con la linea di riva del 1999.

### **Indice di occupazione agricola**

Con tale indice si intende rappresentare quanto del territorio di ciascun sito pilota è “occupato” da un utilizzo del suolo prevalentemente di tipo agricolo e/o vivaistico o floro-frutticolo.

Le classi di uso del suolo afferenti ai sistemi sopra indicati sono state raggruppate in un unico tematismo di cui è stata calcolata la superficie per effettuare il confronto sull'intero territorio in esame permettendo di mettere in relazione tale tematismo con le problematiche maggiori riscontrate nei siti pilota.

Le pratiche agricole influenzano direttamente ed indirettamente la zona costiera in tutte le sue componenti (ambientale, socio economica ed insediativa), è pertanto auspicabile sviluppare tale indice ai fini del monitoraggio delle condizioni ambientali, in accordo con le politiche di sviluppo economiche del litorale laziale.

## FASE 2a – Studio di approfondimento dei siti pilota

### Sito Pilota 1: Montalto-Tarquinia

Nella fase di approfondimento dei siti pilota individuati nella fase 1, si è focalizzata l'attenzione sulle principali problematiche presenti nell'area.

La prima fase del programma di lavoro ha evidenziato come, a scala regionale, l'urbanizzazione lungo costa, legata ad un uso prevalentemente agricolo del territorio, e l'erosione costiera siano i fattori che determinano le maggiori problematiche.

Ciò comporta una serie di conseguenze (evidenziate nella fase 1) come la perdita di *habitats* naturali (tra cui molte aree umide ed ecosistemi dunali, necessari al mantenimento della biodiversità e al naturale dinamismo della spiaggia) ed un carico antropico eccessivo che si riflette in un peggioramento costante della qualità ambientale (es° carta delle criticità ambientali, *cfr.* fase 1).

L'area presenta alcune specificità rispetto alla matrice in cui è inserita, avendo valori di criticità ambientale molto bassi rispetto alla media della Regione e condizioni di “naturalità” ancora abbastanza elevate.

Uno dei principali problemi del sito in esame è quello riguardante la regimazione dei corsi d'acqua, la cementificazione degli argini e la presenza di dighe di sbarramento, che causano una alterazione nel regime di trasporto dei sedimenti, la diminuzione della capacità di autodepurazione dei fiumi e l'intorbidimento delle acque di transizione (causa primaria della rarefazione delle praterie di *Posidonia oceanica*).

#### **Sedimento trasportato dai fiumi principali ed erosione costiera**

Lungo il settore in esame si ritrovano sabbie molto grossolane, spesso di natura bioclastica sui fondali rocciosi e poco acclivi (0,6-0,7%) che dal F. Fiora si estendono sino al F. Mignone; tali sedimenti sono presenti prevalentemente nella fascia batimetrica tra i -5 e -10 m.

Lungo l'arco costiero compreso tra il Fosso Chiarone e il Fiume Fiora, caratterizzato da una regolare topografia dei fondali, l'andamento del diametro medio dei sedimenti denota una diminuzione delle dimensioni con l'aumentare della profondità; i valori a -5 e -10 m sono assai simili (compresi fra 2,2 e 2,6  $\phi^2$ ), mentre maggiore variabilità è riscontrabile alla battigia.

---

<sup>2</sup> Krumbein (1934) propone come unità di misura per la granulometria dei sedimenti *phi* (logaritmo negativo in base 2 del diametro delle particelle espresso in mm).

E' noto come (rapporto *Il Mare del Lazio*, 2004) il Fiume Tevere rappresenti una sorta di "spartiacque" per quel che riguarda la genesi delle spiagge laziali, originando una sostanziale differenza tra quelle situate a Nord e quelle situate a Sud.

La diversa genesi delle spiagge a Nord e a Sud dell'apparato deltizio del Fiume Tevere oltre a ripercuotersi sulla loro evoluzione (le spiagge a Sud praticamente non hanno subito evoluzione negli ultimi 6000 anni), influisce sul loro stato di erosione, o meglio sull'entità e sulla progressione del fenomeno erosivo, le cui cause principali sono diverse per le due zone (CAPUTO *et al.*, 1991; Regione Lazio, 1986).

Per le spiagge a Nord l'erosione è imputabile principalmente a deficit di bilancio, conseguente alla diminuzione degli apporti solidi fluviali e in particolare della loro frazione più grossolana a seguito di dighe e sbarramenti sui corsi d'acqua, e della sistemazione idrogeologica dei versanti.

L'erosione, oltre a essere databile, è ovunque iniziata in corrispondenza delle foci fluviali (che per prime hanno risentito del deficit) per migrare, poi, sia in destra che in sinistra.

A tal proposito vengono di seguito presentati i dati ricavati dall'analisi diacronica della linea di riva. In particolare sono state individuate 10 stazioni di controllo lungo la costa dei comuni di Montalto e Tarquinia.

I dieci transetti sono stati scelti suddividendo la costa in intervalli di lunghezza equivalenti, in corrispondenza dei quali sono state effettuate le misurazioni di ampiezza della spiaggia.

In un precedente rapporto del Nomisma (BEACHMED, 2004) si evidenzia come, per spiagge morfologicamente simili a quelle della costa laziale, il valore ottimale di estensione debba essere di almeno 40-50 m ( $\pm 5$ m) (calcolato sulla base di indicatori economici e sociali).

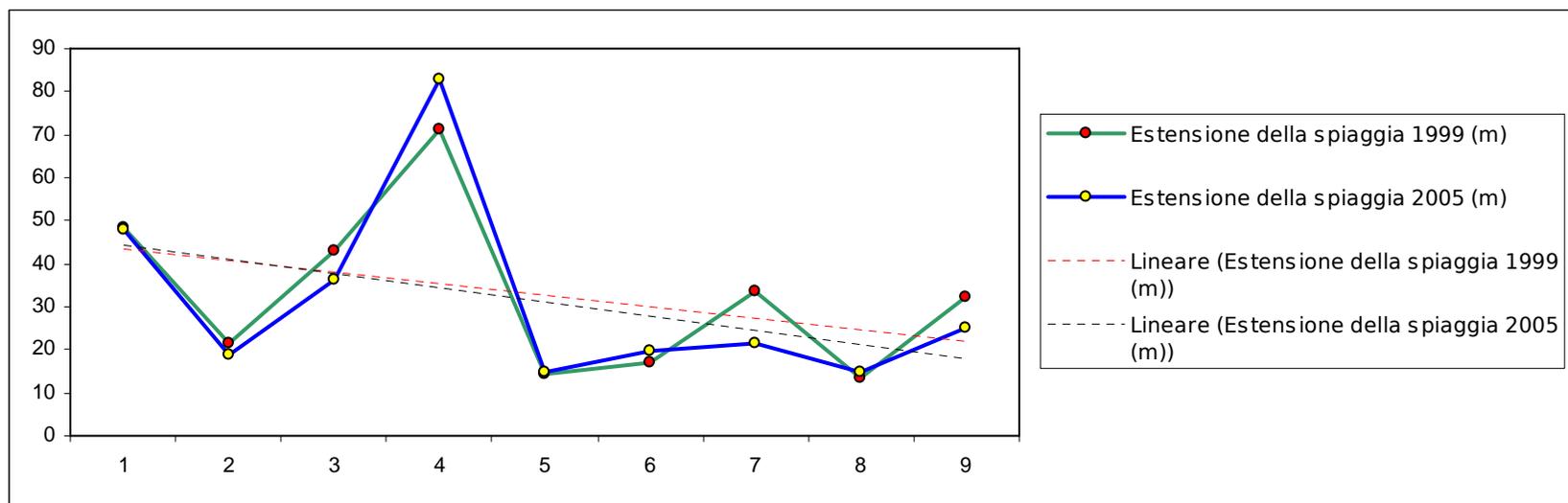
Seppur con le dovute precauzioni, relative alla difficoltà in questo contesto di ricavare l'effettivo valore minimo di ampiezza che consenta il mantenimento delle principali funzioni ecologiche ed ecosistemiche, si è deciso di utilizzare il valore di cui sopra come sufficientemente idoneo per questo tratto di costa.

Dalle misurazioni effettuate lungo il profilo di costa risulta come, sia nel 1999 che nel 2005 (ad esclusione delle aree soggette a ripascimento) soltanto il 10% dei transetti analizzati raggiunge tale valore, stimando un arretramento medio pari a circa 1,44 m.

Risulta possibile sviluppare da queste misurazioni (anche attraverso l'integrazione di dati aggiuntivi) un indicatore di estensione delle spiagge che metta in evidenza i diversi scenari, sviluppati sulla base del bilancio di accrescimento/regressione della spiaggia, considerando in leggera diminuzione (od anche equilibrio) i transetti in cui la diminuzione di estensione tra il 1999 ed il 2005 sia al di sotto di  $\pm 5$  m.

Transetto	Estensione della spiaggia 1999 (m)	Estensione della spiaggia 2005 (m)	$\Delta$ (m)
1	48.22	48	-0.22
2	21.46	18.86	-2.6
3	42.94	36.17	-6.77
4	71	82.7	11.7
5	14.15	14.97	0.82
6	16.91	19.62	2.71
7	33.7	21.36	-12.34
8	17.61	81.19	63.58
9	13.53	14.64	1.11
10	32.39	25.04	-7.35
<b>Totale (m)</b>	311.91	362.55	
Media 99 (m)	31.191		
Media 05 (m)	36.255		
Media 99 (Escluso ripascimento)	32.7		
Media 05 (Escluso ripascimento)	31.26222222		
$\Delta m$ (1999-2005)	<b>1.43777778</b>		

Zona soggetta a ripascimento

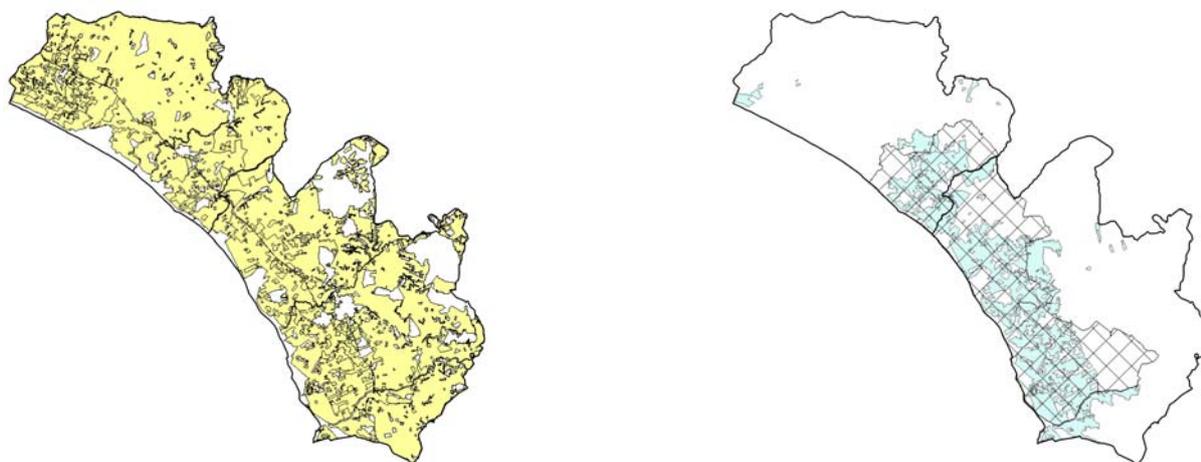


## Inquinamento diffuso

Come evidenziato in precedenza, nell'area in esame sono stati riscontrati numerosi problemi legati all'uso del suolo, destinato per la maggior parte ad un tipo di agricoltura intensiva.

Come si deduce dalla figura 2, la quasi totalità della superficie ricade nelle classi di uso del suolo afferenti ai sistemi agricoli e colturali più o meno intensivi.

Nel sito è inoltre presente una vasta area potenzialmente soggetta ad inquinamento da nitrati, corrispondente per larga parte alle aree di seminativi in aree irrigue, nella parte più soggetta alle canalizzazioni e regimazioni dei fiumi e canali, aumentando il rischio di inquinamento per le acque sotterranee, superficiali e di balneazione.

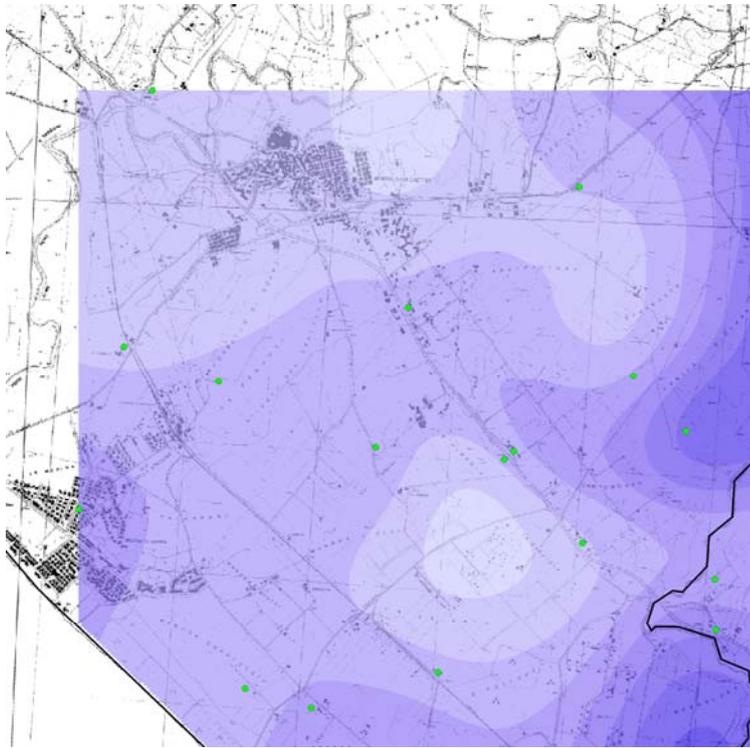


**Fig. 2** – A sinistra in giallo le classi di uso del suolo afferenti ai sistemi agricoli e colturali più o meno intensivi, a destra in retinato l'area soggetta a potenziale inquinamento da nitrati ed in celeste le aree relative ai sistemi irrigui.

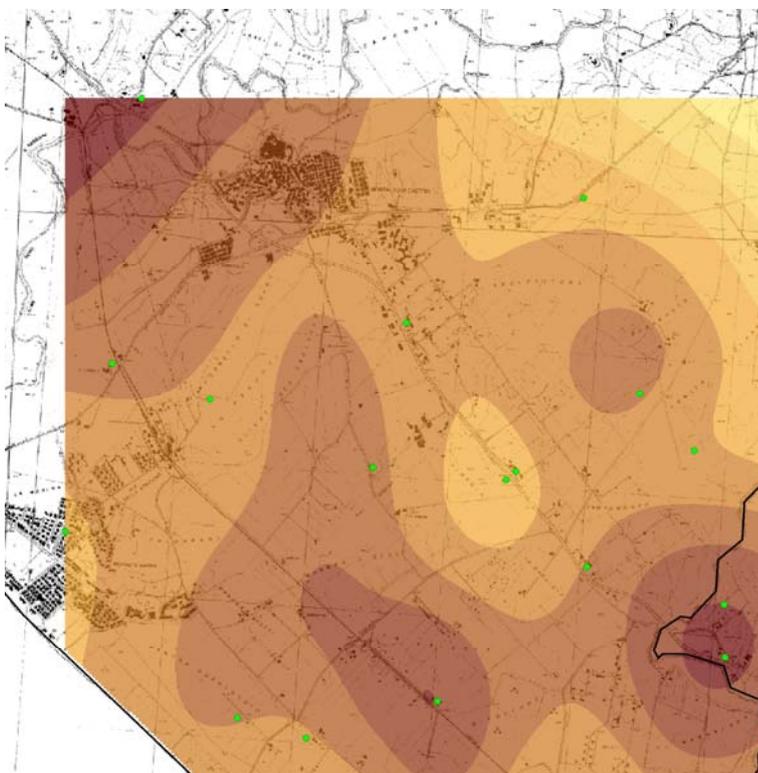
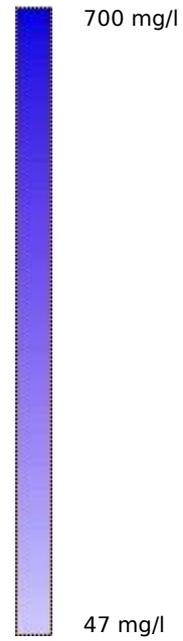
Grazie alla acquisizione dei dati relativi ad alcuni pozzi ubicati lungo costa è stato possibile ricostruire l'andamento della concentrazione dei principali parametri chimico-fisici delle acque sotterranee (Fig.3), seppur relativi ad un'area ristretta posta a cavallo tra Montalto di Castro e Tarquinia, più precisamente tra la foce del Fiora ed il Torrente dell'Arrone (Lelli T., *Valutazione preliminare dello stato ambientale delle acque sotterranee: acquifero costiero compreso tra il F.Fiora ed il T.Arrone*, Tesi di laurea A.A. 2003-2004).

Questi hanno evidenziato una condizione di peggioramento progressivo verso la costa a causa della elevata concentrazione di nitrati e cloruri. I carichi inquinanti sono da attribuire con molta probabilità alle concimazioni impiegate in agricoltura e a localizzati fenomeni di ingressione di acqua di origine marina provocati dalla risalita dell'interfaccia durante gli emungimenti.

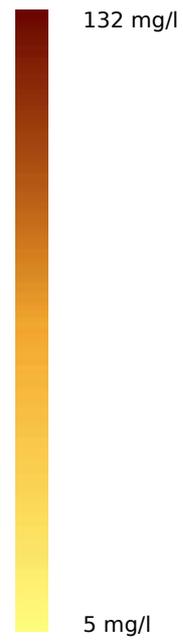
Dalla analisi del profilo dell'interfaccia acqua-dolce acqua salata sono infatti risultati a rischio i pozzi ubicati ad una distanza inferiore ai 600 metri dalla linea di costa.

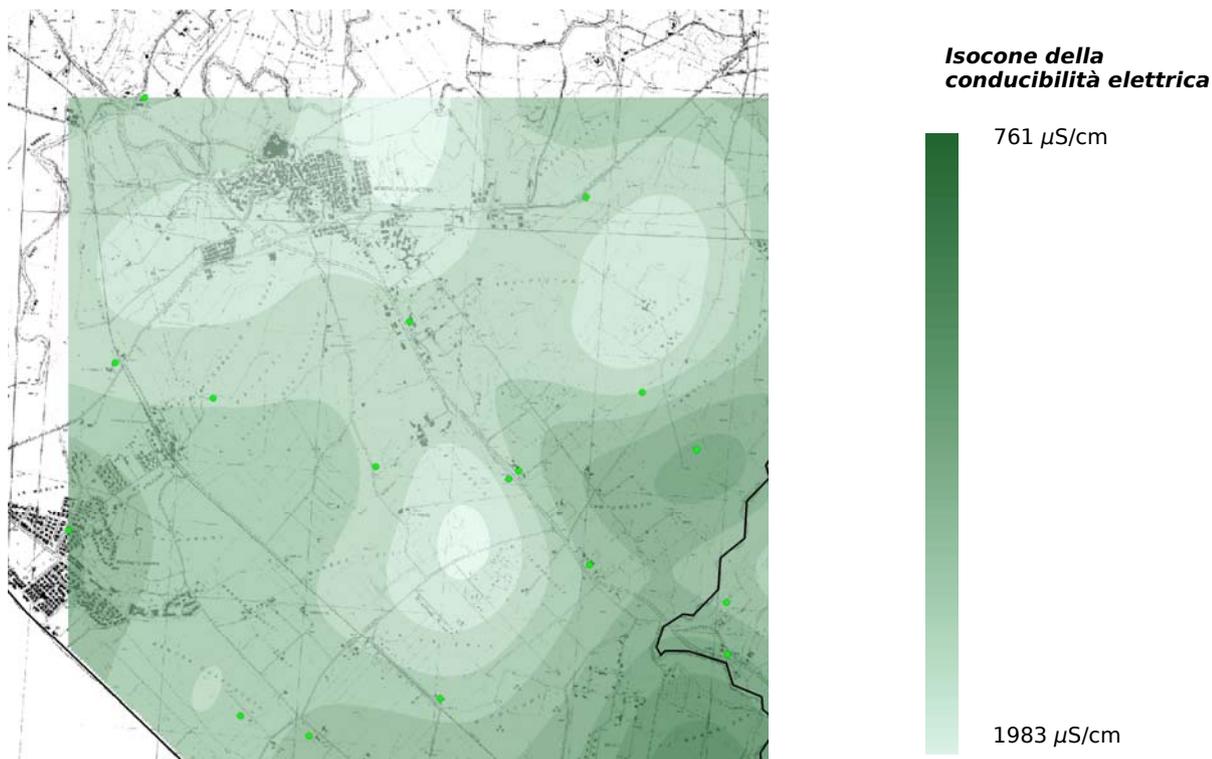


***Isocone dei cloruri***



***Isocone dei nitrati***





**Fig.3** – Nelle tre figure soprastanti sono rappresentati rispettivamente la distribuzione dei cloruri, quella dei nitrati e la conducibilità elettrica.

La situazione sopra illustrata si riscontra anche nella parte compresa tra l’abitato di Tarquinia e la foce del Fiume Mignone (Bellisario B., *Idrogeologia ed idrogeochimica della fascia costiera compresa tra la foce del Fiume Mignone e Civitavecchia (Lazio) e relazioni con gli usi attuali delle acque sotterranee*, Tesi di laurea A.A. 2002-2003), dove sono state evidenziate situazioni analoghe con frequenti episodi di inquinamento dell’acquifero con acque di origine marina e valori di concentrazione di cloruri e nitrati molto sopra il limite massimo consentito dalla legge.

E’ possibile così concludere come nel sito in esame la condizione quali-quantitativa delle acque sotterranee (soprattutto lungo costa) sia condizionata tanto dall’inquinamento diffuso da agricoltura quanto dagli eccessivi prelievi da pozzi (per uso irriguo e civile), ai quali va affiancata la distruzione degli *habitats* naturali come le dune e gli ambienti di retroduna che, in condizioni di naturalità rappresentano la normale “difesa” contro i fenomeni sopra elencati.

### Qualità dei corsi d'acqua superficiali

A fronte di una situazione pesantemente compromessa per quel che riguarda le acque sotterranee, anche le acque superficiali godono di livelli di qualità bassi.

Nella figura 4 sono visualizzate le classi di qualità dei principali corsi d'acqua presenti nel sito secondo l'IB.E. (Indice Biologico Esteso) ed il SECA, che rappresenta l'indice di qualità che sintetizza i valori dell'IBE e quello del LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori).



**Fig.4** – A sinistra classi di qualità secondo l'IBE, a destra la sintesi nell'indice SECA. Le bandierine nere rappresentano i punti sfavorevoli alla balneazione (*Rapporto sullo Stato dell'Ambiente*, Regione Lazio, 2004)

Le classi sono tutte comprese tra 2 e 4, evidenziando la scarsa qualità delle acque superficiali contraddistinte da ambienti inquinati e/o fortemente alterati.

La situazione peggiore si riscontra nel Fiume Marta, il cui corso è contraddistinto dai valori più bassi di qualità che tendono a peggiorare verso la foce, dove sono presenti 5 punti di campionamento per la qualità delle acque di balneazione tutti fuori norma (anno 2003).

La presenza di una ampia area interdetta alla balneazione a causa del superamento dei limiti imposti per legge fa riflettere come le conseguenze degli impatti relativi ai settori produttivi siano strettamente legate tra di loro, ostacolando ad esempio la crescita del turismo (sostenibile) il quale, date le caratteristiche naturalistiche della zona, potrebbe interessare un ampio bacino di utenza, rafforzando l'economia dell'area.

Per questo motivo si rende auspicabile estendere in futuro la sperimentazione ICZM all'intero bacino idrografico del fiume Marta, al fine di consentire una gestione delle problematiche in un ottica di più ampio respiro.

### Il valore naturalistico della costa

Come ampiamente discusso nella precedente relazione l'area è contraddistinta da valori "naturalistici" piuttosto elevati se confrontati con le altre zone costiere; proprio per questo motivo la gestione dovrebbe essere incentrata sul mantenimento e sul miglioramento delle condizioni ambientali.

Nel sito sono presenti numerose aree soggette a diversi gradi di protezione (pSIC, ZPS, Oasi, Aree Ramsar, Parchi) a fronte di una bassa densità insediativa.

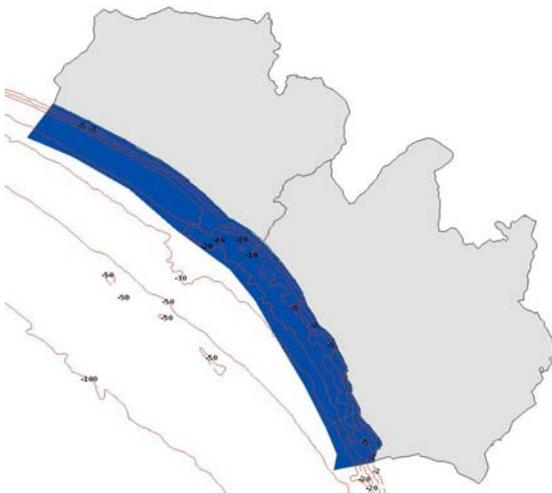
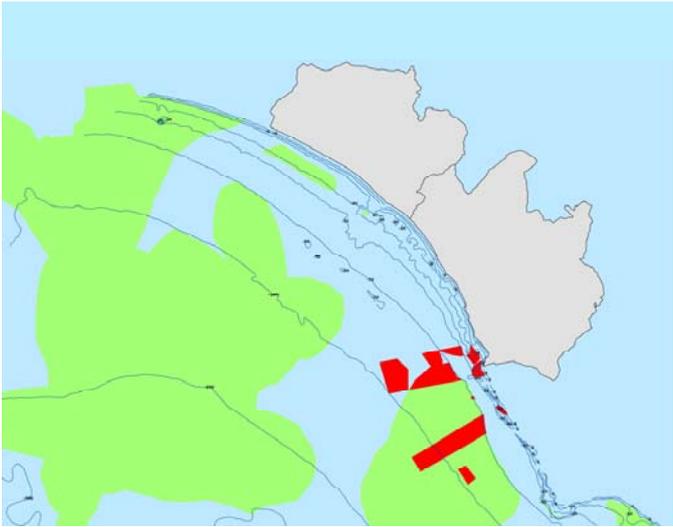


Fig.5 – Valore naturalistico della costa nel sito pilota 1 – Livello Alto -

Ad evidenziare ulteriormente il grado di naturalità delle coste e del mare prospicienti il sito è la presenza di numerose ed estese aree di pSIC a *Posidonia oceanica* ed aree di *nursery*, che contribuiscono ad aumentare la biodiversità nel sito in esame.

A tal proposito, utilizzando i criteri topologici tipici delle analisi GIS, si sono messe in evidenza quelle aree originate dalla sovrapposizione ponderata dei tematismi che contribuiscono a determinare i fattori di biodiversità ed in quanto tali da tenere in considerazione nello sviluppo delle future linee guida gestionali (fig 6)



**Fig.6** – Aree sensibili (verde)

### **Il Land Cover Change**

I dati utilizzati si riferiscono al Corine LACOAST, che rappresenta il consumo di suolo, espresso come percentuale di urbanizzato sulla superficie totale, in una fascia costiera ampia 10 Km.

A livello nazionale si assiste ad un generale incremento delle superfici dei terreni modellati artificialmente a scapito dei terreni agricoli (84%) e dei terreni boscati e aree seminaturali (16%), mentre l'incremento raggiunge punte elevatissime nella provincia di Viterbo, con percentuali superiori al 60%.

Il consumo di suolo (*land consumption*) nella fascia costiera in esame risulta essere molto elevato, innescando fenomeni del tipo *soil sealing* responsabile di numerosi problemi quali:

- Impedire lo scambio sottosuolo - superficie
- Ridurre l'infiltrazione delle piogge (strettamente legata all'aumento in intensità e numero degli eventi piovosi)
- Ridurre i tempi di corrivazione
- Perdita e frammentazione degli *habitats*
- Aumento del rischio alluvioni ed esondazioni

In particolare l'area pilota 1 viene indicata come zona di allerta idraulica e ad elevato rischio inondazione, in particolare tra il Fiume Fiora ed il Marta (Fig.7)

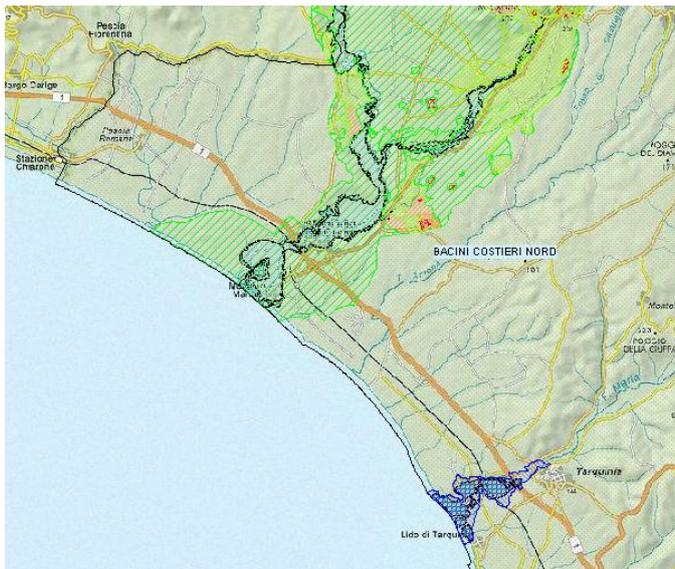


Fig.7 – Aree di allerta e rischio inondazione

### Occupazione della linea di costa

L'area è rappresentata da una percentuale molto bassa di occupazione della linea di costa pari al 2,45% della intera superficie (Tab.1).

Tab.1 – Occupazione della linea di costa

Classi	Acres	Hectares	AREA	PERIMETER
Spiagge	0,0132	0,0053	53,6064	36,8777
Spiagge	0,4966	0,2009	2009,8557	364,8590
Spiagge	22,1672	8,9707	89707,7608	4418,0440
Spiagge con opere di difesa	11,4616	4,6383	46383,4699	3225,4319
Spiagge	8,0354	3,2518	32518,4426	3106,7457
Spiagge	45,9773	18,6063	186063,7056	8837,2422
Spiagge	115,0355	46,5532	465532,1974	17408,8434
Spiagge	82,5429	33,4039	334039,3948	12317,2583
Spiagge	168,8616	68,3358	683358,9953	23447,5882
Spiagge	13,2647	5,3680	53680,5449	4957,7944
		Tot. Superficie	<b>1893347,97</b>	
		Tot. Superficie occupata	<b>46383,46</b>	
Superficie occupata da opere di difesa sul totale (%)	<b>2,45</b>			

Ciò rappresenta un dato molto importante se messo in relazione con lo stato ambientale generale in cui si trova la componente marino-costiera.

E' infatti ipotizzabile come, data la scarsità di strutture portuali, pennelli, dighe e sbarramenti ad occupare la spiaggia, le attività economiche e commerciali come la pesca ed il turismo portuale non hanno trovato una dimensione tale da poter compromettere l'assetto naturale dell'area, enfatizzando ancor di più le problematiche legate invece alla agricoltura.

Il parametro utilizzato può essere messo in relazione inoltre con l'analisi diacronica della linea di riva, dalla quale si evidenzia come (in confronto alle altre due realtà in esame) il sito pilota 1 sia quello che soffre in maniera minore dei problemi legati alla erosione costiera.

L'occupazione della linea di costa può rappresentare un buon indicatore per il monitoraggio delle politiche ICZM, avendo la possibilità di misurare la reale occupazione di suolo ad opera delle infrastrutture presenti sulle spiagge.

### **Occupazione agricola del territorio**

Nel sito pilota 1 (Comuni di Montalto di Castro e Tarquinia, Provincia di Viterbo) si riscontra una situazione particolare, nella quale a fronte di un grado di "naturalità" residua abbastanza elevato, si trova il più alto indice di occupazione agricola riscontrato (Tab.2).

**Tab.2** – Indice di occupazione agricola; sito pilota 1

	<b>Superficie occupata</b>
Totale intera superficie	896025723,3
Classi uso del suolo afferenti ai sistemi agricoli	711944130,0
	<b>Percentuale</b>
<b>Indice di occupazione agricola del territorio</b>	<b>79,46</b>

Il valore stimato (quasi l'80 % dell'intera superficie territoriale) evidenzia ancora di più quanto problematica sia la gestione di questo territorio dal punto di vista agricolo, essendo un settore trainante dell'economia, ma al tempo stesso causa delle principali problematiche (dirette o indirette) dal punto di vista ambientale.

Il riferimento è al provato inquinamento degli acquiferi sotterranei, l'avanzamento del cuneo salino, la regimazione dei corsi d'acqua che negli anni ha portato ad un forte squilibrio dei sedimenti con conseguenze sulle praterie di *Posidonia oceanica*, la balneabilità di alcune zone costiere e l'amplificazione degli eventi erosivi.

Certamente l'agricoltura non è il solo problema presente ma, dalle analisi effettuate nella prima parte del progetto di sperimentazione e dalla presente fase di approfondimento si può certamente

affermare la necessità di intervenire verso una attenta e rinnovata gestione della agricoltura per un corretto funzionamento delle politiche di ICZM.

## **Sito Pilota 2: Ostia – Tenuta Presidenziale di Castel Porziano**

Il sito pilota di Ostia è contraddistinto dalla presenza di estese aree sottoposte a diversi regimi di tutela ambientale, in particolare troviamo:

<i>Castel Porziano (Querceti igrofili)</i>	<b>pSIC</b>	IT6030028
<i>Castel Porziano (Fascia costiera)</i>	<b>pSIC</b>	IT6030027
<i>Terme di Nettuno</i>	<b>SIN/SIR</b>	IT6030063
<i>Castel Porziano (P.Camilletto)</i>	<b>SIN/SIR</b>	IT6030071
<i>Castel Porziano (Tenuta presidenziale)</i>	<b>ZPS</b>	IT6030084
<i>Litorale Romano</i>	<b>Riserva Naturale Statale</b>	
<i>Decima – Malafede</i>	<b>Riserva Naturale Regionale</b>	

L'importanza ecologica e paesaggistica di questo tratto di costa sabbiosa è testimoniato dal fatto che tale ambiente, tipico della regione biogeografia mediterranea, è ormai presente nel territorio nazionale in modo sempre più frammentario.

Nel litorale romano, in particolare, su circa 24 chilometri di costa bassa i tratti che ancora conservano dune in condizioni naturali, e “libere” da infrastrutture, risultano essere solamente 5,8 km circa.

Tra questi è compreso il pSIC Castel Porziano (fascia costiera) individuato con Codice Natura 2000 IT6030027.

Il pSIC, nonostante la pressione antropica, conserva ancora un equilibrio ecologico e geomorfologico anche se si riscontrano i segni dei processi erosivi che producono una progressiva diminuzione della complessità ecologica del sistema dunale, un costante assottigliamento delle dune e la rarefazione dei cordoni prossimi al mare.

I cordoni dunali, in alcuni tratti, risultano discontinui ed isolati. La loro frammentazione è particolarmente accentuata laddove, lungo la fitta rete di sentieri trasversali e longitudinali al sistema dunale, si concentra il passaggio dei bagnanti.

Nell'area è sempre più frequente osservare il processo di arretramento dei rilievi dunali e la formazione di estese superfici di spianamento. Questa forma erosiva è creata dall'azione antropica (es. pulizia meccanica dell'arenile) al fine di aumentare le superfici utili per i servizi di balneazione. Particolarmente critico è lo stato di salute del settore interdunale e delle dune fisse di Castelporziano (spiaggia comunale); la presenza di circa 5 - 6 km di strade interne, parcheggi ed infrastrutture di servizio sta determinando una sempre più marcata frammentazione del sistema dunale ed un accentuazione dei processi erosivi eolici (es. avanzamento della duna sulla macchia mediterranea).

La fascia costiera di Capocotta e Castelporziano risulta compresa all'interno del perimetro della Riserva naturale Statale "Litorale Romano".

Essa è individuata come Area tipo 1 essendo tale area caratterizzata da «*ambienti di rilevante interesse naturalistico, paesaggistico e culturale con limitato o inesistente grado di antropizzazione*».

L'area risulta inoltre soggetta a vincolo paesistico ai sensi della (L.R. 24/98 Capo II) e sottoposta alle seguenti forme di tutela:

- l'**Art. 5** (*Protezione delle fasce costiere marittime*) Comma 1, della Delibera della Giunta Regionale del 30 luglio 1999 n. 4471, indica che "sono sottoposti a vincolo paesistico i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare".
- Al **Comma 6** del suddetto articolo si legge che "i manufatti debbono salvaguardare le preesistenze naturalistiche, avere preferibilmente carattere precario e non possono comunque consistere in opere murarie". Le attrezzature balneari dovrebbero avere carattere provvisorio e limitate alla balneazione e al ristoro.
- All'**art. 36 Tutela dei beni A1 – Zone costiere** si legge inoltre che l'area in esame è sottoposta a tutela orientata finalizzata al mantenimento della macchia e della sua continuità.

In particolare sono stati osservati problemi legati a:

- Cementificazione delle aree dunali per la costruzione di parcheggi Impermeabilizzazione della fascia retrodunale finalizzata all'allargamento dell'arenile,
- Costruzione di vie di comunicazione quali strade, percorsi carrabili, asfaltati e non, che hanno modificato le caratteristiche ambientali del sito.
- Il transito di mezzi motorizzati pesanti (macchine per l'escavazione e pale meccaniche) utilizzati per un'impropria manutenzione ordinaria dell'arenile, effettuato a danno del cordone dunale con gravi forme di alterazione del profilo morfologico della duna e danni alla vegetazione spontanea.
- Taglio non regolamentato della vegetazione
- Movimenti terra e/o reinterri fatti a scapito del cordone dunale, provocando un'alterazione delle caratteristiche morfologiche delle dune costiere nonché un danneggiamento della flora spontanea dunale dell'area.

## **Erosione costiera**

Il grado di erosione delle spiagge risulta essere localizzato principalmente sulla parte di litorale prospiciente Ostia lido, dove sono stati effettuati degli interventi di ripascimento.

In precedenza si era accennato alla diversa genesi che contraddistingue le spiagge a Sud e a Nord dell'apparato deltizio del Fiume Tevere.

Per le spiagge a Sud, ove i sedimenti possono considerarsi fossili, l'erosione è iniziata più tardi ed è stata più uniformemente diffusa, almeno all'inizio.

La causa iniziale non può essere imputabile ad un deficit di bilancio, ma bisogna piuttosto pensare a interventi antropici che hanno prima impedito il libero scambio di sedimenti fra spiaggia emersa e spiaggia sottomarina (distruzione dei cordoni costieri, costruzione di strade ed edifici in prossimità della battigia, etc.) e quindi mutato il regime idrodinamico costiero (opere di difesa e porti), con effetti spesso deleteri.

Il litorale di Ostia Lido è soggetto da anni ad un fenomeno di erosione delle spiagge particolarmente intenso che, oltre a creare problemi alle infrastrutture litoranee, ha determinato una forte penalizzazione delle attività turistiche e dell'indotto, con pesanti ripercussioni sociali e economiche su tutta la cittadinanza.

Negli ultimi decenni, il diminuito apporto solido del fiume Tevere ha innescato fenomeni erosivi progressivi di arretramento medi della battigia di circa 100 metri ed il variato regime di trasporto solido determina in effetti un deficit globale tra apporto naturale e capacità di trasporto stimato in circa 100-150.000 mc/anno.

Dato che i prelievi di inerti dall'alveo fluviale sono stati inibiti già da alcuni anni, la diminuzione di apporto solido è ascrivibile ai numerosi interventi di protezione del suolo effettuati nell'entroterra ed ai bacini idroelettrici realizzati.

Tutto ciò si è sommato a cause naturali quali l'aumento secolare del livello marino, la subsidenza naturale e indotta, le variazioni cicliche del clima meteomarinico che, specialmente nel caso di spiagge fossili, possono essere un fattore di grandi mutamenti.

L'analisi della variazione della linea di costa, effettuata anch'essa su dieci transetti distribuiti in maniera omogenea lungo la linea di riva, indica come sulle ortofoto del 1999 il 70% di questi raggiungessero il valore ottimale stimato di 50 m ( $\pm$  5m) mentre nel 2005 si è arrivati al 50% (ripascimenti compresi).

Questo tratto di litorale è caratterizzato da spiagge molto più ampie rispetto alla media laziale ma, nonostante ciò, è da mettere in evidenza come l'elevato tasso di urbanizzazione lungo costa e la costruzione di opere di sbarramento artificiale (ivi compresi i porti) siano la causa principale dello

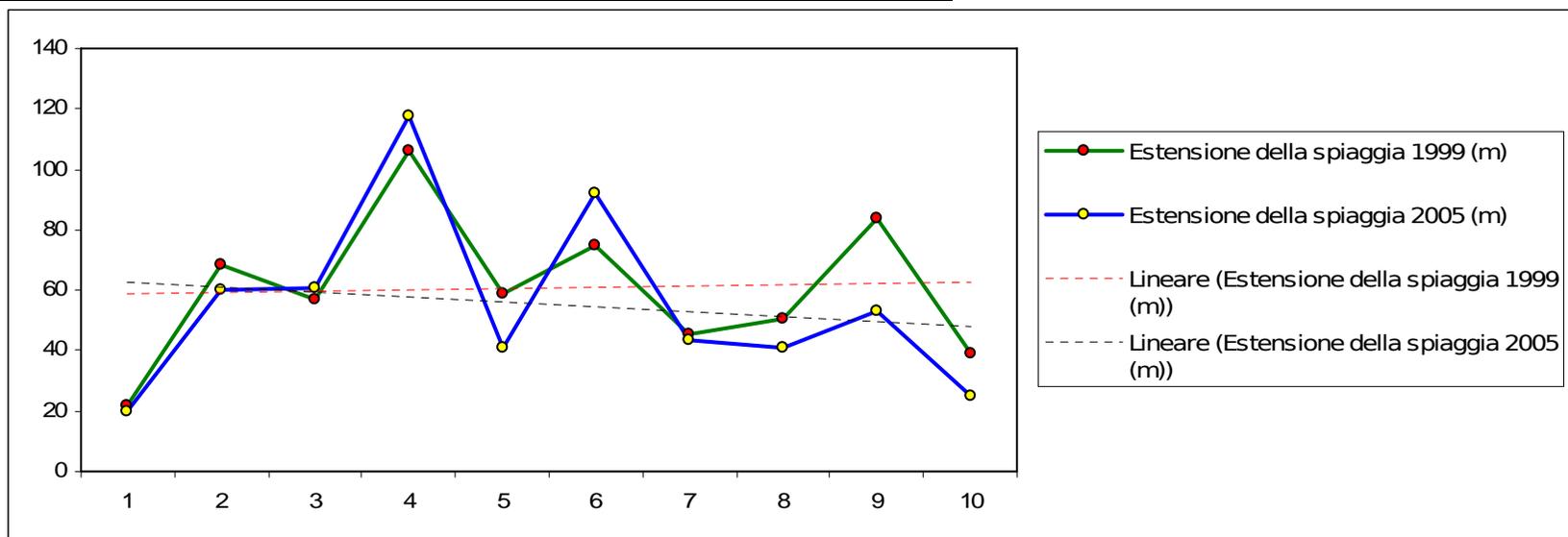
sbilanciamento degli apporti sedimentari, a loro volta causa primaria dei processi erosivi in atto; a tal proposito si riportano i dati relativi alla occupazione della linea di costa (Tab.3).

A testimonianza di ciò sono i dati relativi ai transetti presenti nelle aree protette (pSIC) dove si riscontrano valori più bassi di differenza di ampiezza, segno che la gestione (per quanto difficoltosa) delle caratteristiche naturali di queste aree ha fatto sì che i processi di erosione siano meno marcati che in altri punti del sito.

**Tab.3** – Indice di occupazione costiera

<b>Classi</b>	<b>Acres</b>	<b>Hectares</b>	<b>AREA</b>	<b>PERIMETER</b>
Spiagge	55,18	22,33	223292,22	5435,16
opere di difesa	57,06	23,09	230907,32	11411,09
Spiagge	799,05	323,36	1499605,94	24193,45
Porti			23538,63	1761,59
Porti			30851,94	2061,21
		Tot. Superficie	<b>2008196,05</b>	
		Tot. Superficie occupata	<b>285297,89</b>	
Superficie occupata da opere di difesa e/o porti sul totale (%)	<b>14,21</b>			

Transetto	Estensione della spiaggia 1999 (m)	Estensione della spiaggia 2005 (m)	$\Delta$ (m)
1	22	20	-2
2	68,22	60,28	-7,94
3	56,66	60,63	3,97
4	106,17	117,61	11,44
5	58,98	40,76	-18,22
6	75,05	92,032	16,98
7	45,31	43,76	-1,55
8	50,82	41	-9,82
9	83,92	53,32	-30,6
10	39,2	24,67	-14,53
<b>Totale (m)</b>	606,33	554,062	
Media 99	60,633		
Media 05	55,4062		
$\Delta m$ (1999-2005)	<b>5,2268</b>		



L'area è caratterizzata da dune costiere ancora integre per lunghi tratti, allineate a formare rilievi sempre più antichi verso l'interno, costituito da migliaia di pini e lecci d'alto fusto, minacciati dall'aerosol marino inquinato, di macchie di lentisco e fillirea dove non mancano conigli selvatici, istrici, ricci, tassi, uccelli di macchia e rapaci; si trovano inoltre centinaia di canali e di fossi, talvolta ancora bordati dalla vegetazione ripariale con frassino meridionale, superstite delle antiche paludi. La piana di Maccarese attraversata dal fiume Arrone e quella di Ostia lambita dal Tevere sono aree destinate in gran parte ad attività agricole, attività che richiederebbero maggiori cure anche nella prospettiva di operare in campo agricolo nel rispetto degli equilibri ambientali, anche se si riscontrano valori molto bassi di occupazione agricola del territorio (Tab.4), che rappresenta sicuramente una percentuale molto bassa rispetto alla media delle altre realtà costiere.

Tab.4 – Indice di occupazione agricola

	<b>Superficie occupata</b>
Totale intera superficie	185862021,50
Classi uso del suolo afferenti ai sistemi agricoli	49120960,79
	<b>Percentuale</b>
<b>Indice di occupazione agricola del territorio</b>	<b>26,43</b>

Sul litorale compreso tra Ostia e Torvaianica è presente uno dei pochi tratti di costa laziale in cui troviamo quasi integra la duna costiera che altrove ha lasciato il posto a strade, stabilimenti, case e parcheggi.

In queste aree è possibile osservare la successione della vegetazione che, in fasce parallele al mare, passa dai cespi sparsi delle specie erbacee annuali (fascia del Cakileto), ai cordoni sormontati dai cespugli di graminacee perenni (fascia dell'Ammofileto), e, attraverso le aree depresse interdunali con canne e ontani, alla macchia "a ginepri e fillirea".

Solo il tratto di dune di Capocotta è compreso nei confini della riserva ed è stato di recente espropriato dal Comune che ne ha affidata la gestione a soggetti privati.

Il tratto di Castel Porziano, invece, è gestito da molti anni come arenile pubblico, ad eccezione del tratto più a Nord che fa parte della Tenuta Presidenziale.

## **Il Land Cover Change**

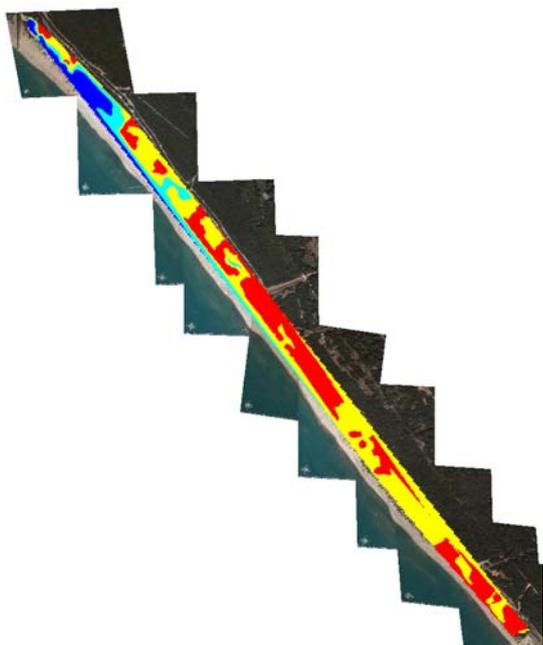
Per quel che riguarda il cambiamento d'uso del suolo (*Corine Lacoast*) nell'area in esame si assiste ad una inversione di tendenza rispetto all'intero litorale laziale.

Confrontando i dati *Corine* degli ultimi anni si nota come i cambiamenti più sostanziali di destinazione d'uso hanno interessato le classi di uso del suolo afferenti ai sistemi produttivi,

insediativi e residenziali a scapito di quelli agricoli, in sintonia con il basso indice di occupazione agricola calcolato per l'area.

Particolare attenzione va invece posta allo sviluppo urbanistico ed infrastrutturale che negli ultimi anni ha interessato vaste zone, ivi comprese aree sottoposte a tutela (aumentandone in maniera considerevole il carico antropico), con la costruzione di vie di accesso, parcheggi e strutture che, a norma di legge, non dovrebbero avere carattere permanente ma stagionale, legato ai soli periodi di attività turistica,

Ne è un esempio la situazione relativa al calpestio delle dune di Capocotta; nella figura di lato (Fig.8), in rosso sono evidenziate le zone a maggiore concentrazione di passaggi ed accessi alla spiaggia ed i parcheggi. L'elaborazione è avvenuta su base Quickbird attraverso la digitalizzazione a video delle strade, i parcheggi e le aree ristoro all'interno della duna, attraverso l'analisi geostatistica della densità di accessi nell'area della duna.



**Fig.8** – Analisi geostatistica della densità di accessi nell'area della duna di Capocotta

L'intensa attività di trasformazione del suolo e del reticolo idrografico superficiale ha inoltre aumentato il rischio esondazione e posto l'area a rischio idraulico da elevato a molto elevato (Fig.9).



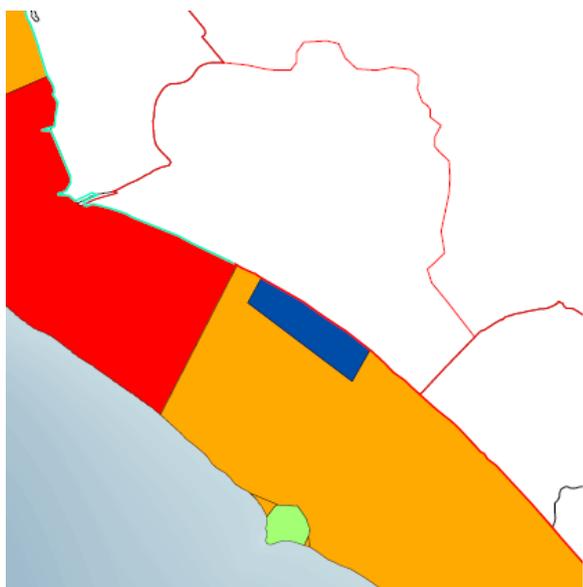
**Fig.9** – Aree a rischio esondazione ed idraulico molto elevato

## Il valore naturalistico della zona costiera

Come descritto in precedenza, è possibile dare una valutazione sul grado di naturalità delle coste, il quale non dipende solamente dalla presenza di determinate specie o ecosistemi, ma da una serie di condizioni, tra cui il grado di conservazione e le eventuali minacce alla loro integrità e conservazione.

Nel caso del sito pilota 2 (Fig.10) tale valore è molto diversificato a seconda della distanza dalla linea di riva e dalla vicinanza con l'apparato deltizio del Fiume Tevere.

Valori bassi, corrispondenti ad una elevata o elevatissima presenza di alterazioni di origine antropica (presenza di porti industriali, commerciali o nautici, impianti di estrazione, grossi insediamenti urbani) e scarsa o scarsissima presenza di ecosistemi o di specie aventi un buon valore naturalistico, unita alla pressochè totale assenza di ecosistemi originari, sono presenti nel tratto di costa in prossimità della foce del Tevere.



**Fig.10** – Valore naturalistico delle coste: si noti la eterogeneità nella distribuzione dei valori

Nella eterogenea distribuzione dei valori di “naturalità” è da sottolineare la presenza di una ampia area prospiciente la Tenuta Presidenziale caratterizzata da lievi alterazioni di origine antropica e la presenza di ecosistemi originari poco minacciati (livello alto) e l’area ad elevata naturalità (livello molto alto) corrispondente all’unica area marina protetta del Lazio, le Secche di Tor Paterno.

Queste sono costituite da una formazione rocciosa, coperta da organismi animali e vegetali, che si presentano come una vera e propria isola sul fondo del mare, in un ampio "deserto" di sabbia e fango. La profondità massima è di circa 60 metri mentre la sommità della "montagna" giunge a 18 metri sotto il livello del mare. Nulla emerge dall'acqua, né è normalmente visibile dalla superficie.

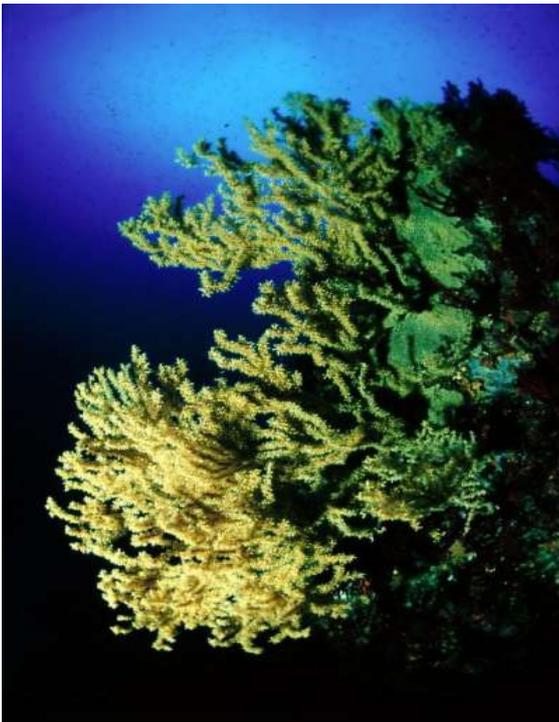
Le condizioni di torbidità, assai variabili, sono legate agli improvvisi mutamenti del regime delle correnti, causati dalla vicinanza con il delta del Tevere.

La sommità del banco roccioso è popolata dalla *Posidonia oceanica* che qui vive fino a circa 25 metri di profondità. Più in profondità si trovano interessanti colonie di celenterati, stretti parenti del corallo, come la bellissima Gorgonia rossa e gli Alcionari, rarissimi altrove. Uno studio di pochi anni fa attesta la presenza di *Gerardia savaglia*, un raro celenterato noto come "Corallo nero" (fig.11).

Sono numerose le specie di pesci, sia di fondale, come la Murena, il Gronco, e la Rana pescatrice, che di acque libere, come la Spigola, il Cefalo, l'Occhiata, il Sarago. In superficie, in alcune stagioni, non è difficile avvistare i delfini.

Il 29 novembre 2000, il Ministero dell'Ambiente ha dichiarato la zona delle secche di Tor Paterno "Area Marina Protetta", affidandone la gestione a RomaNatura.

Questa è l'unica Area Marina Protetta in Italia ad essere completamente sommersa e a non includere alcun tratto di costa.



**Fig.11** – Il corallo nero, nonostante il nome, di nero ha solo lo scheletro, mentre la parte esterna, quella vivente con i polipi è di un giallo molto vivo. Vive in fondali molto profondi oltre i cinquanta metri. E' un celenterato classificato nel gruppo degli antozoi ma in effetti è solo un parente del corallo rosso e delle gorgonie, appartenenti al gruppo degli ottocoralli, formati cioè da polipi che posseggono otto ( o multipli di 8) tentacoli. Il corallo nero è un esacorallo poichè i suoi polipi hanno 6 ( o multipli di sei) tentacoli. Lo scheletro nell'aspetto è simile all'ebano sia per colore che per lucentezza ed è avvolto da tessuto connettivo, il cenosarco.

### **Sito Pilota 3: Terracina – Fondi**

L'area compresa tra i Comuni di Terracina e Fondi è stata identificata come terzo sito pilota nel quale intraprendere la sperimentazione ICZM poiché ben rappresenta il contrasto esistente tra conservazione degli ecosistemi costieri e sviluppo economico.

Qui si ritrovano problematiche comuni al primo sito pilota (erosione, agricoltura, inquinamento dei corsi d'acqua superficiali, rarefazione delle praterie di *Posidonia oceanica*) ma originate da una diversa genesi ed impattanti in maniera differente sul territorio.

Basti pensare che la causa principale della distruzione delle praterie di *Posidonia oceanica* è imputabile in larga parte a fenomeni di pesca a strascico sottocosta e solo in minima parte alla regimazione dei corsi d'acqua a seguito della bonifica della Pianura Pontina, contrariamente a quanto avviene ad esempio nel sito pilota 1.

Risulta quindi di particolare interesse lo studio di aree soggette a problematiche comuni ma originate da fenomeni differenti poiché permette di sperimentare differenti linee gestionali e di sviluppo per la crescita delle zone costiere.

#### **Erosione costiera ed occupazione della linea di costa**

Come già ampiamente discusso precedentemente le spiagge a Sud dell'apparato deltizio del Fiume Tevere sono caratterizzate da una diversa genesi che, oltre a ripercuotersi sulla loro evoluzione, influisce sul loro stato di erosione, o meglio sull'entità e sulla progressione del fenomeno erosivo, le cui cause principali sono diverse.

Per le spiagge, dove i sedimenti possono considerarsi fossili, l'erosione è iniziata molto tardi ed è stata più uniformemente diffusa, almeno all'inizio.

La causa è imputabile agli interventi antropici che hanno impedito il libero scambio di sedimenti fra spiaggia emersa e spiaggia sottomarina (distruzione dei cordoni costieri, costruzione di strade ed edifici in prossimità della battigia, etc.) e quindi mutato il regime idrodinamico costiero (opere di difesa e porti).

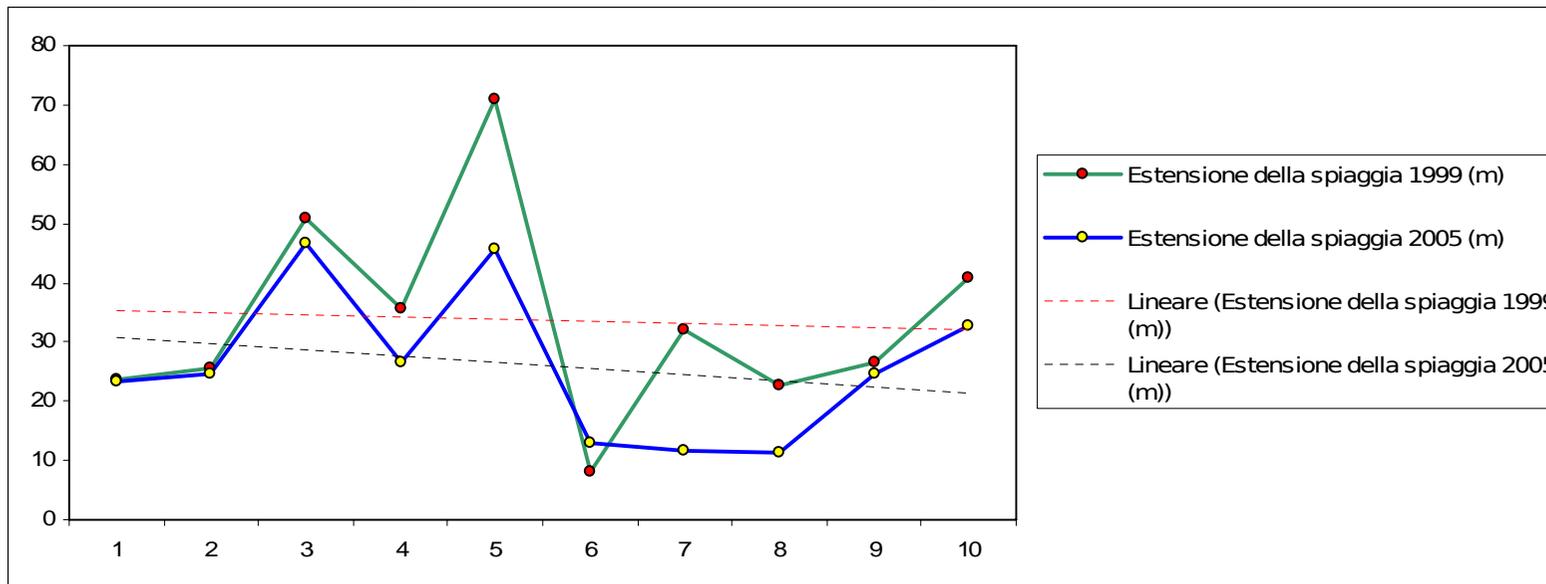
L'analisi diacronica della linea di riva ha identificato questo sito come quello più sofferente dal punto di vista dell'erosione costiera, con una differenza di ampiezza tra l'anno 1999 e 2005 di oltre 7 metri, raggiungendo in alcuni punti valori elevatissimi in cui la spiaggia sta completamente scomparendo. Dal confronto con i dati relativi all'occupazione della linea di costa (Tab.5) si deduce come il problema principale dell'erosione costiera sia la cementificazione e l'intervento antropico in prossimità della battigia, essendo contraddistinto infatti dalla più elevata percentuale di occupazione costiera riscontrata (il 20%).

Non bisogna inoltre dimenticare come negli anni passati nell'area del sud del Lazio, in particolare il sud Pontino, l'abusivismo concretizzatosi nella selvaggia cementificazione delle dune costiere (rari esempi di dune fossili relitte e "fiore all'occhiello" di questa zona) ha causato l'arretramento del piede della duna con il conseguente avanzamento del mare, alterando completamente l'equilibrio esistente alla interfaccia terra-mare.

**Tab.5** – Indice di occupazione costiera

<b>Classi</b>		<b>Perimetro</b>	<b>Area</b>	<b>Acri</b>	<b>Ettari</b>
Spiagge		2707,98	58005,86	14,33	5,80
Porti		298,41	2703,55	0,67	0,27
Porti		1644,63	36392,95	8,99	3,64
Porti		1062,62	14415,42	3,56	1,44
Spiagge		18346,68	362686,01	89,62	36,27
Spiagge		907,18	31032,92	7,67	3,10
Spiagge		2424,62	48116,93	11,89	4,81
Spiagge		10389,65	249404,07	61,63	24,94
Spiagge con opere di difesa		8825,20	249537,65	61,66	24,95
Spiagge		15570,28	457165,10	112,97	45,72
		Tot. Superficie	<b>1509460,46</b>		
		Tot. Superficie occupata	<b>303049,57</b>		
Superficie occupata da opere di difesa sul totale (%)	<b>20,08</b>				

Transetto	Estensione della spiaggia 1999 (m)	Estensione della spiaggia 2005 (m)	$\Delta$ (m)
1	23,63	23,41	-0,22
2	25,58	24,6	-0,98
3	50,97	46,61	-4,36
4	35,63	26,6	-9,03
5	71,07	45,54	-25,53
6	8	13	5
7	32,08	11,59	-20,49
8	22,69	11,18	-11,51
9	26,5	24,64	-1,86
10	40,66	32,77	-7,89
<b>Totale (m)</b>	336,81	259,94	
Media 99 (m)	33,681		
Media 05 (m)	25,994		
$\Delta m$ (1999-2005)			<b>7,687</b>

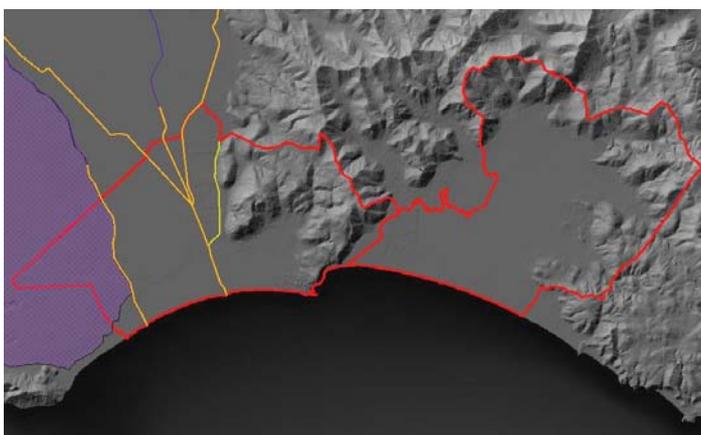


## Stato di salute dei corpi idrici superficiali

Per quanto riguarda lo stato dei corpi idrici superficiali, la situazione risulta particolarmente negativa.

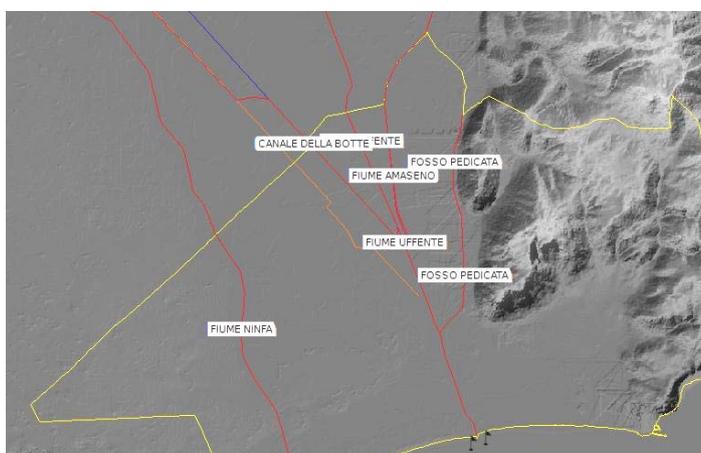
Come si può notare dalla figura 12, i corsi d'acqua monitorati attraverso l'utilizzo dell'indice biotico esteso (I.B.E.) risultano essere in classi III e IV, corrispondenti ad ambienti molto inquinati e molto alterati.

Nella parte ovest del comune di Terracina, a ridosso del promontorio del Circeo, si ha inoltre la presenza di una estesa area soggetta ad inquinamento da nitrati, corrispondente in larga parte alla piana bonificata pontina.



**Fig.12** – Classi di qualità dell'I.B.E. e (retinato) area soggetta ad inquinamento da nitrati

Anche l'indice SECA restituisce valori molto bassi di qualità, compresi tra 4 e 5, corrispondenti ad ambienti fortemente alterati; in pratica si osserva un netto peggioramento dei corsi d'acqua superficiali, che raggiunge il massimo sul Fiume Uffente, alla cui foce si riscontrano alcuni punti sfavorevoli alla balneazione (Fig.13).



**Fig.13-** Indice SECA: valori compresi tra 4 e 5, da notare la presenza alla foce dei punti interdetti alla balneazione

Dal punto di vista della occupazione agricola, il sito è contraddistinto da una percentuale pari a circa il 70%, occupando quasi per intero l'intera superficie ad esclusione delle zone collinari/montuose dei Monti Ausoni Meridionali, che dividono i Comuni di Terracina e di Fondi. Particolarmente significativa è la presenza delle colture orticole in serra e sotto plastica in aree irrigue (circa il 5% dell'intero territorio agricolo), concentrate a ridosso dei rilievi e in un'area considerata ad elevato inquinamento da nitrati, innescando una serie di problematiche relative alla condizione quali-quantitativa delle acque sotterranee e superficiali.

**Tab.6** – Indice di occupazione agricola

	<b>Superficie occupata</b>
Totale intera superficie	74896.317
Classi uso del suolo afferenti ai sistemi agricoli	48206.442
	<b>Percentuale</b>
<b>Indice di occupazione agricola del territorio</b>	<b>64.36</b>

## Il valore naturalistico delle coste

Il tratto di costa antistante il terzo sito pilota è caratterizzato da un livello di “naturalità” medio (Fig.14), corrispondente ad una discreta presenza di alterazioni di origine antropica, una scarsa presenza di ecosistemi o di specie aventi un buon valore naturalistico ed ecosistemi originari discretamente conservati e mediamente minacciati.

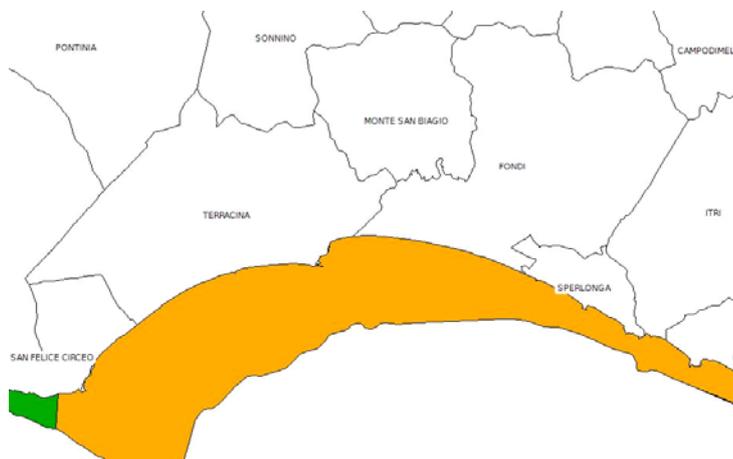


Fig.14 – Valore naturalistico delle coste: livello medio

I fattori che concorrono ad accreditare un livello medio di “naturalità” vanno ricercati nella forte alterazione antropica che nel corso degli anni ha radicalmente cambiato quest’area; difatti, dalla analisi dei dati relativi ai cambiamenti d’uso del suolo (*land cover change*), si nota come questi si siano maggiormente concentrati nel settore agricolo, evidenziando nell’area problematiche legate al consumo di suolo (*land consumption*), innescando anche in questo caso fenomeni del tipo *soil sealing* responsabile di numerosi problemi come l’ impedire lo scambio sottosuolo – superficie, la riduzione dell’infiltrazione delle piogge, la riduzione dei tempi di corrivazione e la perdita e frammentazione degli *habitats*, che rappresenta uno dei maggiori problemi dell’area in esame.

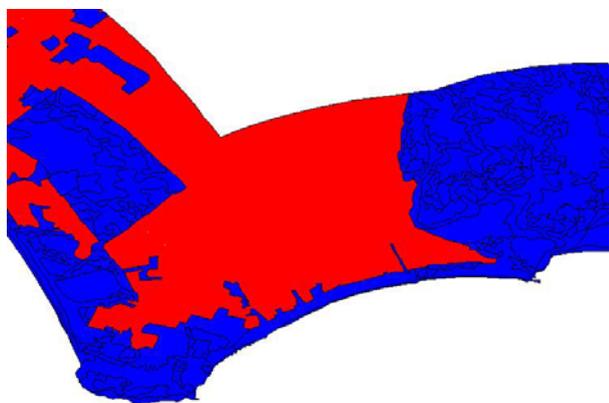
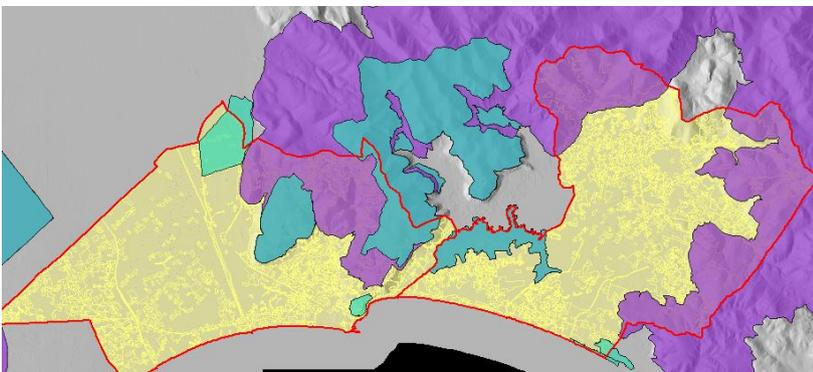


Fig.15 – In rosso le aree soggette al più elevato grado di cambiamento di destinazione d’uso

E' interessante notare come il sistema di aree protette sia concentrato essenzialmente lungo i rilievi presenti (Monti Ausoni e Monti Aurunci) mentre nel resto del territorio abbiamo la sola presenza di alcune zone umide tra le quali il Lago di Fondi.

Rispetto ad una area simile per problematiche come quella individuata a Montalto di Castro-Tarquinia, anche nel sito pilota 3 abbiamo la presenza di effetti di frammentazione ed alterazione degli *habitat* naturali a causa della matrice fortemente compromessa ed alterata che in molti punti tende a creare delle vere e proprie aree isolate.

Inoltre, come rappresentato in cartografia fuori testo e da nuovi studi di settore, la presenza di *Posidonia oceanica* è notevolmente diminuita, tanto che alcuni autori tendono a non definire più "posidonieti" queste aree a causa delle condizioni di rarefazione e di frammentazione dell'*habitat*.



**Fig.16** – Sistema delle aree protette nel sito pilota3

Le aree pilota individuate nel corso della precedente fase sono così caratterizzate da problematiche affini condizionate da cause ed effetti differenti.

Le tre aree sono state scelte anche in base al criterio della “massima differenziazione”: in pratica si è optato per aree con caratteristiche molto differenti dal punto di vista delle criticità ambientali, del rango socio-economico e del sistema paesistico-ambientale.

Nella relazione di approfondimento tematico è stata effettuata una panoramica delle condizioni attuali delle aree dal punto di vista ambientale e naturalistico, con tutte le analisi di dettaglio ritenute opportune.

Di seguito verranno espone senza troppi tecnicismi le criticità ambientali individuate insieme alle loro cause ed i rischi che ogni singolo contesto corre.

Da qui si procede analizzando le ipotesi di sviluppo future e cercando, con le dovute limitazioni del caso, di fornire delle indicazioni riguardo eventuali interventi da porre in opera e non.

## **EROSIONE COSTIERA, AGRICOLTURA E BIODIVERSITA’: ANALISI INTEGRATA DELLE CAUSE E DEI RISCHI**

### ***Erosione costiera***

#### *Le unità fisiografiche come unità di scala*

Nella prima fase della ricerca sono state individuate le *unità fisiografiche* marine, definite come da letteratura un “*segmento costiero, che sottende uno o più corsi d’acqua, con comportamento autarchico in termini di bilancio sedimentario*”. La costa può essere quindi suddivisa in unità fisiografiche indipendenti per quanto attiene apporto e dispersione dei sedimenti che rappresentano il tratto minimo di litorale sul quale occorre estendere lo studio della dinamica dei sedimenti e che ne costituiscono le naturali e indivisibili unità gestionali. Per il fatto che, di regola, essa è sede di recapito di più corsi d’acqua, si può anche affermare che l’unità fisiografica costiera rappresenta l’elemento gerarchicamente superiore nei riguardi dei bacini sottesi. Le foci fluviali o torrentizie non rappresentano il limite fra queste unità adiacenti in quanto comunemente il trasporto litoraneo si alterna sui due lati della foce e modifiche anche piccole su un lato inducono una diversa ripartizione degli apporti fluviali e pertanto esercitano influenza anche sul lato opposto.

Le unità fisiografiche marine individuate lungo l’intera costa laziale nella fase di lavoro precedente sono sette, con caratteristiche fisiografiche e sedimentologiche omogenee ed indipendenti dal punto di vista dell’apporto e sedimentazione del sedimento. Risulta pertanto di fondamentale importanza lo studio delle dinamiche di sedimentazione/erosione ed anche delle problematiche relative agli squilibri che si instaurano in queste.

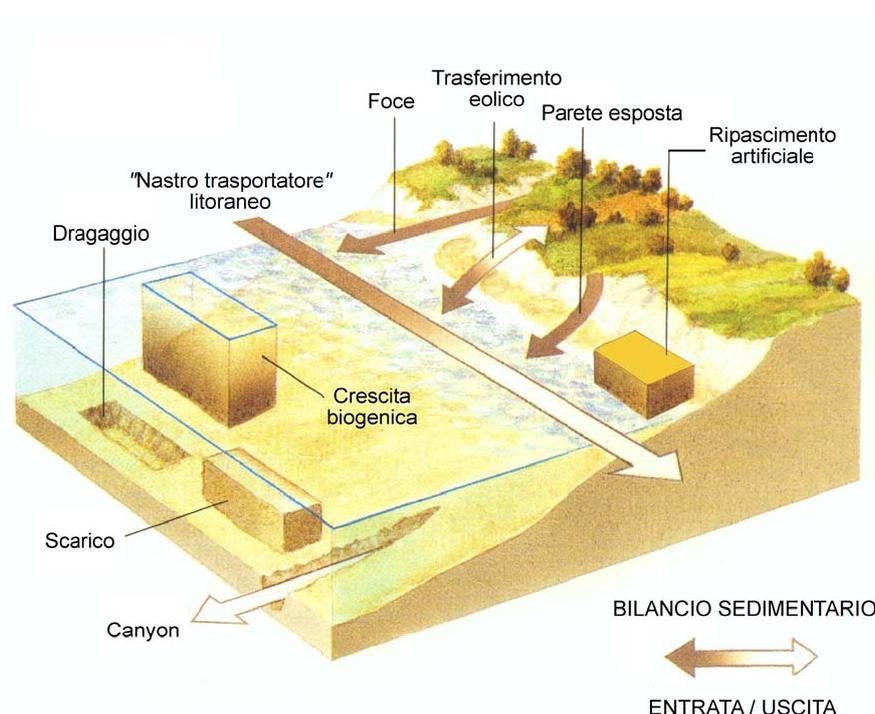
### Cause e dinamiche dell'erosione del litorale

Per discutere le cause dell'erosione litorale occorre richiamare il modo in cui si realizza l'equilibrio dinamico sulla linea di riva. In condizioni naturali l'apporto dei sedimenti avviene per "puls" coincidenti con fasi meteoriche avverse. L'apporto fluviale provoca avanzamenti degli apparati focali che vengono man mano smaltiti dal "nastro trasportatore litoraneo" sulle ali dell'estuario o delta. Quando non esistono condizioni per il trasporto dei sedimenti traversocosta, che ne provocherebbero la definitiva uscita dal bilancio sedimentario litorale, il materiale rimosso sulla foce può alimentare i litorali sottocorrente per l'azione svolta dal "nastro trasportatore litoraneo". Quindi, in termini di bilancio sedimentario complessivo, le coste hanno una tendenza naturale alla stabilità se non alla crescita.

L'estensione delle fasce idrodinamiche e sedimentarie zonali nelle quali si articola il profilo trasversale emerso e sommerso della spiaggia sono funzione:

- della morfologia costiera;
- dell'acclività del fondo;
- della granulometria del materiale detritico disponibile;
- dell'orientamento della linea di costa in rapporto alla direzione di propagazione delle onde;
- della lunghezza del tratto di mare libero (*fetch*) prospiciente la spiaggia.

Le masse d'acqua spinte dal moto ondoso sotto la linea di riva danno luogo a trazione sul fondo con spostamento di ingenti quantità di sedimenti lungoriva. A tale flusso di sedimento è assegnato il nome di "nastro trasportatore litoraneo".



La granulometria del materiale detritico che può essere trasportato sulla spiaggia è funzione del livello energetico locale che si esprime sia in termini di moto ondoso sia in termini di regime anemologico costiero.

### L'erosione costiera nelle tre aree pilota

Analizzando i dati relativi all'erosione costiera, è possibile affermare come, a livello macroscopico (dell'intera Regione Lazio), assistiamo ad uno squilibrio dell'attività sedimentazione/erosione che interessa 122 Km su 290 di coste basse e sabbiose, pari al 42%.

Scendendo nel dettaglio delle analisi relative alle singole aree pilota è stato possibile fornire una stima dell'arretramento medio della spiaggia in un arco temporale pari a 6 anni, come riportato nella tabella seguente.

**Tabella 1** – Arretramento medio delle spiagge nelle tre aree pilota durante gli ultimi sei anni.

<b>Area pilota</b>	<b>Estensione media 1999</b>	<b>Estensione media 2005</b>	<b><math>\Delta m</math></b>
<i>Montalto di Castro/Tarquinia</i>	32.7	31.26	<b>-1,44</b>
<i>XIII Municipio di Ostia</i>	60,633	55,4062	<b>-5,23</b>
<i>Terracina/Fondi</i>	33,681	25,994	<b>-7,69</b>

Le differenze medie di arretramento nelle tre realtà locali vanno ricercate principalmente nelle modalità con cui si realizzano i rapporti fra entrate e uscite sedimentarie all'interno delle *unità fisiografiche* che sottendono le tre aree pilota. I termini di tali rapporti possono essere così riassunti in linea generale:

In entrata avremo

- apporti solidi fluviali;
- erosione dalle pareti esposte ai frangenti (es. falesie);
- produzione biologica (es. gusci integri e frammenti di organismi);
- versamenti e ripascimenti artificiali;
- scarichi a mare.

In movimentazione interna all'unità fisiografica vi sono i materiali granulari

- trasferiti lungoriva da parte del "nastro trasportatore";
- erosi o accumulati da parte del vento.

In uscita vi sono i materiali granulari

- catturati dalla testata dei *canyon* nella spiaggia sottomarina;
- dragati artificialmente.

Da quanto detto (e dallo schema relativo al “nastro trasportatore litoraneo” mostrato in precedenza) emerge il ruolo fondamentale giocato dagli apporti solidi fluviali, la cui riduzione sarà causa di aggressione e arretramento del retrospiaggia.

Questa constatazione trova conferma nell'analisi dei dati relativi all'arretramento della linea di riva nell'**area pilota 1** di Montalto di Castro/Tarquinia. Secondo la Tabella 1 è stimata in valori pari a  $-0,24 \text{ m anno}^{-1}$ , un valore molto basso se confrontato con le altre aree ( $-0,87 \text{ m anno}^{-1}$  per la seconda area pilota e  $-1,28 \text{ m anno}^{-1}$  per la terza area).

E' opportuno ricordare come la costituzione e la persistenza della spiaggia si fonda su una condizione di equilibrio dinamico generato dalle azioni di fattori naturali operanti a scale diverse, di volta in volta antagonisti o concorrenti. E' possibile identificare una serie di fattori naturali che concorrono a definire questa condizione di equilibrio a livello di eustatismo, epirogenesi, subsidenza, regime termobarico, regime pluviometrico, regime anemometrico, correnti, moto ondoso, litologia dei bacini, morfologia dei bacini, evoluzione fluviale, tipologia di costa, articolazione della linea di costa, profilo batimetrico, granulometria. A questi vanno affiancati fattori di origine antropica, che possono essere sia a livello “remoto” che “locale”.

Nel caso dell'area pilota 1 di Montalto di Castro/Tarquinia assistiamo all'**irrigidimento del sistema idrografico** (causa “remota”). In quest'area infatti risalta la presenza di vincoli rigidi al libero percorso dei fiumi, come quelli rappresentati dalle canalizzazioni. In questo caso i corsi d'acqua non possono migrare nello spazio della pianura da loro stessi costruita verso le zone di minor quota. I prodotti detritici dei bacini non possono pertanto essere convogliati a compensare gli abbassamenti locali. In queste condizioni inoltre i corsi d'acqua non sono in grado di trasportare al mare i sedimenti sabbiosi sia a causa della costruzione di dighe sia a causa della diminuita portata liquida dovuta alla utilizzazione delle acque per uso potabile, irriguo e idroelettrico.

Questi dati sono confortati da quanto riportato in letteratura, per cui le spiagge a Nord del Lazio hanno subito una genesi differente da quelle del Sud: a Nord l'erosione è imputabile principalmente a deficit di bilancio, conseguente alla diminuzione degli apporti solidi fluviali e in particolare della loro frazione più grossolana a seguito di dighe e sbarramenti sui corsi d'acqua, e della sistemazione idrogeologica dei versanti. L'erosione, oltre a essere databile, è ovunque iniziata in corrispondenza delle foci fluviali (che per prime hanno risentito del deficit) per migrare, poi, sia in destra che in sinistra.

Nel caso di Montalto di Castro/Tarquinia le cause “locali” dell'erosione costiera, ovvero la presenza di strutture improprie della spiaggia (pennelli, sbarramenti ed opere di difesa dei porti come le darsene), non hanno una influenza significativa nei riguardi della dinamica costiera poiché molto basso è il numero di tali infrastrutture. Qui infatti si ha il più basso indice percentuale di

occupazione della linea di costa ad opera di pennelli, sbarramenti e/o opere di difesa portuali (2,45%), dato che conferma la scarsa incidenza di queste nei confronti dei fenomeni erosivi.

Nel caso dell'**area pilota 2**, il XIII Municipio di Roma, si assiste ad una situazione del fenomeno erosivo tendenzialmente legata alla cementificazione e occupazione della spiaggia ad opera di infrastrutture varie tra le quali si ricordano:

1. Porto di Roma
2. Fiumara Grande
3. Canale dei Pescatori
4. Ostia Centro (1)
5. Ostia Centro (2)
6. Kursall

Negli ultimi decenni, il diminuito apporto solido del fiume Tevere ha innescato fenomeni erosivi progressivi di arretramento medi della battigia di circa 100 metri ed il variato regime di trasporto solido determina in effetti un deficit globale tra apporto naturale e capacità di trasporto stimato in circa  $100-150.000 \text{ m}^3 \text{ anno}^{-1}$ .

Dato che i prelievi di inerti dall'alveo fluviale sono stati inibiti già da alcuni anni, la diminuzione di apporto solido è ascrivibile ai numerosi interventi di protezione del suolo effettuati nell'entroterra, ai bacini idroelettrici realizzati ed alle infrastrutture costiere.

Lungo una costa idealmente rettilinea e priva di strutture manufatte, i principali responsabili del trasporto solido litoraneo sono i venti, nel caso particolare di Ostia, lo Scirocco ed il Libeccio, che instaurano fenomeni di trasporto lungo la direttrice NO.

Da recenti studi (G.Vitale-*Modellazione del trasporto solido litoraneo e sue interazioni con il porto di Roma*- Tesi di laurea in S. Ambientali Indirizzo Marino, Università della Tuscia, a.a. 2005), l'interazione con il porto turistico di Roma ha evidenziato che tale struttura portuale intercetta il trasporto dovuto agli eventi provenienti dal settore sud-occidentale.

In particolare è stato dimostrato che il sedimento intercettato si accumula sotto il molo nord dell'avamposto, in quantità variabile che si attesta su valori medi pari a circa  $25.000 \text{ m}^3 \text{ a}^{-1}$ , mentre ai lati della struttura portuale assistiamo al verificarsi di fenomeni erosivi. Queste zone sono localizzate presso il promontorio che divide il porto dalla Foce Tiberina (Fiumara Grande) e presso le spiagge più settentrionali del Lido di Ostia. Dall'analisi statistica dei parametri sedimentologici si dimostra inoltre che all'imboccatura del porto vi è una zona a bassa energia dove si verifica la deposizione del sedimento eroso alle zone a più alta energia, confermato dai volumi di dragaggio effettuati dall'ATI annualmente per mantenere le quote di progetto dell'avamposto.

L'area pilota 3 (Terracina/Fondi) è contraddistinta da estesi fenomeni di erosione risultando, tra le tre aree sotto esame, quella che maggiormente soffre da questo punto di vista (vedi tabella 1).

La causa è imputabile agli interventi antropici che hanno impedito il libero scambio di sedimenti fra spiaggia emersa e spiaggia sottomarina (distruzione dei cordoni costieri, costruzione di strade ed edifici in prossimità della battigia, etc.) e quindi mutato il regime idrodinamico costiero (opere di difesa e porti).

Il problema principale dell'erosione costiera nell'area è la cementificazione e l'intervento antropico in prossimità della battigia, dato che proprio qui è stata rilevata la più elevata percentuale di superficie costiera occupata da opere infrastrutturali "hard": il 20%.

In condizioni di normalità, ovvero senza la presenza delle opere di cui sopra, l'onda perde la propria energia a causa dell'assorbimento dell'acqua nel cuscino sabbioso rappresentato dalla spiaggia, cosicchè l'acqua viene restituita al mare per via sotterranea senza causare fenomeni erosivi. Trovando ostacoli alla propria espansione l'ondazione viene invece respinta al mare scorrendo in superficie e mantenendo livelli di energia sufficientemente elevati per trasportare al mare i sedimenti. Questi ultimi non hanno pertanto la possibilità di sostare sulla spiaggia e vanno quindi ad alimentare la formazione delle barre sottomarine o sfuggono addirittura al dominio della spiaggia.

Non bisogna inoltre dimenticare come negli anni passati nell'area del Sud del Lazio, in particolare il Sud Pontino, l'abusivismo concretizzatosi nella selvaggia cementificazione delle dune costiere (rari esempi di dune fossili relitte) abbia causato l'arretramento del piede della duna con il conseguente avanzamento del mare, alterando completamente l'equilibrio esistente all'interfaccia terra-mare. I sistemi di dune sopravvivono oggi in sparuti relitti in quanto asportati, spianati o ricoperti di cemento. Con la loro scomparsa viene peraltro a mancare il serbatoio di alimentazione naturale delle spiagge attaccate dai marosi più violenti in quanto la duna è capace di accumulare la sabbia nei periodi di ripascimento compensando le perdite della spiaggia nei periodi di erosione.

Con la distruzione della spiaggia emersa e con l'abbassamento della spiaggia sommersa viene meno uno dei fattori di depurazione delle acque, peraltro dimostrato da estese aree soggette ad inquinamento delle acque sotterranee da parte di nitrati.

La penetrazione delle acque marine nei sedimenti di spiaggia, funzionanti da filtro, determina inoltre un "trattamento" locale di molte sostanze contenute nell'acqua marina.

La rimozione dei sedimenti del fondo espone molte sostanze (anche inquinanti) a fenomeni di cattura da parte delle particelle fini, presenti sia pur in misura ridotta nelle parti marginali esterne della spiaggia sommersa.

L'antropizzazione della fascia costiera si realizza secondo schemi determinati:

1. edificazione del primo cordone dunale

2. prelievo di inerti per costruzione dalla spiaggia
3. distruzione della vegetazione della fascia dunale tramite aperture di varchi per l'accesso al mare.

Inoltre la realizzazione di manufatti, spesso anche abusivi, direttamente sulla spiaggia, determina l'esposizione diretta delle costruzioni agli agenti meteomarinari per la cui difesa si è reso opportuno negli anni passati agire tramite la messa in posa di opere di protezione trasversali o parallele che hanno alterato l'andamento originale della linea di riva e interrotto il flusso longitudinale.

Il materiale accumulato a ridosso e nelle zone di ombra determinate dalla presenza di manufatti è in pratica sottratto all'economia sedimentaria delle spiagge.

Soprattutto nel caso di unidirezionalità dei flussi sedimentari litoranei, si determinano forti asimmetrie morfologiche ai lati delle strutture aggettanti in mare, con forti fenomeni di accrescimento nella zona sopraflutto e di elevatissima erosione sottoflutto.

Da quanto descritto sinora appare evidente come la causa principale dei fenomeni erosivi nella Regione Lazio sia dovuta in larga parte ad un mancato apporto solido derivante dai fiumi, in particolare da parte di quelli che sottendono i Bacini di Interesse Nazionale (Tevere e il Liri-Garigliano-Volturno).

### ***L'Agricoltura e il suo impatto territoriale-naturalistico***

#### *La situazione generale nelle tre aree pilota*

L'agricoltura, altra problematica di rilievo riscontrata, riveste un ruolo molto importante nell'assetto territoriale, naturale ed economico-sociale delle tre aree indicate.

In particolare nell'area di Montalto di Castro/Tarquini ed in quella di Terracina/Fondi essa rappresenta il motore dell'economia locale, innescando nel contempo pericolosi fenomeni di inquinamento (e non solo) nel suolo e nelle acque sotterranee e superficiali.

L'agricoltura di tipo intensivo che interessa le aree in oggetto è causa indiretta dell'erosione costiera e causa diretta della distruzione di interi ecosistemi naturali (oramai nel tempo sostituiti da ecosistemi agrari) e dell'inquinamento diffuso ivi riscontrato.

Le bonifiche hanno portato ad una massiccia canalizzazione dei fiumi e dei corsi d'acqua, con il conseguente irrigidimento del sistema fluviale e tutta una serie di interventi (l'irrigidimento del reticolo idrografico illustrato in precedenza) che hanno provocato un forte squilibrio nell'apporto dei sedimenti, instaurando i processi erosivi tutt'ora in atto.

Assistiamo inoltre ad una situazione preoccupante dal punto di vista dell'inquinamento derivante dalle pratiche agricole, soprattutto per quel che riguarda le acque sia superficiali sia sotterranee. I

corsi d'acqua principali sono contraddistinti da valori di qualità (secondo la classificazione IBE e SECA) che tendono a diminuire drasticamente verso costa, arrivando in alcuni punti a valori talmente bassi da riuscire a modificare la composizione chimico-fisica anche delle acque di transizione; assistiamo difatti alla presenza di numerosi punti interdetti alla balneazione in aree prospicienti la foce di quasi tutti i principali corsi d'acqua indagati, non permettendo di fatto la possibilità dello svilupparsi di un turismo balneare "di qualità".

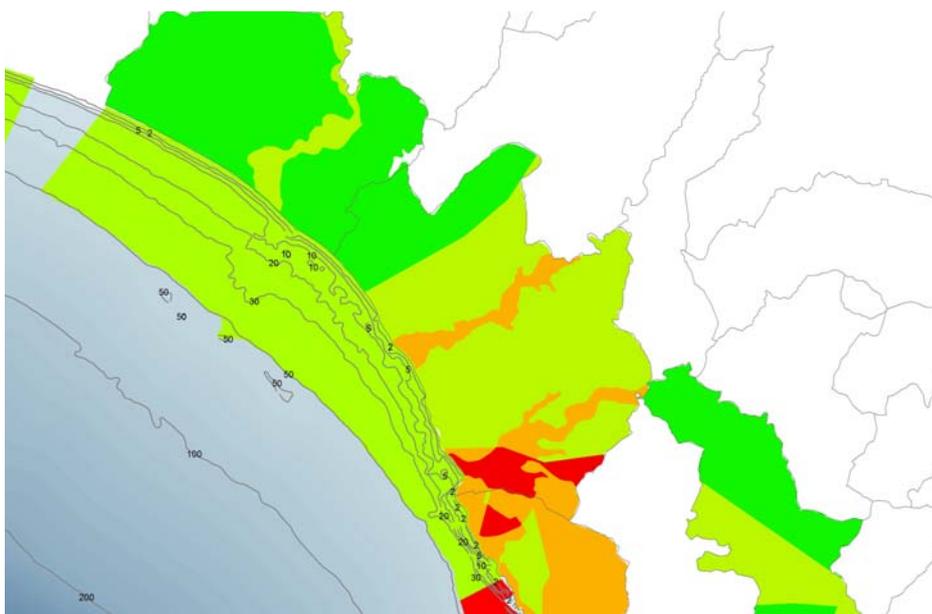
Si rendono così necessarie una serie di **migliorie** anche **nel comparto agricolo**, evitando ad esempio l'uso massiccio di pesticidi e fertilizzanti, lo spreco di acqua ad uso irriguo, agire attraverso opere di ingegneria naturalistica e di ripristino ambientale degli ambienti ripariali (fitodepurazione) ed evitare la movimentazione degli inerti in alveo.

### ***Mantenimento del grado di naturalità e difesa della biodiversità***

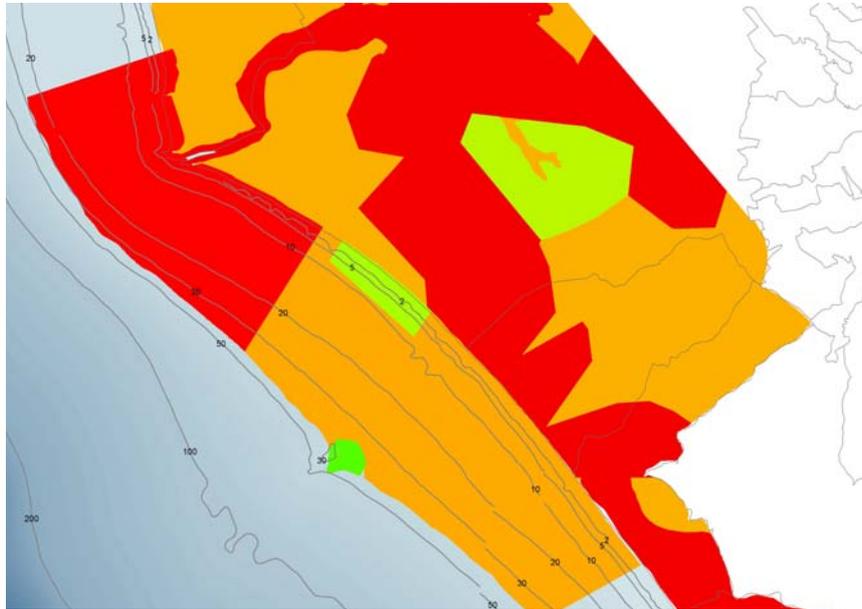
#### ***Il grado di naturalità nelle tre aree pilota***

Dal punto di vista naturalistico ed ambientale le tre aree risultano notevolmente differenziate, come evidenziato dalle tre carte tematiche riportate, che indicano i livelli di criticità ambientale a terra e a mare per ogni area pilota :

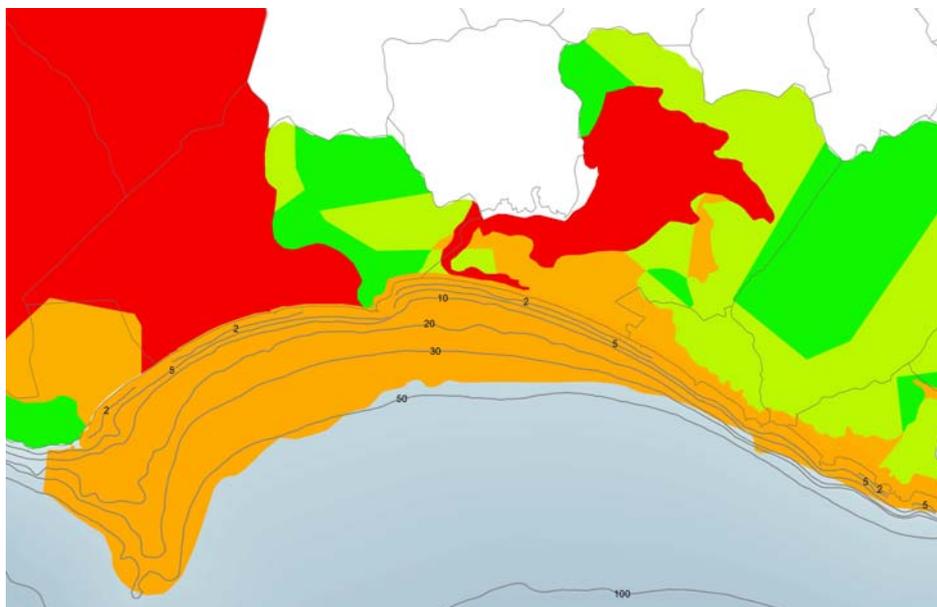
- ✓ **area pilota 1, Montalto di Castro/Tarquinia** – Area caratterizzata da un livello di criticità ambientale (*cfr.* fase 1) da molto basso a medio e da valori naturalistici delle coste (così come definiti nella relazione) alti; il valore complessivo "naturalistico" dell'area si attesta così su livelli medio-alti.



- ✓ **area pilota 2, XIII Municipio di Roma** – Area caratterizzata da un livello di criticità ambientale alto e da valori naturalistici delle coste mediamente bassi (ad esclusione dell'AMP delle Secche di Tor Paterno); complessivamente il valore” naturalistico” dell’area è molto basso



- ✓ **area pilota 3, Terracina / Fondi** - Area caratterizzata da un livello di criticità ambientale basso lungo i rilievi montuosi ma molto elevato per il resto del territorio e da valori naturalistici delle coste medi; complessivamente abbiamo dei valori medio-bassi di “naturalità” residua.



Dal punto di vista della conservazione della biodiversità si assiste quasi ovunque nelle tre aree pilota a situazioni critiche, rendendo necessario un intervento di ripristino e/o salvaguardia di particolari *habitat*, quali ad esempio le praterie di *Posidonia oceanica*, le dune e le zone umide.

I rischi derivanti dalle attività antropiche e dall'agricoltura, sono notevoli per molti di questi *habitat*, alcuni dei quali (è opportuno ricordarlo) vengono definiti come prioritari a livello comunitario e, pertanto, assoggettati ad un regime di tutela piuttosto rigido.

Le zone umide rappresentano alcuni degli ecosistemi più ricchi e complessi del pianeta trattandosi di sistemi dinamici ed estremamente sensibili agli eventi esterni che l'uomo o la natura possono causare, ed in generale con scarsa difesa nei confronti dell'inquinamento; hanno inoltre un elevato valore ecologico ed un'importante funzione nella conservazione della biodiversità.

Troppo spesso esse risultano inglobate in una matrice completamente alterata dalla azione dell'uomo e lasciate come "oasi nel mezzo del deserto"; per questo è opportuno ricordare che le aree umide a causa della loro complessità vanno opportunamente **gestite** per consentirne appieno il mantenimento ed il recupero.

Le dune rappresentano un altro *habitat* ad alto rischio, essendo sistemi molto fragili ma al tempo stesso appetibili da un punto di vista antropico. Esse rappresentano, come abbiamo già visto in precedenza, il naturale serbatoio della spiaggia che compensa le perdite di sabbia attraverso il loro naturale dinamismo poiché la duna non è un elemento immobile bensì mutabile e mobile nel tempo. La duna risulta essere uno dei primi elementi (se non il primo in assoluto) ad essere distrutto dall'azione antropica: ne sono classici esempi gli abusivismi edilizi e la distruzione degli ambienti di retroduna sulle dune di Sabaudia o lo sregolato calpestio cui sono soggette le dune di Capocotta o ancora la gestione insostenibile di quest'ultima attuata attraverso il taglio non regolamentato della vegetazione dunale, la movimentazione e lo sbancamento della sabbia (*cfr.* fase2a di approfondimento).

I rischi riguardano non solo ecosistemi terrestri e costieri ma anche marini, come gli importantissimi habitat di *Posidonia oceanica*, che concorrono a definire i livelli di naturalità dell'ambiente marino antistante le aree pilota. Molte cause possono agire in sinergia nel danneggiare l'equilibrio di questa biocenosi, sia di ordine naturale sia soprattutto quelli legati alle attività umane. Tra queste ultime rappresentano un insieme di possibili fonti di degrado e di distruzione delle praterie la costruzione di opere nelle acque costiere e la conseguente alterazione delle caratteristiche idrologiche locali, gli scarichi in mare ricchi di sostanze eutrofizzanti e inquinanti, le attività di pesca sottocosta, gli ancoraggi. In particolare, l'alterazione della qualità delle acque costiere è uno dei motivi invocati per spiegare la regressione delle praterie di *Posidonia*. A partire dagli anni '60 l'accrescersi della popolazione costiera e il processo di urbanizzazione e di sviluppo industriale dei paesi mediterranei hanno prodotto un degrado netto della qualità delle

acque neritiche. L'incremento massiccio degli apporti in mare di sali minerali, materie organiche e sostanze chimiche inquinanti attraverso una serie di fonti (effluenti urbani, industriali, ecc.) ha prodotto come conseguenza più vistosa la perdita di trasparenza di queste acque per l'aumento delle particelle in sospensione tanto inorganiche quanto, attraverso il processo di arricchimento trofico delle acque, di origine fitoplanctonica. Questo fenomeno risulta particolarmente accentuato in situazioni di minor ricambio, nei golfi ad esempio, dove gli apporti di nutrienti dai grandi agglomerati urbani insediati in costa giungono senza un efficace trattamento. L'aumento della torbidità delle acque (Pérès, 1984) determina per le praterie di *Posidonia* un restringimento sostanziale della gamma di profondità compatibili con la fotosintesi delle piante e in conseguenza si assiste generalmente alla risalita del loro limite più profondo. In diverse aree costiere si assiste inoltre ad una rottura dell'equilibrio a livello delle biocenosi bentoniche e quindi ad una loro modificazione soprattutto per l'accrescersi delle frazioni fini del sedimento in sospensione. Una vasta gamma di sostanze chimiche associate alle acque di scarico attaccano e riducono la vitalità delle praterie su tutta la loro superficie; sostanze quali detersivi, metalli pesanti, organocloruri, alcuni idrocarburi, alterano i processi fisiologici delle piante, con conseguenze drastiche sul loro accrescimento. La realizzazione di alcuni tipi di opere lungo la linea di costa (dighe, terrapieni, pennelli...), modificando localmente il comportamento delle onde e delle correnti, interagiscono con i processi del trasporto litorale che presiedono alla distribuzione dei sedimenti con impatti notevoli sulle praterie.

L'esteso fenomeno di regressione delle praterie di *Posidonia* può essere messo in relazione con i vari fattori (temi) indicati sia a macroscala (l'intero litorale laziale) sia nell'ambito delle singole aree pilota. E'oramai da tempo documentato come la regressione della *Posidonia* nel Lazio settentrionale sembra dovuta ad una aumentata torbidità delle acque e a variazioni del regime sedimentario delle correnti, causato da un aumento della frazione fine del sedimento in sospensione. Entrambi questi fattori sono riconducibili alla costruzione in questi ultimi anni di numerose opere in mare (ampliamento dei porti di S. Marinella e Civitavecchia, realizzazione del porto di Riva di Traiano, opere e lavori per le centrali termoelettriche di Civitavecchia, Torre Valdaliga e Montalto di Castro, la regimentazione dei corsi d'acqua Mignone, Marta, Arrone, Fiora, ecc.). Inoltre, l'aumentata torbidità delle acque può essere dovuta anche ad un aumento del livello di eutrofizzazione costiera, che può derivare paradossalmente oltre che dalla mancanza di adeguate strutture di smaltimento (impianti fognari) anche dal trattamento di depurazione degli effluenti urbani introdotto in questi ultimi quindici anni che talvolta anziché ridurre i nutrienti ed in particolare i fosfati, ne facilita l'utilizzazione nel ciclo biologico marino attraverso una più accentuata mineralizzazione.

Questa è esattamente la situazione riscontrata **nell'area pilota 1**, dove il funzionamento del sistema è alterato dall'irrigidimento del reticolo idrografico: la canalizzazione e gli sbarramenti dei canali fluviali favoriscono il trasporto del sedimento fine, alterando la dinamica del trasporto costiero (e quindi come già detto inasprendo il problema dell'erosione) e aumentando la torbidità delle acque con conseguenze negative sui posidonieti.

Nel Lazio meridionale si assiste alla regressione e scomparsa delle praterie a causa soprattutto delle attività quali la pesca a strascico sotto costa ed alla aumentata torbidità delle acque a causa dell'inquinamento derivante dal comparto agricolo, tanto che alcuni autori tendono a non definire più le praterie come tali ma si riferiscono a "banchi" di *Posidonia*.

Anche in questo caso la situazione rilevata **nell'area pilota 3** è esemplificativa del quadro generale esposto. Qui il forte impatto ambientale dell'agricoltura intensiva non coinvolge soltanto le acque interne e sotterranee ma interessa anche la fascia litoranea alterando pesantemente l'ambiente marino.

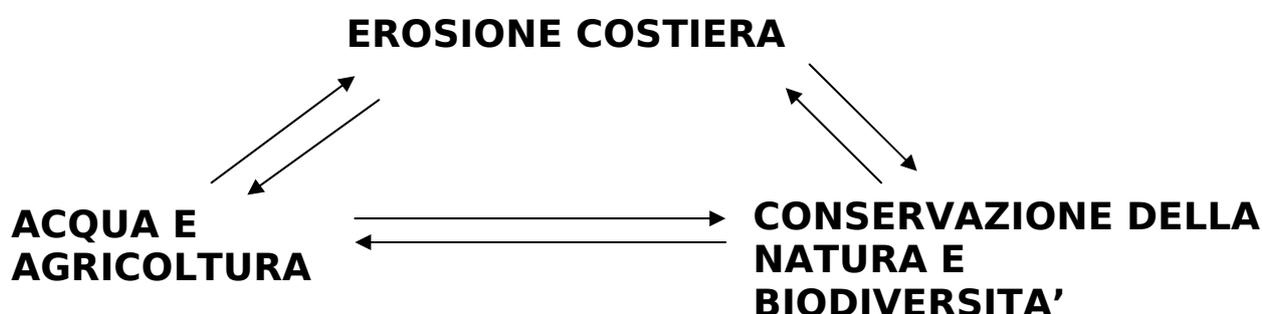
## ***Individuazione dei temi principali e definizione dei rapporti di causa/effetto***

Tra i temi che sono stati individuati come principali destinatari delle politiche di ICZM esiste, come illustrato in precedenza, un elevato grado di interconnessione.

Tali temi possono essere sintetizzati in:

1. Interfaccia Terra-Mare: equilibrio costiero e dunale, infrastrutture portuali, servizi al turismo balneare e gestione della biodiversità costiera e marina
2. Interfaccia Acqua-Agricoltura: bonifiche, linee d'acqua, irrigidimento dei reticoli idrografici e agricoltura sostenibile
3. Interfaccia Uso Naturale-Usò Antropico: capisaldi della naturalità, continuità ambientale e uso sostenibile delle risorse

E' possibile sulla base di quanto esposto definire i rapporti di causa/effetto per i temi sopracitati, con particolare riguardo ai meccanismi di *feedback* esistenti tra di essi:



### **Erosione costiera vs Acqua e Agricoltura**

- Canalizzazioni ed irrigidimento dei corsi fluviali;
- *Soil consumption*, ovvero consumo di suolo a favore dei terreni agricoli;
- Diminuzione delle portate fluviali a causa dell'utilizzo irriguo delle acque;
- Escavazioni in alveo e sistemazione dei suoli con conseguente diminuzione di apporto sedimentario e/o aumento della frazione fine di sedimento;
- Cambiamento nel percorso di interi corsi d'acqua;
- Accentuazione dei fenomeni di subsidenza causati dall'eccessivo prelievo in falda

### **Erosione costiera vs Conservazione della natura e Biodiversità**

- Arretramento del piede della duna e perdita di ecosistemi dunali;
- Distruzione degli *habitat* di retroduna;
- Distruzione di aree umide

### **Acqua e Agricoltura vs Conservazione della natura e Biodiversità**

- Consumo di suolo a scapito di ecosistemi naturali e sostituzione con ecosistemi agrari;
- Frammentazione degli ecosistemi e degli *habitat* naturali;
- Inquinamento dei corsi d'acqua superficiali e delle acque sotterranee;
- Distruzione delle fasce ripariali;
- Inquinamento diffuso dei fiumi con conseguente accumulo e trasporto in mare;
- Intorbidimento delle acque di transizione;
- Aumento dei fenomeni accidentali ed improvvisi quali piene ed alluvioni causate dall'irrigidimento dei corsi d'acqua, dalla canalizzazione e dalle opere di escavazione in alveo;
- Riduzione della capacità fotosintetica delle praterie di *Posidonia* a causa della eutrofizzazione indotta dai reflui fluviali;
- Riduzione della capacità fotosintetica delle praterie di *Posidonia* a causa dell'aumento del particolato fine del sedimento costiero.

Sulla base degli approfondimenti effettuati in questa fase sono state tracciate delle ipotesi di scenario relative alle tre aree pilota, in cui si è mostrato lo stato attuale per le tematiche indagate e poi si sono presi in considerazione una serie di possibili interventi catalogandoli come migliorativi o peggiorativi in base alla loro capacità di avvicinare o allontanare il sistema dalle condizioni indicate.

A seguire i risultati ottenuti sono riportati in tabelle indicative relative ad ogni area pilota.

	Situazione attuale	Miglioramento	Peggioramento
<b>AREA PILOTA 1</b>			
<b>Biodiversità</b>	✓ Presenza di estesi pSIC a <i>Posidonia oceanica</i>	✓ Completamento dei piani di gestione dei pSIC, con particolare riguardo a quelli marini, integrando le nozioni acquisite in ambito ICZM	✓ Aumento del carico antropico (turismo selvaggio, insediamenti residenziali lungo costa etc.)
	✓ Presenza di importanti aree umide	✓ Criteri di gestione delle aree umide costiere	✓ Mancato controllo dei fenomeni di pesca illegale (strascico sotto costa)
	✓ Presenza di resti di dune fossili	✓ Interventi a protezione delle dune (passerelle sopraelevate, passaggi obbligati verso mare, evitare di costruire parcheggi direttamente sulla duna..)	✓ Navigazione da diporto non regolamentata
		✓ Gestione fruibile e sostenibile delle aree soggette a tutela	✓ Movimentazione della duna
		✓ Interventi di ripristino degli ecosistemi a rischio e sviluppo delle reti ecologiche	✓ Distruzione della vegetazione della fascia dunare tramite aperture di varchi per l'accesso al mare
<b>Erosione costiera</b>	✓ Erosione costiera mediamente accentuata e localizzata	✓ Interventi di ripristino ambientale sui fiumi	✓ Ulteriore sviluppo di canalizzazioni
		✓ Smantellamento delle dighe inutilizzate	✓ Non intervento di riqualificazione fluviale
		✓ Snellimento del sistema di canalizzazione	✓ Aumento dell'urbanizzazione lungo costa
		✓ Opere di sistemazione idrauliche – ingegneria naturalistica	
<b>Occupazione infrastrutturale costiera</b>	✓ Scarsa presenza di opere infrastrutturali a mare	✓ Miglioramento degli approdi esistenti	✓ Costruzione di opere a mare che possano alterare il trasporto dei sedimenti provocando squilibri nei processi di sedimentazione / erosione
		✓ Evitare la costruzione a mare di infrastrutture che possano alterare il trasporto dei sedimenti provocando squilibri nei processi di sedimentazione / erosione	
		✓ Rimozione delle infrastrutture lungo costa (pennelli, barriere...)	
<b>Agricoltura</b>	✓ Agricoltura a carattere intensivo	✓ Conversione (dove possibile) verso forme di agricoltura sostenibile	✓ Aumento delle superfici coltivabili
	✓ Largo uso di concimi e pesticidi che creano fenomeni di accumulo nelle falde sotterranee e nel terreno	✓ Diminuzione dell'uso di concimi azotati e pesticidi	✓ Aumento nell'uso di concimi e pesticidi
		✓ Ripristino ambientale degli ambienti ripariali	✓ Sfruttamento depauperante delle acque sotterranee ai fini irrigui
		✓ Fitodepurazione	✓ Sversamento di materiale inquinante derivante dai processi agricoli

<b>AREA PILOTA 2</b>	<b>Situazione attuale</b>	<b>Miglioramento</b>	<b>Peggioramento</b>
<b>Biodiversità</b>	✓ Presenza di estese aree soggette a tutela	✓ Completamento dei piani di gestione dei pSIC	✓ Aumento del carico antropico (turismo selvaggio, insediamenti residenziali lungo costa etc.)
	✓ Presenza di importanti aree umide	✓ Criteri di gestione delle aree umide costiere	
	✓ Presenza di resti di dune fossili	✓ Interventi mirati alla protezione delle dune (passerelle sopraelevate, passaggi obbligati verso mare, evitare di costruire parcheggi direttamente sulla duna..)	
		✓ Gestione fruibile e sostenibile delle aree soggette a tutela	✓ Scarichi abusivi in mare
		✓ Depuratori	
		✓ Impianti fognari funzionanti e a norma	✓ Distruzione della vegetazione della fascia dunare (tramite aperture di varchi per l'accesso al mare, costruzione di parcheggi, chioschi...)
	✓ Interventi di ripristino degli ecosistemi a rischio e sviluppo delle reti ecologiche		
<b>Erosione costiera</b>	✓ Erosione costiera accentuata	✓ Interventi di ripristino ambientale sui fiumi	✓ Messa in posa di opere infrastrutturali quali pennelli, barriere o quant'altro vada ad influire sulla dinamica di sedimentazione costiera
		✓ Evitare la costruzione di pennelli e strutture di sbarramento in mare	✓ Occlusione delle foci fluviali
		✓ Miglioramento degli approdi esistenti	✓ Aumento dell'urbanizzazione lungo costa
		✓ Evitare la costruzione di case e manufatti in generale a ridosso della spiaggia	
		✓ Opere di sistemazione idrauliche – ingegneria naturalistica	
<b>Occupazione infrastrutturale costiera</b>	✓ Elevata presenza di opere infrastrutturali a mare	✓ Miglioramento degli approdi esistenti	✓ Costruzione di opere a mare che possano alterare il trasporto dei sedimenti provocando squilibri nei processi di sedimentazione / erosione
		✓ Evitare la costruzione a mare di infrastrutture che possano alterare il trasporto dei sedimenti provocando squilibri nei processi di sedimentazione / erosione	
		✓ Rimozione delle infrastrutture a mare ormai inutili	
<b>Agricoltura</b>	✓ Agricoltura a carattere intensivo ma scarsamente impattante	✓ Conversione (dove possibile) verso forme di agricoltura sostenibile	✓ Aumento delle superfici coltivabili
	✓ Uso di concimi e pesticidi	✓ Diminuzione dell'uso di concimi azotati e pesticidi	✓ Aumento nell'uso di concimi e pesticidi
		✓ Ripristino ambientale degli ambienti ripariali	✓ Sversamento di reflui e residui della lavorazione agricola nell'alveo dei fiumi
		✓ Fitodepurazione	

<b>AREA PILOTA 3</b>	<b>Situazione attuale</b>	<b>Miglioramento</b>	<b>Peggioramento</b>
<b>Biodiversità</b>	✓ Presenza di pSIC a <i>Posidonia oceanica</i> in forte rarefazione	✓ Completamento dei piani di gestione dei pSIC, con particolare riguardo a quelli marini, integrando le nozioni acquisite in ambito ICZM	✓ Aumento del carico antropico (turismo selvaggio, insediamenti residenziali lungo costa etc.)
	✓ Presenza di importanti aree umide	✓ Criteri di gestione delle aree umide costiere	✓ Mancato controllo dei fenomeni di pesca illegale (strascico sotto costa)
		✓ Impianti fognari funzionanti e a norma	✓ Navigazione da diporto non regolamentata
		✓ Gestione fruibile e sostenibile delle aree soggette a tutela ✓ Interventi di ripristino degli ecosistemi a rischio e sviluppo delle reti ecologiche	✓ Scarico in mare di inquinanti
<b>Erosione costiera</b>	✓ Erosione costiera molto accentuata	✓ Interventi di ripristino ambientale sui fiumi	✓ Ulteriore sviluppo di canalizzazioni
		✓ Rimozione delle infrastrutture lungo costa (pennelli, barriere...)	✓ Non intervento di riqualificazione fluviale
		✓ Snellimento del sistema di canalizzazione	✓ Aumento dell'urbanizzazione lungo costa
		✓ Necessità di creazione di una fascia di rispetto edilizio lungo costa ✓ Evitare la costruzione di case e manufatti in generale a ridosso della spiaggia	✓ Costruzione di opere a mare che possano alterare il trasporto dei sedimenti provocando squilibri nei processi di sedimentazione / erosione
		✓ Opere di sistemazione idrauliche – ingegneria naturalistica	
<b>Occupazione infrastrutturale costiera</b>	✓ Elevata presenza di opere infrastrutturali a mare	✓ Miglioramento degli approdi esistenti	✓ Costruzione di opere a mare che possano alterare il trasporto dei sedimenti provocando squilibri nei processi di sedimentazione / erosione
		✓ Evitare la costruzione a mare di infrastrutture che possano alterare il trasporto dei sedimenti provocando squilibri nei processi di sedimentazione / erosione	
		✓ Rimozione delle infrastrutture lungo costa (pennelli, barriere...)	
<b>Agricoltura</b>	✓ Agricoltura a carattere intensivo	✓ Conversione (dove possibile) verso forme di agricoltura sostenibile	✓ Aumento delle superfici coltivabili
	✓ Largo uso di concimi e pesticidi che creano fenomeni di accumulo nelle falde sotterranee e nel terreno	✓ Diminuzione dell'uso di concimi azotati e pesticidi	✓ Aumento nell'uso di concimi e pesticidi
		✓ Ripristino ambientale degli ambienti ripariali	✓ Sfruttamento depauperante delle acque sotterranee ai fini irrigui
	✓ Estese aree destinate a coltivazioni sotto serra	✓ Sperimentazione di Impianti di Fitodepurazione ✓ Ottimizzazioni nell'utilizzo delle acque ai fini irrigui	✓ Sversamento dei residui delle lavorazioni agricole direttamente nell'alveo dei fiumi ed in mare

