



# Contabilità ambientale

## Che cos'è?

«l'insieme di metodologie, strumenti e azioni finalizzate a quantificare il valore bio-fisico e, ove possibile, monetario del patrimonio naturale e dei servizi ecosistemici»

- urgenza di far dialogare ancora più strettamente ecologia ed economia
- accordi internazionali e ordinamenti nazionali richiedono il calcolo di indicatori ambientali e il loro utilizzo nell'ambito della programmazione economica e di bilancio:
  - legge 28 dicembre 2015, n. 221, il c.d. collegato ambientale: ha introdotto il *Rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia*
  - Legge n.163/2016 di riforma del bilancio dello Stato: introduce l'analisi degli indicatori BES (Benessere Equo e Sostenibile)
- La misurazione dei valori ambientali entra dunque sistematicamente nelle politiche di bilancio coinvolgendo a cascata tutti i livelli di governo.

# I diversi tipi di capitale

- **Capitale sociale o culturale**

Benefici che un individuo trae a essere parte di un gruppo. Crea dei beni collettivi, aumentando l'efficienza della società

- **Capitale costruito**

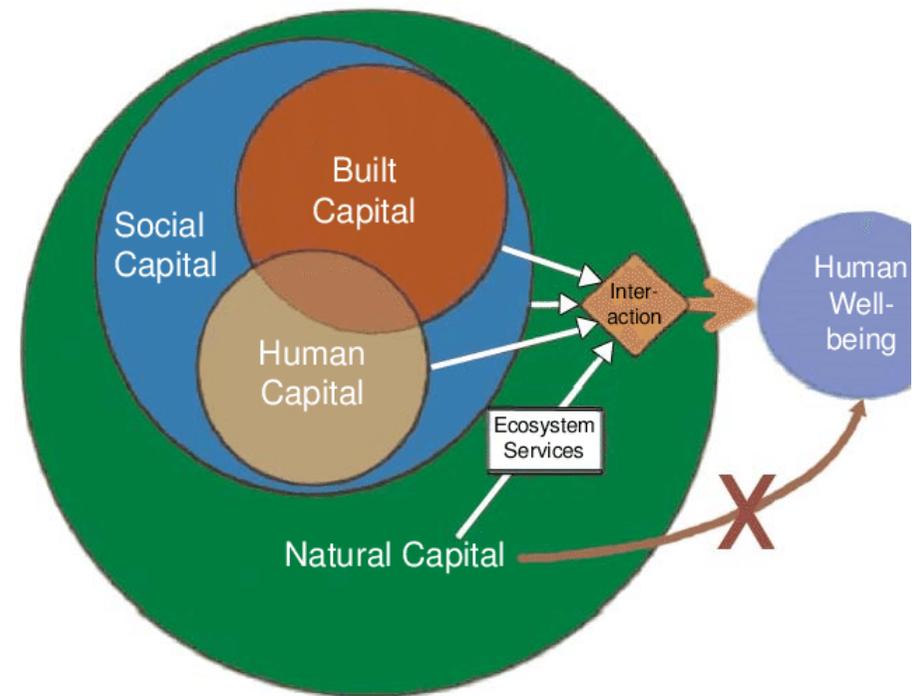
Tutte le cose costruite dall'uomo

- **Capitale umano**

“Conoscenze, abilità, competenze e altri attributi degli individui che facilitano la creazione di benessere personale, sociale ed economico” (OCSE)

- **Capitale naturale**

Stock delle risorse naturali biotiche e abiotiche: energia solare, organismi viventi, aria, acqua, suolo, minerali e combustibili fossili.







**Insostituibile!**  
**Sfruttamento sostenibile necessario!**

1. Capitale naturale rinnovabile:
  - Si rigenera da solo
  - Se sovra sfruttato può perdere questa capacità
2. Capitale naturale non rinnovabile
  - Minerali, combustibili fossili
  - Stock limitato

Capitale  
naturale



Funzioni ecosistemiche



Servizi ecosistemici

## Funzioni ecosistemiche

- Nascono dall'interazione delle componenti del capitale naturale
  - il ciclo dei nutrienti
  - Trasferimento di energia
  - la regolazione del gas
  - la regolazione del clima.
- Potenziali servizi sfruttati o non dall'uomo: esistono a prescindere dal loro utilizzo





## Servizi ecosistemici

«**benefici** che le **persone** traggono da **ecosistemi funzionanti** attraverso le loro caratteristiche, funzioni o processi ecologici che **contribuiscono** direttamente o indirettamente al **benessere umano**»  
(MEA,2005)

Esistono grazie all'interazione con l'uomo!



In accordo con «The Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005)» i servizi ecosistemici possono essere raggruppati in tre categorie principali:

1. **Fornitura** (es. cibo, materiali, energia)
  2. **Regolazione** (es. regolazione climatica, regolazione qualità dell'acqua)
  3. **Culturali: benefici non materiali** (es. attività ricreative, esperienze spirituali e sensoriali)
- 
- 

EuracResearch(2018). *Cosa sono i servizi ecosistemici?*

[https://www.youtube.com/watch?v=pQQdRLV-yY&ab\\_channel=EuracResearch](https://www.youtube.com/watch?v=pQQdRLV-yY&ab_channel=EuracResearch)



**CONSTITUENTS OF WELL-BEING**

**Security**

- PERSONAL SAFETY
- SECURE RESOURCE ACCESS
- SECURITY FROM DISASTERS

**Basic material for good life**

- ADEQUATE LIVELIHOODS
- SUFFICIENT NUTRITIOUS FOOD
- SHELTER
- ACCESS TO GOODS

**Health**

- STRENGTH
- FEELING WELL
- ACCESS TO CLEAN AIR AND WATER

**Good social relations**

- SOCIAL COHESION
- MUTUAL RESPECT
- ABILITY TO HELP OTHERS

**Freedom of choice and action**

OPPORTUNITY TO BE ABLE TO ACHIEVE WHAT AN INDIVIDUAL VALUES DOING AND BEING

Source: Millennium Ecosystem Assessment

**ARROW'S COLOR**  
Potential for mediation by socioeconomic factors

- Low
- Medium
- High

**ARROW'S WIDTH**  
Intensity of linkages between ecosystem services and human well-being

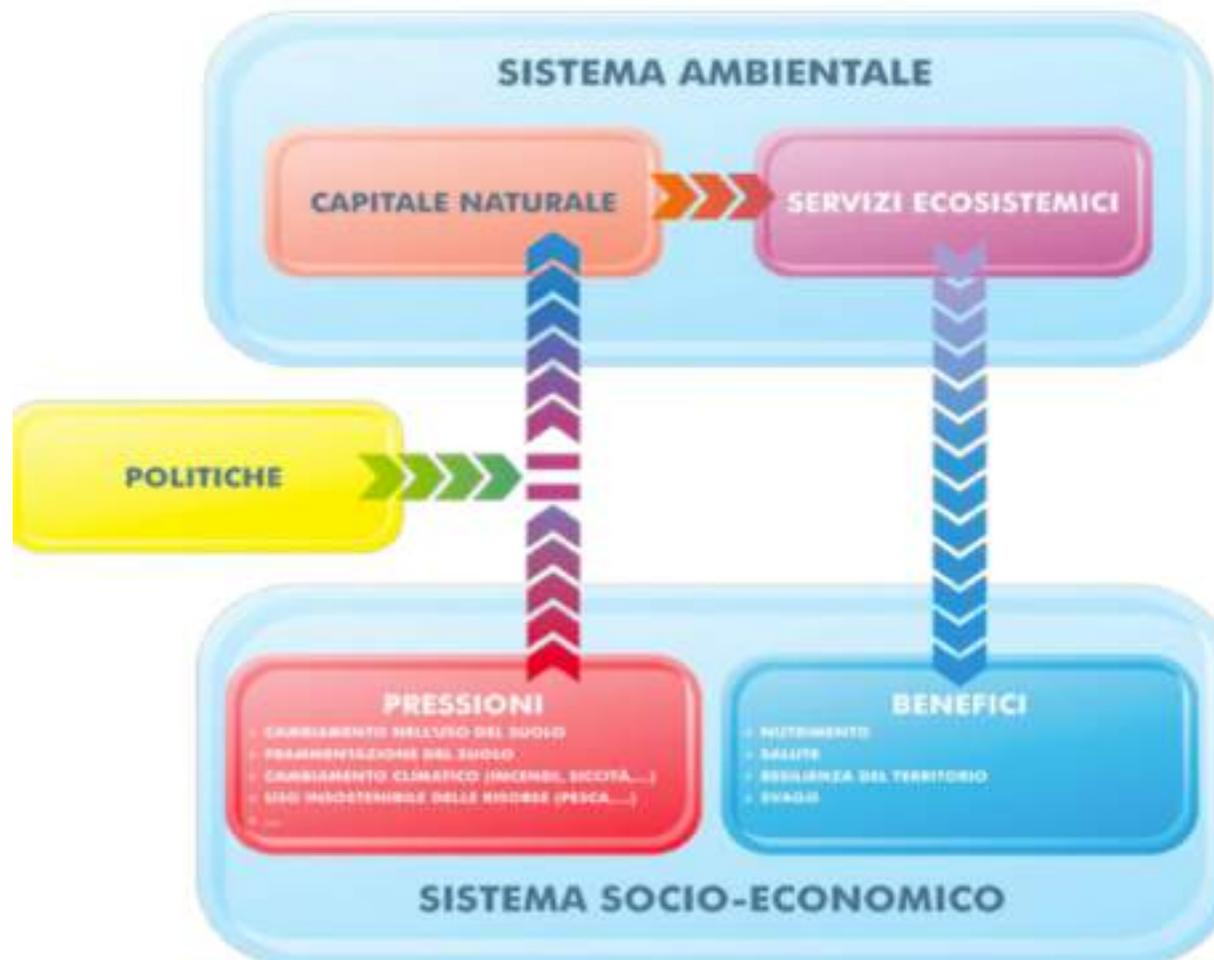
- Weak
- Medium
- Strong

Link tra servizi ecosistemici e benessere umano



Interazione dinamica tra individuo e ambiente!

## Ecosystem service cascade



Rapporto di Stato del capitale naturale, 2018

Importante valutare il valore del capitale naturale ma anche individuare e valutare i servizi maggiormente sfruttati!



Dalla tipologia e dal grado di sfruttamento dipende la conservazione e salvaguardia delle risorse naturali

## Perché contabilizzare?

“Understand the value that biodiversity and ecosystem services have, to assess the costs and benefits of different conservation and management strategies, and to help design the new governance systems needed for sustainable development. Biodiversity has intrinsic value and should be conserved in its own right”

Haines-Young&Potschin(2010)



- **Monitorare** il capitale naturale
- **Valutare** gli impatti antropici: ogni attività umana ha un costo in termini di risorse ambientali
- Adottare **strategie adeguate** per il raggiungimento di uno **sviluppo sostenibile**



“Lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri.”

Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo dell'ONU, 1987

*“A minimum necessary condition for sustainability is the maintenance of the total natural capital stock at or above the current level”*

Costanza and Daly, 1992





# Come farla?

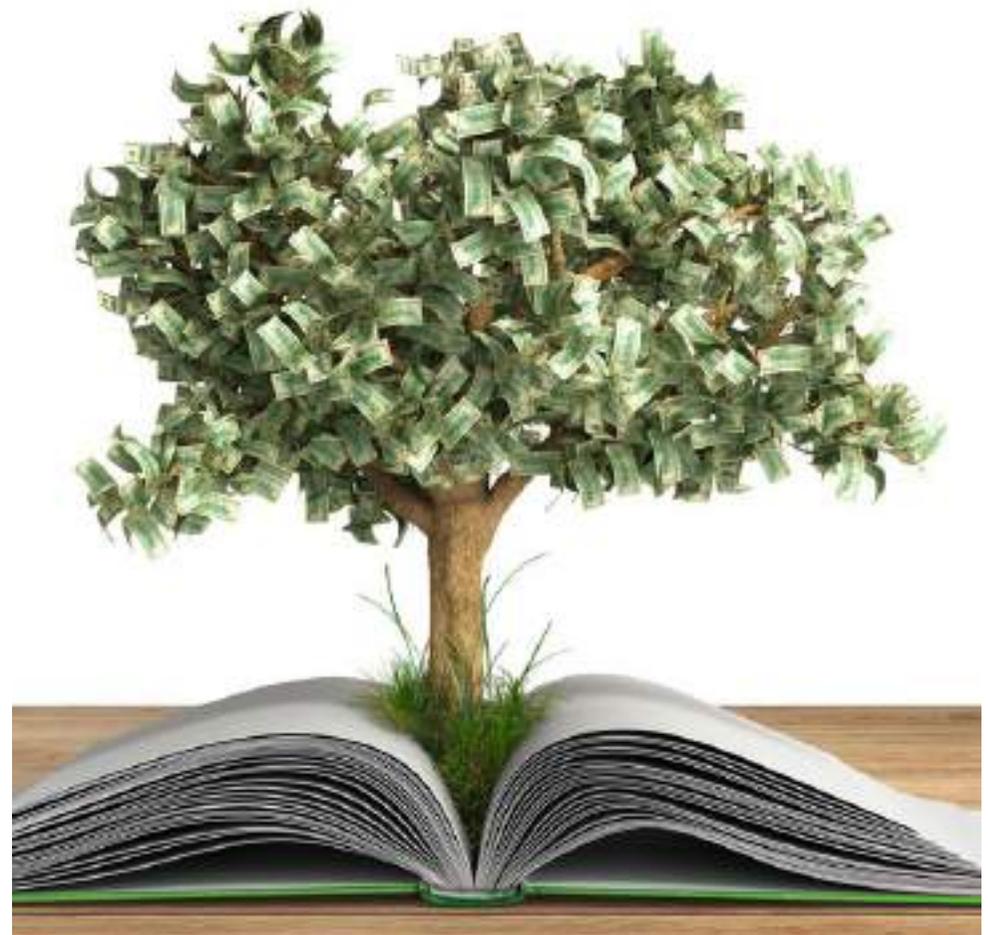
---

1. Approccio economico
2. Approccio ecologico

## Valore economico di un bene ambientale

---

- **Bene ambientale non ha un mercato: sfruttamento eccessivo delle risorse**
- **Valutare ai fini di ottenere informazioni per politiche di gestione adeguate**





**Valutazione antropogenica:**  
non valuta l'effettivo valore di una  
risorsa ambientale ma le  
preferenze degli individui circa la  
conservazione e la salvaguardia  
dello stesso



# Valutazione ecologica di un bene ambientale

---

## Analisi energetica (Odum, 1980)

- Valutazione «donor side»: energia spesa dalla natura
- Valutazione biofisica del costo di produzione di una determinata risorsa ambientale
- Valutazione dei flussi di materia ed energia utilizzati per la generazione e mantenimento di beni e servizi

# Emergy: Memoria Energetica

Energia solare (diretta e indiretta) utilizzata nelle trasformazioni che hanno portato alla realizzazione di un bene o di un servizio

Costo di formazione espresso in energia solare (Joule)

Maggiore il costo energetico di formazione e maggiore sarà la quantità di risorse usate per la generazione di un'unità di bene o servizio.

Conversione del costo biofisico in termini monetari:  
comprendere l'importanza del CN per il benessere umano



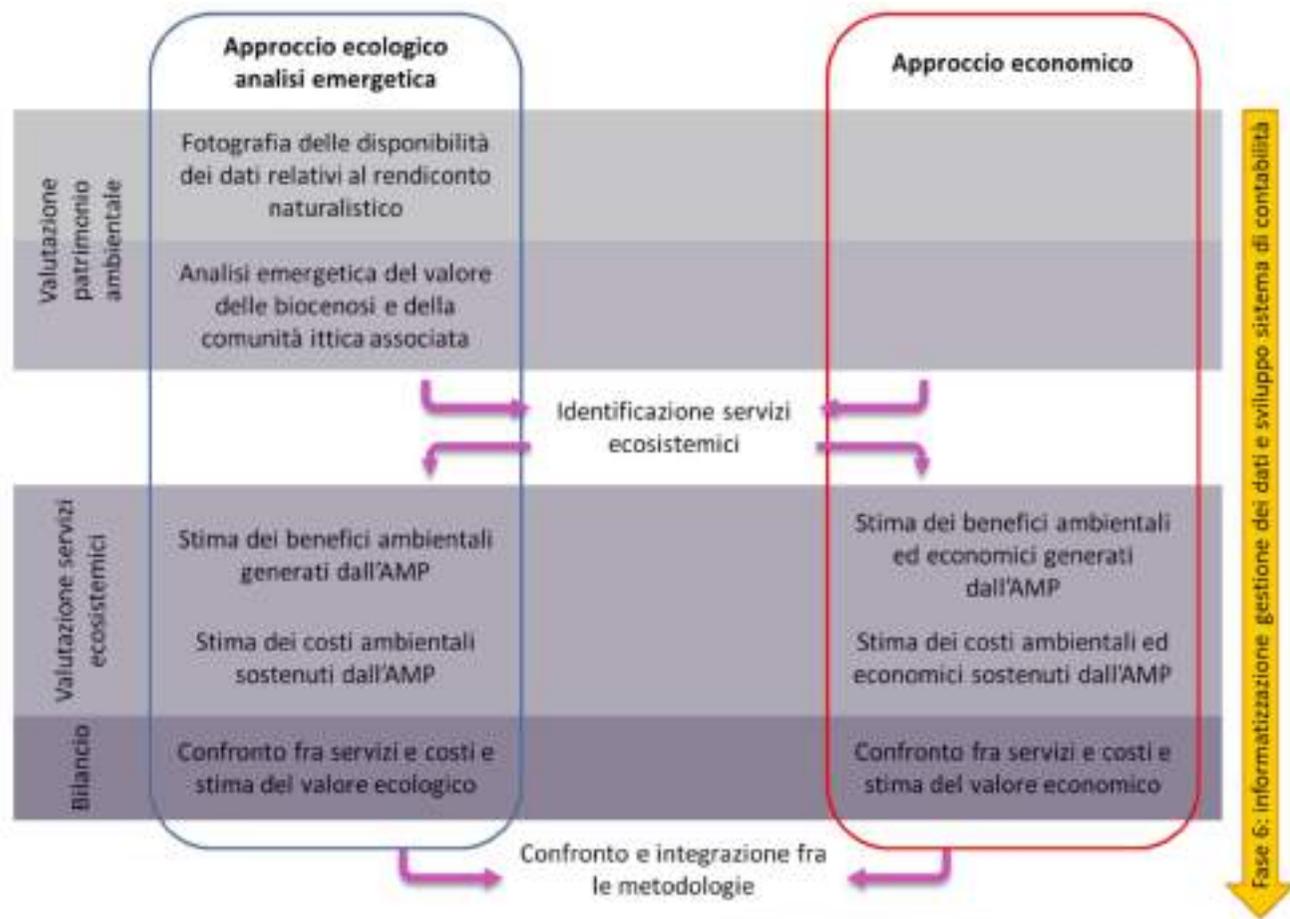
Evidenzia le relazioni di dipendenza tra  
ecosistema naturale ed economia  
umana



Set di indicatori per la valutazione  
della performance e della  
sostenibilità ambientale di un  
ambito territoriale o di un  
processo produttivo (Odum, 1988,  
Franzese et al.,2009,2014)

# Contabilità ambientale nelle aree marine protette

- 2014: MATTM finanzia un progetto quadriennale finalizzato all'implementazione di un sistema di contabilità ambientale
- Obiettivo: valutazione biofisica ed economica degli stock di CN e dei flussi di SE generati dalle AMP
- Integrazione tra risultati ecologici ed economici: corretta gestione delle AMP



# Valutazione del capitale naturale (Vassallo et al., 2017)

---

Identificazione dei confini dell'AMP e dei suoi principali macro-ecosistemi;

---

Inventario delle biomasse dei principali gruppi tassonomici, presenti nei diversi macro-ecosistemi;

---

Valutazione trofodinamica: stima della produttività primaria usata per generare e mantenere la biodiversità bentonica

---

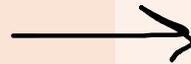
Valutazione biofisica: calcolo dei flussi di materia ed energia investiti per la loro generazione e mantenimento nel tempo e nei diversi macro-ecosistemi

---

Conversione monetaria del risultato biofisico

Individuazione e valutazione  
dei servizi ecosistemici  
connessi:

Processo chiave per il calcolo  
del costo ambientale ed  
economico e degli impatti  
associati



- Valutazione in termini biofisici delle risorse usate: costo ambientale diretto ed indiretto
- Valutazione economica dei costi e benefici ottenuti
- Confronto tra le due metodologie

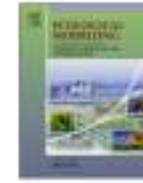
Ecological Modelling 360 (2017) 290–295



Contents lists available at ScienceDirect

**Ecological Modelling**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolmodel](http://www.elsevier.com/locate/ecolmodel)



## Natural capital accounting in marine protected areas: The case of the Islands of Ventotene and S. Stefano (Central Italy)



Pier Paolo Franzese<sup>a,b</sup>, Elvira Buonocore<sup>a,b,\*</sup>, Luigia Donnarumma<sup>a,b</sup>,  
Giovanni F. Russo<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Department of Science and Technology, Parthenope University of Naples, Centro Direzionale, Isola C4, 80143 Naples, Italy

<sup>b</sup> CoNISMa, Piazzale Flaminio 9, 00197 Rome, Italy

- Valutare il valore biofisico del capitale naturale associato ai principali habitat in AMP:
- Conversione del valore biofisico in valore monetario: fornire un informazione aggiuntiva , utile per comunicare il valore biofisico
- Rappresentare la distribuzione spaziale del capitale naturale (tramite GIS)

## Analisi emergetica

1. Individuazione dei confini spaziali dell'AMP
2. Costruzione di un diagramma sistemico: schematizzazione del sistema in esame. Evidenzia le relazioni tra i vari componenti del sistema, gli input e gli output (Odum,1996)

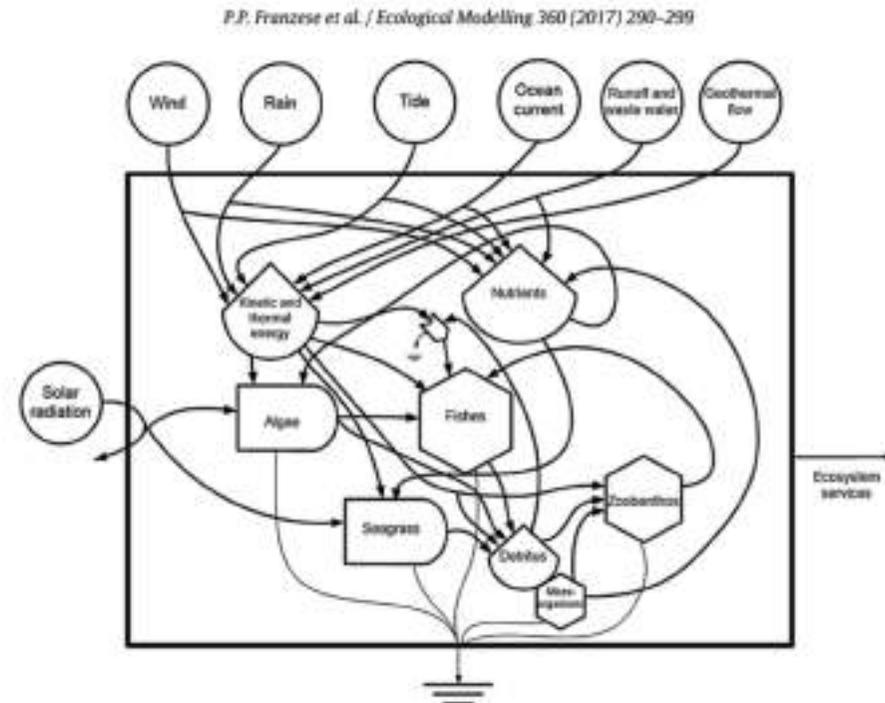


Fig. 3. Systems diagram of the Islands of Ventotene and S. Stefano MPA (Central Italy).

# Valutazione del capitale naturale autotrofo ed eterotrofo

## Identificazione degli habitat presenti in AMP:

- Habitat a fondo molle
- Habitat a fondi duri sciafili (coralligeno)
- Habitat a fondi duri fotofili (turf algae)
- Praterie di *Posidonia oceanica*

## Campionamento e caratterizzazione dei principali gruppi tassonomici

## Analisi trofodinamica:

- Autotrofa: biomassa produttori primari
- Eterotrofa: quanta biomassa primaria è richiesta per la sua formazione

## Valutazione biofisica dei flussi (espressi in seJ)

# Risultati

Praterie di *Posidonia oceanica*: habitat con il maggior valore di capitale naturale autotrofo



Ruolo cruciale nell'ecosistema marino: produzione e stoccaggio di un elevata biomassa primaria

Coralligeno: habitat con il maggior valore di capitale naturale eterotrofo



Elevata biomassa eterotrofa stoccata all'interno dell'habitat

## Mappa della distribuzione del capitale naturale

- Identificazione rapida dei siti con più alto valore biofisico
- Confronto con le mappe di zonazione: capire se il livello di protezione in uso è adeguata

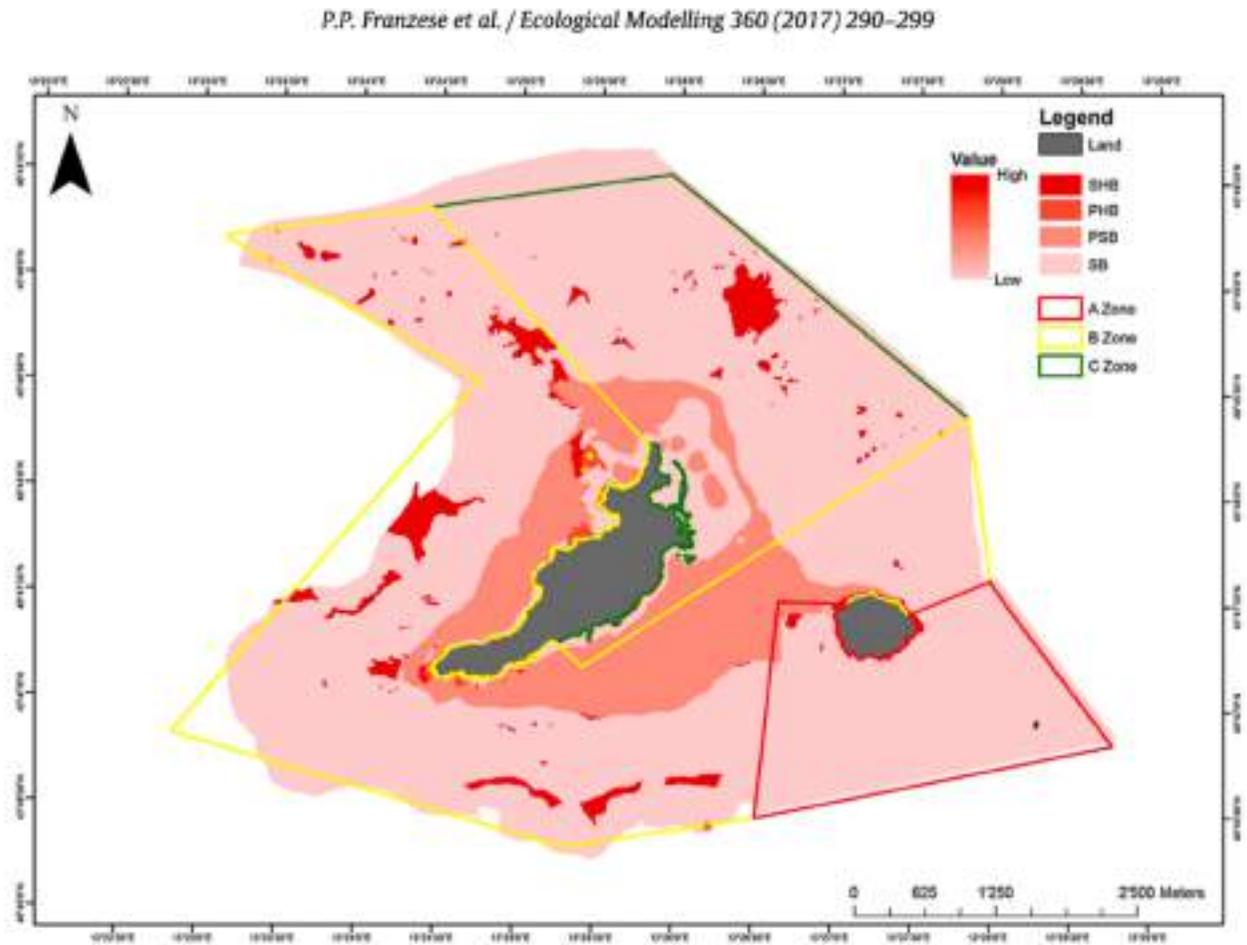


Fig. 6. Spatial distribution of natural capital value in the MPA. (Darker red areas represent higher concentration of natural capital stocks).



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Marine Pollution Bulletin

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)



### The value of the seagrass *Posidonia oceanica*: A natural capital assessment

Paolo Vassallo<sup>a</sup>, Chiara Paoli<sup>a,\*</sup>, Alessio Rovere<sup>b</sup>, Monica Montefalcone<sup>a</sup>, Carla Morri<sup>a</sup>, Carlo Nike Bianchi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> DISTAV, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Genoa University, Italy

<sup>b</sup> Lamont Doherty Earth Observatory, Columbia University, NY, USA

- valutare i principali servizi ecosistemici derivanti da *Posidonia oceanica*
- fornire gli strumenti adeguati per la conservazione, includendo il costo della perdita del capitale naturale

## Individuazione funzioni e servizi ecosistemici

- Servizi ecosistemici: diretti o indiretti
- Indiretti: funzioni ecologiche non percepite dalla società ma che incidono sul benessere umano indirettamente
  1. Nursery area per pesci ed invertebrati
  2. Luogo di produzione primaria
  3. Produzione di ossigeno
  4. Fonte di nutrimento per molte specie
  5. Ritenzione di sedimenti e attenuazione idrodinamismo
  6. C sink



## Costruzione del diagramma sistemico

- Schematizzazione del sistema in esame
- Definizione degli input, processi ecologici e output derivanti:
  - Nursery area: biomassa ittica
  - Ritenzione di sedimenti e attenuazione idrodinamismo: protezione della costa
  - produzione di ossigeno: ossigenazione acqua
  - Produzione primaria: elevata biomassa vegetale

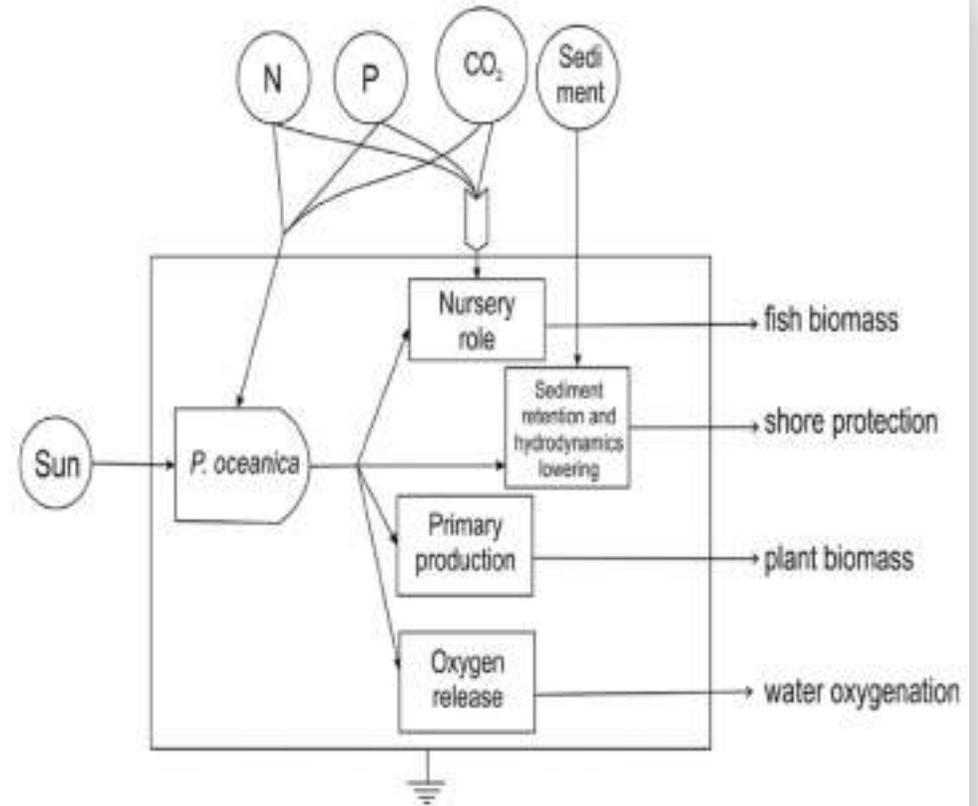


Fig. 2. System diagram of *P. oceanica* services.

## Risultati

Protezione Costa è il SE a più alto valore emergetico : sedimenti input a maggiore valore emergetico



- Risorsa non rinnovabile data da diversi processi tettonici e geologici: elevato tempo ed energia per la loro produzione
- Elevata quantità

**Table 3**

Emergy valuation of *Posidonia oceanica* ecosystem services, see Appendix for full details about items' quantity calculation. a: Odum (1996); b: Campbell et al. (2013); c: Odum (1992).

Inputs		Unit of	UEV	Emergy
Item		measure		
	Quantity		Ref.	sej m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>
Sun	Primary production	5.11E+09 J m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	1 a	5.11E+09
Carbon dioxide	Primary production	3.02E+03 g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	1.47E+08 b	4.45E+11
	Fishes	7.34E+01 g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	1.47E+08	1.08E+10
Nitrogen	Primary production	2.28E+01 g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	2.82E+09	6.43E+10
	Fishes	1.18E+00 g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	2.82E+09	3.34E+09
Phosphorous	Primary production	2.19E+00 g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	3.15E+10	6.89E+10
	Fishes	1.09E-01 g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	3.15E+10	3.43E+09
<b>Sediment</b>		5.19E+04 g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	1.68E+09 c	<b>8.70E+13</b>
<b>Total</b>				<b>8.76E+13</b>

Valore economico *Posidonia oceanica* :  
172 € m<sup>2</sup> a<sup>-1</sup>.

Comparazione del risultato con altri  
lavori (de Groot et al.,2012; Costanza  
et al.,1997)

Importante conoscere il vero valore  
per attuare politiche di conservazione  
basate su un approccio precauzionale



Progetto di  
dottorato

---

VALUTAZIONE DEL CAPITALE NATURALE  
ASSOCIATO ALLE FORESTE DI *CYSTOSEIRA*



## *Cystoseira spp.*

- Alga bruna ampiamente distribuita nel Mediterraneo
- Grazie alla sua struttura 3D e alla formazione di foreste:
  - incremento di biodiversità e produttività
  - Incremento di funzioni e servizi ecosistemici
- Sensibili ai cambiamenti ambientali e antropici



## Campionamento

Quattro luoghi nel Mediterraneo:

- AMP Portofino
  - AMP Cilento
  - AMP Isole Ciclopi
  - AMP Porto Cesareo
- 
- Tre siti nell'intertidale roccioso
  - Cinque campioni in ogni sito

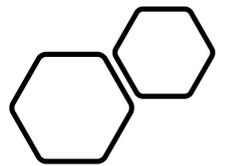
Prelievo di  
*Cystoseira* e  
macrofauna  
associata





## Analisi del campione

- Sorting comunità macrobentonica
- Rimozione di tutti gli epifiti da cystoseira
- Determinazione biomassa



- Analisi energetica per la valutazione del capitale naturale
- Capire le differenze tra i vari regimi di protezione dell'AMP
- Vedere le differenze spaziali e stagionali

An underwater photograph showing a school of fish swimming over a bed of seagrass. The water is clear and blue, and the seagrass is green and leafy. The fish are of various species and sizes, some are in the foreground and some are further away.

*“We are able to breathe, drink, and eat in comfort because millions of organisms and hundreds of processes are operating to maintain a liveable environment, but we tend to take nature's services for granted because we don't pay money for most of them.”*

Eugene P. Odum

**Grazie per l'attenzione!**