

CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICO FUNZIONALE DELLE ZONE UMIDE DELLE MARCHE E VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI - INDIRIZZI PER LA GESTIONE DEGLI AMBITI FLUVIALI IN RELAZIONE ALLA LR 31/2012

***I SERVIZI ECOSISTEMICI:
LA BASSA VALLE DEL FIUME METAURO (NELL'AMBITO DELLA SIC/ZPS IT5310022)
E
LA RISERVA NATURALE DELLA SENTINA (SIC/ZPS Litorale di Porto d'Ascoli
IT5340022)***

Responsabile scientifico

Prof. Riccardo Santolini

Elaborazioni

Dott. PhD Elisa Morri

Dott. PhD Fabio Pruscini

Università degli Studi di Urbino
Campus Scientifico E. Mattei - Loc. Crocicchia
61029 Urbino
Tel. +39 0722 304303
riccardo.santolini@uniurb.it

Agosto 2016



L'importanza dell'acqua e delle zone umide

(Russi et al 2013. TEEB for water and wetlands. IEEP London and Brussels, Ramsar Secretariat, Gland)

I messaggi chiave rispetto all'importanza delle funzioni delle zone umide riguarda:

- Il possedere acqua in quantità appropriata (escludendo scarsità e sovrabbondanza) e qualità adeguata disponibile al momento opportuno è un requisito fondamentale per uno sviluppo sostenibile.
- la sicurezza idrica è ampiamente considerata come la sfida fondamentale per l'umanità.
- Le zone umide sono cruciali per mantenere il ciclo dell'acqua, che, a sua volta, è alla base di tutti i servizi ecosistemici e pertanto, dello sviluppo sostenibile.
- Le zone umide forniscono servizi ecosistemici vitali legati all'acqua a scale diverse (ad esempio fornitura di acqua pulita, trattamento delle acque reflue, acque di falda), che sono fondamentali per la vita e l'economia.
- Il ripristino delle zone umide e dei loro servizi idrici offrono notevoli opportunità per affrontare problemi di gestione delle acque con soluzioni sostenibili ed economicamente convenienti.
- Le zone umide forniscono una rete di importanti infrastrutture naturali che offrono vantaggi significativi per persone.
- Le zone umide forniscono servizi ecosistemici in grado di supportare le infrastrutture artificiali che permettono tra gli altri benefici, approvvigionamento idrico, trattamento delle acque reflue e produzione di energia.
- In molti casi, le zone umide possono offrire i servizi ecosistemici che forniscono benefici per gli esseri umani più redditizi e sostenibile delle infrastrutture artificiali.
- Nella maggior parte dei paesi, la riqualificazione delle zone umide è già un primo livello di ripristino degli ecosistemi a causa delle funzioni idrologiche che esplicano.
- Le zone umide sono di importanza per il sostentamento e l'identità culturale di molti diversi, popoli indigeni.
- I servizi ecosistemici legati al ciclo dell'acqua e le zone umide vengono degradati a un ritmo allarmante. La perdita e il degrado delle acque e delle zone umide hanno un enorme impatto sociale ed economico (es. aumento del rischio di alluvioni, diminuzione della qualità dell'acqua - in aggiunta alle ripercussioni sulla salute, l'identità culturale e sui mezzi di sussistenza).

Il grafico che segue mostra la variazione e la media del valore monetario totale di un set di servizi ecosistemici per ogni bioma estrapolato da un certo numero di lavori bibliografici (tra parentesi). Si può osservare come i Sistemi costieri e le Paludi costiere rappresentino il valore medio più alto (\$/ha/yr) e quindi risultino gli ecosistemi più importanti per l'uomo.

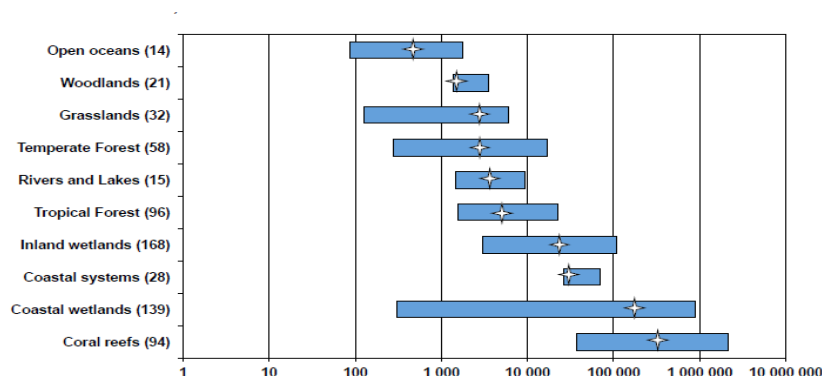


Fig. 1 – Importanza delle ZU costiere Range di valori (\$/ha/yr) di tutti i servizi ecosistemici forniti dai differenti tipi di ecosistemi acquatici e palustri (Russi et al 2013).

I SERVIZI ECOSISTEMICI

I SE vengono generalmente classificati nel modo seguente (MEA, 2005) tenendo presente che le funzioni ecologiche di regolazione e di supporto e quindi i conseguenti servizi sono quelle fondamentali al mantenimento ed al funzionamento degli ecosistemi (fisiologiche) e fondamentali per l'erogazione degli altri servizi. Negli ultimi anni, le quattro categorie di SE proposte da MEA (2005), pur rimanendo generalmente di attualità, è stata modificata in modo sostanziale dall'Agenzia Europea per l'Ambiente all'interno della Classificazione Internazionale dei Servizi degli Ecosistemi (CICES - Haines-Young e Potschin, 2013) ed anche dal TEEB (de Groot, 2010) (Fig. 4).

Regolazione (Regulating): oltre al mantenimento della salute e del funzionamento degli ecosistemi, le funzioni regolative raccolgono molti altri servizi che comportano benefici diretti e indiretti per l'uomo (come la stabilizzazione del clima, la depurazione, il riciclo dei rifiuti), solitamente non riconosciuti fino al momento in cui non vengono persi o degradati;

Supporto alla vita (Supporting): queste funzioni raccolgono tutti quei servizi necessari per la produzione di tutti gli altri servizi ecosistemici e contribuiscono alla conservazione (in situ) della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi e dinamici degli ecosistemi.

Approvvigionamento (Provisioning): queste funzioni raccolgono tutti quei servizi di fornitura di risorse che gli ecosistemi naturali e semi-naturali producono (ossigeno, acqua, cibo, ecc.).

Culturali (Cultural): gli ecosistemi naturali forniscono una essenziale "funzione di consultazione" e contribuiscono al mantenimento della salute umana attraverso la fornitura di opportunità di riflessione, arricchimento spirituale, sviluppo cognitivo, esperienze ricreative ed estetiche.

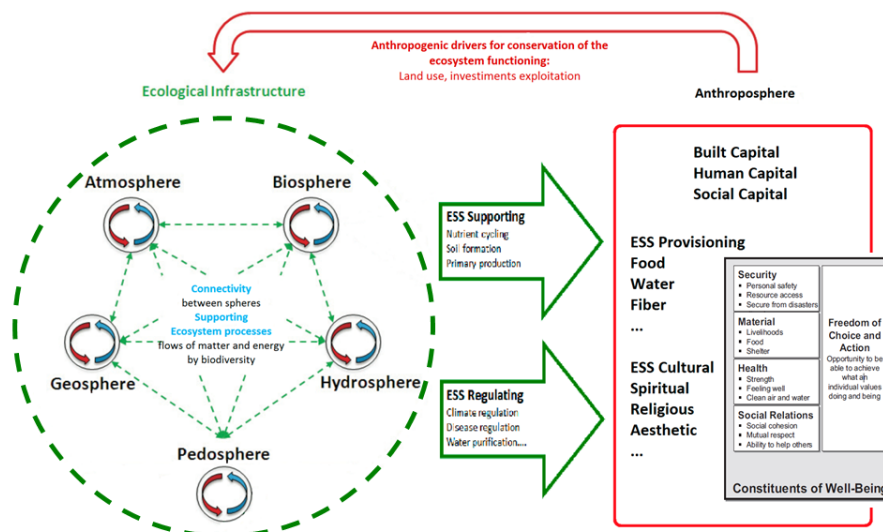


Fig 4 - Flusso di SE necessari per il funzionamento dell'ecosistema in una Unità Ecologica Funzionale (Santolini et al. 2016)

Funzioni fisiologiche: i cluster di SE.

In un determinato territorio assumono una maggiore importanza nella valutazione dei SE quelle funzioni di regolazione e mantenimento dell'ecosistema percepibili e valutabili a scala locale e che garantiscono il funzionamento dell'ecosistema (flusso di energia, di informazioni e lavoro) perché permettono di stimare le soglie di criticità d'uso rispetto agli altri SEA.

Di conseguenza, in un processo di sviluppo di Pagamento di Servizi Ecosistemici ed Ambientali (PSEA) riferito a SE di uso diretto (es. utilizzo del legname di un bosco: *provisioning*), la valutazione dei SEA di carattere “fisiologico” o biofisico (*supporting/regulating*) diventa necessaria per determinare la *dimensione critica minima* dell’impatto a *salvaguardia nel tempo della funzione collettiva del bene* cioè l’utilità sociale (fissazione di C, trattenimento del suolo, di acqua ecc.) e il benessere derivante, nonché per *mantenere intatte o incrementare le sue funzioni* (commi a e b art. 70).

Inoltre, queste funzioni possono produrre un effetto integrato e interdipendente che spesso dipende dagli stessi fattori ambientali che le determinano e le guidano. In un ecosistema forestale, ad esempio le funzioni ecologiche del ciclo dell’acqua (depurazione, riduzione tempi di corrivazione, stoccaggio, laminazione) sono fortemente in relazione alle funzioni del ciclo dei sedimenti (es. trattenimento del suolo) sviluppando SEA di regolazione di tipo integrato.

Questi processi che hanno una dimensione territoriale spiccata e definita si prestano ad un bilancio ecologico-economico più completo ed efficace se sviluppate all’interno di una unità territoriale (bacino idrografico o sottobacino) in cui le aree protette possono essere l’elemento *core* del sistema a salvaguardia delle funzioni collettive (*supporting/regulating*) del Capitale naturale nel tempo.

Per le ragioni appena espresse, in un determinato territorio assumono una maggiore importanza nella valutazione dei SE quelle funzioni di regolazione e mantenimento dell’ecosistema percepibili e valutabili a scala locale e che garantiscono il funzionamento dell’ecosistema (flusso di energia, di informazioni e lavoro) perché permettono di stimare le soglie di criticità d’uso rispetto agli altri SEA.

Di conseguenza, in un processo di sviluppo di PSEA (art. 70 LN 221/15) riferito a SE di uso diretto (es. utilizzo del legname di un bosco: *provisioning*), la valutazione dei SE di carattere “fisiologico” o biofisico (*supporting/regulating*) diventa necessaria per determinare la *dimensione critica minima* dell’impatto a *salvaguardia nel tempo della funzione collettiva del bene* cioè l’utilità sociale (fissazione di C, trattenimento del suolo, di acqua ecc.) e il benessere derivante, nonché per *mantenere intatte o incrementare le sue funzioni* (commi a e b art. 70).

Inoltre, queste funzioni possono produrre un effetto integrato e interdipendente che spesso dipende dagli stessi fattori ambientali che le determinano e le guidano. In un ecosistema forestale, le funzioni ecologiche del ciclo dell’acqua (depurazione, riduzione tempi di corrivazione, stoccaggio, laminazione) sono fortemente in relazione alle funzioni del ciclo dei sedimenti (es. trattenimento del suolo) sviluppando SE di regolazione di tipo integrato.

VALUTAZIONE ECONOMICA DEI SEA

Il Capitale Naturale di un territorio ed i suoi SEA, costituisce la base del benessere sociale e dello sviluppo economico durevole, perciò è essenziale conoscerlo e valorizzarlo. Tale conoscenza è indispensabile, ad esempio, per definire gli usi compatibili delle risorse naturali e le strategie di gestione che possano conservare ed eventualmente aumentarne la disponibilità e il valore nel medio e lungo periodo. L’attribuzione di valori economici all’ambiente è anche oggetto di dibattito sull’utilità e sull’affidabilità di valutazioni inevitabilmente riduzioniste. Il concetto di Valore Economico Totale cattura molti dei benefici degli ecosistemi ma non tutti. Per esempio, la biodiversità ha un valore teoricamente infinito, poiché teoricamente infinito (o indeterminabile) è il prezzo per cui un soggetto sarebbe disposto a pagare per avere risorse necessarie alla sua sopravvivenza (es. cibo, acqua). La valutazione dei SEA in termini monetari non cerca di associare un prezzo a ecosistemi, processi o parte di essi per una reale (s-)vendita o scambio (Costanza et al. 1997). L’utilità di una valutazione monetaria di SEA consiste nell’includerli in modo esplicito nella definizione di strategie e scelte tra costi e benefici attesi. Diversamente, il rischio è che le decisioni ambientali siano influenzate solo dai valori di mercato riconosciuti dai decisori e di conseguenza che i SEA senza mercato possano essere del tutto trascurati, nonostante possano contribuire in modo significativo al

Capitale Naturale. I valori monetari possono essere usati come indicatore per trasformare una questione ambientale in una politica di pianificazione e sviluppo territoriale sostenibile.

Per il complesso di zone umide del basso corso del fiume Metauro (SIC/ZPS IT5310022 “FIUME METAURO DA PIANO DI ZUCCA ALLA FOCE”) ci si riferisce alla tabella dei valori riportata nella relazione Zone Umide delle Marche, mentre per la Riserva Naturale della Sentina (Tab. 1) sono stati aggiunti i SEA di tipo culturale (in rosa) e suddivisi in SEA di regolazione (verde) e di approvvigionamento (giallo) secondo quanto detto nel paragrafo precedente.

Classi di uso del suolo/SE	Riciclo di nutrienti e sostanze organiche		Ricarica delle falde	Controllo delle inondazioni e regolazione dei flussi idrici, controllo delle piene	Depurazione dell'acqua	Controllo e protezione dall'erosione	Stabilizzazione del clima	Mantenimento della stabilità degli ecosistemi	Mantenimento della diversità biologica	Formazione e mantenimento di suolo	Impollinazione	Irrigazione per agricoltura	Produzione di energia	approvvigionamento idrico water regulation and supply	Produzione di cibo	Ricreativo		estetico /culturale storage capacity /waste	
	S1	S2														S16	S17		S18
siepi e arbusteti						117		117											
Bosco	359	1832	1832	233	70	264	505	18	27	342				340	55	6			
Bosco e vegetazione ripariale			184			264	1485							4006		3490	10		
Coltura arborata (frutteti, vigneti, oliveti)				134		183	170		298						63	86			
greti e spiagge /corso d'acqua		724	724	1855	1208	46	1024	254	1208		1374	2993	853	27	302				
Parchi e giardini			12			703	358									5429			
Praterie					54	67	36	0,01	6	27					61	0,75			
Semi nativo	164		66		38	26	610		115	26					3261				
Urbano e strade																			
zone umide-marshes	4309		40008	221		348	30147							156351		36330	2202	31266	
vegetazione psammofila e retrodunale			57622													12129	61		

Tab. 1 – Valori in euro/ha/anno (rif. Anno 2014) dei SEA mediati da bibliografia (fonte: database GECOSERV e TEEB. I valori di S7 sono mediati tra tutti gli altri SE come contributo medio alla biodiversità proxy della stabilità ecologica relativa

LA BASSA VALLE DEL FIUME METAURO (NELL'AMBITO DELLA SIC/ZPS IT5310022)

Il complesso di zone umide del basso corso del fiume Metauro sono inserite all'interno della SIC/ZPS IT5310022 "FIUME METAURO DA PIANO DI ZUCCA ALLA FOCE" (Fig. 2) di 745 ha coincidente con l'area MEDWET IT E 31W1500. L'area è caratterizzata da circa 20 zone umide di diverso tipo tra cui alcune temporanee e bacini a diversa profondità estremamente importanti nel periodo delle migrazioni.

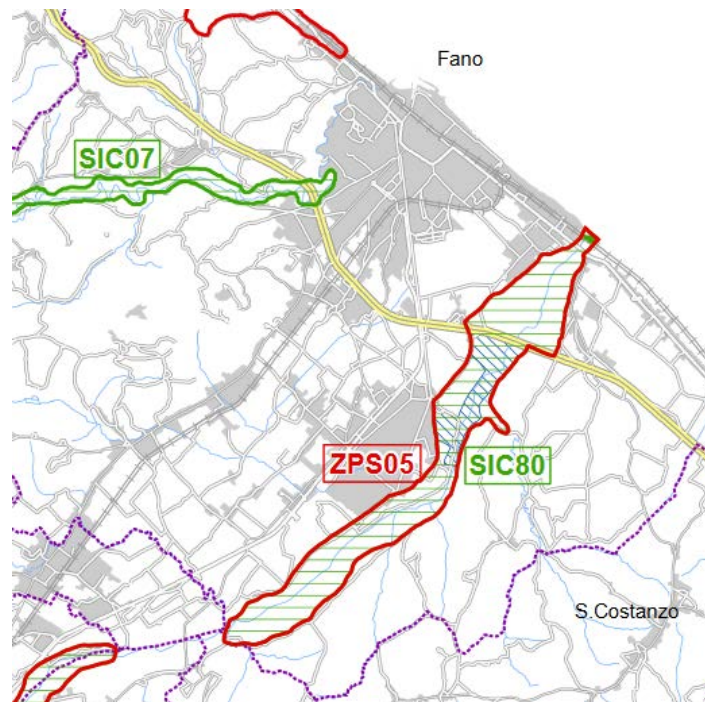


Fig. 2 – Stralcio della Carta dei SIC/ZPS della Provincia di Pesaro Urbino in cui si evidenzia la SIC/ZPS IT5310022 FIUME METAURO DA PIANO DI ZUCCA ALLA FOCE

CARATTERISTICHE DELLE DIVERSE ZONE UMIDE

Verranno descritte le zone umide e i canali adduttori che caratterizzano il complesso fluviale della bassa valle del Metauro (Fig. 3).

Canale Albani. Scorre a fianco al fiume e passa dentro Fano. Nelle estati particolarmente siccitose arriva ad asciugarsi completamente, la sua portata è condizionata da quella del fiume; origina da una briglia sul Metauro; lungo il suo corso sono presenti delle briglie (alcune danneggiate dalle piene del Metauro) e alcune chiuse che formano delle piccole zone di allagamento.

Fosso delle Camminate. Piccolo canale dove scorre acqua praticamente tutto l'anno (tranne nei periodi particolarmente siccitosi).

1 Laghi e stagni di escavazione lungo il F. Metauro in Comune di Fano. Serie di vasche con alti argini adiacenti il Metauro per una lunghezza di circa 500 m, costruite e impiegate a partire dal 1970 dal locale zuccherificio per la depurazione delle acque e il deposito di fanghi provenienti dalla lavorazione delle barbabietole. Nel 1980-1982, quando l'area era ancora utilizzata, vi sono stati condotti rilevamenti dell'avifauna acquatica (Dionisi e Poggiani 1982). Si allagano praticamente solo quando piove e l'acqua permane per poco tempo; questi stagni come altri fino a 5 km a monte, in Comune di Fano, si sono originati a partire dal periodo 1970-1980 a seguito dell'escavazione della ghiaia nel terrazzo alluvionale del 4° ordine (Olocene), giungendo al di sotto del livello della falda idrica. In tutti l'escavazione è cessata circa verso il 1990.

Il Comune di Fano ha predisposto la rinaturalizzazione dell'area, destinandola a parco cittadino con zone umide permanenti ed aree per la fitodepurazione).

2 Lago Vicini. Il suo scavo è iniziato nel 1980, una volta cessata l'attività, è divenuto un lago con acque profonde mediamente 5/6 metri (8 metri al massimo) e rive ripide, bordato da vegetazione arborea ed arbustiva. Nel 2010 parte delle rive sono state abbassate ed adiacente ad esso è stata creata una zona acquitrinosa di circa 0,2 ha con l'obiettivo di favorire l'incremento di biodiversità legata alle zone umide. L'area è stata acquistata nel 2008 dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Fano ed è diventata un Centro di riqualificazione ambientale a scopo didattico e scientifico.

3 Lago Pascucci. Lo scavo è iniziato prima del 1980; nel lago operava una draga per estrarre la ghiaia e sulla golena adiacente del fiume era stato costruito un frantoio. L'attività è cessata nel 1985, con lo smantellamento di tutti gli impianti e in seguito la bonifica della golena fluviale. Il lago presenta acque profonde anche 14 m; è diviso in due parti da una lingua di terra con un'isoletta centrale. Le rive presentano sia bordure di alberi e arbusti, sia di piante erbacee palustri. Il lago appartiene a tre proprietari diversi. La zona "a" viene utilizzata a scopi venatori (caccia da appostamento fisso) e per la pesca sportiva. Le porzioni "b" e "c" sono meno profonde. Il bacino è mediamente profondo dai 7 agli 8 metri.

5 Lago Solazzi. Lo scavo è iniziato prima del 1971; nel lago operava una draga per estrarre la ghiaia. Cessata l'attività, il lago è stato usato nel 1980-1982 per depositarvi i fanghi prodotti dal locale zuccherificio, abbassandone in un tratto limitato la profondità. In questo periodo vi sono stati condotti rilevamenti dell'avifauna acquatica (DIONISI E POGGIANI 1982). Dopo il 1992 sono state effettuate sistemazioni ambientali, in modo tale da destinarlo alla pesca sportiva (utilizzo attuale) e su una riva è stato anche creato uno specchio d'acqua più piccolo. Attualmente le rive sono in parte ripide e in parte a dolce pendio, senza più caratteri di naturalità; le acque sono in parte anche profonde.

8 Lago Sorbini, A, Stagno Sorbini. Lo scavo del lago è avvenuto verso il 1970; successivamente, a partire dal 1976, sono iniziati riempimenti con terra, macerie e rifiuti. Profondo circa 2,4 metri, il lago alla fine è stato suddiviso in due parti, appartenenti a proprietari diversi, per cui i laghi sono anche detti uno "Lago Taus" (zona "a"), ora destinato alla pesca sportiva e "Lago Pierpaoli" (zona "b"). Attualmente le rive sono in parte bordate di vegetazione palustre, in parte con ridotta naturalità. Nelle adiacenze, subito a monte, si trova lo Stagno Sorbini, (A), datato anch'esso 1970, bordato e in parte coperto di vegetazione igrofila. Nell'area fra stagno e fiume, durante i periodi di piena si creano ambienti interessanti per pesci ed anfibi.

9 Stagno Urbani. Lo scavo (zona "a") risale al 1970 circa ed è stato di profondità modesta, avendo raggiunto dopo pochi metri le argille plioceniche; in seguito sono iniziati (dal 1976 e sino al 1989) riempimenti con terra, macerie e rifiuti che minacciavano di riempirlo completamente. Nel 1980-1982 vi sono stati condotti rilevamenti dell'avifauna acquatica (DIONISI E POGGIANI 1982) e nel 1990 uno studio della flora e della fauna (POGGIANI et al. 1990); in questa banca dati è inoltre consultabile uno studio più completo per il periodo 1991-2007 (Ricerche sulla Flora e Fauna del laboratorio di ecologia all'aperto Stagno Urbani e del vicino fiume Metauro - Fano 1991-2007, di Luciano Poggiani e altri). Attualmente l'area possiede zone diversificate per la profondità dell'acqua (pozze, acquitrini, stagno con profondità massima di 1-2 m) per favorire la presenza di animali e piante di zone umide. In una parte dell'area è stato creato un bosco contiguo a quello ripariale del vicino Metauro, dove nei periodi di piena si hanno temporanei ristagni d'acqua (zona "b"). Lo stagno è stato acquistato nel 1989 dalle associazioni naturalistiche Federnatura e Kronos 1991, ed è diventato un Laboratorio di ecologia all'aperto a scopo didattico e scientifico.

B Area occupata da bosco di pioppo, utilizzata a scopo venatorio (appostamenti al colombaccio); è presente uno scarico del depuratore di Bellocchi; in prossimità è stato costruito un sistema di drenaggi; l'area ha una parziale funzione fitodepurativa.

C Grosse cave, piccoli bacini che forse contengono i fanghi di lavorazione; è presente un piccolo lago di caccia.

6 Stagno presso l'impianto di decompressione del metano. La cava è stata utilizzata nel periodo 1985-1987, cessata l'escavazione, era minacciato di tombamento. La zona umida è attualmente occupata quasi del tutto da un fragmiteto. Attualmente sono presenti piccoli stagni dove venivano immessi materiali dello zuccherificio, si allagano periodicamente con acqua piovana.

7 Stagno S. Rita. La cava è stata utilizzata nel periodo 1985- 1987, al cessare dell'attività, è stata usata per depositarvi i fanghi prodotti dal locale zuccherificio, abbassandone così la profondità. In seguito sono stati effettuati adattamenti per creare uno stagno di caccia, con prelievo di acqua dal vicino fiume. L'area umida è attualmente coperta per intero da vegetazione erbacea, senza alcun albero e arbusto. Attorno si estende un vasto campo privo di alberature. Viene utilizzata per attività venatoria.

4 Laghi (2) in loc. Tombaccia. I due laghi sono situati in corrispondenza di un frantoio, che peraltro possiede altri due specchi d'acqua legati alla sua attività. Si tratta di bacini in cui si mantiene una discreta quantità di acqua, accanto a quello più piccolo, sull'area dell'escavazione originaria, è cresciuto un boschetto igrofilo. Il bacino più a valle è impiegato per l'attività venatoria, quello a monte per la pesca sportiva.

Per meglio identificare però alcuni dei servizi ecosistemici in gioco in questi ecosistemi sono stati valutate alcune specifiche funzioni ecosistemiche svolte dal sistema. In particolare ci si è concentrati sul servizio ecosistemico di **stoccaggio di acqua** legato alla capacità delle numerose zone umide di trattenere acqua. In particolare sulla base dei sopralluoghi effettuati a settembre 2014 con la guida esperta Cristian Cavalieri (CEA, Casa Archilei) sono stati stimati i volumi di acqua trattenuti da ciascuna zona umida in funzione delle profondità rilevate e/o stimate (Tab. 2).

Cod. sopralluogo	cod. ZU database	AREA (m ²)	PROFONDITA' (m)	VOLUME m ³
1	956	5.654,65	0,1	565,47
1	957	2.691,33	0,1	269,13
1	958	8.440,40	0,1	844,04
1	959	5.250,58	0,1	525,06
1	960	5.347,82	0,1	534,78
1	961	2.195,57	0,1	219,56
1	962	2.928,39	0,1	292,84
1	963	745,91	0,1	74,59
2	2009	17.723,52	6	10.6341,09
4a	954	16.914,44	0,5	8.457,22
4c	1518	35.991,37	0,5	1.7995,7
4b	952	5.409,25	0,5	2.704,6
3b 3c	2008	55.899,93	7,5	41.9249,5
3a	2010	84.362,01	7,5	63.2715,0
6	1477	49.131,84	0,2	9.826,4

7	949	17.391,97	0,2	3.478,4
3 (5)	951	2.554,32	3	7.663,0
3 (5)	953	68.073,46	3	20.4220,4
3 (5)	974	19.702,28	3	59.106,8
3 (5)	975	5.153,56	3	15.460,7
8a	947	8.519,40	2,5	21.298,5
8b	973	10504,19	2,5	26.260,5
8b	946	34608,67	2,5	86.521,7
A	ZU temp.	9584,33	0,2	19.16,9
B	ZU temp.	14.376,49	0	0,0
C	ZU temp.	19.168,65	0,1	1.916,9
9a	ZU tem.	11.181,71	1,5	16.772,6
9b	ZU temp.	9.584,33	0,35	3.354,5
TOTALE (Milioni m³)				1,6

Tab. 2 - Caratterizzazione delle zone umide appartenenti alla bassa valle del fiume Metauro nell'ambito della SIC/ZPS IT5310022 "FIUME METAURO DA PIANO DI ZUCCA ALLA FOCE

Dall'analisi dei dati riportati in tabella i volumi stimati di acqua trattenuta all'interno dei bacini idrografici della bassa valle del fiume Metauro sono pari a circa **1,6 milioni di m³**

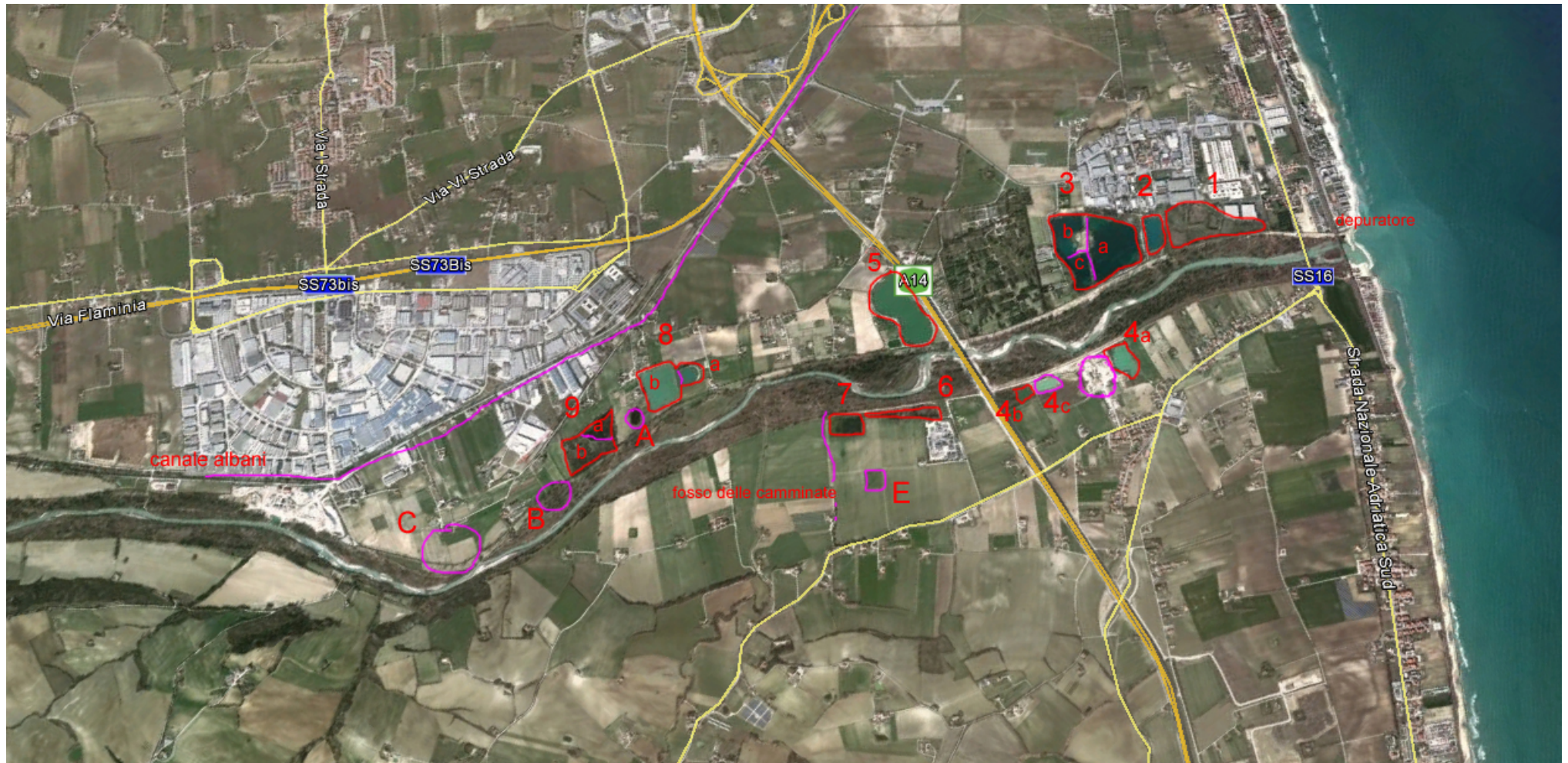


Fig. 3 - Distribuzione delle zone umide nella bassa valle del fiume Metauro

VALUTAZIONE ECONOMICA DEI SEA della SIC/ZPS IT5310022 "FIUME METAURO DA PIANO DI ZUCCA ALLA FOCE

Applicando in parte i valori contenuti in Tab. 1 (per le categorie e i SE di cui si disponeva di valori di letteratura) alle tipologie di uso del suolo ricomprese all'interno della SIC/ZPS IT5310022 e derivanti dalla carta delle unità ecosistemiche della REM aggiornata con la cartografia delle zone umide, si ottiene un valore finale per i servizi ecosistemici identificati ed illustrati nella relazione ZU, pari a € 3.717.980 a cui si aggiungono il valore del servizio "stabilità degli ecosistemi" con ulteriori 581 mila euro.

SERVIZI DI APPROVVIGIONAMENTO

Tra i SEA che mostrano valori più alti si trovano quelli legati alla produzione di cibo per la presenza di seminativi che incidono per il 39% delle superfici totali dell'area considerata e per il servizio di approvvigionamento idrico con un valore di oltre € 910.000.

Questo dato a disposizione, permette di quantificare il valore del servizio di **approvvigionamento idrico** per uso irriguo che si può far equivalere al prezzo medio di vendita dell'acqua ad uso irriguo, definito dal Consorzio di Bonifica delle Marche. Il valore utilizzato è pari a € 0,20/mc e moltiplicato per i volumi potenzialmente a disposizione. Questo valore è stato ottenuto mediando i valori di quota di consumo pari a € 0,10/mc per gli utenti professionali e € 0,30/mc per gli utenti non professionali applicati dal consorzio di bonifica delle Marche.

Per questa valutazione sono stati considerati i bacini 2, 3a, 5, 8a, 8b, 4a, 4b, 4c e considerando una porzione di acqua utilizzabile a scopi agricoli pari ad 1/3 della disponibilità totale.

La disponibilità totale di queste zone umide è pari a m³ 1.188.746 di cui vengono considerati per scopi agricoli circa m³ 396.249 pari ad un valore di € 79.250.

SERVIZI DI REGOLAZIONE

Tra i vari servizi ecosistemici analizzati uno dei più importanti è legato alla **depurazione delle acque** in quanto le numerose zone umide che si trovano a partire dalla zona industriale di Bellocchi fino a mare costituiscono un sistema complesso e articolato di cui alcune interagiscono direttamente col fiume Metauro. In particolare questo complesso sistema può avere un ruolo importante nell'abbattimento di inquinanti (es. nitrati) derivanti sia da fonti diffuse ovvero dalle zone agricole limitrofe sia da fonti puntiformi ovvero dallo scarico del depuratore di "Ponte Metauro" ubicato nei pressi della foce del fiume Metauro (Fig. 4). Questa porzione di territorio risulta tra le zone più vulnerabili dai nitrati di origine agricola come stabilito dalla Regione Marche con decreto D.S. n. 10/TAM del 10 Settembre 2003 (Fig.5). In particolare dai dati ARPA relativi ai punti di campionamento delle acque sotterranee (pozzi PU-07063 e PU-07118) emergono alte concentrazioni di nitrati con valori medi di 126 e 79 µg/L per l'anno 2013 (ARPAM, 2014).



Fig. 4 - Panoramica impianto Ponte Metauro

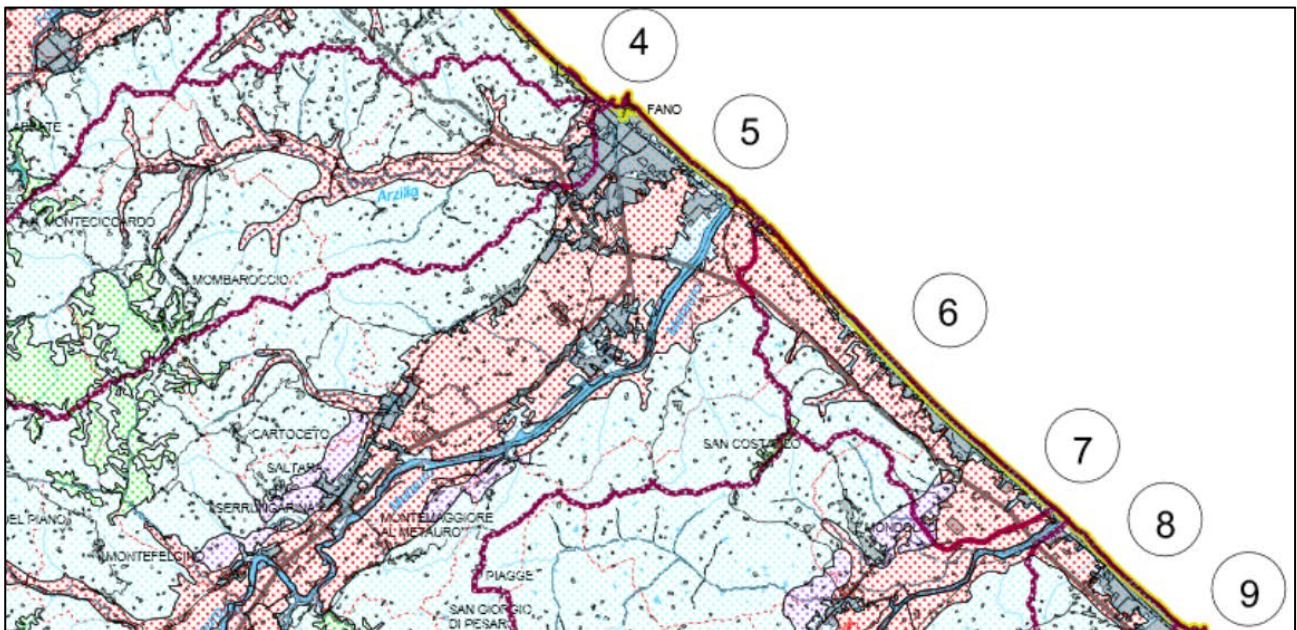


Fig. 5 - Area del basso Metauro tra le zone vulnerabili dai nitrati di origine agricola

Il depuratore “Ponte Metauro” è al servizio del nucleo abitato della città di Fano e località limitrofe (Fosso Sejore, Gimarra, Fenile, Centinarola, Rosciano, S. Orso, Vallato, Metaurilia, parte della frazione di Torrette) e l’impianto ha una potenzialità di circa 60.000 abitanti equivalenti.

Per stimare il valore del servizio ecosistemico di depurazione delle acque svolto dalle zone umide è stato preso come riferimento l’abbattimento dei nitrati svolto dalle zone umide individuate nella bassa valle del Metauro. Per questi ecosistemi infatti, uno studio del 2011 sottolinea come gli ambienti perifluviali risultano in grado di rimuovere tra 11 e i 1260 kg N/ha anno⁻¹ con valori medi stimati in 417 kg N/ha anno⁻¹ per quelli connessi idraulicamente al fiume e 60 kg N/ha anno⁻¹ per quelli isolati dal sistema fluviale (Racchetti et al., 2011), tassi tra i maggiori ritrovabili in letteratura (Pina-Ochoa & Alvarez-Cobelas, 2006), a conferma della funzionalità di questi ecosistemi quali “hot spot” di denitrificazione (McClain et al., 2003).

Considerando l’estensione di tutte le zone umide presenti nella bassa valle del Metauro stimata in 53 ha e considerando che tutte le zone umide descritte sono attive nella fornitura del servizio ecosistemico di rimozione degli inquinanti ma isolate idraulicamente rispetto al fiume Metauro, l’abbattimento di N risulta pari a 3.180 kg N/anno.

Tenuto conto che i costi di depurazione del solo N di un depuratore sono pari a 4-11 €/kg N rimosso (Soana et al., 2013) e che il costo per sostenere il solo processo di denitrificazione è pari a 0,7 €/kg N rimosso (Soana et al., 2013), per il depuratore “Ponte Metauro” che ha un numero di abitanti equivalenti di 60.000 (1 AE= 3,4 kg N/anno) pari a 204.000 kg N/anno (ipotizzando una rimozione del 75%) il costo totale di depurazione è pari a € 816.000 -2.244.000 mentre il costo per la sola denitrificazione è pari a circa **€ 143.000**.

Applicando questi valori al naturale processo di denitrificazione che svolgono le zone umide del basso Metauro il processo di denitrificazione può essere stimato in **€ 2.226**. Se queste zone venissero però collegate idraulicamente al sistema fluviale il tasso di assorbimento di N sarebbe di 22.101 kg con un valore di **€ 15.471** ovvero di quasi **7 volte più grande** rispetto alle condizioni attuali in cui le zone umide sono idraulicamente isolate dal sistema fluviale.

Questi ecosistemi pertanto, rappresentano una vera opportunità di rendere plurifunzionale e resiliente un sistema palustre ed in particolare fluviale, con grandi ripercussioni positive sulla biodiversità e sul benessere dei cittadini

Fasce tampone. Inoltre anche il reticolo idrografico e le fasce di vegetazione riparia sono elementi che contribuiscono in modo efficace alla rimozione di inquinanti con assorbimenti pari a 1.037 kg N/km anno (Soana et al., 2013) e 74,5 kg N/ha anno (Gumiero et al, 2011) rispettivamente.

Pertanto, considerando anche questi elementi come influenti sulla denitrificazione, oltre alle zone umide che potrebbero essere anche potenzialmente collegate al contesto fluviale, è possibile stimare un valore del solo SEA depurazione delle acqua pari a quasi **32.000 €/anno** che rappresenta il 22,3 % del valore del servizio fornito dal depuratore stesso (Tab. 3).

Tipologia di uso del suolo	ha	Assorbimento N	Bibliografia	kg N assorbito /anno	Valore SE depurazione acque €/anno
Vegetazione ripariale	175	74,5 kg N/ha anno	Gumiero et al, 2011	13.066	9.178
Alveo fluviale	40	1.037 kg N/km anno	Soana et al 2013	10.370	7.259
Zona umida	53	60-417 kg N/ha anno	Soana et al. 2013	16.073	2.226-15.471
TOTALE SEA depurazione acque €/anno	18.663 - 31.908				

Tab. 3 - Valori del servizio SE depurazione delle acque mediante abbattimento di azoto per diverse tipologie di uso del suolo

LA RISERVA NATURALE DELLA SENTINA (SIC/ZPS Litorale di Porto d'Ascoli IT5340022)

Inquadramento generale

La Sentina è una zona umida di grande importanza dal punto di vista biologico ed avifaunistico che si estende nel comune di San Benedetto del Tronto per circa 178 ettari a nord della foce del Fiume Tronto. Attualmente è destinata all'esercizio dell'attività agricola, ma a seguito dei frequenti allagamenti, dovuti alle stagionali precipitazioni atmosferiche, svolge ancora una importante funzione di "zona umida" per la sosta dell'avifauna migratoria che sfrutta gli stagni, siano essi saltuari o semi-permanenti, utilizzati in passato come appostamenti fissi di caccia.

Per la presenza di elementi naturalistici e sulla base della sua importanza biologica è stata istituita la Riserva Naturale Regionale Sentina, istituita dalla Regione Marche con delibera n. 156 del 14/12/2004, individuata, per l'assetto naturale dei luoghi, come sistema omogeneo di aree terrestri, fluviali e lacuali; attualmente riveste un'importanza strategica per l'avifauna migratoria; essa costituisce infatti uno dei pochissimi punti di sosta per i migratori tra il Gargano e le zone umide emiliane, tanto da essere riconosciuta, con delibera di Giunta regionale 1701/2000, come Zona di Protezione Speciale (ZPS, Direttiva Uccelli 79/409/CE).

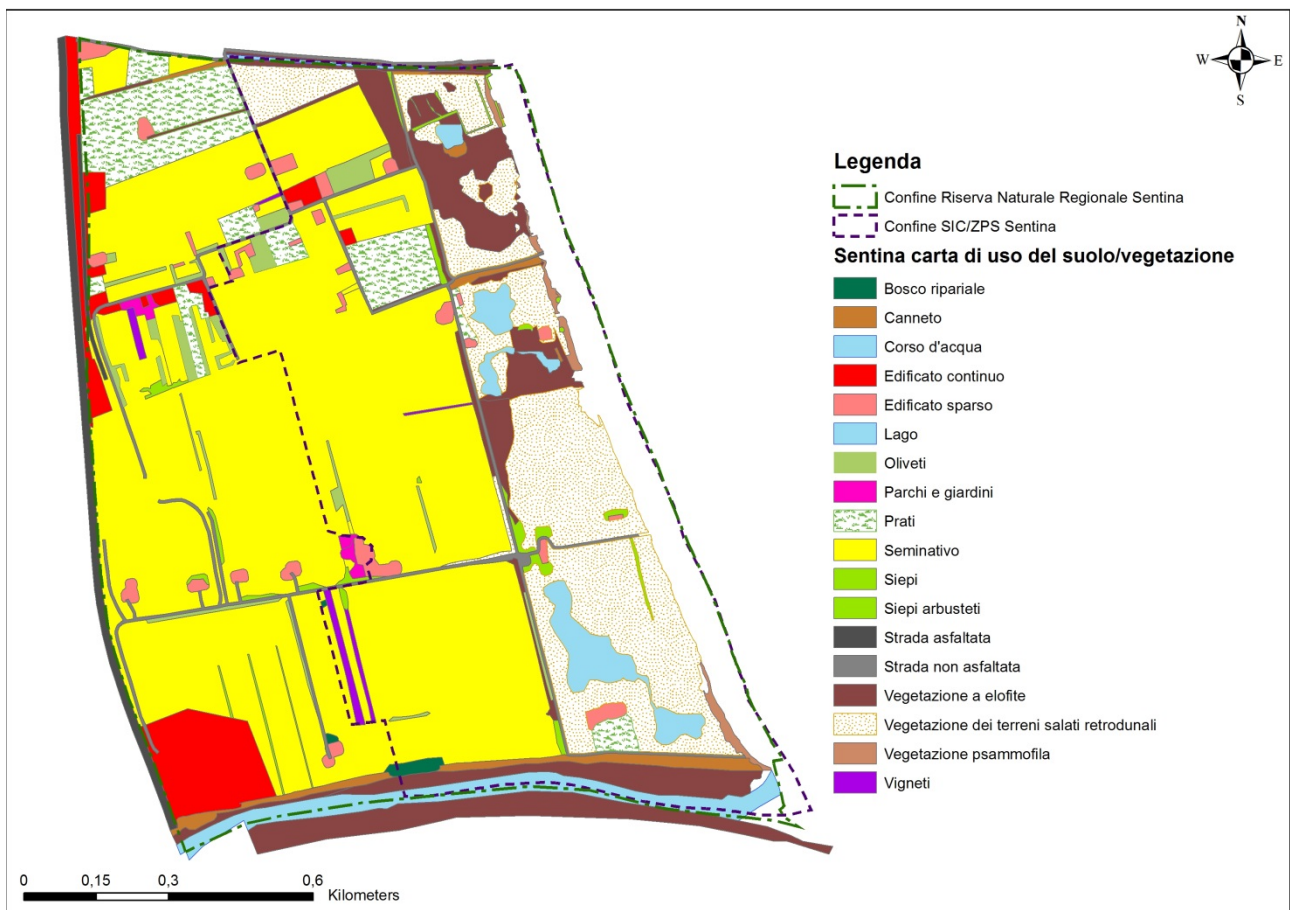


Fig. 6. – Riserva Naturale della Sentina e ambiti limitrofi. Carta della Vegetazione ed uso del suolo

L'area della Riserva Naturale Sentina è occupata per una buona parte da territorio agricolo caratterizzato dalla presenza delle tipiche case rurali marchigiane. Nella parte Nord-Est dell'area i coltivi lasciano spazio ad un'area in cui si trovano alcuni specchi d'acqua che, rispetto alle originarie dimensioni, risultano significativamente ridotti. Infine, a ridosso dell'argine sinistro del fiume Tronto, nella parte Ovest, si rileva la presenza del depuratore comunale di San Benedetto del Tronto.

La riserva è stata istituita allo scopo di conservare, mantenere e proteggere gli habitat, la flora e la fauna della Sentina e di promuovere le attività di educazione, di formazione e di ricerca scientifica alla stessa correlate. Ciò che contraddistingue la Sentina è che si tratta di uno degli ultimi tratti di costa sabbiosa sull'Adriatico non ancora edificato o urbanizzato, e la sua superficie, per circa due terzi, è di proprietà del Comune di San Benedetto del Tronto, per la Riserva cui si estende per la maggior parte su suolo pubblico.

Fino agli anni '70, nella Riserva erano presenti cinque laghetti salmastri per una superficie complessiva di circa 10 ettari. Nel 1972, la zona umida venne bonificata dal Consorzio di Bonifica del Tronto, con il materiale di risulta degli scavi necessari alla costruzione delle strade circostanti. Tuttavia, negli anni seguenti, alcuni cacciatori locali ricrearono degli specchi d'acqua in prossimità dei quali realizzarono appostamenti fissi per la caccia ai numerosi uccelli acquatici. Infatti, nonostante le colmate del 1972, durante la stagione invernale l'area si presenta spesso allagata, grazie al ristagno delle acque meteoriche ed all'apporto di acqua marina a causa delle mareggiate, che superano facilmente le basse dune costiere. Successivamente, fu istituita un'Oasi di Protezione della Fauna (L.R.157/92) e, finalmente, nel dicembre 2004 (Deliberazione del Consiglio regionale n° 156 del 14/12/2004), si è giunti alla istituzione della Riserva Naturale Regionale.

Dal punto di vista ambientale e paesaggistico, la Riserva Naturale Regionale Sentina costituisce un luogo di incontro di tre ecosistemi: fluviale, costiero ed agricolo. La sua fascia costiera è costituita da un cordone sabbioso con morfologia di duna piatta, dietro la quale si rinvengono piccoli lembi di ambienti umidi salmastri e di praterie salate, mentre il lato meridionale si affaccia sul Fiume Tronto, al confine con l'Abruzzo. Il sito presenta una eccezionale importanza floristica e biogeografica per le Marche e più in generale per il settore centro-meridionale adriatico italiano. Oltre che per la flora e la vegetazione, notevole è l'importanza dell'area per l'avifauna, soprattutto migratoria. Complessivamente sono state osservate 116 specie di uccelli, molte delle quali di importanza conservazionistica. La Riserva costituisce infatti uno dei pochissimi punti di sosta per i migratori tra il Gargano e le zone umide del Delta del Po.



Fig. 7 - Cartografia 1954, in blu sono evidenziate le aree storicamente soggette ad allagamento

L'area della Sentina rappresenta una tipica zona di bonifica costiera nella quale i successivi interventi di sistemazione idraulica hanno mutato progressivamente l'assetto idrogeologico; a partire dal 1951 quest'area è stata oggetto di profonde modifiche operate dal Consorzio di Bonifica del Tronto che, per recuperare aree da avviare alla coltivazione, ha provveduto al suo quasi totale interrimento e prosciugamento. L'attuale assetto dell'area è determinato dalla sistemazione degli argini e del sistema di foce del fiume Tronto, dalla "colmata" degli acquitrini e degli stagni, dalla regimazione idraulica e dalla

sistemazione agricola dei terreni. I depositi affiorati nell'area sono rappresentati dai sedimenti alluvionali attuali e recenti (Olocene) del fiume Tronto, costituiti da alternanze di sabbie limose e ghiaie. A maggiori profondità, entro i primi venti metri, sono presenti argille limose e limi argillosi, probabilmente di origine marina. Risulta quindi evidente come le caratteristiche geomorfologiche e sedimentologiche dell'area dipendano massimamente dall'interazione tra il trasporto solido effettuato dal Fiume Tronto e le azioni di redistribuzione dei materiali lungo i litorali, che negli ultimi secoli hanno subito modificazioni significative a causa a motivi naturali (soprattutto quelle avvenute fino alla fine del XIX secolo) ed in parte per cause connesse all'azione dell'uomo (in particolare alle successive opere di regimazione del tratto medio terminale del fiume che ha visto restringersi drasticamente l'area di flusso con conseguente rettificazione dell'alveo.

Negli anni '50, l'area, in parte già bonificata, oltre all'assenza degli argini artificiali del Tronto, presentava, nella porzione nord orientale, un sistema di stagni denominati "Sentina", il nome che ancor oggi localizza il sito. Gli stagni risultavano estesi per circa 60.000 m² e costituivano il recapito delle acque raccolte dal "Fosso Collettore" (originariamente fosso Sentina) che non disponeva di foce diretta a mare. Il deflusso dagli stagni avveniva attraverso canalizzazioni episodiche che attraversavano il cordone dunale in occasione delle fasi di piena con sistemi di foce presumibilmente mutevoli. L'ultimo intervento di bonifica è stato condotto negli anni '70 del secolo scorso ed ha portato alla cancellazione pressoché definitiva degli ultimi stagni e ambienti umidi caratterizzati da battenti d'acqua differenziati che raggiungevano profondità massime di circa 2 m. Questi interventi hanno da un lato banalizzato la struttura dell'ecosistema e attualmente le minacce ambientali che interessano la Riserva sono le stesse che riguardano praticamente l'intero sistema litoraneo italiano, vale a dire il rapido sviluppo urbano e l'elevata antropizzazione con conseguente degrado degli habitat costieri e la conseguente perdita di biodiversità. Gli interventi antropici su questo sistema costiero ne hanno decisamente ridotto la naturalità; a ciò si aggiunge la riduzione della falda di acqua dolce, con conseguente risalita del cono salino dovuto ai numerosi attingimenti a scopo industriale ed agricolo, che caratterizzano le aree lungo il corso medio e inferiore del fiume Tronto.

Negli ultimi anni, alle difficoltà di drenaggio dell'area, si è aggiunto il meccanismo di invasione marina che si produce in occasione delle mareggiate più forti. Il fenomeno, legato all'erosione costiera, oltre al sensibile arretramento della linea di riva ha determinato la demolizione della modesta struttura dunale. Agli effetti indotti dalla bonifica idraulica (colmamento e drenaggio, che hanno portato alla quasi totale cancellazione delle aree umide), ai meccanismi ingressivi marini (che comunque, episodicamente, creano impaludamenti localizzati risultando quindi funzionali sotto il profilo naturalistico) e all'erosione costiera (perdita di spiaggia e di habitat dunali), si sommano altre problematiche ambientali sempre connesse al rischio costiero, differentemente interrelate, quali:

- la contaminazione delle acque interne generata da scarichi civili e industriali (particolarmente esposto ai rischi di contaminazione il Canale Collettore Sentina, posto lungo il confine settentrionale della Riserva);
- i carichi inquinanti legati alle attività agricole;
- la salinizzazione dei suoli agricoli e delle acque interne;
- i meccanismi di "desertificazione" dei suoli indotti da pratiche agronomiche "intensive".

La falda salata, ospitata dallo strato sabbioso sottostante, oltre a non fornire alcuna fonte di approvvigionamento di acque irrigue (l'attività agricola locale si basa attualmente sulla rete di canali realizzata dal Consorzio di Bonifica Tronto), impedisce pure le normali irrigazioni con acqua dolce che ne provocherebbe l'innalzamento fino alla zona esplorata dalle radici. Le interferenze della falda salata sui terreni litoranei, si fanno sentire particolarmente negli anni siccitosi poiché tendono a sostituirsi alla falda d'acqua dolce, impoveritasi a sua volta per mancanza di rifornimento. Eccessive captazioni al livello basale hanno infatti indotto un graduale e costante innalzamento del livello della falda salata, con relativa destabilizzazione degli equilibri ecologici naturali rilevabile soprattutto nel sistema botanico vegetazionale.

VALUTAZIONE ECONOMICA DEI SEA

Le caratteristiche del mosaico ambientale e delle tipologie che lo costituiscono, concorrono a determinare la capacità potenziale di un territorio nel fornire al genere umano una serie di servizi ecosistemici necessari al proprio sostentamento (Turbé et al., 2010).

Variazioni negli usi del suolo possono comportare, in alcuni casi, diminuzione della performance nella fornitura di servizi ecosistemici di tessere non toccate dalle trasformazioni (Burkhard et al., 2012, Scolozzi et al., 2012). L'analisi si basa quindi sulla considerazione che ogni tipologia di uso del suolo presenta una certa potenzialità nel fornire una serie di SE e ogni variazione di copertura e di uso del suolo ha ripercussioni a livello della funzionalità degli ecosistemi.

In particolare in questa fase sono stati selezionati 9 servizi ecosistemici a cui viene associato un valore di performance valutato per ogni categoria di uso del suolo ovvero un valore di capacità potenziale di quella specifica copertura nel fornire quel determinato servizio ecosistemico (Santolini et al., 2015^{a,b}; Scolozzi et al., 2012; Burkhard et al. 2012).

Per ogni copertura di uso del suolo dell'area di studio derivanti dalla "Carta della vegetazione e degli habitat 2009", (Formica, 2009) e per ogni singolo servizio ecosistemico viene fornito un valore da 0 a 5 in funzione della potenzialità di fornitura del SE: da 0 che corrisponde a "nessuna capacità" a 5 "capacità molto alta" (Tab. 4).

Tab.4 - Potenzialità di fornitura dei SE per ogni tipologia di uso del suolo (da Santolini et al., 2015)

	Protezione dalle piene	Regolazione e fornitura di acqua	Capacità di stoccaggio	Regolazione dei nutrienti	Habitat	Ricreativo	Estetico - culturale	Ritenzione e formazione di suolo	Impollinazione
Tessuto urbano continuo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tessuto urbano discontinuo	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Aree industriali o commerciali	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Aeroporti	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Aree estrattive	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cantieri	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Aree verdi urbane	1	3	2	1	3	4	4	2	2
Aree sportive e ricreative	0	2	2	1	3	5	5	1	1
Seminativi in aree non irrigue	1	2	4	1	2	1	1	0	1
Risaie	0	2	3	0	2	1	2	3	0
Vigneti	0	2	2	1	2	3	4	1	1
Frutteti e frutti minori	2	2	3	2	3	3	4	2	5
Oliveti	1	2	3	2	2	3	5	3	1
Prati stabili	1	3	4	1	2	3	3	4	2
Colture annuali associate a permanenti	1	2	3	1	3	2	4	1	1
Sistemi colturali e particellari complessi	1	3	3	2	4	2	3	4	4
Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi nat. Imp	2	3	3	1	4	2	4	4	2
aree agroforestali	3	3	3	1	4	3	4	4	3
Boschi di latifoglie	4	5	5	5	4	5	5	5	5
Boschi di conifere	4	5	5	5	4	5	5	5	5
Boschi misti	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota	1	3	5	5	5	4	5	4	2
Brughiere e cespuglieti	3	4	5	3	4	5	5	4	3
Aree a veg. sclerofilla	1	3	3	3	4	2	3	5	3
Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in	3	3	3	4	4	2	4	4	3



evoluzione									
Spiagge, dune, sabbie	5	1	1	0	3	5	5	3	1
Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	1	1	0	0	3	4	4	0	0
Aree con vegetazione rada	1	1	1	1	3	1	1	1	0
Aree percorse da incendi	0	0	3	0	1	0	0	1	0
Ghiacciai e nevi perenni	0	5	0	0	1	5	5	5	0
Paludi interne	5	5	5	5	5	5	5	1	0
Torbiere	3	3	5	4	5	4	5	1	2
Corsi d'acqua, canali e idrovie	2	5	2	3	5	5	5	5	0
Bacini d'acqua	3	5	4	2	5	5	5	5	0

Questo tipo di approccio fornisce la possibilità di creare mappe qualitative di funzionalità del territorio sulla base delle coperture di uso del suolo ed eventualmente confrontarle nel tempo per individuare le aree più vocate alla produzione dei SE. Per l'area di studio sono state prodotte 9 mappe per singolo servizio ecosistemico sulla base della carta della vegetazione della riserva della Sentina.

I servizi ecosistemici valutati sono i seguenti:

Controllo delle inondazioni e flussi idrici, controllo delle piene	Funzione tampone e protezione verso eventi distruttivi, es. mitigazione piogge intense, eventi di piena, erosione della costa da parte delle onde.
Regolazione del ciclo dell'acqua	Funzioni di regolazione delle acque, ricarica delle falde, evitano costi di potabilizzazione, mantengono disponibilità idrica durante l'anno rispetto ad un veloce flusso e uscita di acqua dal bacino.
Capacità di stoccaggio e assimilazione dei rifiuti	Funzione filtro e riduzione dei residui di attività umane e materiali, es. patogeni (come Escherichia) e nutrienti dalle acque, particolato e composti tossici dall'aria, rumore etc.
Regolazione dei nutrienti e sostanze organiche	Funzione di riciclo e ricircolo dei nutrienti asportati da piante (agricoltura) e animali, es. ciclo del fosforo e dell'azoto e mantenimento della fertilità del suolo.
Habitat per la biodiversità	La continuità e funzionalità delle aree naturaliformi fornisce siti di rifugio, alimentazione e riproduzione per animali e piante. Vaste aree continue supportano la sopravvivenza di specie (direttamente e indirettamente) utili per l'uomo.
Ricreativo	Aree naturaliformi attraggono persone per attività ricreative (caccia, pesca, escursionismo, canottaggio, ciclismo, ecc) che portano benefici diretti nei dintorni (spesa turistica) ma anche indiretti in termini di salute a livello di popolazione.
Estetico culturale	Funzione estetica e spirituale, il suo valore è riferito al non-uso, alla disponibilità a pagare per mantenere l'integrità e qualità di un sito.
Controllo e protezione dall'erosione	Il suolo esplica diverse funzioni tra cui filtro e mantenimento della falda, assorbimento di residui, mezzo per la crescita delle piante. Prevenzione della perdita di suolo dal vento e deflusso; evitando l'accumulo di limo nei laghi e zone umide

Impollinazione	L'impollinazione tramite animali impollinatori ha un grande valore per le attività umane, ad es. per l'80% delle piante commestibili che dipendono dagli impollinatori.
-----------------------	---

Per la valutazione economica sono stati estrapolati i valori medi espressi in €/ha/anno da associare ad ogni copertura di uso del suolo in funzione della tipologia di servizio ecosistemico.

I SE sono stati stimati quindi come forniti sia specificatamente dalle porzioni di aree umide che dal contesto territoriale associato, raccogliendo tra le varie fonti bibliografiche, le valutazioni economiche di studi derivanti dai database del progetto TEEB (Van der Ploeg and de Groot, 2010), GECOSERV (<http://www.gecoserv.org>) e quelle contenute in Scolozzi et al. (2012) e in Morri et al. (2014) convertendo tutti i valori in €/ha/y relativamente all'anno 2014 (<http://rivaluta.istat.it>).

Ai servizi ecosistemici valutati attraverso la capacità di fornitura sono stati aggiunti o dettagliati (poiché disponibili le valutazioni economiche specifiche) i seguenti servizi ecosistemici considerati per le tipologie di uso del suolo dell'area di studio.

Stabilizzazione del clima	Capacità da parte processi biotici e abiotici di mantenere il bilancio chimico e climatico nell'atmosfera, es. CO ₂ /O ₂ , mantenimento dello strato O ₃ , regolazione dei livelli SO _x
Regolazione del ciclo dell'acqua e approvvigionamento idrico	Funzioni di regolazione delle acque, ricarica delle falde, evitano costi di potabilizzazione, mantengono disponibilità idrica lungo l'anno rispetto ad un veloce flusso e uscita di acqua dal bacino.
Ricarica delle falde	La ritenzione di acqua nel bacino fornisce un effetto tampone tra possibili inondazioni e scarsità d'acqua, tagliando i picchi nelle ondate di piena nei fiumi e ampliando la disponibilità di acqua nei periodi secchi.
Depurazione dell'acqua	Favorire i naturali meccanismi di autodepurazione delle acque
Mantenimento della diversità biologica	Protezione della biodiversità attraverso il mantenimento della diversità genetica. (categoria genepool TEEB database)
Formazione e mantenimento di suolo	Il suolo esplica diverse funzioni: filtro e mantenimento della falda, assorbimento di residui, mezzo per la crescita delle piante. I sistemi naturaliformi creano e arricchiscono il suolo e ne impediscono l'erosione durante le piogge.
Mantenimento della stabilità degli ecosistemi	E' considerato come proprietà emergente del sistema nel suo complesso, cioè come il servizio che esprime l'integrazione tra tutte le funzioni ecologiche considerate e valutato come media dei valori attribuiti agli altri servizi.

La tabella 3 mostra i valori medi espressi in €/ha/y (2014) derivanti dalla bibliografia consultata. Per le caratteristiche delle zone umide della riserva della Sentina sono stati associati i valori della tipologia “swamps/marshes” (29 paper consultati) presente all’interno del database TEEB per il bioma “zone umide interne”, mentre per la tipologia “vegetazione psammofila e retrodunale” sono stati associati i valori per la categoria “dune” presenti all’interno del database GECOSERV (5 paper).

ANALISI GEOSTATISTICA

Questo tipo di rappresentazione dei dati permette di individuare gli ambiti a diverso grado di funzionalità ecologica rispetto al parametro individuato che, attraverso il processo di interpolazione, si fondono in modo da evidenziare le tendenze verso potenzialità o criticità del sistema, funzionali alla valutazione degli interventi fatti o da pianificare. Questa rappresentazione può evidenziare con maggiore chiarezza gli aspetti di interrelazione dinamica tra le componenti ed in particolare è possibile valutare:

- lo stato di frammentazione del sistema ambientale evidenziando tendenze e criticità;
- gli effetti di un’azione di interazione positiva o negativa, con il sistema ambientale;
- gli effetti delle diverse fasi evolutive o di scenario;
- le eventuali risposte in base all’inserimento nel modello delle soluzioni di recupero prescelte.

Le modalità di trasformazione individuate relative anche a opere di mitigazione e compensazione, possono essere occasione di riqualificazione paesistico-ambientale potendo avvalersi di modelli relativi ai vari scenari. Il modello derivato dall’elaborazione geostatistica quindi, pur necessariamente corroborato da approfondimenti specifici, può rispondere in maniera efficace alle esigenze di una sintesi diagnostica con individuazione delle criticità e delle peculiarità locali. Inoltre il modello individua le tendenze dinamiche evidenziando in base ai diversi livelli, quelle compatibili e coerenti con le esigenze territoriali offrendo una base importante per la verifica dei progetti ed per le localizzazioni e caratterizzazioni delle opere di mitigazione e compensazione.

Abbiamo scelto di elaborare le mappe di due SEA di regolazione (Erosione, Nutrienti) ed uno di supporto (Habitat) all’interno della Riserva per evidenziare la situazione e le potenzialità anche rispetto agli interventi sviluppati.

Le rappresentazioni sono state realizzate in ambiente GIS attraverso un’interpolazione, procedendo come descritto a seguire:

- Sono stati individuati i centroidi di tutti i poligoni di uso del suolo presenti all’interno della riserva e all’esterno per un buffer di 300 metri, al fine di ottenere una corretta elaborazione geostatistica anche per le aree di confine della riserva.
- Ad ogni punto è stato attribuito un valore Z calcolato moltiplicando la performance della tipologia di uso del suolo su cui ricade (da 0 a 5) per l’estensione del poligono, in modo tale da tener conto sia della potenzialità del tipo di vegetazione presente, sia della sua estensione.
- Attraverso il Tool Kriging (interpolazione impostata su 8 punti a modello sferico) è stata quindi realizzata l’interpolazione che restituisce le mappe seguenti: in rosso sono indicate le aree a bassa funzionalità mentre in verde quelle più performanti.

Il kriging è un metodo usato in geostatistica per interpolare una grandezza nello spazio, minimizzando l’errore quadratico medio: conoscendo il valore di una grandezza in alcuni punti nello spazio permette di determinare il valore della variabile in altri punti per i quali non esistono misure, presupponendo l’autocorrelazione della grandezza, cioè che la grandezza in oggetto varia nello spazio in maniera continua.

VALUTAZIONE DEI SEA DELLA SENTINA

Dal punto di vista ambientale e paesaggistico questo territorio è il risultato dell'erosione antropica attraverso la trasformazione d'uso del suolo: a nord la Riserva confina con la città diffusa adriatica ed in particolare con l'area urbanizzata di San Benedetto del Tronto; ad ovest è presente un'agricoltura in parte intensiva con solo alcune piccole parcelle coltivate con tecniche a basso impatto ambientale grazie all'attività di persone anziane; a sud il fiume Tronto, la cui foce è stata "portualizzata" con pennelli che hanno un riflesso molto negativo sul trasporto costiero dei sedimenti con direzione Sud-Nord, che si aggiunge alla mancanza di trasporto solido di gran parte dei fiumi non solo marchigiani.

Questa situazione, ben sviluppata nella check list delle criticità del Piano di Gestione della Riserva,, mette in luce una progressiva distrofia degli ecosistemi che attualmente sono il relitto di quello che un tempo era un naturale cordone dunoso (Fig. 8), ora è costituito da un cordone sabbioso con morfologia di duna piatta, dietro la quale si rinvergono piccoli lembi di ambienti umidi salmastri e di praterie salate.

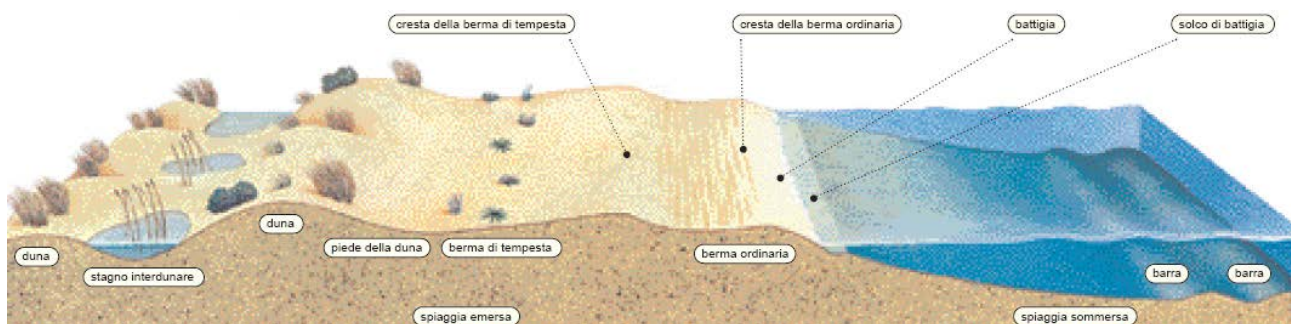


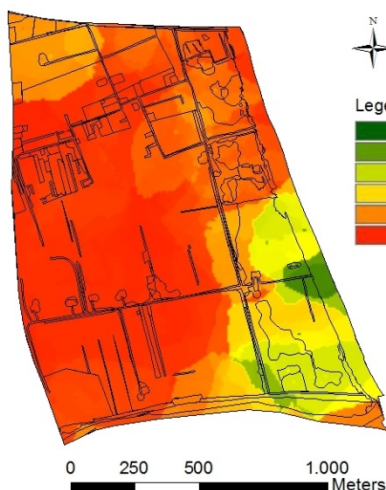
Fig. 8 - Profilo dunale costiero

L'importanza floristica e biogeografica per le Marche e più in generale per il settore centro-meridionale adriatico italiano (Biondi e Formica, 2000) sottolinea come gli aspetti legati alla biodiversità siano segnale di potenzialità che ancora si esprime nonostante le pressioni che alterano le funzioni di regolazione e quindi di potenziali SEA.

Infatti, questa prima fase di valutazione tiene in considerazione la capacità potenziale di ogni tipologia di uso del suolo nel fornire i SEA considerati come valore medio di performance secondo le estensioni delle diverse tipologie di uso del suolo.

Per questo motivo è importante poter valutare la potenzialità espressa da una fascia costiera in equilibrio (Fig. 8) per poter apprezzare lo stato attuale di un sistema ecologico come quello della Sentina attraverso le valutazioni qualitative e quantitative espresse poi in euro e le sue potenzialità funzionali.

CAPACITA' DI PROTEZIONE DALL'EROSIONE



Le caratteristiche dell'attuale fascia costiera permettono di esprimere un giudizio relativo rispetto alle condizioni potenziali.

Gli elementi ecosistemici naturali che costituiscono il sistema attuale di contrasto offrono ancora un fronte importante all'erosione del sistema.

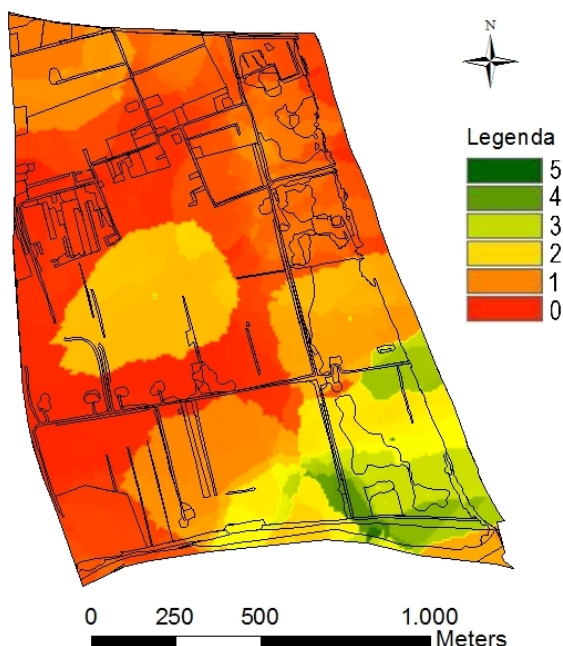
La relatività della funzione è data dal confronto tra lo stato attuale ed il potenziale per cui sarebbe necessaria una morfologia della fascia costiera con profili più elevati per garantire una stabilità ed una protezione più efficace dei sistemi agro-ambientali retrostanti.

La mappa interpolata indica come le dimensioni e le caratteristiche del sistema naturale che determina contrasto all'erosione, siano significativamente esili nei confronti delle forze in atto. L'analisi mostra come, in base alla cartografia disponibile, sia sufficiente una

fascia di dimensioni di poco maggiori per garantire un minimo di stabilità funzionale. Gli elementi naturali presenti conferiscono un certo grado di stabilità su valori intermedi che sottolineano però la delicatezza del sistema.

Potendo agire sull'ambito fluviale ampliando la parte terminale del corso e restituendo funzionalità ecologica al fiume, si potrebbe migliorare la stabilità di parte del sistema costiero più prossimo al fiume, che rimane comunque fortemente compromessa soprattutto dai pennelli rigidi di foce e dalla riduzione del trasporto solido.

CAPACITA' DI REGOLAZIONE DEI NUTRIENTI



L'agricoltura è una delle fonti da cui provengono elementi che possono rappresentare contaminanti per il territorio oggetto di studio (nitrati, fosfati, fitofarmaci, ecc.). La stima di quanto azoto e fosforo occorre apportare artificialmente per soddisfare le necessità delle piante deve tenere conto di una serie di fattori e generalmente, l'incidenza di azoto e fosforo per mineralizzazione della sostanza organica nei suoli agrari è stata valutata in 40 kg/ha/y per l'azoto e 5 kg/ha/y per il fosforo.

Un altro aspetto che invece tende ad incrementare gli apporti è legato all'efficienza della coltura ad utilizzare i nutrienti presenti: per garantire i quantitativi asportati, e le rese, si incrementa la quota di nutrienti dati artificialmente.

Anche per questo motivo c'è una tendenza in aumento delle quantità di nitrati in falda.

La diffusione di contaminanti aumenta la propensione all'approfondimento delle quote di captazione dell'acqua, (per le acque potabili, irrigue e industriali). In aggiunta c'è la concomitanza con gli effetti di subsidenza. Ossia l'aumento della probabilità di sfruttare sistemi confinati (o comunque caratterizzati da una frequenza maggiore di livelli fini come limi e argille) ha aumentato la probabilità di innescare la subsidenza. La terza circostanza, è costituita dall'ingresso di acqua di mare nei casi in cui il gradiente idraulico della falda freatica si inverte a causa di prelievo o di azioni di bonifica. Infatti, la riduzione della falda di acqua dolce, con conseguente risalita del cono salino, è dovuto ai numerosi attingimenti a scopo industriale ed agricolo, che caratterizzano il corso medio inferiore del fiume Tronto.

Il colore giallo della mappa, cioè la diffusione di valori di funzione intermedi, evidenzia lo sforzo degli elementi che sono regolatori dei flussi di nutrienti rispetto agli elementi generatori di impatto. Nonostante la funzionalità espressa dagli elementi naturali, la loro dimensione non riesce ad esprimere appieno la potenzialità, mentre un loro ampliamento genererebbe un effetto moltiplicatore decisamente più efficace valutabile in modo previsionale dal modello. Ad esempio, le siepi e le fasce arbustate che possono avere una funzione tampone sia in ambito agricolo che perfluviali, combinate semmai con interventi di riqualificazione del fiume, possono contrastare e limitare questo diffuso fenomeno aumentando la qualità dell'acqua dolce.

Gli effetti di questi fenomeni che sono regolati dalle caratteristiche del sistema ecologico e da forze a scala più ampia, presentano una conferma dallo studio sulla *Caratterizzazione delle acque sotterranee* messo a punto dalla Riserva. I pozzi che sono stati presi in considerazione sono distribuiti due a nord uno centrale a ridosso dei primi laghetti a 200 m dalla battigia e due a sud nei pressi della Proprietà Solidea-Ferri.

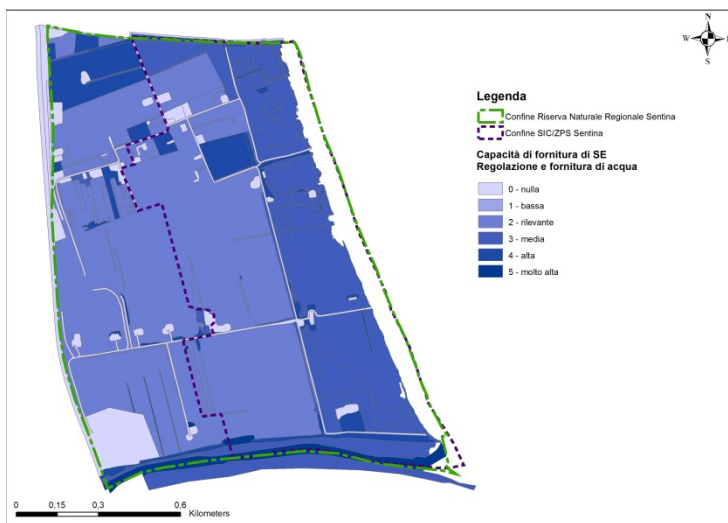
Il comportamento è alquanto diverso e possono riflettere in parte tre ambiti che si evidenziano dalle mappe:

-la porzione settentrionale con i due pozzi che subiscono una seppur lieve ingressione del cuneo salino e quindi un impatto significativo delle forzanti.

-la porzione centrale, di transizione, dove le fluttuazioni sono più contenute a causa della pressione idrostatica del lago con una presenza di cloruri quando la falda è più alta;

-l'area meridionale è invece sotto l'influsso della pressione idrostatica del fiume che seppur limitato nelle sue funzioni, produce un evidente beneficio e sarebbe interessante valutare nel tempo l'ulteriore apporto dei laghi di neo-costruzione di cui il modello ne evidenzia l'efficacia.

CAPACITA' DI REGOLAZIONE E FORNITURA D'ACQUA E DI STOCCAGGIO



Per quanto riguarda questi aspetti, la grande omogeneità delle potenzialità riguardo queste funzioni non inducono a esplorare le tendenze con la geostatistica. Le tipologie ambientali ed in particolare gli ecosistemi naturali, assumono valori importanti che dovrebbero essere tenuti presente nel pianificare interventi di riqualificazione ambientale soprattutto in un ambito fluviale. Fiume che avrebbe estremamente bisogno di essere interconnesso con il sistema ecologico costiero in modo da amplificare ancor più gli effetti positivi che si sono evidenziati dall'analisi dei SEA precedenti.

IMPOLLINAZIONE E HABITAT

Questi SEA di regolazione il primo e di approvvigionamento/supporto il secondo, pongono in evidenza l'importanza sinergica che hanno gli ecosistemi in quanto elementi di regolazione. Tutti gli ecosistemi (vegetazione psammofila, palustre, stagni ecc.) costituiscono habitat fondamentali per la fauna e nicchie ecologiche di elevatissimo valore ambientale e paesaggistico che concorrono ad aumentare la funzionalità ecosistemica. L'impollinazione rappresenta il principale meccanismo di riproduzione delle Gimnosperme e delle Angiosperme e pertanto il fattore promotore di gran parte dei cicli biologici che rendono attivi i cicli anche biogeochimici in cui ciascun elemento dipende dagli altri per la sua sopravvivenza. E' un meccanismo di cui il sistema si avvale per regolare le biocenosi e la biodiversità e per rendere a volte efficace una agricoltura ecologicamente più sostenibile.



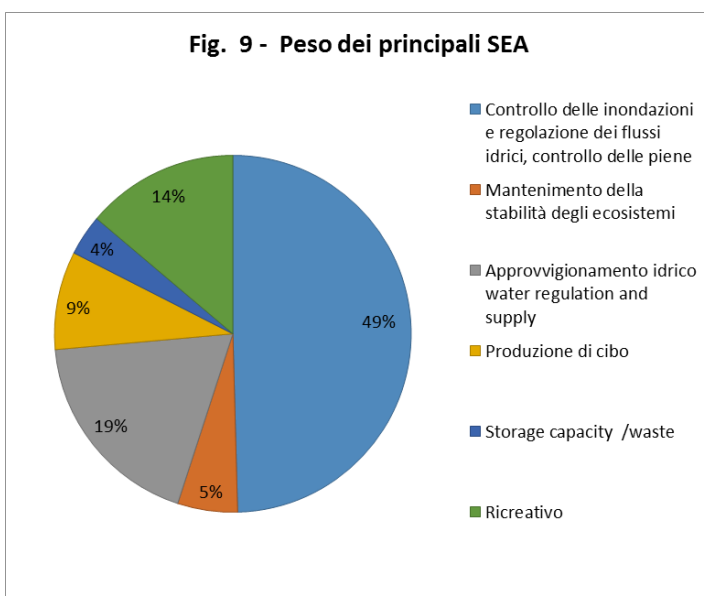
LA VALUTAZIONE ECONOMICA DEI SEA DELLA RISERVA NATURALE DELLA SENTINA (SIC/ZPS Litorale di Porto d'Ascoli IT5340022)

Applicando in parte i valori contenuti in Tab. 5 (per le tipologie ambientali ed i SEA di cui si disponeva di valori di letteratura) alle tipologie di uso del suolo ricomprese all'interno della Riserva e derivanti dalla carta integrata tra vegetazione ed uso del suolo (Fig. 6) ed aggiornata con fotointerpretazione, si è ottenuto un quadro delle funzioni espresse in € per ogni SEA.

Tabella 5 - Valori in €/ha/anno di ogni SEA mediati da bibliografia (database GECOSERV e TEEB 2012)

Classi di uso del suolo/SE	Riciclo di nutrienti e sostanze organiche	Ricarica delle falde	Controllo delle inondazioni e regolazione dei flussi idrici, controllo delle piene	Depurazione dell'acqua	Controllo e protezione dall'erosione	Stabilizzazione del clima	Mantenimento della stabilità degli ecosistemi	Mantenimento della diversità biologica	Formazione e mantenimento di suolo	Impollinazione	Irrigazione per agricoltura	Produzione di energia	approvvigionamento idrico water regulation and supply	Produzione di cibo	Ricreativo	estetico/culturale	storage capacity/waste
tabella dei valori mediati da bibliografia (database GECOSERV e TEEB 2012)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S14	S15	S16	S17	S18
Siepi e arbusteti					117		117										
Bosco	359	1832	1832	233	70	264	505	18	27	342			340	55	6		
Bosco e vegetazione ripariale			184			264	1485						4006		3490	10	
Coltura arborata (frutteti, vigneti, oliveti)				134		183	170		298					63	86		
Greti e spiagge/corso d'acqua		724	724	1855	1208	46	1024	254	1208		1374	2993	853	27	302		
Parchi e giardini			12			703	358								5429		
Praterie					54	67	36	0,01	6	27				61	0,75		
Seminativo	164		66		38	26	610		115	26				3261			
Urbano e strade																	
Zone palustri	4309		40008	221		348	30147						156351		36330	2202	31266
Vegetazione psammofila e retrodunale			57622												12129	61	

La Sentina è un ambito paranaturale molto limitato che non raggiunge i 200 ha di superficie circondata da forzanti che ne limitano la sua evidente potenzialità. Di conseguenza, non tutti i SEA che abbiamo identificato hanno un peso significativo tanto che nell'elaborazione, abbiamo considerato quelli che superavano 1% (Fig. 9).



Come si può osservare dalla Tab. 6 e da Fig. 9, oltre il 50% della funzionalità ecosistemica espressa dalla Riserva è caratterizzata da servizi di regolazione ed approvvigionamento a testimoniare di quanto siano importanti le funzioni di questi ecosistemi per tamponare le alterazioni provenienti dalle forzanti antropiche (cfr Piano di Gestione 2014). Urbanizzazione a nord ed a sud della foce del Tronto che ha irrigidito la linea di costa, la mancanza di trasporto solido del Fiume Tronto e la sua scarsa naturalità e quindi funzionalità fluviale, l'irrigidimento della foce con una differenza tra la lunghezza della massicciata della riva sud a difesa dell'abitato di Martinsicuro, da quella nord (soggetta ad erosione) di circa 500 m sono tra i fattori che

comprimono l'espressione di funzionalità ecosistemica della Riserva della Sentina. Nonostante questo, la

biodiversità che esprime è sinonimo come abbiamo visto, di un certo livello di funzionalità che, rispetto alle necessità antropiche, il mantenimento di questo ecosistema e delle sue funzioni, può essere quantificato anche economicamente come valore di funzione dei suoi elementi.

Tabella 6 – Valore in euro delle diverse tipologie ecosistemiche rispetto alla loro dimensione ed in relazione ai SEA considerati

	ha	Controllo delle inondazioni e regolazione dei flussi idrici, controllo delle piene	Mantenimento della stabilità degli ecosistemi	Approvvigionamento idrico water regulation and supply	Produzione di cibo	Storage capacity	Ricreativo
Bosco ripariale	0,4	66,2	534,1	1.440,9	0,0	0,0	1.255,3
Canneto	2,4	0,0	284,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Corso d'acqua	4,7	3.371,9	4.769,0	3.972,7	125,7	0,0	1.406,5
Edificato continuo	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Edificato sparso	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bacini palustri	3,8	151.887,6	114.451,0	593.575,6	0,0	118.699,2	137.924,3
Oliveti	3,2	0,0	538,2	0,0	199,4	0,0	272,2
Parchi e giardini	0,4	5,3	157,0	0,0	0,0	0,0	2.381,4
Prati	10,6	0,0	380,7	0,0	645,1	0,0	7,9
Seminativo	87,7	5.791,4	53.526,6	0,0	286.148,2	0,0	0,0
Siepi	0,3	0,0	36,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Siepi arbusteti	1,5	0,0	174,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Strada asfaltata	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Strada non asfaltata	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vegetazione a elofite	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vegetazione dei terreni salati retrodunali	24,1	1.387.703,1	0,0	0,0	0,0	0,0	292.102,8
Vegetazione psammofila	0,9	49.643,2	0,0	0,0	0,0	0,0	10.449,6
Vigneti	0,9	0,0	146,3	0,0	54,2	0,0	74,0
TOTALI	176	1.598.468,5	174.999,5	598.989,1	287.172,7	118.699,2	445.874,1

I SEA di un cordone dunoso possono quindi essere espressi come segue:

- **REGOLAZIONE** – Il *Controllo delle inondazioni e regolazione dei flussi idrici, controllo delle piene* è quella

funzione in grado di contrastare efficacemente i possibili rischi di inondazione nell'entroterra causati da intense mareggiate e/o fenomeni di acqua alta. In relazione alla composizione ecosistemica attuale ed alle sue dimensioni comunque esprime un valore di circa **1,6 milioni di euro** a dimostrazione del benefico prodotto. Il pensiero di sviluppare azioni di ripascimento di compensazione di un valore che si sta perdendo attraverso la riprofilatura di una morfologia più elevata aumenterebbe il valore in se dei luoghi ed il loro effetto benefico in primis su un'agricoltura che

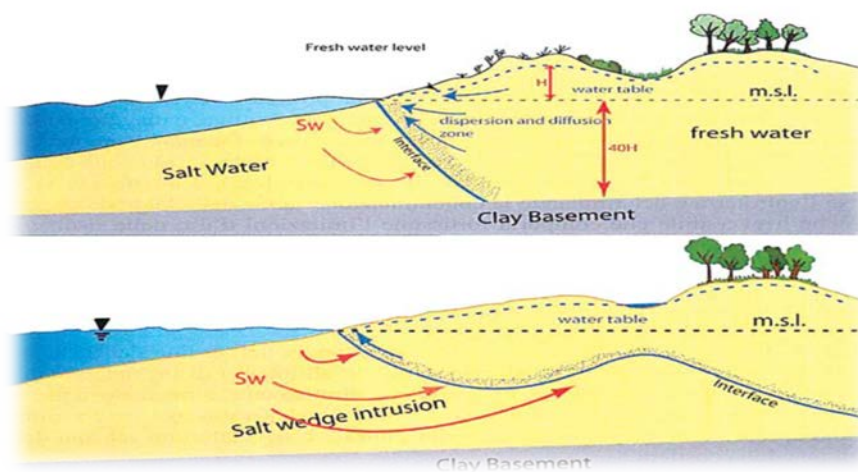


Fig. 10 - Effetto barriera della falda d'acqua dolce ospitata in un corpo dunale in condizioni naturali (sopra) e in condizioni antropizzate (sotto) (da Beachmed et al. 2008)

potrebbe essere simbolo di qualità di prodotto e di riqualificazione ambientale. Infatti, una modificazione del profilo morfo-topografico del corpo dunale è in grado di provocare la riduzione dello spessore della lente d'acqua dolce; in tal modo 10 cm di abbassamento della curva piezometrica sul livello del mare comporta l'innalzamento (e avanzamento) dell'interfaccia di circa 4 metri, con conseguente salinizzazione delle acque e dei suoli.

- **REGOLAZIONE** – Il *Mantenimento della stabilità degli ecosistemi* e l'*Approvvigionamento idrico water regulation and supply* scontano le dimensioni dell'area e degli elementi che compongono l'ecosistema.

Tuttavia, la presenza di una falda, seppur modesta, di acqua dolce che viene ricaricata rapidamente dalle piogge e la ricostruzione dei bacini palustri, come si è visto, può offrire oggi una efficace azione di contrasto all'intrusione salina. Questi SEA in un'area così ridotta, producono comunque servizi per quasi 800.000 euro. Pensare di utilizzare il depuratore controllandone la sua funzionalità effettiva, con bacini di finissaggio delle acque, potrebbe essere una grande opportunità per l'agricoltura ma anche per il ciclo dell'acqua e la riqualificazione fluviale.

- APPROVVIGIONAMENTO – In un momento come quello attuale risulta fondamentale riuscire a predisporre sistemi di stoccaggio di acqua dolce che, abbiamo visto, offrono una plurifunzionalità di funzioni legate al ciclo dell'acqua che sono patrimonio della collettività. La sola funzione di *Storage capacity* dei bacini palustri è valutata 119.000 euro.
- APPROVVIGIONAMENTO – *Produzione di cibo*. Piano e il Regolamento della riserva vietano tecniche agricole intensive e consentono esclusivamente tecniche biologiche, incentivando la ricostituzione dell'antico paesaggio agrario. Tuttavia il valore risulta sottostimato (€ 290.000) in relazione alle potenzialità esprimibile dal territorio soprattutto se si riuscisse ad integrare meglio la funzione ambientale di questa agricoltura svolta in area protetta con la qualità dei prodotti.
- CULTURALI – *Servizio Ricreativo*. Potenzialmente il sistema esprime un valore di circa 450.000 euro sebbene Bucci (2014) abbia valutato un peso minore in funzione della DPA (disponibilità a pagare). Tuttavia, questo complesso paesaggistico, può essere utilizzato compatibilmente alle funzioni ecologiche che mantengono la stabilità del sistema, in modo da valorizzare gli aspetti identitari e di fruizione senza intaccare il valore del Capitale Naturale.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il Piano di Gestione della Sentina ha individuato finalità specifiche legate alla peculiarità della situazione attuale dell'area e delle dinamiche che si riconoscono nel territorio interessato.

In particolare alla necessità di contemperare la protezione delle risorse naturali presenti (rete idrografica e relativa copertura vegetazionale, la fascia costiera con spiaggia, duna e retroduna), lo sviluppo compatibile delle attività e produzioni agricole, la gestione dell'uso turistico del territorio aggiungerei tenendo presente che la situazione attuale esprime un valore reale di Servizi Ecosistemici Ambientali secondo l'art. 70 della LN 221/2015 di ben **3.224.203 euro**.

In tal senso si dovranno introdurre nuovi stimoli e orientamenti per la pianificazione e si dovranno creare le condizioni per tradurre obiettivi e linee strategiche in azioni di gestione territoriale che possano legare e rendere sinergiche le funzioni ecologiche soprattutto di interesse pubblico.

Esiste l'esigenza di disporre di alcune aree strategiche per la realizzazione degli interventi di rinaturalizzazione dell'ecosistema costiero e fluviale per recuperare maggiormente quella funzionalità e quella sinergia tra elementi diversi del sistema in modo da valorizzare al meglio il rapporto tra urbano e naturale che fino ad ora sono stati fortemente contrapposti nell'assunzione di un nuovo paesaggio funzionale *come categoria di sintesi interpretativa e valutativa del territorio, e come categoria di progetto per la definizione dell'inserimento paesaggistico degli interventi promossi e per la promozione della fruizione e percezione del paesaggio della Riserva* (Piano di gestione 2014).

E' imprescindibile la rarità rappresentata da un tratto di costa adriatica nel quale è rimasta sostanzialmente intatta e riconoscibile la sequenza tipica mare-duna-pianura agricola, ma a questo vanno affiancate prescrizioni operative per la costruzione delle reti ecologiche, culturali, modali con particolare attenzione all'individuazione degli ambiti e degli elementi territoriali che possono costituire "agganci" tra contesto territoriale e area protetta nell'ottica della funzionalità ecosistemica previa la salvaguardia delle funzioni ecologiche nel tempo che rimangono essere bene collettivo (Art. 70 comma 2 lettera a) 221/2015).

BIBLIOGRAFIA

- Bucci G., 2014. La valutazione economica della Sentina Tesi di laurea, pp92
- Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller, F. 2012. "Mapping ecosystem service supply, demand and budgets", *Ecol. Indic.*, 21:17-29
- Formica E., 2009. Carta della Vegetazione della riserva naturale regionale "Sentina" <http://www.riservasentina.it>.
- Morri E., Pruscini, F., Scolozzi R., Santolini R., 2014. A forest ecosystem services evaluation at the river basin scale: Supply and demand between coastal areas and upstream lands (Italy). *Ecological indicators* 37; 210– 219.
- Riserva Naturale Sentina, 2014. Piano di Gestione della Riserva Naturale della Sentina. Relazione Finale. Comune di San Benedetto del Tronto, pp71
- Santolini R., Morri E., Pasini G., Giovagnoli G., Morolli C., Salmoiraghi G., 2015 (a). Assessing the quality of riparian areas: the case of River Ecosystem Quality Index applied to the Marecchia river (Italy). *The International Journal of River Basin Management* 13; pp. 1-16.
- Santolini, Morri, D'Ambrogi, Gibelli, Munafò, 2015 (b). Le trasformazioni del suolo in Italia: analisi diacronica e variazioni di funzioni ecologiche. Atti del convegno ISPRA "Recuperiamo terreno" Milano, 6 maggio 2015, pp. 9-22. ISBN: 978-88-448-0710-8
- Scolozzi R., Morri E., Santolini R., 2012. Delphi-based change assessment in ecosystem services values to support strategic spatial planning in Italian landscapes. *Ecological Indicator* 21, 134-144.
- Turbé A., De Toni A., Benito P., Lavelle P., Ruiz N., Van der Putten W.H., Labouze E., Mudgal S. 2010. Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Report for Euro-pean Commission (DG Environment).
- Van der Ploeg, S. and R.S. de Groot (2010) The TEEB Valuation Database – a searchable database of 1310 estimates of monetary values of ecosystem services. Foundation for Sustainable Development, Wageningen, The Netherlands.