

Strumenti di supporto alle decisioni per la pianificazione sostenibile nella Gestione Integrata Costiera: gli indicatori ecosistemici e di landscape ecology

Luisa Cattozzo ^(a), Andrea Fiduccia ^(b), Leonardo Filesi ^(a), Luca Gugliermetti ^(b),
Leonardo Marotta ^(c)

^(a) DCP - Università IUAV di Venezia, Santa Croce, 1957, Venezia, 30100, Italia;

^(b) DIAEE - Sapienza, Università di Roma, Via Eudossiana 18, 00184, Roma, Italia;

^(c) Studio Associato Entropia, via F. Corridoni 3, Recanati, 62019, Italia

Abstract

Nel quadro della gestione integrata delle zone costiere (ICZM - Integrated Coastal Zone Management), i pianificatori hanno bisogno di strumenti per progettare e valutare la sostenibilità. Per identificare i miglioramenti nello stato delle zone costiere a seguito dell'implementazione dell'ICZM serve un insieme integrato di indicatori (Meiner, 2009).

Esistono due approcci per tenere conto delle proprietà, della complessità e dell'evoluzione del sistema e dell'integrazione tra esseri umani e bio-geosfera: l'ecologia dei sistemi e il concetto di salute dell'ecosistema, come definiti in Jørgensen *et al.* (2005), e l'ecologia del paesaggio - come definita per esempio in Naveh (1998), Naveh (2000), Buttschardt (2001), Bastian, (2001) e Farina (2006). L'approccio olistico nel contesto delle relazioni uomo-natura è la vera sfida dell'ecologia del paesaggio moderna che si deve confrontare con i crescenti problemi ambientali, con il dibattito sulla sostenibilità (Naveh, 2000) e sulla pianificazione della sostenibilità (Botequilla Leitão *et al.*, 2006).

Nel paper viene proposto un nuovo indicatore sintetico ecosistemico adatto al monitoraggio dei piani di rigenerazione delle zone costiere: l'Eco-Biodiversità del Territorio (Land Eco-Biodiversity Index - LEBI). Per avere più indicatori di riferimento nel valutare lo stato di implementazione di una strategia, un Piano, oltre che dal punto di vista ecosistemico, si propone sia valutato anche da un punto di vista paesaggistico attraverso le metriche di Landscape Ecology. Infatti, la frammentazione del paesaggio fa parte degli indicatori di efficienza delle risorse definiti da Eurostat nel contesto del monitoraggio degli obiettivi principali definiti nella strategia Europa 2020. nella categoria: "Natura ed ecosistemi | Biodiversità".

Il LEBI è stato testato sul settore veneto del Delta del Po (Italia).

La ricerca è stata condotta nell'ambito del Dottorato di Ricerca "Energia e Ambiente" dell'Università Sapienza di Roma e del Dottorato di Ricerca "Architettura, Città e Design - Curriculum *Nuove tecnologie per il territorio, la città e l'ambiente*" dell'Università IUAV di Venezia.

La Landscape Ecology come paradigma per l'ICZM

Nel contesto della Gestione Integrata Costiera (ICZM) la modellazione dei sistemi economici, sociali ed ecologici è il punto nodale per una pianificazione sostenibile. In questa prospettiva la ICZM necessita di uno strumentario che consenta di trattare l'interdisciplinarietà, la pluralità di scale (ad es. spaziale, temporale e organizzativa) e la conoscenza che viene da una molteplicità di sorgenti.

La Integrated Maritime Policy for the European Union (2007) è stata un importante stimolo per il consolidamento dei dati che servono per supportare le politiche costiere (Meiner, 2009).

In questo consolidamento si è visto lo sviluppo dei Decision-Support Systems marino-costieri (Van Kouwen *et al.*, 2008; Fabbri, 2006) basati su Indicatori, Indici (aggregazione di indicatori in un unico e sintetico numero), Geographic Information Systems (GIS), Modelli, Scenari e Valutazioni multicriterio (Multi-Criteria Assessment o MCA) (Vallega, 1999; Soncini Sessa, 2004).

Gli indici sono usati per una descrizione del sistema costiero a livello geo-ecologico, per la modellizzazione dei processi geologici ed ecologici, delle dinamiche sociali, dell'economia e dell'uso della costa alle diverse scale di riferimento (Vallega, 1999; Pearce, 1993). Le analisi multicriteri servono quale strumento di supporto alle decisioni ambientali e sociali nelle valutazioni in termini di sostenibilità, economia ecologica e strategie (Munda, 2003, 2004; Ceccaroni *et al.*, 2004; Ortolano, 1997).

Nel 2002 è stato istituito dalla DG-ENV della Commissione Europea il Gruppo di Esperti in Gestione Integrata Costiera (European ICZM expert group) al quale partecipano i membri dei 20 Stati Membri con coste e di due Stati Candidati. Il Gruppo di Esperti ha individuato l'importanza degli indicatori ed ha istituito un Gruppo di Lavoro su dati e indicatori ("indicators and data" working group - WG-ID) guidato dall'European Topic Centre on Terrestrial Environment (ETC-CE) e presieduto da Françoise Breton.

WG-ID ha proposto agli Stati Membri e agli Stati Candidati un sistema di indicatori basato su due sottosistemi (EEA, 2006a, b, c; DEDUCE 2007):

- Indicatori di Progresso;
- Indicatori di Sviluppo Sostenibile.

Nel 2010 Marotta (Marotta *et al.*, 2010) ha proposto di integrare il sistema con un terzo gruppo di indicatori per definire lo "stato di sostenibilità" della costa.

La premessa concettuale del Modello di Marotta è la visione del Paesaggio come dimensione culturale della complessità dell'area costiera. Il Paesaggio integra l'ecosistema umano (Naveh and Lieberman, 1994) con la sua costruzione culturale e storica (Farinelli, 2003; Martinez Alier e Roca Jusmet, 2001). Dunque, il Paesaggio è, contemporaneamente, sistema, unità, dominio, spazio realizzato e spazio cognitivo (Farina, 2006) e in letteratura troviamo il Paesaggio come concetto alla base della gestione sostenibile del territorio e della tutela dello stato di salute degli ecosistemi (Brown e Vivas, 2005).

La citata metodologia di Marotta si concretizza in un sistema di indicatori che misurano lo stato dello sviluppo sostenibile del sistema costiero per fornire elementi di valutazione e identificazione della necessità di azioni ai decisori politici. Si tratta di una metodologia molto affidabile dal punto di vista scientifico,

ma presenta un inconveniente nella sua complessità. Il framework utilizza mappe e dashboard per condividere i risultati con i decisori e le parti interessate, ma gli indici e gli indicatori sono difficili da comprendere per i non tecnici e sono difficili da implementare e aggiornare.

Si ritiene, dunque, opportuno proporre una metodologia per la valutazione di piani e progetti in ambito costiero "snella" e basata su un set ridotto di indicatori.

La Carta delle Serie Vegetazionali

Le pratiche antropiche degli ultimi anni hanno portato il territorio lontano dalla vocazione naturale dei suoli con lo sviluppo di attività produttive che il più delle volte non rispettano i cicli della natura. In particolare, la diffusione delle pratiche agricole negli ultimi anni, talvolta giustificata dalla necessità di forme di incentivo economico, ha portato a un'eccessiva semplificazione del paesaggio e della varietà dei prodotti.

In Cattozzo (2019) è stato proposto di adottare una metodologia basata sul recupero dello stato di salute del paesaggio per i progetti di rigenerazione territoriale in ambito costiero. Lo stato "salutare" di un paesaggio è quello in cui i luoghi si trovano nello stato vegetativo naturale. Tale stato può essere identificato seguendo l'approccio della classificazione gerarchica del territorio (Blasi et al., 2000).

I modelli di distribuzione delle comunità vegetali spontanee possono essere costruiti utilizzando la biogeografia e l'ecologia vegetale, cioè la distribuzione areale delle specie e i fattori ecologici che ne determinano la presenza o l'assenza, in particolare il clima, il suolo (chimica e morfologia) e la disponibilità di acqua. Dato un contesto biogeografico è possibile ipotizzare quale dovrebbe essere la vegetazione potenziale (quella che esisterebbe in assenza di disturbo antropico) sulla base dei suddetti fattori ecologici. Partendo dai principali fattori ecologici che condizionano la distribuzione della vegetazione, quello che determina la differenziazione tra i grandi biomi, cioè la regione climatica, porta alla definizione di aree omogenee per le caratteristiche litologiche, bioclimatiche e geomorfologiche al punto di essere in grado di ipotizzare (e possibilmente verificare) una certa vegetazione potenziale per ciascuna di esse. La scienza della vegetazione non si limita a descrivere la vegetazione spontanea proponendo i modelli di comunità vegetali noti come associazioni vegetali (oggetto di studio della fitosociologia). Forse l'aspetto più interessante è quello che porta a studiare le relazioni di "successione" tra praterie, cespuglieti e boschi, la definizione delle cosiddette serie di vegetazione (Géhu & Rivas Martínez, 1981). Pertanto, per un dato contesto biogeografico e un ambiente ecologicamente omogeneo (identificato con i criteri dettati dalla classificazione gerarchica del terreno) è possibile stabilire quale sia la serie di vegetazione di riferimento, cioè la vegetazione potenziale (in genere di tipo forestale) e le piante delle comunità legate dinamicamente ad essa sulla base di relazioni di successione (praterie e cespugli) determinate da processi di recupero dopo disturbi come incendi, deforestazione e coltivazione della terra.

Da un punto di vista operativo, al fine di produrre una Carta delle Serie di Vegetazione (solo per lo stadio di maturità in chiave successionale) a scala regionale (1: 250.000) e a scala provinciale (1: 50.000) è possibile procedere interpretando la Carta del Sistema dei Suoli della Regione Veneto. Le informazioni in essa contenute rappresentano una sintesi del rilievo pedologico e consentono di riconoscere nel territorio delle aree (le unità cartografiche) omogenee per i suoli presenti al loro interno, raggruppati in contenitori gerarchicamente organizzati, che ne descrivono l'ambiente di formazione. Per non creare discontinuità, non sono state separate le aree urbane.

Dal punto di vista climatico, la Regione Veneto, pur presentando una notevole articolazione, si colloca interamente nella Regione climatica temperata. Questo ha determinato la peculiarità della vegetazione costiera nord adriatica che si sviluppa nell'unico lembo di costa mediterranea a non godere di clima mediterraneo. Nel settore costiero si sono sviluppati suoli con caratteristiche ben determinate, coerenti con una vegetazione potenziale chiaramente differenziata. L'area indagata e costituita da pianura alluvionale nella quale le differenze di substrato, di morfologia e di disponibilità idrica si articolano su gradienti non netti (Filesì, Lapenna, 2015).

L'analisi della Carta dei Suoli ha portato alla definizione di ambiti omogenei per i quali sono state individuate combinazioni di specie arboree in accordo con la vegetazione potenziale prevalente. Le combinazioni di specie arboree sono rappresentative delle varianti ecologiche rispetto alle associazioni vegetali di riferimento e delle comunità prevalenti nei mosaici che, alla scala di dettaglio regionale, non è consentito di risolvere in un'unica tipologia.

L'elaborazione ha portato a distinguere 7 classi di vegetazione potenziale alla scala 1:250.000 sul litorale nord adriatico che comprende i territori costieri di Venezia, Rovigo e Ferrara, e 6 differenti classi di vegetazione potenziale alla scala di maggior dettaglio 1:50.000 per la sola area del delta del Po veneto (Cattozzo, 2019). Poiché le carte dei suoli prodotte dalle regioni Veneto ed Emilia-Romagna non si basano su una comune metodologia di rilievo e restituzione, l'interpretazione delle informazioni in esse contenute ha comportato una valutazione in termini di omogeneizzazione delle classi di appartenenza assegnate sulla base della vegetazione potenziale per tipologia di suoli.

L'identificazione della vegetazione potenziale consente di individuare gli Habitat ai sensi della Direttiva 92/43/CEE, che rappresenta uno dei principali strumenti normativi finalizzati alla conservazione della biodiversità in Europa. Tale riferimento normativo, che è alla base dell'identificazione dei siti della Rete Natura 2000, in particolare elenca e codifica le specie di importanza comunitaria, alcune delle quali classificate come prioritarie.

Inoltre, la presenza di determinate specie, corrisponde a una specifica codifica e descrizione tipologica in termini di uso del suolo, secondo la legenda standard europea CORINE Land Cover.

L'Indice di Eco-Biodiversità Territoriale

L'indice (Cattozzo, 2019) consente di caratterizzare il livello di biodiversità in un territorio utilizzando per le specie faunistiche in esso presenti quelle negli elenchi degli Allegati alla Direttiva "Uccelli" (già 79/409/CEE emendata e poi adottata come Direttiva 2009/147/EC) e alla Direttiva "Habitat" (92/43/CEE) e per la componente floristica le specie definite "importanti" nei formulari dei SIC e delle ZPS del territorio studiato.

Ogni habitat può essere usato da una specie in modo marginale o temporaneo (valore ponderato = 1) o permanentemente, in particolare da un punto di vista riproduttivo (valore ponderato = 2). La presenza di ciascuna specie è anche analizzata in base al concetto di "habitat di specie", adeguato ai piani di monitoraggio e alle valutazioni dell'incidenza ambientale.

Sia un territorio diviso in n Habitat H1, H2, ..., Hn
 Le aree (in ettari) degli habitat sono A1, A2, ..., An
 Siano m specie-indicatore S1, S2, ..., Sm

Si ha la seguente matrice di presenza delle specie-indicatore negli habitat del territorio:

		Habitat			
		H1	H2		Hn
Specie-indicatore	S1	P_{S1H1}	P_{S1H2}		P_{S1Hn}
	S2	P_{S2H1}	P_{S2H2}		P_{S2Hn}
	Sm	P_{SmH1}	P_{SmH2}		P_{SmHn}

dove

P_{SjHi} = 0 assenza della specie nell'habitat
 1 presenza della specie nell'habitat
 2 presenza e riproduzione della specie nell'habitat

L'indice LEBI (Land Eco-Biodiversity Index) è così definito:

$$LEBI = \sum_{i=1}^n TP_{Hi} * \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

dove

$$TP_{Hi} = \sum_{j=1}^m P_{SjHi}$$

L'indice si presta alla valutazione di piani territoriali calcolandone la variazione rispetto alla variazione della estensione degli habitat per effetto della zonizzazione dei piani.

Considerazioni e sviluppi futuri

A. Problemi relativi ai dati sulle specie-indicatore.

I dati sulla presenza delle specie-indicatore negli habitat sono il risultato di un'indagine condotta su più fonti: la situazione attuale non consente l'accesso a

un'unica fonte di dati a livello nazionale su basi standard. In effetti, ogni Regione e ogni Provincia operano con metodi diversi: pertanto, i dati non sono facilmente confrontabili. All'interno della stessa Regione Veneto, che comprende l'area di studio analizzata in Cattozzo (2019), vi sono differenze sostanziali tra il modus operandi nella Provincia di Rovigo e nella Provincia di Venezia. Tuttavia, poiché sono disponibili numerosi dati per l'area di studio, alcuni dei quali sono nel database nazionale ISPRA, altri sono disponibili tramite pubblicazioni periodiche relative alle diverse specie, l'autrice ha deciso di sfruttare le informazioni al fine di testare il potenziale dell'indicatore. Tuttavia, una standardizzazione del monitoraggio delle specie dovrebbe essere attuata almeno a livello regionale. Inoltre, un modo per migliorare il LEBI potrebbe essere una migliore modellizzazione delle specie vegetazionali considerando la qualità e lo stato di conservazione e utilizzando una scala più dettagliata (Buffa *et al.*, 2007).

B. Introduzione del valore paesaggistico.

Un secondo punto di attenzione è l'opportunità di estendere il numero di indicatori, al fine di avere più parametri di riferimento per valutare gli scenari di pianificazione e quindi lo stato di attuazione di una strategia prescelta.

Una prima opzione è quella di utilizzare un fattore di ponderazione moltiplicativo che dipende, ad esempio, dal valore aggiunto del paesaggio nelle aree soggette ad un intervento.

Infatti, l'attuale LEBI si limita a identificare il livello di rigenerazione generale del territorio soggetto a interventi. A titolo di esempio, si potrebbe utilizzare un peso legato al recupero di elementi tipici del paesaggio in base alla loro presenza storica sul territorio (Landscape Intervention Index - LII). Il LII consentirebbe di introdurre nel modello il benessere sociale.

LII =

- 1 - basso (elemento introdotto dall'uomo in tempi recenti;
- 2 - medio (elemento presente in passato e di recente scomparsa o sensibilmente ridotto a causa dell'azione antropica);
- 3 - alto (elemento del passato del tutto o quasi scomparso a causa dell'azione antropica).

Una seconda opzione è quella di valutare gli scenari, oltre che dal punto di vista ecosistemico, anche dal punto di vista paesaggistico, utilizzando le metriche dell'Ecologia del Paesaggio. Sarebbe possibile, ad esempio, valutare la connettività di un territorio prima e dopo determinati interventi, estendendo così la sfera del monitoraggio a un sistema di indici e indicatori più complesso del solo LEBI.

Ad esempio, l'Indice di percolazione (Farina, 2006) è in grado di studiare se una porzione di territorio sia attraversabile (o meno) da un animale teorico che deve raggiungere due punti applicando: l'analisi della capacità di percolazione permette quindi di capire se e come un paesaggio sia connesso (ovvero sia in grado di percolare, e cioè di permettere il flusso del fattore o della componente in esame, come lo spostamento degli animali da un lato all'altro di una unità; indica, quindi, come si estrinseca l'azione di barriera effettuata dalle zone fortemente antropizzate).

Riferimenti bibliografici

- Bastian, O. (2001) Landscape Ecology – towards a unified discipline?. *Landscape Ecology*, 16, 757–766.
- Blasi, C., Carranza, M. L., Frondoni, R., Rosati, L. (2000) Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes. *Applied Vegetation Science*, vol. 3, n. 2, 233-242.
- Botequilla Leitão, A., Miller, J., Ahern, J., McGarigal, K. (2006) *Measuring Landscapes. A Professional Planner's Manual*. Island Press, Washington D.C., 246 p.
- Brown, M.T., Vivas, M.B. (2005) Landscape Development Intensity Index. *Environ Monit Assess* 101:289–309.
- Buffa, G., Filesi, L., Gamper, U., Sburlino, G. (2007) Qualità e grado di conservazione del paesaggio vegetale del litorale sabbioso del Veneto (Italia settentrionale). *Fitosociologia* vol. 44 (1): 49-58.
- Buttschardt, T. (2001) Wofür steht Geoökologie?. *Forum der Geoökologie* 12(1), 38-41.
- Cattozzo, L. (2019) Dalla linearità alla circolarità. Un modello rigenerativo applicato ad un paesaggio costiero, Tesi di Dottorato, Scuola di Dottorato in Architettura, Città e Design dell'Università IUAV di Venezia (Relatore: Prof. Domenico Patassini; Co-relatori: Prof. Leonardo Filesi, Dott. Leonardo Marotta PhD).
- Ceccaroni, L., Cortés, U., Sánchez-Marrè, M. (2004) OntoWEDSS: augmenting environmental decision-support systems with ontologies. *Environ Model Softw* 19:785–797.
- DEDUCE (2007) European Deduce Project, INTERREG IIIC South -DEDUCE Consortium 2007. <http://www.deduce.eu>. [last accessed 9 January 2010].
- EEA (European Environment Agency) (2006a) Urban sprawl in Europe - The ignored challenge, Report n. 10/2006. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 56 pp.
- EEA (European Environment Agency) (2006b) The changing faces of Europe's coastal areas. Report n. 6/2006, 107 pp.
- EEA (European Environment Agency) (2006c) The continuous degradation of Europe's coasts threatens European living standards. TH-AM-06-003-EN-C. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- EU (1979) Council Directive 79/409/EEC of 2 April 1979 on the conservation of wild birds.
- EU (1992) Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Off. J. L 206, 0007–0050 (1992).
- EU (2009) Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of wild birds.
- Fabbri, K.P. (2006) A strategic decision support framework for integrated coastal zone management. *Int J Environ Technol Manage* 6:206–217.
- Farina, A. (2006) *Principles and methods in landscape ecology. Towards a Science of Landscape*. Springer, Dordrecht, 412 p.

- Farinelli, F. (2003) *Geografia. Un'introduzione ai modelli del mondo*. Einaudi, Torino, 232 pp.
- Filesì, L., Lapenna, M. R. (2015) *La vegetazione potenziale (con cartografia)*. In: Vittadini, M.R., Bolla, D., Barp, A. (eds.) *Spazi verdi da vivere*. ULSS 20 Verona, Regione del Veneto, Università IUAV di Venezia (printed by il Prato), Venezia - Saonara (PD).
- Géhu, J. M., Rivas Martínez, S. (1981) *Notions fondamentales de phytosociologie*. *Ber Int Symp Int Vereinigung Vegetationsk*, 1980, 5-30.
- Jørgensen, S. E., Xu, F. L., Salas, F., Marques, J. (2005) *Application of Indicators for Assessment of Ecosystem Health*. In: Jørgensen, S. E., Costanza, R., Xu, F. L. (eds.). *2005. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health*. CRC Press, Boca Raton, 5-104.
- Marotta, L., Ceccaroni, L., Matteucci, G., Rossini, P., Guerzoni, S. (2010) *A decision-support system in ICZM for protecting the ecosystems: integration with the habitat directive*. *Journal of Coastal Conservation*, 15, 393-415.
- Martínez Alier, J., Roca Jusmet, J. (2001) *Economía Ecológica y Política ambiental*. Fondo de Cultura Económica, México, p 499.
- Meiner, A. (2009) *Integrated maritime policy for the European Union — consolidating coastal and marine information to support maritime spatial planning*. *Journal of Coastal Conservation*, 14, 1-11
- Munda, G. (2003) *Multicriteria Assessment*, *International Society for Ecological Economics*, *Internet Encyclopaedia of Ecological Economics*, pp 10. http://www.ecoeco.org/education_encyclopedia.php.
- Munda, G. (2004) *Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences*. *Eur J Oper Res* 158:662–677.
- Naveh, Z. (1998) *From biodiversity to ecodiversity — holistic conservation of the biological and cultural diversity of Mediterranean landscapes*. In: Rundel, P. W., Montenegro, G., Jaksic, F. M. (eds.) *Landscape Disturbance and Biodiversity in Mediterranean-type Ecosystems*. Springer, Berlin, 23-53.
- Naveh, Z. (2000) *The Total Human Ecosystem: Integrating Ecology and Economics*. *BioScience*, 50(4), 357-361.
- Naveh, Z., Lieberman, A.S. (1994) *Landscape Ecology. Theory and Applications*, 2nd edn. Springer, New York, p 360.
- Ortolano, L. (1997) *Environmental Regulation and Impact Assessment*. Wiley, New York, p 620.
- Pearce, D. (1993) *Blueprint 3. Measuring sustainable development*. Earthscan, London, p 224.
- Soncini Sessa, R. (2004) *MODSS Per decisioni integrate e partecipate*. Mc Graw-Hill, Milano, p 512.
- Vallega, A. (1999) *Fundamental of coastal zone management*. Kluwer, Dordrecht, p 263.
- Van Kouwen, F., Dieperink, C., Schot, P., Wassen, M. (2008) *Applicability of decision support systems for integrated coastal zone management*. *Coast Manage* 36:19–34.