Atti della XIX Conferenza Nazionale SIU
CAMBIAMENTI. Responsabilità e strumenti per l'urbanistica al servizio del paese
Catania, 16-18 giugno 2016

Planum Publisher
ISBN 9788899237080

I servizi ecosistemici urbani e la regolazione delle acque in un clima che cambia: analisi a micro-scala, tra domanda ed offerta

Elena Gissi
Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Design e Pianificazione in Ambienti Complessi
Email: *elena.gissi@iuav.it*

Federica Appiotti
Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Design e Pianificazione in Ambienti Complessi
Email: *fappiotti@iuav.it*

Denis Maragno
Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Design e Pianificazione in Ambienti Complessi
Email: *dmaragno@iuav.it*

Francesco Musco
Università Iuav di Venezia
Dipartimento di Design e Pianificazione in Ambienti Complessi
Email: *francesco.musco@iuav.it*

Abstract
Le città e le aree urbane sono le più vulnerabili agli effetti del cambiamento climatico. Capire il potenziale e il ruolo dei servizi ecosistemici urbani può aiutare nella riduzione degli impatti del cambiamento climatico a piccola scala. Lo scopo principale del presente lavoro è quello di analizzare, a micro scala urbana, il servizio ecosistemico di regolazione dell'acqua piovana, cercando di mettere in evidenza le potenzialità presenti relative alla fornitura del servizio, e la percezione da parte dei cittadini. L'analisi prende in esame l'area del centro storico del Comune di Dolo (Città Metropolitana di Venezia, Italia). Lo studio è stato articolato in 5 fasi principali: 1) analisi della attuale capacità dell'area di fornire il servizio ecosistemico di regolazione delle acque; 2) analisi della capacità potenziale dell'area di fornire il suddetto servizio ecosistemico; 3) analisi delle discontinuità presenti tra aree permeabili ed impermeabili; 4) analisi del grado di compattezza del suolo urbano; 5) analisi della percezione dei residenti delle (i) aree più frequentemente soggette ad eventi di allagamento; (ii) dei benefici forniti dalle aree urbane "verdi" e dalle aree "permeabili" rispetto a quelle edificate/costruite; (iii) delle azioni che potrebbero essere intraprese a livello individuale per migliorare le prestazioni di assorbimento dell'acqua piovana da parte del terreno. Lo studio ha messo in evidenza che la rilevazione e la mappatura ad alta risoluzione degli elementi urbani attraverso il telerilevamento, arricchito da misurazioni *in loco*, contribuiscono ad identificare le aree urbane vulnerabili ai cambiamenti climatici e forniscono un'utile base di conoscenza per identificare nuove misure di adattamento basate sulla gestione dei servizi ecosistemici urbani. Infine, i risultati dei questionari effettuati su campioni selezionati di residenti, hanno rivelato una scarsa consapevolezza dei servizi ecosistemici legati alla riduzione del deflusso urbano.

Parole chiave: ecology, urban planning, tools and techniques.

1 | Introduzione

Il clima sta cambiando. Gli effetti di questo cambiamento si manifestano nell'intensificarsi di eventi estremi alle diverse scale geografiche. Per via della loro struttura sistemica e funzionale, i territori urbanizzati risultano altamente vulnerabili agli impatti del cambiamento climatico. Gli scenari costruiti dall'IPCC nel rapporto del 2013 (IPCC, 2013a) mettono in evidenza che nel corso dei prossimi decenni le città subiranno danni ingenti per via dell'aumento dei fenomeni estremi legati al clima. Il mantenimento della funzionalità dei sistemi urbani, sia a macro-scala che a micro-scala, è quindi connesso alla definizione di politiche, strategie ed azioni di adattamento sito-specifiche.

Lo studio dei "servizi" emergenti dai processi e dalle funzioni in atto a livello di ecosistema urbano, sia in termine di domanda che di offerta, risulta sempre più importante nell'identificazione di strategie specifiche di adattamento *ecosystem-based*. L'approccio ecosistemico (EBA- *Ecosystem-Based Approach*) è un approccio di gestione ambientale che riconosce la presenza e l'importanza di tutte le componenti in un dato contesto territoriale, uomo compreso, interazioni e interconnessioni che costituiscono un ecosistema, invece che considerarle in modo separato (Gissi, 2014). Base teoretica del suddetto approccio è quindi una visione olistica del "sistema" in analisi che considera l'insieme dei *drivers* di sviluppo e cambiamento e gli impatti di questi in relazione alle funzioni dell'ecosistema (McLeod et al., 2005; Curtin et al., 2010). Al fine di identificare strategie di adattamento efficaci e soluzioni progettuali realmente integrate, risulta essenziale osservare ed analizzare nel dettaglio i processi e le dinamiche sociali-ecologiche esistenti a livello di sistema urbano, tenendo in considerazione il rapporto uomo-ambiente-ambiente costruito. Strategie e misure di adattamento *ecosystem-based* agiscono, quindi, con il fine di accrescere la resilienza del sistema urbano ai cambiamenti e ai pericoli, più o meno probabili, che potranno manifestarsi nel futuro.

2 | I servizi ecosistemici urbani

L'essere umano dipende, direttamente o indirettamente, dalla natura per il soddisfacimento dei propri bisogni. La natura, infatti, offre dei benefici attraverso funzioni ecologiche espletate dai diversi processi e strutture bio-fisici. Tali benefici sono stati denominati dalla letteratura internazionale come "servizi ecosistemici" (MA, 2005). Negli ultimi 20 anni una serie di teorie si sono sviluppate per analizzare e valutare i molteplici beni e servizi forniti dagli ecosistemi alle comunità (Bingham, 1995; Costanza et al., 1997, de Groot 1987, 1992; Gissi et al., 2015).

Il Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2005), suddivide i servizi ecosistemici in quattro distinte categorie: (i) servizi di approvvigionamento, in cui si inseriscono i prodotti forniti dagli ecosistemi di cui l'uomo fa uso (es. cibo, materie prime, variabilità biologica, acqua dolce…); (ii) servizi di regolazione, i quali comprendono i benefici che l'uomo ottiene grazie alla regolazione dei processi naturali (es. regolazione dei gasi, regolazione del clima, regolazione delle acque, regolazione dell'erosione…) ; (iii) servizi "culturali", all'interno della cui categoria rientrano i benefici immateriali che l'uomo riceve dagli ecosistemi sotto forma, per esempio, di esperienze educative, religiose e spirituali; (iv) servizi di "supporto", quei servizi ecosistemici che sostengono e permettono la fornitura di tutti gli altri tipi di servizi. I servizi di supporto si differenziano dai servizi di approvvigionamento, regolazione e culturali in quanto i loro impatti sulle popolazioni sono tendenzialmente indiretti e si verificano nel corso di un tempo molto lungo (TEEB, 2010).

I servizi ecosistemici in ambito urbano (UES- *Urban Ecosystem Services*) sono, quindi, definiti come i benefici per la società derivanti dalle funzioni degli ecosistemi naturali costituiti dagli spazi verdi urbani e dagli spazi agronaturali incorporati nella frangia periurbana (De Groot et al, 2002; MA, 2005; Burkhard et al., 2012a, 2012b).

La strategia tematica per l'ambiente urbano (COM2005/718) riconosce il ruolo cruciale delle città per il raggiungimento dello sviluppo sostenibile attraverso: (i) la conservazione della biodiversità; (ii) il contenimento dell'impermeabilizzazione dei suoli; (iii) la pianificazione sostenibile del territorio. Un approccio innovativo e funzionale al raggiungimento di tali obiettivi si basa sull'analisi, la mappatura e la valutazione dei servizi offerti a livello urbano dagli ecosistemi (Elmqvist et al., 2015).

Il presente lavoro propone una mappatura preliminare del servizio di regolazione delle acque piovane, offerto dal verde a scala micro-urbana, cercando di mettere in evidenza le discordanze emergenti in termini di domanda, fornitura e percezione da parte dei cittadini. Il verde presente all'interno delle aree urbane, infatti, costituisce un importante elemento di presenza ecologica e ambientale che contribuisce in modo sostanziale a mitigare gli impatti dell'incremento di fenomeni meteorologici estremi legati al cambiamento climatico a scala urbana e micro-urbana. Questo contributo si manifesta prevalentemente

nella riduzione della superficie impermeabilizzata con un effetto sulla regolazione dei tempi di smaltimento delle acque acquee piovane.

3 | Il servizio di *water regulation* nell'area del Comune di Dolo – Area di studio e metodologia

Scopo della presente ricerca è quello di individuare le potenzialità del servizio ecosistemico di regolazione delle acquee piovane offerto dalle tipologie di suoli pubblici e privati all'interno di un'area del Comune di Dolo (Città metropolitana di Venezia, Italia) valutata dal Piano Comunale delle Acque particolarmente vulnerabile a micro- allagamenti e difficoltà di smaltimento delle acque in eccesso nel regime pluviometrico attuale (Comune di Dolo, 2011).

Il comune di Dolo è un comune italiano situato nella Pianura Veneta con una superficie di 24,8 km^2 e caratterizzato da un clima temperato subcontinentale con temperature medie annue comprese tra i 10 e i 15°C e precipitazioni medie comprese tra i 600 e i 1100 mm/anno. Le precipitazioni sono distribuite in modo abbastanza uniforme durante l'anno, con massimi durante le stagioni intermedie e minimi durante la stagione invernale (ARPAV, 2011). A livello pedologico l'area di studio si colloca nella Bassa Pianura del Brenta, ovvero una pianura alluvionale indifferenziata costituita prevalentemente da limi.

La popolazione residente, attestata intorno alle 14.998 unità (ISTAT, 2015), ha subito un importante incremento a partire dalla metà degli anni 50 probabilmente dovuto ad un progressivo spopolamento delle grandi realtà urbane limitrofe, Padova e Venezia, ed il conseguente incremento dell'urbanizzazione dei piccoli centri periferici.

All'interno del Comune di Dolo, il Piano delle Acque del Comune ha individuato alcune aree soggette a criticità nel deflusso e smaltimento delle acque piovane ed interessate da fenomeni frequenti di micro-allagamento. Tra queste è stata scelta l'area ad alta urbanizzazione (centro storico).

Al fine di raggiungere l'obiettivo individuato l'analisi è stata suddivisa in cinque fasi principali:

1) analisi della capacità dell'area di fornire il servizio ecosistemico di regolazione delle acque piovane: l'analisi consiste nell'identificazione e nella mappatura delle aree permeabili sia pubbliche che private all'interno dell'area di studio. Tale fase si basa sull'analisi di dati telerilevati "*point cloud*" ottenuti da *Dense Image Matching*[1] e di ortofoto multispettrali ad alta risoluzione (15 cm per pixel). In questa fase la presenza di aree permeabili è state confrontata anche con la presenza di aree impermeabili ma non costruite.
2) analisi della capacità potenziale dell'area di studio di fornire il servizio ecosistemico di regolazione delle acque piovane, tramite l'identificazione e mappatura di aree non costruite ma impermeabili che potrebbero essere convertite a suolo permeabile. Come nella fase precedente, tale analisi viene effettuata a partire dai dati telerilevati e le ortofoto ad alta risoluzione.
3) analisi delle discontinuità presenti tra aree permeabili ed impermeabili: osservazione in loco della presenza di elementi di discontinuità quali (i) muretti di separazione; (ii) recinzioni; (iii) scale; (iv) salti di livello e mappatura attraverso il software ArcGIS.
4) analisi del grado di compattezza del suolo urbano: la valutazione della compattezza del suola è stata effettuata tramite valutazione qualitativa sul campo;
5) analisi della percezione dei residenti delle (i) aree più frequentemente soggette ad eventi di allagamento; (ii) dei benefici forniti dalle aree urbane "verdi" e dalle aree "permeabili" rispetto a quelle edificate/costruite; (iii) delle azioni che possono essere intraprese a livello individuale per migliorare le prestazioni di assorbimento dell'acqua piovana da parte del terreno. La suddetta analisi è svolta attraverso la somministrazione di questionari ai residenti dell'area.

4 | Risultati

L'analisi dell'area di studio mediante approccio combinato (*remote sensing* e osservazione diretta sul campo), ha permesso di identificare la presenza di un tessuto urbano nell'area del centro storio del Comune di Dolo ad alto tasso di impermeabilizzazione (Fig. 1). L'osservazione dei dati attraverso lo strumento del GIS, confermata poi dalle indagini sul campo, ha evidenziato la presenza di percentuali di aree permeabili/ impermeabili che differiscono sensibilmente alla scala comunale e micro urbana in base alle diverse forme

[1] Nel marzo 2014, la Provincia di Venezia, mediante un volo dedicato al rilievo aerofotogrammetrico (copertura di 3000 Km^2 e pari al territorio della Provincia di Venezia), ha generato, grazie alle moderne tecnologie, 4000 immagini ad altissima risoluzione. Mediante Software dedicati di elaborazione delle immagini (Hirschmuller, 2008), è stato possibile ottenere, un modello digitale del territorio in 3D. La tecnica utilizzata prende il nome di Dense Image Matching. L'elaborazione dei dati acquisiti, permetteranno di generare immagini raster molto risolute, contenenti la quota dell'elemento territoriale; DSM (Digital Surface Model) e DTM (Digital Terrain Model) sull'intero territorio.

del tessuto urbano,, soprattutto riguardo alle diverse relazioni tra spazi pubblici e privati, come è possibile notare dalla Figura 2 ,. Infatti, all'interno di alcune porzioni dell'area di analisi, lo spazio pubblico è occupato esclusivamente dalla carreggiata (solo spazio per il passaggio delle auto senza nessun marciapiede a lato; parcheggi nei lotti delle case singole), con poco margine di intervento sull'aumento della vocazione dell'area alla fornitura del servizio ecosistemico. In altre aree dello stesso centro urbano sono invece presenti maggiori superfici di aree pubbliche che possono essere impiegate e riconvertite ad aree ad una più elevata permeabilità.

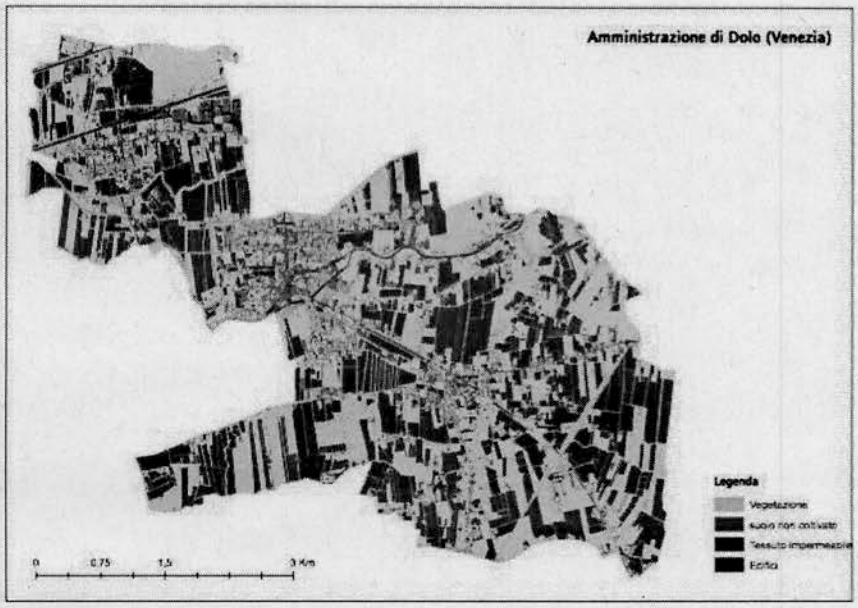


Figura 1 | Comune di Dolo: nella mappa si identificano i 4 livelli ricavati tramite "remote sensing analysis". Fonte: Elaborazione Dati Iuav-Città Metropolitana di Venezia.

I questionari per valutare la percezione degli abitanti dell'area di Dolo dei benefici offerti dal verde urbano alla regolazione del flusso delle acque piovane e la loro predisposizione ad agire attivamente per rendere tale servizio più fruibile ha interessato 133 abitanti intervistati nei mesi di dicembre-gennaio 2016. Il 69% degli intervistati risiede nel Comune di Dolo ed ha un'età media compresa tra i 45 e i 68 anni. L'analisi dei questionari mette in evidenza come parte degli abitanti abbia percezione dell'aumento dell'intensità delle precipitazioni rispetto al passato, cosa che non si traduce, però, in un'omogenea percezione dell'aumento degli eventi di allagamento nell'area di residenza. I cittadini intervistati ritengono che i sistemi di ricezione e smaltimento dell'acqua piovana presenti nell'area non siano particolarmente idonei a ricevere le precipitazioni attuali. Al contrario, sono consapevoli dell'efficacia delle "aree verdi", in contrapposizione ad un peggioramento offerto dalle aree impermeabilizzate, ritenute uno degli elementi responsabili dei fenomeni di allagamento nel Comune di Dolo.

Per quanto riguarda le azioni intraprese a livello privato e pubblico di sostegno allo smaltimento delle acque piovane, la manutenzione effettuata prevalentemente è quella ordinaria privata, mentre il 93% dei rispondenti dichiara di non partecipare mai alla manutenzione degli spazi pubblici di Dolo anche se ritenuti molto importanti nella regolazione delle acque in eccesso. Infine, i cittadini non si ritengono particolarmente disponibili a modificare la pavimentazione delle aree non costruite della propria abitazione con superfici permeabili o drenanti, a modificare il tetto della propria abitazione, né, tantomeno, a contribuire con una sovrattassa al ridimensionamento della rete di raccolta delle acque piovane. Si ritengono al contrario, abbastanza disponibili a realizzare sistemi di raccolta delle acque piovane con elementi naturali, a contribuire alla costruzione ed alla manutenzione di giardini e orti urbani e a partecipare alle attività formative e informative sull'argomento.

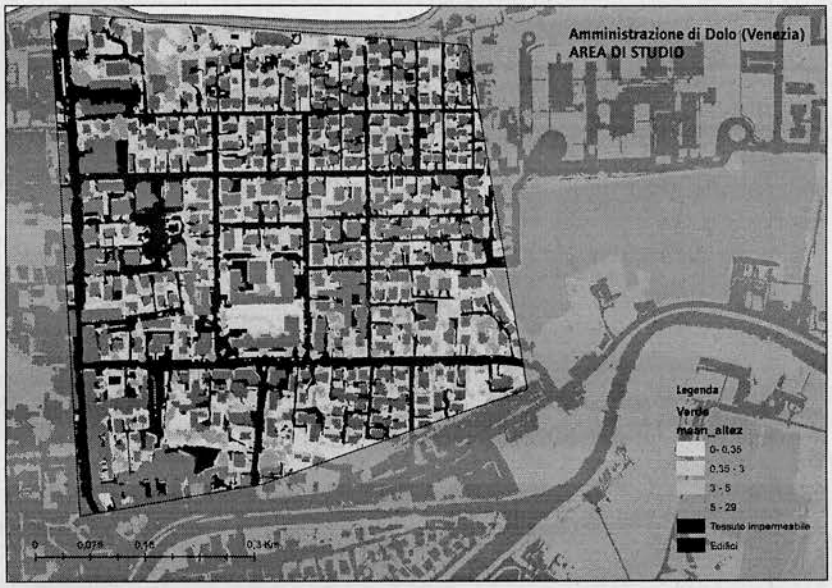


Figura 2 | Area di studio: sezione urbana del Comune di Dolo, area Dolo centro.; in particolare si visualizzano, con una precisione di circa 50 cm, l'altezza della vegetazione ricavata tramite processo automatico by *remote sensing.*
Fonte: Elaborazione Dati Iuav-Città Metropolitana di Venezia).

5 | Discussione e conclusioni

La metodologia discussa nel presente lavoro e testata in modo preliminare nell'area di studio del centro storico del Comune di Dolo, permette efficacemente di identificare il rapporto tra superfici urbane permeabili e impermeabili (con precisione di 0,5 m^2), nonché la presenza di spazi convertibili a micro aree verdi urbane (pubbliche e private) che possono svolgere un servizio di regolazione delle acque piovane in eccesso. La possibilità di avere una stima puntuale degli elementi che costituiscono il tessuto urbano e della sua potenzialità in chiave futura permette, nella fase di *planning*, di identificare lo strumento urbanistico che meglio possa introiettare le strategie di de-impermeabilizzazione e, quindi, di aumento della fornitura del servizio ecosistemico in analisi.

Nell'area di studio, la presenza di aree prevalentemente impermeabilizzate a livello pubblico, contrapposta ad una buona percentuale di tessuto permeabile a livello privato, da una parte risulta funzionale al mantenimento dei benefici offerti dal verde urbano alla piccola scala e dall'altra offre un potenziale per la riconversione a livello pubblico. Inoltre, nonostante il basso interesse a realizzare opere private che vadano a migliorare la pavimentazione delle proprie aree non costruite, i residenti esprimono una buona propensione a contribuire alla realizzazione e al mantenimento del verde urbano, percepito come elemento fondamentale per la riduzione del rischio idraulico alla scala micro urbana. L'interesse dei residenti a partecipare attivamente a campagne formative e informative sull'argomento può essere considerato un primo passo per intraprendere un processo di partecipazione locale che conduca alla riprogettazione del tessuto urbano impermeabile a livello pubblico e privato ed ad un uso consapevole dei servizi offerti dagli elementi ecologici presenti alla micro-scala urbana.

In conclusione, la metodologia descritta, e testata in una porzione di tessuto urbano denso, nell'integrare analisi tecnico-ambientali con quella sociali, si è dimostrata funzionale alla produzione di quei livelli informativi che attualmente mancano nei quadri conoscitivi degli strumenti urbanistici comunali.

Riferimenti bibliografici

Agenzia Regionale per la Portezione dell'Ambiente del Veneto - Arpav, (2011), *Valutazione della permeabilità e del gruppo idrologico dei suoli del Veneto*, http://arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/carta-dei-suoli/Relazione_permeabilita_Gruppo_Idrologico_giu2011.pdf.

Bingham G., Bishop R., Brody, M., Bromley D., Clark E.T., Cooper W., Norgaard R. (1995), "Issues in ecosystem valuation: improving information for decision making", in *Ecological Economics*, n. 14, pp. 73-90.

Burkhard B., de Groot R., Costanza R., Seppelt R., Jargensen S.E., Potschin M. (2012a), "Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services", in *Ecological Indicators*, n. 21, pp. 1-6.

Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Muller F. (2012b), "Mapping ecosystem service supply, demand and budgets", in *Ecological Indicators*, n. 21, pp. 17-29.

Comune di Dolo (2011), *Piano delle acque comunale, Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, Consorzio di Bonifica Bacchiglione*, http://www.comune.dolo.ve.it/interne/piano_delle_acque_documenti.

Costanza R., d'Arge R., De Groot R., Faber S., Grasso M., Hannon B., Raskin R.G. (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", in *Nature, n.* 387, pp. 253-260.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., òNeill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. (1998), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", in *Ecological Economics*, n. 25, pp. 3-15.

Curtin R., Prellezo R. (2010), "Understanding marine ecosystem based management: A literature review", in *Marine Policy*, n. 34, pp. 821-830.

de Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J. (2002), "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services", in *Ecological Economics*, n. 41, pp. 393-408.

de Groot, R. S. (1987), "Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics", in *Environmentalist*, n. 7, pp. 105-109.

Elmqvist T., Setälä H., Handel S. N., van der Ploeg S., Aronson J., Blignaut J. N., Gómez-Baggethun E., Nowak D. J., Kronenberg J., de Groot R., (2015), "Benefits of Restoring Ecosystem Services in Urban Areas", in *Current Opinion in Environmental Sustainability* n. 15, pp. 101-108.

Gissi, E (2014) "L'Approccio Ecosistemico: evoluzione dei princii per la gestione dei sistemi sociali ed ecologici", in Musco F., Fregolent L. (a cura di), *Pianificazione urbanistica e clima urbano. Manuale per la riduzione dei fenomeni delle isole di calore urbano*. Il Poligrafo, Padova, pp. 165-169.

Gissi E., Burkhard B., Verburg P.H. (2015), "Ecosystem services: building informed policies to orient landscape dynamics", in *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, n. 11(3), pp. 185-189.

IPCC (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge and New York.

Millenium Ecosystem Assessment (MA) (2005), *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesi,* World Resources Institute, Washington DC.

McLeod K.L., Lubchenco S.R., Palumbi S.R., Rosenberg A.A. (2005), "Scientific consensus statement on marine ecosystem-based management". Communication Partnership for Science and Sea (COMPASS), http://www.compassonline.org.

TEEB (2010), *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*, Earthscan, London and Washington.