

Sergio Malcevschi, Università di Pavia

Giovanni Luca Bisogni, Biologo ambientale di N.Q.A. srl, Pavia

Gli orizzonti europei e nazionali

La ricostruzione ecologica mediante infrastrutture verdi si pone come tema di attualità non solo in campo tecnico e scientifico, ma anche rispetto agli strumenti per una migliore *governance* dei sistemi territoriali.

I prossimi anni saranno fondamentali per verificare l'effettiva capacità con cui l'Europa, l'Italia e le Regioni saranno state in grado di vincere la sfida della riqualificazione ecologica urbana e periurbana – un *driver* essenziale dello sviluppo sostenibile – in vista delle sfide sempre più difficili poste dai cambiamenti globali in atto.

Uno dei punti nodali ai fini dei nuovi scenari di sostenibilità è il ruolo concreto che giocheranno le infrastrutture verdi multifunzionali rispetto agli obiettivi teorici che derivano dall'articolato sistema di atti europei che affrontano i temi dei cambiamenti climatici¹, della biodiversità², della programmazione dei fondi strutturali³, nonché specificatamente delle infrastrutture verdi⁴. In particolare, il Libro bianco sull'adattamento ai cambiamenti climatici COM (2009) 147 – che riconosceva in modo chiaro la dipendenza della società umana dalla biodiversità e dai servizi ecosistemici pregiudicati dai cambiamenti climatici – prevedeva esplicitamente un ruolo positivo per le infrastrutture verdi: «Dai dati disponibili risulta che sfruttare la capacità della natura di assorbire o controllare gli impatti nelle zone urbane e naturali può essere una soluzione di adattamento più efficiente rispetto al fatto di trattare unicamente l'aspetto delle infrastrutture fisiche. L'infrastruttura verde può svolgere un ruolo di primo piano in termini di adattamento perché può fornire risorse essenziali a fini socioeconomici in condizioni climatiche estreme».

Lo «sfruttamento della capacità della natura di assorbire o con-

trollare gli impatti», ovvero la resilienza del sistema eco-territoriale, diventa dunque un elemento essenziale non solo nelle zone naturali ma anche in quelle urbane.

È però necessario comprendere in che cosa consistono realmente le infrastrutture verdi. La Strategia europea “Infrastrutture verdi – Rafforzare il capitale naturale in Europa” COM (2013) 249 dà per esse la seguente definizione: «una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu, nel caso degli ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Sulla terraferma, le infrastrutture verdi sono presenti in un contesto rurale e urbano».

Questa definizione precedente evidenzia alcune parole-chiave. I “servizi ecosistemici” cioè un ecosistema e i suoi servizi, sono rivolti non solo alla biodiversità ma anche al territorio. Il concetto di ‘capitale naturale’, presente nel titolo stesso della Strategia, riflette la base bio-fisica sulla quale poggiano gli ecosistemi e i loro servizi; nello specifico il tema è quello del capitale naturale associato alle città, componente necessaria ma da declinare in modo da poter essere affrontato sul piano tecnico. Il “contesto rurale e urbano” che evidenzia come la natura fisica di queste infrastrutture sia data da unità naturali e seminaturali non relegate agli spazi protetti: le infrastrutture verdi devono diventare parte essenziale dell'ecosistema rurale e di quello urbano, a loro volta da interconnettere in modo efficace. In fine, la definizione di “rete pianificata, progettata e gestita” implica non solo il fondamentale riconoscimento del ruolo del capitale naturale, ma anche il fatto che la società umana dovrebbe farsi carico di piani-

Green Infrastructures and ecological reconstruction in urban and peri-urban areas

European and national horizons

Ecological reconstruction using green infrastructures is a topical theme not only in the technical-scientific field, but also for what concerns tools for a better governance of territorial systems.

The coming years will be fundamental to verify the actual ability of Europe, Italy and the Regions to cope with the challenge of urban and peri-urban ecological requalification – an essential driver of sustainable development – in order to cope with the ever changing challenges offered by global change. One of the key points of the new sustainability scenarios are the actual roles that will be played by multifunctional green infrastructures according to the theoretical objectives suggested by an articulated frame of European acts that involve topics such as climate change¹, biodiversity², programming of structural funds³, and also specifically the

green infrastructures⁴. In particular, the White Book on climate change adaptation COM 2009-147, clearly recognised the dependence of human society from biodiversity and from ecosystem services compromised by climate change, explicitly foresaw a positive role for green infrastructures: «Evidence¹⁰ suggests that working with nature's capacity to absorb or control impact in urban and rural areas can be a more efficient way of adapting than simply focusing on physical infrastructure. Green Infrastructure¹¹ can play a crucial role in adaptation in providing essential resources for social and economic purposes under extreme climatic conditions». The exploitation of the nature ability to absorb or control impacts, that is to say the eco-territorial system resilience, can become a very important factor in both rural and urban areas.

It is necessary to understand what green infrastructures are. European Strategy “Green Infrastructures - strengthen Europe nature capital” COM (2013) 249 defines them as follows: «A strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services. It incorporates green spaces (or blue if aquatic ecosystems are concerned) and other physical features in terrestrial (including coastal) and marine areas. On land, GI is present in rural and urban settings». This definition stresses some keywords. The ‘Ecosystem services’ do not apply to biodiversity only, but to the territory too. ‘Natural Capital’ is in the Strategy title and mirrors the bio-physical basis of ecosystems and ecosystem services; here we take into consideration the theme of the natural capital associated

ficare in modo strategico, progettare, gestire questi nuovi sistemi infrastrutturali.

Infrastrutture verdi e servizi ecosistemici

Dal punto di vista scientifico i servizi ecosistemici collegati non sono nuovi. Tappe fondamentali sono stati il lavoro di Costanza (Costanza et al., 1997) e il rapporto finale del Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005). Nel primo è stato stimato in termini anche economici il valore totale dei servizi prodotti dagli ecosistemi sul pianeta. Il secondo rappresenta la più completa rassegna dei servizi in questione nel mondo, organizzati secondo uno schema interpretativo che è tuttora uno standard in materia e che prevede quattro grandi categorie: servizi di supporto alla vita (formazione dei suoli, fotosintesi, cicli naturali); servizi di produzione (cibo, legno ed altre fibre, sostanze chimiche, acqua); servizi di regolazione (del microclima, dei flussi idrici, autodepurazione, impollinazione ecc.); servizi culturali (fruibilità ricreativa, identità dei luoghi ecc.).

I servizi in questione sono rivolti ai sistemi eco-territoriali nel loro complesso, e non solo agli ambienti naturali. Del resto, le previsioni a livello internazionale indicano il permanere di una tendenza alla progressiva espansione delle aree urbanizzate e le città sono quindi i luoghi dove emergono i problemi, ma anche quelli dove trovare le soluzioni (European Union, 2011). Ciò richiede un urgente cambiamento nelle pratiche urbane e un rinnovato rapporto con quelle periurbane, utilizzando l'approccio ecosistemico e i servizi offerti dagli ecosistemi anche per il miglioramento della resilienza dei sistemi insediati (Elmqvist et al.,

with cities, that is an important component, but has to be interpreted in order to deal with it at a technical level. 'Rural and urban context' stresses that GI are made of natural and semi natural units, that must not be kept in far away, protected areas: they must become essential parts of the urban or rural ecosystem. The two have to be efficiently interconnected. Moreover, the definition of 'Planned, designed and managed network' implies that human society must care also for a strategic planning, design, and management and not only for the acknowledgement of the natural capital.

Green infrastructures and ecosystem services

From the scientific point of view the topic of connected natural capital and ecosystem services is not new. The work of Costanza (Costanz et al., 1997)

and the final report of the Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) have been fundamental. The former offers an estimate in economic terms of the total value of the services produced by ecosystems on the planet; the latter is the most complete review of services in the world, organised according to a scheme that still represents a standard and uses four categories: supporting services (soil formation, photosynthesis, natural cycles); provision services (food, wood and other fibres, chemicals, water); regulating services (microclimate, water flows, self-depuration, pollination etc.); cultural services (recreative benefits, place identity).

These services apply to eco-territorial systems in general and not only to natural environments. Besides that international forecasts point out the tendency to a progressive expansion of urban areas and cities are the places where

2013; Svedin, 2011; van Timmeren, 2013). Lottica è quella di un contributo sostanziale allo sviluppo sostenibile.

In ambito urbano i servizi ecosistemici stanno cominciando a essere oggetto di attenzione sia nella pianificazione territoriale che nei processi di progettazione (ISPRA, 2010; TEEB, 2011). Uno studio pubblicato dalla Commissione Europea (Naumann et al., 2011) testimonia il crescente ruolo che va assumendo anche in Europa il ricorso a risposte di adattamento e mitigazione basate sull'approccio ecosistemico.

Lattuazione di tale prospettiva attraverso un uso significativo delle infrastrutture verdi anche in ambito urbano è da molto tempo promosso in diversi Paesi europei ed extraeuropei (Hubacek Kronenberg, 2013). Anche il Rapporto "Green Infrastructure and territorial cohesion" dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA, 2011) sviluppa il tema presentando una rassegna di esempi, buone pratiche e iniziative di integrazione delle infrastrutture verdi nel governo del territorio; lo studio sottolinea inoltre come la valorizzazione dei servizi ecosistemici prodotti dalle infrastrutture verdi sia uno strumento essenziale per aumentare la resilienza territoriale.

Le infrastrutture verdi trovano uno sviluppo particolarmente importante nelle misure di adattamento e mitigazione in numerosissimi Paesi e città europee (Naumann, et al., 2011) ed extraeuropei come gli Stati Uniti (U.S. EPA, 2008, 2011, 2013), il Canada e l'Australia.

La tabella qui riportata mette in evidenza le relazioni tra i benefici attesi con le infrastrutture verdi, così come prefigurati dall'Annesso tecnico alla strategia europea in materia (CE, 2013), e le categorie standard di servizi ecosistemici (MEA, 2005).

problems rise, but also where solutions are found (European Union 2011). This demands an urgent change of urban practices and a renewed relationship with periurban areas, using the ecosystem approach and services offered by both the ecosystems and the urban metabolism also in order to enhance urban systems resilience (Elmqvist T. et al., 2013; Svedin U., 2011; van Timmeren A., 2013). The philosophy behind this approach aims at giving a substantial contribute to a sustainable development.

Ecosystem services in urban areas are more and more taken into consideration both in territorial planning and design processes (ISPRA, 2010; TEEB, 2011). A Study published by the European Commission (Naumann et al., 2011) states that in Europe the use of adaptation and mitigation policies based on the ecosystem approach is be-

coming more and more important too. The realization of this perspective by means of a meaningful use of green infrastructures also in urban areas has been promoted for a long time by different European Countries (Hubacek & Kronenberg, 2013). The European Environment Agency (EEA, 2011) Report "Green Infrastructure and territorial cohesion" develops the topic showing a survey of examples, good practices and green infrastructure integration in the territory government; the Study underlines how the valorisation of the ecosystem services produced by green infrastructures is a vital tool to increase territorial resilience.

Green infrastructures find a particularly important development in the adaptation and mitigation measures in many European Countries (Naumann et al., 2011) and non-European ones such as United States (U.S. EPA 2008,

La ricostruzione ecologica in ambito urbano e periurbano

Rispetto al sistema eco-territoriale in cui si inseriscono, le infrastrutture verdi sono il risultato della combinazione di due categorie di azioni. Da un lato il mantenimento attivo di unità ambientali esistenti che costituiscono capitale naturale e sono capaci di produrre servizi ecosistemici. Dall'altro la realizzazione *ex-novo* di unità ecosistemiche naturali formi con caratteristiche e *performance* confrontabili alle precedenti.

Nel campo della rinaturazione molto è già stato fatto negli ultimi trenta anni, sotto forma di interventi puntuali di ingegneria naturalistica (consolidamenti di versanti, fitodepurazione, ecc.), di interventi di riforestazione, di consolidamento di habitat di interesse per la biodiversità in Parchi e Riserve. In molti casi i piani tradizionali sono stati integrati con reti ecologiche, di area vasta o locali, capaci di inquadrare in logiche funzionali più complesse gli interventi puntuali precedenti (Malcevski, 2010; Regione Lombardia, 2013).

Le nuove sfide poste dai cambiamenti globali in corso richiedono ora un avanzamento teorico e tecnico della materia, che sta avvenendo su principali direttrici. Certamente si evidenzia l'evoluzione di parte dei progetti di rinaturazione verso un'ottica non solo strutturale (ricostruzione di capitale naturale, ad esempio mediante un progetto forestale tradizionale) ma anche polifunzionale (produzione di servizi ecosistemici in effettiva relazione con pressioni e impatti del contesto spazio-temporale). Esempi di questo tipo possono essere la realizzazione di ecosistemi-filtro o gli interventi di *préverdissement*. Ma si evidenzia anche la messa a punto di strumenti di pianificazione e programmazione flessibili per la ricostruzione ecologica entro un determinato

ambito territoriale, capaci di migliorare la resilienza del sistema locale. Fanno parte di questi strumenti gli 'ecosistemi filtro' che sono costituiti da nuove unità ambientali che non si limitano a raggiungere obiettivi progettuali univoci di disinquinamento, ma che producono anche *performance* ecologiche complessive: compreso lo sviluppo di una biodiversità locale specifica. Così, ad esempio, nel campo della depurazione delle acque si passa dalla fitodepurazione (che si traduce in impianti tecnologici che pur si avvalgono di elementi vegetali) a ecosistemi palustri polivalenti (capaci di produrre valenze per la biodiversità, per l'idraulica, per la fruizione). In tal senso in Italia, esempi storici sono gli ecosistemi filtro (*wetland* a flusso superficiale) realizzati a servizio dei depuratori pubblici della val Trebbia (Comuni di Bobbio e Perino).

Vi è poi il *préverdissement* (P.V.) (Guinaudeau, 1987), cioè una tecnica che antepone la realizzazione di interventi ambientali a quella delle opere, con lo scopo di migliorare l'efficacia del loro inserimento nell'ambiente e ridurre le pressioni dovute alle fasi di costruzione ed esercizio. Il vantaggio principale del *préverdissement* risiede nel fatto che le funzioni svolte dalla vegetazione possono manifestarsi immediatamente, molto prima della fine dei lavori. Ciò consente tra l'altro di disporre di aree verdi che svolgono funzioni ecologiche in breve tempo. In questo modo si eliminano gli svantaggi legati alle aree urbane abbandonate in attesa della realizzazione di lavori. Queste, infatti, spesso connotano negativamente il paesaggio urbano e possono causare rischi sanitari (es. piante allergeniche). Anche in Italia ci sono esperienze al riguardo come quella programmatica ed attuativa effettuata con il piano urbanistico del Comune di Segrate (MI) (Comune di Segrate, 2011)⁵, che ha introdotto il principio del

2011, 2013), Canada and Australia. The table 1 stresses the relationship between the benefits deriving from green infrastructures and the technical Annex to the European strategy (CE, 2013), adapted and connected to the standard categories of ecosystem services.

Ecological reconstruction in urban and periurban areas

With reference to the eco-territorial system they are inserted into green infrastructures are the result of two different categories of action. On one side the active maintenance of already existing environmental units that build a natural capital and can produce ecosystem services. On the other the realization, from scratch, of nature-like ecosystem units with characteristics and performances comparable to the natural ones.

In the field of renaturation a lot has been done in the past 30 years in terms of precise interventions of environmental engineering (versant reinforcement, phytodepuration etc.), reforestation interventions, consolidation of biodiversity meaningful habitat in Parks and Reserves. In many cases traditional plans have been integrated with ecological networks, both local and on vast areas, which are able to set past spot interventions into a global functional logic (Malcevski, 2010; Regione Lombardia, 2013).

The new challenges imposed by global change require a theoretic and technical development of the subject, that is happening following these guiding lines. It is necessary to consider renaturation projects both from a structural point of view (environmental capital reconstruction, i.e. a traditional forestal project) and from a multifunctional

one (ecosystem services production truly related with /responding to the pressures and impacts of the space-time context); filtering-ecosystems and *préverdissement* can be an example. Moreover it is necessary the definition of flexible planning and design tools for ecological reconstruction in a determined territory that can enhance the local system resilience.

A filter-ecosystem is made of new environmental units that not only reach de-polluting goals, but also produce global ecological performances, such as the development of a local specific biodiversity. In the water depuration field we can start from phytodepuration (technological implants that use vegetal elements) and get to multi-purpose wetland (that perform an ecosystem service for biodiversity, hydraulics and fruition). Historical Italian examples can be surface flow wetland realised

for public purification plant in val Trebbia, Comuni di Bobbio and Perino, Piacenza.

Instead, the "*préverdissement*" (Guinaudeau C., 1987) is a technique that places the realization of environmental interventions before the realization of constructions in order to improve the effectiveness of their inclusion in the environment and reduce the pressures caused by building operation and running. The main advantage of *préverdissement* lies in the fact that the functions performed by the vegetation can take place immediately, well before the construction end.

This way green areas are available green areas that can perform useful ecological functions quickly. This way we can avoid all the disadvantages related to areas that are temporarily abandoned waiting for construction. These areas negatively typify urban landscape and

préverdissement tra le strategie di sviluppo assegnando quindi a questa tecnica una valenza sistemica e strategica.

I servizi ecosistemici stanno quindi cominciando a essere oggetto di attenzione anche nella pianificazione territoriale locale. Ad esempio nel nuovo Piano Regolatore Generale della Città di Pordenone (Comune di Pordenone, 2014) i servizi ecosistemici di maggiore interesse potenziale sono stati mappati ai fini della successiva predisposizione del nuovo progetto di Piano. Nel caso del Piano di Governo del Territorio del Comune di Pavia, l'internalizzazione dei servizi ecosistemici è avvenuta inizialmente in sede di VAS; la declinazione operativa è stata poi sviluppata attraverso una Rete Ecologica Comunale polivalente prevista dal Piano dei Servizi.

Nel caso di Expo 2015 è stato specificamente sviluppato il tema del valore ecologico (considerato come combinazione di capitale naturale e servizi ecosistemici) legato alle aree impegnate dagli interventi realizzati sul sito. Il provvedimento di VIA per Expo 2015 ha subordinato il giudizio di compatibilità ambientale positivo al rispetto di un complesso di prescrizioni tra cui l'istituzione di un Osservatorio Ambientale e l'obbligo di realizzare 159,5 ettari equivalenti di nuovo Valore Ecologico (VEC) a titolo compensativo rispetto a quello consumato dal progetto, definiti applicando e attualizzando il metodo regionale STRAIN (Regione Lombardia, 2013).

L'attuazione di tale obiettivo di ricostruzione ecologica è stata effettuata attraverso un "Programma di Ricostruzione Ecologica Bilanciata" (PREB) compensativo approvato nel settembre 2013 dall'Osservatorio Ambientale regionale (Rossi, 2015). Il Programma prevedeva un complesso di interventi di rinaturazione polivalente distribuiti nel contesto territoriale di Expo, collegati

alla RER (Rete Ecologica Regionale). L'individuazione degli interventi del Programma è partita da un insieme di proposte formulate da molteplici soggetti prevalentemente pubblici, ma anche privati. Si è posta l'attenzione alla salvaguardia nel tempo dei progetti per un minimo di quindicifino a trent'anni, privilegiando le opere nelle aree vicine al sito. L'esperienza pilota del PREB di Expo 2015 ha permesso di approfondire alcuni aspetti critici delle questioni affrontate in questo articolo, tuttora considerati problematici nel dibattito sullo sviluppo sostenibile.

Ad esempio quello del bilanciamento dei servizi ecosistemici entro un determinato ambito. Un approccio 'bilanciato' come quello del PREB costringe a tradurre la ricostruzione ecologica in termini concreti e articolati, sulla base del mosaico di infrastrutture verdi differenti (ecosistemi-filtro, buffer idraulici urbani, unità para-naturali fruibili, *greening* negli agro-ecosistemi di cintura urbana, ecc.) appropriate per il contesto eco-territoriale in gioco.

Inoltre la rendicontabilità del processo: infatti la traduzione contestuale del valore ecologico da ricostruire sia in termini di stime quantitative parametriche (VEC), sia in termini di costi economici di ricostruzione, rende un percorso che segue un approccio PREB rendicontabile attraverso specifici processi di monitoraggio, consentendo quindi di verificare la congruenza dei costi sostenuti rispetto agli obiettivi.

Vi è poi il problema delle compensazioni ambientali; in una logica PREB, il concetto di "compensazione di un danno" viene sostituito da quello di "ricostruzione contestuale delle funzioni ecologiche" almeno equivalenti a quelle consumate all'interno dell'ambito eco-territoriale di appartenenza. Il bilancio ecologico deve quindi restare almeno in pareggio.

can fuel sanitary risks (i.e. growth of allergenic plants). In Italy there are examples of this practice like the programmatic and executive one of the urban plan of the Comune di Segrate (Milan) (Comune di Segrate, 2011)⁵, that introduced the *préverdissement* principle among its development strategies according to this technique a systemic and strategic value.

Local territory planning is getting more and more focused on ecosystem services. For example, in the new Urban Plan of the city of Pordenone (Comune di Pordenone, 2014) ecosystem services potentially more interesting have been mapped in order to predispose the new Plan project. In the Urban Plan of the Comune di Pavia, the inclusion of ecosystem services took place by means of the Strategic Environmental Assessment (SEA); the operative part is developed through a multi-purpose

Municipal Ecological Network fixed in the Service Plan. In the EXPO 2015 case has been developed the theme of the ecological value (a combination of natural capital and ecosystem services) referring to the areas of intervention on the site.

The EIA regulation for Expo 2015 subordinated the positive judgement of environmental compatibility to the abidance to some prescriptions; the organisation of an Environmental Observatory and the commitment to the realisation of the equivalent of 159,5 hectare of new Ecological Value to counterbalance the ones consumed by the project. This has been decided applying the STRAIN model, a method approved by the Lombardy Region (Regione Lombardia 2013).

The execution of the ecological reconstruction objective has been carried out by means of a compensatory Program

of Ecological and Balanced Reconstruction (PEBR) (Rossi 2015) approved in September 2013 by the regional Environmental Observatory. The program planned multi-purpose renaturation interventions on the whole Expo territory linked to the Regional Ecological Network (REN).

Different proposals, mainly from public corporations, but also from private citizens, concurred to the identification of the Programme interventions. The focus is on long-term safeguard of the projects, from a minimum of fifteen years to thirty years, with particular care for the nearby areas.

The pilot experience of Expo 2015 PEBR allowed us to expand some problematic aspects dealt with in this article that are still considered a problem in the sustainable development debate.

The PEBR 'balanced' approach requires the ecologic reconstruction planning

to be integrated with the green infrastructures mosaic (filtering ecosystems, urban hydraulic buffers, usable seminatural units, urban belt agro system greening) appropriate to the eco-territorial context.

If we use the PEBR approach we can account for both the interventions quantity and their costs.

In the PEBR logic the idea of 'damage compensation' is substituted by the one of 'contextual reconstruction of ecological functions'. These must but be at least equivalent to the ones consumed. The ecological balance must be even.

Objective n. 2 of the European Strategy for Biodiversity (EU 2011) is «by 2020 preserve and increase the value ecosystems and their services by means of green infrastructures and the recovery of at least 15% of the degraded ecosystems». The PEBR obviously contributes to this objective because offers interdis-

L'obiettivo 2 della Strategia Europea per la Biodiversità è «entro il 2020 preservare e valorizzare gli ecosistemi e i relativi servizi mediante l'infrastruttura verde e il ripristino di almeno il 15% degli ecosistemi degradati». Le esperienze di PREB contribuiscono per definizione a tale obiettivo, fornendo opportunità per approfondimenti interdisciplinari e messe a punto di *know-how*. Un altro aspetto affrontato dal PREB è l'uso combinato di coefficienti che possano rendere conto non solo del capitale naturale delle aree considerate, ma anche del capitale culturale associato ai luoghi (in termini di qualità del paesaggio e delle opportunità fruibili sostenibili e di buona qualità). L'informazione e la sensibilizzazione locale sulle azioni effettuate diventano così una componente di maggiore resilienza del sistema (e questo rappresenta uno dei principali servizi ecosistemici prodotti).

Conclusioni

Le esperienze sopra sinteticamente riportate, nonché una analisi attenta degli atti europei portano a individuare molteplici interessanti opportunità, ma anche criticità. Prima di tutto è necessario che il tema europeo delle infrastrutture verdi venga declinato a livello urbano e periurbano. Ciò può avvenire attraverso strumenti programmatici generali (pianificazione ordinaria) e specifici (Reti Ecologiche Comunali), traducendosi in percorsi di co-resilienza locale, in cui più soggetti pubblici e privati condividano un programma di ricostruzioni ecologiche. La sede ideale per promuovere tali operazioni dovrebbe essere la pianificazione locale, attraverso lo strumento ordinario della VAS (Valutazione Ambientale Strategica). I programmi attuativi potrebbero in questo caso assumere contenuti di PREB, ovvero di ricostruzione ecologica bilanciata in funzione dei servizi eco-

sistemici necessari. Sarà importante poter affiancare alle nuove trasformazioni urbane giudicate necessari e un contestuale 'Riequilibrio Ecologico Bilanciato' (REB), equivalente al capitale naturale e ai servizi ecosistemici consumati. Ciò potrà aiutare a indirizzare la progettazione verso soluzioni innovative anche sotto il profilo dell'ecosistema locale in cui vengono risparmiati consumi indebiti.

Le realizzazioni di infrastrutture verdi potranno avvenire in occasioni varie quali: interventi specifici di consolidamento del territorio; percorsi di VIA; programmi finanziati da soggetti benemeriti (ad esempio fondazioni, o reti eco-sociali volontarie promosse su contenuti specifici di qualità locale). Attività di questo tipo potrebbero concorrere a PREB (Programmi di Ricostruzione Ecologica Bilanciata) in un'ottica di rafforzamento condiviso della resilienza locale. Programmi del tipo indicato diverrebbero così percorsi di consapevolezza collettiva non solo del valore ecologico condiviso esistente e di nuova formazione, ma anche dei rischi comuni prevedibili, quali quelli alimentati dai cambiamenti globali in atto. Si creerebbero così le premesse per processi di coesione locale progressiva anche rispetto alle ansie generate dall'incertezza del futuro. Tali attività sono quindi da considerare come una componente strategica della *green economy*, e richiedono un raccordo organico con le altre componenti dell'economia verde.

Per concludere è possibile evidenziare come esistano importanti spazi per azioni di ricerca interdisciplinare, di informazione da parte dei mediatori culturali interessati al tema del capitale naturale, di contributo ai programmi didattici, nonché di educazione ambientale.

ciplinary discussion opportunity and know-how improvement.

The PEBR combines elements that represent both the environmental capital of places and the cultural one (in terms of landscape quality and sustainable and good quality use opportunities offered). Local information and sensitization on the actions that have been taken are a core point that can enhance the system resilience (this is the main ecological service provided).

Conclusion

The reported experiences and a deep analysis of the European acts define many opportunities but also some critical point.

First of all the European theme of green infrastructures must be properly used also at an urban and periurban scale. This will only happen by means of gen-

eral programmatic tools (urban plans) and specific ones (Urban Ecological Networks). They will be carried out with local co-resilience ways where a number of public or private subjects will share an ecological reconstruction programme. For this, it is important that BERP programmes should be promoted inside Urban Planning by means of the SEA; supporting the needed urban transformations with a simultaneous Balanced Ecological Rebalance (BER) equivalent to the natural capital and to the ecosystem services that have been consumed. This will lead to an innovative design approach in local ecosystems avoiding overconsumption. Green infrastructures will be built for specific interventions like territory reinforcement, EIA procedures, programmes supported by meritorious subjects (i.e. foundations, eco-social

volunteer networks that promote local quality). Different programmes can support the PEBR contribution to a shared strengthening of the local resilience. These programmes would raise the collective awareness towards ecological value now at risk due to global change. This will create the premises for gradual local cohesion also related to future uncertainties. These activities are a strategic component of the Green Economy and must be methodically connected with other green economy components. On these themes there are meaningful chances to develop interdisciplinary research, information by cultural mediators interested in the natural capital issue, contribute to didactic programmes of environmental education.

NOTES

¹ White Book of the European Commission on adaptation to climate change COM 2009-147.

² European Strategy for Biodiversity (2011).

³ Common Strategic Framework (CSF) that is the basis of the European programming 2014-2020 of the Structural and Investment Funds (SI), in Italy applied according to a specific partnership Agreement.

⁴ Strategy on green infrastructures COM (2013) 249 and its technical annexes.

⁵ The experience of the Municipality of Segrate has been also described in the book "Tecnologia Architettura e Territorio" edited by Elena Mussinelli and Fabrizio Schiaffonati and published by Maggioli Editore in 2015.

Benefits group	Specific Green Infrastructure benefits	S	P	R	C
Enhanced efficiency of natural resources	Maintenance of soil fertility	X		X	
	Biological control			X	
	Pollination			X	
	Storage of freshwater resources		X	X	
Climate change mitigation and adaptation	Carbon storage and sequestration			X	
	Temperature control			X	
	Storm damage control			X	
Disaster prevention	Erosion control			X	
	Reduction of the risk of forest fires			X	
	Flood hazard reduction			X	
Water management	Regulation of water flows			X	
	Water purification			X	
	Water provisioning		X		
Land and soil management	Reduction of soil erosion			X	
	Maintaining/enhancing soil's organic matter			X	
	Increasing soil fertility and productivity			X	
	Mitigating land take, fragmentation and soil sealing			X	
	Improving land quality and making land more Attractive				X
	Higher property values				X
Conservation benefits	Existence value of habitat, species and genetic diversity	X			
	Bequest and altruist value of habitat, species and genetic diversity for future generations	X			X
Agriculture and forestry	Multifunctional resilient agriculture and forestry		X		
	Enhancing pollination			X	
	Enhancing pest control			X	
Low-carbon transport and energy	Better integrated, less fragmented transport solutions			X	X
	Innovative energy solutions		X		
Investment and employment	Better image				X
	More investment		X		
	More employment		X		
	Labour productivity		X		
Health and well-being	Air quality and noise regulation			X	
	Accessibility for exercise and amenity				X
	Better health and social conditions			X	X
Tourism and recreation	Destinations made more attractive				X
	Range and capacity of recreational opportunities				X
Education	Teaching resource and 'natural laboratory'				X
Resilience	Resilience of ecosystem services			X	

TAB. I | Quadro dei benefici attesi con le infrastrutture verdi e servizi ecosistemici collegati. S: di supporto; P: di produzione; R: di regolazione; C: culturali e di fruizione
Framework of the benefits deriving from green infrastructures and the related ecosystem services. S: supporting; P: provision; R: regulating; C: culture and use

NOTE

¹ Libro Bianco della Commissione Europea sull'adattamento ai cambiamenti climatici COM 2009-147.

² Strategia europea per la Biodiversità (2011).

³ Quadro Strategico Comune (QSC) alla base della programmazione europea 2014-2020 dei Fondi SIE (Strutturali e di Investimento), tradotto per l'Italia con lo specifico Accordo di Partenariato.

⁴ Strategia del 2013 sulle Infrastrutture verdi COM(2013) 249 con i suoi annessi tecnici.

⁵ L'esperienza del Comune di Segrate è anche descritta nella pubblicazione "Tecnologia Architettura Territorio" a cura di Elena Mussinelli e Fabrizio Schiaffonati edito da Maggioli, 2015.

REFERENCES

Commissione Europea (2013), *COM(2013) 249 final "Infrastrutture verdi - Rafforzare il capitale naturale in Europa"*.

Costanza, R., Darge, R., Degroot, R. et. al. (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", in *NATURE*, Vol. 387, Issue 6630, pp. 253-260.

Elmqvist T. et al. (eds.) (2013), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*, Springer.

EEA - European Environment Agency (2011), *Green infrastructure and territorial cohesion The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems*.

EC - European Commission (2013), *Commission Staff Working Document. Technical information on Green Infrastructure (GI). SWD(2013) 155 final*.

European Union (2011), *Cities of tomorrow - Challenges, visions, ways forward*, European Commission — Directorate General for Regional Policy. Luxembourg: Publications Office of the European Union 2011.

Guinaudeau, C. (1987), *Le Prèverdissement, planter avant de bâtir*, Institut pour le développement forestier/Collection Mission du Paysage Nancy.

Hubacek, K. and Kronenberg, J. (2013), "Synthesizing different perspectives on the value of urban ecosystem services", in *Landscape and Urban Planning*, Vol. 109, pp. 1-6.

ISPRA (2010), *Verso una gestione ecosistemica delle aree verdi urbane e peri-urbane. Analisi e proposte, Rapporti 118/2010*.

Malcevschi, S. (2010), *Reti ecologiche polivalenti*, Ediz. Il Verde Editoriale.

MEA - Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Naumann, S., Anzaldúa, G., Berry, P., Burch, S., McKenna, D., Frelih-Larsen, A., Gerdes, H., and Sanders, M. (2011), *Assessment of the potential of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and mitigation in Europe*, Final report to the European Commission, DG Environment, Contract no. 070307/2010/580412/SER/B2, Ecologic institute and Environmental Change Institute, Oxford University Centre for the Environment.

Regione Lombardia (2013), *Tecniche e metodi per la realizzazione della Rete ecologica Regionale*, available at: http://www.reti.regione.lombardia.it/shared/ccurl/927/576/RER_Pubblicazione%20tecnica%20unico.pdf

Rossi, A. (2015), "The Ecological Reconstruction Programma of Expo 2015", in *Making the Case. Business and Ecosystem Services as Tool for Change*, Report of Global Compact Network Italy Foundation.

Svedin Uno (2011), *Urban Development and the Environmental Challenges - green systems considerations*,

Issue paper commissioned by the European Commission (Directorate General for Regional Policy), Workshop for Cities of tomorrow - Challenges, visions, ways forward.

TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011), *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*: www.teebweb.org

U.S. EPA - U.S. Environmental Protection Agency (2008), *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies (October 2008)*: <http://www2.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>

U.S. EPA - U.S. Environmental Protection Agency (2011): <http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/upload/Region-1.pdf>

U.S. EPA - U.S. Environmental Protection Agency (2008, 2011, 2013) <http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/index.cfm#tabs-1>

Timmeren, A. van and Henriquez, L. (2013), *ReciproCities: A dynamic equilibrium*, Delft University Press, Delft.