

Elena Mussinelli^a, Andrea Tartaglia^a, Luca Bisogni^b, Sergio Malcevschi^c

^aDipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia

^bAssociazione Analisti Ambientali, Italia

^cCoordinamento delle Associazioni Tecnicoscientifiche per l'Ambiente ed il Paesaggio, Italia

elena.mussinelli@polimi.it

andrea.tartaglia@polimi.it

lucabiso@tin.it

sergio.malcevschi@gmail.com

Abstract. Nel 2015 la Commissione Europea ha pubblicato il rapporto *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities* nel quale sono messe a sistema le diverse opportunità di studio e innovazione legate a nuove prassi progettuali, realizzative e di gestione che vedono nell'utilizzo della componente naturale uno strumento di supporto di processi di riqualificazione urbana in un'ottica di resilienza e per lo sviluppo della *green economy*. Il saggio indaga criticamente i nuovi contenuti tecnici del progetto architettonico e urbano indotti dall'utilizzo delle NBS, con l'obiettivo di riscontrarne le effettive ricadute alle diverse scale rispetto alla possibilità di generare/rigenerare servizi ecosistemici e processi circolari di carattere economico.

Parole chiave: nature-based solutions, progetto tecnologico ambientale, economia circolare.

Il ruolo strategico delle NBS nelle politiche europee

Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities. Si tratta di un documento che ha messo a sistema, anche nell'ottica del finanziamento della ricerca europea¹, le diverse opportunità di studio e innovazione legate a nuove prassi progettuali, realizzative e di gestione che vedono nell'utilizzo della componente naturale uno strumento importante a supporto di processi di riqualificazione urbana in un'ottica di resilienza e per lo sviluppo della *green economy*. In particolare, le Nature-Based Solutions (NBS)² vengono individuate come strumento utile a perseguire obiettivi quali l'incremento della sostenibilità dei sistemi urbani, il recupero degli ecosistemi degradati, l'attuazione di interventi adattivi e di mitigazione rispetto al *climate change* e il miglioramento della gestione del ri-

Nel 2015 la Commissione Europea ha pubblicato il rapporto finale di un gruppo di lavoro di esperti sul tema *Towards an EU*

schio e della resilienza (European Commission, 2015)³. Utilizzare le NBS significa dare una valenza operativa e applicativa alle diverse strategie e politiche che individuano nel "capitale naturale" e nei servizi ecosistemici gli elementi fondativi dei nuovi modelli urbani⁴. Anche il recente documento *Verso l'attuazione del Manifesto della Green Economy per l'architettura e l'urbanistica* predisposto dal Gruppo di lavoro *Policy dell'Architettura per la Green Economy nelle Città* degli Stati Generali della Green Economy 2017 affida alle NBS un ruolo centrale per sviluppare nuovi modelli di azione in grado di coniugare le esigenze ambientali con quelle sociali ed economiche. Infatti, attraverso l'uso delle NBS, sia in modo puntuale che sistemico e sistematico, è possibile contribuire «a strategie intersettoriali e multiscale che assumano le risorse e le componenti ambientali e paesaggistiche quali leve dello sviluppo socio-economico, e il potenziamento degli strumenti di *governance* del capitale naturale quale motore di una efficace ricomposizione delle relazioni tra attività economiche e ambiente, anche entro filiere produttive innovative» (Antonini e Tucci, 2017).

Singolarmente le NBS sono soluzioni tecniche – alternative a quelle tradizionali – che usano, si ispirano o imitano elementi naturali per rispondere a un'esigenza di carattere prettamente funzionale. Tali soluzioni si caratterizzano inoltre per la possibilità di essere aggregate in sistemi multifunzionali in grado di generare significativi valori aggiunti superiori alla semplice sommatoria delle parti.

The role of Nature-Based Solutions in architectural and urban design

Abstract. In 2015 the European Commission published the report *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities*. The document standardised the many research and innovation opportunities linked to the new designing, realisation and management procedures which utilise the natural component as an important tool to support urban regeneration processes capable of building resilience and developing a green economy. This essay analyses critically the new technical elements of architectural and urban design that make use of nature-based solutions. The aim is to examine their actual capability to generate/regenerate ecosystem services and circular economy processes at various levels.

Keywords: nature-based solutions, technological environmental design, circular economy.

The strategic role of nature-based solutions in European policies

In 2015 the European Commission published the final report of the Horizon 2020 Expert Group titled *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities*. The document standardised, also in the perspective to finance European research¹, the many research and innovation opportunities linked to the new design, realisation and management procedures which utilise the natural component as an important tool to support urban regeneration process escapable of building resilience and developing a green economy. In particular, nature-based solutions (NBS)² are considered a useful tool to enhance sustainable urbanisation, to restore degraded ecosystems, to develop climate change adaptation and mitigation, and to improve risk management

and resilience (European Commission, 2015)³. To utilise NBS means to give an operational and enforcing value to the various strategies and policies which view "natural capital" and ecosystem services as founding elements of new urban models⁴. Also the recent document *Toward the implementation of the Manifesto of Green Economy for architecture and urban planning* produced by the Work Group *Architecture Policies for a Green Economy in Cities* of the General States of the Green Economy 2017 assigns a key role to NBS in developing new action models capable of combining environmental needs with social and economic needs. In fact, utilising NBS accurately, systemically and systematically allows to develop «intersectoral and multilevel strategies that view environmental and landscape resources and components as levers of social-economic development. Moreover, these

Dalle NBS alle Green/blue Infrastructure: servizi ecosistemici e ricadute socio-economiche

rinnovabili. L'approccio NBS è connesso a idee come Natural Systems Agriculture, Natural Solutions, Ecosystem-Based Approaches, Green Infrastructures (GI) e Ecological Engineering (Eggermont e altri, 2015). In particolare le GI⁵ sono un'applicazione evoluta delle NBS, che trascende l'attenzione alla sola mitigazione per proporre una riflessione teorica e applicata sul come ottenere proattivamente servizi ecosistemici potenziando i vantaggi condivisi derivanti da interazioni socio-ecologiche positive; per tale motivo sono state riconosciute come uno strumento efficace per aumentare la resilienza territoriale ed urbana (European Environment Agency, 2011).

La chiave per creare sinergie e aumentare i benefici generati dalle GI è pianificarne l'impiego e predisporre un ambiente normativo adeguato alla loro utilizzazione, favorendo la trasversalità degli usi e delle funzioni. Facendo riferimento a quanto scritto da Naumann (2011) nonché da Hansen e Pauleit (2014), è possibile elencare alcune caratteristiche essenziali delle GI:

- massa critica: un singolo albero può essere un componente di una GI solo se è parte di un habitat più grande, un corridoio o una rete che serva una funzione più ampia;
- integrazione: il verde urbano deve essere progettato come una infrastruttura integrata con altre infrastrutture urbane in termini di relazioni fisiche e funzionali (ad esempio nel costruito con le infrastrutture di trasporto e i sistemi di gestione delle acque);

strategies consider the strengthening of natural capital governance tools as a driving force for an effective reorganisation of the relationship between economic activities and environment, also within innovative productive chains» (Antonini and Tucci, 2017).

Individually, NBS are technical solutions – alternative to the traditional ones – inspired by, supported by or copied from natural elements with the aim to satisfy a purely functional need. In addition, these solutions are characterised by the possibility to be aggregated in multifunctional systems that produce a significant added value compared to the simple sum of the single parts.

From nature-based solutions to green/blue infrastructure: ecosystem services and social-economic effects
NBS consist in substituting or integrating functions generally offered by non-

Le NBS si basano sulla sostituzione o integrazione di funzioni fornite dai sistemi ecologici che sarebbero altrimenti offerte attraverso l'impiego di risorse non

sarebbero altrimenti offerte attraverso l'impiego di risorse non rinnovabili. L'approccio NBS è connesso a idee come Natural Systems Agriculture, Natural Solutions, Ecosystem-Based Approaches, Green Infrastructures (GI) e Ecological Engineering (Eggermont et al., 2015). In particolare, the GI⁵ approach implements nature-based solutions, transcending mere mitigation to propose a both theoretical and practical reflection on how to obtain ecosystem services proactively, strengthening shared advantages deriving from positive socio-ecological interactions; for this reason, GI has been acknowledged as an effective tool to increase territorial and urban resilience (European Environment Agency, 2011).

The key to creating synergies and increasing the benefits produced by GI is to plan the latter's use and prepare a relevant regulatory framework, foster-

- multifunzionalità: le GI combinano funzioni ecologiche, sociali ed economiche, abiotiche, biotiche e culturali degli spazi verdi;
- sostituibilità con le infrastrutture grigie: il termine “infrastruttura” implica che la GI sia un bene che richiede investimenti e manutenzione per fornire servizi alla società. Essa può e deve sostituire alcune delle funzioni che altrimenti sarebbero svolte da infrastrutture artificiali o “infrastrutture grigie”;
- connettività: le GI comprendono collegamenti fisici e funzionali tra spazi verdi a diverse scale e da diverse prospettive;
- multiscalarità: le GI possono essere utilizzate per interventi a diverse scale, dai singoli lotti, alla comunità, alla regione e allo stato, operando in modo sinergico tra le differenti scale;
- multi-oggetto: le GI comprendono tutti i tipi di spazio (urbano) verdi e blu; ad esempio aree naturali e seminaturali, corpi d'acqua, spazi pubblici e privati come parchi e giardini.

Esistono inoltre elementi di *governance* che devono essere considerati, quali un approccio strategico che ricerca i benefici a lungo termine, ma rimanga flessibile ai cambiamenti nel tempo. Le GI sono elementi antropici identificati e circoscritti frutto di un agire che le protegge, le ripristina, le migliora o le mantiene. L'attuazione delle infrastrutture verdi deve essere supportata anche da una pianificazione e gestione comunicativa e socialmente inclusiva, basata sulla conoscenza di molteplici discipline quali l'ecologia paesistica, la pianificazione urbana e regionale, la progettazione ambientale e del paesaggio, e deve essere sviluppata in collaborazione tra le diverse autorità locali e gli *stakeholder*.

ing the transversality of its uses and functions. As highlighted by Naumann (2011) and by Hansen and Pauleit (2014), the GI approach is based on the following characteristics:

- critical mass: a single tree can be a component of a GI only if it is part of a larger infrastructure, a corridor or a network providing a broader function;
- integration: urban green areas need to be planned as infrastructure integrated with any other urban infrastructure, on the basis of a physical and functional relationship (for example, the built-up integrated with transport infrastructure and water management systems);
- multifunctionality: GI combines the ecological, social, economic, abiotic, biotic, and cultural functions of green spaces;
- possibility to replace grey infra-

structure: the actual term “infrastructure” implies that a GI is a commodity that requires investments and maintenance in order to provide the society with services. It can and must substitute functions that otherwise would be provided by an artificial infrastructure or “grey infrastructure”;

- connectivity: GI includes physical and functional connections between green spaces, at different levels and from different perspectives;
- multilevel: GI can be utilised for interventions at different levels, ranging from single lots, to the community, the region and the State, operating synergistically among the various levels;
- multi-object: GI includes all types of green and blue (urban) spaces; for example, natural and semi-natural spaces, water bodies, public and

Le sperimentazioni alla scala territoriale e metropolitana

Progetti e piani di GI sono ormai diffusi nel panorama internazionale e cominciano a trovare applicazione, sebbene a differenti livelli, anche in Italia. Tuttavia si deve segnalare un ritardo sia nella programmazione delle infrastrutture verdi che nella predisposizione di apparati normativi e regolamentari che dovrebbero invece favorirne l'introduzione nelle prassi correnti di piano e progetto.

In Italia i settori ove l'impiego delle infrastrutture verdi ha avuto un discreto successo sono quelli della gestione delle acque usate e quello idraulico (fitodepurazione, drenaggio urbano sostenibile, interventi idraulici). Le infrastrutture verdi sono associate al sistema della depurazione per realizzare ecosistemi filtro⁶; *wetland* a flusso superficiale che migliorano la qualità dei reflui frapponendo un ulteriore sistema di sicurezza rispetto ai malfunzionamenti degli impianti e migliorandone la compatibilità con l'ambiente.

Queste opere hanno altresì dimostrato la loro valenza di supporto anche rispetto alla biodiversità locale. Esempi interessanti riguardo alla sicurezza idraulica e al drenaggio urbano sostenibile sono stati proposti attraverso lo strumento del contratto di fiume⁷. Un ulteriore strumento utilizzabile a supporto della ricostruzione ecologica è il Programma di ricostruzione ecologica bilanciata (PREB) che, ad esempio, è stato adottato nell'area metropolitana di Milano con obiettivo di compensazione in occasione di Expo 2015, dove un processo analitico-valutativo ha supportato la definizione degli interventi e dei relativi esiti⁸.

Con il Piano Locale di adattamento ai cambiamenti climatici (BLUE AP) la città di Bologna ha sperimentato misure pilota efficaci e concrete per preparare l'amministrazione e i cittadini a

fronteggiare in modo più efficace ondate di calore, siccità, *flash flooding*, alluvioni (adattamento reattivo) e altre conseguenze dei mutamenti climatici, riducendo al tempo stesso le vulnerabilità esistenti del territorio (adattamento preventivo). In particolare, tra le azioni previste, vi è l'impiego di GI per limitare l'incremento delle temperature in area urbana con il *greening* urbano e per migliorare la risorsa idrologica della città attraverso l'impiego di sistemi di drenaggio urbano sostenibile⁹.

Un altro modello – sperimentato a partire dal 1994 nella città di Berlino e poi applicato da numerose città europee e nord americane con il preciso scopo di migliorare il livello di resilienza e sostenibilità nell'attuazione dei progetti di trasformazione urbana – è quello rappresentato dai “green factor”: una famiglia di numerosi coefficienti urbanistici a carattere ambientale la cui applicazione serve a garantire il reperimento in ambiti di nuova edificazione o riqualificazione di un quantitativo minimo di superfici, secondo la distribuzione più efficace, in grado di migliorare il microclima urbano e la salubrità dell'aria, di sviluppare le funzioni ambientali dei suoli e la gestione sostenibile delle risorse idriche di creare e valorizzare spazi vitali per la fauna e la flora urbane, di migliorare la qualità dell'ambiente di vita urbano¹⁰. In Italia approcci simili sono stati applicati nei comuni di Bolzano e Bologna attraverso il R.I.E. (indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio).

Le sperimentazioni alla scala urbana: qualità dello spazio pubblico e dell'architettura

Come già evidenziato, l'adozione sistemica di NBS può consentire di integrare entro una visione organica il progetto di trasformazione e gestione delle componenti ambientali, paesaggistiche e socioeconomiche in

private spaces such as parks and gardens.

Moreover, it is also necessary to consider governance aspects, such as a strategic approach capable of obtaining long-term benefits while remaining flexible to changes over time. A GI consists of identified and circumscribed anthropic elements which are the result of actions that protect, restore, improve or preserve said infrastructure. The implementation of the GI approach also implies the need to plan and manage a socially inclusive communication, based on the knowledge of many disciplines, such as landscape ecology, urban and regional planning, environmental and landscape design. Finally, it needs to be developed within a collaboration between the various local authorities and stakeholders.

Experimentations at territorial and metropolitan level

GI projects and plans are by now widespread in the international panorama. They are also beginning to find application, although at different levels, in Italy. However, it is necessary to highlight that Italy is behind both in planning GI and in preparing relevant regulatory frameworks, which instead should foster the introduction of GI in the current planning and project procedures. The sectors in Italy which have experienced a discrete success in the use of GI are the wastewater treatment and the hydraulic ones (constructed wetlands, sustainable urban drainage, hydraulic interventions). In fact, GI is associated with the wastewater treatment system in the realisation of filter ecosystems⁶; indeed, surface flow constructed wetlands improve the quality of sewage by interposing a further safety system

as to the malfunctioning of plants and improving their compatibility with the environment.

These works have proven their supportive value also with reference to local biodiversity. Interesting examples of hydraulic safety and sustainable urban drainage are provided by the River Contract⁷. Another tool that can be used to support ecological reconstruction is the Balanced Ecological Restoration Programme (BERP) which, for example, was adopted with a compensation aim during Expo 2015 in the metropolitan area of Milan. In said case, an analytical-assessment process allowed to define interventions and relevant outcomes⁸.

With the Local Plan for Adaptation to Climate Change (BLUE AP) the city of Bologna has experienced effective and practical pilot projects aimed at preparing the administration and citi-

zens to face with greater effectiveness heat waves, drought, flash flooding, floods (reactive adaptation) and other consequences of climate change, while reducing the territory's vulnerabilities (preventive adaptation). In particular, among the planned actions, GI is utilised to limit the rise of temperature in the urban area through urban *greening*. It is also utilised to improve the city's hydrologic resource through sustainable urban drainage systems⁹. Another model – experienced starting from 1994 in the city of Berlin and then applied by many European and North American cities with the precise aim to improve the level of resilience and sustainability in the implementation of urban transformation projects – is represented by the use of “green factors”. These factors are a family of many town planning environmental coefficients whose implementation guarantees the

una prospettiva di incremento della resilienza urbana. In tal modo è possibile superare, da un lato, i limiti di approcci che operano nella sola prospettiva delle “politiche” (con azioni orientate prevalentemente alla dimensione sociale) e, dall’altro, modelli di marketing finalizzati a prefigurare architetture “iconiche”, dove l’impiego intensivo delle componenti naturali finisce con lo svolgere un ruolo unicamente comunicativo (la “casa ecologica”, il grattacielo “verde”, il quartiere “sostenibile” fatto di villette unifamiliari, ecc.). Le sperimentazioni alla scala architettonica, per quanto concerne sia l’edificio che gli spazi aperti, evidenziano invece come la componente verde possa realmente permettere di raggiungere nuovi livelli di *performance* difficilmente ottenibili con soluzioni e tecniche tradizionali. Il loro utilizzo può essere declinato in molteplici contesti che richiedono l’attivazione di processi di rigenerazione. Oltre ai così detti *brownfield*, si possono applicare per qualificare gli spazi pubblici, le aree residuali in contesti densamente urbanizzati, i fronti ciechi degli edifici, le opere edilizie e infrastrutturali incomplete e/o abbandonate, fino naturalmente al miglioramento prestazionale del patrimonio esistente. L’uso degli elementi verdi come materiale per la costruzione di spazi pubblici e architetture al pari della pietra, dell’acciaio, del laterizio e del vetro è consolidato nella pratica architettonica sia nel passato che nella contemporaneità¹¹. In Italia, lo sviluppo della progettazione ambientale ha favorito la diffusione tra i progettisti di una cultura della sostenibilità e del corretto utilizzo delle risorse, in una logica di salvaguardia degli ecosistemi e dell’ambiente. Tuttavia l’attuale modello di intervento che si riferisce alle NBS supera gli approcci tradizionali basati su un uso sostenibile delle risorse e sull’equilibrio degli ecosistemi, per proporre soluzioni proattive che puntano al ripristino e alla rige-

nerazione degli equilibri ambientali in un’ottica di resilienza. In questo modo, attraverso la multifunzionalità delle tecniche adottate, gli spazi aperti e i sistemi edificati non solo forniscono delle risposte prestazionali riferite alle esigenze fruttive e d’uso degli utenti, ma riescono ad interagire positivamente rispetto a fenomeni ambientali e sociali alla micro e alla macro scala quali: la gestione delle acque e i rischi idrogeologici; il controllo delle sostanze inquinanti nell’aria; il risparmio energetico e il confort microclimatico; l’incentivazione della salute pubblica e del benessere sociale; protezione della biodiversità; miglioramento della adattabilità al *climate change*. In tal senso, con particolare riferimento agli spazi pubblici, risultano particolarmente interessanti esperienze come quelle sviluppate in Emilia Romagna attraverso l’iniziativa REBUS (*REnovation of public Buildings and Urban Spaces*)¹² o quelle che hanno interessato i Municipi 4 e 5 di Milano con l’azione dell’associazione Urban Curator TAT¹³; iniziative nelle quali, anche attraverso importanti azioni di partecipazione e coinvolgimento delle comunità locali finalizzate a diffondere la cultura della resilienza, sono state sviluppate proposte di potenziamento della qualità degli spazi pubblici attraverso le NBS, anche con l’obiettivo di misurarne le ricadute in termini ambientali ed economici.

Altro elemento peculiare delle NBS è che, per loro stessa natura, non possono che essere *place based*. Infatti la durabilità nel tempo dell’intervento non può che derivare dall’identificazione del corretto equilibrio tra esigenze di carattere prestazionale e funzionale e caratteristiche meteo-climatiche e ambientali del sito di intervento. L’appropriatezza diventa ancor di più elemento imprescindibile di qualità delle proposte progettuali che adottano le NBS spingendo verso una ancor maggiore integrazione

identification, in case of new constructions or regenerations, of a minimum amount of surfaces, according to the most effective distribution, which are able: to improve urban microclimate and the healthiness of the air, to develop environmental functions of the soil and a sustainable management of water resources, to create and enhance vital spaces for the urban fauna and flora, to improve the quality of the urban life environment¹⁰. In Italy, similar approaches have been implemented in Bolzano and Bologna through the Building Impact Reduction Index.

Experimentations at urban level: the quality of public space and architecture

As highlighted, the systemic adoption of NBS allows to integrate, with an organic perspective, transformation and management projects addressed

to environmental, landscape and socio-economic components with the aim to increase urban resilience. On the one hand, this permits to overcome the limits of approaches that operate in the sole perspective of “policies” (with actions mainly directed to the social dimension); on the other hand, it allows to overcome marketing models aimed at prefiguring “iconic” architectures, where the intensive use of natural components ends up playing a merely communicative role (the “ecological house,” the “green” skyscraper, the “sustainable” neighbourhood made up of detached houses, etc.). Experimentations at architectural level, with reference to both buildings and open spaces, highlight the ability of the green component to actually enable the reaching of new levels of performance difficult to obtain with traditional solutions and techniques. NBS can be used in numer-

ous contexts requiring regeneration processes. Apart from the so-called brownfields, they can be used to qualify public spaces, residual areas in densely urbanised contexts, blind façades of buildings, unfinished and/or abandoned constructions and infrastructure, up to improving the performance of the existing patrimony. The use of green elements as building material to construct public spaces and architectures just as stone, steel, brick and glass is an architectural practice already consolidated in the past, as in the present day¹¹. In Italy, the development of environmental planning has fostered the diffusion of a culture of sustainability and correct use of resources, in a logic aimed at safeguarding ecosystems and the environment. However, the current intervention model referring to NBS surpasses the traditional approaches based on a sustainable use of resources

and on balancing ecosystems, proposing proactive solutions for restoring and regenerating environmental balances in a view of resilience. Therefore, owing to the multi-functionality of the techniques adopted, open spaces and built systems provide users with performing answers to their fruttive and use needs. They also interact positively with environmental and social phenomena at micro and macro level with reference to: water management and hydro-geological risks; the control of polluting substances in the air; energy saving and microclimate comfort; incentivisation of public health and social wellbeing; protection of biodiversity; improved adaptability to climate change. In this sense, with particular reference to public spaces, interesting experiences are those found in Emilia Romagna through the REBUS initiative (*REnovation of public Buildings and*

nelle proposte delle tematiche ambientali, culturali, sociali ad anche economiche. Non si tratta di attivare quella che semplicemente viene definita come “rinaturalizzazione” degli ambiti urbani, ma di rigenerare i tessuti urbani con logiche che ne migliorino le *performance* nel ciclo di vita, anche attraverso l’uso di tecniche che si fondano sull’uso consapevole e progettato di elementi naturali. Soluzioni quali la piantumazione di alberi, la realizzazione di aiuole e superfici filtranti, bacini di fitodepurazione, tetti verdi, facciate verdi, ecc., se gestite all’interno di una visione progettuale consapevole, non solo permettono di intervenire sugli spazi pubblici urbani e sugli edifici con benefici di carattere ambientale e funzionale, ma possono anche comportare miglioramenti di carattere gestionale e risparmi economici diretti e indiretti.

Modelli di valutazione e controllo della resilienza nei processi di trasformazione urbana

Centrale diventa il ruolo dei processi analitico-valutativi per verificare il raggiungimento degli obiettivi di miglioramento ecologico e di aumento della resilienza

mediante NBS. Per quanto riguarda gli strumenti di valutazione e controllo del valore ecologico possiamo distinguere due categorie principali (Malcevski e Bisogni, in corso di pubblicazione):

- indici a valenza ambientale ampia: rendono conto sia del valore direttamente associabile alla componente naturalistica-ecosistemica, sia di un valore ambientale più ampio comprendente anche altre funzionalità (permeabilità idraulica, bonifica-risanamento di suoli inquinati, mobilità dolce locale); tra i molti strumenti di questo tipo possono essere richiamati i già citati “*green factor*”;

- indici a valenza naturalistico-ecosistemica specifica: rendono conto in modo diretto del valore della biodiversità e delle funzionalità ecologiche delle unità ambientali coinvolte; tra i molti indici di questo tipo può essere ricordato il metodo STRAIN (STudio interdisciplinare sui RAporti tra protezione della natura ed INfrastrutture); indici di questo tipo forniscono indicazioni più strettamente *nature based* e richiedono competenze di tipo più specialistico rispetto ai precedenti.

Tuttavia la semplice applicazione di un metodo di calcolo non è sufficiente a garantire *performance* adeguate di resilienza se non inquadrata in un più ampio processo decisionale che risponda alle nuove esigenze. Ad esempio superando le discontinuità tra confini amministrativi e ambiti ambientali quali la funzionalità delle reti ecologiche di area vasta richiede il superamento della frammentazione dei comuni. Inoltre le tempistiche necessarie alla maturazione delle nuove funzionalità naturalistico-ecosistemiche possono richiedere anni o addirittura decenni (ad esempio nel caso di nuovi boschi di pregio). È quindi necessaria una *governance* complessiva che veda coinvolti molteplici soggetti amministrativi (enti territoriali, agenzie tecniche, organizzazioni non governative, soggetti privati) con ruoli complementari, per tradurre gli obiettivi generali di resilienza eco-territoriale in azioni concrete e immateriali.

La gestione dei valori ambientali, culturali ed economici nel progetto

Un corretto uso delle NBS si basa sull’identificazione dei molteplici valori, non solo ambientali ma anche culturali ed economici, che orientano e supportano l’attivazione dei processi rigenerativi, assumendo i caratteri identitari del contesto quale

Urban Spaces)¹² or in Municipalities 4 and 5 of Milan through the action of the association Urban Curator TAT¹³; these initiatives - also owing to the important participation and involvement of the local communities in disseminating the culture of resilience - have developed proposals for strengthening the quality of public spaces through nature-based solutions, also with the aim to assess their environmental and economic effects.

Another peculiar aspect of NBS is that, for their own nature, they are place-based. In fact, the durability over time of interventions depends on identifying the correct balance between performance/functional needs and whether-climate/environmental characteristics of the site of intervention. Suitability has ever more become the unavoidable quality element of project proposals adopting nature-based solu-

tions, spurring toward an even greater integration of environmental, cultural, social and even economic themes in the various proposals. This is not a matter of activating what is defined simplistically “re-naturing” urban areas; it involves regenerating urban fabrics with logics that can improve their life cycle performances, also by utilising techniques based on the aware and planned use of natural elements. If solutions such as tree planting, the realisation of flowerbeds and filtering surfaces, constructed wetlands basins, green roofs, green façades, etc., are managed on the basis of an aware planning vision, not only is it possible to intervene in urban public spaces and on buildings with environmental and functional benefits, but there can also be managerial improvements as well as direct and indirect savings.

Assessment and control models of resilience in urban transformation processes

The role of analytical-assessment processes is central for verifying the achievement of goals aimed at ecological improvement and greater resilience through nature-based solutions. As regards the tools for assessing and controlling the ecological value, it is possible to distinguish two main categories (Malcevski Bisogni, in course of publication):

- indexes with a wide environmental value: these indexes take into consideration both the value directly associable to the naturalistic-ecosystem component, and the wider environmental value which includes also other functionalities (water permeability, drainage-reclamation of polluted soils, local soft mobility); among the many tools of this kind

there are the aforementioned “*green factors*”;

- indexes with a specific naturalistic-ecosystem value: these indexes keep into consideration directly the value of biodiversity and of the ecological functionalities related to the environmental units involved; among the many, it is worth mentioning the STRAIN method (interdisciplinary STudy on the ReLationship between nature protection and INfrastructure); these types of indexes provide indications more strictly nature-based and require more specialist competences compared to the previous ones.

However, if said method is not set in a wider decisional process that meets the new needs, it is not sufficient to simply implement an assessment method in order to guarantee adequate resilience performances. An example is given by

prima risorsa per rispondere al modificarsi dei quadri esigenziali. Il progetto, quindi, deve prima di tutto ritrovare il suo carattere di necessità proprio nelle specificità del luogo e in una più consapevole relazione con le componenti naturali e artificiali, materiali e immateriali che lo caratterizzano¹⁴. Inoltre deve assumere come scenario di riferimento un contesto dinamico, in mutazione in quanto definito non solo da elementi fisici ma, soprattutto, culturali e socioeconomici. Le NBS, in quanto ontologicamente fondate sull'uso di elementi vivi, in progressiva trasformazione e con capacità di adattamento alle mutevoli condizioni al contorno, rappresentano una soluzione coerente in grado di relazionarsi correttamente e in modo adattivo a tale complessità di scenario. Il tempo, legato al ciclo di vita naturale delle componenti/essenze, diventa quindi una componente intrinseca al progetto stesso, come variabile da gestire nel governo di processi in continua trasformazione. Queste tecniche obbligano quindi il progettista a confrontarsi con un divenire che riporta il progetto tecnologico ambientale alla sua originaria natura predittiva e anticipativa. Tale approccio è sicuramente supportato dai nuovi modelli e strumenti di valutazione e controllo della resilienza che possono essere applicati non solo ex-post, ma soprattutto ex-ante, così da diventare importanti strumenti a supporto della progettazione. La valutazione in chiave di resilienza delle alternative e delle scelte possibili si offre quindi non solo come un momento del processo di progetto ma, come avrebbe dovuto essere la VAS rispetto al solo tema ambientale nei piani e programmi, quale strumento continuativamente integrato nelle diverse fasi del processo.

the ability to overcome discontinuities between administrative boundaries and environmental scopes of action. In this case, the functionality of the ecological networks of vast areas requires to overcome the fragmentation of municipalities. Moreover, the time necessary to develop new naturalistic-ecosystem functionalities may require years or even decades (for example, in case of new good quality woods). Therefore, in order to translate the general goals of eco-territorial resilience into practical and intangible actions, it is necessary to develop an overall governance capable of involving multiple administrative subjects (territorial bodies, technical agencies, non-governmental organisations, private subjects) with complementary roles.

Management of the environmental, cultural and economic values of the project

A correct use of NBS starts from identifying various values, thus not only environmental but also cultural and economic ones. These values guide and support the activation of regenerative processes, assuming the features of the context, which is the first resource for satisfying the new needs. Therefore, the project has to find its usefulness first of all in the specificities of a place and in a more aware relationship with the natural, artificial, tangible and intangible components that characterise it¹⁴. Moreover, the scenario of reference must be a dynamic context, that is a context that changes because defined not only by physical elements, but also and especially by cultural and socioeconomic ones. NBS – being ontologically founded on the use of living ele-

NOTE

1. Tra le cinque linee di attività indicate all'interno della Societal Challenge di Horizon 2020 denominata *Climate Action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials* vi è: *Nature-Based Solutions - Providing viable solutions of natural ecosystems*.

2. Nel citato rapporto del 2015 le NBS sono così definite: «*Nature-based solutions aim to help societies address a variety of environmental, social and economic challenges in sustainable ways. They are actions inspired by, supported by or copied from nature; both using and enhancing existing solutions to challenges, as well as exploring more novel solutions, for example, mimicking how non-human organisms and communities cope with environmental extremes. Nature-based solutions use the features and complex system processes of nature, such as its ability to store carbon and regulate water flows, in order to achieve desired outcomes, such as reduced disaster risk and an environment that improves human well-being and socially inclusive green growth*» (European Commission, 2015: 24).

3. Rispetto ai quattro obiettivi prioritari perseguibili, il gruppo di lavoro di esperti ha identificato sette azioni di ricerca e innovazione basate sull'applicazione delle NBS: 1 – rigenerazione urbana; 2 – migliorare il benessere nei contesti urbani; 3 – aumentare la resilienza dei sistemi costieri; 4 – gestione dei bacini idrografici e ripristino degli ecosistemi; 5 – aumento della sostenibilità nell'uso dei materiali e dell'energia; 6 – valorizzare il "valore assicurativo" degli ecosistemi; 7 – aumentare la cattura del carbonio nell'aria.

4. Ad esempio: programma Green Cities lanciato nel 2010 dall'Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); goal 11 (sustainable cities and communities), 13 (climate actions), 15 (life on land) che fanno parte dei 17 Sustainable Development Goals della Nazioni Unite; Piano di Azione per la biodiversità promulgato nel 2006 dall'Unione Europea che nel 2011 ha poi adottato la Strategia per la biodiversità fino al 2020.

5. Le GI sono definite dalla Commissione Europea come «*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*

ments, thus in progressive transformation and with the ability to adapt to the changeable conditions of the surroundings – represent a consistent solution that relates to said complex scenario in a correct and adaptive manner. Therefore, time, as element linked to the natural life cycle of the components/essences, becomes an intrinsic component to the actual project, a variable to be managed while governing processes in continuous transformation. These techniques oblige planners to deal with a continuous becoming that takes the environmental technological project back to its original predictive and anticipatory nature. This approach is supported by new models and tools for assessing and controlling resilience which can be applied not only ex-post, but especially ex-ante, such to become important in supporting the planning phase. Hence, assessing resilience as to

possible alternatives and choices is not only a moment of the planning process, but also – as the Strategic Environmental Assessment (SEA) should have been with reference only to the environmental theme in plans and programmes – a tool continuously integrated in the various phases of the process.

NOTES

1. One of the five lines of action indicated in the Societal Challenge of Horizon 2020 called *Climate Action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials* is: *Nature-Based Solutions - Providing viable solutions of natural ecosystems*.

2. In the mentioned report of year 2015, the nature-based solutions are defined as follows: «*Nature-based solutions aim to help societies address a variety of environmental, social and economic challenges in sustainable ways. They*

such as water purification, air quality, space for recreation and climate mitigation and adaptation. This network of green (land) and blue (water) spaces can improve environmental conditions and therefore citizens' health and quality of life. It also supports a green economy, creates job opportunities and enhances biodiversity» (available at: http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm).

6. Ad esempio: Comuni di Bobbio e Perino in val Trebbia; Comuni di Sozzago e Terdobbiate nella pianura novarese; Comune di Morimondo (MI) nel Parco del Ticino.

7. Il Contratto di Fiume è uno strumento nato per conseguire gli obiettivi della Direttiva sulle Acque (2000/60/CE) e di quella sugli Alluvioni (2007/60/CE) favorendo la costruzione di comunità fluviali resilienti. Il Lombardia si segnalano: Contratto di Fiume Seveso; Contratto di Fiume Olona-Bozzente-Lura; Contratto di Fiume Lambro Settentrionale.

8. Per un approfondimento si veda Rossi A. (2015), *The Ecological Reconstruction Programme of Expo 2015*, in "Making the Case. Business and Ecosystem Services as Tool for Change", Report of Global Compact Network Italy Foundation, pp. 65-69.

9. Per un approfondimento si veda la pubblicazione del 2015 *Piano di Adattamento Città di Bologna. Strategia di adattamento locale*, del Comune di Bologna (available at: <http://www.blueap.eu/site/wp-content/uploads/2015/06/PianoBlueApfinale03062015.pdf>).

10. Fra le esperienze di applicazione possono essere ricordate: Berlino - B.A.F., "biotope area factor" Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt.; Parigi - C.B.S. (Coefficient de Biotope par Surface), plan local d'urbanisme (PLU); Malmö - GAF (Green Area Factor); Southampton - GSF (Green Space Factor). Southampton City Council; Seattle - Seattle Green Factor. Department of Planning & Development.

11. Ci si riferisce ad esempio ai progetti di Emiliano Ambasz e di Jean Nouvel con Patrick Blanc in cui si supera la dicotomia naturale/artificiale trasformando il verde in una pelle architettonica con valenza spaziale e costruttiva.

12. I contenuti dell'iniziativa REBUS sono ampiamente resocontati nella pa-

gina web <http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rebus-r-laboratorio-sulla-rigenerazione-urbana-e-i-cambiamenti-climatici>.

13. Tale iniziativa è resocontata nella pubblicazione *Proposte e progetti per il sud Milano. Il ruolo dei municipi* di Urban Curator TAT, edito dal Municipio 4 di Milano (2017).

14. Tali temi sono stati oggetto di molteplici contributi all'interno del settore della tecnologia dell'architettura ad esempio da parte di Fabrizio Schiaffonati in *Progetto e decisione* del 1983 e in *Calamida Lucchini Schiaffonati. Architetture* del 2014.

are actions inspired by, supported by or copied from nature; both using and enhancing existing solutions to challenges, as well as exploring more novel solutions, for example, mimicking how non-human organisms and communities cope with environmental extremes. Nature-based solutions use the features and complex system processes of nature, such as its ability to store carbon and regulate water flows, in order to achieve desired outcomes, such as reduced disaster risk and an environment that improves human well-being and socially inclusive green growth» (European Commission, 2015: 24).

3. With reference to the four priority goals to be pursued, the expert group identified seven research and innovation actions based on the implementation of nature-based solutions: 1 - to regenerate urban contexts; 2 - to improve wellbeing in urban contexts; 3 -

to increase the resilience of coastal systems; 4 - to manage catchment basins and restore ecosystems; 5 - to increase sustainability in using materials and energy; 6 - to enhance the "insurance value" of ecosystems; 7 - to increase the sequestration of carbon in the air

4. For instance: the Green Cities programme launched in 2010 by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD); goals number 11 (sustainable cities and communities), 13 (climate actions), 15 (life on land) which fall within the 17 Sustainable Development Goals of the United Nations; the Action Plan for biodiversity promulgated in 2006 by the European Union which, in 2011, adopted the Strategy for biodiversity until 2020.

5. Green infrastructure is defined by the European Commission as «a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environ-

mental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services such as water purification, air quality, space for recreation and climate mitigation and adaptation. This network of green (land) and blue (water) spaces can improve environmental conditions and therefore citizens' health and quality of life. It also supports a green economy, creates job opportunities and enhances biodiversity» (available at: http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm).

6. For example: the Municipalities of Bobbio and Perino in Val Trebbia; the Municipalities of Sozzago and Terdobbiate in the plain of Novara; the Municipality of Morimondo (Milan) in the Park of Ticino.

7. The River Contract is a tool created to achieve the goals set out by the Directive on Waters (2000/60/EC) and on Floods (2007/60/EC) fostering the con-

struction of resilient fluvial communities. It is worth noting in Lombardia: River Contract Seveso; River Contract Olona-Bozzente-Lura; River Contract Lambro Settentrionale.

8. For an in-depth analysis see Rossi (2015), *The Ecological Reconstruction Programme of Expo 2015*, in "Making the Case. Business and Ecosystem Services as Tool for Change," Report of Global Compact Network Italy Foundation, pp. 65-69.

9. For an in-depth analysis see the publication of 2015 *Piano di Adattamento Città di Bologna. Strategia di adattamento locale*, of the Municipality of Bologna (available at: <http://www.blueap.eu/site/wp-content/uploads/2015/06/PianoBlueApfinale03062015.pdf>).

10. Among the implementation experiences it is worth mentioning: Berlin - B.A.F. (biotope area factor) Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und

REFERENCES

- AA.VV. (2013), "Environment emergency", *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, No. 5.
- Antonini, E. and Tucci, F. (Eds.) (2017), *Architettura, città e territorio verso la Green Economy. La costruzione di un manifesto della Green economy per l'architettura e la città del futuro*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Eggermont, H. et al. (2015), "Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe", *GAIA*, 24/4 (2015), pp. 243-248.
- European Environment Agency (2015), *Exploring Nature-Based Solutions: the role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather and climate change related natural hazards*, Publications Office of the European Union.
- European Environment Agency (2011), *Green Infrastructure and territorial cohesion*, Publications Office of the European Union.
- European Commission (2015), *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*, Publications Office of the European Union.
- Naumann, S., McKenna, D., Timok, M., P. and Matt, R. (2011), *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report to the European Commission*, DG Environment, Ecologic institute and GHK Consulting.

Umwelt; Pars - C.B.S. (Coefficient de Biotope par Surface). Plan local d'urbanisme (PLU); Malmö - GAF (Green Area Factor); Southampton - GSF (Green Space Factor). Southampton City Council; Seattle - Seattle Green Factor. Department of Planning & Development.

11. For example, the projects realised by Emiliano Ambasz and Jean Nouvel with Patrick Blanc in which the natural/artificial dichotomy is overcome by transforming the green in an architectural skin with a spatial and constructive value.

12. The contents of the REBUS initiative are widely reported on the webpage <http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/formazione-lab-app-1/rebus-r-laboratorio-sulla-rigenerazione-urbana-e-i-cambiamenti-climatici>.

13. This initiative is reported in the publication *Proposte e progetti per il sud*

Milano. Il ruolo dei municipi di Urban Curator TAT, published by Municipality 4 of Milan (2017).

14. These themes have been object of many contributions in the sector of the architectural technology, for example by Fabrizio Schiaffonati in *Progetto e decisione* of 1983 and in *Calamida Lucchini Schiaffonati. Architetti* of 2014.