

TERRITORY OF RESEARCH ON
SETTLEMENTS AND ENVIRONMENT
INTERNATIONAL JOURNAL
OF URBAN PLANNING

31

The multidimensional nature of urban sustainability



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI NAPOLI FEDERICO II
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE L.U.P.T.

Federico II University Press



fedOA Press

Vol. 16 n. 2 (DEC. 2023)
e-ISSN 2281-4574

TERRITORIO DELLA RICERCA SU INSEDIAMENTI E AMBIENTE



WoS (Web of Science) indexed journal <http://www.tria.unina.it>

Editors-in-Chief

Mario Coletta, *Federico II University of Naples, Italy*

Antonio Acierno, *Federico II University of Naples, Italy*

Scientific Committee

Rob Atkinson, *University of the West of England, UK*

Teresa Boccia, *Federico II University of Naples, Italy*

Giulia Bonafede, *University of Palermo, Italy*

Lori Brown, *Syracuse University, USA*

Maurizio Carta, *University of Palermo, Italy*

Claudia Cassatella, *Polytechnic of Turin, Italy*

Maria Cerreta, *Federico II University of Naples, Italy*

Massimo Clemente, *CNR, Italy*

Juan Ignacio del Cueto, *National University of Mexico, Mexico*

Claudia De Biase, *University of the Campania L. Vanvitelli, Italy*

Pasquale De Toro, *Federico II University of Naples, Italy*

Matteo di Venosa, *University of Chieti Pescara, Italy*

Concetta Fallanca, *Mediterranean University of Reggio Calabria, Italy*

Ana Falù, *National University of Cordoba, Argentina*

Isidoro Fasolino, *University of Salerno, Italy*

José Fariña Tojo, *ETSAM Universidad Politecnica de Madrid, Spain*

Francesco Forte, *Federico II University of Naples, Italy*

Gianluca Frediani, *University of Ferrara, Italy*

Giuseppe Las Casas, *University of Basilicata, Italy*

Francesco Lo Piccolo, *University of Palermo, Italy*

Liudmila Makarova, *Siberian Federal University, Russia*

Elena Marchigiani, *University of Trieste, Italy*

Oriol Nel-lo Colom, *Universitat Autònoma de Barcelona, Spain*

Gabriel Pascariu, *UAUIM Bucharest, Romania*

Domenico Passarelli, *Mediterranean University of Reggio Calabria, Italy*

Piero Pedrocco, *University of Udine, Italy*

Michèle Pezzagno, *University of Brescia, Italy*

Piergiuseppe Pontrandolfi, *University of Matera, Italy*

Mosé Ricci, *University of Trento, Italy*

Samuel Robert, *CNRS Aix-Marseille University, France*

Michelangelo Russo, *Federico II University of Naples, Italy*

Inés Sánchez de Madariaga, *ETSAM Universidad de Madrid, Spain*

Paula Santana, *University of Coimbra Portugal*

Saverio Santangelo, *La Sapienza University of Rome, Italy*

Ingrid Schegk, *HSWT University of Freising, Germany*

Franziska Ullmann, *University of Stuttgart, Germany*

Michele Zazzi, *University of Parma, Italy*



Università degli Studi Federico II di Napoli
Centro Interdipartimentale di Ricerca L.U.P.T. (Laboratorio
di Urbanistica e Pianificazione Territoriale) “R. d’Ambrosio”

Managing Editor

Alessandra Pagliano, *Federico II University of Naples, Italy*

Corresponding Editors

Josep A. Bàguena Latorre, *Universitat de Barcelona, Spain*

Gianpiero Coletta, *University of the Campania L. Vanvitelli, Italy*

Michele Ercolini, *University of Florence, Italy*

Maurizio Francesco Errigo, *University Kore of Enna, Italy*

Adriana Louriero, *Coimbra University, Portugal*

Claudia Trillo, *University of Salford, SOBE, Manchester, UK*

Technical Staff

Tiziana Coletta, Ferdinando Maria Musto, Francesca Pirozzi,

Ivan Pistone, Luca Scaffidi

Responsible Editor in chief: Mario Coletta | electronic ISSN 2281-4574 | ©
2008 | Registration: Cancelleria del Tribunale di Napoli, n° 46, 08/05/2008 |
On line journal edited by Open Journal System and published by FedOA (Fe-
derico II Open Access) of the Federico II University of Naples

Table of contents/Sommario

Introduction essay/ Saggio introduttivo

Sustainable city, an ever-changing definition/ *Città sostenibile, una definizione in continua evoluzione*

Antonio ACIERNO

7

Papers/Interventi

Definition of future design scenarios for the Genoa Overpass. An overview of green infrastructures/ *Definizione di scenari progettuali futuri per la Sopraelevata di Genova. Un'overview di green infrastructures*

Daniele SORAGGI, Valentina COSTA, Ilaria DELPONTE

19

Reducing landscape climate vulnerability through local coevolution processes/ *Ridurre la vulnerabilità climatica del paesaggio tramite processi di coevoluzione locale*

Luciano DE BONIS, Giovanni OTTAVIANO

35

Urban regeneration and climate neutrality: a proposal for the Navile district in Bologna/ *Rigenerazione urbana e neutralità climatica: un'esperienza di progettazione per il quartiere Navile a Bologna*

Moreno DI BATTISTA, Samuele GARZONE, Filippo MORESCALCHI, Ambra BEDONNI, Alessandro FELISA, Marianna PAGANO, Benedetta BALDASSARRE, Claudia DE LUCA

51

Nature-Based Solutions to increase the resilience of urban ecosystems/ *Le Nature-Based Solutions per aumentare la resilienza degli ecosistemi urbani*

Clelia CIRILLO, Barbara BERTOLI

71

Port Waterfront. Space in Transition/ *Waterfront portuale. Spazio in transizione*

Matteo DI VENOSA

89

Soil recovery and (re)activation of Ecosystem Services: the role of regeneration interventions on large brownfield sites in urban areas/ *Recupero del suolo e (ri)attivazione dei Servizi Ecosistemici: il ruolo degli interventi di rigenerazione delle grandi aree dismesse nei territori urbani*

Emanuele GARDA, Alessandro MARUCCI, Federico FALASCA

107

Settlements and adaptation. Key aspects in international experiences/ *Insedimenti e adattamento. Aspetti chiave nelle esperienze internazionali*

Federica CICALESSE

127

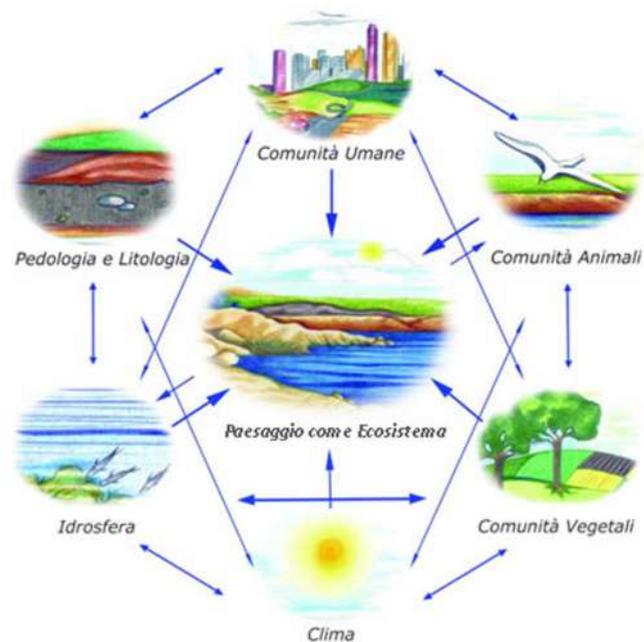
Abstract

Nature-Based Solutions to increase the resilience of urban ecosystems

Clelia Cirillo, Barbara Bertoli

Abstract

To contemporary cities that are increasingly exposed to different types of environmental damage ranging from climate change to global shock disasters, it is crucial to sustain their resilience by aiming to regenerate the spatial and urban contexts within which social, environmental, and economic issues plague their livability. These urban scenarios, produced by human actions, are part of a geological era characterized no longer by natural factors but by anthropogenic factors; an era defined as the Anthropocene in which the human species is blamed for the territorial, biological, and climatic changes on the planet. Measures to be taken to counteract this environmental degradation are also to be sought in green methodologies and solutions to be implemented with a view to pur-



suing urban resilience goals, these goals can be pursued by integrating Nature-Based solutions into traditional urban planning tools so as to restore the balance between urban and natural ecosystems. The European Union has set out an ambitious goal to become carbon neutral by 2050. Achieving these goals will require not only transformation of our energy and transport systems, but measures across the economy as well as efforts to harness the potential of nature to contribute to both mitigating climate change and enhancing our resilience to its impacts to adopt a multidisciplinary approach. This paper aims an examination of green strategies and approaches for city regeneration and transformation.

KEYWORDS:

blue-green networks, urban regeneration, contemporary city, ecological transition

Le Nature-Based Solutions per aumentare la resilienza degli ecosistemi urbani

Per le città contemporanee sempre più esposte a diversi tipi di danni ambientali che vanno dai cambiamenti climatici ai disastri shock globali è determinante sostenerne la resilienza mirando a rigenerare i contesti territoriali e urbani dove le problematiche sociali, ambientali ed economiche ne affliggono la vivibilità. Questi scenari urbani fanno parte di un'era geologica definita Antropocene caratterizzata non più da fattori naturali ma da quelli antropici, dove alla specie umana sono attribuite le cause delle modifiche territoriali, biologiche e climatiche del pianeta. Le misure per contrastare il degrado ambientale sono da ricercarsi in metodologie e soluzioni green mirate a perseguire obiettivi di resilienza urbana, integrando le Nature-Based Solutions nei tradizionali strumenti urbanistici così da ristabilire l'equilibrio tra gli ecosistemi urbani e quelli naturali. Il raggiungimento dell'ambizioso obiettivo che si è posto l'Unione Europea di diventare neutrale dal punto di vista delle emissioni di carbonio entro il 2050 richiederà non solo una trasformazione dei nostri sistemi energetici e di trasporto ma anche misure in tutta l'economia, nonché sforzi per sfruttare il potenziale della natura per contribuire sia a mitigare i cambiamenti climatici sia a migliorare la resilienza delle nostre città adottando approcci multidisciplinari. Questo contributo mira a proporre una disamina delle strategie ed approcci "green" per la rigenerazione trasformazione della città.

PAROLE CHIAVE:

Soluzioni basate sulla natura, selvicoltura urbana, verde verticale ed orizzontale, biodiversità.

Le Nature-Based Solutions per aumentare la resilienza degli ecosistemi urbani

Clelia Cirillo e Barbara Bertoli

1. Introduzione

La città contemporanea e i suoi attuali modelli territoriali evidenziano un grave stato di insostenibilità, causato dalla costante riduzione delle risorse naturali, dai cambiamenti climatici e da forme di urbanizzazione diffusa (Galdini, 2022). Questo scenario richiama l'attenzione sulla necessità di cambiare l'attuale modello di crescita attuando nuove strategie incentrate su un'attenta politica di riduzione del consumo del suolo, rinaturalizzazione dei vuoti urbani nonché sulla creazione di un sistema di infrastrutture verdi. La sfida per la riduzione dei gas serra e la mitigazione dei suoi effetti, attualmente si gioca in larga parte sul progetto della città contemporanea e sulla gestione dei suoi spazi di natura; va evidenziato che la città differisce sotto vari aspetti da altri tipi di ecosistemi artificiali, in quanto per loro natura gli ecosistemi urbani sono soggetti a molteplici impatti negativi generati dalle attività antropiche.

Il concetto di Green city, è una delle ultime risposte ai tentativi condotti per aiutare le città a diventare più sostenibili, meno dispersive e più vivibili; il modello di Green city mira ad una elevata qualità ambientale, secondo i criteri di bellezza, qualità dell'aria, depurazione delle acque e mobilità sostenibile, uso efficiente e responsabile delle risorse, inoltre tale modello punta alla rigenerazione urbana, alla circolarità nella gestione dei rifiuti, alla riqualificazione degli edifici ed al blocco del consumo di nuovo suolo. La complessità degli scenari urbani che si sono realizzati nel tempo, ha visto la formazione di insiemi di sistemi urbani che hanno drenato, metabolizzato ed espulso quantità sempre crescenti di risorse naturali, causando una pressione eccessiva sugli equilibri ecologici a scapito delle risorse naturali.

Il paradigma del metabolismo urbano è un concetto che viene utilizzato per illustrare come le risorse fisiche e sociali vengono trasformate dai processi urbani influenzando la qualità dell'ambiente, è un concetto di forte interesse per la ricerca scientifica il cui scopo è quello di contribuire allo sviluppo sostenibile avanzando proposte efficaci per rilanciare un futuro ecologicamente più responsabile per le città (Balducci et al., 2017).

Queste tematiche sono anche ampiamente affrontate dalla branca dell'architettura che si occupa della progettazione di edifici in grado di mitigare gli impatti ambientali negativi. La bioarchitettura nasce dall'esigenza d'instaurare un rapporto equilibrato tra ambiente artificiale e ambiente naturale, in tale dialogo è di primaria importanza per la bioarchitettura rispettare il *genius loci* e rendere il rispettivo ecosistema protagonista del costruito, attraverso l'impiego organico delle risorse naturali preservando la diversità biologica degli habitat. In una visione olistica la bioarchitettura tende a integrare

le attività umane alle preesistenze ambientali ed ai fenomeni naturali, al fine di realizzare un miglioramento della qualità della vita attuale e futura. L'espansione delle aree urbane nelle società contemporanee è avvenuta a discapito delle aree verdi che si sono drasticamente ridotte, questa mancanza di spazi green ha fatto sorgere la necessità di ripensare l'architettura urbana, cercando di trovare soluzioni a beneficio dell'intera collettività. Focalizzandosi sul panorama italiano, l'elaborazione del concetto di progetto ecologico si deve a Ugo Sasso che nel 1994 progettò a Bolzano il primo condominio pubblico ecologico, il suo contributo sul fare architettura secondo strategie ecosostenibili gli è valso il titolo di pioniere della bioarchitettura in Italia.

La bioarchitettura va realizzata seguendo concetti logici e razionali intesi a creare opere antropiche che non modifichino troppo l'ambiente in grado di essere costruite rispettando il senso di appartenenza al luogo. La promozione di progetti di bioarchitettura consente di realizzare ecosistemi urbani sostenibili assimilabili ad ecosistemi naturali dove la vegetazione ritrova un ruolo attivo nella vita cittadina; la trasformazione green delle città consentirà di mitigare l'inquinamento atmosferico provocato dalle emissioni di gas serra dal momento che gli alberi sono in grado di assorbire grandi quantità di anidride carbonica e di polveri sottili.

Il distacco dalla natura delle città è il risultato della mancanza di una pianificazione urbana rispettosa dell'ambiente e dei principi ecologici; per sostenere città eco-compatibili andrebbero adottati strumenti urbanistici in grado di gestire in un'ottica integrata il rapporto tra zone edificate ed aree verdi affrontando l'estrema complessità ecosistemica dei sistemi urbani. Il paradigma della resilienza e i cicli del metabolismo urbano richiedono di superare l'inefficace azione di resistenza alla trasformazione degli spazi urbani, per adottare un approccio elastico al progetto urbano, in cui la flessibilità delle funzioni, la permeabilità degli spazi e l'adattabilità degli insediamenti non vengano affrontati come problemi puramente concettuali e spaziali, ma messi in relazione con il portato sociale, economico e tecnologico che oggi entra a far parte della costruzione della città.

2. Soluzioni naturalistiche per la creazione di infrastrutture verdi nelle aree urbane

Tradizionalmente le aree urbane sono spazi della tecnica e dell'artificialità dove l'ambiente naturale è andato sempre più deteriorandosi; senza reintrodurre la natura nelle città verrà meno la speranza di ripristinare la perdita di biodiversità e porre rimedio alla crisi ambientale che si sta verificando a livello globale sul pianeta. Per affrontare la sfida ambientale e porre rimedio alla crisi climatica è necessario integrare la dimensione ecologica all'interno della pianificazione urbana, per trasformare i centri urbani in luoghi più verdi e più sostenibili. Queste trasformazioni possono essere realizzate mettendo in campo azioni specifiche atte ad implementare nelle città il patrimonio naturale, centrale nella vita dell'uomo.

Queste azioni comprendono la creazione di aree verdi, green roof e corridoi ecologici, da realizzare attraverso la piantumazione di alberi autoctoni. In pratica queste soluzioni

rendono le città più verdi, più sane, ma anche più resilienti agli impatti del cambiamento climatico. Il ripristino delle aree degradate e la creazione di corridoi ecologici da realizzarsi attraverso la reintegrazione dei processi naturali, sono soluzioni in grado di ripristinare la funzionalità della natura fornendo i servizi ecosistemici fondamentali per la vita della collettività; a queste azioni afferiscono le cosiddette Nature-Based Solutions (NBS), soluzioni ispirate, supportate o letteralmente copiate dalla natura volte all'arresto della perdita di biodiversità e al ripristino dei servizi ecosistemici. Le Nature-Based Solutions sostanzialmente consistono nell'aumento, miglioramento e valorizzazione di aree verdi, al fine di generare una serie di benefici e servizi ecosistemici quali sono, per esempio, miglioramento della qualità dell'aria, regolazione del microclima urbano, contenimento dell'isola di calore in città, regolazione dei flussi idrici meteorici, svago e ricreazione, miglioramento della qualità della vita, conservazione della biodiversità, assorbimento di gas climalteranti e molto altro ancora.

Le Nature-Based Solutions rivolte alle sfide urbane e sociali portano molti benefici di tipo ambientale, oltre ad aiutare ad aumentare la resilienza sono economicamente convenienti. Tra le soluzioni che uniscono in modo innovativo concetti già esistenti in natura ci sono le infrastrutture verdi, una rete di aree naturali e seminaturali da inserire in ambienti urbani in grado di fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici.

Nel corso degli anni il concetto di connessione ecologica si è evoluto diventando parte dell'attuale modello di Green Infrastructure (GI)¹, nel quale la fornitura di servizi ecosistemici è il principale scopo da perseguire. Nell'ambito di questa nuova prospettiva, che vede la centralità delle comunità umane e dei benefici che queste possono trarre da un ambiente in buono stato di conservazione, la salvaguardia della biodiversità attraverso il mantenimento della connettività ecologica è uno degli strumenti per garantire ecosistemi urbani in salute.

La creazione di infrastrutture verdi aumenta la resilienza delle città. Per aumentare la resilienza le città hanno bisogno di verde, e le reti ecologiche sono un investimento efficace per contrastare sia il fenomeno dell'inquinamento sia quello dei cambiamenti climatici, questi sono benefici ottenibili non soltanto dalla realizzazione, non sempre

Fig. 1 – I Campi Flegrei e le Colline di Posillipo, Camaldoli, Capodimonte e Vomero, nel contesto metropolitano. (Cartografia Gis realizzata presso Il Laboratorio sul Paesaggio dell'IRET-CNR.)



facile, di grandi parchi urbani ma soprattutto dalle connessioni che si realizzano con le infrastrutture verdi, ovvero con gli interventi che prevedono l'introduzione di piccole porzioni di natura laddove è possibile.

Con la creazione di un piano generale per le infrastrutture verdi in ambito urbano si realizzerebbe l'integrazione degli aspetti ecologici nelle strategie generali della pianificazione urbana, con un effetto trasversale sulla gestione del verde urbano composto da parchi cittadini aree naturali periurbane.

3. Strategie e approcci green per la rigenerazione delle città

L'esigenza di utilizzare le Nature-based solutions (NBS) insieme alle energie rinnovabili scaturisce dall'esigenza di perseguire la sostenibilità ambientale che costituisce il focus centrale per porre al centro delle azioni di riqualificazione urbana sia la salute umana che quella delle città; i danni provocati dall'alterazione ambientale si ripercuotono anche sulle attività economiche di un territorio e questo rende necessario adottare metodologie di Green Economy, un modello teorico di sviluppo economico basato su di un'analisi bioeconomica che oltre ai benefici economici prende in considerazione anche gli impatti ambientali. L'economia verde ispirata alla sostenibilità ecologica è già molto diffusa nel mondo imprenditoriale dove si registra la creazione di opportunità occupazionali, i cosiddetti Green jobs che contribuiscono in maniera incisiva a preservare la qualità ambientale, attraverso il sostegno di investimenti pubblici e privati per creare infrastrutture che promuovano la sostenibilità sociale e ambientale.

La green economy è importante perché incoraggia le economie a diventare più sostenibili e a ridurre le emissioni di carbonio garantendo che le risorse naturali continuino a fornire i servizi ambientali per il nostro continuo benessere; la green economy è un modello che richiede una prospettiva di lungo termine concentrata sui modi con cui utilizzare le risorse con l'obiettivo di fornire valore alla società e favorire ricchezza, resilienza e benessere a vantaggio delle generazioni future, programmando azioni all'interno dei limiti ecologici del pianeta.

Questa transizione verso un'economia verde è necessaria per raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile, in quanto in grado di creare un circolo virtuoso che incoraggi l'efficienza delle risorse e dell'energia e che promuova la produzione sostenibile così da consentire l'uso di tecnologie, processi e prodotti rispettosi della natura.

L'economia verde è fondamentale per il benessere globale perché è alla base della crescita verde, questo significa promuovere la crescita economica e lo sviluppo garantendo nel contempo che le risorse naturali continuino a fornire risorse e servizi ambientali. L'economia verde è la forza trainante che catalizzerà gli investimenti e l'innovazione per una crescita sostenibile e nuove opportunità economiche. Se per green economy si intendono attività economiche interconnesse che promuovono lo sviluppo sostenibile su scala globale, l'economia circolare è una strategia di sviluppo rigenerativo per la crescita economica che si concentra sul ripristino, l'uso di rinnovabili, l'eliminazione di sostanze chimiche tossiche e rifiuti attraverso la progettazione superiore di materiali, prodotti, sistemi e modelli di business, a questi obiettivi si unisce quello comune alla green eco-

onomy di conciliare obiettivi ambientali, economici e sociali. A questi modelli economici alternativi sono associate best practices e soluzioni green dove le risorse vengono utilizzate il più a lungo possibile; in questa sfida economico-ambientale e sociale rientrano anche le soluzioni basate sulla natura, meglio conosciute come Nature-based solutions (NBS) metodologie e tecniche green per ristabilire in modo sostenibile la funzionalità di ecosistemi naturali e antropizzati alterati. Sia a livello nazionale che internazionale lo sviluppo negli anni della progettazione ambientale ha favorito, tra i progettisti, la diffusione della cultura della sostenibilità e del corretto uso delle risorse disponibili in una logica di salvaguardia degli ecosistemi e dell'ambiente.

Va evidenziato che i recenti modelli di intervento orientati verso l'utilizzo di Nature-based solutions (NBS) nel progetto architettonico e urbano, superano gli approcci tradizionali basati sull'uso sostenibile delle risorse e sull'equilibrio ecosistemico per proporre soluzioni proattive supportate da metodologie e strumenti utili a percepire anticipatamente i problemi, le tendenze o i cambiamenti futuri al fine di pianificare le azioni opportune in tempo, azioni di tipo mirato che puntano al ripristino e alla rigenerazione degli equilibri ambientali in un'ottica di resilienza.

Per esempio, l'utilizzo in ambito urbano di pareti e tetti verdi sono strategie con cui le tecniche NBS possono mitigare gli effetti delle alte temperature, invasare l'acqua piovana, ridurre l'inquinamento, agire come assorbitore di carbonio e contemporaneamente accrescere la biodiversità presente nel l'ecosistema urbano.

Tra gli obiettivi principali che possono essere perseguiti adottando "soluzioni basate sulla natura" vi è la riforestazione degli ecosistemi urbani, l'Urban Forestry che è tra le soluzioni più efficaci per rafforzare la resilienza ambientale di un ecosistema urbano, in particolar modo gli alberi piantati in città sono in grado di intercettare le polveri sottili, assorbire inquinanti e abbassare le temperature; con il rinverdimento delle città è possibile coniugare lo sviluppo urbano con la preservazione dell'ambiente, le azioni di reinserimento del verde nei contesti urbani contemplanono non solo interventi puntuali quali sono giardini, viali alberati, parchi pubblici, ma anche tecniche più moderne come la messa in opera di tetti e facciate verdi sul costruito esistente.

Con la crisi ambientale in atto il verde urbano non può essere considerato solo come decoro urbano, come si diceva poc'anzi gli alberi specialmente sono di grande aiuto per combattere l'innalzamento delle temperature e per assorbire CO₂, a vantaggio del benessere dell'intera biosfera.

Da un punto di vista ambientale gli ecosistemi urbani devono poter accogliere quanti più spazi green e con le nature-based-solution più adatte allo scopo questo obiettivo può essere raggiunto.

Quindi come già evidenziato, l'adozione di NBS può consentire di integrare nell'ambito di una visione organica e con approcci multilivello il progetto di trasformazione e gestione delle componenti ambientali, paesaggistiche e socioeconomiche in un'ottica tesa all'incremento della resilienza urbana, superando i limiti di approcci settoriali che operano prevalentemente nella sola prospettiva delle "politiche" orientate alla dimensione sociale, comunicativa, ambientale o economica.

Inquinamenti atmosferici

Quercus rubra, Tilia cordata, Acer campestre e platanoides, Quercus robur, Acer saccharinum, Fagus sylvatica, Liriodendron tulipifera

Capacità di ridurre il rumore

Acer pseudoplatanus, Tilia platyphyllos, Carpinus betulus

Capacità di ridurre la carica batterica dell'aria

Liquidambar, Chamaecyparis, Pinus silvestris

Resistenza alla siccità

Celtis, Cercis, Gleditschia, Cedrus

Fig. 2 – Tabella dei requisiti delle specie arboree.

BENEFICI AMBIENTALI DEL VERDE URBANO

Filtraggio dell'aria

Riduzione del particolato atmosferico e delle sostanze nocive nell'aria, grazie al processo di fotosintesi clorofilliana, le piante sono in grado di assorbire grandi quantità di anidride carbonica

Micro regolazione dell'aria

Mitigazione dell'effetto isola di calore che un singolo albero è in grado di effettuare con la traspirazione di acqua che viene presa dall'ambiente circostante sotto forma di calore, contribuendo così ad abbassare le temperature

Riduzione dei rumori

Abbassamento del livello del rumore fino a 3-6 decibel, molto importante è l'espansione in larghezza della superficie alberata, dato che l'effetto del suono è strettamente correlato alla distanza di un soggetto dalla fonte sonora sostenibile e sensibile.

Drenaggio delle acque piovane

Abbassamento del rischio di esondazione grazie alla presenza di aree vegetate che contribuiscono alla risoluzione di queste problematiche, infatti il suolo naturale aumenta i livelli di infiltrazione e le chiome riducono notevolmente la quantità di acqua che arriva al suolo. Attraverso il processo di evapotraspirazione, le piante prelevano acqua dal terreno e la reimmettono in atmosfera, riducendo così il livello di saturazione del sottosuolo

Conservazione della biodiversità

Negli ambienti urbani esistono svariate specie vegetali e animali che sono strettamente legate alle dinamiche antropiche alle quali è associata una biodiversità che deve essere valorizzata, per raggiungere questo obiettivo, la creazione di aree verdi è sicuramente uno strumento efficiente.

Fig. 3 – Tabella di classificazione del verde urbano.

Fig. 4 – Tabella dei principali benefici ambientali dati dal verde urbano.

CLASSIFICAZIONE DEL VERDE URBANO	
Parchi urbani	Ville, giardini e parchi che risaltano per la loro non comune bellezza
Aree di arredo urbano	Zone alberate, rotonde e aiuole spartitraffico, create per lo più per fini estetici
Aree speciali	Aree verdi che hanno modalità di fruizione ed utilizzo particolari, come ad esempio giardini scolastici, orti botanici, vivai
Verde attrezzato	Verde situato all'interno dei confini delle circoscrizioni
Verde storico	Ville, parchi e giardini che abbiano un interesse o storico

L'utilizzo di NBS nei sistemi urbani non è inteso semplicemente come la “rinaturalizzazione” degli ambiti urbani, ma la rigenerazione dei tessuti urbani attraverso nuove tecniche fondate sull'uso consapevole e progettato di elementi naturali (Muselli Et al., 2018).

3.1 Il verde urbano

La presenza di aree verdi nelle città è un fattore fondamentale per la qualità della vita e non solo perché parchi e giardini offrono occasioni di svago e decoro urbano, ma soprattutto perché garantiscono un importante servizio ecologico alla collettività. Nelle città prive di verde urbano sussistono generalmente le medesime problematiche ambientali tipiche dei territori urbanizzati, che vanno dalla bassa qualità dell'aria, dall'inquinamento acustico alle isole di calore, dal dissesto idrogeologico alla distruzione di biodiversità. Il verde all'interno delle aree urbane costituisce un elemento di presenza ecologica che contribuisce in modo sostanziale a mitigare gli effetti di degrado e gli impatti prodotti dall'edificazione e dalle attività antropiche, inoltre il verde urbano contribuisce a mitigare, come anticipato, gli effetti negativi del microclima cittadino. La presenza del verde migliora decisamente il paesaggio urbano e consente di soddisfare le esigenze ricreative e sociali della collettività rendendo più vivibile la città.

In particolare i filari alberati sono disposti lungo gli assi viari per ombreggiare il passaggio di pedoni e per consolidare il terreno, la funzione ecologica che svolge questa formazione di piante all'interno di un contesto urbano si aggiunge a quella di accrescimento del pregio paesaggistico; la presenza di alberature di alto fusto è in grado di migliorare sensibilmente il microclima dell'area urbana consentendo un abbassamento

di temperatura nella stagione estiva, in termini di adattamento ai cambiamenti climatici le alberature assumono un ruolo fondamentale per porre rimedio comparsa di “isole di calore” e alla gestione delle precipitazioni piovose, inoltre, sono in grado di migliorare la qualità dell’aria in virtù della loro capacità di ossigenazione e di assorbimento di grandi quantità di anidride carbonica emessa dalle attività antropiche; per non sottoporre le piante a stress inutili è necessario orientare le scelte su specie che presentano resistenza alle varie forme di inquinamento.

Gli alberi tra le altre cose sono anche di aiuto nella la difesa del suolo e delle biodiversità, anche per questo si registra la crescente necessità di elevare la qualità e la

quantità di verde urbano; in contrapposizione alle condizioni di degrado che spesso rappresentano la quotidianità dei luoghi del vivere comune, si registra una maggiore coscienza green all’interno delle comunità. Le aree verdi sono elementi che contribuiscono al miglioramento della qualità urbana, i benefici ambientali che questi polmoni verdi apportano fanno riferimento ai servizi ecosistemici definiti come l’insieme dei benefici che la collettività può trarre da un ecosistema.

3.2 Forestazione Urbana: la trasformazione green delle città

Nel panorama delle diverse NBS attualmente disponibili, la Urban Forestry, intesa come il potenziamento del verde urbano orizzontale e verticale appare come una tra le molteplici efficaci opportunità disponibili per rafforzare la resilienza di ecosistemi urbani con alti tassi d’inquinamento. La Urban Forestry, si presenta come una soluzione sostenibile per le città contemporanee nelle quali si stima che venga prodotto l’80% della CO₂ accumulata nell’atmosfera². Va sottolineato che in Europa più dei due terzi della popolazione vive nelle aree urbane; pertanto, è a scala locale che devono essere incentivate e implementate le “politiche” di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici in atto³. I centri urbani continuano a espandersi in uno scenario climatico e ambientale la cui criticità induce forti preoccupazioni nella comunità scientifica e politica che avverte sempre più la necessità di proteggere e rigenerare gli ecosistemi



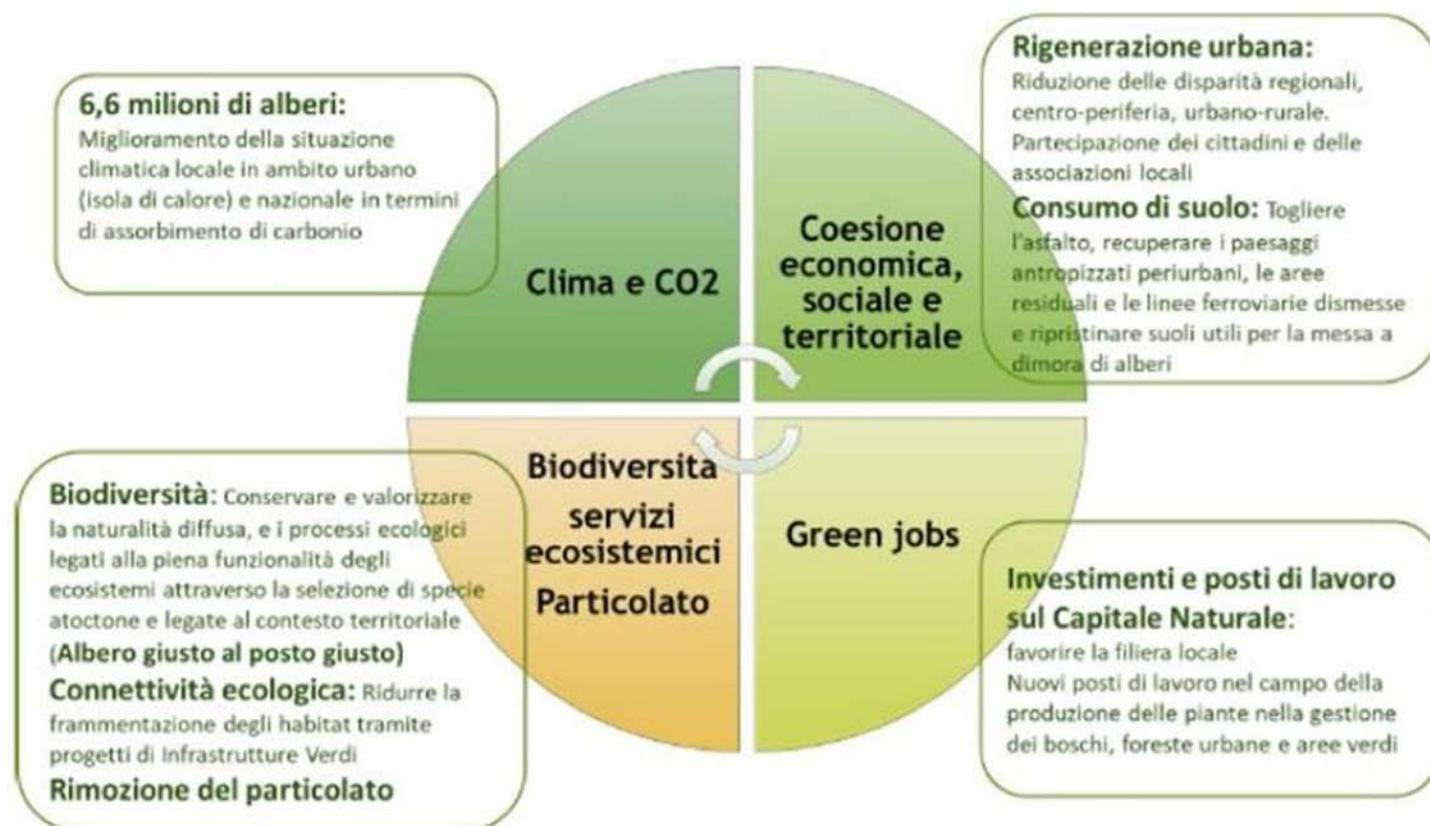
Fig. 5– Il Bosco Verticale a Milano (foto di Francesco Tondi)

urbani. Negli ultimi anni sono stati messi a punto a livello europeo diversi strumenti per favorire, insieme ai programmi nazionali, il raggiungimento degli obiettivi fissati dal protocollo di Kyoto per la riduzione delle emissioni dei gas serra. Azioni virtuose, portate avanti a livello territoriale, possono contribuire in maniera determinante al cambiamento dello scenario globale. In tal senso la concreta attuazione degli obiettivi individuati sia a livello Nazionale che Internazionale nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, con la missione “Transizione ecologica e rivoluzione verde”, che si affianca al Green Deal Europeo ed alla Next Generation EU, vedono il tema della riforestazione urbana come un tema ampiamente attuale e discusso nell’ambito della Comunità Scientifica.

Bisogna tenere presente che le infrastrutture verdi a scala urbana, finora poco considerate, sono in grado di aumentare la resilienza delle città a fronte delle emergenze ambientali garantendo inoltre la conservazione della biodiversità e della natura presente in città. Contrariamente a quello che può apparire le città racchiudono una significativa riserva di biodiversità dovuta alla preservazione di frammenti di aree naturali, di paesaggi culturali, di parchi e giardini storici e di aree a valenza naturale contestualizzate in zone urbano-industriale, per questo è auspicabile avere una maggiore considerazione degli spazi green nella pianificazione e nello sviluppo della città adottando sempre più soluzioni basate sulla natura.

L’Urban Forestry è in grado di aumentare il capitale naturale grazie alle sue diverse forme che vanno dalle alberate ai tetti e alle facciate verdi, è una soluzione che risulta essere il modo più efficace, economico e coinvolgente per rallentare il riscaldamento globale, ridurre i consumi energetici e pulire dalle polveri sottili l’aria. La forestazione urbana, quindi, è tra le Nature-based solutions l’iniziativa più adatta ad aumentare la resilienza delle città e può essere perseguita realizzando infrastrutture verdi attraverso la creazione di una rete di corridoi ecologici di connessione tra le aree green. L’approccio ecologico alla governance urbana deve poter avvalersi di progetti di rinaturalizzazione e valorizzazione del paesaggio, considerato che gli ambienti urbani creano condizioni difficili alla vegetazione, soprattutto per la crescita degli alberi che sono una componente fondamentale della qualità dell’ambiente atmosferico.

Gli alberi piantumati in contesti urbani nonostante le condizioni ambientali non ottimali causate dall’alta concentrazione di infrastrutture e dalle attività antropiche, forniscono alla collettività numerosi benefici ambientali, sociali ed economici, per questo è molto importante gestire le essenze arboree con le dovute competenze per tutelare e valorizzare a lungo termine i servizi ecosistemici offerti; a tal riguardo sono state redatte dagli esperti ISPRA delle linee guida di forestazione urbana sostenibile intese a fornire, per l’appunto, indicazioni a supporto di politiche interessate alla riforestazione urbana da realizzare secondo un approccio ecosistemico.



Vision ed obiettivi del Piano di forestazione urbana ed extraurbana

Nelle linee guida redatte dall'ISPRA si afferma che le specie arboree da prediligere sono da ricercare tra quelle autoctone che sono più resistenti e che inoltre richiedono meno acqua e minore manutenzione; se l'obiettivo dell'Urban Forestry è quello di contrastare i cambiamenti climatici e incrementare la biodiversità urbana è preferibile realizzare aree boscate, mentre se è necessario abbattere inquinamento atmosferico o quello acustico la scelta progettuale dovrebbe riguardare principalmente le alberate, in un contesto urbano, mentre in quello periurbano andrebbero realizzate delle fasce tampone lungo le maggiori arterie stradali. Per ottenere dei servizi ecosistemici ottimali è necessario che la definizione dei progetti venga fatta da un team di esperti di diverse professionalità per massimizzare i benefici forniti dalle piante, scegliendo specie autoctone adatte alle condizioni del luogo, va evidenziato che le differenti specie di alberi ed arbusti, e di età diverse, rispondono alle peculiarità ambientali in maniera specifica assorbendo inquinanti e CO₂ a tassi diversi, quindi è auspicabile una scelta ponderata delle piante più idonee a combattere l'inquinamento puntando all'introduzione di specie arboree capaci di assorbire CO₂ ed inquinanti durante tutte le stagioni.

Fig. 6 – Vision ed obiettivi del Piano di forestazione urbana ed extraurbana
<https://www.teknoring.com/news/tutela-del-territorio/riforestazione-metropolitana-pnrr-attuazione/>

È possibile realizzare una foresta urbana componendola non solo con parchi e giardini ma anche con cortili piantumati, alberate tetti e facciate verdi. L'insieme di queste aree green rappresentano una risorsa importante non solo per abbattere le emissioni di CO₂ ed eliminare l'inquinamento atmosferico ma anche per rinverdire zone residenziali, mitigare il fenomeno delle forti piogge e dell'erosione del suolo.

Una rete interconnessa a tutti questi spazi verdi rientra tra gli obiettivi di sviluppo sostenibile che punta a rendere le città resilienti; la forestazione urbana fa della natura un protagonista fondamentale per il benessere del paesaggio naturale e culturale che viene ad essere articolato non solo da nuove aree green ma anche dalla rivalorizzazione di quelle esistenti, recuperando il verde perduto. La riforestazione in una città, come già detto, per essere perseguita deve essere sostenuta da piani e programmi sistematici e strutturati, così da non limitare le azioni di reinserimento del verde solo per interventi puntuali ma coinvolgendo tutto il territorio urbano nella sua interezza acquisendo quante più zone verdi fatte di boschi, giardini, viali alberati, parchi pubblici orti, tetti e facciate verdi. Le foreste urbane, come anticipato, possono ridurre la CO₂ atmosferica. Il sequestro di anidride carbonica fa riferimento all'ammontare annuale di CO₂ accumulata nella massa epigea ed ipogea della pianta. Durante la fotosintesi la CO₂ atmosferica entra attraverso i pori delle foglie, si combina con l'acqua, ed è trasformata in cellulosa, zuccheri, ed altri prodotti, mediante reazioni chimiche catalizzate dalla luce solare; inoltre, gli alberi presenti attorno gli edifici possono ridurre la domanda di riscaldamento e condizionamento, riducendo così le emissioni associate alla produzione di energia elettrica.

3.3. Piano del verde urbano

Il "Piano del verde" rappresenta uno strumento strategico che guida le politiche di trasformazione urbanistica locale e le conseguenti scelte dell'Amministrazione comunale in materia di verde pubblico, definendo i principi e fissando i criteri di indirizzo per la realizzazione di aree verdi pubbliche. La presenza degli elementi verdi in contesti urbanizzati oltre ad indicare un'ottima qualità urbanistica degli spazi costruiti, come esposto in precedenza è un vero e proprio indicatore di sviluppo urbano sostenibile, sia dal punto di vista sociale ed economico che da quello ambientale. Il verde urbano può essere definito come un indicatore chiave per il futuro delle città sostenibili, se inteso nell'accezione di infrastruttura verde che alle diverse scale spaziali e temporali fornisce una serie di benefici e servizi. La Nuova Agenda Urbana delle Nazioni Unite al 2030 inserisce tra gli indicatori delle città sostenibili proprio la presenza di spazi verdi⁴.

Analogamente ad altri piani di settore, il Piano del verde risponde all'obiettivo di approfondire e sviluppare l'analisi degli spazi a verde pubblico esistenti e di dare indicazioni per il loro miglioramento, fungendo da indirizzo per le

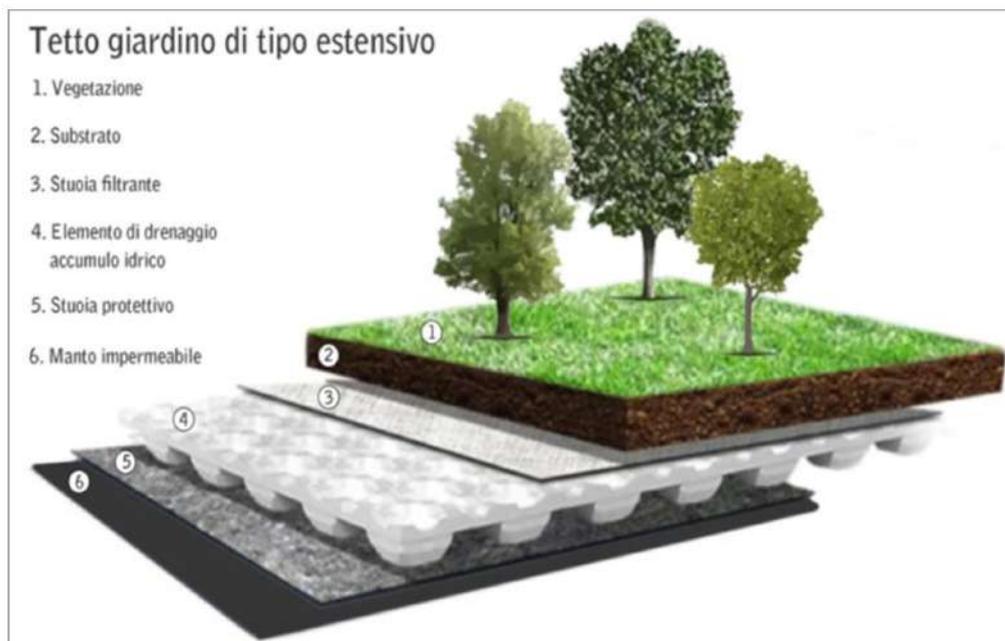


Fig. 7– Stratigrafia di un tetto verde di tipo estensivo.

successive complesse fasi di progettazione. In definitiva sancisce una scala di priorità degli interventi, finalizzati alla redazione di un adeguato Programma delle opere pubbliche comunali; inoltre, il Piano del verde urbano prevede anche il coinvolgimento della cittadinanza nelle scelte progettuali e gestionali delle aree verdi, predisponendo azioni di progettazione partecipata.

Il Piano del verde urbano, inteso come una sorta di piano regolatore del verde, è uno strumento di pianificazione di settore, integrativo dello Strumento urbanistico generale che partendo dall'analisi dettagliata del patrimonio verde del comune ne definisce lo sviluppo quantitativo e qualitativo nel medio e lungo periodo, anche in previsione della futura trasformazione urbanistica e territoriale. Si compone normalmente di: Regolamento del Verde urbano, Censimento del Verde urbano, Individuazione della Rete ecologica, Gestione del rischio di cedimento, Pubblicazione del bilancio arboreo, Sviluppo e/o gestione degli spazi verdi urbani, Promozione della Giornata nazionale degli alberi.

L'eterogeneità del verde, dei suoi usi e delle sue funzioni, all'interno del complesso sistema urbano, necessita una pianificazione ponderata che tanga conto sia degli aspetti qualitativi/ funzionali, sia delle differenti caratteristiche morfologiche, estetiche, strutturali ed ambientali di ogni tipologia di verde disponibile negli ambienti antropizzati.

Tuttavia, va registrato un forte ritardo dei comuni italiani nell'approvazione e recepimento del Piano verde urbano, tale ritardo all'interno della strumentazione urbanistica a livello locale è interpretabile come conseguenza dell'assenza sia di un chiaro riferimento normativo nazionale in materia di verde pubblico e di infrastrutture verdi locali, sia di una base giuridica adeguata alle tematiche

di governance del verde urbano.

Conclusioni

I modelli d'intervento nei contesti urbani indotti dalle recenti sfide strategiche lanciate dalle politiche a livello europeo, aventi come obiettivi la rigenerazione ambientale ed il contrasto al climate change, superando gli approcci e le tecniche tradizionali si stanno orientando sempre di più verso soluzioni proattive green quali l'adozione delle NBS per il ripristino degli equilibri ambientali e della biodiversità in ambienti antropizzati. In particolare, le NBS vengono individuate come strumento utile a perseguire fondamentali obiettivi quali l'incremento della sostenibilità dei sistemi urbani, il recupero degli ecosistemi degradati, l'attuazione d'interventi adattivi per contrastare e mitigare gli effetti del climate change e il miglioramento del rischio e della resilienza.

L'utilizzo delle NBS è utile per dare una valenza operativa alle varie strategie politiche messe in campo per valorizzare il capitale naturale dei nuovi modelli urbani in via di sviluppo.

ENDNOTES

1 Le GI della Commissione Europea sono definite 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 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).

2 Negli ultimi anni nelle principali città europee sono stati avviati in tal senso diversi progetti strategici come ad esempio: il Progetto “London National City Park” lanciato nel 2019 con obiettivo di incrementare la crescita verde nella metropoli londinese e supportare le altre città nel mondo nel loro percorso verso la trasformazione in National Park Cities; o il progetto in Italia “Forestami” che prevede per la città di Milano la messa a dimora di 3 milioni di alberi entro il 2030, per far crescere il capitale naturale, pulire l’aria, migliorare la vita della città e contrastare gli effetti del cambiamento climatico, la collaborazione tra tutti i soggetti promotori del progetto ha permesso di costruire una visione strategica sul ruolo del verde nell’area metropolitana milanese; dando vita a un processo di censimento, valorizzazione e implementazione di tutti i sistemi verdi, permeabili e alberati, per favorire politiche e progetti di promozione di attività di forestazione urbana e costruire un Parco Metropolitan nell’area di Milano.

3 L’Unione Europea si è posta l’ambizioso obiettivo di diventare neutrale dal punto di vista delle emissioni di carbonio entro il 2050. Il raggiungimento di questo obiettivo richiederà non solo una trasformazione dei nostri sistemi energetici e di trasporto e misure in tutta l’economia, ma anche sforzi ed approcci multilivello che coinvolga tutti i livelli di governo per sfruttare al meglio il potenziale della natura.

Betsill, 2013).

4 Available at: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/>. Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable.

REFERENCES

ARTICOLI IN RIVISTA

- Acierno, A. (2022), “Urban green design”, in *Tria International Journal of urban planning*, n.29, Fedoa University Press, Napoli
- Mussinelli E., Tartaglia A., Bisogni L., Malcevschi S. (2018), “Il ruolo delle Nature-Based Solutions nel progetto architettonico e urbano”, Firenze University Press, Firenze

ARTICOLI ON LINE

- Hall, Charles e John, W. Day, (2009), “Rivedere i limiti della crescita”, *Le Scienze*
- https://www.lescienze.it/archivio/articoli/2009/09/01/news/rivedere_i_limiti_della_crescita-549524/
- https://www.corriere.it/tecnologia/22_giugno_28/boeri-mancuso-citta-giungle-urbane-c8142407-1bbb-44de-a884-5960e631bxlk.shtml
- <https://www.teknoring.com/news/tutela-del-territorio/riforestazione-metropolitana-pnrr-attuazione/>

- Papa E. (2022), “Il dialogo tra Boeri e Mancuso: Le città producono l’80% della CO2 nell’atmosfera. Ecco come le trasformeremo in giungle urbane”
- https://www.corriere.it/tecnologia/22_giugno_28/boeri-mancuso-citta-giungle-urbane-c8142407-1bbb-44de-a884-5960e631bxlk.shtml
- Teknoring (2022), “Riforestazione Metropolitana: cos’è e perché è importante per il nostro futuro”
- <https://www.teknoring.com/news/tutela-del-territorio/riforestazione-metropolitana-pnrr-attuazione/>

LIBRI

- 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
- Balducci, E., Fedeli, V., Curci, F., C. (2017), “Metabolismo u regionalizzazione dell’urbano”, Edizioni Angelo Guerrini e Associati, Firenze
- Bompan, E., Brambilla, N. I. (2021), “Che cosa è l’economia circolare”, Edizioni Ambiente
- Fattorini, S. (2019), “Ecologia Urbana”. Futura Editore
- Giorda, C. (2019), a cura di “Geografia e antropocene. Uomo, ambiente, educazione”. Collana: Ambiente, società e territorio. Carocci Editore, Roma
- Jeremy, R. (2012), “La terza rivoluzione industriale”. Mondadori
- Lemicisi, A. (2013), “Patto dei sindaci: le città come protagoniste della green economy”, Edizioni Ambiente
- Mezzi, P. e Pelizzaro P. (2016), “La Città resiliente. Strategie e azioni di resilienza in Italia e nel mondo”. Altra economia Edizione
- Oneto, G. (2017), “Piani del verde e forestazione urbana”, Il Sole 24 ore Pirola, Milano
- Poli, D. (2020), a cura “I servizi ecosistemici nella pianificazione bioregionale”, University Press, Firenze
- Saracco, G. (2017), “Chimica verde 2.0. Impariamo dalla natura come combattere il riscaldamento globale”. Zanichelli Editore
- Sasso, U. (2003), “Saper credere in architettura: 47 domande su 10 argomenti di bioarchitettura a Ugo Sasso”, Clean, Napoli
- Sasso, U. (2009), “Spazio tempo bioarchitettura. Strategie, percorsi e metodi di buona progettazione”. Alinea Editrice, Firenze
- Socco, C., Cavaliere, A., Guarini, S. M. e Montrucchio, M. (2005), “La natura nella città. Il sistema del verde urbano e periurbano”. Collana: Urbanistica. Franco Angeli Editore, Milano

SAGGI IN OPERE COLLETTIVE

- Galdini R. (2022), “la gestione territoriale e le esperienze della Geen city”, in Corso interdisciplinare Scienze della Sostenibilità. Sintesi dei contributi 2021, a cura di Livio de Santoli, Fausto Manes Gianluca Senatore, Sapienza Università Editrice, Roma

DOCUMENTO ELETTRONICO / REPORT

- ISPRA (2015), “Linee guida di forestazione urbana per Roma Capitale” <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/linee-guida-di-forestazione-urbana-sostenibile-per-roma-capitale>

PUBBLICAZIONI – VOLUMI COMMISSIONE EUROPEA

- Commissione europea, Direzione generale della Ricerca e dell’innovazione, Bulkeley, H., Naumann, S., Vojinovic, Z., et al., Nature-based solutions: state of the art in EU-funded projects, Freitas, T. (editor), Vandewoestijne, S. (editor), Wild, T. (editor), Ufficio delle pubblicazioni dell’Unione europea, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/236007>
- Commissione europea, Direzione generale della Ricerca e dell’innovazione, Nature-based solutions for climate mitigation: analysis of EU-funded projects, Ufficio delle pubblicazioni dell’Unione europea, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/458136>
- European Commission, European Research Executive Agency, Nature-based solutions: EU-funded nbs research projects tackle the climate and biodiversity crisis, Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2848/42098>

ACKNOWLEDGEMENTS

Si ringrazia, Marina Russo (CNR – IRET), per la cura dell'editing e per il supporto grafico nella redazione dell'articolo.

Clelia Cirillo

Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri

clelia.cirillo@cnr.it

Tel. +39 +39 (081) 61.32.322

Mob. +39 379/13.84.648

Architect, researcher at the Research Institute on Terrestrial Ecosystems of the National Research Council (CNR-IRET) UoS Naples (Italy). She carries out her research activities in the field of Territorial Sciences disciplines, applying innovative methodologies of spatial analysis for the territorial and environmental sustainability of the cultural and naturalistic heritage.

Barbara Bertoli

Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri

barbara.bertoli@cnr.it

Tel. +39 (081) 61.32.540

Mob. +39 335/53.99.489

Architect and PhD, researcher at the Research Institute on Terrestrial Ecosystems of the National Research Council (CNR-IRET) UoS Naples (Italy). Her research activities are focused on History of Architecture and City, historical greenery, Nature-Based Solution (NbS), methodologies, analysis, and strategies for the knowledge and enhancement of the landscape and cultural heritage.