

POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Repertori aperti per istruire sistemi urbani ecologici - Strumenti grafici e transizione verde | Open repertoires for instructing ecological urban systems - Graphic tools and green

Original

Repertori aperti per istruire sistemi urbani ecologici - Strumenti grafici e transizione verde | Open repertoires for instructing ecological urban systems - Graphic tools and green transition / Bocconcino, MAURIZIO MARCO; Vozzola, Mariapaola. - In: AGATHÓN. - ISSN 2532-683X. - ELETTRONICO. - 11:(2022), pp. 214-225.

Availability:

This version is available at: 11583/2969026 since: 2022-06-30T09:46:05Z

Publisher:

Palermo University Press | New Digital Frontiers srl

Published

DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

REPERTORI APERTI PER ISTRUIRE SISTEMI URBANI ECOLOGICI

Strumenti grafici e transizione verde

OPEN REPERTOIRES FOR INSTRUCTING ECOLOGICAL URBAN SYSTEMS

Graphic tools and green transition

Maurizio Marco Bocconcino, Mariapaola Vozzola

ABSTRACT

Il contributo intende esplorare metodologie e tecniche di attuazione della riduzione e della mitigazione degli impatti su ecosistema e biodiversità attraverso strumenti di formazione e comunicazione per l'efficace comprensione da parte di pubblici eterogenei e pluridisciplinari. Il tema proposto è parte di una ricerca più ampia, avviata da qualche anno, che affronta i concetti della resilienza, della qualità e del benessere nelle città; particolare attenzione viene ora data a quelle soluzioni 'basate sulla natura' che possono essere utilmente adottate nell'ambiente costruito per occupare il suolo in maniera ecologica e realizzare misure di adattamento e rafforzamento delle capacità urbane. L'impiego della modellazione informativa è esplorato per allestire un ambiente interattivo di supporto alla formazione per il progetto, all'interno del quale operare con chiavi di lettura multipla.

This contribution aims to explore methodologies and techniques for implementing the reduction and mitigation of ecosystem and biodiversity impacts through training and communication tools for adequate understanding by heterogeneous and multidisciplinary audiences. The proposed topic is part of broader research started a few years ago that addresses the concepts of resilience, quality and well-being in cities; particular attention is now given to those 'nature-based' solutions that can be usefully adopted in the built environment to occupy land ecologically and to implement adaptation and capacity-building measures in cities. The use of information modelling is explored to set up an interactive training support environment for the project, which can be operated with multiple keys.

KEYWORDS

abachi grafici, progetto del verde, rigenerazione urbana, qualità e benessere dello spazio pubblico, sistemi e modelli informativi

graphic tables, green design, urban regeneration, quality and well-being of public space, information systems and models

Maurizio Marco Bocconcino, Engineer and PhD, is an Associate Professor of Drawing at the Department of Structural, Geotechnical and Building Engineering of the Politecnico di Torino (Italy). Member of the Interdepartmental Centre of Politecnico di Torino R3C (Responsible Risk Resilience Centre) and member of the Urban and Social Regeneration Group of Fondazione Sviluppo e Crescita CRT, he deals with information systems and models for the study and representation of the territory and the city and related phenomena. E-mail: maurizio.bocconcino@polito.it

Mariapaola Vozzola, Engineer and PhD, is a Researcher of Drawing at the Department of Structural, Geotechnical and Building Engineering of the Politecnico di Torino (Italy). She carries out research mainly in surveys and representation, with particular attention to green issues and design for urban resilience. E-mail: mariapaola.vozzola@polito.it

Nell'ambito delle politiche e delle strategie di sviluppo sostenibile del territorio la transizione ecologica (Larrère, Larrère and Bouleau, 2016), della quale la misura e la qualità della resilienza è strumento integrante, assume un ruolo centrale. Il cambiamento rappresenta una sfida fondamentale, costituita in modo significativo dal miglioramento dell'efficienza complessiva nell'impiego delle risorse. Le nuove emergenze cui si cerca di rispondere stanno focalizzando l'attenzione sul parco immobiliare, sui sistemi energetici, sulla mobilità, sui cambiamenti climatici, sulla natura (Wong and Brown, 2008) ed è necessario considerare come punto di avvio del processo di ripresa soprattutto il patrimonio sociale, culturale e infrastrutturale. Il tema della sostenibilità degli interventi nella rigenerazione urbana (Garsia, 2015) si intreccia con la ripresa verde e il superamento della purtroppo ormai costante crisi. In questo campo rivestono notevole importanza gli aspetti legati all'educazione dei giovani operatori e alla formazione, anche permanente, dei professionisti; aspetti questi che devono incorporare gli elementi di transizione verde nelle discipline e nei saperi tradizionali e nel loro percorso di innovazione costante. In questo campo devono essere esplorate tanto le metodologie e le tecniche di attuazione per la riduzione e la mitigazione degli impatti su ecosistema e biodiversità, quanto gli strumenti di informazione e comunicazione per una loro più efficace comprensione da parte di pubblici specializzati e non specializzati. Coordinare il quadro delle conoscenze teoriche e applicate può diventare riduttivo per la corretta impostazione del progetto di rigenerazione dello spazio urbano.¹

Progettare il verde nelle nostre città diviene occasione per ridisegnare il paesaggio 'apparentemente statico' del tessuto urbano e avvicinarlo a quello 'vivo e dinamico' del mondo vegetale (Perini, 2013). L'architettura del verde nello spazio urbano acquista un rinnovato ruolo da protagonista nello «[...] spettacolo dei quattro atti della natura che si realizzano durante le stagioni» (Pizzetti, 2006, p. 67). La presenza e la qualità del verde nelle città sono al centro delle politiche urbanistiche di molte Amministrazioni Pubbliche. Le iniziative hanno l'obiettivo di recuperare spazi in tessuti densamente edificati o di riorganizzare frammenti verdi già presenti all'interno del tessuto stratificato (Viganò, 2020). Il proposito di introdurre servizi ecosistemici e di applicare strategie di cosiddetta 'microchirurgia urbana' si sta concretizzando e realizzando in numerosi progetti di carattere interdisciplinare (Charbonneau, 2019).

La testimonianza di una serie di casi rappresentativi realizzati in ambito nazionale e internazionale è solo il punto di partenza per evidenziare l'importanza e il ruolo dei sistemi ecologici impiegati nelle aree destinate all'uso pubblico nelle operazioni di cambiamento e sviluppo delle città. L'impiego della modellazione informativa alfanumerica e geometrica è qui esplorato per allestire una pluralità di ambienti interattivi di supporto alla formazione per il progetto; all'interno di questi luoghi è possibile operare filtrando i temi attraverso chiavi di lettura multipla come le criticità che occorre affrontare, il contesto di intervento, i criteri e i vincoli di progetto, gli standard e gli accorgimenti adottati nelle migliori pratiche.

In altre occasioni di confronto scientifico so-

no stati discussi i primi approfondimenti relativi alla costituzione di un abaco grafico relativo a interventi progettuali sulla città, repertorio di soluzioni-azioni-strategie di rigenerazione orientate alla pianificazione e al progetto della resilienza urbana (Garzino et alii, 2021). In questa occasione è illustrato lo sviluppo della componente didattica dello strumento, declinato al tema specifico del greenery; il Consiglio Europeo ha rivolto specifica attenzione al tema dell'Heritage Education. In particolare, la Recommendation of the Committee of Ministers to Member States Concerning Heritage Education (Council of Europe, 1998) ha sottolineato come il Patrimonio Culturale includa ogni traccia materiale e immateriale dell'azione dell'uomo e raccomanda una pedagogia basata sul Patrimonio che includa metodi di insegnamento attivi, proposte curriculari trasversali, partenariati tra i settori educativo e culturale, l'impiego della più ampia varietà di modi di comunicazione della conoscenza.

Il contributo si pone nel solco della educazione attiva attraverso metodi di diffusione e divulgazione che prevedono un'interazione diversificata per ogni profilo di utenza e che si prestino anche alla implementazione dei contenuti da parte di soggetti accreditati, secondo protocolli standard di interazione. Parte fondamentale della diffusione dei risultati ottenuti è rappresentata dalla predisposizione di materiali didattici e scientifici interattivi. Indicativamente a ottobre 2022 sarà accessibile online il primo rilascio del prototipo attualmente pubblicato in extranet²; sono qui proposti strumenti integrati per la classificazione di interventi basati sulla natura e la loro organizzazione all'interno di un sistema informativo.

Temi centrali sono l'interoperabilità tra gli ambienti di modellazione informativa, l'organizzazione dei dati in database relazionali e le interfacce web per l'interrogazione e la consultazione delle informazioni. La differenziazione dei profili degli utenti consente l'arricchimento delle informazioni strutturate; la possibilità di ricercare e anche di completare e inserire nuovi elementi da parte di utenti specificamente accreditati caratterizza infatti il repertorio come sistema aperto di conoscenze. Nei successivi paragrafi saranno illustrati obiettivi e metodologia di lavoro, fasi e ambienti di elaborazione che costituiscono il repertorio, alcune specificità applicative e la loro discussione, infine conclusioni e possibili sviluppi.

Obiettivi e approccio metodologico | Obiettivo della ricerca è l'elaborazione di linee guida per l'individuazione di possibili interventi – diretti, riconducibili essenzialmente al rilievo e alla rappresentazione urbana, alla tecnica urbanistica e all'architettura tecnica, e indiretti, di tipo amministrativo e pianificatorio – da ricomprendere nella strumentazione relativa all'attuazione dei Piani di riqualificazione che intendono incorporare le qualità della natura (Nature-based Solutions – NbSs)³. Il lavoro di ricerca organizza e propone molteplici soluzioni all'interno di un ambiente dinamico di consultazione; la base di dati attinge alla lettura di numerosi interventi distribuiti nel globo terrestre ed è interconnessa con modelli digitali che condividono e ibridano i saperi e le nuove esigenze attraverso il linguaggio comune della rappresentazione grafica. Il risultato propone il disegno di un numero aperto e implementabile

di soluzioni operative delle criticità ambientali e sociali caratterizzate da attributi significativi che circoscrivono metodologicamente il loro campo di applicazione; questo insieme definito di proposte dovrebbe favorire la selezione consapevole di quelle ritenute idonee per l'inserimento nei diversi aspetti di studio progettuale con auspicabile impatto sulla comunità scientifica e professionale.⁴

Il percorso metodologico individua modi e strumenti utili alla determinazione di strategie e principi nel campo della progettazione urbanistica e architettonica, ponendo particolare attenzione all'utilizzo di elementi naturali come determinanti integrate, collaboranti, o risolutive. I dati raccolti e le riflessioni che si generano mediante la lettura di quadri sinottici, raccolti all'interno di un geodatabase, si propongono come base per la costruzione di un abaco grafico operativo inerente la rigenerazione della città contemporanea. Il repertorio progetti e l'abaco soluzioni, aperti alla lettura e al contributo di diverse competenze, possono diventare strumenti di conoscenza e orientamento per sviluppare ambienti ecologici capaci di affrontare i diversi agenti, ridurre la propria vulnerabilità e rispondere in modo mirato ai rischi. Il sistema informativo costituisce terreno di condivisione e strumento di supporto alle compagini di studiosi, professionisti e Amministratori pubblici, offrendo un ventaglio di possibili soluzioni opportunamente classificate e descritte per mezzo di apparati grafici dinamici, tridimensionali e parametrizzati che intendono sostenere la qualità del progetto per favorire un clima di benessere e convivenza tra i cittadini.⁵

Fasi della ricerca, ambienti di elaborazione interoperabili e prodotti per la formazione | Diversi sono gli ambienti di elaborazione del sistema, differenti i luoghi di interazione. Database locali collegati a database distribuiti, schede di diverso formato (statico e ipertestuale), mappe dinamiche di inquadramento e carte di rilievo, scene urbane parametrizzate, lavorano insieme per costruire il quadro complessivo delle conoscenze. L'interoperabilità delle tecnologie adottate consente di generare sistemi integrati di dati che producono e ricevono informazioni all'interno di una cornice metodologica coerente: tassonomie, glossari grafici e parametri delimitano e ordinano l'universo delle risorse informative cui poter attingere (Fig. 1). Gli ambienti allestiti sono di seguito descritti.

Repertorio Progettualità e Patrimoni Grafici. Nel primo di questi ambienti sono anzitutto raccolte e criticamente proposte azioni in contesti di riqualificazione e rigenerazione a diverse scale operative in rappresentativi ambiti urbani; le tipologie di intervento sono classificate e ricondotte all'interno di schede ipertestuali che illustrano le differenti soluzioni mediante un apparato composito e collaborante di rappresentazioni grafiche: le 'soluzioni verdi' raccolte rispondono positivamente a diversi fenomeni. L'opportunità di riferirsi a una casistica vasta di applicazioni reali (cfr. mappatura dei progetti schedati, Fig. 1 in alto a destra) è legata all'esigenza di dover verificare e misurare in opera l'effetto delle diverse azioni. In questo senso, la matrice restituisce benefici ove possibile riscontrati nella pratica, altrimenti desunti da aspetti teorici col-

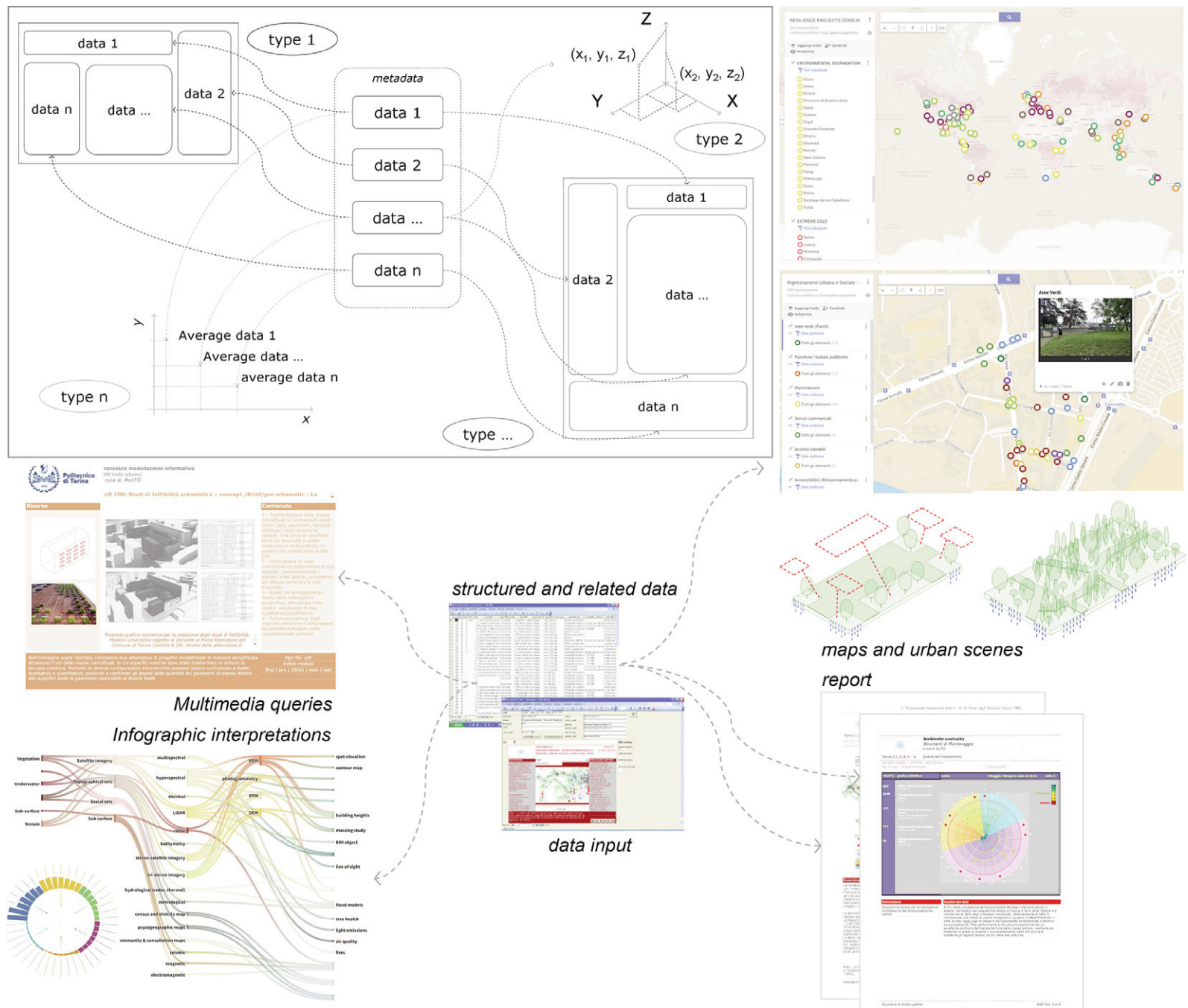


Fig. 1 | Centrality of data, formats and supports, management and query interfaces.

legati alla biologia e alla fisiologia, nonché ad aspetti percettivi di tipo qualitativo.

Spesso l'effetto positivo dichiarato dai differenti interventi ha natura 'aprioristica e non quantitativa', non è sempre possibile misurare analiticamente il contributo delle diverse soluzioni, in particolare quando ciò che deve essere misurato è il benessere psico-fisico delle singole persone. La psicologia ambientale e architettonica offre un valido ausilio in questo senso, attraverso la psicomedia, affiancando valutazioni oggettive (come potremmo considerare la valutazione di impatto ambientale o la valutazione di incidenza) a valutazioni soggettive (tra tutte la valutazione post-occupativa, ovvero dal punto di vista delle persone che occupano e utilizzano gli ambienti), tra loro opportunamente integrate (Hadjri and Crozier, 2009). L'ambiente è organizzato in un database relazionale online; da questo elenco si producono schede ipertestuali

descrittive che sono associate alla georeferenziazione automatica dei progetti, sempre in ambiente consultabile online.

Abaco di Soluzioni e Schede d'Intervento. Il prontuario delle possibili soluzioni costituisce un altro ambiente di raccolta e interazione, l'Abaco di Soluzioni inteso come matrice di proposte ideali, adattabili e applicabili. Il sistema urbano e i fenomeni ai quali è esposto vengono ricondotti a tipologie di intervento attraverso la costruzione e la rappresentazione di azioni e casi di studio. I codici grafici sono inoltre indagati all'interno dell'abaco con lo scopo di mettere in relazione i criteri di valutazione sistemica con reazioni specifiche che è possibile intraprendere, supportate da modelli parametrici informativi. La catalogazione e la classificazione delle possibili soluzioni di riqualificazione avviene per mezzo di una matrice a ingresso multiplo delle soluzioni avente per elementi/righe le diverse tipologie di

intervento e per colonne le principali proprietà di ogni singola soluzione: i possibili strumenti per l'attuazione (strumenti di pianificazione e di regolamentazione); i possibili attori coinvolti nell'intervento; le tempistiche di realizzazione (breve, medio e lungo periodo); i riferimenti normativi; la valutazione di massima dei possibili benefici diretti, indiretti e indotti che possono derivare dall'attuazione dell'intervento (di carattere ambientale, paesaggistico, sociale); i principali parametri per la stima del costo economico.

A ogni criticità/fenomeno (input, dato in ingresso per l'impiego della matrice) sono state associate un certo numero di schede (output, dato in uscita dalla matrice) compatibili con la criticità e applicabili con diversi benefici e differenti costi economici. Per ogni elemento/riga della matrice sono esplicitate schede tecniche di intervento che individuano un insieme ben definito di informazioni tecnico-specialistiche a

supporto dell'attività dei soggetti direttamente preposti agli interventi sul territorio; in una fase successiva occorrerà prevedere i mezzi e i processi operativi e procedurali per formare il sistema delle competenze e per consentire la verifica preventiva delle ricadute ambientali connesse alle scelte di programmazione e pianificazione territoriale ed ambientale.

Le schede contengono, oltre alla sintesi dei dati presenti nella matrice generale, approfondimenti tematici (soggetti promotori e soggetti attuatori, iter approvativo, autorizzazioni necessarie, documentazione da produrre, compatibilità con la normativa e gli strumenti di pianificazione vigenti, regime vincolistico) affiancati da schemi esplicativi (piante, prospetti e sezioni urbane, planivolumetrici ed esplosi edilizi, confronti tra stato di fatto e prefigurazioni di intervento). Le schede di intervento costituiscono la base tecnica delle linee guida per l'individuazione degli interventi diretti e indiretti; uno dei contributi applicativi della ricerca afferisce infatti anche al livello normativo e regolamentare e trova esplicitazione attraverso la proposta di disposizioni integrative delle norme tecniche di attuazione dei Piani Regolatori Generali comunali, dei regolamenti igienico-edilizi, dei regolamenti di polizia municipale.

Scene BIM-GIS – Famiglie di Masse Urbane ed Elementi di Allestimento e di Arredo dello Spazio Pubblico. All'abaco e alle schede di intervento sono associati modelli informativi, masse edilizie, coperture, elementi di integrazione dello spazio pubblico e di arredo urbano che possono essere parametrizzati in ragione delle ipotesi di intervento; ciò consente di prefigurare scenari

alternativi di massima e di raffrontare questi rispetto alle differenti caratteristiche considerate nella matrice delle soluzioni. L'estrazione dei dati parametrici associati al modello informativo può successivamente interoperare in diversi ambienti informatici per la calcolo dei fattori di pressione nella scena urbana allestita: analisi di tipo geo-spaziale, livelli per analisi raster bi e tri dimensionali, simulazioni climatiche e ambientali. Gli scenari predisposti rappresentano un utile strumento a supporto del progettista e dello studioso in quanto consentono di intercambiare elementi del modello misurandone la relativa potenziale efficacia. Evidentemente si tratta di strumenti per lo studio progettuale di massima che incidono sull'efficienza del processo, ma che hanno necessità di costanti aggiornamenti e di competenze che sappiano discernere rispetto alle soluzioni che automaticamente possono essere estratte.

Applicazioni Ambito Torinese – Rilievo Fotografico Tematico Speditivo. Un ambiente applicativo è infine rappresentato da strumenti di supporto al rilevamento urbano 'di campo'; sono attive interfacce web per la raccolta e l'organizzazione delle immagini fotografiche, classificate e georiferite su cartografia tematica. Il prototipo predisposto consente ingressi multipli di interrogazione e interscambio tra diversi ambienti. È ad esempio possibile filtrare il repertorio dei progetti o l'abaco delle soluzioni per parole chiave, così come è possibile selezionare le classi tematiche impostate per il rilievo di campo.

Repertorio, Abaco, Scene e Rilievo sono ambienti interrelati tramite le voci 'rischio' e 'feno-

meno' (Fig. 2); le proposte e gli indirizzi scaturiscono da una rassegna in progress di interventi di livello internazionale che riguardano in generale le diverse declinazioni del tema della resilienza urbana. È stata infatti definita una tassonomia sulla base della pubblicistica esistente relativa a Rischio e Fenomeno intesi come principale minaccia di natura antropica o naturale (rischio) e specifica espressione della minaccia (fenomeno). Pericolosità, esposizione e vulnerabilità sono definite univocamente in letteratura (Costa and Kropp, 2013) e si applicano in ragione delle caratteristiche di diversi parametri, in particolare relativi alla numerosità e distribuzione della popolazione e alla tipologia di strutture e infrastrutture che possono essere interessate dai differenti fenomeni. Le considerazioni che seguono illustrano approcci di studio relativi alla costituzione di un prontuario di possibilità applicative.

Discussione dei risultati: dall'analisi dei casi di studio alla generazione dei modelli dell'abaco delle azioni

Come premesso, l'attenzione agli spazi pubblici e privati assume oggi un valore fondamentale, poiché rappresenta la concezione di una nuova urbanistica che vede nella progettazione del verde una infrastruttura che ci permetterà di ritrovare un nuovo equilibrio con la città costruita (Perini, 2013). La progettazione degli spazi urbani sta definendo un nuovo rapporto tra costruito e natura (Comino, Molari and Dominici, 2021); un'invasione gentile del verde nella maglia urbana (Zaffi and D'Ostuni, 2020). L'approccio greenery che sta quindi ridefinendo gli equilibri dell'immagine urbana (Bellini and Moc-

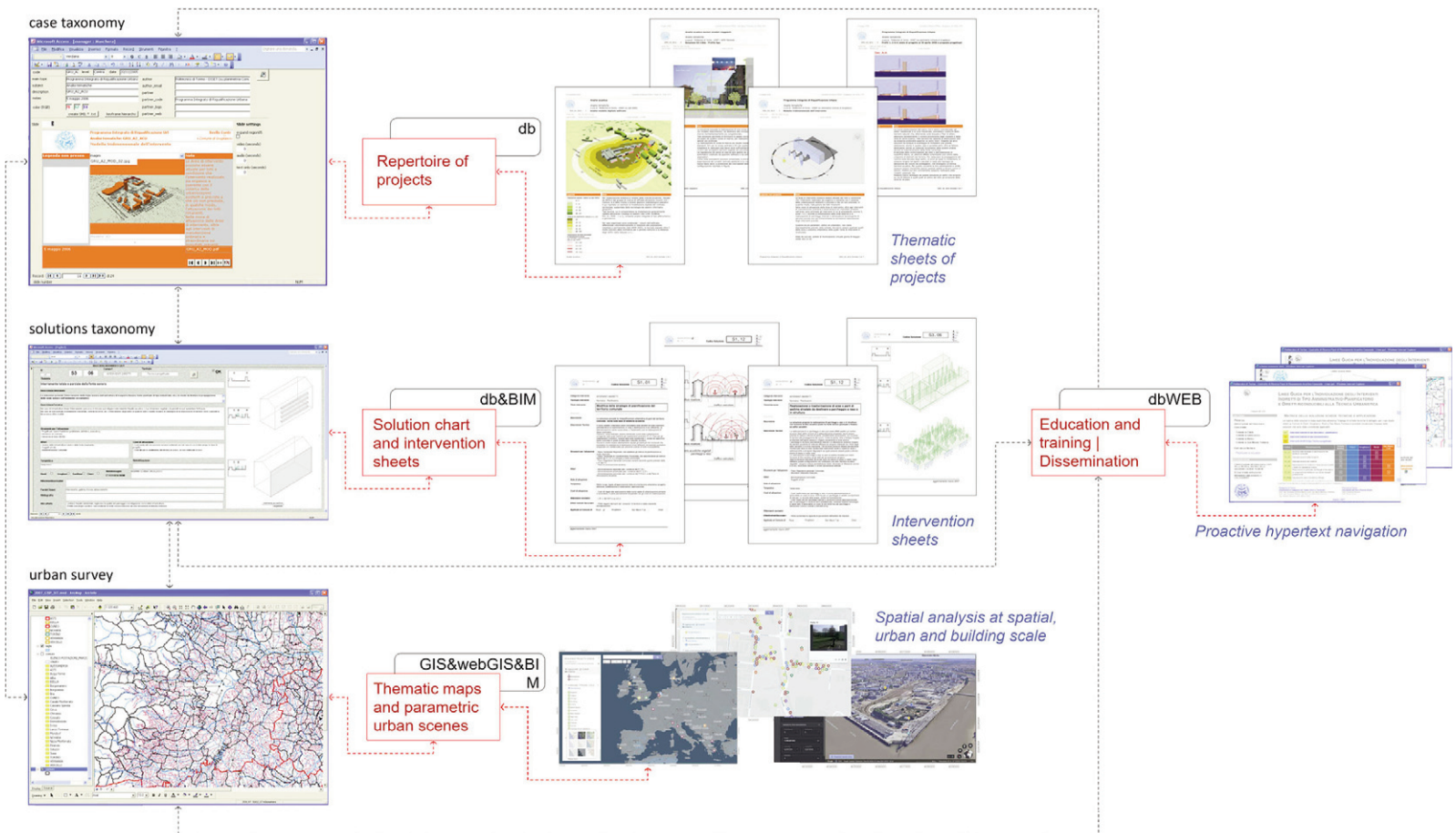


Fig. 2 | Environments and processing products.

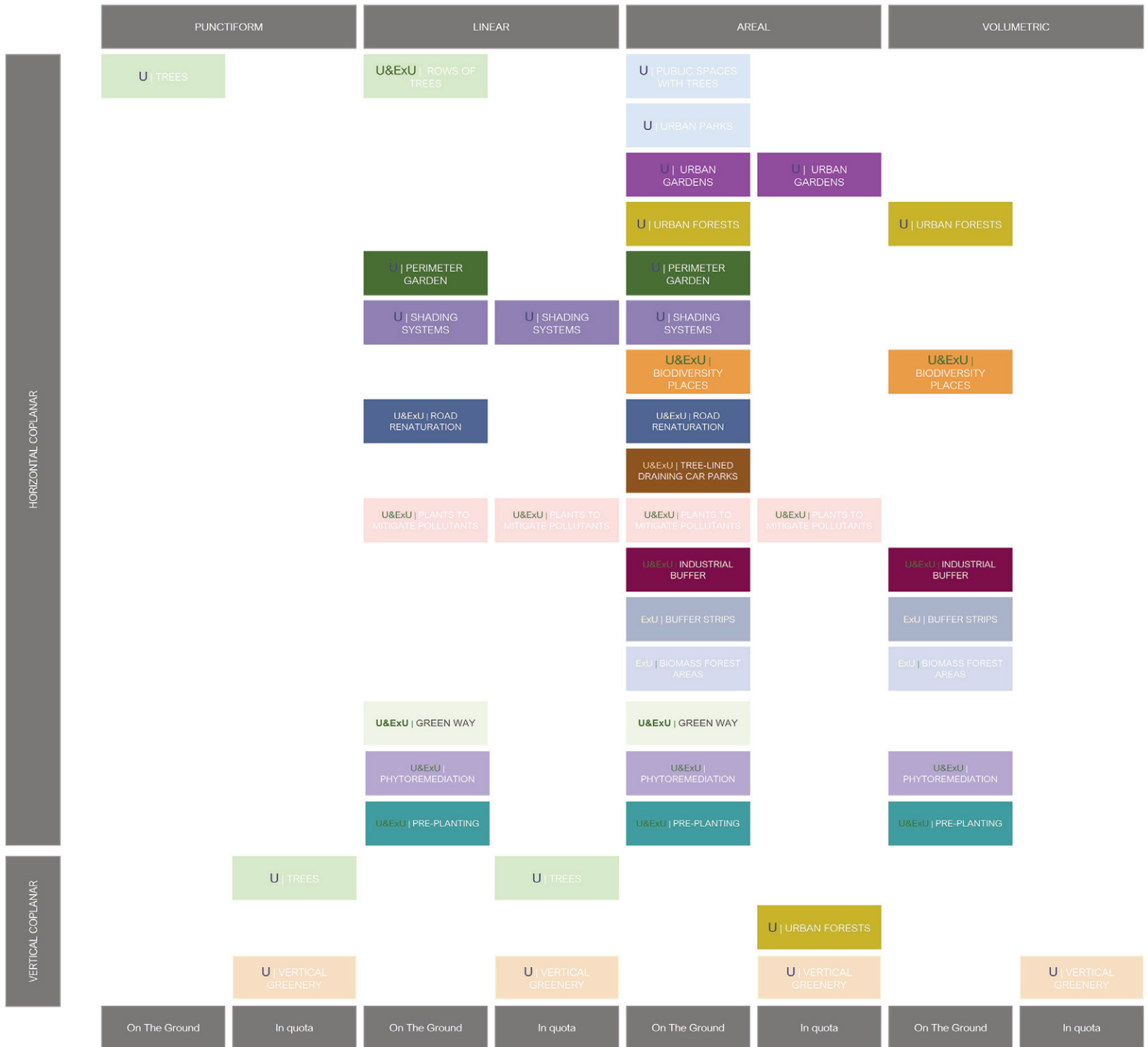


Fig. 3 | Classification of the main types of green spaces in urban areas and suburban areas (credit: M. Vozzola, 2022).

chi, 2017) è connotato da alcuni tratti distintivi, che lo caratterizzano all'interno degli spazi che lo ospitano: è possibile incontrarli al suolo o possono essere posti in quota, offrendo aperture visive sull'intorno, garantendo diverse tipologie di fruizione, a seconda della loro ubicazione, definendo un confine tra l'ambiente domestico e quello pubblico. Il verde viene quindi inserito all'interno della scena urbana attraverso l'adozione di soluzioni tecnologiche tradizionali e/o innovative, che possono essere catalogate e analizzate seguendo diverse tipologie di gerarchie interpretative (Fig. 3).

Attraverso l'esplorazione e l'analisi di numerose esperienze condotte in ambito nazionale e internazionale (Repertorio Progettualità), viene

sottolineata l'importanza e il ruolo del verde: vengono realizzati quadri di sintesi e confronto dai quali sono generati i modelli che popolano l'abaco di soluzioni applicabili in contesti urbani diversi (Fig. 4). In letteratura è possibile trovare numerose testimonianze sul contributo positivo legato all'introduzione e all'utilizzo del verde in ambiti urbani consolidati (Yu et alii, 2016): una maggiore purificazione dell'aria (Nowak, 2006), la riduzione della percentuale di gas serra (Nowak and Crane, 2002), la pulizia dell'acqua e il filtraggio del vento (Chiesura, 2004), la riduzione del rumore legato alla presenza dei tetti e delle facciate verdi (Veisten et alii, 2012), la mitigazione dell'effetto isola di calore dovuta alla presenza di alberi (De Capua and Errante, 2019), sono solo

alcuni risultati positivi individuati nelle buone pratiche dalle quali sono stati generati i modelli dell'abaco.

Come detto nei paragrafi precedenti, i dati raccolti dall'esplorazione dei casi di studio e le riflessioni generate dalla lettura dei quadri esplorativi si propongono come base propedeutica per la costruzione di un abaco operativo per la rigenerazione urbana della città contemporanea, attraverso l'adozione di azioni basate sull'utilizzo del verde in tutte le sue declinazioni. L'abaco viene concepito come uno strumento di consultazione e orientamento per sviluppare una progettazione resiliente, rispondendo in modo mirato al rischio attraverso la sua applicazione in un luogo specifico. I modelli che costituiscono l'a-

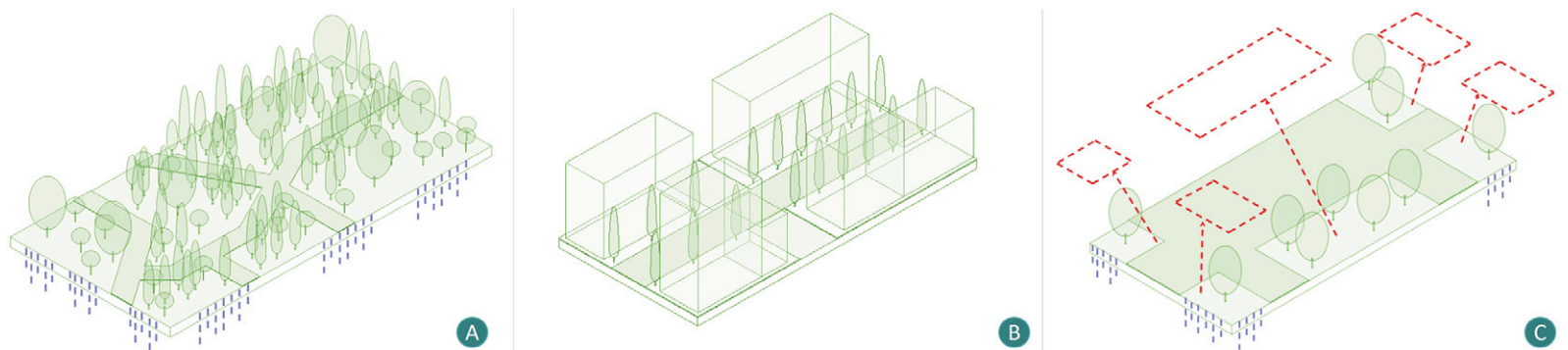
baco, suddivisi in base alla scala di intervento – dalla scala vasta (parchi, fasce temporanee e greenway regionali) a quella interurbana (greenway, parchi intercomunali) a quella urbana e microurbana (parchi, orti urbani, piazze verdi, foreste urbane, ecc.) fino alla scala edilizia (pareti verdi, tetto giardino, cortili verdi, serre bioclimatiche, ecc.) – rappresentano una selezione di buone pratiche da cui apprendere modalità e intenti progettuali, già applicati e valutati come ecologicamente riusciti (Fig. 5).

Nell'ambito delle ricerche condotte durante le fasi di mappatura e analisi dei progetti realizzati, uno dei risultati più evidenti è stato constatare come sia mutato il ruolo del verde negli anni: la natura non è più percepita esclusivamente come sfondo dell'architettura, ma diviene vero e proprio materiale costruttivo (Bellini and Daglio, 2009), utilizzato come valida soluzione al disagio

ambientale dell'inquinamento degli spazi urbani (Bellomo, 2009), volto a migliorare la qualità e la percezione del benessere abitativo dei singoli (Garzino et alii, 2021). Il benessere termico ad esempio si basa principalmente sul controllo della radiazione solare, della radiazione termica e del vento e tali parametri siano influenzabili e regolabili operando su alcune categorie di agenti, tra le quali una delle principali risulta essere il corretto utilizzo degli elementi di vegetazione all'interno del contesto urbano, mediante l'ottimale orientamento, la localizzazione, la gestione delle caratteristiche geometriche e tipologiche dell'elemento (permeabilità, stagionalità, velocità di sviluppo). Il verde diviene il protagonista principale di alcune azioni di mitigazione o adattamento, ed è quindi fondamentale riuscire a descriverlo come elemento singolo all'interno dell'abaco, rappresentando l'unità elementare median-

te la quale, personalizzando i parametri che lo caratterizzano, diviene componente di supporto agli attori coinvolti nelle fasi decisionali delle azioni di mitigazione e/o adattamento applicabili al contesto urbano in cui stanno operando.

Tra le proposte di catalogazione e di classificazione degli elementi di vegetazione ricordiamo quella presentata da G. Garzino (2010), che alla rappresentazione bidimensionale del verde associa parametri quali la tipologia di impianto (a filare, a macchia, ecc.), la forma (una circonferenza per rappresentare se il portamento è più arrotondato, un ovale se la forma è di tipo fastigiato, colonnare o ovoidale, un triangolo se il portamento è di tipo conico o piramidale), la classe di grandezza degli elementi, associata ai tratti con i quali sono tracciate le figure inscritte, la campitura più o meno fitta per esprimere una elevata compattezza, il colore più o meno chiaro per definire



PUNCTIFORM	LINEAR	AREAL	VOLUMETRIC

Analytical properties	
Heat exchange coefficient (U)	10.460 W/(m ² ·K)
Heat Resistance (R)	0.0956 (m ² ·k)/W
Thermal mass	14.04kJ/W
Absorption	0.700000
Roughness	3

Santiago , Cile | CONSORCIO NACIONAL DE SEGUROS

RISK	Meteo Suriscaldamento Urbano	PROJECT DESCRIPTION
PHENOMENON	Caldo Estremo Ondate di Calore	The city of Santiago is oriented towards the west, and this characteristic causes many problems of overheating during the summer. For this reason, the project has been developed with particular attention to the theme of façades and the technology used for its finishes. The design choices were oriented towards both technological and natural resources, creating vertical closures conceived according to needs and functionality. The transparent external finish was doubled by designing a plane system detached from the glass curtain wall to protect the latter from the sun. The system was created by means of a metal grid to house climbing plants. The greenery is inserted inside overhanging planters, located on the third, eighth and twelfth floors (the plan is differentiated according to the type of plant installed and its growth and development characteristics). Monitoring shows that the areas covered by the green screen have a 35% reduction in heat: the green skin absorbs light, transforming the façade into a vertical garden.
SDGS		
Country	Cile	
City	Santiago	
Location		
Project name	Consorcio Nacional De Seguros	
Designer	E. Broome, Asociados & B. Huidobro	
Year of construction	1993	
Project status	Realizzato	
Source	http://elbroome.it/wp-content/uploads/2014/11/2007_the_como_risk_santiago_building_14years_later.pdf	

Fig. 4 | Extract of the abacus of solutions: A) Urban parks; B) Tree rows; C) De-paving and greenway (credit: M. Vozzola, 2022).

Fig. 5 | Vertical coplanar greenery at height: types of greenery location in urban contexts at building scale (credit: M. Vozzola; source: Bellini and Daglio, 2015).

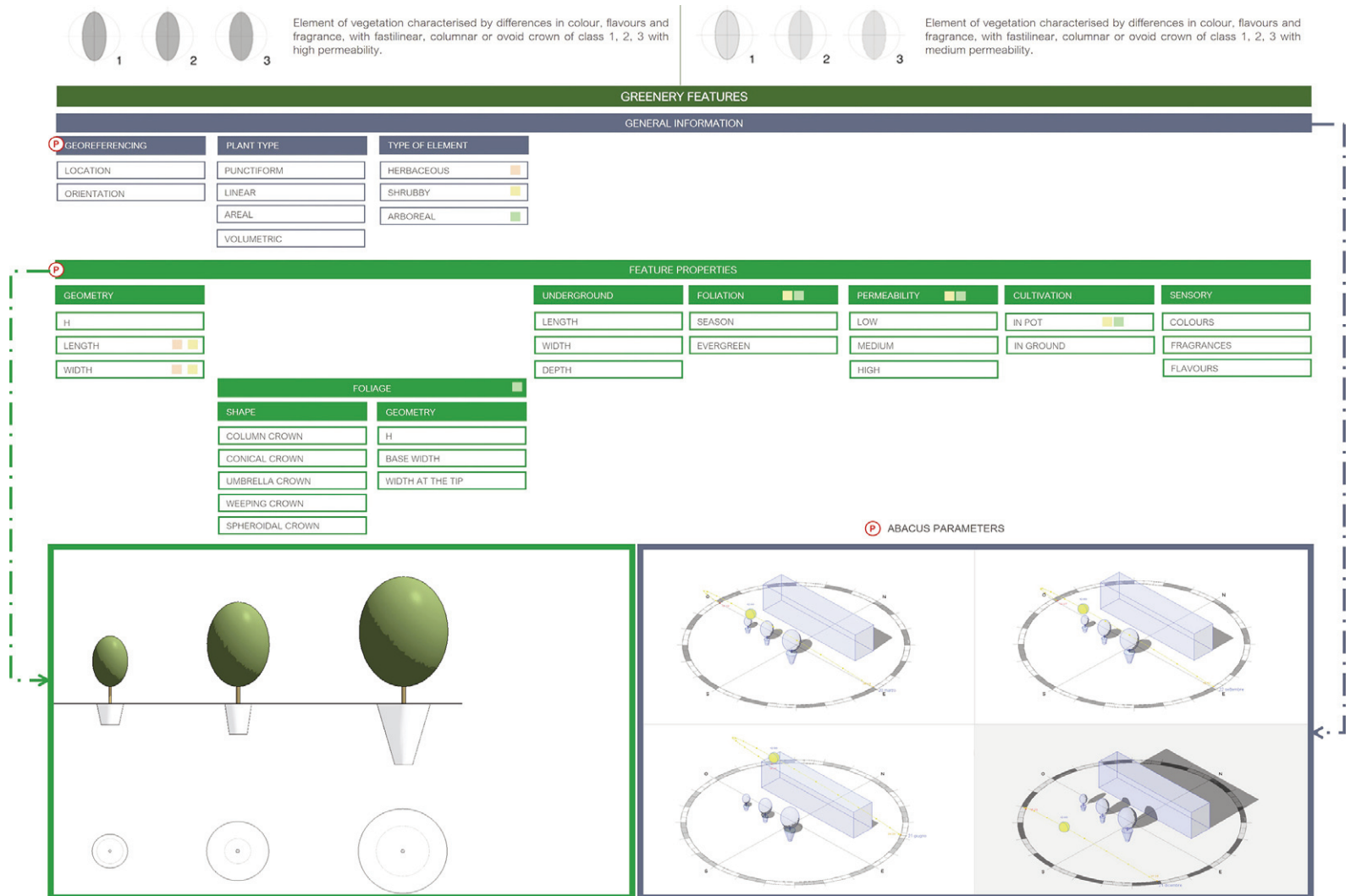


Fig. 6 | Characteristics of vegetation elements: from the cataloguing proposed by Giorgio Garzino (2010) to the definition of the parameters of the elements in BIM (credit: M. Vozzola, 2022).

il livello di permeabilità. Da qui si evince come la scelta della tipologia di verde da utilizzare nei progetti di adattamento e/o mitigazione sia fondamentale, e di come, la scelta corretta degli elementi di vegetazione da utilizzare risulti parte integrante delle scelte progettuali e strettamente correlata alle caratteristiche formali, funzionali ed estetiche degli elementi (Fig. 6).

Partendo quindi della definizione dei parametri che caratterizzano gli elementi di vegetazione sono state modellate le diverse tipologie di alberi, le quali, poste all'interno dei modelli, danno la possibilità ai professionisti/studiosi di valutare i benefici e le interferenze che possono nascere dall'utilizzo delle diverse specie arboree. Gli alberi sono stati modellati tenendo in considerazione non solo lo sviluppo soprassuolo, quindi tronco e chioma, ma anche quello in sottosuolo, ovvero lo sviluppo delle radici, al fine di valutare eventuali interferenze (in quota e nel sottosuolo) e l'ombreggiamento dell'albero sugli elementi circostanti.

Conclusioni e possibili sviluppi | La ricerca proposta sviluppa e applica una metodologia di analisi e rappresentazione volta alla predisposizione di un abaco grafico di soluzioni progettuali di livello urbano ed edilizio che rispondano alle nuove emergenze, con particolare attenzione agli aspetti ambientali, alla vulnerabilità dei territori le-

gata ai cambiamenti climatici e alla valorizzazione e messa in sicurezza dei patrimoni antropici e naturali. La finalità è quella di diffondere una nuova cultura del dato di progetto che, tra le diverse ricadute, ponga al centro il verde e la transizione. Due gli elementi di interesse principali: l'impiego di processi di modellazione informativa per la schematizzazione grafica e la simulazione numerica e qualitativa di soluzioni con elementi naturali e codici di rappresentazione associati; l'integrazione di metodi e tecnologie per allestire una 'piazza virtuale' condivisa in forma di abaco geo-grafico, interrogabile e implementabile.

Il sistema informativo allestito comprende: analisi e lettura critica di esiti di ricerca e progettazione in ambito nazionale e internazionale e di migliori pratiche in ambito professionale, restituite attraverso un quadro sinottico che incrocia le problematiche degli ambienti costruiti con tipologie di intervento 'verde' (prassi e stato dell'arte); interoperabilità delle componenti della modellazione informativa con l'interrogazione spaziale e alfanumerica all'interno di schemi conoscitivi operanti online; indicazioni metodologiche a studiosi e professionisti per aprire la costruzione in itinere dell'abaco; la strutturazione dei percorsi di navigazione attraverso filtri tematici (criticità, tipologie di intervento e soluzioni alternative).

Il Repertorio delle Progettualità e l'Abaco delle Soluzioni (integrato con le Scene urbane) vo-

gliono qualificarsi come sistema aperto di conoscenze, strumenti agili in grado di fornire informazioni rilevanti, anche in termini di apparati metodologici e strumentali e di linguaggi grafici per l'analisi e per il progetto. Repertorio e Abaco hanno un carattere 'aperto all'utenza', forniscono letture e accolgono visioni opportunamente strutturate e meta-documentate; essi possono consentire esportazioni, in forma di schede tecniche, attraverso parole chiave o interrogazioni spaziali, e sono predisposti per poter essere alimentati mediante specifici protocolli e procedure. Le principali criticità emerse riguardano le tecniche di rappresentazione e i codici grafici che occorre uniformare nella proposizione di un prontuario d'uso omogeneo e consistente. Quello del linguaggio grafico è un tema rilevante nella trasmissione del saperi e nella comunicazione tecnica che si rivolge anche a pubblici non ancora formati sui temi progettuali: la chiarezza espositiva del comparto illustrativo può rendere maggiormente efficaci i processi di apprendimento e permanenza.

Nell'enciclopedico volume L'Architettura degli Alberi, Cesare Leonardi e Franca Stagi (1983, p. 13) ricordano che «[...] La scelta di progetto (l'uso, il senso di uno spazio) guiderà la risposta in un processo di ricerca che sappia tener conto a un tempo delle ore, delle stagioni, di dimensioni, numero e distanza degli alberi e nel quale

il computer è il necessario alleato del progettista per una nuova razionale invenzione della struttura e del disegno delle aree verdi». I lavori di sistematizzazione della conoscenza, come quello di Leonardi e Stagi, rendono evidente come occorra arricchire i patrimoni esistenti in chiave di diffusione e riuso affinché possano propagare i propri effetti, aggiornandosi e raggiungendo con più efficacia pubblici più vasti (Figg. 7-12). Conoscenze che non vanno disperse, sulle quali innestare in continuità 'nuovi saperi' attraverso 'nuovi modi' di relazionarsi con le informazioni e con 'nuove abilità', fino alle recenti esperienze nel campo della intelligenza artificiale applicata alla rianimazione urbana. Oltre alla maggiore articolazione, al costante arricchimento del repertorio delle soluzioni e delle esemplificazioni e alla applicazione di segni e simbologie grafiche uniformi, proprio il tema dell'applicazione dell'intelligenza artificiale può rappresentare uno sviluppo e un ulteriore impulso che occorrerà considerare per completare il sistema informativo che sta costituendo.

In the context of sustainable spatial development policies and strategies, ecological transition (Larrère, Larrère and Bouleau, 2016), of which the measurement and quality of resilience is an integral tool, assumes a central role. This change represents a fundamental challenge, significantly constituted by improving overall efficiency in resource use. New emergencies, to which we are trying to respond, are focusing attention on our housing stock, energy systems, mobility, climate change, and nature (Wong and Brown, 2008). It is necessary to consider social, cultural and infrastructural heritage as the starting point of the recovery process. The sustainability of interventions in urban regeneration (Garsia, 2015) is intertwined with green recovery and overcoming the unfortunately constant crisis. In this field, the aspects related to the education of young professionals and the training, including permanent training, of professionals are fundamental; these aspects must incorporate the elements of green transition in traditional disciplines and knowledge and their path of constant innovation. In this field, both methodologies and implementation techniques for reducing and mitigating impacts on the ecosystem and biodiversity as well as information and communication tools for their more effective understanding by specialised and non-specialised audiences need to be explored. Coordinating the theoretical and applied knowledge framework can become discriminating for the correct approach to the urban space regeneration project.¹

Designing greenery in our cities becomes an opportunity to redesign the 'apparently static' landscape of the urban fabric and bring it closer to the 'living and dynamic' landscape of the plant world (Perini, 2013). The architecture of greenery in the urban space acquires a renewed leading role in the spectacle of the four acts of nature that take place during the seasons (Pizzetti, 2006). The presence and quality of green spaces in cities are at the centre of the urban planning policies of many public administrations. Initiatives aim to recover spaces in densely built-up areas or to reorganise green fragments already

present within the stratified fabric (Viganò, 2020). The aim of introducing ecosystem services and applying strategies of so-called 'urban microsurgery' is being realised in numerous projects of interdisciplinary nature (Charbonneau, 2019).

The testimony of a series of representative cases realised in a national and international context is only the starting point to highlight the importance and the role of the ecological systems used in areas destined for public use in those operations of change and development of the cities. The use of alphanumeric and geometric information modelling is explored here to set up a plurality of interactive environments to support training for the project; within these places, it is possible to operate by filtering the themes through multiple reading keys such as the criticalities that need to be addressed, the context of intervention, the criteria and constraints of the project, the standards and expedients adopted in best practices.

On other occasions of scientific comparison, the first in-depth studies were discussed regarding the constitution of a graphic abacus relative to design interventions on the city, a repertoire of solutions-actions-strategies for regeneration oriented to the planning and designing of urban resilience (Garzino et alii, 2021). On this occasion, the development of the educational component of the tool is illustrated, declined down to the specific theme of greenery; the European Council has paid specific attention to the theme of Heritage Education. In particular, the Recommendation of the Committee of Ministers to the Member States Concerning Heritage Education (Council of Europe, 1998) underlined how Cultural Heritage includes every material and immaterial trace of human action and recommended a Heritage-based pedagogy including active teaching methods, cross-curricular proposals, partnerships between the educational and cultural sectors, the use of the widest variety of ways of communicating knowledge.

This contribution follows the path of active education through dissemination and its methods that provide for diversified interaction for each user profile, and that also lend themselves to the implementation of content by accredited subjects, according to standard interaction protocols. A fundamental part of the dissemination of the results obtained is represented by the preparation of interactive educational and scientific materials. The first release of the prototype currently published on the extranet² will be accessible online in October 2022. Integrated tools for the classification of nature-based interventions and their organisation within an information system are proposed here.

Central themes are interoperability between information modelling environments, data organisation in relational databases and web interfaces for querying and consulting information. The differentiation of user-profiles allows the enrichment of structured information; the possibility to search and also to complete, and insert new elements by specifically accredited users characterises, in fact, the repertory as an open knowledge system. In the following paragraphs, the objectives and methodology of the work, the phases and processing environments that make up the repository, some specific applications and their discussion, and finally, conclusions and possible developments will be illustrated.

Objectives and methodological approach |

The objective of the research is the elaboration of guidelines for the identification of possible interventions – direct, essentially related to the survey and urban representation, urban planning techniques and technical architecture, and indirect, administrative and planning – to be included in the instrumentation for the implementation of redevelopment plans that aim to incorporate the qualities of nature (Nature-based Solutions – NbSs)³. The research work organises and proposes multiple solutions within a dynamic consultation environment; the database draws on the reading of numerous interventions distributed around the globe and is interconnected with digital models that share and hybridise knowledge and new requirements through the common language of graphic representation. The result proposes the design of an open and implementable number of operational solutions to critical environmental and social issues, characterised by significant attributes that methodologically circumscribe their field of application; this defined set of proposals should favour the conscious selection of those considered suitable for inclusion in the various aspects of project study with a desirable impact on the scientific and professional community.⁴

The methodological path identifies ways and tools useful for the determination of strategies and principles in the field of urban and architectural design, paying particular attention to the use of natural elements as integrating, collaborating or resolving determinants. The data collected and the reflections that are generated through the reading of synoptic frameworks, collected within a geodatabase, are proposed as a basis for the construction of an operational graphic abacus concerning the regeneration of the contemporary city. The project repertoire and the solutions map, open to the interpretation and contribution of different skills, can become knowledge and orientation tools to develop ecological environments capable of dealing with different agents, reducing their vulnerability and responding in a targeted manner to risks. The information system constitutes a sharing ground and support tool for scholars, professionals and public administrators, offering a range of possible solutions appropriately classified and described by means of dynamic, three-dimensional and parameterised graphic apparatuses that aim to support the quality of the project and encourage a climate of well-being and coexistence among citizens.⁵

Research phases, interoperable processing environments and training products |

There are different system processing environments and different places of interaction. Local databases linked to distributed databases, cards of different formats (static and hypertextual), dynamic mapping and relief maps, and parameterized urban scenes work together to build the overall knowledge picture. The interoperability of the technologies adopted makes it possible to generate integrated data systems that produce and receive information within a coherent methodological framework: taxonomies, graphic glossaries, and parameters delimit and order the universe of information resources that can be drawn upon (Fig. 1). The environments set up are described below.

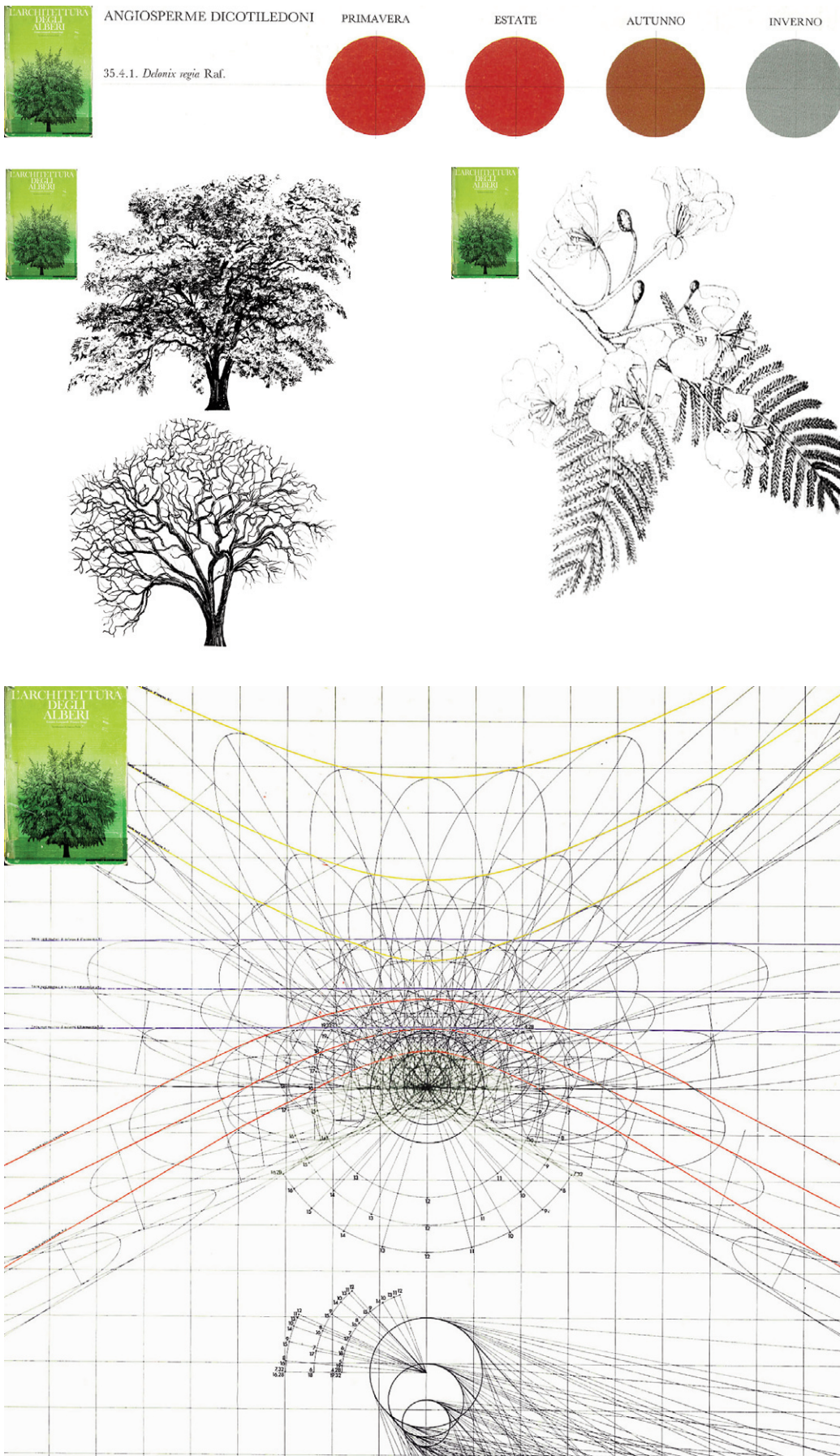


Fig. 7 | 'Delonix Regia Raf. Flamboyant' (fam. Papilionaceae), vernacular name 'Flamboyant tree', seasonal colours, original scale 1:500, tree mass at full maturity (source: Leonardi and Stagi, 1983).

Fig. 8 | 'Delonix Regia Raf. Flamboyant' (fam. Papilionaceae), common name 'Flamboyant tree', drawing with leaves and bare, original scale 1:100 (source: Leonardi and Stagi, 1983).

Fig. 9 | 'Delonix Regia Raf. Flamboyant' (fam. Papilionaceae), common name 'Flamboyant tree', detail of leaves, fruits and flowers, original scale 1:4 (source: Leonardi and Stagi, 1983).

Fig. 10 | Shadow diagram of a tree assimilated to a sphere, diameter varying from 10 to 20 to 25 metres at solstices and equinoxes, Rome 41° 55' north latitude (source: Leonardi and Stagi, 1983).

Directory of Projects and Graphics Assets. In the first of these environments, actions are first of all collected and critically proposed in contexts of redevelopment and regeneration at different operational scales in representative urban areas; the types of intervention are classified and brought together in hypertext cards that illustrate the different solutions through a composite and collaborative apparatus of graphic representations. The 'green solutions' collected respond positively to various phenomena. The opportunity to refer to a wide range of real-life applications (cf. mapping of the projects listed, Fig. 1, top right) is linked to the need to verify and measure the effect of the various actions in practice. In this sense, the matrix returns benefits where possible if found in practice, otherwise, they are deduced from theoretical aspects linked to biology and physiology, as well as qualitative perceptive aspects.

Often the positive effect declared by different interventions is of an 'a priori' and non-quantitative nature, and it is not always possible to analytically measure the contribution of different solutions, particularly when what needs to be measured is the psychophysical wellbeing of individuals. Environmental and architectural psychology offers a valid aid in this sense through psychometrics, placing side by side objective evaluations (as we might consider environmental impact assessment or incidence assessment) and subjective evaluations (among all the post-occupational evaluations, that are from the point of view of the people who occupy and use the environments), appropriately integrated among them (Hadjri and Crozier, 2009). The environment is organised in an online relational database. From this list, descriptive hypertext cards are produced, which are associated with the automatic geo-referencing of projects, again in an online searchable environment.

Abacus of Solutions and Action Sheets. The handbook of possible solutions constitutes another environment of collection and interaction, the Abacus of Solutions is intended to be a matrix of ideal, adaptable and applicable proposals. The urban system and the phenomena to which it is exposed are traced back to intervention typologies through the construction and representation of actions and case studies. The graphic codes are also investigated within the abacus with the aim of relating the criteria of systemic evaluation to specific reactions that can be undertaken, supported by parametric information models. The cataloguing and classifying of the possible redevelopment solutions take place by utilising a multiple-entry matrix of solutions which has for the elements/rows the different types of intervention and for columns the main properties of every single solution: the possible instruments for implementation (planning and regulatory instruments); the possible actors involved in the intervention; the timing of implementation (short, medium and long term); the regulatory references; the general assessment of the possible direct, indirect and induced benefits that may derive from the implementation (environmental, landscape, social); and the main parameters for estimating the economic cost.

Each criticality/phenomenon (input, data input for the use of the matrix) has been associated with a certain number of cards (output, data

output from the matrix) compatible with the criticality and applicable with different benefits and different economic costs. For each element/line of the matrix, technical intervention sheets are provided which identify a well-defined set of technical-specialist information to support the activities of the subjects directly responsible for intervention in the area; at a later stage, it will be necessary to envisage the means and operational and procedural processes to form the system of competences and to allow for prior verification of the environmental repercussions connected with the territorial and environmental programming and planning choices.

In addition to summarising the data contained in the general matrix, the sheets contain in-depth thematic information (promoters and implementers, approval procedures, necessary authorisations, documentation to be produced, compatibility with current legislation and planning instruments and restrictions) together with explanatory diagrams (urban plans, elevations and sections, volume plans and building exploded views, comparisons between the current state of affairs and preliminary project designs). The intervention sheets constitute the technical basis of the guidelines for the identification of direct and indirect interventions; one of the applicative contributions of the research also relates to the normative and regulatory level and is made explicit through the proposal of supplementary provisions of the technical implementation rules of the municipal General Regulatory Plans, the hygiene and building regulations and the municipal police regulations.

BIM-GIS Scenes – Families of Urban Masses and Elements of Public Space Design and Furnishing. The abacus and the intervention sheets are associated with information models, building masses, roofs, elements for integrating public space and street furniture that can be parameterised according to the intervention hypotheses; this makes it possible to prefigure alternative scenarios and to compare them with respect to the different characteristics considered in the solutions matrix. The extraction of the parametric data associated with the information model can subsequently interoperate in different computer environments for the calculation of the pressure factors in the urban scene set-up: geospatial analyses, levels for two- and three-dimensional raster analyses, climatic and environmental simulations. The scenarios prepared represent a useful tool to support the planner and the researcher in that they allow the interchange of elements of the model, measuring their relative potential effectiveness. Obviously, these are tools for preliminary design studies that affect the efficiency of the process, but they need constant updating and skills that know how to discern from the solutions that can be automatically extracted.

Ambito Torinese Applications – Thematic Photographic Survey. Finally, an application environment is represented by support tools for urban survey ‘in the field’; web interfaces are active for the collection and organisation of photographic images, classified and georeferenced on thematic cartography. The prototype allows multiple inputs for interrogation and interchange between different environments. For example, it is possible to filter the repertory of projects or the abacus of solutions by keywords, just as it is possible to se-

lect the thematic classes set for the field survey.

Repertoire, Abacus, Scenes and Survey are interrelated environments through the headings ‘risk’ and ‘phenomenon’ (Fig. 2); the proposals and guidelines are derived from an in-progress review of international level interventions that generally concern the different declinations of the theme of urban resilience. Taxonomy has been defined on the basis of the existing literature on Risk and Phenomenon, understood as the main threat of anthropogenic or natural nature (risk) and the specific expression of the threat (phenomenon). Hazard, exposure and vulnerability are univocally defined in the literature (Costa and Kropp, 2013) and apply due to the characteristics of different parameters, in particular related to the number and distribution of the population and the type of structures and infrastructures that can be affected by the different phenomena. The following considerations illustrate study approaches related to the constitution of a handbook of application possibilities.

Discussion of the results: from the analysis of the case studies to the generation of the models of the abacus of actions

As already mentioned, the attention to public and private spaces is nowadays of fundamental value since it represents the conception of new urban planning that sees in the design of green areas an infrastructure that will allow us to find a new balance within the built city (Perini, 2013). The design of urban spaces is defining a new relationship between built and natural structure (Comino, Molari and Dominici, 2021): a gentle invasion of greenery into the urban grid (Zaffi and D’Ostuni, 2020). The greenery approach that is therefore redefining the balance of the urban image (Bellini and Mocchi, 2017) is characterised by some distinctive features, which characterise it within the spaces that host it: it can be found on the ground, or it can be placed high up, offering visual openings on the surroundings, guaranteeing different types of fruition, depending on their location, defining a boundary between the domestic and the public environment. The green area is therefore inserted into the urban scene through the adoption of traditional and/or innovative technological solutions, which can be catalogued and analysed following different types of interpretative hierarchies (Fig. 3).

Through the exploration and analysis of numerous national and international experiences (Project Directory), the importance and role of greenery are highlighted: synthesis and comparison frameworks are created from which models are generated that populate the abacus of solutions applicable in different urban contexts (Fig. 4). In the literature, it is possible to find numerous testimonies on the positive contribution linked to the introduction and use of greenery in consolidated urban environments (Yu et alii, 2016): increased air purification (Nowak, 2006), reduction of the percentage of greenhouse gases (Nowak and Crane, 2002), water purification and wind filtration (Chiesura, 2004), noise reduction related to the presence of green roofs and facades (Veisten et alii, 2012), and mitigation of the heat island effect due to the presence of trees (De Capua and Errante, 2019), are only a few areas in which best practices were identified from which the abacus models were generated.

As mentioned in the previous paragraphs, the data collected from the exploration of the case studies and the reflections generated through the reading of the exploratory frameworks are proposed as a preliminary basis for the construction of an operational map for the urban regeneration of the contemporary city, through the adoption of actions based on the use of green in all its forms. The abacus is conceived as a consultation and orientation tool to develop a resilient design, responding in a targeted way to risk through its application in a specific place. The models that make up the abacus are subdivided according to the scale of intervention – from the large scale (regional parks, buffer strips and greenways) to the inter-urban scale (greenways, inter-municipal parks) to the urban and micro-urban scale (parks, urban gardens, green squares, urban forests, etc.) to the building scale (green walls, roof gardens, green courtyards, bioclimatic greenhouses, etc.) – represent a selection of good practices from which to learn design methods and intentions that have already been applied and assessed as ecologically successful (Fig. 5).

One of the most evident results of the research carried out during the mapping and analysis phases of the projects carried out was how the role of greenery has changed over the years: nature is no longer perceived solely as a backdrop for architecture but has become a real construction material (Bellini and Daglio, 2009), used as a valid solution to the environmental discomfort caused by pollution in urban spaces (Bellomo, 2009), aimed at improving the quality and perception of individuals’ living comfort (Garzino et alii, 2021). Thermal well-being, for example, is mainly based on the control of solar radiation, thermal radiation and wind, and these parameters can be influenced and regulated by operating on some categories of agents, among which one of the main ones is the correct use of vegetation elements within the urban context, through the optimal orientation, location, management of the geometric and typological characteristics of the element (permeability, seasonality, development speed). The green area becomes the main protagonist of some mitigation or adaptation actions, and it is therefore fundamental to be able to describe it as a single element within the abacus, representing the elementary unit through which, by customising the parameters that characterise it, it becomes a component of support for the actors involved in the decision-making phases of the mitigation and/or adaptation actions applicable to the urban context in which they are operating.

Among the proposals for cataloguing and classifying vegetation elements, we remember which was presented by G. Garzino (2010), where the two-dimensional representation of the green is associated with parameters such as the type of plant (to row, to spot, etc.), the shape (a circumference to represent whether the bearing is more rounded, an oval if the shape is fastigate, columnar or ovoidal, a triangle if the bearing is conical or pyramidal) and the size class of the elements, associated with the strokes with which the inscribed figures are drawn, the more or less dense field to express high compactness, the more or less clear colour to define the level of permeability. From here, it is clear that the choice of the type of green to be used in adaptation and/or mitigation projects is

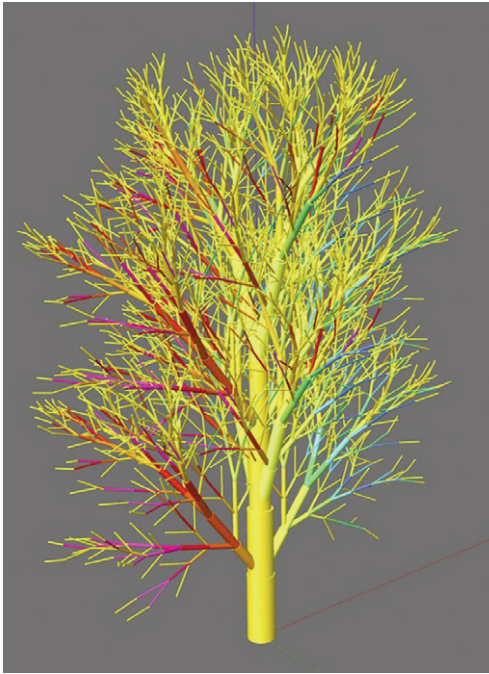


Fig. 11 | Trees and trees: TreePass (ENVI-met module) growth and biomechanics, risk of uprooting or breakage (source: envi-met.com).

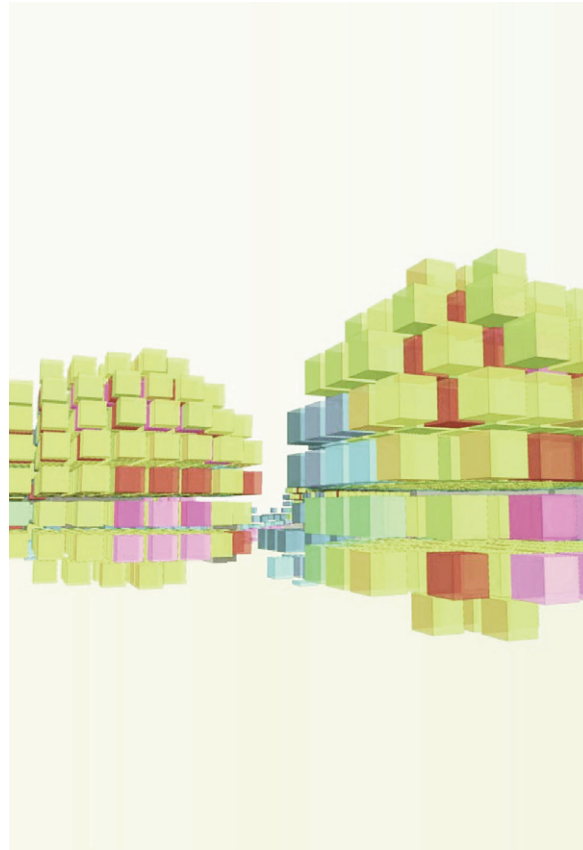
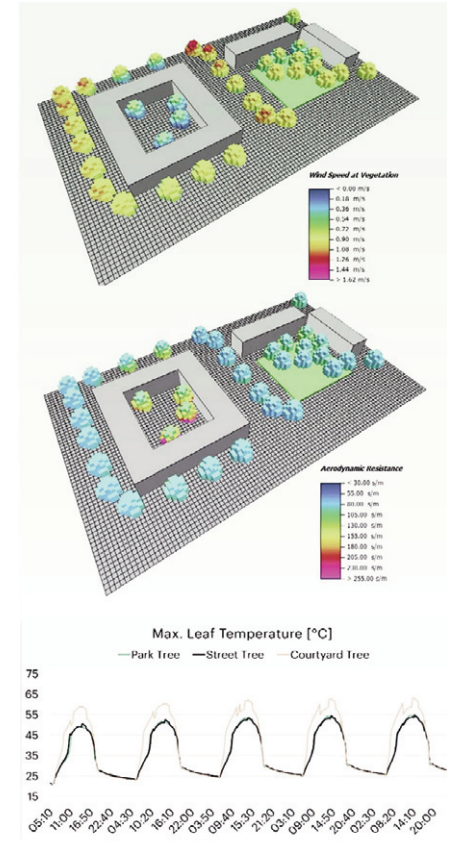


Fig. 12 | Trees and masting: simulation of environmental conditions (3D raster analysis) shading, evapotranspiration, phytosanitary needs (source: envi-met.com).



fundamental, and how to make the correct choice of vegetation elements to be used is an integral part of the design choices and closely related to the formal, functional and aesthetic characteristics of the elements (Fig. 6).

Starting from the definition of the parameters that characterise the vegetation elements, the different types of trees have been modelled, which, once placed within the models, allow professionals/scholars to evaluate the benefits and interferences that can arise from the use of different tree species. The trees have been modelled taking into account not only the development of the topsoil, therefore the trunk and crown, but also underground, that is, the development of the roots, in order to evaluate possible interferences (in altitude and the subsoil) and the shading of the tree on the surrounding elements.

Conclusions and possible developments | The proposed research develops and applies a methodology of analysis and representation aimed at the preparation of a graphic abacus of urban and building design solutions that respond to new emergencies, with particular attention to environmental aspects, to the vulnerability of the territories linked to climate change and the enhancement and safety of the anthropic and natural heritage. The aim is to spread a new culture of project data that places green areas and transition at the centre of the various effects. There are two main elements of interest: the use of information modelling processes for the graphic schematisation and numerical and qualitative simulation of solutions with natural elements and associated representation codes; the integration of methods and technologies to set up a shared 'virtual piazza' in the form of a geographic abacus, which can be interrogated and implemented.

The information system set-up includes analysis and critical reading of national and international research and design outcomes and best practices in the professional field, rendered through a synoptic framework that crosses the problems of built environments with 'green' intervention typologies (current practices and state of art); interoperability of the information modelling components with spatial and alphanumeric interrogation within cognitive schemes operating online; methodological indications to open the ongoing construction of the abacus to scholars and professionals; structuring of navigation paths through thematic filters (criticalities, intervention typologies and alternative solutions).

The Directory of Projects and the Abacus of Solutions (integrated with the Urban Scenes) aims to qualify as an open system of knowledge, agile tools able to provide relevant information, and methodological and instrumental apparatuses and graphic languages for analysis and design. Repertory and the Abacus are adaptable to the needs of the users; they provide readings and welcome appropriately structured and meta-documented visions; they can allow exports, in the form of datasheets, through keywords or spatial queries, and are arranged to be fed through specific protocols and procedures. The main critical points that have emerged concern representation techniques and graphic codes that need to be standardised to provide a homogeneous and consistent handbook. The graphic language is an essential theme in the transmission of knowledge and technical communication, which is also addressed to a public that has not yet been trained on design themes: the clarity of the illustrative section can make the learning and permanence processes more effective.

In their encyclopaedic volume *L'Architettura*

degli Alberi, Cesare Leonardi and Franca Stagi (1983, p. 13) recall that the choice of project (the use, the sense of space) will guide the answer in a research process that knows how to take into account the hours, the seasons, the size, the number and the distance of the trees and in which the computer is the necessary ally of the designer for a new rational invention of the structure and design of green areas. Systematising knowledge, such as that of Leonardi and Stagi, clarifies that it is necessary to enrich existing heritages in terms of dissemination and re-use them so that they can propagate their effects and update themselves and reach wider audiences more effectively (Fig. 7-12). The knowledge that should not be dispersed, on which to graft 'new knowledge' in continuity through 'new ways' of relating to information and 'new skills', up to the recent experiences in the field of artificial intelligence applied to urban regeneration. In addition to the more excellent articulation, the constant enrichment of the repertoire of solutions and exemplifications and the application of uniform graphic signs and symbols, the very theme of the application of artificial intelligence may represent development and a further impetus that must be considered in order to complete the information system that is being set up.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Fondazione Sviluppo e Crescita CRT (and its President Cristina Giovando), Urban and Social Regeneration Group, for funding part of the research (Project Manager: B. Viarizzo; Project Coordinator: A. Rabbia; Scientific Coordinator: M. M. Bocconcino of the Politecnico di Torino). The Group's work is also applied within the Italian National Committee for Social Housing whose webpage is available at cn-housingsociale.it [Accessed 09 April 2022].

The contribution is the result of a common reflection of the Authors; the introductory paragraphs, 'Objectives and Methodological Approach', 'Research Phases, Interoperable Processing Environments and Training Products' and 'Conclusions' are attributed to M. M. Bocconcino and the paragraph 'Discussion of Results: from Case Study Analysis to the Generation of Action Abacus Models' to M. Vozzola. We also thank the engineers F. El Azrak, A. Lifonso, P. Lofano, S. Pappalardo and S. Siccardi for their active contribution to the compilation of the project database.

Notes

1) In this regard, we highlight the European Research and Innovation Project CONEXUS, which promotes the knowledge, use and dissemination of Nature-based Solutions to restore natural ecosystems and improve the quality of life in cities. Conexus has three sister projects working on Nature-based Solutions under the European Union's Horizon 2020 Europe Programme: Interlace, Regreen and Clearing House. For more information on these projects, see the webpages: conexusnbs.com; interlace-project.eu/; regreen-project.eu/; clearinghouseproject.eu/ [Accessed 09 April 2022].

2) More information can be found at: mmb-polito.info/abacograficoresilienza [Accessed 09 April 2022].

3) Some considerations are the development of a research work – carried out between Politecnico di Torino, Provincia di Torino and Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Piemonte – entitled 'Linee Guida per l'individuazione degli interventi indiretti di tipo amministrativo-pianificatorio e diretti riconducibili alla tecnica urbanistica per i Piani di Risanamento Acustico Comunale' (Responsible: P. Novello; Coordinator: M. M. Bocconcino; Research Group: G. Moglia, M. Masoero, R. Mancini and M. Vitali).

4) In particular, the tools provided are the basis for some experiences within the Master entitled Methods and Techniques for Governing Resilient Cities – Towards Integrated Risk Management, promoted by the Interdepartmental Centre of the Politecnico di Torino R3C – Responsible, Risk, Resilience Centre, addressed to public administrators and professional engineers and architects. The progress of the work is constantly discussed in publications in relevant scientific journals and at national and international conferences and in particular, on an annual basis starting in 2019, at Urbanpromo Progetti per il Paese e Social Housing, a congress promoted by the Istituto Nazionale di Urbanistica (INU). Some activities are carried out in collaboration with an editorial group which has been active for a long time in the field of education and training for secondary schools and is interested in the effectiveness of teaching methods and support tools, as well as in the measurement and permanence of learning focused on method and high-profile knowledge in the field of sustainability.

5) The theme of urban surveying has been at the heart of the activities of the Department of Structural, Building and Geotechnical Engineering (formerly the Institute of Technical Architecture and later the Department of Engineering of Building and Territorial Systems) of the Politecnico di Torino, ever since the first studies on the city, which resulted in the 7310:1974 standard, initiated by Professor A. Cavallari Murat and continued by Professor A. Cavallari Murat and continued by Professors D. Coppo and P. Novello. The contribution is

part of more comprehensive research on the study and representation of urban and environmental quality coordinated by G. Garzino and M. M. Bocconcino (Garzino et alii, 2021).

References

Bellini, O. E. and Daglio, L. (2015), *Il verde tecnologico nell'housing sociale*, FrancoAngeli, Milano.

Bellini, O. E. and Daglio, L. (2009), *Verde verticale – Aspetti figurativi, ragioni funzionali e soluzioni tecniche nella realizzazione di living walls e green façades*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).

Bellini, O. E. and Mocchi, M. (2017), "Paesaggi Urbani in quota – Il Verde come Culto Contemporaneo | Urban Green Landscapes – The Green as Contemporary Cult", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 2, pp. 95-100. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/2132017 [Accessed 09 April 2022].

Bellomo, A. (2009), *Pareti verdi – Nuove tecniche*, Sistemi Editoriali, Casoria (NA).

Charbonneau, J.-P. (2019), "Spazio pubblico come motore di trasformazione urbana e sociale", in *L'Industria delle Costruzioni*, n. 467, pp. 6-11.

Chiesura, A. (2004), "The role of urban parks for the sustainable city", in *Landscape and Urban Planning*, vol. 68, issue 1, pp. 129-138. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003 [Accessed 23 April 2022].

Comino, E., Molari, M. and Dominici, L. (2021), "La città che invita la natura – Progettare in collaborazione con il verde verticale | City that embraces nature – Designing with vertical greenery", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 9, pp. 112-123. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/9112021 [Accessed 09 April 2022].

Costa, L. and Kropp, J. P. (2013), "Linking components of vulnerability in theoretic frameworks and case studies", in *Sustainable Science*, vol. 8, pp. 1-9. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s11625-012-0158-4 [Accessed 23 April 2022].

Council of Europe (1998), *Recommendation of the Committee of Ministers to Member States Concerning Heritage Education*, n. R (98) 5. [Online] Available at: rm.coe.int/09000016804f1ca1 [Accessed 23 April 2022].

De Capua, A. and Errante, L. (2019), "Interpretare lo spazio pubblico come medium dell'abitare urbano | Interpreting public space as a medium for urban liveability", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 148-161. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/6142019 [Accessed 09 April 2022].

Garsia, L. (2015), *Abitare la rigenerazione urbana – La misura della città e della casa nel XXI secolo*, Gange mi editore, Roma.

Garzino, G. (2010), "Il rilievo del comfort per gli spazi urbani – Prime riflessioni per analisi speditive", in Coppo, D. and Boido, C. (eds), *Rilievo Urbano – Conoscenza e rappresentazione della città consolidata*, Alinea, Firenze, pp. 172-187.

Garzino, G., Bocconcino, M., Vozzola, M. and Mazzone, G. (2021), "Dalla rappresentazione della vulnerabilità urbana – Il disegno di abachi grafici per il progetto | From the representation of urban vulnerability – The design of graphic abacuses for the project", in *Disegno*, n. 8, pp. 221-232. [Online] Available at: disegno.unioneitaliana.it/index.php/disegno/article/view/264 [Accessed 09 April 2022].

Hadjri, K. and Crozier, C. (2009), "Post-occupancy evaluation – Purpose, benefits and barriers", in *Facilities*, vol. 27, n. 1/2, pp. 21-33. [Online] Available at: doi.org/10.1108/02632770910923063 [Accessed 23 April 2022].

Larrère, C., Larrère, R. and Bouleau, R. (2016), "Les transitions écologiques à Cerisy", in *Natures Sciences Sociétés*, vol. 24, pp. 242-250. [Online] Available at: [Cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2016-3-page-242.htm](http:// Cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2016-3-page-242.htm) [Accessed 23 April 2022].

Leonardi, C. and Stagi, F. (1983), *L'Architettura degli Alberi*, Gabriele Mazzotta Editore.

Nowak, D. J. (2006), "Institutionalizing urban forestry as a 'biotechnology' to improve environmental quality", in *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 5, issue 2, pp. 93-100. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.ufug.2006.04.002 [Accessed 09 April 2022].

Nowak, D. J. and Crane, D. E. (2002), "Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA", in *Environmental Pollution*, vol. 116, issue 3, pp. 381-389. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7) [Accessed 09 April 2022].

Perini, K. (2013), *Progettare il verde in città – Una strategia per l'architettura sostenibile*, FrancoAngeli, Milano.

Pizzetti, I. (2006), *Naturale inclinazione*, Federico Motta Editore, Milano.

Veisten, K., Smyrnova, Y., Klæboe, R., Hornikx, M., Mosslemi, M. and Kang, J. (2012), "Valuation of green walls and green roofs as soundscape measures – Including monetised amenity values together with noise-attenuation values in a cost-benefit analysis of a green wall affecting courtyards", in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 9 issue 11, pp. 3770-3788. [Online] Available at: doi.org/10.3390/ijerph9113770 [Accessed 09 April 2022].

Viganò, P. (2020), "Abitare paesi, città e metropoli orizzontali", in *L'Industria delle Costruzioni*, n. 472, pp. 4-11.

Wong, T. and Brown, R. R. (2008), "Transitioning to Water Sensitive Cities – Ensuring Resilience through a New Hydro-Social Contract", in Ashley, R. (ed.), *11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK*, Iwa Publishing (CD Rom). [Online] Available at: [semanticscholar.org/paper/Transitioning-to-Water-Sensitive-Cities%3A-Historical-Brown-Keath/1ab8b49029ed54efc4e42c5a74d51b88624f02ff#paper-header](https://www.semanticscholar.org/paper/Transitioning-to-Water-Sensitive-Cities%3A-Historical-Brown-Keath/1ab8b49029ed54efc4e42c5a74d51b88624f02ff#paper-header) [Accessed 23 April 2022].

Yu, S., Yu, B., Song, W., Wu, B., Zhou, J., Huang, Y., Wu, J., Zhao, F. and Mao, W. (2016), "View-based greenery – A three-dimensional assessment of city buildings' green visibility using Floor Green View Index", in *Landscape and Urban Planning*, vol. 152, pp. 13-26. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.004 [Accessed 09 April 2022].

Zaffi, L. and D'Ostuni, M. (2020), "Città metaboliche del futuro – Fra Agricoltura e Architettura | Metabolic cities of the future – Between Agriculture and Architecture", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 82-93. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/882020 [Accessed 09 April 2022].