

GRATTACIELI E VEGETAZIONE

Una simbiosi inedita

SKYSCRAPERS AND GREENERY

An unprecedented symbiosis

Simona Talenti, Annarita Teodosio

ABSTRACT

Un adeguato uso delle risorse naturali, affiancato alla scelta di materiali innovativi e alla riduzione del consumo di fonti non rinnovabili, sempre più spesso contribuisce a rendere i grattacieli sostenibili. Anche in Italia si è diffusa la consuetudine di inserire elementi vegetali negli involucri, ai piedi, ai fianchi o all'interno di edifici alti. L'uso della vegetazione non riguarda solo le nuove realizzazioni, ma pure le riqualificazioni di torri esistenti, offrendo talvolta una possibilità di riscatto persino a manufatti che non presentano originali caratteri di grande pregio. Il greenery applicato ai grattacieli italiani però dovrebbe sollecitare interrogativi sulla effettiva sostenibilità ambientale, economica e sociale di queste soluzioni progettuali, che talvolta sembrano rispondere a mere istanze estetiche e ornamentali o a esigenze di marketing. Partendo dall'analisi di alcuni grattacieli italiani caratterizzati dalla presenza del verde, questo studio si propone di sottolineare le potenzialità e l'importanza dell'uso della vegetazione in una tipologia costruttiva, come quella dell'edificio alto, storicamente in contrapposizione con la natura, innescando una riflessione su criteri di intervento suscettibili di applicazioni anche a scale più vaste e differenziate.

An appropriate use of natural resources, combined with the choice of innovative materials and the reduction of the consumption of non-renewable sources, increasingly contribute to the sustainability of skyscrapers. Italy has also witnessed the growing custom of including green elements in tall buildings, in the envelopes, at the bases, sides or interiors. The use of vegetation not only concerns new constructions, but also the redevelopment of existing towers, sometimes offering a chance even to buildings that originally lack significant value. Greenery applied to Italian skyscrapers, however, should raise questions about the actual environmental, economic and social sustainability of these design solutions, which sometimes seem to respond to mere aesthetic and ornamental requirements or marketing demands. Through the analysis of certain Italian skyscrapers characterized by the presence of greenery, this study aims to underline the potential and the importance of the use of vegetation in the tall building, an architectural type historically in contrast with natural elements, triggering a reflection on intervention criteria susceptible of application also at wider and more differentiated scales.

KEYWORDS

grattacieli italiani, sostenibilità, vegetazione, parete verde, tetto giardino

Italian skyscrapers, sustainability, greenery, green wall, roof garden

Simona Talenti, Architect and PhD, is an Associate Professor of History of Architecture at the Department of Civil Engineering, University of Salerno (Italy). She carries out research activities mainly in the field of modern and contemporary architectural history and has participated in numerous international conferences. Mob. +39 339/64.02.386 | E-mail: stalenti@unisa.it

Annarita Teodosio, Architect and PhD, is a Research Fellow and Adjunct Professor of History of Architecture at the Department of Civil Engineering, University of Salerno (Italy). She carries out research activities in the field of history of architecture and urbanism and has been responsible for the organization of several exhibitions, conferences and seminars. Mob. +39 328/17.28.022 | E-mail: ateodosio@unisa.it

I giardini pensili di Babilonia, la torre trecentesca dei Giunigi a Lucca, le terrazze piantumate di Henri Sauvage, il verde sospeso nelle case a gradinate di Sant'Elia o nei toît terrasses di Le Corbusier, esemplificano la costante tensione verso una sinergia tra costruito e natura che ha scandito la storia dell'architettura fin dall'antichità. Se nel passato la vegetazione rivestiva le coperture essenzialmente con l'obiettivo di mitigare il microclima, a partire dal XX secolo essa intende anche sopperire parzialmente alla carenza di parchi urbani. Inoltre la consuetudine di inserire il greenery si è estesa progressivamente agli involucri, agli interni e agli spazi circostanti gli edifici (Bellini and Mocchi, 2017). Negli ultimi decenni questa tendenza riguarda anche le costruzioni che si sviluppano in altezza, di nuova realizzazione o oggetto di retrofitting. Sui grattacieli italiani tetti giardino, pareti vegetali e orti verticali sono diventati sempre più diffusi, testimoniando la ricerca di una sostenibilità non più legata esclusivamente all'utilizzo di materiali innovativi¹ o alla riduzione del consumo di fonti non rinnovabili, quanto piuttosto all'introduzione di risorse naturali, come il verde, che potrebbe costituire un'efficace strategia per ridurre l'inquinamento e migliorare il microclima oltre che l'aspetto estetico generale dell'intervento (Al-Kodmany, 2015; Pomeroy, 2013).

Nonostante l'attualità del tema e il crescente numero delle esperienze, ancora sporadiche sono le riflessioni teoriche. Difatti la letteratura che affronta l'interrelazione tra natura e architettura sembra focalizzarsi solo raramente sull'inverdimento degli edifici alti. Il saggio *Grattacieli e Giardini dello storico del paesaggio Michael Jakob* (2020) costituisce una delle rare eccezioni includendo nella panoramica internazionale sul verde nell'habitat urbano anche il Bosco Verticale di Boeri. Altri testi offrono ulteriori spunti di lettura e interpretazione: per Jason Pomeroy (2013), autore di *The Skycourt and Skygarden – Greening the Urban Habitat*, il regno urbano verticale creerebbe inediti spazi sociali nel cielo, mentre l'urbanista britannico Alan Simson (2020) elabora una visione utopica, la cosiddetta *Treetopia*, in cui gli alberi si dovrebbero appropriare dello scenario metropolitano conquistando spazi privati, pubblici ma anche gli stessi edifici residenziali.

Il presente studio intende contribuire a colmare queste lacune attraverso l'analisi puntuale di alcuni grattacieli italiani caratterizzati dall'elemento verde. L'originale punto di vista consente di sottolineare le potenzialità e l'importanza dell'uso della vegetazione anche in una tipologia costruttiva, come quella dell'edificio alto, storicamente in contrapposizione con la naturalità. Inoltre, i punti di forza e criticità, emersi dai diversi interventi sui grattacieli, potrebbero rivelarsi suscettibili di applicazioni a scale più vaste e differenziate.

Involucri verdi responsabili | A partire dalla fine del secolo scorso, la consuetudine di ricoprire le facciate degli edifici con la vegetazione ritorna in auge per assumere un crescente ruolo strategico nel contrastare il cambiamento climatico e tutelare le biodiversità (Comino, Molari and Dominici, 2021). Dopo alcune pionieristiche sperimentazioni degli anni Sessanta, certamente prive di una consapevolezza sul tema della sosteni-

nibilità, e l'esperienza del *Planeta* di Barcellona, una delle prime foreste urbane d'Europa realizzata nel 1978 dagli architetti Josep Maria Fargas ed Enric Tous e dal botanico Everest Muné (Sarfatti, 2020), l'invenzione negli anni Ottanta del mur végétal a firma del ricercatore francese Patrick Blanc (2008), segna una tappa importante nel percorso di naturalizzazione del costruito e modifica le modalità tecnologiche ed espressive dell'integrazione tra progettazione architettonica e verde. Come sostiene il creativo paesaggista parigino, questa soluzione fornisce l'opportunità di inserire inaspettate estensioni vegetali anche in contesti molto densi, dove l'intervento sull'orizzontalità, generalmente già congestionata, sarebbe altrimenti difficilmente concretizzabile (Aimar, 2016).

Negli ultimi anni, l'uso del verde verticale ha trovato una sempre più larga applicazione anche nel campo dei tall building, una tipologia architettonica ormai matura, quindi suscettibile di ulteriori declinazioni e pronta ad ammantarsi di nuove valenze anche ambientali (Jakob, 2020). Pertanto, alte pareti vegetali vanno imponendosi come valida alternativa ai più tradizionali involucri trasparenti di ispirazione americana, offrendo rinnovate percezioni degli skyline. Ma, a prescindere dagli innegabili significati estetici, queste nuove foreste metropolitane intendono innanzitutto assumere una posizione rilevante nell'ambito dell'ecologia urbana, contribuendo così anche a ricomporre l'atavica discrasia tra grattacieli e sostenibilità. Fra i tanti interventi, già realizzati o in corso, vanno ad esempio in questa direzione i progetti di Blanc in collaborazione con Jean Nouvel, come le torri del *One Central Park* (2010) di Sydney, che vantano il più grande muro vegetale al mondo e quelle de *Le Nouvel KLCC* (2016) di Kuala Lumpur, con ampie facciate che integrano vetro e vegetazione², o il *Bosco Verticale* (2009-2014) di Stefano Boeri a Milano, una «[...] nuova idea di grattacielo, in cui alberi ed umani convivono» (Menaldo, 2014), esempio iconico della simbiosi tra natura e artificio (Bozzola, 2011).

L'enorme quantità di calore generata dalla riflessione della luce solare sui rivestimenti in vetro, ceramica o metallo dei grattacieli di Abu Dhabi, visitata da Boeri nel 2007, ha probabilmente suggerito la soluzione adottata per i due celebri grattacieli milanesi caratterizzati invece da fronti vegetali (Fig. 1). I grandi terrazzi sfalsati a sbalzo ospitano oltre 100 specie arboree (800 alberi, 4.500 arbusti e circa 15.000 piante perenni o tappezzanti), opportunamente collocate in base all'esposizione dell'edificio (sempreverdi a sud, spoglianti a nord e ovest, con tonalità tenui a est), che rendono variabili e mutevoli i prospetti a seconda della stagione e del clima (Giacomella and Valagussa, 2015). L'equivalente di 30.000 mq di bosco e sottobosco è così concentrato su una superficie urbana di 3.000 mq per conseguire il raggiungimento di benefici ambientali (isolamento acustico e termico, filtraggio delle polveri sottili, incentivo alle biodiversità) e persino psicologici su chi ne fruisce, anche solo visivamente.

La scelta delle essenze, sapientemente selezionate dall'agronomo paesaggista Laura Gatti e pre-coltivate in una speciale nursery per abitarle a vivere in condizioni simili a quelle finali,

concilia esigenze botaniche e ingegneristiche: resistenza al vento (testata in un laboratorio di Miami) e ai parassiti, capacità di fissare micro polveri, possibilità di ancoraggio in sicurezza (Belleiri, 2012). La manutenzione della copiosa vegetazione ha reso inevitabile una gestione centralizzata: innovativi sistemi di monitoraggio dell'eco struttura permettono di rispondere ai reali fabbisogni idrici, differenziati in funzione dell'esposizione e delle altezze, mentre complessi impianti di irrigazione sono alimentati da acque riciclate piovane e grigie. Queste torri, «[...] rivestite non di vetro, ma di foglie, di piante, di arbusti, di alberi, di vita» (Menaldo, 2014), hanno ottenuto numerosi riconoscimenti anche in ambito internazionale, come l'*International Highrise Award* 2014, assegnato dal Museo dell'Architettura di Francoforte (DAM) al 'grattacielo più bello e innovativo del mondo' e nel 2019 sono state inserite dal CTBUH tra i 50 tall building più iconici degli ultimi 50 anni.

L'emblematica esperienza di Porta Nuova avvia una stagione creativa in cui l'interazione tra grattacieli e natura sembra diventare la cifra stilistica ineludibile di tutti gli interventi di Boeri. Come vincitore di un concorso internazionale bandito nel 2019 per la riqualificazione del Pirellino (1966), che lo vede accanto allo studio newyorkese Diller, Scofidio+Renfro – già ideatore dell'*High-Line* di New York – propone di affiancare agli edifici preesistenti una nuova Torre Botanica con una facciata ricoperta da 1.700 mq di vegetazione e pannelli fotovoltaici collocati nei parapetti dei balconi (Milan, 2021): un polmone verde, variabile nei colori a seconda delle stagioni e le fioriture, in grado annualmente di produrre 9 tonnellate di ossigeno e assorbirne 14 di CO₂ oltre che di provvedere al 65% del proprio fabbisogno energetico (Fig. 2).

Il progetto ripropone il concept del suo antesignano ma, come chiarisce lo stesso Architetto, «[...] se il Bosco verticale è un tentativo a tutti gli effetti di dimostrare che è possibile portare una popolazione di alberi, un vero e proprio bosco nel cielo della città, nella nuova torre abbiamo lavorato con un concetto analogo dal punto di vista della presenza del verde, ma ragionando più sulla tradizione del giardino all'italiana, sulla realizzazione di una presenza della natura vegetale più razionale, più legata al concetto di un orto botanico» (Barletta, 2021). L'involucro verde modella e caratterizza anche proposte più recenti. In un'area dismessa a ridosso del Naviglio Grande di Milano sorgerà entro il 2024 il *Bosco Navigli*, un grande edificio residenziale che ripropone gli ormai collaudati giardini pensili e terrazze (Gemme, 2021), mentre a Monza, tre nuovi boschi verticali, circondati da un parco urbano orizzontale di 4mila metri quadri (Fig. 3), trasformeranno un'ex area produttiva (Rossin, 2019).

Ma l'esperienza di Boeri rappresenta certamente un modello anche per altri progettisti che si cimentano nella costruzione di nuove torri milanesi – come quella del *Klima Hotel* (2012-14), con un alto giardino verticale (Ghiacci, 2013) o l'*Hotel Viu* (2014-17), in cui la vegetazione diventa un elemento compositivo che avvolge e caratterizza le testate (Scalco, 2017) – o nei retrofitting di quelle esistenti. Si pensi ad esempio alla proposta non realizzata elaborata dalla J.M. Schivo & Associati s.r.l. nel 2012 per la riqualifi-



Fig. 1 | Bosco Verticale in Milan, designed by Stefano Boeri, 2009 (credit: the Authors).

Fig. 2 | Pirellino redevelopment project in Milan, designed by Stefano Boeri with Diller, Scofidio+Renfro, 2019 (source: niiprogetti.it, 2022).

cazione del grattacielo Galfa (1956) di Melchiorre Bega, un importante simbolo della Milano degli anni Cinquanta che, pur nel rispetto dell'aspetto originario, offre una reinterpretazione ecosostenibile dell'edificio che prevede l'inserimento di una fascia verde verticale (Fig. 4) nel curtain-wall continuo in acciaio e vetro.³

L'idea dell'involucro green sembra raccogliere ampi consensi e offrire una possibilità di riscatto anche a edifici che non presentavano in origine caratteri di grande pregio. Una recente proposta (luglio 2021) di trasformazione di quattro torri residenziali nel 'nuovo bosco verticale' della periferia milanese (Fig. 5) prevede il rivestimento delle facciate con materiali naturali derivanti dagli scarti del riso e vegetazione e la collocazione sul tetto, oltre ai pannelli solari, di piccoli alberi, orti e giardini condivisi (Marcomin, 2021). Si tratta di un progetto unico nel suo genere, che darebbe una vita nuova agli edifici e migliore ai suoi abitanti, emblema di un concetto sempre più ampio di sostenibilità, che prescinde dai soli aspetti tecnici e tecnologici, tributando una cre-

scente attenzione al benessere dell'individuo e alla relazione tra natura e città.

Ma forse sarebbe opportuno chiedersi anche quanto la stereometria delle torri di Boeri, scandita dalla sovrapposizione di giardini pensili aggettanti, abbia influito sull'evoluzione tipologica dell'edificio alto, un tempo chiuso e compatto, ormai sempre più poroso e verde. Il concept della Torre milanese Solea (2013) di Caputo Partnership (Fig. 6), con il suo giardino d'inverno «[...] racchiuso in un prisma a sbalzo sulla città, ombreggiato da lamelle in vetri orientabili» (Coppa and Tencconi, 2015, p. 286) e spaziose logge su cui si aprono gli spazi residenziali, non è dissimile da quello adottato da Franco Purini a Roma per il suo Eurosky nel 2013 (Purini and Thermes, 2006). E pure nei più recenti progetti non ancora realizzati – come i Giardini d'inverno e la Torre Milano nel capoluogo lombardo, o la Torre Parko di Saronno, in cui la pervasività del verde che riaffiora nelle facciate rimanda alla natura che si era appropriata delle vecchie strutture industriali abbandonate che insistono sull'area (Mezzi, n.d.) – serre, terrazze e giardini rigogliosi in quota sembrano diventare un elemento imprescindibile e qualificante che attesta anche la progressiva tendenza alla privatizzazione del verde.

Con i suoi Boschi Verticali, l'Architetto dà impulso anche a una rinnovata concezione dell'architettura che si amplia alla scala globale (Zappa, n.d.). Negli ultimi anni il modello originario è stato replicato senza limiti geografici comprovando la sua flessibilità e adattabilità alle diverse variabili locali come il clima, la flora e la fauna. Le sempre più numerose Forest City progettate dal famoso studio milanese sembrano ormai configurarsi come la concretizzazione di quella Utopia degli Alberi teorizzata da Jakob (2020). Declinazioni del prototipo italiano si sono moltiplicate nel mondo includendo suggestioni molteplici e differenziate: dalla Cina (a Nanjing e Liuzhou, con 40mila alberi e un milione di piante; Fig. 7), in cui l'interesse per il tema è suffragato anche dalla pubblicazione *A Vertical Forest*, curata dalla sede locale dell'atelier di Boeri (Marzullo, 2017), all'Egitto dove si includono piante in grado di resistere alla siccità, dall'Albania, in cui si lavora con la macchia mediterranea, sino ai Paesi Bassi, ove l'inserimento di nidi di uccelli crea un presidio urbano di biodiversità.

E proprio la olandese Trudo Tower (2021) di Eindhoven, un complesso residenziale con dimore di piccole dimensioni e affitti calmierati rivolto a un'utenza popolare, rappresenta una innovativa e interessante ibridazione del modello milanese con l'edilizia economica (Fig. 8). La prefabbricazione, la riduzione degli aggetti in facciata, l'ottimizzazione delle risorse e il conseguente contenimento dei costi di costruzione, puntano alla convergenza di aspetti sociali ed ecologici dimostrando che il verde potrebbe essere un bene accessibile a tutti (Stefano Boeri Architetti, n.d.). Questa esperienza conferma l'estrema flessibilità del prototipo milanese, potenzialmente iterabile al di là di ogni limite geografico e culturale, palesandone anche la capacità di accogliere nuove sfide abitative-sociali.

Il verde dentro | La consuetudine di introdurre l'elemento vegetale anche all'interno degli edifici alti colloca le esperienze italiane nel solco della

tradizione avviata da Norman Foster negli anni Novanta del secolo scorso quando aveva realizzato a Francoforte il primo grattacielo ecologico del mondo (Egg, 1998; Fig. 9). L'architetto britannico, all'epoca sostenuto dal Partito dei Verdi della città tedesca, aveva infatti inserito una serie di giardini che salivano a spirale lungo l'altezza della nuova sede della Commerzbank (completata nel 1997), inaugurando l'opzione del 'verde di attraversamento' in seno a un edificio dalla spiccata verticalità. L'inserimento delle specie arboree in grado di fornire luce naturale, un'adeguata ventilazione ai luoghi di lavoro e di creare nuove piacevoli aree di sosta e di incontro per i dipendenti, ha trovato da allora un certo consenso tra i costruttori di grattacieli che hanno intravisto in questa soluzione green lo strumento non solo per dare un segnale di cambiamento ecologico, ma anche per attivare quel dialogo tra architettura e natura che da secoli costituisce una delle primarie ambizioni dei progettisti.

Inoltre, la presenza di questi spazi piantumati assume a volte anche una connotazione di sostenibilità sociale; non sono mancate, infatti, le riflessioni da parte degli architetti sui possibili vantaggi in termini di creazione di superfici a uso collettivo. Jason Pomeroy (2013) sottolinea come la tendenza alla privatizzazione degli spazi pubblici delle nostre città e l'indiscutibile scarsità di giardini e zone verdi, possano in qualche modo essere compensate dall'introduzione di questo nuovo green 'vertical urban design' accessibile all'intera comunità. Nonostante la sostenibilità energetica continui a costituire l'obiettivo più comunemente perseguito e più facilmente raggiungibile attraverso questa scelta progettuale dell'elemento vegetale interno al manufatto, alcuni ambiziosi tentativi di democratizzazione stanno aprendo la strada alla dimensione sociale.

La fitta rete vegetale che si dipana lungo tutta l'altezza della sede di Intesa Sanpaolo firmata da Renzo Piano a Torino (Fig. 10) o il ricorso al verde trasversale proposto da Mario Cucinella nella Torre Unipol a Milano (Fig. 11), sono esempi significativi di interazione tra cultura ambientale e tecnologia (Wood and Henry, 2016; Mario Cucinella Architects, 2017) che rispondono alle esigenze di termoregolazione e non solo. I due rinomati architetti italiani, seppur vincolati dalla destinazione d'uso e dal carattere privato del grattacielo, intendono incentivare la valenza pubblica dei giardini pensili e delle serre in sommità che diventano – come già collaudato nel caso torinese ultimato nel 2015 – delle vere e proprie piazze sospese sopra alla città (Piano and Roldano, 2017).

L'edificio progettato dall'architetto genovese è essenzialmente articolato attorno alla vegetazione che fa la sua comparsa nel giardino ipogeo per poi inerparsi, attraversando verticalmente l'intero manufatto, con piantumazioni rampicanti di tipo mediterraneo – con specie rare e inconsuete per attirare il pubblico – e per dare vita, in copertura, a una serra bioclimatica allestita su tre livelli (Fig. 12). Oltre a filtrare e modulare la luce naturale, il ruolo del verde traversante e del giardino sospeso del 35mo piano è quello di moderare la calura estiva e limitare le dispersioni termiche nella stagione invernale, quando le temperature interne riescono a rimanere al di sopra dello

zero; l'irraggiamento e l'adeguata ventilazione consentono invece di mantenere i locali asciutti.⁴

L'altro ambizioso e articolato esempio di ricorso a questa opzione green, ad oggi in corso di realizzazione, si trova all'interno del nuovo quartiere di Porta Nuova, a pochi passi da piazza Gae Aulenti (Mario Cucinella Architects, 2017). Le performance di sostenibilità «[...] in termini di funzionalità idraulica, risparmio idrico, gestione del terriccio e durabilità con bassa manutenzione» (Baggio, 2018, 25) si potenziano grazie alla funzione termoregolatrice del verde collocato all'interno del 'nido verticale'. Cucinella, uno degli architetti italiani più attenti alle tematiche energetiche e ambientali, concepisce questa vegetazione traversante come elemento atto non solo a impreziosire l'ambiente, ma a svolgere una funzione di 'polmone verde' in grado di ossigenare gli spazi interni. Anche la serra panoramica, non dissimile da quella concepita da Piano a Torino, dovrà permettere di controllare la temperatura senza ricorrere all'areazione artificiale, mentre la grande piazza al piano terra si propone come un grande giardino d'inverno aperto sulla città (Arsuffi, 2017).

L'intero progetto paesaggistico è stato ideato come una metafora della Divina Commedia, seguendo una narrazione inversa all'opera dantesca (Fig. 13): dal Paradiso dei piani bassi al Purgatorio dei livelli intermedi, fino all'Inferno della grande serra (Arsuffi, 2017). L'architetto Marilena Baggio, collaboratrice dello studio Cucinella, colloca alla base una macchia mediterranea 'paradisiaca', la trasforma in boscaglia tropicale per proporre infine, sulla sommità del grattacielo, un paesaggio arido e secco. L'ascesa verso l'Inferno corrisponde così a un significativo processo di desertificazione, dove colore, dimensione e forme delle differenti specie dovrebbero inoltre consentire al fruitore di localizzarsi più facilmente all'interno dell'ampio spazio verticale.

Ma il verde sembra costituire il filo rosso anche delle operazioni di retrofitting di alcuni edifici storici alti tra cui si segnala il recentissimo e significativo progetto di riqualificazione del Pirellino di Milano, ove la vegetazione non coprirà solamente la facciata della nuova torre in costruzione, ma farà la sua comparsa anche all'interno dell'edificio a ponte (Fig. 14) che ospiterà una serra pubblica caratterizzata da una grande varietà botanica di tipo mediterraneo⁵. Stefano Boeri, responsabile anche di questo intervento, ha chiarito il concept dell'operazione così: «Il nostro progetto riporta in vita un nobile edificio (l'ex Pirellino), propone una torre dove la Botanica si intreccia con l'architettura e inventa con il nuovo Ponte/Serra uno spazio verde aperto a tutta la città. In un periodo così difficile, questo progetto rilancia nel mondo la visione di una Milano che scommette sul futuro e affronta con coraggio le grandi sfide della crisi climatica».⁶

Anche la riqualificazione e la rimozione dell'amianto dalla Torre Galfa ha incoraggiato fin dal 2012 le ipotesi progettuali di alcuni architetti e del mondo accademico palesando una chiara propensione per il greenery. Nel 2014 il Prof. Del Curto (2015) aveva per esempio sollecitato i suoi studenti del Politecnico di Milano a elaborare alcune ipotesi di recupero di questa storica costruzione, conservandone le caratteristiche identitarie. Tra i progetti più originali si distingueva

proprio quello volto alla ri-naturalizzazione dell'edificio alto trasformato in una sorta di fattoria verticale; il tanto celebrato curtain-wall immaginato da Melchiorre Bega rimaneva in tal modo inalterato continuando a ricoprire la torre trasformata ad uso agricolo.⁷

Ma il raggiungimento di un adeguato livello di sostenibilità ambientale ed economica, sempre più frequente nelle operazioni di retrofitting di grattacieli o torri, sta recentemente sollecitando i progettisti a una riflessione anche sull'impatto urbano e sociale di tali manufatti. Questo nuovo interesse per la valenza civica del grattacielo procede spesso di pari passo con una inedita attenzione alla presenza del verde, che si traduce in piantumazioni ai piedi, ai fianchi degli edifici alti – oltre che, come si è visto – sui loro involucri. È il caso, per esempio, dell'intervento precursore sulle Torri Garibaldi in cui nuovi giardini pensili sono venuti a coprire i corpi bassi del basamento (Masera, 2010). Nel caso della Torre Sassetti 32, una costruzione degli anni Novanta del secolo scorso, il progetto di riqualificazione ha previsto invece la sistemazione dell'area adiacente dove sono state collocate specie vegetali dal ridotto fabbisogno idrico (Lombardini²², 2017).

Anche l'attacco a terra della Torre Galfa è stato recentemente oggetto di restyling (2016-2020). Maurice Kanah, dello studio milanese BG&K Associati, ha inserito un cubo vetrato che si affaccia sulla via di grande scorrimento verso la Stazione centrale e che alloggia l'ascensore per l'accesso al piano interrato, dove si trovano i parcheggi e una parte degli impianti originariamente ubicati negli ultimi piani; tale dislocamento ha permesso di creare un'ampia terrazza panoramica. Sul fronte nord-ovest, invece, è stato progettato un ingresso ipogeo che consente di accedere direttamente agli appartamenti, mentre vasche d'acqua, sedute di marmo e cespugli di bosso restituiscono alla collettività un luogo di passaggio ma anche una piccola area verde di sosta e d'incontro, recuperando una superficie che per anni era stata occupata da una banale stazione di servizio e permettendo di «[...] stabilire un contatto più forte con l'intorno urbano» (Modulo Board, 2018, p. 12).

L'idea di una riqualificazione sostenibile basata su una mobilità green e su una indiscutibile valorizzazione ambientale e urbana ha scandito anche i lavori sulla Torre Bonnet, un edificio degli anni Sessanta: l'area alla base del grattacielo è stata trasformata dallo studio londinese PLP Architecture tra 2017 e 2020 in uno spazio piacevole da vivere e da attraversare (Giovanna, 2018). Per la sistemazione della piazza la piantumazione prevista da alcune ipotesi progettuali iniziali ha lasciato il posto alla creazione di un nuovo edificio – denominato Podium – collocato al centro dello spazio pubblico e diventato il nuovo luogo di accesso, passaggio e incontro. Il miglioramento della qualità di vita di tutto il contesto urbano ha costituito l'obiettivo principale di questa riqualificazione che ha inteso creare una connessione pedonale tra piazza Gae Aulenti, corso Como e viale Pasubio e più in generale con il resto della città. I nuovi camminamenti rifiniti con pavimentazioni in pietra si sono rammagliati con quelli esistenti, mentre ulteriori aree verdi con specie vegetali autoctone hanno rafforzato questa ricerca di integrazione con l'intorno.⁸

Il progetto di riqualificazione della celebre Torre Velasca⁹, attualmente in corso e firmato da Paolo Asti, prevede anch'esso la rigenerazione urbana dell'intero quartiere migliorando l'accessibilità all'edificio attraverso la rimozione di barriere architettoniche e parcheggi e intervenendo sulla piazza omonima con l'inserimento di aree



Fig. 3 | The Three Vertical Woods project in the former industrial area of Viale Foscolo in Monza, designed by Stefano Boeri, 2021 (source: milano.corriere.it, 2022).

Fig. 4 | Retrofitting project of Galfa Tower in Milan, designed by J.M. Schivo & Associati s.r.l., 2012 (source: jmschivo.com, 2022).

Fig. 5 | Transformation project of four residential towers in the 'new vertical forest' of Milan suburbs designed by Tiziana Monterisi architect (source: milanosud.com, 2022).

verdi e spazi commerciali unicamente pedonali: «La rivedremo affacciarsi su una piazza pedonale, piena di dehor, ispirata ai massimi standard di sostenibilità ambientale» afferma Mario Abbadesse, Senior Managing Director & Country Head di Hines Italy (Savelli, 2021): questo intervento travalica i confini del singolo manufatto conferendo identità e appeal a quello che è stato fino ad ora un semplice spazio di attraversamento.



Fig. 6 | Solea Tower in Milan, designed by Caputo Partnership, 2013 (source: infobuild.it, 2022).

Fig. 7 | Nanjing Vertical Forest in Nanjing, designed by Stefano Boeri, 2021 (source: stefano-boeri-architetti.net, 2022).

Fig. 8 | Trudo Vertical Forest in Eindhoven, designed by Stefano Boeri, 2021 (source: dozen.com, 2022).

Anche il cosiddetto ‘attacco al cielo’, inizialmente deputato agli impianti tecnici è ormai sempre più spesso utilizzato, specialmente negli interventi di retrofitting, come luogo di socializzazione, ospitando terrazze e specie vegetali e puntando alla sostenibilità ambientale incentivata in parte anche dal riciclo delle acque. Oltre all’innalzamento di due piani, la riqualificazione della vecchia Torre Bonnet ha previsto la realizzazione di un belvedere in sommità, una scelta progettuale che accomuna molti altri interventi, come quello della Tirrena con il suo giardino pensile in copertura liberata dalle attrezzature, ora trasferite nei piani interrati; ampie vasche piantumate di ulivi si stagliano sul nuovo volume vetrato realizzato sul tetto, ma arretrato rispetto al filo stradale: un luogo di affaccio sulla città, oltre che un’area fruibile dal personale degli uffici della torre (Coppa, 2021). A questo spazio il progettista ha cercato di attribuire qualità particolari: la scelta di una pianta simbolica e secolare come l’ulivo viene opzionata, infatti, da Asti perché capace di veicolare un forte senso di pace e di eternità (Fig. 15).

Riflessioni conclusive | Tetti giardino, pareti verdi e orti verticali sono oggi resi possibili dal perfezionamento della tecnologia che ha definitivamente risolto le difficoltà legate alle infiltrazioni, all’umidità o ai danni provocati dalle radici delle piante collocate sulle coperture, rendendo la coltivazione del verde sulle sommità degli edifici (compresi quelli alti) un semplice problema di scelta dei materiali, del tipo di vegetazione (a piccolo o medio fusto) e delle tecniche di posa. Ma se l’inserimento delle piante in seno agli edifici a sviluppo verticale, siano essi di nuova edificazione o oggetti di retrofitting, rappresenta un’interessante strategia per mitigare le condizioni termiche degli ambienti, può rischiare di diventare anche un semplice virtuosismo ‘green’ non privo di criticità (Bellini and Mocchi, 2017). I costi del posizionamento delle piante, in alcuni casi significativamente pesanti come nella serra sommitale della sede Intesa Sanpaolo, per esempio, potrebbero sollevare degli interrogativi sulla reale sostenibilità dell’intervento.

La frequente presenza del verde anche ai piedi dei grattacieli milanesi riqualificati in questi ultimi anni sostanzia l’importanza che questi edifici alti possano rivestire nei rispettivi contesti di appartenenza e le infinite potenzialità di questa tipologia edilizia all’interno di ambiti sempre più ampi e molteplici. Al contempo, questo paradigma compositivo, senza alcun dubbio accattivante per le intrinseche qualità dell’elemento vegetale, potrebbe dare origine a situazioni urbane estranee al contesto storico. L’introduzione di piante, a volte, rischia infatti di stridere con i progetti originali o le configurazioni stratificate, come nel caso della piazza adiacente alla Velasca la cui superficie era tradizionalmente minerale. D’altronde, anche il cosiddetto ‘attacco al cielo’ non è esente dal rischio della banalizzazione dell’introduzione dell’elemento vegetale, divenendo in alcuni casi un semplice appeal oltre che una pura strategia commerciale e decretando l’illusoria fusione tra architettura e natura; anche gli ulivi collocati sulla Torre Tirrena non sembrano avere valenze ambientali, ma esclusivamente simboliche.

Il greenery applicato ai grattacieli italiani può contribuire a migliorare i requisiti ambientali dell’edificio e del suo intorno, tuttavia, non si dovrebbero inibire interrogativi sulla effettiva sostenibilità, anche economica e sociale, di queste soluzioni progettuali, che talvolta sembrano rispondere a mere istanze estetiche e ornamentali o a esigenze di marketing: rivestire le pareti dei grattacieli, infatti, non basta a equilibrare gli effetti di queste costruzioni sull’ambiente. Come recenti studi hanno evidenziato, gli edifici alti sono molto impattanti dal punto di vista delle emissioni e del ciclo di vita dei materiali (trasporti, costruzione, materiali, uso e decostruzione) e ciò non è compensato da un ridotto uso di suolo. Il Professor Francesco Pomponi, specialista sui temi della sostenibilità presso l’Università di Edinburgo, esprime ulteriori perplessità sulla collocazione delle specie arboree in altezza, sottolineando i vantaggi di una integrazione nel tessuto urbano orizzontale (Talignani, 2021). Anche il docente della Leeds Beckett University Alan Simson, sottolinea il rischio di queste operazioni green che possono trasformarsi in semplici interventi scenografici o ‘ripensamenti cosmetici’, piuttosto che essere introiettati nella ‘infrastruttura critica’ della città (Sarfatti, 2020).

Dubbi sui reali impatti delle torri di Boeri o della sede Intesa Sanpaolo potrebbero riguardare la fase di costruzione, così come quelle di gestione e manutenzione; secondo Jakob (2020), per esempio, il Bosco Verticale sarebbe un ‘life style building’, cioè l’espressione iconica di un’architettura che va vista e ammirata a priori, solo un ‘dressing’ temporaneo superficiale e costoso. Un’ulteriore criticità, a nostro avviso, scaturisce dall’approccio elitario di alcuni progetti – da quelli di Boeri, alla torre milanese Solea o all’Eurosky di Purini a Roma – che traslano il verde dagli spazi pubblici e condivisi a quelli privati ed esclusivi svuotandolo del suo ruolo sociale e trasformandolo in una patina superficiale e costosa per attirare facoltosi acquirenti.

Nonostante ciò, l’inclusione di vegetazione, anche nel caso di edifici alti, sarebbe una finalità da raggiungere quanto mai opportuna e indifferibile, ancor di più alla luce delle mutate abitudini di vita derivanti dall’emergenza sanitaria in corso. Il verde, collocato sulle ampie superfici interne ed esterne, orizzontali e verticali dei grattacieli, potrebbe infatti instaurare una simbiosi inedita con l’architettura verticale, contribuendo al raggiungimento di una effettiva sostenibilità, purché inteso nei suoi aspetti reali e sostanziali e non come una banale patina superficiale.

The constant tension towards a synergy between building and nature that has marked the history of architecture since ancient times is exemplified by the hanging gardens of Babylon, the fourteenth-century tower of the Giunigi in Lucca, the planted terraces of Henri Sauvage and the suspended greenery in the terraced buildings of Sant’Elia or the toit-terrasse of Le Corbusier. If, in the past, vegetation covered the roofs mainly with the aim of mitigating the microclimate, starting from the twentieth century, it also intended to partially compensate for the lack of urban parks. Moreover, the custom of including greenery has pro-

gressively extended to the envelopes, interiors and spaces surrounding buildings (Bellini and Mocchi, 2017). In recent decades, this trend also concerns buildings that develop vertically, whether newly built or object of renovation. Roof gardens, walls covered in vegetation and vertical gardens have become more and more widespread in Italian skyscrapers, a testament to the search for sustainability no longer exclusively linked to the use of innovative materials¹ or the reduction in consumption of non-renewable sources, but rather to the introduction of natural resources, such as greenery, which could be an effective strategy to reduce pollution and improve the microclimate, as well as the general aesthetic of the intervention (Al-Kodmany, 2015; Pomeroy, 2013).

Despite the current relevance of the topic and the growing number of experiments, theoretical observations remain rare. In fact, the literature dealing with the interrelation between nature and architecture seems to seldom focus on the greening of tall buildings. Skyscrapers and Gardens by landscape historian Michael Jakob (2020) is one of the rare exceptions and includes Boeri's Vertical Forest in the international overview on greenery in the urban habitat. Other texts offer further insights and interpretations: for Jason Pomeroy (2013), author of *The Skycourt and Skygarden – Greening the Urban Habitat*, the vertical urban kingdom creates new social spaces in the sky, while the British urban designer Alan Simson (2020) elaborates a utopian vision, the so-called Treetopia, in which trees supposedly take over the metropolitan scenario, conquering private and public spaces but also the very same residential buildings.

This study aims to contribute to filling these gaps through a precise analysis of certain Italian skyscrapers characterized by the green element. This original point of view emphasizes the potential and importance of the use of vegetation even in the tall building, an architectural type historically in contrast with the natural environment. Furthermore, the strengths and weaknesses that have emerged from the various interventions on skyscrapers could be applicable at larger and more differentiated scales.

Responsive Green Envelopes | Since the end of the last century, the custom of covering the facades of buildings with greenery has been regaining popularity and assuming an increasing strategic role in combating climate change and protecting biodiversity (Comino, Molari and Dominici, 2021). Innovative experiments were carried out in the 1960s; however, these lacked awareness of the issue of sustainability. In 1978, architects Josep Maria Fargas and Enric Tous and botanist Everest Munné created Barcelona's Planeta, one of the first urban forests in Europe (Sarfatti, 2020). Following these, the 1980s invention of the mur végétal by French researcher Patrick Blanc (2008) marks an important milestone in the path of naturalization of the built environment, and changes the technical and expressive modes of integration between architectural design and greenery. This solution, according to the creative Parisian landscape designer, provides the opportunity to include unexpected green areas even in very dense contexts, where intervention on the generally already congested

horizontality would otherwise be difficult to achieve (Aimar, 2016).

In recent years, the use of vertical greenery has found an increasingly wide application in the field of tall buildings, a now well-established architectural type therefore susceptible to further variations, and ready to take on new values, such as environmental ones (Jakob, 2020). Therefore, high green walls are becoming a valid alternative to the more traditional American-inspired transparent envelopes, offering a renewed perception of the skylines. However, apart from their undeniable aesthetic significance, these new metropolitan forests intend above all to assume a relevant position in the context of urban ecology, thus also contributing to recomposing the ancestral dichotomy between skyscraper and sustainability. This direction is exemplified, among the many completed or ongoing interventions, in Blanc's projects in collaboration with Jean Nouvel, such as the towers of One Central Park (2010) in Sydney, which boast the largest green wall in the world, and those of Le Nouvel KLCC (2016) in Kuala Lumpur, with large facades that integrate glass and vegetation², or in the Stefano Boeri's Vertical Forest (2009-2014) in Milan, a new idea of skyscraper, in which trees and humans coexist (Menaldo, 2014), an iconic example of the symbiosis between nature and artifice (Bozzola, 2011).

The enormous amount of heat generated by the reflection of sunlight on the glass, ceramic or metal panelling of the Abu Dhabi skyscrapers, visited by Boeri in 2007, probably inspired the solution for the two famous Milanese skyscrapers characterized instead by green facades (Fig. 1). The large overhanging staggered terraces host more than 100 tree species (800 trees, 4,500 shrubs, and about 15,000 perennials or ground cover plants), appropriately placed according to the building's exposure (evergreen to the south, bare to the north and west, muted tones to the east). This makes the elevations variable and changeable depending on the season and climate (Giacomella and Valagussa, 2015). The equivalent of 30,000 square meters of forest and undergrowth is thus concentrated on an urban area of 3,000 square meters in order to achieve both environmental benefits (acoustic and thermal insulation, filtering of particulate matter, incentive to biodiversity), as well as psychological ones, even if only visual, for the users.

The choice of the species, wisely selected by landscape agronomist Laura Gatti and pre-cultivated in a special nursery with the aim of customizing the plants to living conditions similar to the final ones, reconciles botanical and engineering needs: resistance to wind (tested in a laboratory in Miami) and parasites, ability to hold micro-dust, possibility of safe anchoring (Belleri, 2012). Maintaining the abundant vegetation has made centralized management inevitable: innovative eco-structure monitoring systems are used to respond to actual water needs, differentiated according to exposure and heights, while complex irrigation systems are fed by recycled rainwater and greywater. These towers, clad not in glass, but leaves, plants, shrubs, trees and life (Menaldo, 2014), have also won numerous international awards, such as the International High-rise Award 2014, assigned by the Deutsches Architekturmuseum in Frankfurt (DAM) to the 'most



Fig. 9 | Commerzbank Tower in Frankfurt, designed by Norman Forster, 1997 (source: idealista.it, 2022).

Fig. 10 | Intesa Sanpaolo in Turin, designed by Renzo Piano, 2015: Section of the upper floors (source: plata formaarquitectura.cl, 2022).

beautiful and innovative skyscraper in the world'. In 2019, CTBUH also included these skyscrapers among the 50 most iconic tall buildings of the last 50 years.

The emblematic experience of Porta Nuova births a creative season in which the interaction between skyscrapers and nature appears to be the inescapable stylistic feature in all of Boeri's interventions. As the winner of the 2019 international competition for the renovation of the Pirellino (1966), which sees him working in collaboration with New York studio Diller, Scofidio+Renfro – already designer of the New York High Line – he proposes to place, alongside the pre-existing buildings, a new Botanical Tower with a facade covered by 1700 square meters of vegetation and photovoltaic panels located in the parapets of the balconies (Milan, 2021): a green lung, variable in colour depending on the seasons and the blooms, able to produce 9 tons of oxygen and absorb 14 tons of CO₂ each year, as well as generating 65% of its own energy needs (Fig. 2).

The project reiterates the concept introduced by its forerunner. However, as the architect himself clarifies, if the Vertical Forest is an attempt to demonstrate that it is possible to bring a population of trees, a real forest, into the sky of the city, a similar idea in terms of greenery has been applied to the new Botanical Tower, however focusing more on the tradition of the Italian garden and the rational presence of natural elements, strongly linked to the concept of a botanical garden (Barletta, 2021). The green envelope also shapes and characterizes more recent projects. The Bosconavigli, a large residential building that re-proposes the tried and tested hanging gardens and terraces, will rise in a disused area near the Naviglio Grande in Milan by 2024. In Monza, three new vertical woods surrounded by a hori-

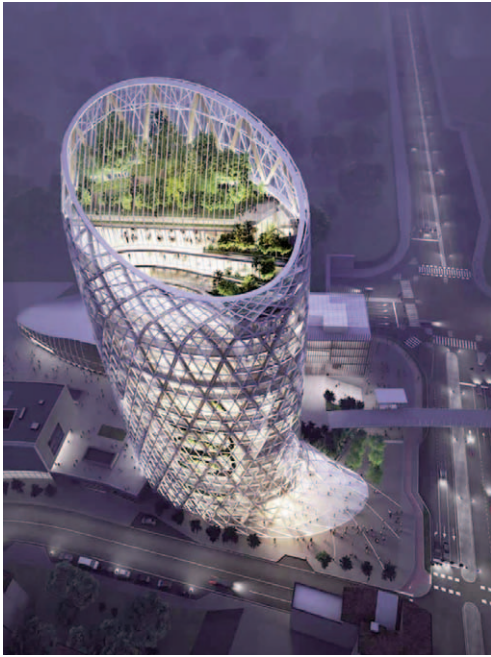


Fig. 11 | Unipol Tower 'vertical nest' in Milan, designed by Mario Cucinella, 2016: View of the model (source: blog. urbanfile.org, 2022).

Fig. 12 | Intesa Sanpaolo in Turin, designed by Renzo Piano, 2015: Detail of the bioclimatic greenhouse (source: Piano and Rolando, 2017).

zontal urban park of 4,000 square meters (Fig. 3), will transform a former manufacturing area (Rossin, 2019).

Nonetheless, Boeri's experiment certainly represents a model for other designers who try their hand at building new towers in Milan – such as the Klima Hotel (2012-14), featuring a tall vertical garden (Ghiacci, 2013) or the Hotel Viu (2014-17), in which vegetation becomes a compositional element that wraps and characterizes the headboards (Scalco, 2017) – or in the renovation of existing ones. One example is the unbuilt proposal designed by J. M. Schivo & Associati s.r.l. in 2012 for the retrofitting of the Galfa Tower (1956) by

Melchiorre Bega, an important symbol of 1950s Milan, which, while respecting the original appearance, offers an eco-sustainable reinterpretation of the building that envisages the inclusion of a vertical green belt (Fig. 4) in the continuous steel and glass curtain-wall.³

The idea of the green envelope seems to be widely accepted, offering a chance even to buildings that originally lacked significant value. A recent proposal (July 2021) for the transformation of four residential towers into a 'new vertical forest' located on the outskirts of Milan (Fig. 5) envisages covering the facades with natural materials derived from rice waste and vegetation, and placing small trees, vegetable patches and shared gardens on the roof, in addition to solar panels (Marcomin, 2021). This project is unique in its kind and would give a new life to the buildings and a better one to its inhabitants. It is an emblem of an increasingly broader concept of sustainability, which disregards the mere technical and technological aspects, however, paying increasing attention to the well-being of the individual and the relationship between nature and the city.

Perhaps it would also be appropriate to ask how much the stereometry of Boeri's towers, punctuated by the overlapping of projecting roof gardens, has influenced the typological evolution of the tall building, once closed and compact, now increasingly porous and green. The concept of Caputo Partnership's Solea Tower (2013) in Milan (Fig. 6), with its winter garden enclosed in a prism overlooking the city, shaded by adjustable glass panes (Coppa and Tenconi, 2015) and spacious loggias onto which residential spaces open, is not dissimilar to that adopted by Franco Purini in Rome for his Eurosky in 2013 (Purini and Thermes, 2006). Even in the most recent, yet to be completed, projects – such as the Winter Gardens and the Torre Milano located in the Lombardy capital, or the Torre Parko in Saronno, in which the pervasiveness of the greenery that reappears in the facades recalls the nature that had appropriated the old abandoned industrial structures in the area (Mezzi, n.d.) – greenhouses, terraces and lush gardens at high altitudes seem to become an essential and qualifying element that also attests to the progressive trend towards the privatization of greenery.

With his Vertical Forests, the Architect also provides the impulse for a renewed conception of architecture that expands to a global scale (Zappa, n.d.). In recent years the original model has been replicated without geographical limits, proving its flexibility and adaptability to different local variables such as climate, flora and fauna. The increasing number of Forest Cities designed by the renowned Boeri Architecture Studio now seems to be the fulfilment of the Treetopia theorized by Jakob (2020). Variations of the Italian prototype have multiplied around the world, including many different and diversified suggestions: from China (in Nanjing and Liuzhou, with 40 thousand trees and one million plants; Fig. 7), where the interest in the topic is also supported by the publication *A Vertical Forest*, edited by the local branch of Boeri's Studio (Marzullo, 2017), to Egypt where plants capable of resisting drought are included; from Albania, where work focuses on the Mediterranean scrub, to the Netherlands, where the in-

clusion of bird nests creates an urban centre of biodiversity.

The Dutch Trudo Tower (2021) in Eindhoven, a residential complex with small dwellings and subsidized rents aimed at low-income users, represents an innovative and interesting hybridization of the Milanese model with affordable housing (Fig. 8). The prefabrication, the reduction of overhangs in the facade, the optimization of resources and the consequent containment of construction costs, point to the convergence of social and ecological aspects, demonstrating that greenery could be an accessible asset for everyone (Stefano Boeri Architetti, n.d.). This experiment confirms the extreme flexibility of the Milanese prototype, potentially repeatable beyond any geographic and cultural limit, proving its ability to accommodate new housing and social challenges.

Green Interiors | The custom of introducing the green element also in the interior of tall buildings places the Italian experiments in the wake of the tradition started by Norman Foster in the 1990s, when he created the first ecological skyscraper in the world in Frankfurt (Egg, 1998; Fig. 9). The British architect, supported at the time by the Green Party of the German city, had in fact introduced a series of gardens that spiralled upwards along the height of the new Commerzbank headquarters (completed in 1997), thereby inaugurating the option of 'passage greenery' within a distinctly vertically oriented building. The inclusion of tree species, capable of providing natural light and adequate ventilation to the workplaces and of creating new pleasant areas for employees to rest and meet, has since then found a certain consensus among skyscraper designers, who have seen this green solution as the tool to give a signal of ecological change, but also to activate a dialogue between architecture and nature. This dialogue has been one of the primary ambitions of architects for centuries.

Moreover, the presence of these green spaces sometimes takes on a connotation of social sustainability. In fact, many architects have reflected on the possible advantages in terms of creating surfaces for collective use. Jason Pomeroy (2013) highlights how the tendency to privatize public spaces in our cities and the unquestionable scarcity of gardens and green areas can somehow be compensated by the introduction of this new green 'vertical urban design', accessible to the whole community. Although sustainable energy continues to be the most commonly pursued objective and is also more easily achievable by including the green element as a design choice within the building, some ambitious attempts at democratization are opening the way to a social dimension.

The dense vegetation that unfolds along the entire height of the Intesa Sanpaolo headquarters designed by Renzo Piano in Turin (Fig. 10) or the use of transversal greenery proposed by Mario Cucinella in the Unipol Tower in Milan (Fig. 11), are significant examples of interaction between environmental culture and technology (Wood and Henry, 2016; Mario Cucinella Architects, 2017) that respond to more needs than that of thermoregulation. The two renowned Italian architects, although constrained by the purpose of

use and private character of the skyscraper, intend to encourage the public value of the hanging gardens and greenhouses at the top that become – as already proven in the mentioned Turin example completed in 2015 – actual squares suspended above the city (Piano and Rolando, 2017).

The building designed by the Genoese architect is essentially articulated around the vegetation that makes its appearance in the underground garden and then moves upwards, vertically crossing the entire building, with Mediterranean type climbing plants – rare and unusual species to attract the public – and to give life, on the roof, to a bioclimatic greenhouse set up on three levels (Fig. 12). In addition to filtering and modulating natural light, the role of the traversing greenery and the suspended garden on the 35th floor is to moderate high summer temperatures and limit heat loss in the winter season, when indoor temperatures manage to stay above zero. In contrast, irradiation and adequate ventilation keep the premises dry.⁴

The other ambitious and articulated example of this green option, currently ongoing, is located within the new Porta Nuova district, a few steps from Piazza Gae Aulenti (Mario Cucinella Architects, 2017). The sustainability performance in terms of hydraulic functionality, water-saving, topsoil management and durability with low maintenance (Baggio, 2018, 25) is enhanced by the thermoregulating function of the green placed inside the ‘vertical nest’. Cucinella, one of the Italian architects most concerned with energy and environmental issues, envisions this traversing vegetation as an element that not only can embellish the environment but also acts as a ‘green lung’ able to oxygenate interior spaces. Even the panoramic greenhouse, similar to Piano’s in Turin, should allow for temperature control without the need to resort to artificial ventilation, while the ample square on the ground floor serves as a large winter garden open to the city (Arsuffi, 2017).

The entire landscape project was conceived as a metaphor of the Divine Comedy, following an inverse narrative to Dante’s work (Fig. 13): from the Paradise of the lower floors to the Purgatory at intermediate levels, up to the Hell of the large greenhouse (Arsuffi, 2017). Architect Marilena Baggio, who collaborated with the Cucinella Studio, places a ‘paradisical’ Mediterranean scrub at the base, transforming it into the tropical bush and finally presenting an arid and dry landscape at the top of the skyscraper. The ascent towards Hell thus corresponds to a significant process of desertification, where colour, size and shape of the different species should also allow the user to locate himself more easily within the large vertical space.

However, greenery seems to be the common theme also in the retrofitting operations of some tall historical buildings, among which the extremely recent and significant redevelopment of the Pirellino in Milan, where vegetation will not only cover the facade of the new tower under construction but will also appear inside the bridge-building (Fig. 14) that will host a public greenhouse characterized by a great variety of Mediterranean-type plants⁵. Stefano Boeri, designer of this intervention as well, conceptualized the project as

a process that will bring this noble building back to life (the former Pirellino), proposing a tower where botany and architecture intertwine and creating, with the new Bridge/Greenhouse, a green space open to the whole city. A project which, in such a difficult period, proves to the world that Milan is a city which bets on the future and courageously faces the difficult challenge of the climate crisis.⁶

Since 2012, the removal of asbestos from the Galfa Tower has also encouraged design hypotheses of renovation from several architects and academics, revealing a clear inclination towards greenery. In 2014, Prof. Del Curto (2015) for example, urged his students of the Milan Polytechnic to develop suggestions for the recovery of this historic building, preserving its identifying characteristics. Among the most original projects, the one aimed at the re-naturalization of the high-rise transformed into a sort of vertical farm stood out; the much-celebrated curtain-wall imagined by Melchiorre Bega remained in this way unaltered, continuing to cover the tower transformed for agricultural use.⁷

However, the achievement of an adequate level of environmental and economic sustainability, which is increasingly frequent in the retrofitting of skyscrapers or towers, has recently prompted designers to reflect on the urban and social impact of such buildings. This new interest in the civic value of skyscrapers often goes hand in hand with unprecedented attention to the presence of greenery, which translates into the introduction of vegetation at the base and sides of tall buildings – as well as, as we have seen – on their envelopes. This is the case, for example, of the precursor intervention on the Garibaldi Towers in which new hanging gardens covered the low bodies of the base (Matera, 2010). The Torre Sasseti 32 renovation project for the Torre Sasseti 32, a 1990s construction, envisaged the arrangement of the adjacent area where plant species with reduced water needs were placed (Lombardini22, 2017).

The ground attachment of the Galfa Tower has also recently undergone retrofitting (2016-2020). Maurice Kanah, from the Milanese Studio BG&K Associati, inserted a glazed cube that overlooks the main arterial road towards Central Station and houses the elevator for access to the basement, where the parking lots and part of the facilities originally situated on the top floors are now located. This displacement enabled the creation of a large panoramic terrace. Conversely, on the north-west front, an underground entrance has been designed to allow direct access to the apartments, while water tanks, marble seats and boxwood bushes give back to the community a place of passage but also a small green area for rest and meeting, recovering a surface that for years had been occupied by a commonplace gas station and allowing for the establishment of a stronger contact with the urban surroundings (Modulo Board, 2018).

The idea of a sustainable renovation based on green mobility and unquestionable environmental and urban enhancement also marked the work on the Bonnet Tower, a building from the 1960s. The area at the base of the skyscraper was transformed by the London-based firm PLP Architecture between 2017 and 2020 into a space that is pleasant to live in and walk through (Gio-

vanna, 2018). Regarding the renewal of the square, the planting foreseen by some initial design hypotheses has been replaced by the creation of a new building – known as the Podium – located in the centre of the public space, which has become the new location for access, passage and meeting. Improving the quality of life of the entire

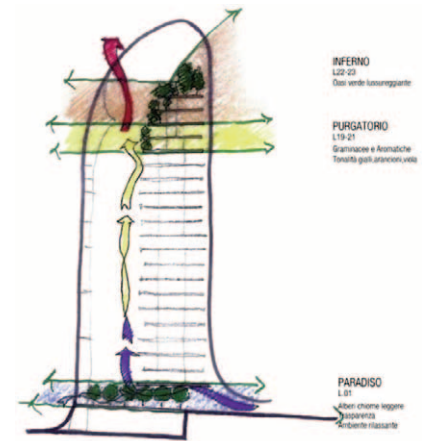


Fig. 13 | Unipol Tower ‘vertical nest’ in Milan, designed by Mario Cucinella, 2016: Green project designed by Marilena Baggio (source: blog.urbanfile.org, 2022).

Fig. 14 | Pirellino redevelopment project in Milan, designed by Stefano Boeri with Diller, Scofidio+Renfro, 2019: Detail of the bridge-building (source: gambero-rosso.it, 2022).

Fig. 15 | Retrofitting of the facade of the Torre Tirrena in Milan, designed by Paolo Asti, 2021 (credit: the Authors, 2022).

urban context has been the main objective of this redevelopment that has sought to create a pedestrian connection between Piazza Gae Aulenti, Corso Como and Viale Pasubio, and more generally with the rest of the city. The new walkways trimmed with stone pavements have mingled with the existing ones, while additional green areas featuring native plant species have reinforced this quest for integration with the surroundings.⁸

The renovation of the famous Torre Velasca⁹, currently underway and signed by Paolo Asti, also envisages the urban redevelopment of the entire district by improving accessibility to the building through the removal of architectural barriers and parking spaces, and by intervening on the eponymous square with the insertion of green areas and pedestrian-only commercial spaces. Mario Abbadessa, Senior Managing Director & Country Head of Hines Italy states that the tower will once again face a pedestrian square, rich in *dehors* and inspired by the highest standards of environmental sustainability (Savelli, 2021). This intervention stretches beyond the boundaries of the single building, giving identity and appeal to what was until now a simple crossing space.

Even the connection to the sky, initially dedicated to technical systems, is now increasingly used, especially in redevelopment interventions, as a place of socialization, hosting terraces and plant species and aiming at environmental sustainability, partly supported by water recycling. In addition to the two-story elevation, the retrofitting of the old Bonnet Tower has envisaged the creation of a *belvedere* at the top, a design choice that unites many other interventions, such as that of the Tirrena Tower, with its rooftop garden freed from the equipment, now moved to the basement. Large basins planted with olive trees stand out on the new glass volume built on the roof but withdrawn from the street level: a place to overlook the city, as well as an area usable by the staff of the tower offices (Coppa, 2021). The designer has clearly tried to attribute specific qualities to this space: a symbolic and secular plant such as the olive tree is chosen to convey a strong sense of peace and eternity (Fig. 15).

Conclusions | Roof gardens, green walls and vertical gardens are now possible thanks to the technological improvements that have permanently overcome the difficulties related to infiltration, moisture or damage caused by the roots of plants placed on roofs, making the cultivation of green on the tops of buildings (including high-

rises) a simple problem of choice of materials, type of vegetation (small or medium stem) and installation techniques. However, if the introduction of greenery within vertically developed buildings, whether newly built or objects of retrofitting, represents an interesting strategy to mitigate environmental thermal conditions, it also runs the risk of becoming a simple 'green' virtuous act, not without criticalities (Bellini and Mocchi, 2017). The (sometimes significant) costs of plant placement, as is for example the case with the rooftop greenhouse of the Intesa Sanpaolo headquarters, could raise questions about the effective sustainability of the intervention.

The frequent presence of vegetation at the foot of recently renovated Milanese skyscrapers substantiates the importance that these skyscrapers can have in their respective contexts, as well as the infinite potential of this type of building in increasingly large and multiple areas. At the same time, this compositional paradigm, undoubtedly captivating for the intrinsic qualities of the green element, could create urban situations alien to the historical context. The introduction of vegetation may sometimes be at risk of clashing with the original projects or the stratified configurations, as is the case with the square adjacent to the Velasca, whose surface was traditionally mineral. On the other hand, even the connection to the sky is not exempt from the risk of trivializing the introduction of the plant element, in some cases taking on the role of simple appeal, as well as a mere commercial strategy, creating a deceptive fusion between architecture and nature. Even the olive trees placed on the Tirrena Tower seem to only possess symbolic value, rather than environmental.

Greenery applied to Italian skyscrapers can contribute to improving the environmental requirements of the building and its surroundings. However, questions regarding the effective economic and social sustainability of these design solutions, which sometimes appear to respond to mere aesthetic, ornamental or marketing demands, should not be withheld. Covering the walls of skyscrapers, in fact, is not enough to balance the effects of these buildings on the environment. As recent studies have shown, high-rises are very impactful from an emissions and materials lifecycle perspective (transportation, construction, materials, use, and deconstruction) and this is not offset by reduced land use. Professor Francesco Pomponi, a specialist on sustainability issues at the University of Edinburgh, expresses further concerns regarding the vertical placement of tree

species, emphasizing the benefits of integration into the horizontal urban fabric (Talignani, 2021). Leeds Beckett University Professor Alan Simson also warns that these green operations can turn into simple scenic interventions or 'cosmetic redesigns', rather than being introjected into the 'critical infrastructure' of the city (Sarfatti, 2020).

There could be doubts regarding the real impacts of the construction phase of Boeri's towers or Intesa Sanpaolo's headquarters, as well as concerning the administration and maintenance of the buildings. According to Jakob (2020), for example, the Vertical Forest is a 'lifestyle building', i.e. the iconic expression of an architecture to be seen and admired at first glance, nothing but a superficial and expensive contemporary 'dressing'. A further critical issue, in our opinion, arises from the elitist approach of some projects – from Boeri's designs to the Solea Tower in Milan or Purini's Eurosky in Rome – that shift greenery from public and shared spaces to private and exclusive ones, stripping it of its social role and turning it into a superficial and expensive patina to attract wealthy buyers.

Nevertheless, the inclusion of vegetation, even in the case of tall buildings, represents an extremely advisable and urgent goal, even more so in light of the lifestyle changes resulting from the current health emergency. Greenery, placed on the large internal and external, horizontal and vertical surfaces of skyscrapers, could in fact establish an unprecedented symbiosis with vertical architecture, contributing to the achievement of effective sustainability, if understood in its concrete and substantial aspects and not as a trivial surface patina.

Acknowledgements

This paper is the result of a shared reflection of the Authors. Nevertheless, the paragraph 'Green Interiors' is to be attributed to S. Talenti and the paragraph 'Responsive Green Envelopes' to A. Teodosio.

Notes

1) Among the innovative materials on which recent studies and research are focusing, particularly significant is the experience carried out with Phase-Change Materials (Scalisi, 2021).

2) For more information on Patrick Blanc's Vertical Garden, visit the webpage: verticalgardenpatrickblanc.com [Accessed 22 March 2022].

3) For more information on the Galfa Tower retrofitting, visit the webpage: jmschivo.com/schivo-architects-selected-projects/schivo-architects-projects/item/68-restyling-galfa-tower.html [Accessed 22 March 2022].

4) For more information about Renzo Piano's Intesa Sanpaolo Tower, visit the webpage: ioarch.it/la-citt-verticale/ [Accessed 22 March 2022].

5) For more information about the renovation project of the 'Pirellino' in Milan, visit the webpage: casaclima.com/mb/progetti/riqualificazioni/ar_43764_proget-

to-riqualificazione-pirellino-milano-coima.html [Accessed 22 March 2022].

6) The text is extracted from an interview published on the web page: archiportale.com/news/2021/01/architettura/milano-la-nuova-vita-green-dell-ex-pirellino_80758_3.html [Accessed 22 March 2022].

7) On the topic of integration of production systems within vertical architectures see the essay by Zaffi and d'Ostuni (2020).

8) For more information see the Brochure of the Corso Como Place project (by COIMA Real Estate, Milan) on the webpage: downloads.ctfassets.net/nbdg04tkaj3q/1gcXr7IMPbtT1b8VQmo3f7e565f6d5f1a3373e9f38a91

f0d70ea7/Coima_Bonnet_brochure.pdf [Accessed 22 March 2022].

9) For more information on the new Torre Velasca in Milan, visit the webpage: niiprogetti.it/la-nuova-torre-velasca-di-milano/?doing_wp_cron=1628880449.0853500366210937500000 [Accessed 22 March 2022].

References

- Aimar, F. (2016), “Patrick Blanc – Io botanico, so cosa fare con le piante (gli architetti no)”, in *Teckoring*, 28/01/2016. [Online] Available at: teckoring.com/news/progettazione/patrick-blanc-io-botanico-so-cosa-fare-con-le-piante-gli-architetti-no/ [Accessed 22 March 2022].
- Al-Kodmany, K. (2015), *Eco-Towers – Sustainable Cities in the Sky*, WIT Press, Southampton.
- Arsuffi, R. (2017), “Milano | Porta Nuova – Torre Unipol – Novità sul verde nella torre”, in *Urbanfile*, 28/06/2017. [Online] Available at: blog.urbanfile.org/2017/06/28/milano-porta-nuova-torre-unipol-novita-sul-verde-nella-torre/ [Accessed 12 April 2022].
- Baggio, M. (2018), “23 piani di verde”, in *Il Giardiniere*, n. 12, pp. 22-25. [Online] Available at: issuu.com/edizionilaboratorioverde/docs/012_il_giardiniere_short_lowdef [Accessed 22 March 2022].
- Barletta, M. (2021), “Torre botanica e ponte-serra per Pirelli 39 – Svelato il progetto di Stefano Boeri Architetti-Diller Scofidio+Renfro”, in *Professione Architetto*, 28/01/2021. [Online] Available at: professionearchitetto.it/news/notizie/28351/Torre-botanica-e-ponte-serra-per-Pirelli-39-svelato-il-progetto-di-Boeri-Diller [Accessed 22 March 2022].
- Belleri, D. (2012), “I segreti del Bosco Verticale – L’intervista a Laura Gatti, paesaggista curatrice del verde che rivestirà i futuristici grattacieli”, in *Living | Corriere della Sera*, 03/07/2012. [Online] Available at: living.corriere.it/architettura/intervista-bosco-verticale-milano-40795935295/ [Accessed 22 March 2022].
- 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 20 April 2022].
- Blanc, P. (2008), *Le mur végétal – De la nature à la ville*, M. Lafon, Neuilly-sur-Seine.
- Bozzola, E. (2011), “Il Bosco Verticale di Milano – Il progetto sostenibile di Boeri”, in *Architettura Ecosostenibile*, 02/11/2011. [Online] Available at: architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/bosco-verticale-milano-progetto-sostenibile-boeri-387 [Accessed 22 March 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 20 April 2022].
- Coppa, A. (2021), “Paolo Asti brings the historic Torre Tirrena in Piazza Liberty, Milan, back to life”, in *Domus web*, 25/01/2021. [Online] Available at: domusweb.it/en/architecture/gallery/2021/01/25/paolo-asti-brings-the-historic-tirrena-tower-in-piazza-liberty-milan-back-to-life.html [Accessed 22 March 2022].
- Coppa, A. and Tenconi, L. (eds) (2015), *Grattanuvole – Un secolo di grattacieli a Milano*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.
- Del Curto, D. (2015), “La Torre Galfa di Milano – Cosa resta del Novecento”, in *Ananke*, n. 75, pp. 107-115.
- Egg, A. L. (1998), “Commerzbank-gratte-ciel écologique”, in *Architecture Intérieure Créée*, n. 284, pp. 86-91.
- Gemme, A. (2021), “Il nuovo Bosco Verticale di Milano che sorgerà sul Naviglio”, in *Milano today*, 10/04/2021. [Online] Available at: milanotoday.it/attualita/nuovo-bosco-verticale-2021-.html [Accessed 22 March 2022].
- Ghiacci, S. (2013), “Klima Hotel Milano Fiere – Focus Green”, in *arketipomagazine.it*, 06/06/2013. [Online] Available at: arketipomagazine.it/klima-hotel-milano-fiere-focus-green/ [Accessed 22 March 2022].
- Giacomella, E. and Valagussa, M. (2015), *Vertical greenery – Evaluation the High-Rise Vegetation of the Bosco Verticale*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, Chicago. [Online] Available at: store.ctbuh.org/index.php?controller=attachment&id_attachment=32 [Accessed 22 March 2022].
- Giovanna, F. (2018), “Torre Bonnet – Nuovo smart building nello skyline milanese”, in *Architettura Ecosostenibile*, 01/10/2018. [Online] Available at: architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/torre-bonnet-smart-building-165 [Accessed 22 March 2022].
- Jakob, M. (2020), “Grattacieli e Giardini”, in *Doppiozero*, 09/09/2020. [Online] Available at: doppiozero.com/rubriche/7055/202009/grattacieli-e-giardini [Accessed 22 March 2022].
- Lombardini22 (2017), “In verticale – La nuova Torre Sasseti”, in *Ingenio*, 07/12/2017. [Online] Available at: ingenio-web.it/18444-in-verticale-la-nuova-torre-sasseti [Accessed 22 March 2022].
- Marcomin, F. (2021), “Il progetto di un bosco verticale nella periferia di Milano”, in *milanocittastato.it*, 17/07/2021. [Online] Available at: milanocittastato.it/real-estate/il-progetto-di-bosco-verticale-nella-periferia-di-milano/ [Accessed 22 March 2022].
- Mario Cucinella Architects (2017), “Un progetto di massima efficienza per la nuova sede del Gruppo Unipol”, in *Ingenio*, 24/07/2017. [Online] Available at: ingenio-web.it/6962-mario-cucinella-architects-un-progetto-di-massima-efficienza-per-la-nuova-sede-del-gruppo-unipol [Accessed 22 March 2022].
- Marzullo, B. (2017), “Il Bosco Verticale va in Cina – A Nanchino il primo grattacielo verde, progettato da Stefano Boeri Architetti”, in *Living | Corriere della Sera*, 02/02/2017. [Online] Available at: living.corriere.it/architettura/il-bosco-verticale-va-in-cina/ [Accessed 22 March 2022].
- Masera, G. (2010), “Torri Garibaldi a Milano – Risana-mento conservativo con impianti ad alta efficienza energetica”, in *I Quaderni di Edilio*, vol. 13, pp. 7-15. [Online] Available at: issuu.com/edilio/docs/quaderno13_efficienza [Accessed 22 March 2022].
- Menaldo, P. (2014), “Premiato il Bosco Verticale – È il grattacielo più bello del mondo – Le due torri green disegnate da Boeri Studio vincono l’International Highrise Award 2014”, in *Living | Corriere della Sera*, 19/11/2014. [Online] Available at: living.corriere.it/architettura/bosco-verticale-milano-international-highrise-award-2014-50122786199/ [Accessed 22 March 2022].
- Mezzi, P. (n.d.), “La Torre Parko di Saronno di Park Associati”, in *infobuild*. [Online] Available at: infobuild.it/progetti/torre-parko-saronno-park-associati/ [Accessed 22 March 2022].
- Milan, L. (2021), “Stefano Boeri per il Pirellino – Protagonisti della rigenerazione urbana di Milano Porta Nuova”, in *teckoring*, 12/02/2021. [Online] Available at: teckoring.com/news/green-building/stefano-boeri-pirellino-rigenerazione-urbana-milano/ [Accessed 22 March 2022].
- Modulo Board (2018), “Una nuova vita per la Torre Galfa”, in *Modulo*, n. 411, pp. 10-13.
- Piano, R. and Rolando, A. (2017), *Il grattacielo Intesa Sanpaolo*, Antiga Edizioni, Crocetta del Montello.
- Pomeroy, J. (2013), *The Skycourt and skygarden – Greening the urban habitat*, Routledge, London.
- Purini, F. and Thermes, L. (2006), “Torre Eurosky”, in *Area*, 86, pp. 144-149.
- Rossin, M. (2019), “Monza – Ecco il piccolo Bosco verticale di Stefano Boeri per l’area di via Foscolo”, in *Il Cittadino*, 29/03/2019. [Online] Available at: ilcittadinomb.it/stories/Cronaca/monza-ecco-il-piccolo-bosco-verticale-di-stefano-boeri-per-l-area-di-via-foscol_1306673_11/ [Accessed 22 March 2022].
- Sarfatti, M. (2020), “Giardini verticali e facciate verdi – È la ‘Treetopia’ utopia delle città costruite intorno alle piante”, in *Corriere della Sera*, 24/05/2020. [Online] Available at: corriere.it/pianeta/2020/05/24/giardini-verticali-facciate-verdi-treetopia-utopia-citta-costruite-intorno-piante-6e905df0-9d10-11ea-a31e-977f755d9d62.shtml [Accessed 22 March 2022].
- Savelli, F. (2021), “Torre Velasca riparte con Milano – Si alza il velo sul primo restyling del grattacielo”, in *Corriere della Sera*, 22/06/2021. [Online] Available at: corriere.it/economia/casa/21_giugno_22/torre-velasca-riparte-milano-si-alza-velo-prim-restyling-grattacielo-a9cf29a4-d2b7-11eb-9207-8df97caf9553.shtml [Accessed 22 March 2022].
- Scalco, C. (2017), “Hotel VIU Milan – Arassociati”, in *arketipomagazine.it*, 23/06/2017. [Online] Available at: arketipomagazine.it/hotel-viu-milan-arassociati/ [Accessed 22 March 2022].
- Scalisi, F. (2021), “Adaptive facade and Phase Change Materials (PCMs) – A Sustainable approach for building construction”, in Scalisi, F. (ed.), *From mega to nano – The complexity of a multiscale approach*, Palermo University Press, Palermo, pp. 44-69. [Online] Available at: unipapress.com/adaptive-facade-and-phase-change-materials-pcms-a-sustainable-approach-for-building-construction/ [Accessed 20 April 2022].
- Simson, A. (2020), “The urban forest of the future – How to turn our cities into Treetopias”, in *The Conversation*, 21/04/2020. [Online] Available at: theconversation.com/the-urban-forest-of-the-future-how-to-turn-our-cities-into-treetopias-134624 [Accessed 22 March 2022].
- Stefano Boeri Architetti (n.d.), “Trudo Vertical Forest”, in *stefano-boeri-architetti.net*. [Online] Available at: stefano-boeri-architetti.net/en/project/trudo-vertical-forest/ [Accessed 22 March 2022].
- Talignani, G. (2021), “Il bosco verticale non fa il grattacielo ‘green’, la città sostenibile ha case basse”, in *La Repubblica*, 30/08/2021. [Online] Available at: repubblica.it/green-and-blue/2021/08/30/news/meglio_la_villetta_del_grattacielo_se_la_citta_e_densamente_popolata-315867877/ [Accessed 22 March 2022].
- Wood, A. and Henry, S. (eds) (2016), *Best Tall Buildings – A global overview of 2016 skyscrapers*, CTBUH, The images Publishing Group, Chicago.
- 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 20 April 2022].
- Zappa, G. (n.d.), *Il Bosco Verticale – Da Milano un’utopia concreta per il mondo*, in *infrajournal.com*. [Online] Available at: infrajournal.com/it/w/il-bosco-verticale-da-milano-un-utopia-concreta-per-il-mondo [Accessed 22 March 2022].