

POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Architettura

Corso di Laurea magistrale in Architettura Costruzione Città



Tesi di Laurea magistrale

L'INTEGRAZIONE DEL VERDE NEGLI EDIFICI RESIDENZIALI

Casi studio e strategie progettuali

Relatore:
Prof.ssa Simona Canepa

Candidato:
Carola Uecher

Correlatore:
Prof.ssa Elena Piera Montacchini

A.A. 2017/2018

Sommario

Introduzione	5
Capitolo 1	
- "Io scelgo gli alberi". Perché progettare il verde nelle abitazioni	8
- Il Bosco Verticale interno. Le piante antismog	13
Capitolo 2	
- Il progetto del verde alla scala urbana: le European Green Capitals	18
Capitolo 3	
- Quando interno ed esterno si fondono	30
Capitolo 4	
- L'invasione della natura	38
- La natura come elemento decorativo	38
- La natura come elemento tecnico	40
Capitolo 5	
- Schede tecnologiche:	
Tetto verde estensivo	48
Tetto verde intensivo	51
Green façade	54
Living wall system	57
Coltivazione in vaso	60
Capitolo 6	
- Casi studio	64
Capitolo 7	
- Linee guida/strategie progettuali	
Interno	121
Transizione	129
Esterno	139
Conclusioni	153
Bibliografia	155

Introduzione

La mia ricerca vuole porsi come uno strumento di supporto al progettista per la realizzazione di una tecnologia verde in ambito residenziale.

Il lavoro è stato strutturato in diverse fasi.

La prima parte è dedicata ad un capitolo introduttivo, dove si giustifica l'importanza dell'utilizzo del verde negli edifici residenziali, partendo dal concetto di *Bosco Verticale* sviluppato dall'architetto Stefano Boeri e applicandolo all'interno creando dei veri e propri spazi di transizione. Viene anche affrontato il tema del verde alla scala urbana, mostrando come molte città europee abbiano modificato il proprio assetto urbano per favorire l'inserimento di elementi verdi.

La seconda parte invece affronta il tema del verde come elemento tecnico. Vengono dunque riassunte le caratteristiche più importanti delle cinque tecnologie applicabili in un edificio residenziale, precisandone i benefici e le proprietà. Inoltre vengono individuati circa 22 casi studio di recente realizzazione dove si può notare come le diverse tecnologie sono state applicate e accostate al progetto architettonico.

Infine nella terza e ultima parte vengono descritte le strategie progettuali per la realizzazione di soluzioni tecnologiche.

“ Mi sono stancato di vedere cortili tristi e senza verde dove il gioco dei bambini e le biciclette sono banditi, distese infinite di tetti vuoti e grigi dove le uniche presenze sono impianti e antenne, cavedi e seminterrati vissuti come spazi di risulta e di abbandono, muri ciechi grandi quanti palazzi che testimoniano in modo desolante la rinuncia all’architettura, facciate di edifici piatte, contesti abitativi deprimenti, resti fatiscenti di ex aree produttive e vuoti urbani come terre di nessuno lasciate al degrado.

Ho immaginato una città di cortili verdi, utilizzati da adulti e bambini, dove si torna a giocare e a parlarsi e dove possono stare le biciclette, tetti ricoperti di vegetazione e giardini pensili da usare, cavedi trasformati in cuore verdi e in patii al centro delle abitazioni e degli uffici, seminterrati e reti reinterpretati come giardini davanti alle finestre di casa, muri ciechi che diventano pareti verdi, abitazioni di modeste qualità che, immerse nel verde, ritrovano dignità e piacevolezza, aree produttive e archeologiche che tornano a vivere come abitazioni e laboratori con giardini e vuoti urbani lasciati alla capacità creativa delle persone che fanno orti, luoghi di incontro e piccoli angoli di natura e biodiversità.”

- Emanuele Bortolotti

Capitolo 1

“Io scelgo gli alberi” Perché progettare il verde nelle abitazioni

L' affermazione di Stefano Boeri “Io scelgo gli alberi” in un' intervista di Silvia Botti, direttrice della rivista *Abitare*, è un concetto molto forte ma allo stesso tempo contemporaneo perché gli anni Duemila sono stati fondamentali per la diffusione di questo nuovo modo di pensare ma soprattutto di progettare.

Il tema del verde è un tema fortemente dibattuto e affrontato soprattutto negli ultimi anni da molti esperti e professionisti, i quali cercano di spiegare quali siano i vantaggi dell'uso di questo nella progettazione di edifici privati e pubblici ma soprattutto nella realizzazione di piani urbanistici con impronta *green*.

Alla base del discorso di Boeri vi è la volontà di realizzare sempre più edifici di questo tipo, dove vi sia una stretta e continua connessione tra architettura e natura. Le piante sono l'elemento fondamentale nel progetto architettonico e sono le uniche in grado di migliorare le qualità e le condizioni di vita dell'uomo.

Il primo esperimento di Boeri è stato il progetto de *Il Bosco Verticale*, realizzato nel quartiere Isola nella città di Milano. Questo modello di edificio residenziale può essere considerato come il primo prototipo¹, applicabile in diversi scenari. Si tratta di un progetto di riforestazione metropolitana nella quale si è operato tramite *innesti di biodiversità*, ovvero si è contribuito a creare un nuovo habitat biologico aumentando la biodiversità e dando vita ad un nuovo un ecosistema urbano.

Il futuro, secondo Boeri, è quello di realizzare intere *città-foresta*, con edifici residenziali alti e bassi, ma anche scuole, ospedali ed edifici ricettivi tutti ricoperti da alberi (fig.1).



Fig.1_Liuzhou Forest City, Cina

¹ Il Bosco Verticale è stato un prototipo che ha permesso allo studio di Stefano Boeri Architetti di correggere eventuali errori compositivi sulla base dello studio sui comportamenti degli abitanti, del verde, dell'edificio, per riproporre e migliorare la stessa soluzione in altre realtà.

Il verde, se ben progettato, può essere la soluzione per diminuire il fenomeno di cementificazione che interessa la maggior parte delle città che, piano piano, stanno raggiungendo il loro massimo livello di densità.

La filosofia di base è quella di “dare la possibilità alla natura”² di appropriarsi in modo “selvatico” o regolamentato di spazi vuoti in modo da creare giardini, spazi verdi, giardini pensili, tetti verdi ecc.

Con Gilles Clément³ si parla di *Terzo Paesaggio* ovvero dove l'uomo consegna l'evoluzione del paesaggio, più o meno antropizzato, alla sola natura. Sin dall'inizio della sua attività Clément presta particolare attenzione alle frange urbane, la cosiddetta *friche*, ai terreni in abbandono, agli incolti e alla vegetazione che li caratterizza e intende mostrarci come la biodiversità presente in quei luoghi possa essere considerata un lusso, una risorsa indispensabile di diversità e di bellezza (fig.2).

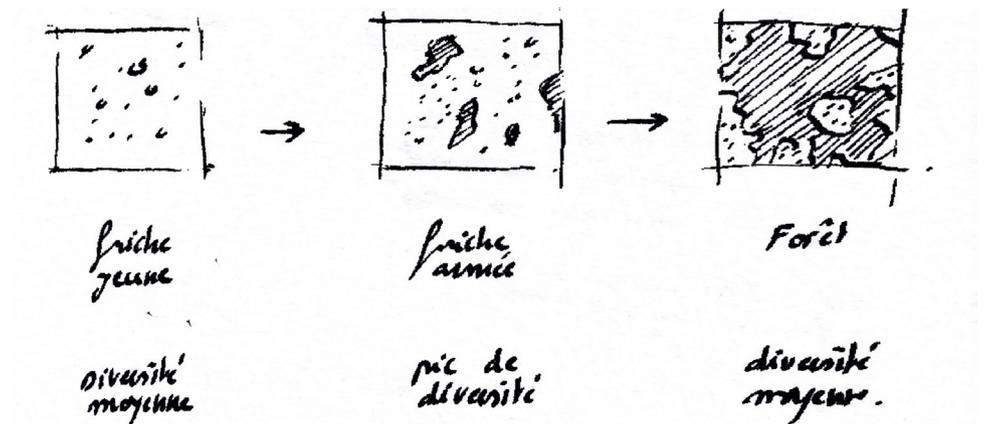


Fig.2_Disegno di Gilles Clément. Passaggio dall'incolto giovane (diversità media) all'incolto spinoso (picco di diversità) alla foresta (diversità marcata)

Il termine *Terzo Paesaggio* viene utilizzato per la prima volta nel 2003 quando Clément analizza il sito di Vassivière nel Parco del Limousine. Da questa analisi emerge il carattere binario del paesaggio: da una parte l'ombra, con le coltivazioni forestali dominate dalle piantagioni di pino Douglas, dall'altra invece, la luce con le coltivazioni agricole principalmente dedite alla pastorizia, un paesaggio gestito dall'ingegnere agronomo. Queste due categorie di paesaggio individuate non esaurivano però la sua descrizione; ce n'era una terza dove si rifugiavano e sopravvivevano le specie vegetali scacciate dall'uomo con il diserbo. Questo terzo ambiente era costituito da lande, torbiere, ripe, bordi di strada, luoghi incerti, i *frammenti indecisi* del Giardino Planetario che rappresentano la somma degli spazi abbandonati dall'uomo e dove la natura riprende il controllo: il *Terzo Paesaggio*.

La sempre più forte necessità di realizzare *città-foresta*, così come le chiama Boeri, nasce dalla continua domanda degli abitanti di migliorare le proprie condizioni di vita, soprattutto è rivolto a chi vive in una città fortemente densificata.

Trasformare un fazzoletto di terra o addirittura collocare una semplice pianta sul davanzale è un modo attraverso il quale le persone stanno prendendo sempre più

² Bertolotti E., Il giardino inaspettato; trasformare angoli di cemento in spazi verdi

³ Gilles Clément, paesaggista francese, ingegnere agronomo, botanico, entomologo e scrittore

confidenza con la natura in modo da mantenere sempre vivo il contatto con essa. Questo atteggiamento sta avendo maggiormente successo nella sfera privata, perché è molto più semplice reiventarsi un nuovo modo di intendere e vivere la natura; a livello pubblico è un po' più difficile, soprattutto in Italia dove sono rarissime le applicazioni. Molte città europee invece si stanno orientando sempre di più su veri e propri piani di valorizzazione o riuso ambientale, tant'è che in certi paesi alcune pratiche come per esempio la realizzazione di tetti verdi come copertura vegetale è addirittura inserita nei regolamenti urbanistici.

La buona progettazione del verde deve essere la base per ogni tipo di realizzazione, sia pubblica sia privata, al fine di non incorrere in quelli che sono considerati i principali errori:

- utilizzo di piante non autoctone: questo è considerato uno dei risultati più stridenti nella progettazione del verde perché spesso l'utilizzo di piante esotiche che hanno poco a che fare con il contesto circostante va a connotare negativamente il progetto.
- vegetazione mal curata: quando la pianta, o più generalmente il verde, viene posizionato erroneamente (clima inadatto, luce insufficiente o troppo sole, mancanza di irrigazione ecc..) si può talvolta incorrere in un simbolo di degrado perché, oltre a svilupparsi poco, va incontro al deperimento.

Emanuele Bortolotti nel suo libro *Il giardino inaspettato* afferma "quando il verde non c'è bisogna inventarselo", perciò ogni qual volta che il verde non è presente in un determinato luogo, o meglio in un progetto, bisogna provvedere per renderlo protagonista.

In risposta alla progressiva rarefazione e riduzione degli spazi verdi aperti ecologicamente efficienti, è ancora la ricerca tecnologica a diffondere e sviluppare soluzioni; sono perciò interessate le coperture degli edifici, nelle forme del tetto verde e del giardino pensile e i muri perimetrali nelle forme della parete verde e del giardino verticale.

Quando si intraprende la progettazione di un giardino, tetto verde o a livello urbanistico di un parco, oltre all'analisi del sito e alla lettura delle sue problematiche, uno dei primi passi da compiere è lo studio riguardante le tecniche e metodologie da utilizzare:

- scelta del tipo di pianta
- analisi della quantità di luce presente nel determinato sito
- scelta della tecnologia da applicare
- definizione dei metodi di irrigazione
- valutazione dei problemi di sovraccarico delle solette e una corretta impermeabilizzazione delle strutture edilizie in caso di progettazione di un tetto verde

Questi accorgimenti presi dall'architetto o dal paesaggista permettono di ottenere il risultato voluto soprattutto nel rispetto del legame dell'uomo con la natura stessa. L'utilizzo del verde in architettura non ha una valenza puramente estetica anzi,

permette di andare a ottenere risultati tecnologici favorevoli ad una buona riuscita del progetto. Infatti molteplici sono gli aspetti positivi del verde: innanzitutto crea godimento sensoriale, non solo alla vista ma anche all'olfatto; piacere contemplativo perché infonde sensazioni positive di tranquillità, pace e soprattutto permette di staccarsi da quelle che sono le condizioni di vita frenetiche dell'uomo. Non a caso sono nate associazioni e organizzazioni spontanee che "adottano" questi fazzoletti di terra attorno alle città per trasformarli in orti, giardini e perciò dove regnava prima il caos ora invece l'intervento dell'uomo ha creato piccoli *polmoni verdi*. (fig.3 e 4)



Fig.3_Orto fra i cortili, Piararch



Fig.4_Rete Metropolitana degli Orti Urbani di Torino

Il giovane e innovativo studio vietnamita Vo Trong Nghia Architects ha fondato un nuovo concetto di residenza chiamato *House for Trees* (fig.5). Con questo nuovo modello di edificio, particolarmente sensibile alla sostenibilità, gli architetti hanno creato un'oasi verde per la futura vita urbana al fine di inverdire anche quelle zone in cui il costruito non lascia alcun spazio. Il progetto è stato ispirato dalle vaste foreste tropicali che un tempo esistevano nella regione e cerca di risolvere i problemi ambientali, culturali e sociali previsti per le mostruose megalopoli di domani.

Non c'è, quindi, da meravigliarsi che in una delle metropoli più trafficate del mondo, Ho Chi Minh City, i residenti stiano cercando di portare elementi verdi all'interno del proprio spazio abitativo, dato che gli unici spazi verdi presenti nella città ricoprono solo il 0,25% dell'intera area, mentre il resto è tutto ciò che l'uomo ha costruito nel corso degli anni.

Questo continuo addensamento e cementificazione della città ha portato gli architetti e progettisti a ripensare le infrastrutture cittadine.

Il progetto della *House for Trees*, non solo rinuncia a parte della superficie del lotto per adibirla a giardino, ma restituisce lo spazio occupato dall'impronta del costruito con il tetto verde; si compone di cinque scatole alberate in cemento progettate in situ, di diversa

altezza per movimentare lo spazio urbano, che fungono da vasi contenitore giganti. Sono disposte attorno ad un cortile che crea come piccoli giardini o "piazze" tra una torre e l'altra, accogliendo la vegetazione e completando quel dialogo tra costruito e naturale, scopo di tutto il progetto (fig.6). Gli alberi servono non solo come misura verde, ma se l'idea fosse quella di moltiplicata per un numero maggiore di case, gli alberi contribuirebbero anche a ridurre al minimo il rischio di inondazioni.



Fig.5_House for Threes, VoTrong Nghia Architect



Fig.6_House for Threes, VoTrong Nghia Architect

“Il Bosco Verticale Interno”

Le piante antismog

L’Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ogni anno pubblica rapporti riguardanti l’inquinamento atmosferico delle città e questo dato, purtroppo, peggiora ogni anno. “Il 92% della popolazione mondiale respira aria inquinata” ⁴, si stima infatti che oltre 9 persone su 10 respirano aria troppo inquinata, aria che danneggia la loro salute. E’ risaputo infatti che l’impatto dell’inquinamento atmosferico influisce sulla salute umana (apparato cardiocircolatorio e respiratorio), sugli ecosistemi (eutrofizzazione), sui gas serra e quindi sul riscaldamento globale.

La sua influenza è tale da costituire la settima causa di morte a livello mondiale (fig.7).

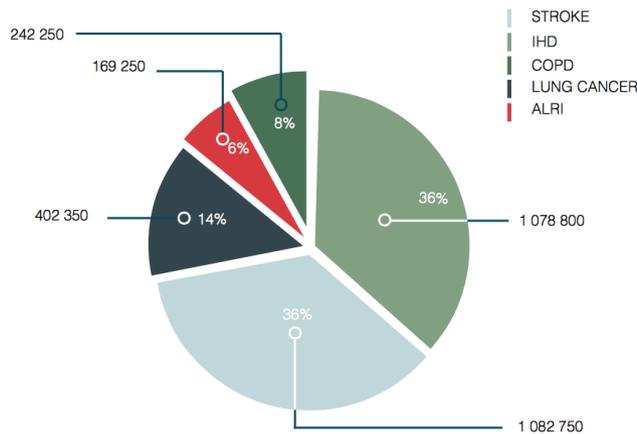


Fig.7_Percentuale di mortalità nel 2012

Da molti anni studi scientifici che provengono da ricerche universitarie hanno confermato sempre di più che l’utilizzo di verde urbano svolge un’importante azione di mitigazione nei confronti di inquinanti atmosferici come quelli gassosi (ozono, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, metalli pesanti, benzene, particolato atmosferico). Non solo, questo permette di migliorare le condizioni di comfort degli edifici, con un complessivo miglioramento della qualità della vita per i cittadini.

“Un albero può ridurre il particolato nell’aria che lo circonda in una percentuale che va dal 7 al 24%” ⁵ spiega Robert Mc Donald ⁶, ricercatore presso The Nature Conservancy ⁷.

The Nature Conservancy ha condotto uno studio sulla distribuzione del verde in 245 città del mondo per studiare i benefici per gli abitanti: la rimozione dall’aria del particolato prodotto dal riscaldamento domestico e dal traffico urbano e la riduzione del calore eccessivo dovuto alle superfici urbane. Inoltre si è stimato che se ogni cittadino di queste città contribuisse con 4 dollari all’anno per la piantumazione di nuovi alberi si potrebbero salvare circa 36000 vite all’anno.

Ovviamente anche in questo caso la progettazione del verde urbano è fondamentale, occorrono perciò studi e modelli adeguati da adattare ad ogni situazione e città diversa in modo da ottenere i massimi benefici.

L’inquinamento atmosferico determina nelle città una sorta di “microclima” creando le cosiddette *isole di calore* ⁸ dove la temperatura ha una differenza sostanziale di 4-5 gradi tra il centro e le periferie (fig.8). Ecco perché è importante dislocare gli alberi in

⁴ Citazione da Organizzazione Mondiale della Sanità

⁵ McDonald R., Conservation for Cities

⁶ Il Dr. Robert McDonald è il Lead Scientist per il progetto Global Cities condotto da The Nature Conservancy. Studia l’impatto e le conseguenze delle città nel mondo naturale. Ha conseguito un Dottorato in Ecologia presso la Duke University con più di 50 pubblicazioni in riviste scientifiche e un recente libro intitolato Conservation for Cities.

⁷ The Nature Conservancy è la principale organizzazione di conservazione che opera in tutto il mondo per proteggere terre e acque ecologicamente importanti per l’uomo e la natura

punti strategici della città e dove il beneficio per l'abitante è massimo: ad esempio vicino ad un attraversamento pedonale o dove si trovano punti di aggregazione urbana; bisogna invece evitare di collocare in una strada stretta alberi le cui chiome troppo vicine si toccano perché questo può generare veri e propri *canyon urbani*, concentrando le emissioni e trattenendole a livello della strada.



Fig.8_Isola di calore

Dove mettere le piante, quali specie, con che portamento, a che altezza dal suolo e per valutare l'inserimento di infrastrutture verdi grazie a soluzioni *nature-based*, sono i principali accorgimenti da intraprendere nella progettazione del verde urbano.

L'importanza dei boschi e delle cinture verdi d'altronde non è cosa nuova. Sotto diverse denominazioni, il loro ruolo fondamentale per il benessere e l'economia urbana fa parte della tradizione delle città europee. Basti pensare alle molteplici funzioni esercitate dai boschi urbani e periurbani e le loro variazioni nel tempo: a partire dalle funzioni di sostentamento delle proprietà padronali e collettive dell'epoca medievale, alle funzioni di igiene della città ottocentesca, alle funzioni ricreative e allontanamento dello stress urbano nella contemporaneità fino alle più recenti funzioni di garanzia dei servizi eco-sistemici e di compensazione delle emissioni antropogeniche di gas con effetto serra.

Le *città-foresta*, come le chiama Boeri, permetterebbero di assorbire il 35% del 75% di anidride carbonica emessa dalle città. Infatti grazie al fenomeno della fotosintesi clorofilliana, le foglie delle piante, possono assorbire tutta l'anidride carbonica e restituire ossigeno. Sono dei veri e propri *filtri naturali* perché, grazie agli stomi fogliari, la pianta assorbe e rimuove gli inquinanti per renderli inerti attraverso il suo metabolismo; questo fa sì che le venga così attribuito l'acronimo di *pianta antismog*. "Alcune piante si comportano come "sink" (pozzo), di polveri sottili e agiscono come filtri intelligenti, attivi. Conoscere la capacità di rimozione per metro quadro (o cubo) della componente arbustiva ed arborea rispetto alle polveri sottili, unitamente ad altri parametri chiave quali l'indice di superficie fogliare (LAI) e l'indice di densità fogliare (LAD) consentirebbe di calcolare il potenziale di rimozione da parte delle piante impiegate nel verde urbano. Questo fornirebbe un utile supporto alla pianificazione di

⁸ Il problema delle isole di calore (UHI = Urban Heat Island) dipende da diversi fattori: dalla morfologia, dalla struttura urbana dal grado di copertura del suolo, dalla presenza o meno di altri e dalle caratteristiche tipologiche degli edifici. Una città ideale è generalmente caratterizzata da una maggiore densità nelle aree centrali che via via decresce verso la periferia e nelle aree suburbane e rurali. Appare inoltre evidente il maggiore differenziale della temperatura dell'aria, ovvero del fattore percepito, nelle ore notturne piuttosto che in quelle diurne, dovuto al rilascio del calore accumulato nel giorno da parte delle superfici assorbenti.

Il differenziale di temperatura nei diversi contesti è dovuto alla densità e ai materiali del costruito, alle tensioni delle superfici pavimentate con materiali assorbenti, alle attività presenti e ai loro consumi energetici, ma anche alla ventilazione urbana e alla evo-traspirazione a cui contribuisce la diversa quantità di alberi e di aree permeabili trattate a verde.

inverdimenti mirati e funzionali, anche in piccole aree in ambiente urbano.

I dati misurati fornirebbero inoltre utili dati di input per la valutazione di modelli teorici per stimare l'effetto di diversi sistemi verdi con specie selezionate per le aree urbane. Tutto questo fornirebbe un utile contributo per la stesura di linee guida per gli inverdimenti funzionali in ambiente urbano.”⁹

Dalle indagini sui desideri e le esigenze della persona relative alla propria abitazione emerge come primario l'aspetto di portare il verde e la natura all'interno della propria casa in modo da aumentarne la relazione con essa.



Fig.9_Inquinamento indoor

Eliminare l'inquinamento interno¹⁰ (fig.9) di un'abitazione è una delle principali sfide future. Infatti se si guardano con attenzione gli studi fatti sulla qualità dell'aria degli interni ci si rende conto che quasi sempre le condizioni degli spazi interni sono peggiori di quelle degli spazi esterni, anche nelle città più inquinate.

Questo studio è stato intrapreso già da diversi anni da Stefano Mancuso, direttore del reparto di Neurobiologia vegetale all'università di Firenze che, in collaborazione con Stefano Boeri, sta sperimentando e studiando il

metodo per portare anche all'interno delle abitazioni il concetto di *Bosco Verticale* con l'utilizzo di *piante antismog*.

Stefano Mancuso definito dal New Yorker come uno dei *World Changers*, sta lavorando da molti anni sul concetto di intelligenza delle piante, introdotto già nel 1800 da Charles Darwin.

“Le piante hanno già inventato il nostro futuro”¹¹, rendono possibile la vita sul nostro pianeta, ci danno ossigeno per respirare e contribuiscono al verificarsi delle precipitazioni e senza di loro la Terra sarebbe arida e sterile.

Se definiamo *intelligenza* la capacità di percepire i cambiamenti dell'ambiente esterno e di retroagire nella maniera più adeguata possibile, potremmo dire che le piante percepiscono e retroagiscono, dunque sono “intelligenti” (fig.10). Sono intelligenti perché sono in grado di comunicare tra di loro e lo fanno attraverso le loro numerose

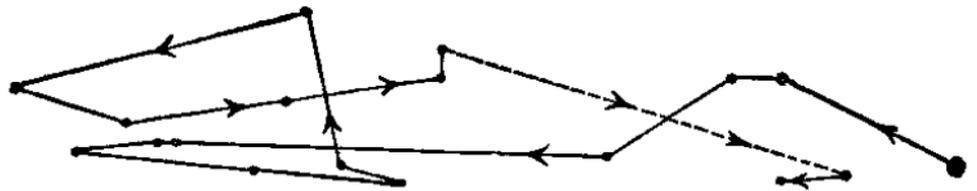


Fig.10_ *Lathyrus nissolia*:
circumnauzione del gambo di
una giovane pianticella

⁹ Parole della dottoressa Enrica Rocciotello, biologa e dottore di ricerca in Scienze Ambientali e in Botanica Applicata all'Agricoltura e all'Ambiente. Attualmente assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV).

¹⁰ Il Ministero dell'Ambiente definisce inquinamento indoor “la presenza nell'aria di ambienti confinati di contaminanti fisici, chimici e biologici non presenti naturalmente nell'aria esterna di sistemi ecologici di elevata qualità”
I fattori di inquinamento per uno spazio confinato sono: l'ambiente esterno con le sue concentrazioni inquinanti, i materiali da costruzione, i mobili, gli arredi, gli odori generati dalla cottura dei cibi, dai detersivi, dai saponi, dai profumi, gli animali domestici, la polvere e quant'altro, dall'unione di tutti questi fattori il risultato è scontato e non certo salubre, la scarsa ventilazione e l'inadeguato o impossibilitato ricambio d'aria fanno il resto.

¹¹ Mancuso S., *Plant Revolution, Le piante hanno già inventato il nostro futuro*, 2017

radici lunghe chilometri. Mancuso paragona questo meccanismo a internet: ogni estremità della radice, detta apice radicale, lavora insieme alle altre come se fossero collegate in una rete e anche quando la pianta perde il 90% o più delle proprie radici riesce a sopravvivere e continua a comunicare con gli altri organismi vegetali. Inoltre sono organismi autotrofi ovvero energeticamente autosufficienti, utilizzano poca energia e ne producono più di quanto ne consumano.

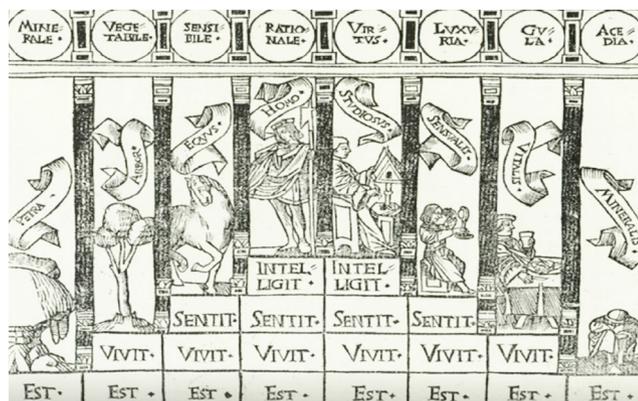


Fig.11_Descrizione dell'ordine della natura (Rappresentazione rinascimentale). Al secondo posto sono situate le piante che sono capaci di essere e vivere

“Dipendiamo dalle piante, quindi tutelarle è necessario se si vuole tutelare l'uomo”. Mancuso è convinto che le piante dovrebbero essere trattate con più rispetto e avere dei diritti come li hanno gli esseri umani e gli animali, perché quando si parla di che cosa compone la biomassa del pianeta bisogna ricordarsi che questa è costituita quasi dal 95-99.5% di piante (fig.11). Ecco perché grazie a questa intelligenza e vitalità della vegetazione, che se scelta ed assistita in modo adeguato, si possono trasformare posti squallidi in splendide scenografie di natura, inventandosi il verde laddove manca.

L'architettura sta affrontando un periodo di grandi mutamenti. In tempi di cambiamenti climatici e penuria di risorse, costruire nel rispetto dell'ambiente e in chiave sostenibile sta assumendo sempre più importanza. Lo dimostra l'aumento, nei più recenti progetti architettonici in tutto il mondo, di giardini pensili, pareti verdi e metodi naturali di ventilazione che sempre più incorporano elementi come alberi, fiori e viticci. Per il prossimo futuro, dunque, non è così improbabile pensare a un nuovo tipo di paesaggio urbano, con meno cemento a favore del verde.

Capitolo 2

Il progetto del verde alla scala urbana

Le European Green Capitals

Negli ultimi anni le città stanno diventando vere e proprie protagoniste di quella che si può chiamare una *Rivoluzione Sostenibile*, sono terreno di continue sperimentazioni perché è proprio nelle città che si possono mettere in pratica tutte quelle azioni per creare e potenziare le condizioni favorevoli per l'uomo. Si parla di *eco-design*, distretti dell'innovazione, servizi per la mobilità sostenibile e utilizzo di tecnologie rinnovabili. Molte città, soprattutto quelle europee, si sono prefissate obiettivi riguardanti la diminuzione delle emissioni; uno dei settori dove più si può mettere in pratica questo tipo di intervento, economicamente vantaggioso, è quello dell'edilizia al fine di ridurre gli sprechi energetici e le emissioni di anidride carbonica.

Nello scenario europeo sono nati i cosiddetti quartieri *carbon neutral*, come testimonianza della continua sperimentazione nella creazione di nuovi modelli insediativi alternativi (fig.1). In questi quartieri le specie vegetali non solo sono le



Fig.1_Slogan della società britannica WPS. Entro il 2025 la Gran Bretagna sarà *carbon neutral*

protagoniste, ma sono anche presenti come elementi strutturanti dei lotti urbani e degli edifici. I benefici ambientali connessi a comportamenti attivi e passivi delle piante sono molteplici e possono essere riscontrabili nei diversi livelli di lettura: dalla scala del singolo edificio, a quella dell'isolato fino al livello di sistema urbano più esteso.

Una delle sfide più interessanti del progetto alla scala urbana è costituita dal coinvolgimento della natura nel funzionamento della città. Quest'ultima è espressione di artificialità, dovuto alla presenza di estese superfici sterilizzate da pavimentazioni ed edifici e dove le informazioni sono per lo più veicolate da reti infrastrutturali di diverso tipo. La natura invece è rappresentata dall'albero, un organismo vivente dotato di requisiti di efficienza, resistenza e resilienza da cui sono lontani anche i più sofisticati sistemi tecnologici.

Lo sviluppo sostenibile delle città può comprendere anche pratiche di rigenerazione urbana. Con il termine *rigenerazione urbana* si intendono una serie di azioni che mirano alla riqualificazione e alla valorizzazione del patrimonio edilizio esistente. Il

recupero di spazi abbandonati da processi produttivi o la restituzione di una nuova qualità ambientale, economica e sociale a quartieri degradati risponde perfettamente al concetto di città sostenibile; il consumo di suolo, non precedentemente urbanizzato, pone infatti la questione dei costi per l'ambiente che non possono essere trascurati se la prospettiva in cui ci poniamo è quella della sostenibilità.

In qualsiasi progetto di rigenerazione, sia alla scala del singolo quartiere sia a quella urbana, è necessario un corretto disegno urbano e architettonico, valutando tutti gli effetti, positivi e negativi, che tale progetto può avere sul territorio su cui ricade.



Fig.2_High Line Park, New York



Fig.3_Mappa dei giardini situati lungo la High Line Park, New York

La prima città a scommettere sul recupero di aree abbandonate per creare spazi verdi condivisi è stata New York che nel 2009 ha inaugurato *High Line Park* (fig.2), il primo parco pubblico sopraelevato realizzato sull'impronta di una vecchia linea ferroviaria in disuso dagli anni Ottanta. Questo progetto, firmato dai architetti James Corner, Diller Scofidio e Piet Oudolf, è diventato un landmark distintivo nella città e un'ispirazione per le città di tutto il mondo. Le piante sono le protagoniste di questo progetto. Il parco, lungo circa 2,3 chilometri, è infatti ispirato al paesaggio selvaggio che è stato ritrovato dopo che la linea è stata abbandonata; le specie di piante perenni, erbe, arbusti e alberi sono state scelte per la loro robustezza, sostenibilità, e la variazione strutturale e cromatica, con particolare attenzione alle specie autoctone (fig.3). Diverse specie originariamente cresciute nel letto ferroviario della High Line sono state incorporate nel paesaggio del parco.

I progettisti parlano di un strategia chiamata *agri-tecture*, in parte agricoltura e in parte architettura, attraverso la quale si è operato tutto il disegno del progetto. Infatti la superficie della High Line viene digitalizzata in unità di pavimentazione e piantumazione che vengono assemblate lungo tutta la lunghezza del parco, in una varietà di gradienti dalla pavimentazione ai luoghi verdi e "morbidi".

Considerato un modello di sviluppo urbano da imitare, la High Line Park di New York è diventata un esempio da replicare in altre città. Nel 2015 è stata, per esempio, inaugurata a Chicago la *Bloomington Trail* che supera in lunghezza il percorso newyorkese; dal 2016 invece, si lavora per concludere il progetto per *11th Street Bridge Park*, per riqualificare la sponda orientale del fiume Anacostia, mentre nel 2018 sarà inaugurato il

primo tratto del *Rail Park* di Philadelphia.

L'esperienza newyorkese ha incontrato anche un ottimo riscontro nei confronti delle metropoli asiatiche: lo studio MVRDV ha firmato il progetto per lo *Skygarden*

Seoullo 7017¹, il nuovo parco urbano della città di Seoul inaugurato nel 2017 che si snoda lungo una sopraelevata realizzata negli anni Settanta (fig.4). Questo *villaggio vegetale* si sviluppa per circa 980 metri e ospita circa 50 famiglie di piante tra arbusti e fiori disposti all'interno di 228 grandi fioriere cilindriche. L'intero parco è stato



Fig.4_Skygarden Seoullo 7017, Seoul

organizzato secondo l'alfabeto coreano e progettato come una collezione di piccoli giardini, ognuno dei quali è caratterizzato dalla propria composizione e identità facendo sì che il paesaggio cambi colore in base alle stagioni: dai colori brillanti delle foglie di acero in autunno, al fiore dei ciliegi e del rododendro in primavera, agli alberi sempreverdi di conifere in inverno, fino ad arrivare agli arbusti e alberi che portano frutti durante la stagione estiva.

In entrambi i casi le aspettative sono le medesime: questi nuovi parchi urbani, oltre a rappresentare un polmone verde all'interno di città fortemente densificate e portare un soffio d'aria pura in città dall'alto tasso d'inquinamento, possono costituire luoghi d'incontro e di svago per tutta la popolazione, diventando un landmark ambientale e sostenibile nel territorio urbano.

Una prematura impronta green la si leggeva già in

qualche estratto della *Carta Europea per l'Energia Solare nell'Architettura e nella Pianificazione Urbanistica* promossa nel 1996 da Thomas Herzog, Norman Foster, Renzo Piano e Richard Rogers.

“Un'architettura responsabile e capace di futuro deve dare espressione al rispetto dovuto nei confronti della crisi ambientale globale e del bisogno di qualità locale. La progettazione deve ricercare soluzioni innovative per ridurre lo spreco e l'impatto di materiali ed energia. Gli edifici devono essere realizzati qualificando nel contempo l'ambiente e il paesaggio in cui si collocano.”²

Dal 2010 la Commissione Europea ha riconosciuto l'importante ruolo svolto dalle autorità locali delle principali città europee nel miglioramento dell'ambiente e il loro forte impegno nei confronti di veri e propri progressi. Il premio europeo della *Green Capitals Award* è stato concepito come un'iniziativa per promuovere e premiare questi sforzi, stimolare le città a impegnarsi per ulteriori azioni e per mostrare e incoraggiare lo scambio di buone pratiche tra le città europee. La loro *Green vision* è stata tradotta in un comune “Memorandum of Understanding”³ stabilendo un premio per riconoscere quelle città che stanno conducendo uno stile di vita rispettoso per l'ambiente.

¹ Il nome Seoul Station 7017 Project è significativo in quanto il cavalcavia di 17 metri di altezza fu creato nel 1970 come una arteria veicolare della città e rinascerà come cavalcavia pedonale e verde nel 2017 con 17 percorsi pedonali

² Estratto da *Carta Europea per l'energia solare nell'architettura e nella pianificazione urbanistica*

³ Il “Memorandum of Understanding” è stato firmato il 15 Maggio 2006 dai principali rappresentanti delle città europee quali: Germania, Repubblica Ceca, Inghilterra Estonia, Finlandia, Austria, Lituania, Slovenia, Spagna e Polonia

Il premio è assegnato alle città che:

- hanno forte potenzialità nel raggiungimento di elevati standard ambientali
- sono impegnate nel raggiungimento di continui e ambiziosi obiettivi per un ulteriore miglioramento ambientale e sviluppo sostenibile
- possono fungere da modello di comportamento promuovendo pratiche migliori per tutte le città europee

Stoccolma Capitale Verde 2010

Stoccolma è stata la prima città europea ad aggiudicarsi il titolo di *European Green Capital* nel 2010 ed è stata definita come una delle capitali più pulite ma soprattutto più ecologiche al mondo.

I motivi per la quale Stoccolma è stata scelta sono:

- la città ha un sistema amministrativo integrato che assicura che l'impatto ambientale sia preso in considerazione riguardo tutte le scelte in materia di budget, pianificazione dell'operativo, report e monitoraggio
- la città ha tagliato le emissioni di CO₂ del 25% per abitante dal 1990
- la città si è prefissa come obiettivo di diventare indipendente dai combustibili fossili nel 2050

Circa il 68% di tutto il suo territorio è caratterizzato dalla presenza di verde che comprende il Royal National City Park ovvero il parco che percorre la capitale svedese per circa 6 miglia di lunghezza, sei aree naturali e riserve e, recentemente, l'Amministrazione ha avviato un piano per garantire che vi sia un'area verde entro 200 metri da tutte le abitazioni.

Inoltre ogni cittadino vive a meno di 300 metri dalla fermata di mezzi pubblici, il 65% dei quali sono su rotaia alimentata da fonti rinnovabili, anche se la maggior parte degli svedesi ama spostarsi in bicicletta dato che la città è dotata di lunghissime piste ciclabili.

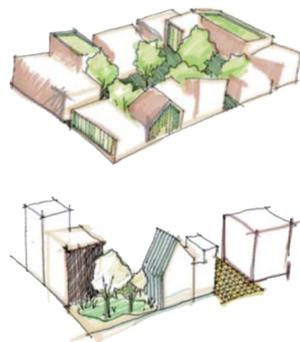


Fig.5_Schizzi per il progetto "Cortili vivi e verdi"

Il Comune di Stoccolma ha promosso inoltre il recupero di numerosi cortili situati nel centro storico della città attraverso l'inserimento del verde. Il progetto *Grönskande levande gårdar* (Cortili vivi e verdi) è stato finanziato quasi interamente dagli stanziamenti LIP⁴ con l'obiettivo di aumentare la consapevolezza ambientale degli abitanti attraverso l'apertura di un dialogo tra "vicini", i proprietari degli immobili e tecnici esperti, attivando un coinvolgimento diretto per la riqualificazione (fig.5).

⁴ LIP: Local Investment Programme

I risultati sono stati subito evidenti: cortili più verdi, migliore illuminazione, spazi comuni più curati e rispettati, diffusione di fiori, piante, erbe aromatiche e mini orti urbani e spazi per animali da cortile.

A sud di Stoccolma si trova *Hammarby Sjöstad*, che letteralmente significa “città d’acqua”, il quartiere ecologico più conosciuto di Stoccolma e rinomato in tutto il mondo, che rientra nel progetto ambientale della città (fig.6). Progetto iniziato nel 1995, il cui totale completamento è avvenuto nel 2017, è caratterizzato da edifici ad alto standard energetico (ca 60 kWh/m²), residenziali e non, che utilizza esclusivamente fonti rinnovabili e pulite per il sostentamento del quartiere per renderlo completamente autosufficiente. Ogni edificio inoltre è caratterizzato da una copertura che favorisce la crescita di piante che assorbono e filtrano l’acqua piovana.

Querce ed altre specie arboree sono presenti lungo tutti i percorsi principali e numerose sono le aree verdi all’interno degli spazi abitati e lungo le rive del lago.



Fig.6_Vista aerea sul quartiere ecologico di *Hammarby Sjöstad*, Stoccolma

Amburgo Capitale Verde 2011

La città è stata premiata nel 2011 come Green Capital ed è una delle dieci città più grandi d’Europa. Il suo obiettivo è quello di ridurre del 40% le emissioni entro il 2020 e dell’80% entro il 2050.

Caratterizzata da una ricca e funzionale rete di trasporto pubblico, i suoi abitanti non abitano lontano più di 300 metri da una fermata di mezzi pubblici e negli ultimi anni anche ad Amburgo si sta diffondendo sempre di più l’uso della bicicletta e questo ha permesso di incrementare la progettazione di nuove piste ciclabili con più di 1700 km di percorsi.

Amburgo è anche una città ricchissima di verde e di acque; non a caso circa il 40% del territorio è costituito da aree agricole, parchi e foreste. Gli alberi sono ovunque nella città, nel rispetto del principio che “una strada senza alberi non è una strada a posto”.



Fig.7_Masterplan del progetto HafenCity

Uno dei progetti urbanistici più rilevanti è *HafenCity Hamburg*, un'area di circa 155 ettari, recuperata nelle aree dismesse del porto (fig.7). A scala urbana la HafenCity è suddivisa in dieci diversi quartieri che insieme formano il City Port. Ogni quartiere è caratterizzato da un proprio profilo e integra le nuove qualità della città di Amburgo. Per tutta la HafenCity, vi sono strutture in cui si richiede un'architettura di qualità e un design urbano in cui si applica la sostenibilità. Inoltre ogni quartiere presenta spazi verdi ricreativi connessi con il contesto urbano e viali alberati lungo gli interi percorsi ciclo-pedonali.

In particolare modo, il quartiere *Baakenhafen* presenta un parco di 1,6 ettari la cui realizzazione è iniziata nel 2014 e terminerà nel 2018. Questo parco presenta oltre che a spazi pubblici e spazi ricreativi anche numerosi campi da gioco (fig.8).

Nel 2016 lo studio svizzero Hosoya Schaefer Architects AG vinse il primo premio partecipando ad un concorso internazionale di progettazione urbana e architettura paesaggistica organizzato dalla IBA Hamburg⁵.

Il bando consisteva nella progettazione di una soluzione urbana per un'area centrale della città nell'isola di Wilhelmsburg, situata a sud di Amburgo sul fiume Elba.

Il progetto *Wilhelmsburg: City of Gardens*, riunisce i frammenti urbani in una città di giardini, realizzando non più un sobborgo ma un quartiere con una grande qualità della vita. Il paesaggio diventa protagonista: integra le nicchie verdi e i giardini di distribuzione, raggiunge la struttura urbana e genera qualità locali incorporate in una cornice verde più grande ed è definito dall'acqua in molte forme come canali e coste creando un quadro di percorsi verdi.



Fig.8_Quartiere Baakenhafen (render)

⁵ In qualità di società di sviluppo urbano, l'IBA di Amburgo offre uno sviluppo integrato per i distretti residenziali e le aree industriali innovative. Allo stato attuale, l'IBA Hamburg GmbH è responsabile di estesi studi di fattibilità e di sviluppo distrettuale sostenibile in dieci aree di Amburgo. Il centro geografico è l'isola sul fiume Elba, il cui enorme potenziale di sviluppo continua a essere sfruttato dopo la fine della Mostra Internazionale di Costruzioni di Amburgo (2006-13).

Vitoria-Gasteiz Capitale Verde 2012

La capitale dei Paesi Baschi è stata nominata Green Capital nel 2012. Il riconoscimento è l'inevitabile frutto di una politica ambientale perseguita da decenni, al fine di promuovere un sistema urbano sostenibile esteso a tutti i settori della vita cittadina, dalla mobilità alla riduzione dei consumi in generale, fino al riciclaggio.

Il coinvolgimento degli cittadini testimonia il successo di quanto stia facendo l'amministrazione, giudicando la propria città come particolarmente vivibile, aperta, verde, compatta e sana.

A livello urbano la città è caratterizzata da cerchi concentrici, con il centro città nel mezzo.



Fig.9_Masterplan del progetto Anillo Verde, Vitoria-Gasteiz

El Anillo Verde, anello ecologico che permette di unire il centro città con la natura, è un insieme di parchi urbani con un alto livello ecologico e paesaggistico, strategicamente collegati da corridoi eco-ricreativi (fig.9). È il risultato di un ambizioso progetto che ebbe inizio negli anni Novanta con l'obiettivo principale di recupero e ripristino della periferia di Vitoria-Gasteiz. Attualmente l'*Anillo Verde* conta sei parchi, ciò nonostante alcune aree della periferia urbana restano ancora da recuperare, ma una volta che la rete del parco sarà completata, l'intero anello potrà essere percorso a piedi o in bicicletta. È caratterizzato da una

grande diversità degli ambienti che insieme creano un tesoro di notevole ricchezza naturalistica. Orti, boschi, campi coltivati, prati, zone umide e fiumi sono un esempio di ciò che caratterizza questi luoghi, alcuni dei quali hanno anche ottenuto un riconoscimento internazionale per il loro elevato livello ecologico.

Nantes Capitale Verde 2013

Nantes ha inventato con successo un nuovo modello urbano combinando la crescita economica, lo sviluppo dei servizi pubblici e la qualità della vita. Questo è chiaramente evidente nei suoi quattro campi di eccellenza: trasporti pubblici, biodiversità, gestione delle acque e il *Climate Plan*, adottato nel 2007 con l'obiettivo di ridurre per circa la metà entro il 2030 l'emissione di CO₂.

Non è una coincidenza dunque che la città di Nantes abbia vinto il premio di Green Capital nel 2013, nominata dalla Commissione Europea che ha invidiato dodici criteri che illustrano il desiderio di offrire agli abitanti un ambiente di vita particolarmente sano e piacevole: ridurre le emissioni di gas serra, definire un equilibrio tra le aree urbane e naturali, fornire spazio verde pubblico per ogni abitante, organizzare trasporti leggeri e pubblici, salvaguardare la biodiversità, garantire la qualità dell'aria, combattere l'inquinamento acustico, gestire l'acqua, i rifiuti, l'ambiente, il commercio e i turisti. Conosciuta come *green and blue city*, Nantes inserisce la natura nello sviluppo urbano salvaguardando i suoi spazi naturali e la biodiversità.

Caratterizzata da un'area protetta a livello europeo, la piccola Amazonia è la prima area naturale urbana ad aderire alla rete *Natura 2000* nel 2004, area molto preziosa perché ricca di flora e fauna e, che da prato inondato all'inizio dell'Ottocento, si trova oggi ad essere una zona ecologica molto importante.

Copenhagen Capitale Verde 2014

Copenhagen può definirsi come una capitale verde e *rilassata* tant'è che la Danimarca è stata la prima nazione europea che ha promosso una legislazione ambientalista e da quel momento l'ecologia e l'ambiente hanno giocato un ruolo fondamentale nella pianificazione cittadina.

Nominata nel 2014 come Green Capital, è capace di offrire ai propri cittadini un'alta qualità di vita e accessibilità degli spazi pubblici e del verde urbano collegati tra di loro da percorsi verdi e ciclabili. Il 50% della popolazione si muove in bicicletta dato che è dotata di un sistema di 350 km di piste ciclabili.

Copenhagen, a livello mondiale, è considerata una delle città di spicco per la tecnologia e le imprese pulite e anche per l'edilizia sostenibile; la fonte rinnovabile più diffusa è quella eolica e l'ambizioso profilo verde della città ha un obiettivo ben preciso: diventare la prima città al mondo *CO₂ zero emission* entro il 2025. Anche i grandi sviluppi urbanistici dovranno contenere al massimo tutte le emissioni e utilizzare fonti rinnovabili.

Dopo il recupero della zona del porto dove, grazie a ingenti investimenti nei sistemi di trattamento delle acque reflue e una riduzione dei versamenti durante le piogge intense, hanno permesso di riqualificare la zona permettendo alla gente di tornare a fare il bagno nelle acque del porto. Un altro punto fondamentale che la città vuole risolvere è la zona di *Nordhavnen*, posta a quattro chilometri dal centro di Copenhagen dove è in atto un piano che porterà questa area portuale a diventare un nuovo distretto ecologico della città (fig.10).



Fig.10_Il progetto di COBE Architects per il quartiere di Nordhavnen

Il primo premio vinto dallo studio COBE Architects di Copenhagen nel 2008, ha presentato un progetto di recupero di questa zona creando nuove residenze per circa 40000 abitanti e altrettanti posti di lavoro.

Grazie al suo diretto affaccio sull'acqua sono state create 11 isole collegate tra di loro grazie a canali e bacini, per cui ogni isola presenta un'unità completa che funziona come quartiere. L'obiettivo è quello di creare un'area urbana *carbon neutral* che possa produrre più energia rinnovabile di quanta non ne consuma. Inoltre le aree verdi e giardini saranno in abbondanza, alternati da spazi a bosco e cespugli e da giardini privati.

Nel 2010 la città di Copenhagen è stata terreno di sperimentazione. Il giardino verticale chiamato *Europe in Bloom - a living façade* è stato il modo per celebrare, il 22 maggio 2010 il *World Biodiversity Day*, creando un living wall sul prospetto nord dell'edificio che ospita la European Environment Agency, utilizzando circa 5000 piante

annuali diverse che fiorendo riveleranno una mappa colorata e fiorita dell'Europa sulla facciata (fig.11).

Questo è parte di uno sforzo per creare una consapevolezza dell'impatto che questi giardini possono avere sulla biodiversità e sull'ambiente.



Fig.11 *Europe in bloom*,
Copenhagen

Bristol Capitale Verde 2015

L'aspirazione della città di Bristol di essere nominata Green Capital fu per la prima volta nel 2003 nella Bristol Community Strategy.

Un approccio collettivo all'ambiente della città di Bristol è stato il punto di forza e ha contribuito al suo successo nel 2015 con la vincita del titolo.

Cinque sono i temi presi in considerazione dalla Commissione Europea: natura, trasporti, energia, risorse e food.

Bristol è una delle città più sostenibili del Regno Unito che negli ultimi dieci anni è diventata la città più verde e questo è dovuto al duro lavoro dei cittadini e di organizzazioni che sono il fondamento di questa iniziativa di capitale verde.

Ljubljana Capitale Verde 2016

La trasformazione che la città di Ljubljana ha avuto negli ultimi 10/15 anni è stata fondamentale per l'assegnazione del titolo di Green Capital. Questo cambiamento è stato raggiunto in molte aree della città ma soprattutto ha interessato il trasporto locale e la realizzazione di molte aree pedonali tra cui il centro città.

Inoltre si è operato nel mantenimento e conservazione delle molte aree verdi che

caratterizzano la città e nella conversione di molte *brownfield* in aree verdi pubbliche. Infatti Ljubljana possiede circa 542 m² di spazio verde pubblico per i residenti e circa 80 ettari di spazi verdi recentemente bonificati e recuperati da aree urbane degradate.

Essen Capitale Verde 2017

Nona città tedesca per dimensione, Essen è diventata ormai un modello per le altre città perché grazie al suo sviluppo sostenibile è riuscita ad ottenere risultati ambientali importanti con il miglioramento della vita dei suoi cittadini.

Nominata dalla UE *European Green Capital 2017*, ha saputo trasformarsi da centro industriale in *green and sustainable city* qual'è oggi: dalle vecchie industrie manifatturiere di una volta (dal 1500 e poi successivamente grazie allo sviluppo industriale dell'800 divenne un importante polo commerciale perché possedeva grandi miniere di carbone) alle professioni “verdi” di domani.

La capitale verde con il progetto *Essen, New Way to Water* è riuscita a far rivivere il fiume Ruhr che la attraversa da est a ovest nella zona sud della città, e a iniziare la conversione ecologica del fiume Emscher, a nord del centro cittadino (fig.12). La UE ha riconosciuto a Essen il contributo che la città ha fornito all'intera area metropolitana della Ruhr, che conta un milione di abitanti circa.



Fig.12_Paesaggio lungo il fiume Ruhr

Le principali strategie che Essen si è prefissata da raggiungere entro il 2030 sono:

- la riduzione delle emissioni di CO₂ del 40% entro il 2020 e del 95% entro il 2050;
- gestire il sistema di acque con spazi verdi polifunzionali per prevenire allagamenti e inondazioni;

- aumentare la raccolta differenziata al 65% nel 2020; ridurre i livelli d'inquinamento acustico sia di giorno sia di notte;
- recuperare il 15% dell'acqua piovana

La visione di Essen per il futuro è quella di una città prospera ed economicamente sostenibile, resistente ai cambiamenti climatici e in grado di offrire ai propri abitanti le opportunità per svilupparsi in un ambiente sano (ogni abitante vive a non più di 300 metri da aree verdi e vi è un totale di 370 km di piste ciclabili). Inoltre favorisce le *green infrastructure* con alta qualità dell'acqua e parchi con alto valore ricreativo, innovativo e imprese eco compatibili (*green Economy*), istruzione integrata e concetti di mobilità sostenibile.

Capitolo 3

Quando interno ed esterno si fondono

L'uomo, attraverso l'atto della progettazione, ha sempre cercato di definire i limiti in cui viene condizionato lo svilupparsi delle relazioni sociali. Il termine limite però, in architettura, non va confuso con quello di confine; esso infatti non rappresenta un confine, ma bensì un elemento di disgiunzione più o meno permeabile che racchiude in sé molti significati dialettici quali interno/esterno, aperto/chiuso, pubblico/privato, naturale/artificiale che non sono divergenti tra loro, ma si risolvono se lo pensiamo come interfaccia tra due condizioni differenti di cui si può modulare l'interazione. Molti sono gli autori che hanno cercato di dare una spiegazione a questo rapporto tra interno/esterno.

Carlo De Carli scrive nella rivista *Interni*: "Interno non è contraddizione dell'esterno;... chiuso apparentemente da muri fisici o diaframmi mobili che rispondono anche alla necessità di proteggere l'uomo nel raccoglimento necessario e ne definiscono un ambiente fisico persino di limitata dimensione, già capace di essere completo, seppure come parte; esso non è contrario al "di fuori" e non ha neppure dimensioni grandi o piccole; è una continuità che assume aspetti e significati diversi..." (De Carli, 1967) ¹.

O ancora Le Corbusier afferma: "Le dehor est toutjour un dedan". ²

Ciò che meglio può rappresentare questa transizione è il termine soglia, dal latino *solea*, pianta del piede, suola, che fa riferimento ad una lastra che unisce gli stipiti di una porta o di altri vani di accesso, ma soprattutto coincide anche con il punto che segna l'atto dell'accedere in un ambito spaziale diverso.

Già nell'architettura del passato si possono riscontrare questi spazi di soglia specialmente come luogo di passaggio da un ambito spaziale all'altro: ad esempio il porticato di accesso al tempio che 'filtra' e 'purifica' il passaggio dal profano al sacro; il quadriportico della basilica paleocristiana e il nartece porticato, che ritroviamo anche nelle chiese romaniche, vengono usati come spazi d'attesa e di preparazione per i fedeli prima di entrare nel luogo consacrato. La loro principale funzione è quella di offrire un riparo per chi aspetta di entrare ma anche un luogo di permeabilità tra l'interno e l'esterno.

Soglia spaziale, involucro, pacchetto di transizione fra interno ed esterno sono tutti sinonimi che indicano il limite, la sospensione fra due sistemi con caratteristiche proprie: quello esterno e quello interno. ³

Nella modernità, il tradizionale concetto di separazione tra l'ambiente interno ed esterno si è a poco a poco indebolito per rispondere invece ad una diversa idea dell'edificio, che viene inteso come un organismo aperto, parzialmente o totalmente, verso l'ambiente esterno.

¹ De Carli C., Rivista *Interni* 1967

² Le Corbusier, *Verse un architecture*, pag. 156, "l'esterno è sempre un interno"

³ Grella G., *La transizione tra interno ed esterno nell'architettura contemporanea: contesto e spazio architettonico*, 2010

L'involucro può assumere diversi significati in ambito architettonico: da una parte può costituire un conveniente o funzionale elemento di copertura e protezione attorno ad una superficie, dall'altra indicare uno strato, per lo più costituito da materia leggera che avvolge una cosa e la mantiene proteggendola o ancora sotto il sinonimo di membrana che avvolge un organo. Inoltre, questo è un elemento che influenza fortemente lo spazio nel quale viene inserito il nuovo impianto architettonico perché è visto come un'entità eccezionale e come strumento comunicativo in sé.

Gli elementi di transizione sono ormai elementi fondamentali nella progettazione architettonica in quanto permettono di determinare una nuova qualità urbana, modulando i flussi climatici, facendo da filtro tra la città e l'edificio e definendo uno spazio intermedio e di mediazione tra l'esterno e l'interno. Questi elementi, però, devono essere ben integrati all'elemento edilizio e devono porsi in corretta relazione con la forma urbana alle diverse scale, da quella privata a quella urbana, creando luoghi dove far nascere e crescere lo svolgimento di attività interpersonali. La loro presenza nella storia dell'architettura testimonia come sono riusciti ad adattarsi alle diverse epoche e a trasformarsi in base alle esigenze. Si parla di portici, loggiati, pergole, gallerie e tutti quegli spazi che si trovano tra l'interno e l'esterno e che svolgono un importante ruolo di mediazione climatica e funzionale all'interno delle nostre città.

Dai passage parigini, nati alla fine del Settecento per offrire riparo durante le piogge ma che ben presto diventarono luoghi di incontro per i parigini dove passare le giornate tra negozi e caffè e giardini nascosti, alle serre bioclimatiche di nuova generazione. Non possono essere classificati come spazi privati o pubblici in quanto cambiano la loro funzione in base all'uso che viene fatto e a seconda del rapporto con l'edificio e lo spazio circostante. L'intervento su spazi che sono né interni né esterni, ma, nello stesso tempo, interagiscono su architetture limitrofe dall'esterno verso l'interno e sull'ambiente circostante dall'interno verso l'esterno, è chiamato *in between*.⁴

Lo spazio di transizione diventa così luogo dove i concetti che apparentemente sembrano divergenti tra di loro, come interno ed esterno, chiuso e aperto, pubblico e privato, caldo e freddo, luminoso e ombreggiato, trovano un'apparente unione dialettica (fig. 1). È stato oggetto di molti studiosi i quali hanno saputo darne accezioni molto diverse: da quella più comune che lo definisce spazio della connessione tra l'ambiente interno e quello esterno fino al concetto di buffer spaces riferiti al concetto di comfort dell'individuo e al risparmio energetico dell'edificio.

In architettura questi spazi si traducono in diverse soluzioni architettoniche come i portici, le logge, le serre bioclimatiche e le verande.

Queste strategie progettuali inoltre devono sempre avere l'obiettivo di creare non solo una relazione tra i due spazi, ma anche con la natura stessa, valorizzandola laddove manca.

La valorizzazione della natura avviene attraverso una varietà di rapporti in riferimento al contesto e con modalità spaziali differenti. C'è una natura *giardino* quella che sta appena fuori dalle abitazioni con cui si instaura un rapporto visivo; c'è la natura come

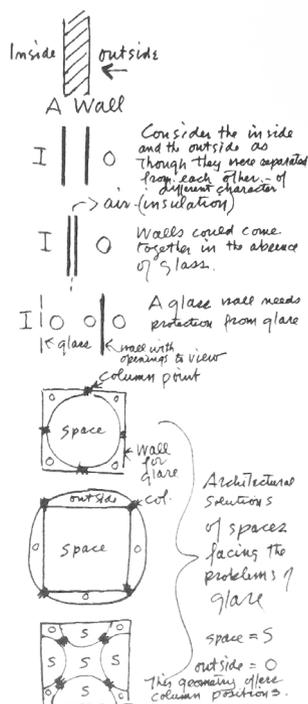


Fig.1_L. Kahn, relazioni esterno interno, schizzo

⁴ L. Prestinzenza Puglisi, *This is tomorrow. Avanguardie e architettura contemporanea*, 1999, pag. 23

ricchezza e luogo di produzione, quella di tipo più *rurale* legata al sistema della città e del territorio; c'è una natura *spettacolo* quella inserita negli spazi domestici che diventa parte integrante di essi.

“Osservare il quotidiano come routine nel campo della città contemporanea significa osservare i modi con i quali si struttura l'universo della casa, dei suoi spazi accessori, dei garage, dei giardini, degli orti ricavati come sempre negli interstizi, nei tasselli vuoti dell'edificato (...) cercando di coglierne i materiali costitutivi, le regole di associazione, i principi insediativi, i modi in cui i diversi materiali sono tra loro relazionati e ordinati, individuando gli elementi costanti, le regolarità, le formalità. (...) significa rincorrere l'intimità domestica, il campo del privato, le ripetizioni di una vita quotidiana che appare restia ai mutamenti, arroccata alla difesa della sua originalità, ovunque uguale. (...) vita pubblica ed esibizione di faccende private tendono a sovrapporsi, confondendosi e annullandosi reciprocamente, riconducendo il pubblico alla “trasparenza di una infinità di storie private.”⁵

La permeabilità dell'architettura con la natura si configura attraverso forme, trame e materiali che sono strettamente interconnessi con il verde e di forte impatto scenografico.

L'architettura e la natura diventano arte di evocazione dello spazio; l'architettura lancia lo sguardo sul paesaggio e il paesaggio trova lo spazio all'interno della casa. Trasparenza delle architetture per far penetrare la luce naturale, materiali naturali e prevalenza di colori neutri sono le principali caratteristiche per la progettazione di questi spazi.

Giardini e terrazzi si trasformano in vere e proprie *stanze all'aperto* che vengono arredate e attrezzate perché devono essere considerate come parte integranti dell'edificio, quei filtri tra l'interno e l'esterno. Perciò all'esterno si può cucinare, mangiare, si possono fare attività fisiche o diventano dei comodissimi soggiorni all'aperto. Il verde, facendo da contorno a tutte queste attività, tende a rafforzare la sensazione di protezione rispetto all'esterno come se fosse un'ulteriore parete aggiuntiva dal carattere rassicurante e uno sfondo di grande valore estetico.

Nel vocabolario greco la vicinanza tra la il concetto di corte e quello di giardino è molto stretta; la parola *Chórtos* (corte) ha la stessa origine della parola *Hórtus* (orto) come luoghi recinto. Infatti il recinto è la caratteristica comune per identificare lo spazio vuoto della corte e quella del giardino come porzione chiusa di terreno dove coltivare o far crescere piante proprio per abbellire o per delizia. Dunque dal pensiero greco si deduce che il giardino è il luogo che genera la vita, così come il patio genera la spazialità della casa. Il patio garantisce la vita domestica perché è portatore di luce e aria ed è identificato come spazio coperto ma anche il giardino è luogo dell'*otium* e intimità. A volte questi due concetti coincidono, soprattutto nella contemporaneità con l'inserimento di piante ed elementi naturali che caratterizzano la spazialità rimandando ad un forte legame con la natura stessa.

Mies Van der Rohe spese molti anni nello studio delle case a patio, che apparentemente sembrano di facile disegno ma invece nascondono molte difficoltà. L'inserimento da

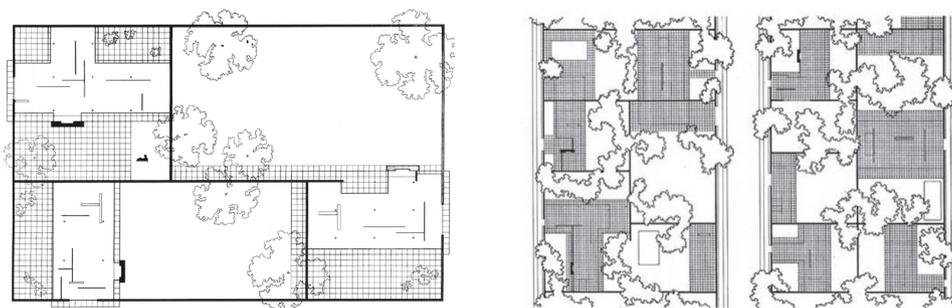
⁵ Cristina Bianchetti, *Abitare la città contemporanea*, 2003

parte di Mies di elementi vegetali per arricchire il disegno degli spazi vuoti permetteva di enfatizzare una totale fluidità tra interno ed esterno data dalle ampie interruzioni murarie vetrate. Il disegno del patio nei suoi progetti non è un disegno scontato bensì si assiste ad un diverso trattamento del suolo, a volte ricoperto da terreno a volte pavimentato come si vede negli schizzi della *Casa a tre corti* del 1934, progetto mai realizzato, dove le aree a cielo aperto sono destinate a giardino e la pavimentazione è suddivisa in una zona a prato e in una rivestita di lastre quadrate di travertino. I due cortili secondari sono, così, da leggere come stanze all'aperto (fig.2).

Gli alberi vengono sempre rappresentati anche negli schizzi a mano libera che l'architetto realizza, e sono testimonianza della presenza di esternalità al di là del vetro per sottolineare una continua fluidità spaziale tra l'interno e l'esterno data dalle interruzioni murarie vetrate, come mostrano gli schizzi del progetto *Gruppo di casa a corte* del 1938 (fig.3).

Fig.2_Mies Van der Rohe, *Casa a tre corti*, pianta, 1934

Fig.3_Mies Van der Rohe, *Gruppo di casa a corte*, pianta dei tetti, 1938



Anche Giò Ponti si dedica allo studio di queste case dove il patio assume un ruolo di spazio di transizione tra interno ed esterno; nel suo progetto delle *Ville Mediterranee*, del 1932, il patio assume una caratteristica di spazio di transizione tra l'interno e l'esterno e, data la sua apertura sui tre lati, permette di creare una relazione tra lo spazio domestico con quello naturale che dispiega all'esterno dei muri. Così facendo si concede alla vegetazione di invadere lo spazio, che in egual misura cresce sia all'interno sia all'esterno diventando elemento di comunicazione tra la spazio domestico e quello naturale (fig.4). Le case per Giò Ponti devono essere "costruzioni semplici, nostrane aperte al sole con vetrate, terrazzi e portici e pergole fatti per contemplare il verde e il cielo, per godere, secondo le stagioni, del sole e dell'ombra dei fiori." ⁶

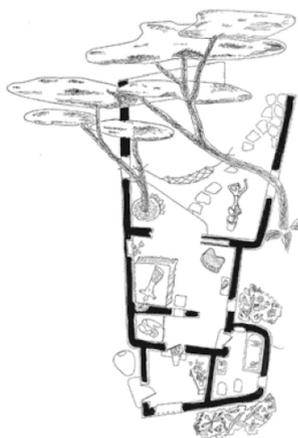


Fig.4_Giò Ponti, *Ville Mediterranee*, 1932

L'architettura odierna perciò si può dire che ha operato una *rivoluzione silenziosa* nel modo di vivere il rapporto tra gli spazi esterni e quelli interni. Un tempo, nelle forme antiche dell'abitare, il fulcro era il focolare e le finestre erano piccole, questo anche per motivi legati alla dispersione termica. Oggi invece si può parlare di vere e proprie *pareti paesaggio*, dove il paesaggio diventa cornice, prediligendo inquadrature via via sempre più ampie o addirittura totali.

La natura esterna diventa scenografia dell'interno; questo non solo favorisce un contatto diretto con la natura, ma favorisce il nostro stato d'animo, il livello di felicità, benessere e tranquillità. Un contesto verde può essere ricreato in qualsiasi momento:

⁶Ponti G., *La villa del sole. Una colonia di case moderne in una zona a giardini*, 1995

paesaggi esterni rappresentati da muri ciechi che si trasformano in cortine verdi, piccoli giardini in miniatura, verande, patii. Nel caso in cui però non si disponga di spazi da trasformare a verde fuori casa si può pensare di portare il verde all'interno realizzando un piccolo microcosmo naturale. Il modo più semplice è quello di riempire uno spazio, purché sia luminoso perché la luce diventa l'elemento fondamentale e indispensabile per le piante indoor; oppure realizzare un vero e proprio giardino d'inverno, in base alla disponibilità di spazio, o creare delle piccole camere vetrate, come i bow window ma ribaltati all'interno, dove collocare le più svariate specie vegetali.⁷

La soluzione più ottimale per il verde resta sempre l'utilizzo delle cosiddette serre bioclimatiche, ovvero volumi vetrati che, in base alla tipologia voluta, si vanno a collocare addossati o integrati all'edificio.

La serra bioclimatica, conosciuta anche come serra solare o serra captante, è un vano vetrato integrato o confinante con un edificio. Non è da confondere con la veranda in quanto, a differenza della serra, non deve avere un determinato orientamento e specifiche capacità di captare la luce. Entrambi sono considerati come elementi vetrati adiacenti all'edificio ma solo la serra può essere considerato come un componente di bioedilizia. Fisicamente, essendo considerata come uno spazio tampone, ha il compito di ridurre gli scambi termici tra l'edificio e l'ambiente esterno, limitando le dispersioni durante il periodo invernale, contribuendo al riscaldamento stesso dell'edificio riducendone i consumi e limitando i guadagni nel periodo estivo (fig.5). Grazie alla parte vetrata d'inverno all'interno della serra si possono ottenere temperature dell'aria elevate rispetto a quella esterna e inoltre se vengono dotate di masse termiche di accumulo permettono lo smorzamento e uno sfasamento dei picchi termici esterni.

Le sue principali caratteristiche sono:

- orientamento: è preferibile infatti posizionare la serra bioclimatica a sud in modo da permettere una maggiore captazione dei raggi solari.
- materiali: la serra deve essere progettata e realizzata con materiali che permettano l'irraggiamento solare, ma al contempo limitino le dispersioni termiche; deve possedere inoltre tre lati e copertura vetrati.
- schermature: le schermature sono necessarie nel momento in cui si progetta una serra solare soprattutto per il periodo estivo per proteggere l'ambiente da eventuali surriscaldamenti; i sistemi schermanti devono essere mobili e non fissi proprio perché la sua funzione è quella di captare il calore.
- presenza di una porta finestra per permettere l'ingresso nella serra.

Queste caratteristiche se ben rispettate permettono di realizzare un progetto ad hoc e soprattutto funzionale per l'edificio. Inoltre è necessario che vi siano delle aperture in modo da permettere un buon riciclo dell'aria interna.

A differenza di tanti altri sistemi di involucro, la serra è un vero e proprio spazio

⁷Bortolotti E., *Il giardino inaspettato*, 2011

abitabile: va pensata e progettata non come un mero dispositivo passivo, ma come un elemento stimolante che complessifica la distribuzione degli spazi indoor e outdoor, quindi non deve essere concepita come spazio sostitutivo, ma bensì integrativo, ad esempio il soggiorno.

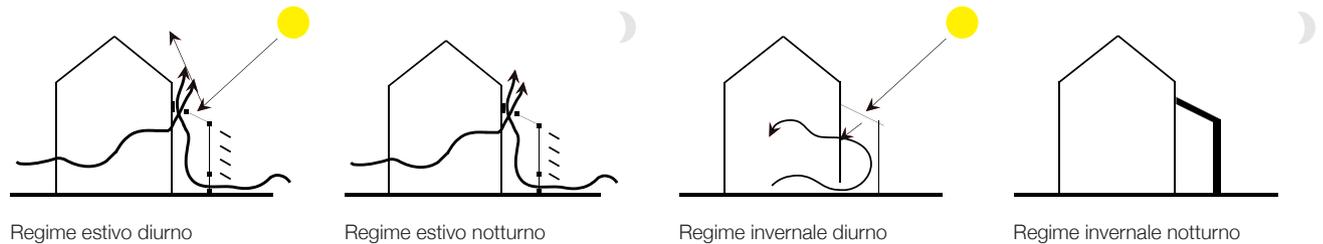


Fig.5_Disegni concettuali sul funzionamento della serra in estate e inverno

Tante piante sempreverdi o stagionali e un orto coltivato potrebbero garantire uno scenario in grado di cambiare in tutte le stagioni garantendo un continuo contatto con la natura stessa. Un semplice terrazzo, se adottato come serra, può diventare un nuovo luogo di ritrovo e grande protagonista dello spazio abitativo, per portare all'interno la natura che ci circonda.

La serra bioclimatica inoltre va classificata e divisa in base al modo in cui trasferisce e distribuisce il calore all'interno dell'abitazione:

- serra a scambio convettivo: così definita perché consente lo scambio di calore per convezione anche forzato, attraverso dei serramenti e/o aeratori posti alla base e alla sommità della superficie di separazione.
- serra a guadagno diretto: in questo caso la dispersione termica o il guadagno avvengono direttamente all'interno dello spazio abitativo. Si tratta di una struttura integrata dove lo scambio di calore si realizza tramite la conduttanza dei serramenti che devono essere rimovibili, a soffietto o scomparsi, per favorire la dispersione.
- serra a scambio radiante: in questo tipo di serra il calore viene raccolto con una parete di accumulo non isolata che riscalda la massa d'aria interna e trasferisce radialmente il calore all'ambiente adiacente quando ha temperatura inferiore.

Uno dei recenti progetti realizzati dall'architetto Renzo Piano per il nuovo *Grattacielo Intesa Sanpaolo* a Torino include anche la realizzazione di una serra bioclimatica al 35° piano dell'edificio (fig.6). Con i suoi 15000 m³ di spazio ospita un giardino con piante tipiche della macchia mediterranea che contribuiscono al mantenimento del clima temperato all'interno dell'ambiente. Questa serra è stata progettata in modo da impedire che la radiazione solare si accumuli sul tetto e si trasferisca all'interno dell'edificio, evitando dispersioni termiche in inverno e favorendo una temperatura controllata in estate. Inoltre l'ambiente viene climatizzato in maniera naturale e tramite la raccolta dell'acqua piovana si contribuisce a riutilizzo per l'irrigazione delle piante. L'architettura moderna ha sempre teorizzato e ritenuto che questi luoghi di transizione non potessero essere pensati e progettati come sostitutivi dello spazio aperto o del

giardino tradizionale, né di sostituire il concetto di parco e spazio verde nella città moderna.

Oggi invece, di fronte ad una continua contrazione degli spazi verdi presenti nelle città, il ruolo di questi spazi deve essere rivalutato; infatti rappresentano luoghi di filtro, a volte anche psicologico, tra l'abitare e lo spazio esterno contribuendo a definire un nuovo modo di concepire lo spazio dell'abitare.

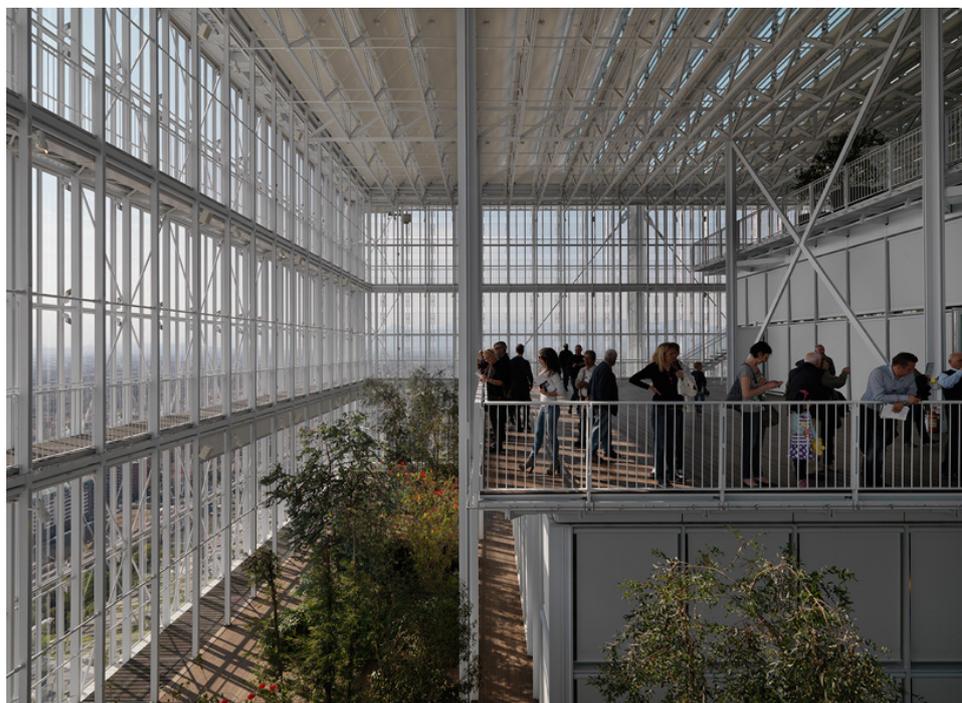


Fig.6_Serra bioclimatica
grattacielo Intesa Sanpaolo,
Torino

Capitolo 4

L'invasione della natura

Ai convenzionali materiali da costruzione come il calcestruzzo, l'acciaio, il legno, il mattone si può aggiungere un altro elemento, non appartenente al settore dell'architettura, ma scelto per le sue caratteristiche non convenzionali, che è quello naturale o più propriamente il mondo vegetale, in grado di costituirsi come componente compositivo dello spazio, caratterizzandosi come un vero e proprio elemento tecnico del progetto.

L'utilizzo del verde in architettura non è una novità; infatti da secoli e secoli vi è la volontà di inserire la natura nella progettazione, creando un legame con essa e in alcuni casi lasciando che questa invada, letteralmente, l'edificio. Questa invasione può essere regolamentata e antropizzata alla ricerca di nuovi spazi di conquista come nel caso della verticalità urbana; o al contrario lasciata alla sua vera natura cioè quella del selvaggio.

Al primo caso si può avvicinare la visione di Frank Lloyd Wright nella *Casa sulla Cascata*, 1936: la presenza della roccia, dell'acqua e della vegetazione determinano l'articolazione del progetto ma soprattutto tessono un dialogo costante con l'edificio, tant'è che questo sembra "vincolato" e inseparabile dal paesaggio in cui sorge.¹

Uno degli esempi più significativi che riguarda invece il secondo caso è *Villa Sarabhai* in India, opera di Le Corbusier alla fine degli anni Cinquanta, dove la villa oggi appare *invasa* in modo disciplinato dalla natura. La presenza di piante e fiori derivanti dalla foresta vicina ma anche dal tetto giardino che Le Corbusier aveva progettato sulla copertura, rendono una visione d'insieme fluida e rendono possibile il contatto dell'architettura con il modo naturale. Il progetto di Le Corbusier può essere considerato come testimonianza dell'utilizzo del verde non solo come elemento di abbellimento, estetico ma anche come elemento tecnologico. Infatti la terrazza giardino della Villa, oltre a costituire uno spazio verde per Madame Manorama Sarabhai, permette di ottenere benefici interni a livello di confort, mantenendo l'interno fresco e una percentuale di umidità bassa rispetto a quella esterna.

La natura come elemento decorativo

Quando si parla del verde utilizzato come elemento decorativo vuol dire che questo non è parte integrante del progetto, ma si pone come componente aggiuntivo. Questa "aggiunta" di verde può avvenire anche in termini temporali diversi, cioè collocata sull'edificio anche dopo la sua realizzazione perché non prevista dal progetto o perché voluta dai committenti in tempi successivi.

¹ Wright dà origine al concetto di Architettura Organica che va a promuovere il rapporto tra natura e uomo. Nel suo scritto *Architettura Organica* del 1939, Wright parla di un'architettura che ha come idea trainante il rifiuto della mera ricerca estetica o il semplice gusto superficiale così come una società organica dovrebbe essere indipendente da ogni imposizione esterna contrastante con la natura dell'uomo.

Il rivestimento è il sistema di inverdimento maggiormente utilizzato nella storia delle costruzioni e l'impiego più semplice è rappresentato dallo sfruttamento di questo a fini estetici; basti pensare alle chiusure edilizie verticali ricoperte di edera o di glicine. Nelle città sono molti gli edifici che naturalmente hanno le pareti coperte da vegetali e questo impiego, soprattutto nelle zone in cui vi è mancanza di verde come prati o parchi, può portare ad un miglioramento della qualità ambientale complessiva oltre a dare effetti estetici.

Perini (2002) lo definisce come il materiale ecologico per eccellenza. In questo caso quello che può essere definito come "maquillage naturalistico" implica scelte progettuali determinate prevalentemente da un'intenzionalità estetica per lo sfruttamento delle qualità percettive del materiale vegetale, "l'utilizzo di materiale vegetale in questa nuova sorta di maquillage quale risposta al rifiuto crescente dell'immagine della città" (Repishti, 2008).

Una delle proprietà fondamentali del verde è quello di offrire un benessere psicologico/percettivo perché distende e rilassa; non a caso molti sono gli studi scientifici che si stanno occupando di questo argomento e che dimostrano come la semplice vista di aree verdi, piante o alberi abbia una serie di effetti di benessere sia a livello fisiologico che psicologico. Sicuramente la presenza del verde negli spazi urbani ha un ruolo importante per il benessere psicologico dell'uomo, in quanto contribuisce a infondere un senso di serenità smorzando la monotonia degli ampi e grigi quartieri urbani (Bellomo 2003). Inoltre contribuisce a migliorare l'immagine delle città grazie alla sua variazione cromatica nelle diverse stagioni offrendo decoro a quegli edifici di scarso valore architettonico.

Ulrich (1983) ha dimostrato che i pazienti ospedalizzati ricoverati in stanze con una visuale diretta sul verde esterno recuperano più velocemente di quelli senza visuale.

Field (1998) ha dimostrato che la presenza di verde e piante negli uffici riduce la sensazione di discomfort del 23%.

Con gli anni Duemila l'uso massiccio del verde è in continuo aumento, dal *Museo Quai Branly* a Parigi (fig.1), nato dalla collaborazione di Patrick Blanc con l'architetto Jean Nouvel fino ad arrivare al progetto della facciata verde del *Caixa Forum* firmata da Herzog & De Mueron a Madrid.

Un altro progetto molto interessante trattato da Patrick Blanc, ricercatore francese che ha ideato il sistema *Mur Vegetal*² e figura odierna molto importante per lo sviluppo del sistema del verde verticale, è la copertura a verde di molti ponti o passaggi stradali come quello di Pont Max Juvenal a Aix En Provence dove applica



Fig.1_Museo du Quai Branly, Parigi

² All'inizio degli anni novanta Patrick Blanc sperimentò un brevetto ancora utilizzato oggi che è quello del Mur Vegetal, un sistema che accomuna architettura e vegetazione, iniziando a porre l'attenzione su quelle specie in grado di sopravvivere in contenuti estremi o penalizzanti come una parete verticale e massiva. Questo apparato vegetativo si compone di diverse tipologie di piante che lo stesso Blanc ha testato e selezionato circa 300 con le quali lavora abitualmente. I muri di Blanc possono contenere fino a 30/40 piante per m² di specie differenti.



Fig.2_Progetto *Via Verde*, Città del Messico

questo “muro vegetale” su una nuda struttura in calcestruzzo armato o *béton brut*, come lo definirebbe Le Corbusier.

In Messico invece il progetto *Via Verde* prevede l’installazione e il mantenimento di oltre 40000 m² di giardini verticali in più di 700 colonne delle autostrade attorno Mexico City (fig.2). Questo, oltre a portare nuovo verde in città, genererà benefici ambientali e psicologici per i cittadini e automobilisti (riduce il livello di stress) e un cambiamento positivo all’immagine urbana.

Non va trascurato il potenziale culturale e narrativo, così come quello didattico, sociale e ricreativo di piantagioni parietali e giardini verticali. Un esempio può essere

rappresentato dal progetto per la *Torre La Défense*, opera di Patrick Blanc e Edouard François, in cui un’anonima torre di aerazione della metropolitana viene trasformata in un landmark vegetale urbano che la rende riconoscibile nel tessuto urbano della Défense offrendo ai passanti la vista di una collezione botanica di Ipomee.

La natura come elemento tecnico

Un diverso approccio è rappresentato dall’utilizzo del verde come elemento tecnico e quindi come dispositivo funzionale del progetto; in tale caso è necessaria una progettazione ad *hoc* in modo da farlo diventare parte integrante del disegno architettonico. Questo è in grado di interagire con l’edificio creando uno stretto rapporto tra edificato e natura e sostituendosi alla sua alternativa tecnica come per esempio elemento schermante per la luce del sole o componente per il controllo microclimatico.

L’impiego del verde in architettura si colloca anche come tematica fondamentale nell’architettura sostenibile e trova uno dei fondamenti nel fatto che la vegetazione riesce a garantire prestazioni maggiori e diversificate con il medesimo intervento.

L’edificio contemporaneo quindi può essere visto come un’evoluzione storico-tecnologica e semantica dei rifugi naturali degli antenati. Un riparo naturale che, impiegando componenti materiche di derivazione naturale, le modifica fino a farle proprie e metterle in opera sotto forma di manufatti architettonici.

Un involucro verde, quindi, se ben progettato consente di ottenere benefici ambientali a diverse scale. A livello urbano riguarda il miglioramento della qualità urbana e della biodiversità, mitigazione delle isole di calore e gestione delle acque piovane, mentre a livello del singolo edificio interessano le prestazioni dell’involucro e il comfort interno e esterno, con la capacità di raffrescamento, ombreggiamento e notevoli capacità isolanti.

L’interesse nei confronti della superficie degli edifici e soprattutto per il loro strato più esterno è sempre stato l’argomento preferito da architetti e teorici in quanto sempre affascinati nel trovare una soluzione a questo problema. C’è chi parla di come rivestire questi edifici trattandoli addirittura come tessuto dotato di trame e orditi, come

suggeriva Gottfried Semper, teorizzatore dell'origine tessile del rivestimento³, e come si vede applicato nella *Majolica House* di Otto Wagner. Con l'evoluzione delle tecniche e dei materiali edilizi, questo rivestimento diventa un elemento fondamentale per identificare una nuova frontiera raggiunta. Le pareti verdi esprimono una forte carica formale sugli edifici che vengono spesso trattati come muri dove una tappezzeria vegetale ha bisogno di tanto spazio per esibirsi.⁴

Emilio Ambasz a partire dallo slogan *green over the gray* propone soluzioni formali e tecniche di avanguardia capaci di fondere naturale e artificiale attraverso manufatti rivestiti di vegetazione che riescono a restituire alla collettività la quota di verde che l'edificio ha sottratto alla natura.⁵

Wright diceva "Un medico può seppellire i suoi errori, ma un architetto può solo piantare un rampicante" anche se oggi, per fortuna, l'uso del verde a scopo estetico si riconosce sempre di più dell'utilizzo del verde a scopo ecologico ma soprattutto tecnologico.

Da sempre in architettura si lavora sulla continua ricerca di materiali tecnologici in grado di andare ad incrementare l'isolamento termico con il minimo spessore, soluzioni per l'isolamento dei serramenti, sul comfort termo-igrometrico tra interno ed esterno ma solo recentemente ci si sta concentrando sulla capacità del verde di risolvere molte di queste problematiche tecnologiche; infatti può contribuire all'isolamento termico invernale ed estivo dell'edificio.



Fig.3_Residenza universitaria in Sant Cugat del Vallès, dataAE e H ARQUITECTES

L'integrazione del verde inoltre può caratterizzare interventi di riqualificazione o di nuova costruzione e in entrambi i casi può contribuire all'aumento del valore economico di quel determinato immobile (fig.3).

Le diverse modalità di integrazione possono avere una maggiore o minore influenza sul costruito, sulla concezione progettuale e sulle caratteristiche formali e funzionali oltre a necessitare di oneri economici e di manutenzione diversi tra loro in base alla tecnologia scelta.⁶

Un involucro verticale vegetale, anche se in molti casi richiede una progettazione più complessa, può contribuire a migliorare l'identità architettonica di un edificio sia a livello estetico sia, soprattutto, a livello funzionale perché influisce sulle prestazioni dell'involucro.

Anche una copertura verde può caratterizzare molto un'architettura, per esempio, con un'integrazione nel contesto naturale o fornendo veri e propri giardini e

³ Semper G., *Lo stile*, Rubelli A.R., Crespi C., Gravagnolo B., Tentori F. (a cura di), 1992

⁴ Tatano V., *Verde: naturalizzare in verticale*, 2008, pag.55

⁵ Ambasz E., *Architettura naturale: design artificiale*, 2001

⁶ Perini K., *Progettare il verde in città. Una strategia per l'architettura sostenibile*, pag. 13

spazi di aggregazione (fig.4).

Grazie alla continua ricerca ed evoluzione sul mercato di prodotti che permettono un corretto drenaggio, impermeabilizzazione e protezione della copertura, si può decidere quale tipologia di copertura utilizzare: intensiva o estensiva. A seconda della tecnologia variano stratigrafia, uso di vegetazione e caratteristiche d'uso. Inoltre sono diverse per benefici microclimatici ottenibili, oneri economici e manutenzione richiesta.



Fig.4_ *Raised Gardens of Sants* a Barcellona. Parco urbano, green roof come spazio di aggregazione sociale.

Gli involucri verdi invece possono essere rivestiti da semplici rampicanti che crescono direttamente sulla facciata dell'edificio o con qualche ausilio di strutture come reti o cavi in legno, metallo e plastica oppure tramite la predisposizione di veri e propri moduli precedentemente inverdati in serra o vivaio per velocizzare i tempi di copertura. In altri casi invece si può intervenire con la collocazione a diversi piani della facciata di vasi con arbusti aventi la funzione di ombreggiamento. Nel caso di utilizzo di queste soluzioni architettoniche nel costruito bisogna tenere conto di numerose variabili, soprattutto della preesistenza stessa; bisogna infatti considerare l'assetto planivolumetrico dell'edificio, i materiali con il quale è realizzato e le tecnologie adottate. Nel caso in cui invece il verde venga integrato nelle nuove costruzioni, questo può influenzare molto le scelte progettuali ma soprattutto tecnologiche. Una corte, ad esempio, può essere studiata in modo da favorire la ventilazione interna, terrazzamenti possono diventare giardini pertinenziali, un involucro può essere interamente ricoperto da specie vegetali.⁷ Si tratta dunque di una tema complesso e per questo è necessario che vi sia una sinergia di competenza diverse in ogni fase del processo edilizio. In ogni fase dell'intervento bisogna gestire, progettare e programmare l'utilizzo del materiale vegetale in modo da raggiungere il risultato richiesto durante la fase di progettazione, tenendo conto anche delle tipologie vegetative che vengono utilizzate. L'intervento da parte di un agronomo o di un botanico per la scelta delle specie è necessario in modo da evitare insuccessi sia a livello estetico; ma soprattutto funzionale, legati al cattivo adattamento dell'ambiente in cui vengono introdotte.

Questo *nuovo* elemento tecnologico, ha riscontrato, negli ultimi anni, un forte

⁷ Perini K., *Progettare il verde in città. Una strategia per l'architettura sostenibile*, pag. 30

successo anche da parte delle Amministrazioni Comunali di molte città, tanto da considerare necessaria una modifica dei piani regolatori al fine di incentivare, o in molti casi anche obbligare, la realizzazione di elementi verdi all'interno del tessuto urbano (fig.5).



Fig.5_Beirut Wonder Forest, progetto visionario dello Studio Invisibile che prevede di trasformare i tetti degli edifici nella capitale libanese in giardini pensili

La necessità di avere un approccio ecologico alla progettazione, orientato verso l'integrazione del verde negli spazi costruiti, può portare sicuramente ad ottenere non solo vantaggi di tipo ecologico.

Il primo paese che ha integrato l'uso dei tetti verdi nei regolamenti edilizi di molte città, circa il 35%, è la Germania. In alcune città come Monaco di Baviera, Stoccarda, Friburgo i tetti verdi sono molto diffusi su grandi complessi industriali, banche, edifici residenziali e scuole.

Dopo Toronto, che nel 2009 ha adottato una norma che obbliga gli edifici industriali, commerciali, istituzionali

e residenziali ad adottare i tetti verdi e Sydney nel 2014, che promuove anche l'inserimento dei muri vegetali, anche la Francia si prepara per *arredare* i tetti degli edifici con la tecnologia verde. Nel 2015 è stata approvata dal Parlamento francese una legge che obbliga i palazzi nelle zone commerciali a dotarsi di tetti verdi (la Francia sta lavorando per arrivare all'obiettivo di ridurre il consumo energetico e le emissioni del 25% entro il 2020).

In Italia la situazione è leggermente diversa: dal punto di vista normativo, non si hanno molti riferimenti, contrariamente a quanto avviene all'estero, dove le pratiche sono più consolidate. La prima città italiana a favorire l'utilizzo di eco-coperture è stata Bolzano. Il piano regolatore ha reso obbligatorio per tutti gli interventi edilizi, sia residenziali che produttivi, l'indice RIE "Procedura per la Riduzione dell'Impatto Edilizio" che certifica la qualità dell'intervento rispetto alla permeabilità del suolo e al verde. In altri comuni italiani, alcuni Regolamenti Edilizi impongono, per la realizzazione di nuovi edifici, l'obbligo di creare una copertura a tetto verde, in alcuni casi per almeno il 30% della superficie come accade nella provincia di Lecco e quella di Pavia. Anche la città di Torino ha modificato il proprio piano edilizio comunale per incentivare la realizzazione di tetti verdi; infatti per gli orti o giardini realizzati in piena terra sulle coperture piane degli edifici si prevede l'esonero totale dal pagamento del costo di costruzione.

Nel 2018 in quasi tutti i comuni italiani si potrà godere del cosiddetto *Bonus Verde*, ovvero una detrazione fiscale del 36% che riguarda spese fino a 5000 euro, per tutti quegli interventi di realizzazione, cura e sistemazione di terrazzi, balconi e giardini sia privati sia condominiali. Nelle detrazioni sono compresi anche gli impianti di irrigazione e il recupero di aree verdi di giardini di interesse storico. Si tratta dunque di una misura importante per favorire la diffusione di parchi e giardini in città, capaci di catturare le polveri e di ridurre il livello di inquinamento.

Solo dagli anni Novanta si può iniziare a considerare il verde come elemento per il controllo microclimatico e ambientale, soprattutto a seguito delle prime sperimentazioni avvenute in Germania alla fine degli anni Ottanta.

In Italia il primo esempio significativo di utilizzo del verde risale al progetto di Aimaro

Isola e Roberto Gabetti per il *Quinto Palazzo Uffici SNAM* a San Donato Milanese realizzato tra il 1985 e il 1991.

“Proiettata verso il cielo, relegata negli spazi angusti dei tetti-giardini, la natura esibisce senza infingimenti l’artificialità cui l’uso la costringe, e dichiara in tal maniera apparente l’immagine di pacificata organicità che l’edificio potrebbe evocare”.⁸

Un’attenzione inconsueta è rivolta alla amenità del luogo che determina la trasparenza dell’edificio, data da superfici interamente vetrate, e la sua fusione con la natura del territorio secondo un preciso disegno del verde (fig.6).

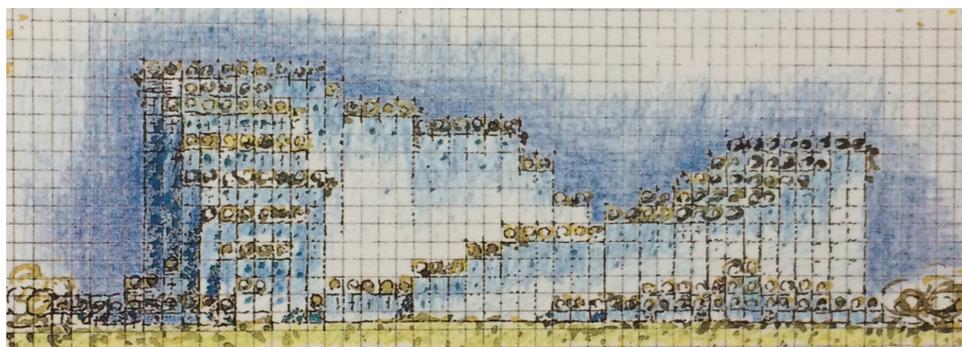


Fig.6_Prospetto ovest *Quinto Palazzo Uffici SNAM*

Il progetto prevedeva infatti, oltre all’uso del verde in copertura, anche l’inserimento di fioriere con specie vegetali decadenti nell’intercapedine della doppia facciata vetrata in modo da utilizzarle come schermature per evitare un surriscaldamento nel periodo estivo e come elemento per aumentare il comfort termoigrometrico all’interno dell’edificio. In realtà l’inserimento della vegetazione in questa intercapedine non è mai stato realizzato, ma rimane a testimonianza di uno tra i molti tentativi di riportare il verde

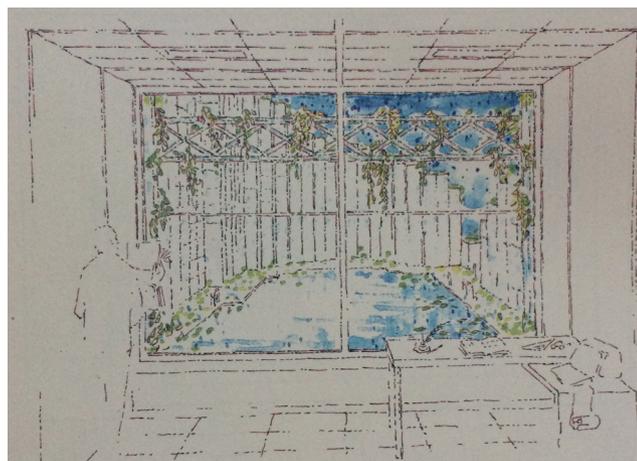


Fig.7_Vista dall'interno dell'ufficio sul lago

nelle facciate con dispositivi atti a riprodurre in chiave innovativa la tradizione dei rampicanti dei discendenti. Inoltre tutte le terrazze di copertura di questo *anfiteatro a gradoni* erano ricoperte da vegetazione in modo da coronare tutto l’edificio ai vari livelli di altezza realizzando una continuità visiva tra la natura collocata alla quota di terra con anche la presenza di un lago artificiale circondato da vegetazione (fig.7). Lo studio del verde è stato fatto in collaborazione dell’Istituto di Coltivazioni Arboree dell’Università di Bologna; in tal modo è stato possibile collaudare diverse specie vegetali e tecniche di coltivazioni al fine di andare ad individuare la soluzione ottimale anche sotto il profilo gestionale.

Architettura e natura perciò iniziano ad essere pensate come entità complementari e interagenti l’una con l’altra, al fine che di creare le condizioni necessarie per migliorare la qualità di vita dell’uomo.

⁸ Francesco Dal Co, “Rigore della misura e trasgressione eclettica in un’opera recente di Roberto Gabetti e Aimaro Isola”, in R.Gabetti e A. Isola, *Il quinto palazzo uffici Sman a S. Donato*, Monografia di Anfione Zeto, 1993, pag 15

Capitolo 5



Schede tecnologiche

La vegetazione diventa un materiale dell'innovazione per eccellenza e utile all'architetto come dispositivo interattivo per dialogare con gli abitanti e con l'ambiente, sorretto da logiche estetiche che lo rendono di volta in volta qualcosa di diverso in base alla sua applicazione: da *camouflage estetico*, maschera e mimetismo ambientale alle ragioni più funzionali come strumento di mitigazione ambientale e benessere termogrametrico.

Sono state elaborate schede che classificano e illustrano le principali caratteristiche delle cinque tecnologie prese in esame: tetto verde, giardino pensile, green façade, living wall system e coltivazione in vaso. L'analisi vede la loro applicazione in edifici residenziali multipiano o residenze private.

Le caratteristiche di ogni singola tecnologia sono rappresentate graficamente. E' stato dunque elaborato un grafico che esprime le singole proprietà in modo significativo e qualitativo, i cui dati sono stati estratti dalla letteratura specifica.

Le caratteristiche prese in esame sono: performance estate/inverno, isolamento acustico, complessità tecnologica, flessibilità architettonica, varietà vegetale e fabbisogno idrico.



Tetto verde estensivo

I giardini pensili, noti già a Babilonia nel 590 a.C., sono una delle tecnologie più semplici da applicare in architettura, sia nella realizzazione di nuove costruzioni sia nella riqualificazione di vecchi edifici.

Generalmente si parla di sistema di inverdimento estensivo quando l'intero pacchetto tecnologico non supera i 15 cm di altezza. Il peso complessivo sul solaio è compreso tra 60/250 kg/m² e il grado di manutenzione è minimo; si contano infatti circa due o tre sfalci all'anno ovviamto dopo l'avviamento iniziale dell'impianto di qualche

mese.

E' importante sottolineare che prima della realizzazione di questa tecnologia è fondamentale un'analisi statica della struttura, in modo da verificare che possa resistere un determinato carico superiore.

Questa soluzione è ottima in alternativa alla tradizionale copertura in coppi e tegole; infatti oltre a poter essere applicata su coperture piane, si può utilizzare in una copertura inclinata con un massimo di inclinazione del 35%.

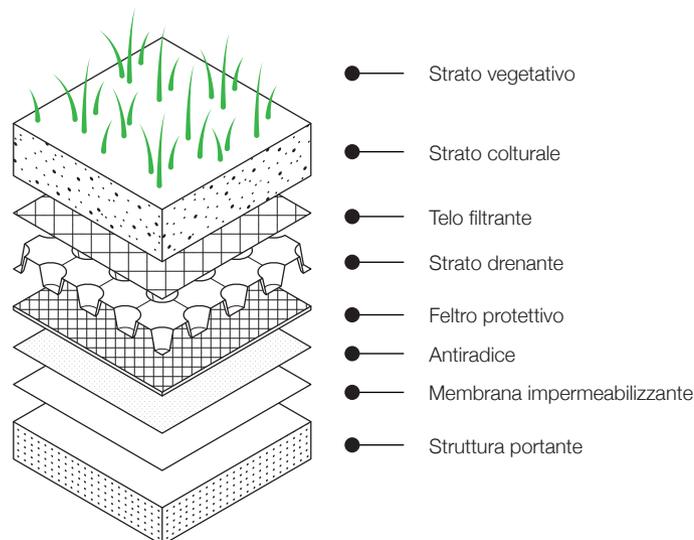
Grazie all'utilizzo di un sistema estensivo si assiste ad un incremento dell'isolamento termico all'interno dell'edificio e in alcuni casi anche dell'isolamento acustico.

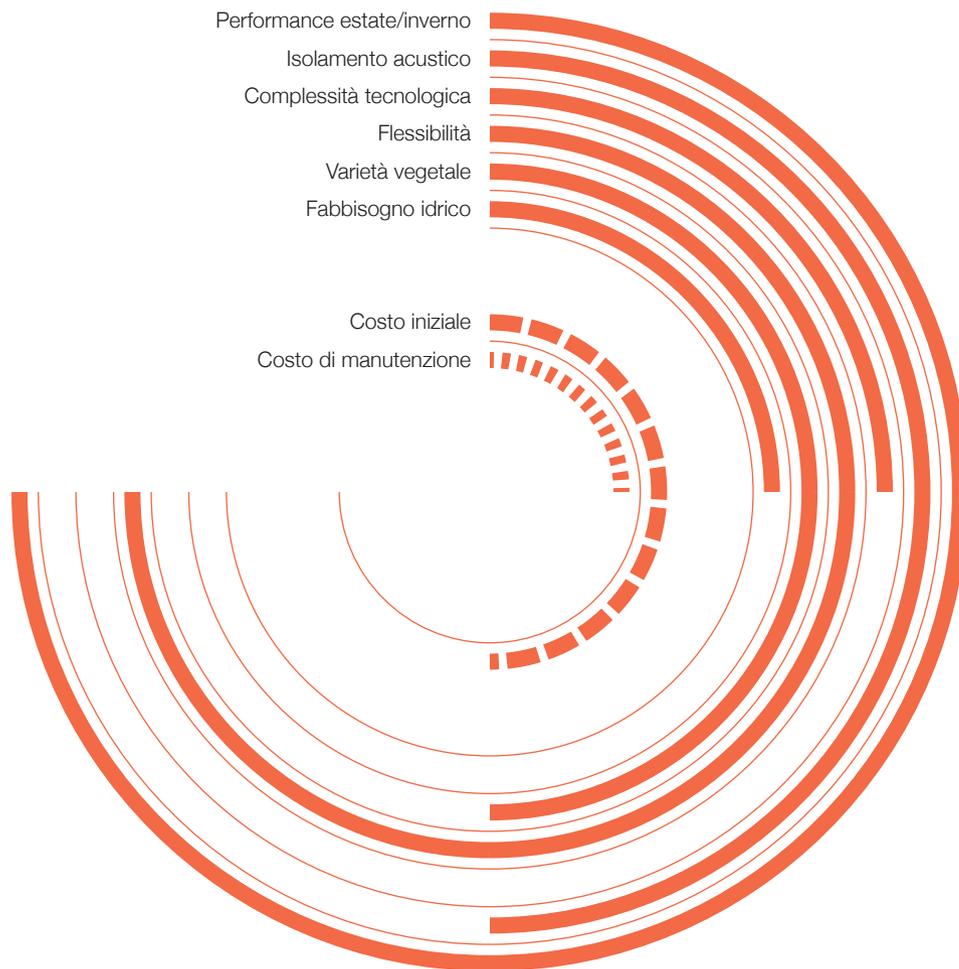
Data la presenza di piante di piccole dimensioni e per lo più arbusti dotati di caratteristiche resistenti alla siccità, il fabbisogno di acqua è molto ridotto, tant'è che in molti progetti, soprattutto in zone climatiche piovose, non vengono dotati di sistemi di irrigazione. Occorre tenere presente che nei primi 8-16 mesi la vegetazione necessita comunque di un'irrigazione di avviamento perciò la predisposizione di un elementare impianto d'irrigazione è quindi tendenzialmente opportuna.

L'impiego di sistemi e di substrati drenanti dovrà comunque impedire il rischio di ristagno idrico.

La scelta specifica della vegetazione è connessa a numerosi fattori: pacchetto tecnologico, clima, esposizione, utilizzo, manutenzione richiesta ecc..

I pacchetti a minor spessore sono quelli tecnologicamente più evoluti in cui alcune stratificazioni assolvono più funzioni. In questi casi le specie del Sedum sono le più indicate per la resistenza al freddo, al caldo e allo stress idrico, la posa semplice e veloce, la manutenzione ridotta ed il costo limitato delle talee.







Tetto verde intensivo

Il tetto verde intensivo o, più generalmente, giardino pensile è un sistema di inverdimento caratterizzato da uno spessore maggiore del pacchetto tecnologico rispetto a quello estensivo, compreso tra i 30/80 cm e con un peso superiore ai 200 kg/m² che richiede perciò un'analisi statica più approfondita per la verifica dei requisiti statici dell'edificio.

Questo tipo di sistema tecnologico, previa analisi statica, può essere applicato sia nella nuova costruzione sia nella riqualificazione, ogni qual volta si voglia andare a creare uno spazio verde fruibile.

Infatti, grazie ad un maggiore spessore del pacchetto tecnologico, si può realizzare un giardino accessibile e fruibile realizzando anche strutture d'arredo e percorsi sia pedonali sia carrabili.

La presenza di un tetto verde come spazio abitabile permette inoltre di aumentare il valore economico dell'immobile.

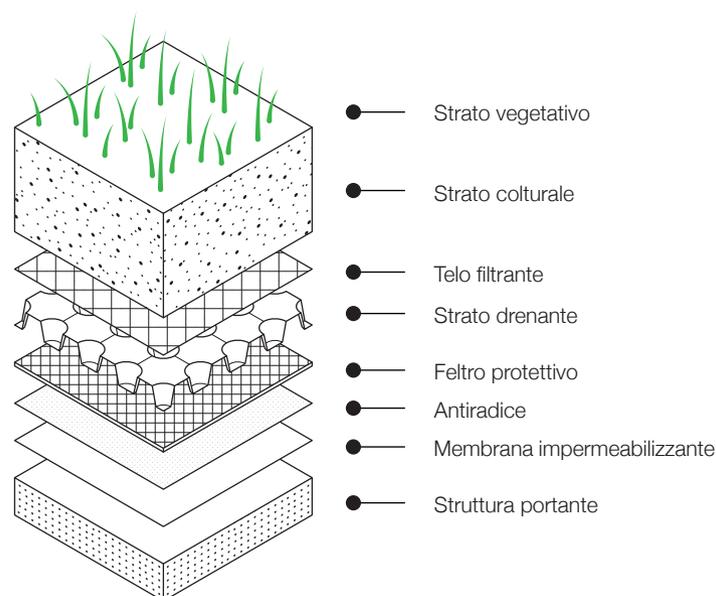
Le specie vegetali che possono essere piantumate sono maggiori rispetto a quello estensivo, infatti vanno dai cespugli agli arbusti di media altezza fino ad arrivare a piccoli alberi. In questo caso però è richiesta una manutenzione periodica e regolare tra cui sfalci, irrigazioni, diserbi, concimazioni.

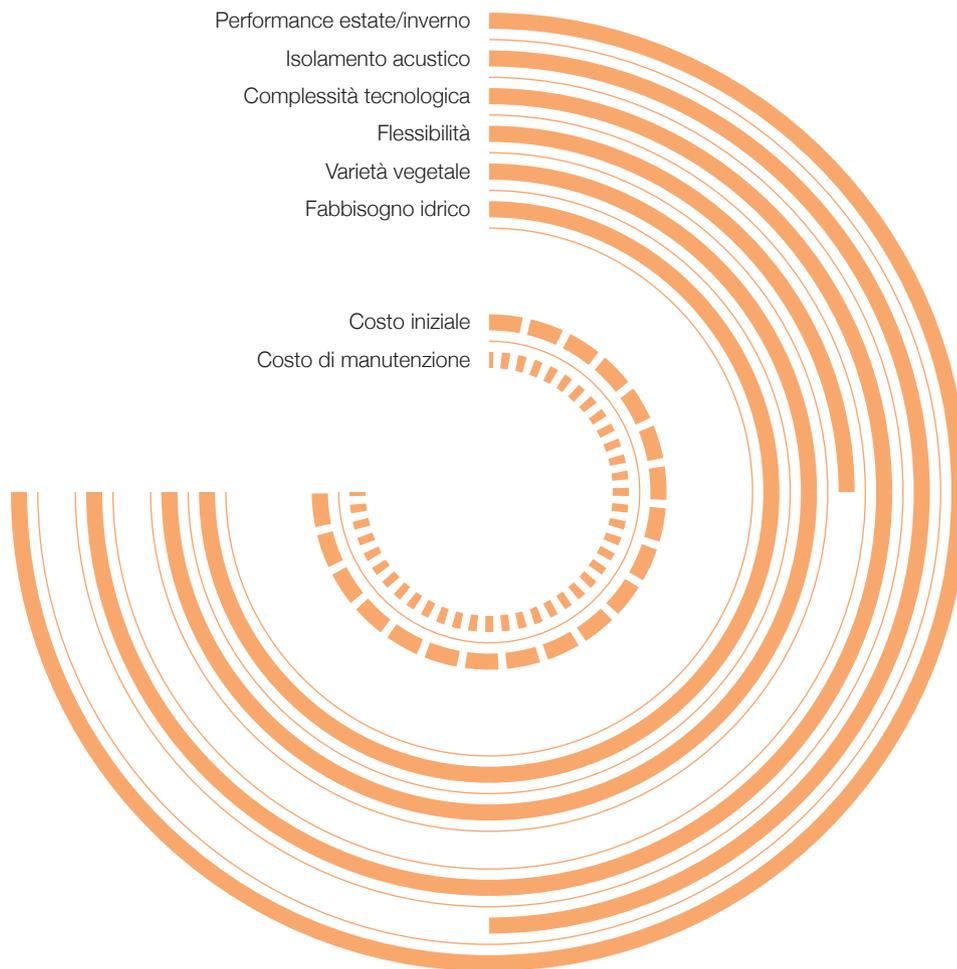
E' di fondamentale importanza dotare il sistema tecnologico di un adeguato impianto di irrigazione calibrato e specifico per le diverse varietà vegetali.

Inoltre i giardini pensili migliorano l'isolamento termico sia in estate sia in inverno; contribuiscono perciò sia all'effetto di isolamento termico sia di raffreddamento delle temperature.

Permettono di ridurre la riflessione acustica e proteggono sia dall'immissione sia dall'emissione di onde sonore. Il miglioramento dell'isolamento acustico risulta dall'ammortizzazione di vibrazioni della superficie a verde da un lato e la proprietà di assorbimento acustico della vegetazione dall'altro. Quest'ultima è in grado di assorbire circa il 20% delle polveri presenti nell'aria. Le sostanze nocive come nitrati vengono smaltiti grazie alla copertura a verde, contribuendo alla diminuzione delle polveri e particelle di smog nelle zone urbane.

Il processo di evaporazione sui tetti verdi rende l'aria più umida e contribuisce al raffreddamento delle temperature nell'area circostante.







Green façade **parete verde**

La green façade è ottenuta da vegetazione rampicante piantata o in vaso alla sommità dell'edificio o in terra che si arrampica direttamente sulla superficie muraria o può essere supportata da una struttura indipendente composta da reti o cavi metallici. Questo tipo di tecnologia non è imprescindibile per la chiusura edilizia; se non c'è presenza di verde essa continua a svolgere le sue funzioni in modo autonomo. Perciò in molti casi viene inserita come elemento accessorio e/o estetico.

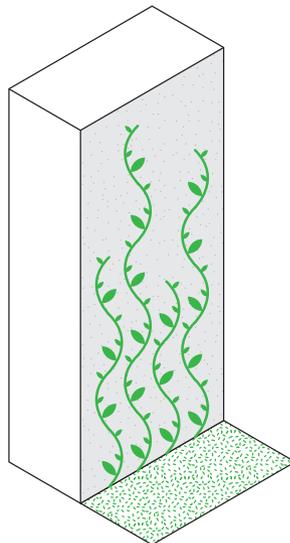
L'utilizzo di questa tecnologia può essere utilizzata per coprire una facciata cieca o addirittura per fornire ombra all'edificio.

Le facciate verdi possono creare un microclima più freddo immediatamente adiacente ad un edificio, soprattutto attraverso l'ombreggiatura diretta della facciata dell'edificio, ma anche dal raffreddamento da foglie vegetali (traspirazione dell'acqua attraverso le foglie) e perdita evaporativa dell'acqua dal mezzo di coltivazione. Tutte le piante rampicanti forniscono una certa ritenzione di acqua di storno, ombreggiatura dell'edificio, protezione della sua superficie e cattura del particolato presente nell'aria e di inquinanti gassosi volatili. Inoltre grazie alla presenza di un intercapedine di aria, nel caso in cui la vegetazione si sviluppi su una struttura free-standing, si creano i benefici di una parete ventilata, perciò il ricircolo di aria aumenta la resistenza termica della parete. In estate si regola l'innalzamento della temperatura superficiale e in inverno il suo abbassamento; soprattutto, l'effetto camino che si crea evita che si generi condensa tra il manto vegetale e la chiusura edilizia.

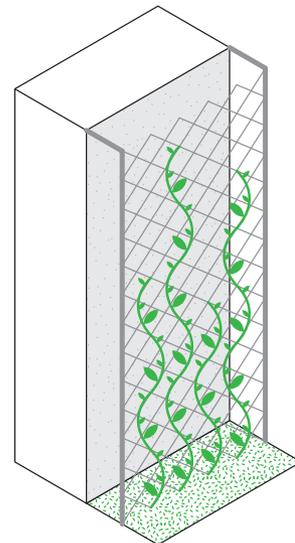
Questi benefici saranno maggiori per le specie sempreverdi che mantengono la copertura di fogliame tutto l'anno.

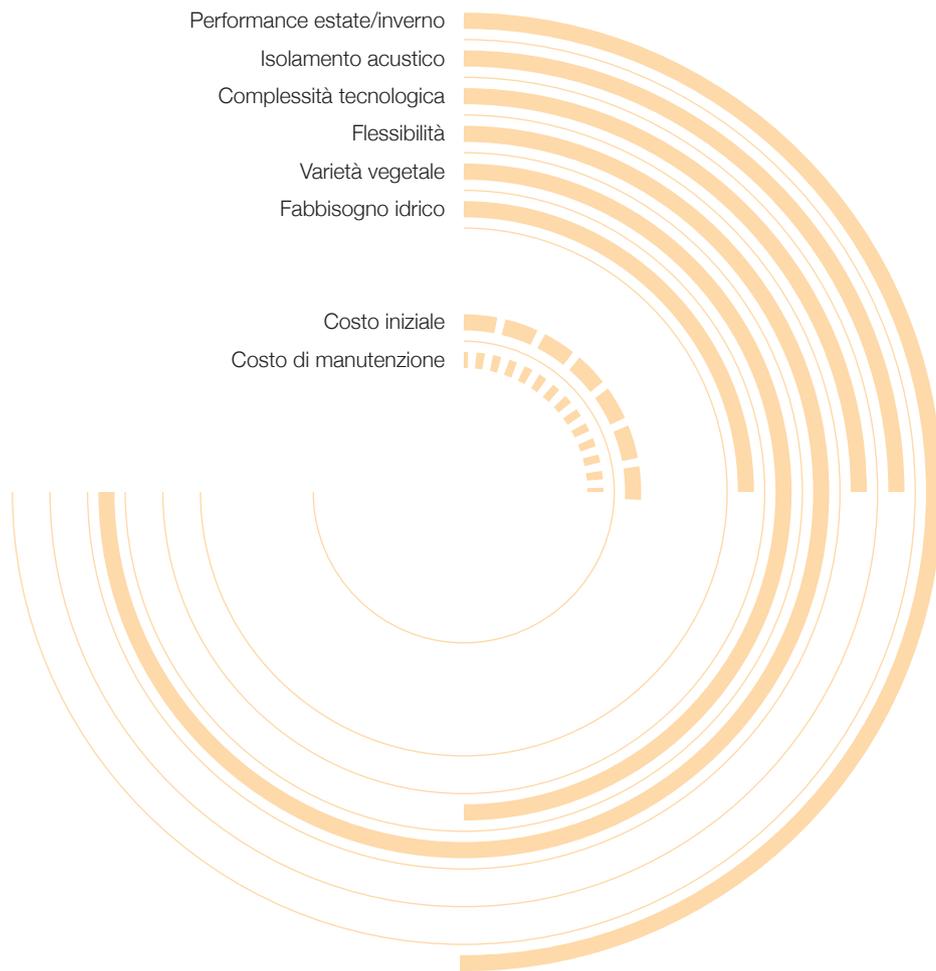
Ogni tipologia vegetale presenta caratteristiche diverse relative al periodo di fioritura, al colore, al terreno e alle cure di cui necessita, all'esposizione, alla resistenza al freddo, alle necessità idriche, e in base a ciò offre effetti particolari nella resa esteriore. Anche se come tipologia tecnologica richiede un basso consumo di risorse energetiche e idriche, è necessario l'inserimento di impianti di irrigazione automatica che forniscono alla vegetazione acqua, sostanze nutrienti e protettivi da funghi e parassiti.

Green façade **senza** struttura di supporto per la crescita e lo sviluppo delle specie rampicanti. Le piante crescono direttamente sulla struttura muraria



Green façade **con** struttura di supporto (**free-standing**). Le specie rampicanti si sviluppano su una struttura a rete o cavi di metallo o legno







Living wall system **sistema continuo/modulare**

Il living wall system o green wall o *mur vegetal* è una tecnica evoluta dal punto di vista tecnologico ed agronomico. Si tratta di giardini verticali autosufficienti che sono collegati ad un telaio libero all'interno o all'esterno di un edificio. Essi differiscono dalla green façade in quanto le specie vegetali sono radicate in un impianto strutturale. Generalmente sono formati da pannelli di diverse dimensioni vegetati e caratterizzati da un multistrato di elementi.

Questo tipo di tecnologia non è più imprescindibile, ma diventa parte integrativa del componente edilizio e la sua progettazione deve essere eseguita ad *hoc* perchè si tratta di una vera e propria chiusura edilizia.

Il living wall system si differenzia in due tipi di sistemi: modulari e continui. Nei sistemi modulari il substrato è inserito in elementi modulari in plastica o metallo o in materiale polimero e prevegetato. La prevegetazione dei pannelli avviene in vivaio per permettere il controllo delle fasi iniziali di sviluppo biologico. Si tratta di un sistema più rigido perciò non vi è massima flessibilità nella realizzazione, però con costi iniziali inferiori e semplicità nell'installazione.

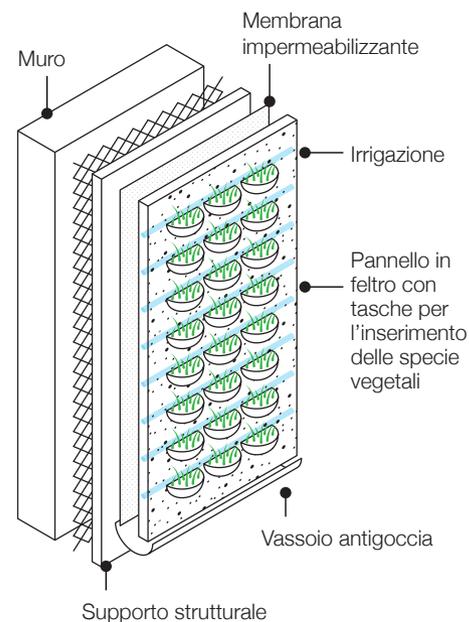
Nei sistemi continui invece l'assemblaggio dei vari componenti avviene in opera e prevede la presenza di figure professionisti e specializzate. Questo tipo di sistema è caratterizzato da un telaio, pannelli impermeabili, sistema di irrigazione automatica e materia vegetale che viene posto in opera facendo sì che lo sviluppo vegetativo sia lento e graduale nel tempo e con costi di realizzazione e manutenzione più elevati rispetto al sistema modulari.

L'esempio più eclatante di utilizzo è il *Mur Vegetal* di Patrick Blanc, un sistema che utilizza uno strato doppio di feltro con geotessuto in polipropilene. Le piante, circa 30 ogni m², vengono collocate manualmente in tasche ricavate nel feltro.

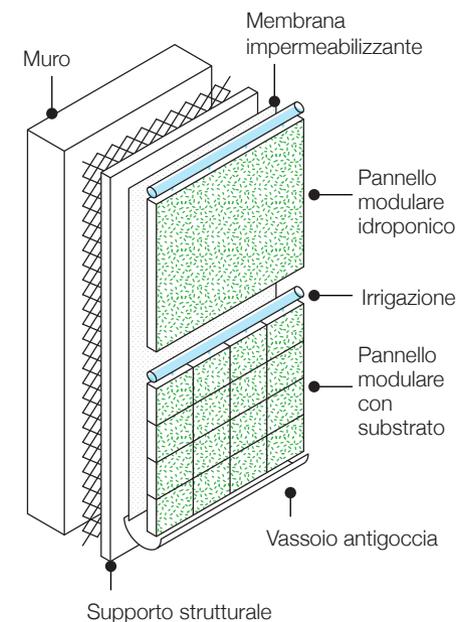
L'utilizzo della tecnologia idroponica può essere applicata ad entrambi i sistemi in quanto permette una più facile e gestibile crescita della specie vegetativa, tramite l'utilizzo di un substrato ricco di sostanze nutritive direttamente assorbite dalla pianta che altrimenti verrebbero perse.

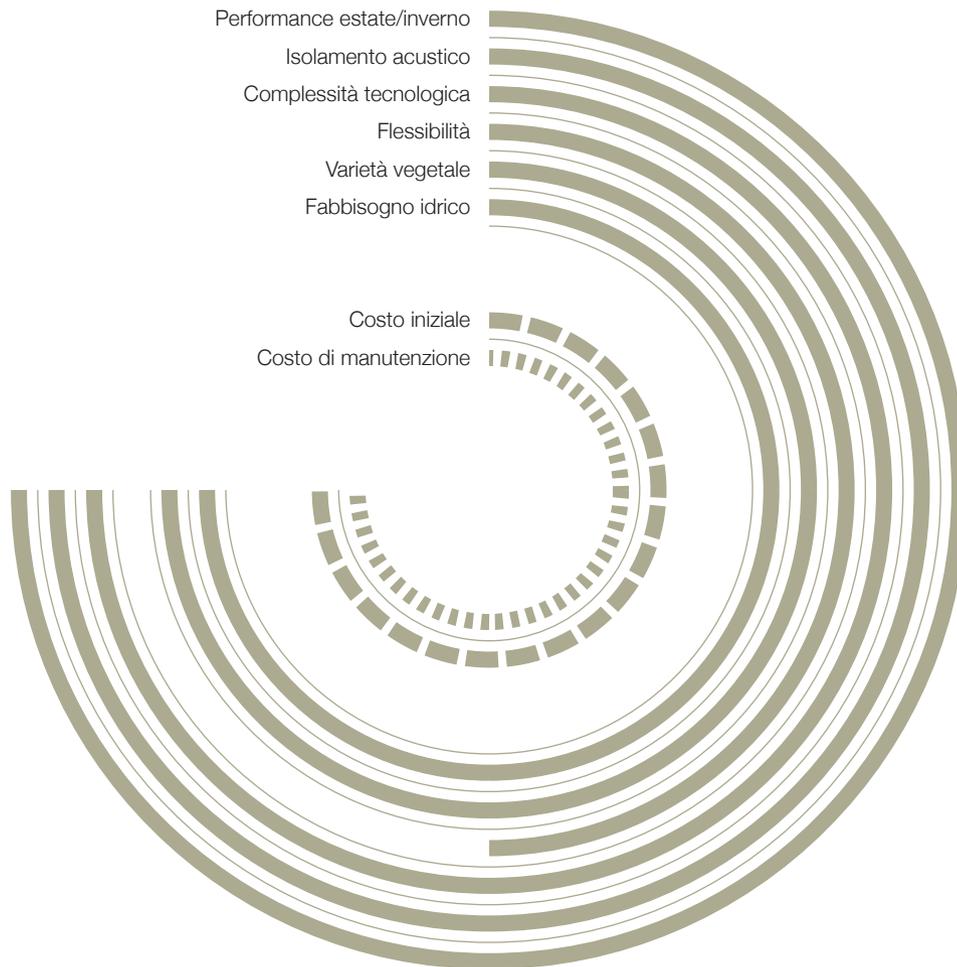
Il living wall system è un ottimo isolante termico e protegge il sistema edilizio dal un sovraccarico termico. Inoltre, grazie alla presenza di un intercapedine interna data dal distacco della struttura dal componente edilizio, si crea un effetto camino utile per migliorare la ventilazione interna.

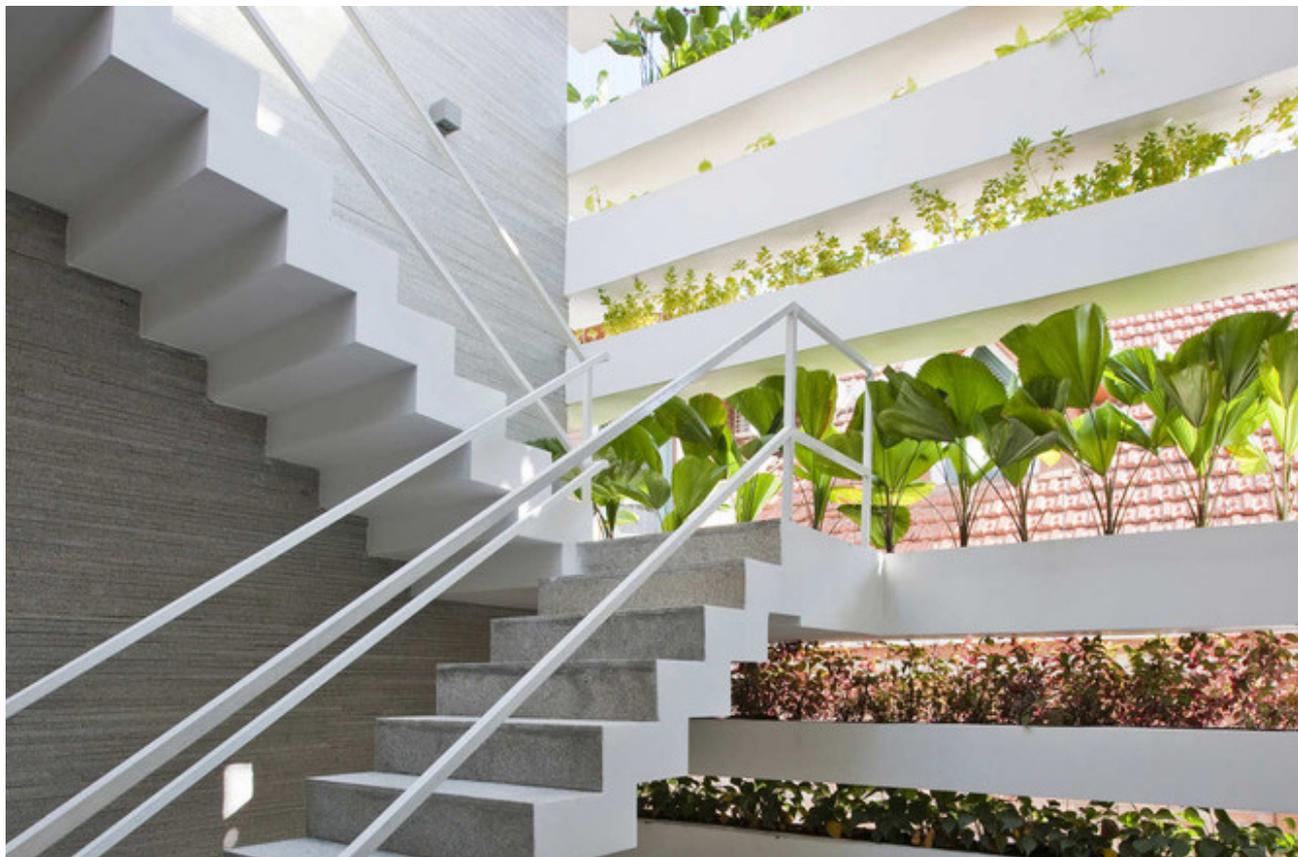
Sistema idroponico



Sistema modulare







Coltivazione in vaso

La coltivazione in vaso è la soluzione più semplice ed economica per creare polmoni verdi in città quando non si ha a disposizione un giardino o un tetto coltivabile ma si vuole ugualmente creare un'oasi verde.

La sua versatilità consente di poterla utilizzare in diversi modi, per abbellire una

terrazza, una facciata disadorna o addirittura in molti casi per creare un orto in vaso per l'autoproduzione di frutta, verdura e piante aromatiche.

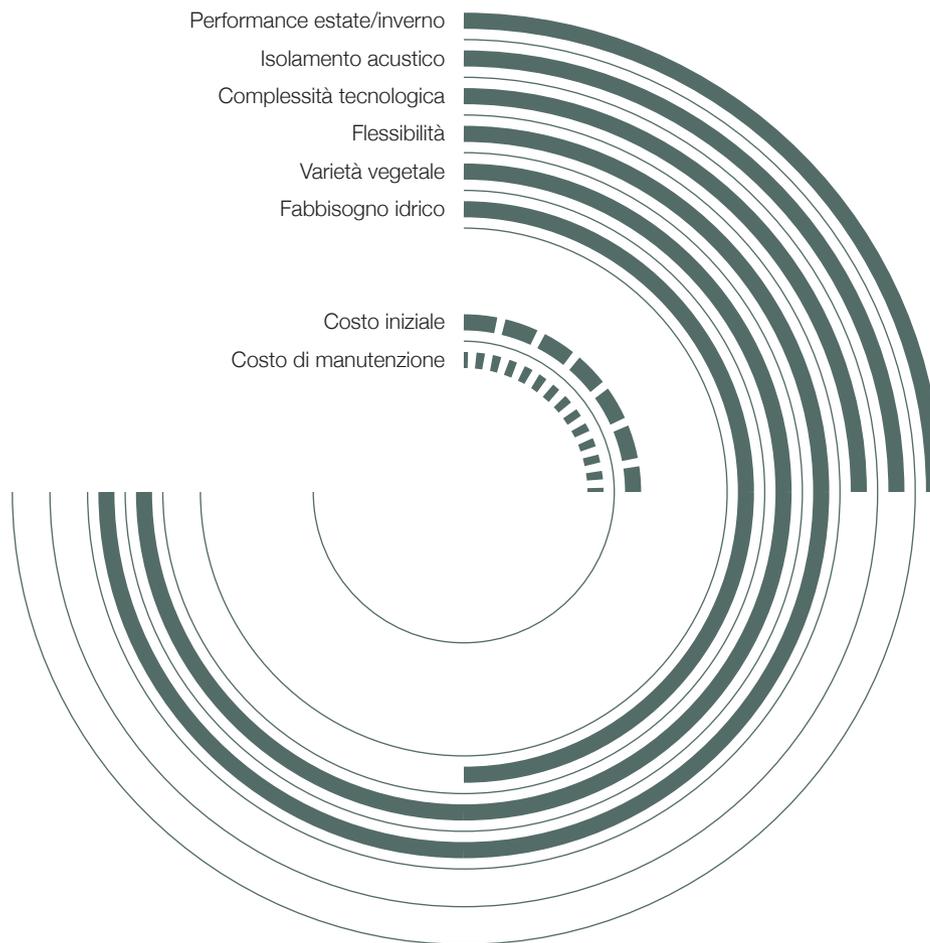
Molto importante in questa tipologia "tecnologica" è la scelta del vaso per la messa a dimora delle specie vegetali. Se si coltiva in terrazza o balcone bisogna assicurarsi del peso sopportato dalla soletta prima di scegliere la tipologia del vaso. Quello più indicato è senza dubbio il vaso in terracotta, perchè, oltre a lasciare traspirare maggiormente le radici delle piante, da indicazioni riguardo il livello di acqua contenuto. Lo strato drenante sul fondo del vaso è utile affinché l'acqua non ristagni. Per il medesimo motivo è importante fare in modo che il vaso non sia poggiato tutto sul suolo ma che ai due margini, siano disposti dei mattoni in terracotta che provvedono a creare una corridoio d'aria sotto ogni vaso del vostro orto domestico.

Lo strato drenante che va creato sul fondo del vaso può essere realizzato con argilla espansa, materiale leggero e facilmente reperibile in commercio.

La scelta delle essenze (erette o decumbenti) e la relazione con l'involucro esterno sono fondamentali ai fini di determinare le prestazioni ambientali, riferite alla chiusura esterna dell'edificio, in funzione della continuità e della densità della vegetazione.

Le esigenze manutentive dipendono molto, naturalmente, dalla tipologia di pianta, dalla qualità di terreno disponibile, atto a servire da riserva idrica e nutritiva (che si riflette sulla dimensione del vaso), e dal contenuto climatico.

L'utilizzo della coltivazione in vaso permette anche di realizzare schermi (attraverso la fitta sovrapposizione di vasche di ridotta profondità) o rivestimenti in aderenza così che, la maggior complessità realizzativa e gestionale dei primi e l'essenza di fruibilità dei secondi rendono tali soluzioni convenienti per l'edilizia residenziale.



Capitolo 6

Casi studio

Il seguente metodo è stato lo strumento necessario al fine di classificare i diversi casi studio presi in esame. All'interno di esso sono presenti tre elementi: la tecnologia applicata, la collocazione spaziale e l'intensità di verde.

Le tecnologie analizzate sono cinque: tetto verde, giardino pensile, green façade, living wall system e coltivazione in vaso, ad ognuna delle quali è stata attribuita una tonalità cromatica. Per ogni tecnologia è stata definita la collocazione spaziale e l'intensità del verde. La prima si divide tra interno, transizione ed esterno. La seconda invece tra tre tipi diversi di concentrazione vegetale espressa in percentuale rispetto al sistema edilizio: fino al 50%, dal 50 al 75% e dal 75 al 100%.

Per ogni elemento è stato quindi attribuito almeno un caso studio. Tutte le schede analizzate illustrano esempi di recente realizzazione, dal 2009 all'anno corrente, e rappresentano come le diverse tecnologie sono state applicate nei progetti architettonici.

TECNOLOGIE

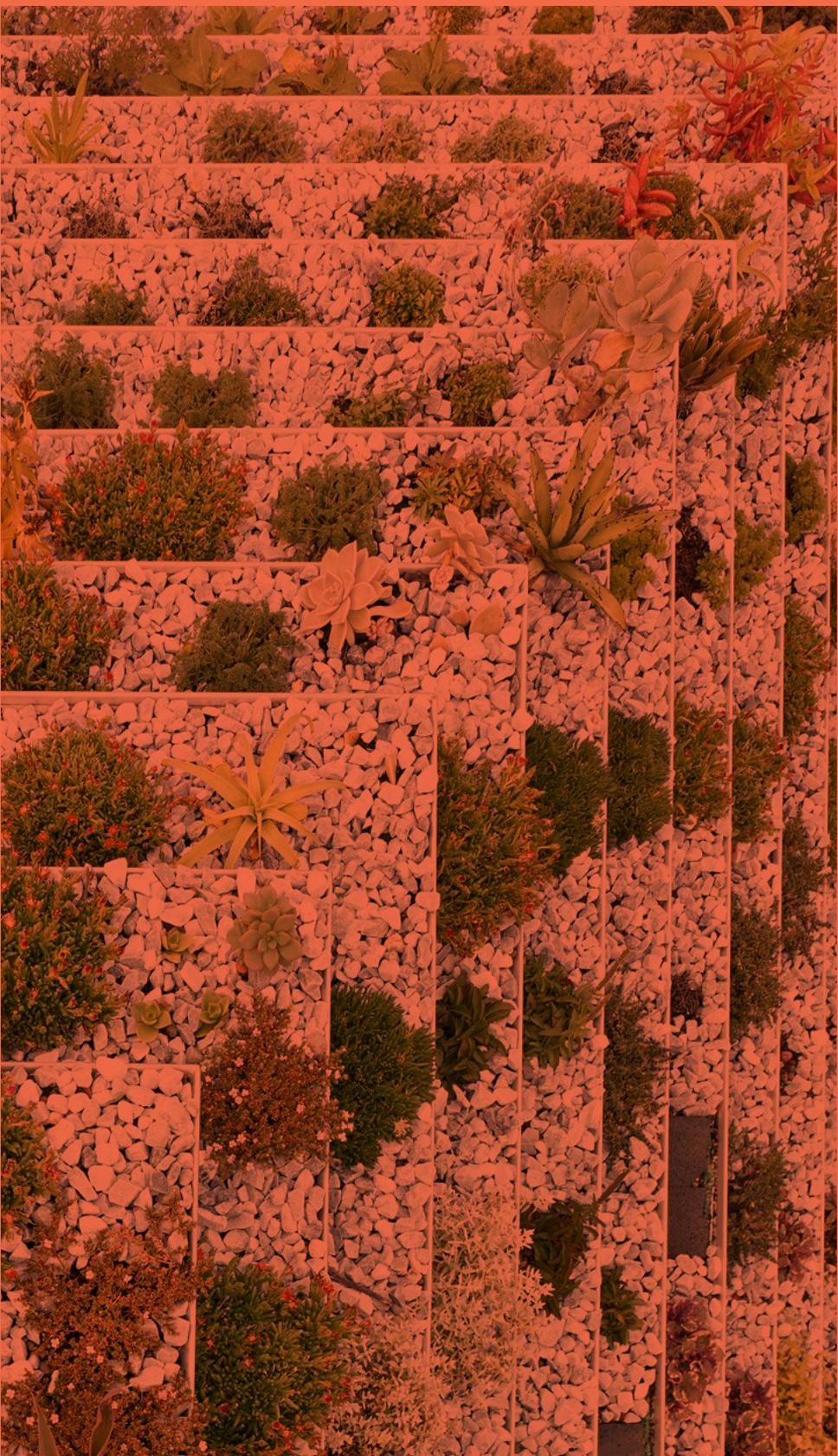
	Green roof
	Giardino pensile
	Green façade
	Living wall system
	Coltivazione in vaso

COLLOCAZIONE SPAZIALE

	interno
	transizione
	esterno

INTENSITÀ DEL VERDE

	fino al 50%
	dal 50 al 75%
	dal 75 al 100%



Green roof



01

OUTSIDE IN



Architects: Takeshi Hosaka
Location: Yamanashi, Japan
Project Team: Takeshi Hosaka, Hirofumi Ohno
Area: 175 sqm
Project Year: 2011
Status: Realized



Il concetto alla base del progetto dell'architetto giapponese Takeshi Hosaka per la progettazione di questa residenza privata è quello di portare negli spazi interni della casa il giardino.

L'edificio è già in sè circondato dalla natura, data dalla presenza di un bosco vicino. In questo progetto i residenti vivono in armonia con la natura circostante e il clima anche se si tratta di una zona residenziale affollata.

Il progettista è partito demolendo parte della preesistenza per realizzare una nuova struttura caratterizzata da spazi che segnano un punto di transizione tra l'interno dell'abitazione e l'area esterna boschiva. Questa "struttura-confine" è realizzata nello spazio tra la natura e l'essere umano.

E' stata realizzata dunque una struttura in cui la natura è

incorporata sia orizzontalmente sia verticalmente come parte integrante dell'edificio stesso: la luce penetra dall'alto tramite delle aperture, la presenza del terreno dove si appoggia la casa e la foresta nelle vicinanze. Il piano della living room è stata considerata come parte integrante del terreno e quindi sono state piantati fiori e alberi autoctoni in modo da resistere alle temperature locali. Si è creata dunque una zona di transizione tra l'ambiente esterno e quello interno dove godere di questa relazione con la natura e dove poter svolgere qualsiasi attività domestica.

<http://www.hosakatakeshi.com>
<https://www.dezeen.com>





02

HOUSE IN MORIYAMA



Architects: Suppose Design Office
Location: Nagoya, Japan
Project Team: Suppose Design Office
Area: 180 sqm
Project Year: 2009
Status: Realized



Un'oasi domestica per vivere circondati dalle piante è il progetto dello studio giapponese Suppose Design Office, fondato da Makoto Tanijri e che ha ideato il concetto di "garden-in-the-house" e ha creato all'interno della casa una sorta di oasi, una specie di *stanza giardino* che va ad aggiungersi alla normale divisione degli spazi.

All'esterno l'abitazione si riduce ad un semplice forma cubica bianca ricoperta da lamiere bianche e ondulate, all'interno invece attraverso i cambiamenti insiti nella crescita delle piante anche la vita dei residenti si arricchisce giorno dopo giorno.

L'appartamento, disposto su due piani di 75m² ciascuno è occupato per circa un terzo da piante. Infatti la zona verde divide e dà forma allo spazio, ritagliando la zona living, le camere da letto e il bagno, dove i sanitari sono

in evidenza e la privacy è sacrificata a favore di una spettacolare vista sul verde.

I progettisti hanno cercato di ricreare una sorta di giardino zen interno caratterizzato da piante sempreverdi di facile manutenzione, grosse pietre e lastre di cemento levigato.

Questa oasi interna è separata dal resto delle stanze tramite pareti trasparenti per aumentare ancora di più il concetto di filtro e grazie alla presenza di lucernai per filtrare la luce esterna all'interno si crea un ambiente luminoso e aperto.

La luce naturale che proviene dall'alto attraversa l'appartamento in verticale disegnando un cortile interno.

<http://www.suppose.jp>
<https://www.archilovers.com>





03

STACKED PLANTERS HOUSE



Architects: Vo Throng Nghia Architects

Location: Ho Chi Minh City, Vietnam

Project Team: Vo Throng Nghia Architects, Masaaki Iwamoto, Nguyen Quynh Han, Kuniko Onishi

Area: 260 sqm

Project Year: 2017

Status: Realized



Il progetto della Stacked Planters House fa parte delle cosiddette *House for trees* che lo studio Vo Throng Nghia Architects sta sviluppando nella città di Ho Chi Minh, ovvero una serie progetti di edifici residenziali in cui lo spazio verde costituisce un valore molto significativo. La casa è situata in una zona densamente abitata dove ogni abitazione cerca di creare il proprio spazio verde cercando quindi di stabilire una forte relazione tra la natura e l'uomo.

Concepita come un piccolo parco in un quartiere denso, la risposta di VTN Architects è stata quella di progettare una casa dove le funzioni sono contenute in una serie di volumi impilati.

Ognuno di questi volumi, oltre a contenere le funzioni private, consiste in un grande vaso in calcestruzzo per ospitare diversi esemplari vegetali.

Le lastre orizzontali di cemento tra le varie “scatole” sono il luogo dove le piante possono svilupparsi e crescere.

Gli spazi semi-outdoor servono da living room e da sala da pranzo dove le persone si riuniscono.

Il terrazzo presente sul tetto si affaccia sul quartiere circostante e crea uno spazio comune per i residenti.



<http://www.votrongghia.com>

<https://www.archdaily.com>





04

TWISTED HOUSE



Architects: Bergmeisterwolf Architects
Location: Brixen, South Tyrol, Italy
Project Team: Gerd Bergmeister,
Michaela Wolf with A Saggio architecture
Area: 615 sqm
Project Year: 2017
Status: In progress



Contenuti in volumi angolari, gli appartamenti della Twisted House sono stati realizzati sulle colline dell'Alto Adige, vicino alla città di Bressanone.

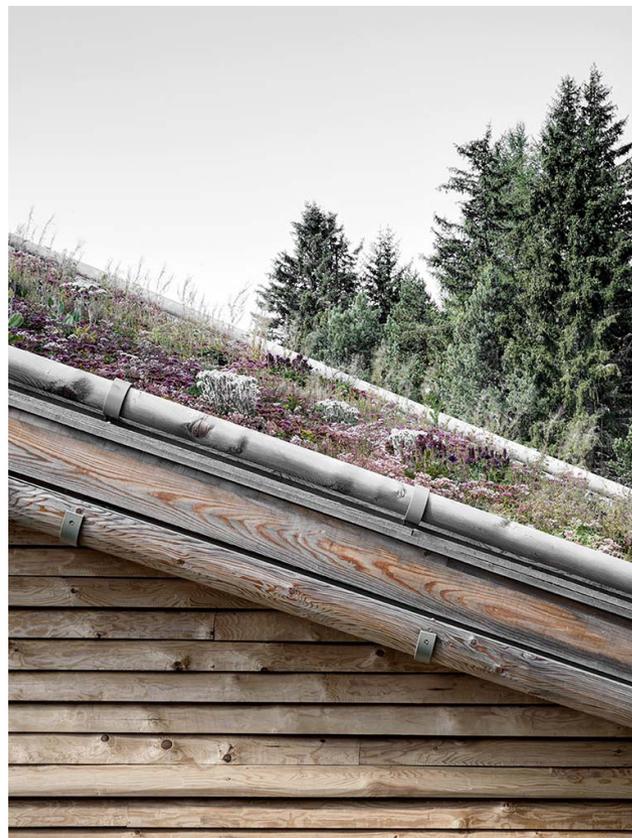
Tutte e cinque le unità abitative si sviluppano in una struttura in legno eretta sopra un basamento comune che ospita il garage condiviso. In questo modo il tetto di ogni unità abitativa può assumere una diversa forma che si fonde con il paesaggio circostante, rimodellandolo e completandolo.

La sfida è stata quella di trovare da parte dei progettisti nuove proporzioni e relazioni con l'esistente, diventando parte del contesto e contribuendo alla costruzione del luogo.

Il complesso è situato su una collina e si sviluppa tenendo conto della topografia esistente, fermandosi dove le pareti perimetrali incontrano le linee naturali

della collina: l'architettura segue quindi il paesaggio. Si tratta di un edificio completamente immerso nella natura circostante: il fronte dell'edificio si affaccia sulla strada offrendo una vista sulla valle circostante, un giardino interno protetto situato sul retro della casa collega gli spazi interni con la natura circostante, mentre il tetto verde è ricoperto da piante locali in modo da creare un tuttuno con il paesaggio, presentandosi come *maquillage naturalistico*.

<http://www.bergmeisterwolf.it>
<https://www.archdaily.com>





05

GARDEN HOUSE



Architects: Hayhurst and Co.
Location: London Borough of Hackney, UK
Project Team: Hayhurst and Co.
Area: 99 sqm
Project Year: 2015
Status: Realized



La Garden House è una casa, studio e galleria sotto un tetto definito “hanging basket” che massimizza lo spazio e la luce naturale all’interno dell’abitazione.

Garden House definisce un modello di come massimizzare le sistemazioni residenziali in aree urbane sensibili, pur rispettando le politiche di pianificazione nazionali e locali.

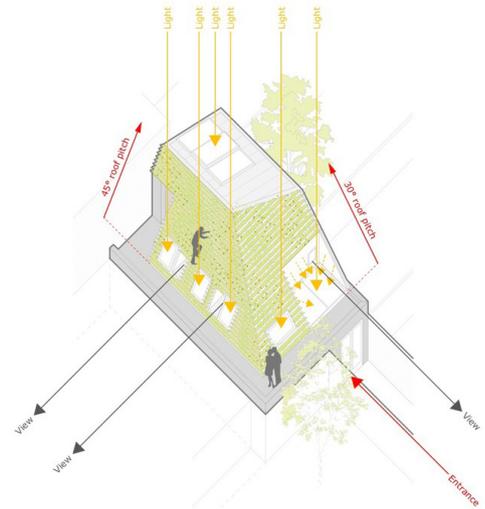
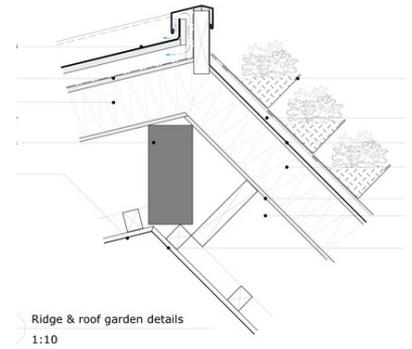
La casa, disposta su due piani, prende il nome dal suo tetto inusuale, ma che la contraddistingue nel panorama londinese. Infatti il tetto è un giardino pensile su misura, realizzato ad *hoc* per la committenza e che fornisce un prototipo per lo sviluppo urbano della città creando una densa e adattabile vita urbana.

Questa struttura a gradini è una specie di torre piramidale di piantagione contenente un habitat di oltre 800 sedum ed eriche. Questo permette una facile

manutenzione e gestione da parte dei residenti. Inoltre, il suo profilo inclinato che rispecchia quelli circostanti, ha aiutato ad ottenere il permesso di costruire creando un panorama unico e accessibile sul tetto.

Per creare questa “scultura” i progettisti hanno montato una serie di vassoi scorrevoli e inossidabili a forma di V sui tetti inclinati di 30° e 45°. Ciò ha reso difficile l’inserimento di molte finestre, per tanto la presenza di lucernai fornisce la maggior parte della luce solare all’interno.

Le piante disposte nei vassoi sono circondate da piccole pietre per volontà dei committenti.



<http://www.hayhurstand.co.uk>
<https://www.archdaily.com>





Giardino pensile



06

MILANOFIORI HOUSING COMPLEX



Architects: OBR
Location: Milano, Italia
Project Team: OBR S.r.l., Favero & Milan, Ingegneria S.p.A., Studio Ti S.r.l., Buro Happold Ltd, Davide Simonetti
Area: 27400.0 sqm
Project Year: 2010
Status: Realized



Il progetto del Complesso residenziale di Milanofiori, disegnato da OBR, ricerca la simbiosi tra architettura e natura definita tramite la forma a “C” del complesso comprendente il parco pubblico e la permeabilità tra interno ed esterno che caratterizza tutti gli appartamenti. Le due facciate sono state studiate in modo differente: una più urbana e una più organica. La seconda, quella che si affaccia sul parco, dispone di serre bioclimatiche che ricreano la sensazione di estensione tra la zona giorno e il verde.

La serra prospiciente il giardino interno esplica una doppia funzione: una ambientale di termoregolazione di ogni abitazione e una architettonica di congiunzione ideale dello spazio interno al paesaggio verde esterno, così da creare uno spazio-filtro su cui si apre la zona giorno degli appartamenti.

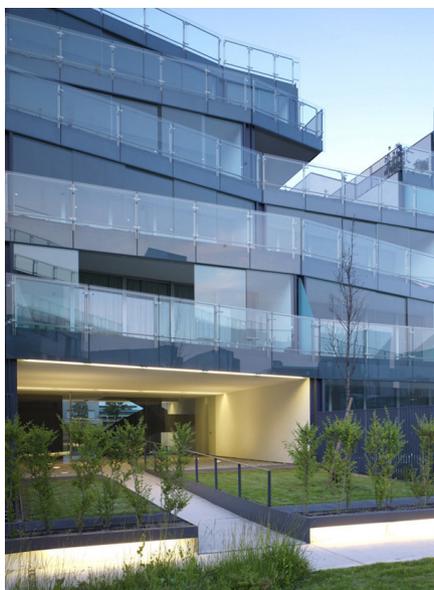
Questo sistema permette di avere la massima visibilità e trasparenza, ma anche un'aerazione costante della serra, in più consente di immagazzinare energia termica per riscaldare gli ambienti interni grazie all'effetto camera d'aria che si crea all'interno della doppia parete di vetro.

La serra quindi crea quel luogo di collegamento tra il terrazzo trattato come un giardino pensile e il giardino esterno.

Il verde prosegue, inoltre, in copertura con una piantumazione di tipo estensivo con piante del genere sedum che richiedono poca manutenzione ma con buone capacità rigenerative.



<http://www.architonic.com>
<https://www.archdaily.com>





07

STEPPED GARDEN TOPS HOUSE



Architects: Vo Trong Nghia and Masaaki Iwamoto

Location: Nha Trang, Vietnam

Project Team: Vo Trong Nghia, Masaaki Iwamoto

Area: 331 sqm

Project Year: 2016

Status: Realized



Una partnership tra gli architetti vietnamiti Vo Trong Nghia e il giapponese Masaaki Iwamoto ha permesso la creazione di questo particolare progetto sulla costa vietnamita di Nha Trang.

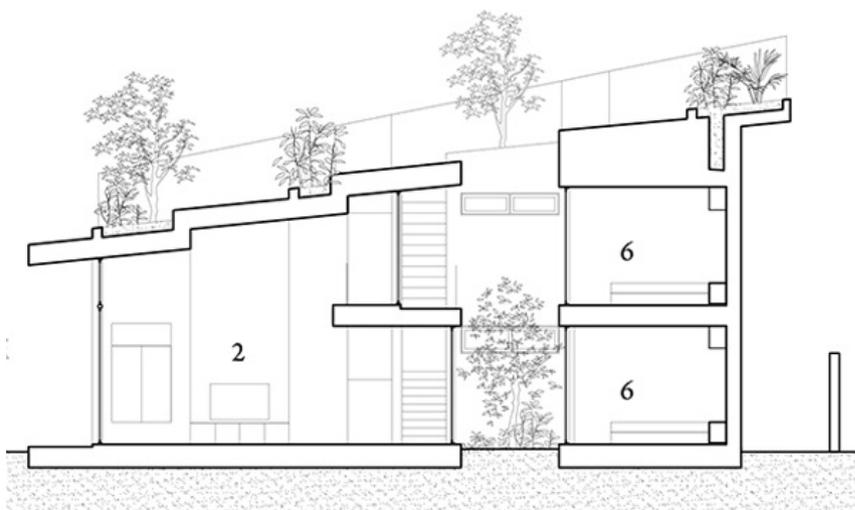
L'obiettivo che gli architetti si sono prefissati per questo progetto è stato quello di offrire ai residenti il maggior spazio esterno possibile.

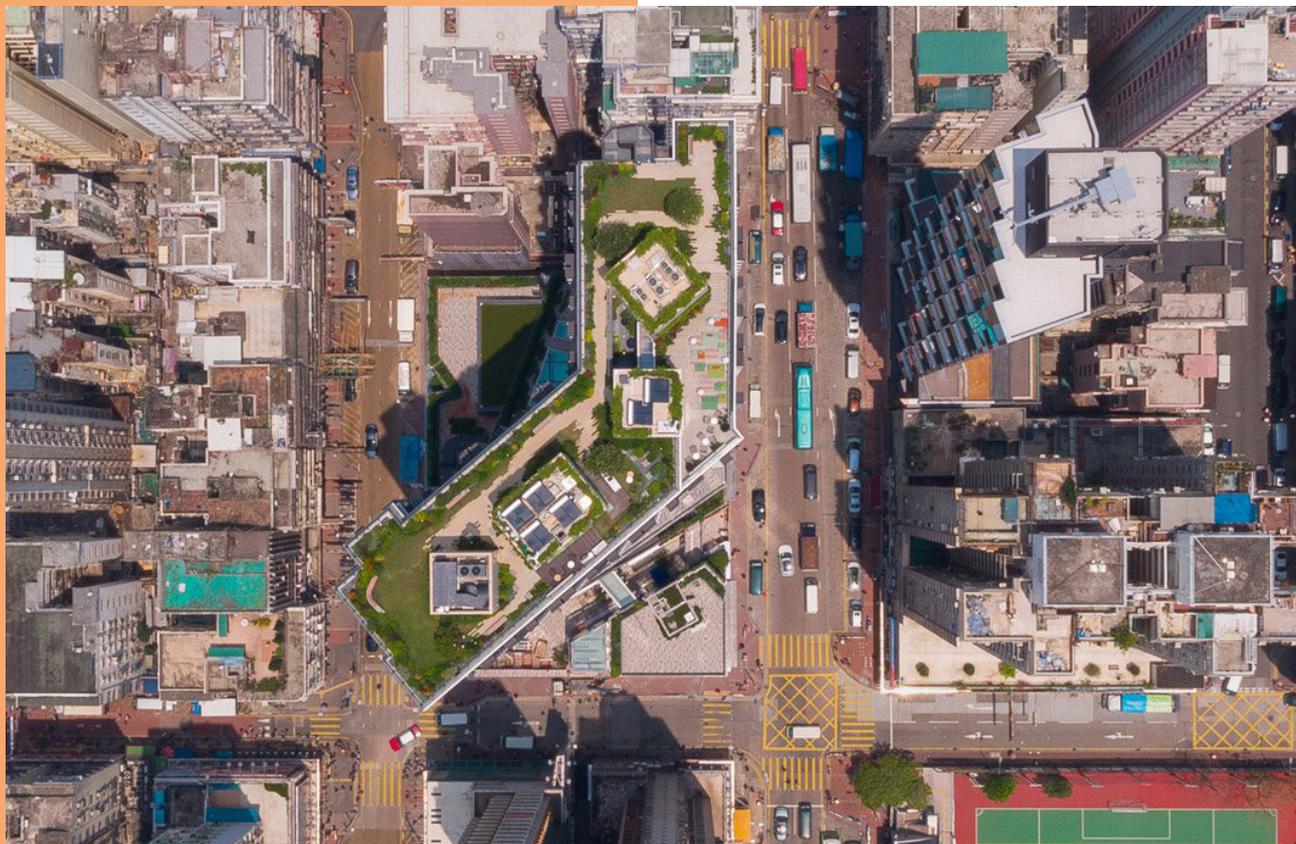
Alla richiesta dei clienti di aver una grande casa con un grande giardino gli architetti hanno risposto realizzando un giardino pensile sul tetto inclinato. Le linee guida della pianificazione locale prevedono che le case della zona dovrebbero avere tutto il tetto inclinato coperto per metà da piastrelle. Per giungere a questo si è proceduto dividendo il tetto in strisce di terrazze e contenitori, creando livelli sfalsati.

Si è creato dunque un giardino pensile a terrazzamenti

ricoperto da piante tropicali e autoctone massimizzando l'effetto visivo del verde sul tetto. Come estensione degli spazi abitativi, dal tetto giardino, accessibile dai membri della famiglia, si può godere la vista del panorama e svolgere attività all'aria aperta all'ombra delle piante. L'impronta dei terrazzamenti è anche visibile dall'interno: i living room e le camere da letto sono posizionate sotto le terrazze dando loro una maggiore altezza interna, mentre i riparti di terra sono situati sopra i bagni, corridoi e zone di passaggio. La casa inoltre possiede anche una serie di piccoli cortili interni che permettono di portare luce extra all'interno dell'abitazione.

<http://www.votrongnhia.com>
<https://www.dezeen.com>





08

SKYPARK ROOFTOP



Architects: Concrete
Location: Hong Kong, Cina
Project Team: Concrete, Adrian L. Norman Ltd.,
CM Wong & Associates Ltd.
Area: 687 sqm
Project Year: 2017
Status: Realized



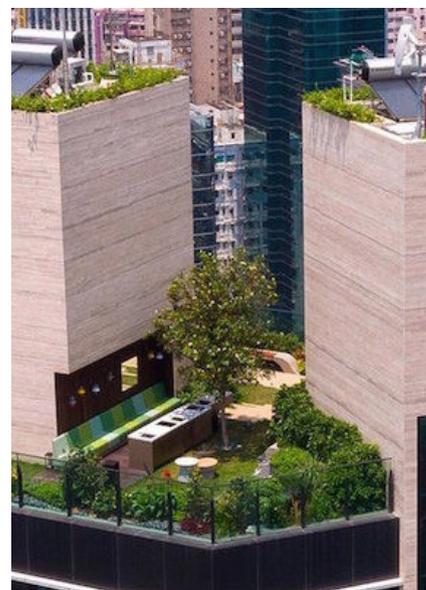
La sommità di un grattacielo situato nell'area di Kowloon è diventata, grazie allo studio olandese Concrete, uno spazio verde dove vivere il tempo libero. Un progetto realizzato in collaborazione con il garden designer Adrian L. Norman, ha permesso di ottenere un'area verde nel cuore della caotica Hong Kong dove le persone possono interagire e incontrarsi in uno spazio senza frontiere e fonte di ispirazione per tutti.

Il verde inoltre serve per camuffare gli impianti per la produzione di energia pulita: l'elettricità è generata da turbine eoliche, mentre l'energia fotovoltaica riscalda l'acqua dei bagni e delle docce nello spazio lounge. L'irrigazione del giardino avviene attraverso acqua piovana raccolta e riutilizzata.

Il tetto giardino, caratterizzato da diverse aree, è opportunamente arredato come se fosse un giardino

pubblico: divani, tavoli, panchine, aree bbq e aree panoramiche. Una serie di percorsi alternati ad alcuni trattati ad erba e grosse bordure che ospitano piante e specie vegetali di tutti i tipi e che permettono anche a quelle di dimensioni maggiori di stabilirsi, vengono coronati da un'ampia scalinata di collegamento tra il parco e la club house che diventa un ampio anfiteatro all'aperto da dove ammirare la vista sulla città o trasformarsi in luogo di incontro.

<http://www.archdaily.com>
<https://www.inhabitat.com>





09

BINH HOUSE



Architects: Vo Throng Nghia Architects
Location: Ho Chi Minh City, Vietnam
Project Team: Vo Throng Nghia Architects, Masaaki Iwamoto, Chiang Hsing-O, Nguyen Tat Dat, Nguyen Duy Phuoc, Takahito Yamada
Area: 230 sqm
Project Year: 2016
Status: Realized



Il progetto della Binh House fa anch'esso parte delle cosiddette *House for trees* dello studio Vo Throng Nghia Architects.

Così come la Stacked Planters House, anche in questo progetto i giardini sono situati in cima agli spazi verticalmente impilati e delimitati da portefinestre scorrevoli. Questa strategia non solo permette di migliorare il microclima sfruttando la ventilazione naturale ma le aperture alternamente impilabili aumentano la visibilità e l'interazione per i membri della famiglia.

Piante di ogni genere, palme e specie autoctone formano i vari *cortili* che collegano il soggiorno, la sala da pranzo, le camere da letto in modo da creare una continuità. Inoltre il punto di vista da ogni stanza della casa è concentrato sui giardini interni in modo da accentuare la continuità visiva.

Il tetto giardino ospita grandi alberi in modo da permettere una regolazione della temperatura interna; la presenza di un vegetable garden può servire per soddisfare le necessità della singola famiglia. Questa soluzione di agricoltura verticale può essere dunque applicata in qualsiasi edificio che si trovi in zone densamente abitate contribuendo al modo di vivere del vietnamita.



<http://www.votrongnghia.com>

<https://www.archdaily.com>





10

RESORT IN HOUSE



Architects: ALPES Green Design & Build

Location: Da Nang, Vietnam

Project Team: Huynh Thanh Hai,
Huynh Van Khanh, Mai Le Hoang

Area: 240 sqm

Project Year: 2016

Status: Realized



L'architettura vietmanita oggi sta sempre più sviluppando un modello di città fatto da edifici simmetrici ed uniformi senza una propria identità formale. Gli architetti dello studio Alpes, invece, con questo progetto, hanno creato un disegno unico, ma allo stesso tempo bello e innovativo per risolvere le principali problematiche spesso ricorrenti nelle abitazioni.

Resort in House è un'abitazione di quattro piani che rispecchia tutti i comfort di un'abitazione "moderna". I lucernai, gli spazi aperti e le aperture delle pareti consentono alla luce naturale di creare un ambiente sano e luminoso.

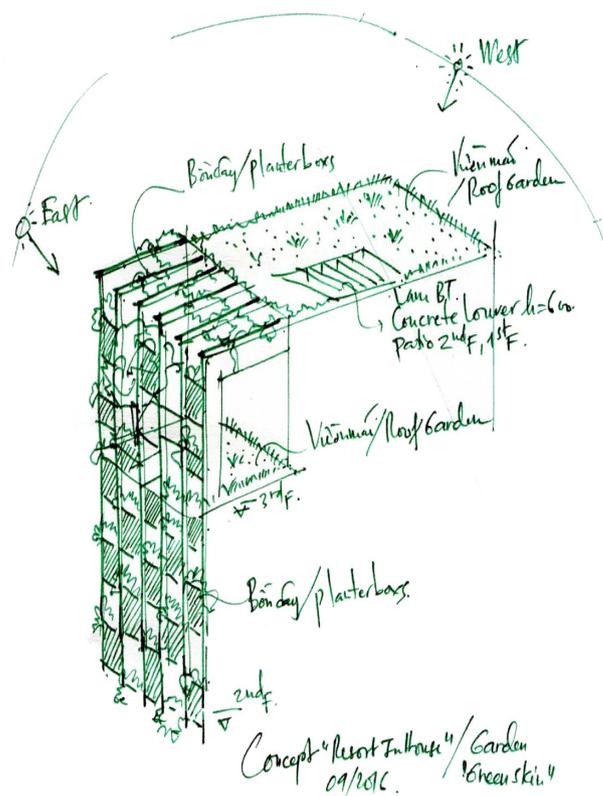
I progettisti hanno avvolto la struttura con una "tenda" in cemento che assume oltre che una funzione decorativa data dalla presenza di cubi in mattone che fungono da porta vasi per specie vegetali che movimentano la

facciata, anche una pratica, cioè quella di schermare il calore, lasciar passare la luce naturale e permettere al calore superfluo di fuoriuscire.

Il tetto dell'edificio è caratterizzato da un giardino pensile che mitiga il calore assorbito dal tetto della casa. Le piante e l'erba creano quindi una "seconda pelle" in modo da ridurre la radiazione solare interna.

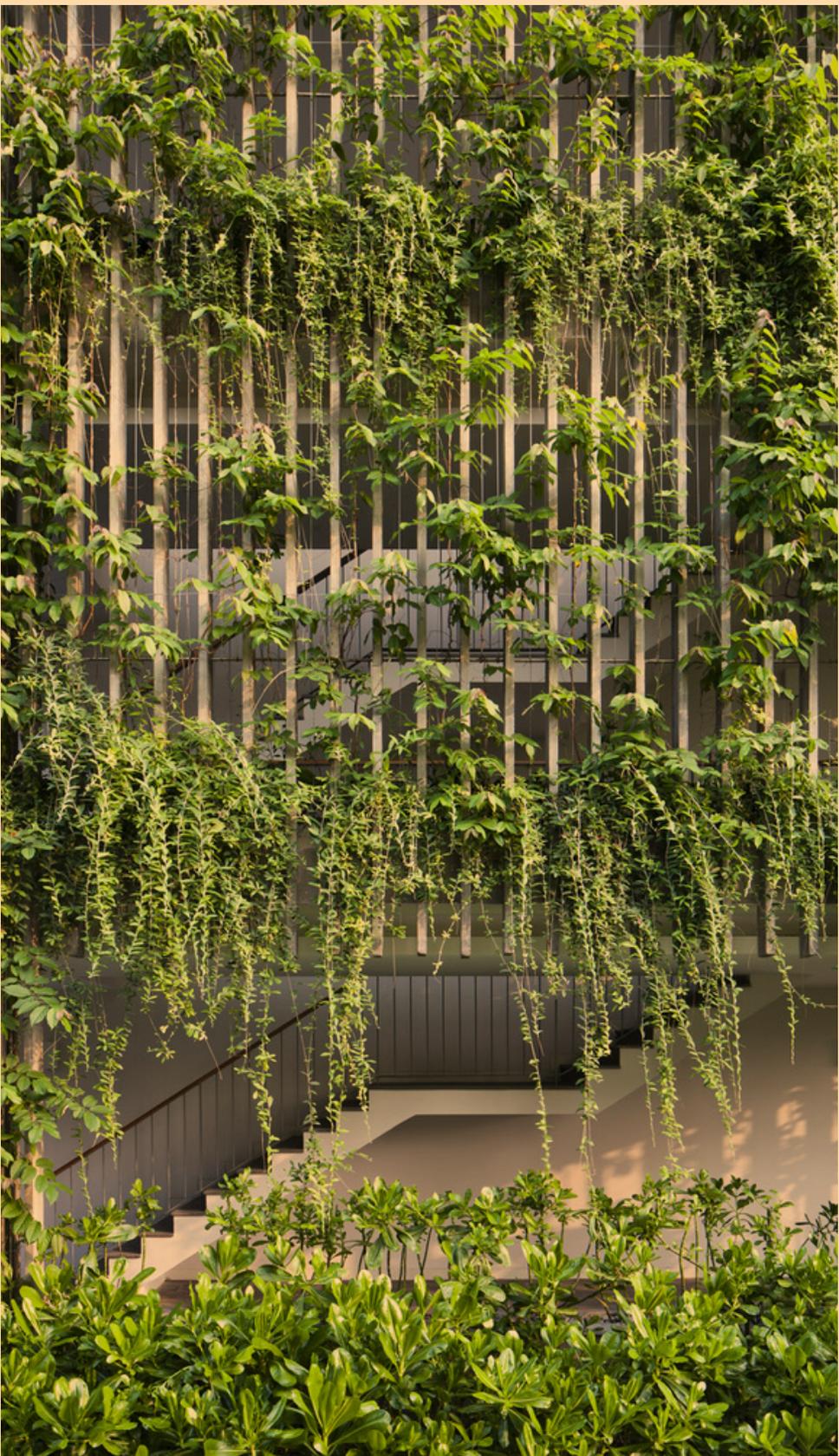
Comportandosi da parco naturale, è anche luogo di svago e incontro per i residenti.

La presenza inoltre di uno spazio centrale verde aperto, il cui accesso avviene in diverse parti della casa grazie a scale aperte e ponti "verdi", fornisce un flusso d'aria creato dalla piscina al piano terra che raffredda l'aria calda esterna.



<http://www.alpes.vn>
<https://www.archdaily.com>





Green façade



11

GREENSIDE WALL



Architects: Capella Garcia Arquitectura
Location: Barcelona, Spain
Project Team: Juli Capella, Miquel Garcia, Pamela Könsgen, Javier Monte
Area: 288 sqm
Project Year: 2010
Status: Realized



Capela Garcia Arquitectura ha realizzato il progetto Greenside wall, una struttura di sostegno verticale che crea una massa di vegetazione su una facciata di un edificio a Barcellona, generando un giardino verticale. La demolizione di un vecchio edificio ha lasciato visibile una parete cieca, creando un impatto visivo negativo nel paesaggio urbano. In risposta, i progettisti hanno creato un intervento integrativo che utilizza materiale vivente come uno dei suoi principali componenti. Il progetto, promosso dal comune di Barcellona, rappresenta, secondo i progettisti, la nascita di un nuovo tipo di costruzione nella *vegitecture*.

Il progetto consiste in una struttura metallica parallela alla facciata dell'edificio esistente. Dal livello stradale, la struttura diventa gradualmente di larghezza ridotta fino ad arrivare ad un'altezza di circa 21 metri. Dal

primo all'ultimo piano dell'edificio sono collocate fioriere metalliche su diversi livelli e realizzate in situ e disposte su piattaforme metalliche raggiungibili solo dal livello stradale e da alcuni passaggi interni. Questa caratteristica differenzia la struttura da qualsiasi altra parete verde.

Le opere di manutenzione e trapianto delle specie vegetali sono eseguite dall'esterno attraverso apposite piattaforme di elevazione.

La facciata verde è in continuo cambiamento a seconda della stagionalità; inoltre permette un maggiore isolamento acustico e termico dell'edificio esistente, proteggendolo dai fattori inquinanti e producendo ossigeno.



<http://www.domusweb.com>
<https://www.capellagarcia.com>





12

THAO DIEN HOUSE



Architects: MM++ architects
Location: Thảo Điền, Vietnam
Project Team: My An PHAM THI,
Michael Charrualt
Area: 280.0 sqm
Project Year: 2014
Status: Realized



Thao Dien House è il risultato di un intervento di restauro da parte di MM++ Architects di una residenza privata nella periferia est della città vietnamita di Ho Chi Minh. L'intenzione progettuale è stata quella di fornire una qualità estetica e vivente più contemporanea alla villa dotandola di linee pure e spazi aperti mantenendo intatta l'intera struttura in cemento.

L'edificio è stato ridotto alla sua minima espressione, un cubo bianco che si distingue in un angolo per un muro vegetale aggiunto sul fronte e retro della villa.

Il giardino verticale estende la vegetazione circostante alle pareti e rende la casa "scomparsa" nel paesaggio. Questo permette di creare una forte connessione visiva tra l'architettura e la natura circostante aumentando l'identità del luogo.

Inoltre il muro vegetale consente alla luce di penetrare

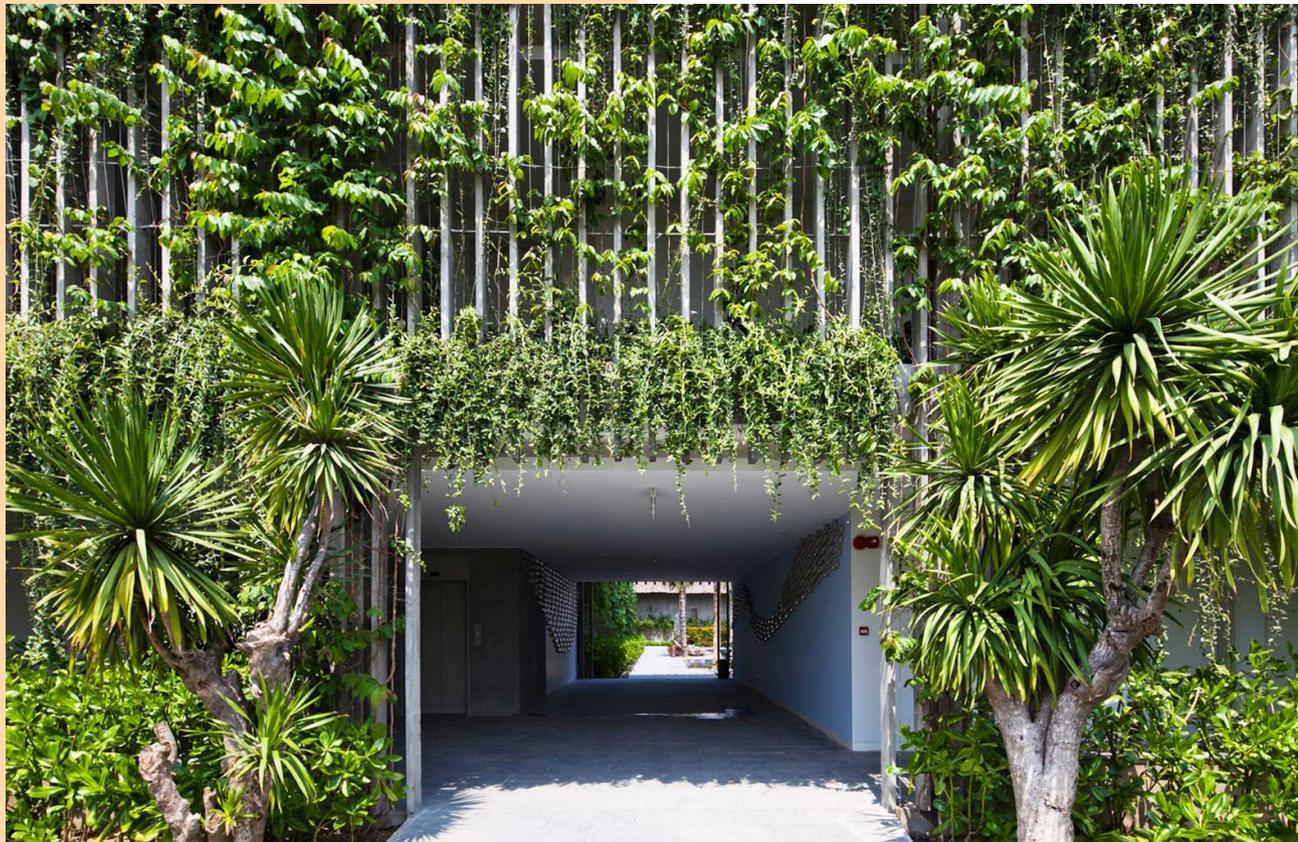
in modo leggero nel terrazzo superiore e protegge dal sole diretto le camere da letto, fornendogli privacy e facilitando la ventilazione naturale.

La green façade si compone di specie vegetali coltivate in vaso nel piano superiore della villa e si sviluppano lungo una struttura metallica verticale, che crea il supporto per la crescita vegetativa.



<http://www.mmarchitects.net>
<https://www.archdaily.com>





13

NAMAN THE BABYLON HOTEL



Architects: Vo Throng Nghia Architects
Location: Ngũ Hành Sơn, Da Nang, Vietnam
Project Team: Vo Throng Nghia Architects
Area: 2480 sqm
Project Year: 2015
Status: Realized



Il Naman the Babylon resort, situato lungo la strada di collegamento con l'aeroporto di Danang, è considerato un luogo di rifugio. Infatti il concetto del resort è quello di fornire oltre che al benessere fisico anche quello mentale per i soggiorni di lunga permanenza in un ambiente e atmosfera perfetta, dato che il resort è stato progettato da un mix di vegetazione, pietre naturali e bambù.

Allo studio Vo Throng Nghia è stato chiesto di realizzare questo edificio alberghiero multipiano a completamento di un sito già esistente che comprendeva bungalow e ville sul lungo mare.

Le piante sono ovunque e il verde è stato piantato in ogni spazio del resort in modo da contribuire a portare all'interno dell'edificio la natura circostante.

Uno schermo di lamelle in calcestruzzo avvolge tutto

l'esterno e supporta varie specie di alberi e viti. Le facciate coperte dalle piante proteggono gli spazi interni dal sole diretto, permettono un continuo flusso di aria e forniscono privacy. Inoltre la facciata funge da spazio tampone, all'interno del quale sono collocate le piante, che riduce al minimo la radiazione termica durante la stagione calda nel clima tropicale. Inoltre ogni balcone dispone di una piccola area salotto caratterizzato anch'esso da piantumazione che crea un filtro vegetale lungo tutto il bordo esterno.

<http://www.votrongghia.com>
<https://www.dezeen.com>





14

SUN PATH HOUSE



Architects: Christian Wassmann

Location: Miami, America

Project Team: Joana Bem- Haja, Pino Pavese, Garrick Ambrose, Helene Nishijo Andersen, Jorge Rivera

Area: 32.290 sqm

Project Year: 2015

Status: Realized



Lo studio Christian Wassmann ha completato un'estensione residenziale scultorea a tre piani che stabilisce un dialogo chiaro con il bungalow originale del 1930. Come suggerisce il nome, "casa del sentiero del sole" usa il sole come un modo per favorire la vitalità e la salute dei suoi abitanti e lo schema stabilisce uno spazio aperto tra la struttura originale e la nuova aggiunta.

Una cucina espansiva funge da connessione spaziale per la casa originale, fornendo allo stesso tempo uno spazio di interazione per il proprietario e i suoi ospiti.

Nella parte posteriore del bungalow è presente un muro a spirale che ricopre tutti i tre livelli della casa; è allo stesso tempo strutturale, funzionale e scultoreo e funge da colonna vertebrale del progetto.

L'esterno dell'abitazione è ricoperta, al primo e secondo

piano, da vegetazione. Questa ricopre interamente il primo piano dove sono situate le camere da letto e funge da brise soleil per l'ombreggiamento e schermatura per conferire la privacy interna. Nell'ultimo piano, dove è situato un solarium designa il bordo esterno e crea un contatto con il giardino circostante.

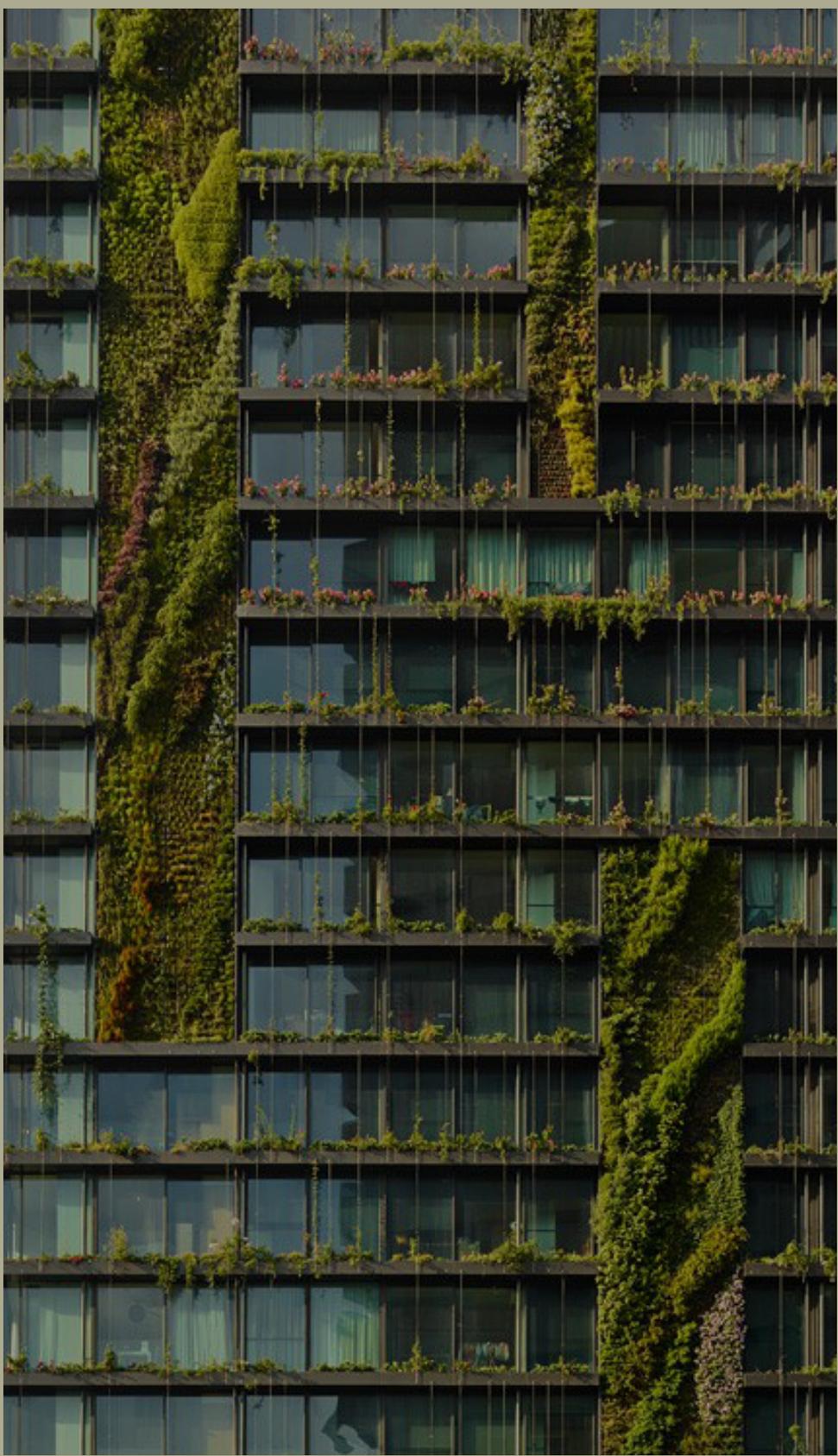
La struttura metallica è fissata alle solette di cemento armato che aggettano rispetto al filo di facciata e funge da sostegno per la crescita della vite messa a dimora in vaso e, che sviluppandosi crea una green façade.



<http://www.christianwassmann.com>

<https://www.archdaily.com>





Living wall system



15

BELDES HOTEL



Architects: Ottaviani associati

Location: Rome, Italy

Project Team: OA con Pierrequadro Associati, VerdeProfilo, Sistema Ufficio

Area: 188 sqm

Project Year: 2014

Status: Realized



A completamento del progetto di ristrutturazione dell'Hotel Beldes di Roma, lo studio Ottaviani Associati ha deciso di inserire nella facciata sud un giardino verticale, la cui progettazione è avvenuta insieme al team di Verde Profilo. Questa azienda, che si occupa dal 2008 dello sviluppo di living wall system sia per ambienti interni sia per esterni, cerca di declinare il concetto di verde in molteplici possibilità di realizzazione. Inoltre una continua ricerca di tecniche e materiali innovativi ha permesso un notevole sviluppo.

La parete progettata per il Beldes Hotel si sviluppa per circa 65 m² ed è stata realizzata in situ in soli 10 giorni. Sono state impiegate circa undici diversi tipi di essenze che sono state disposte su tre diverse facciate, sud, nord e sud-est in modo da garantire una continua ciclicità di crescita delle piante e far sì che il giardino sia

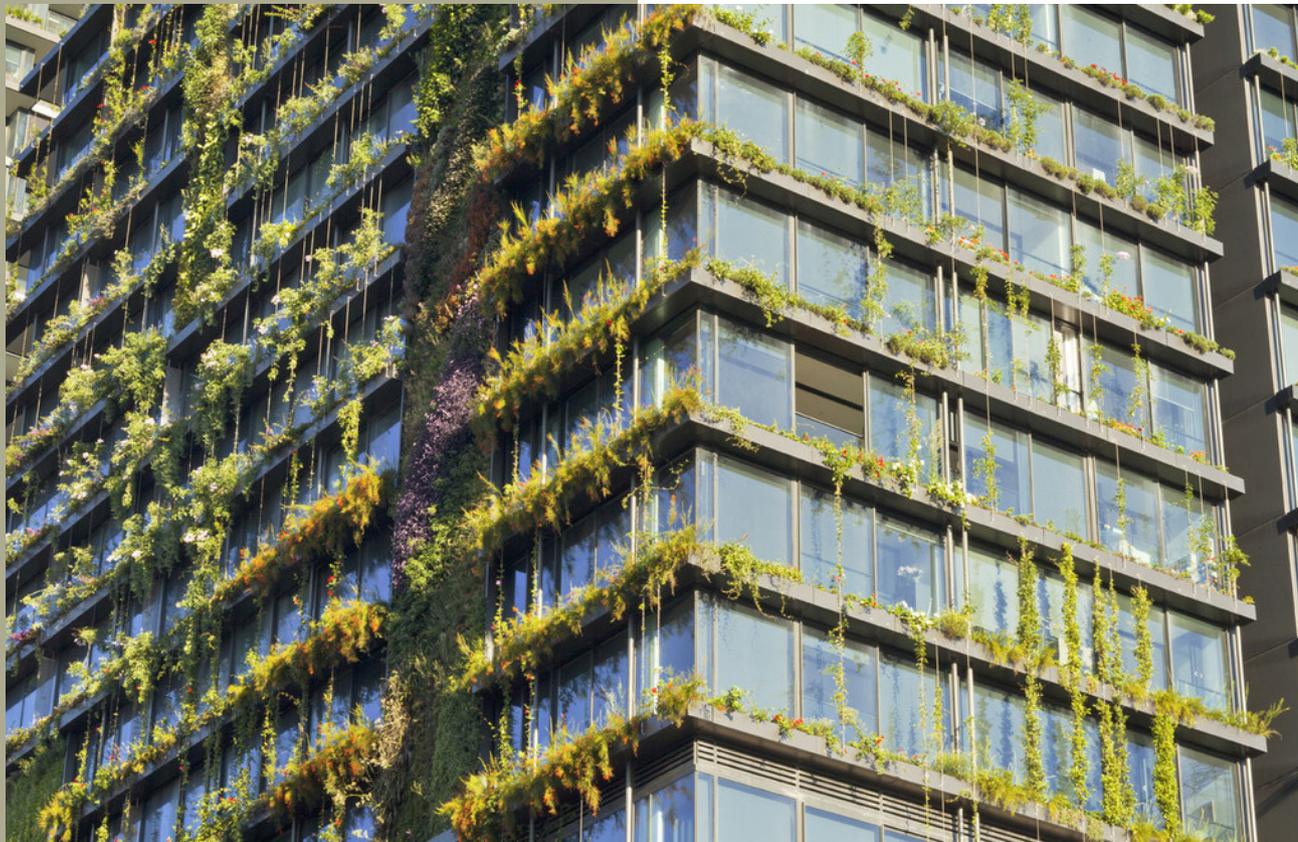
sempre fiorito.

All'interno di una struttura portante sono state inserite circa 2460 esemplari vegetali. Il sistema garantisce quindi la crescita costante delle piante grazie alla presenza di un sistema di ferti-irrigazione.

L'insieme della struttura di sostegno e dell'impianto di ferti-irrigazione non consentono nè il passaggio di umidità nè di acqua verso la parete su cui il giardino è fissato, preservandolo da eventuali infiltrazioni. Inoltre il giardino può distanziarsi dal muro secondo le necessità richieste.

<http://www.verdeprofilo.com>
<https://www.ottavianiassociati.it>





16

ONE CENTRAL PARK



Architects: Atelier Jean Nouvelle
Location: Melbourne, Australia
Project Team: Atelier Jean Nouvelle,
PTW Architects, Patrick Blanc
Area: 64,000 sqm
Project Year: 2014
Status: Realized



Il complesso di One Central Park è caratterizzato da due torri residenziali, rispettivamente di 84 e 117 metri. La facciata verde dell'edificio, che lo ricopre per circa il 50%, è definita come il più alto giardino verticale del mondo progettato da Patrick Blanc. Utilizzando circa 250 specie diverse di piante e fiori australiani che toccano quasi i 166 metri di altezza, le fioriture e i germogli creano una composizione musicale sulla facciata.

I progettisti dunque hanno costruito un'esperienza integrata per vivere in armonia con il mondo naturale. Piante in vaso, intrecci di viti e pareti verdi sono incorporate alla facciata avvolgendo le due torri in una vita vegetale e presentandosi come un proseguimento del parco verso l'alto.

Con l'aiuto di due tecnologie di controllo, idroponiche

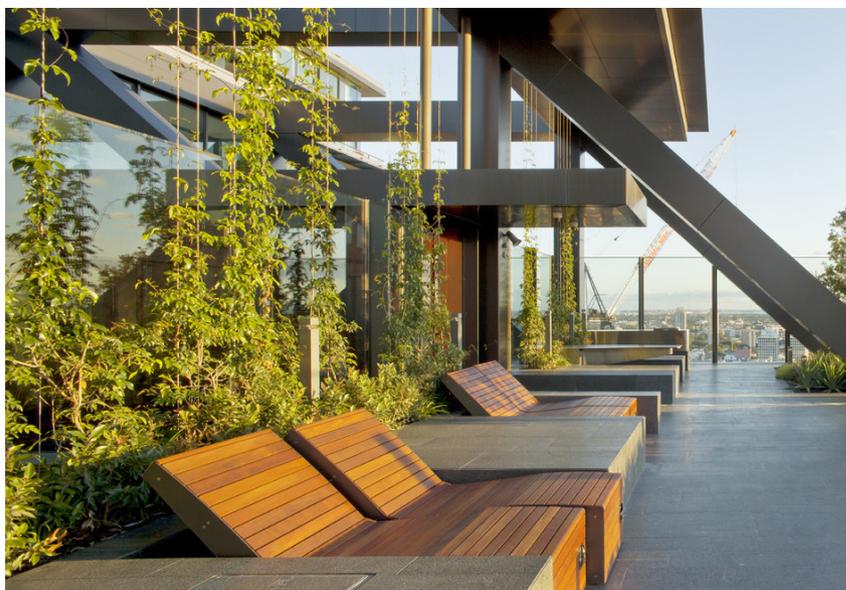
e eliostatiche, la vegetazione e la luce diurna diventano elementi gestibili e possono essere estesi a luoghi precedentemente inaccessibili.

I sistemi di irrigazione idroponica permettono di coltivare un velo verde verticale senza uno spesso strato di terra e inoltre il verde permette un maggiore isolamento termico e acustico delle residenze, protezione dalle polveri inquinanti e dai raggi UV e azione rigenerante dovuta alla produzione di ossigeno.

In questo progetto viene unita la visione decorativa del verde a quella dei benefici prodotti dalla vegetazione.

<http://www.jeannouvel.com>

<https://www.archdaily.com>





17

1 HOTELS BROOKLYN BRIDGE



Architects: Marvel Architects

Location: New York, America

Project Team: Incorporated Architecture & Design, Harrison Green

Area: 200,000 sqm

Project Year: 2017

Status: Realized



Il 1 Hotels Brooklyn Bridge è situato a sud dell'iconico ponte di Brooklyn con ampie vedute dello skyline di Manhattan.

E' considerato come l'hotel più green di Manhattan perchè è stato realizzato secondo le linee guida LEED. Il 54% dei materiali utilizzati per la sua realizzazione derivano da materiali regionali e di recupero, utilizza il 100% di energia eolica autoprodotta e inoltre gestisce un sistema di bonifica dell'acqua piovana che riduce il deflusso delle acque piovane e viene utilizzata per irrigare il parco che si sviluppa attorno il sito.

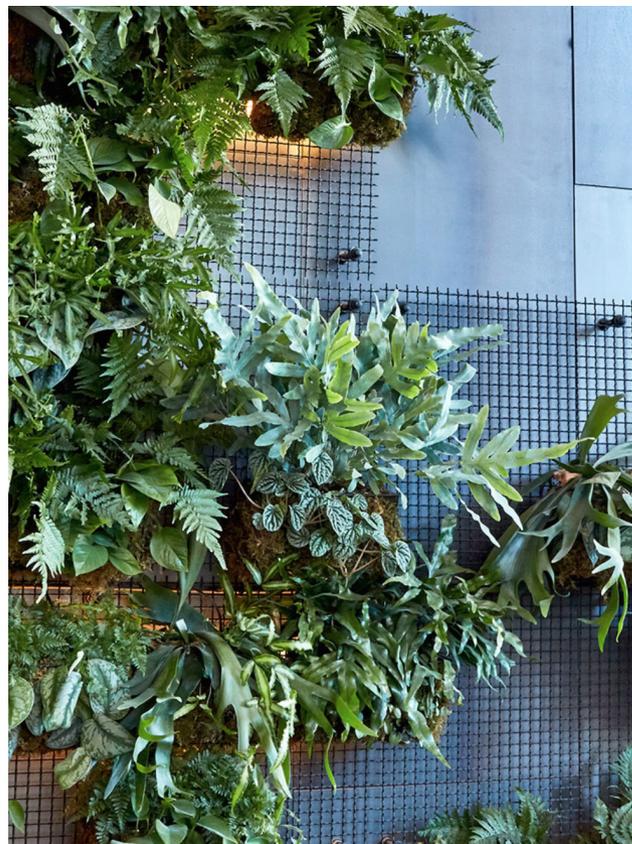
Il tema verde è un altro elemento importante che è stato sviluppato nel progetto dell'intero edificio.

Il parco esterno è stato realizzato prima del progetto dell'hotel, facendo che si l'architettura si trasferisse nel paesaggio.

All'interno dell'hotel sono presenti molti elementi verdi; l'ingresso è caratterizzato da una parete di circa 8 metri che ospita un living wall di piante sempre verdi che movimentano lo spazio. La struttura è caratterizzata da una griglia metallica fissata al muro sulla quale sono stati posti dei contenitori metallici rettangolari che ospitano le specie vegetali.

Inoltre alla base della parete una lunga vasca ospita piante rampicanti che utilizzano la struttura a griglia per svilupparsi creando una texture verde.

Sono presenti inoltre molti vasi decorativi che ospitano piante di piccola e media dimensione, sia negli spazi comuni sia nelle stanze private dell'hotel.



<http://www.jeannouvel.com>

<https://www.archdaily.com>





18

CASA CORMANCA



Architects: Paul Cremoux studio
Location: Mexico City, Mexico
Project Team: Anna Giribets Martin
Area: 176 sqm
Project Year: 2014
Status: Realized



Lo studio internazionale Paul Cremoux ha realizzato il progetto de la Casa CorManca in Messico, che mira a sfruttare al massimo il sito di 176 m² per dare ai proprietari una residenza con livelli di complessità e accesso a ventilazione e luce da ogni spazio. L'edificio è caratterizzato da tre piani, dove la terrazza principale si trova al secondo piano, seguito da un piccolo atelier. Si tratta di uno dei pochi edifici eco-sostenibile realizzato in Messico negli ultimi anni.

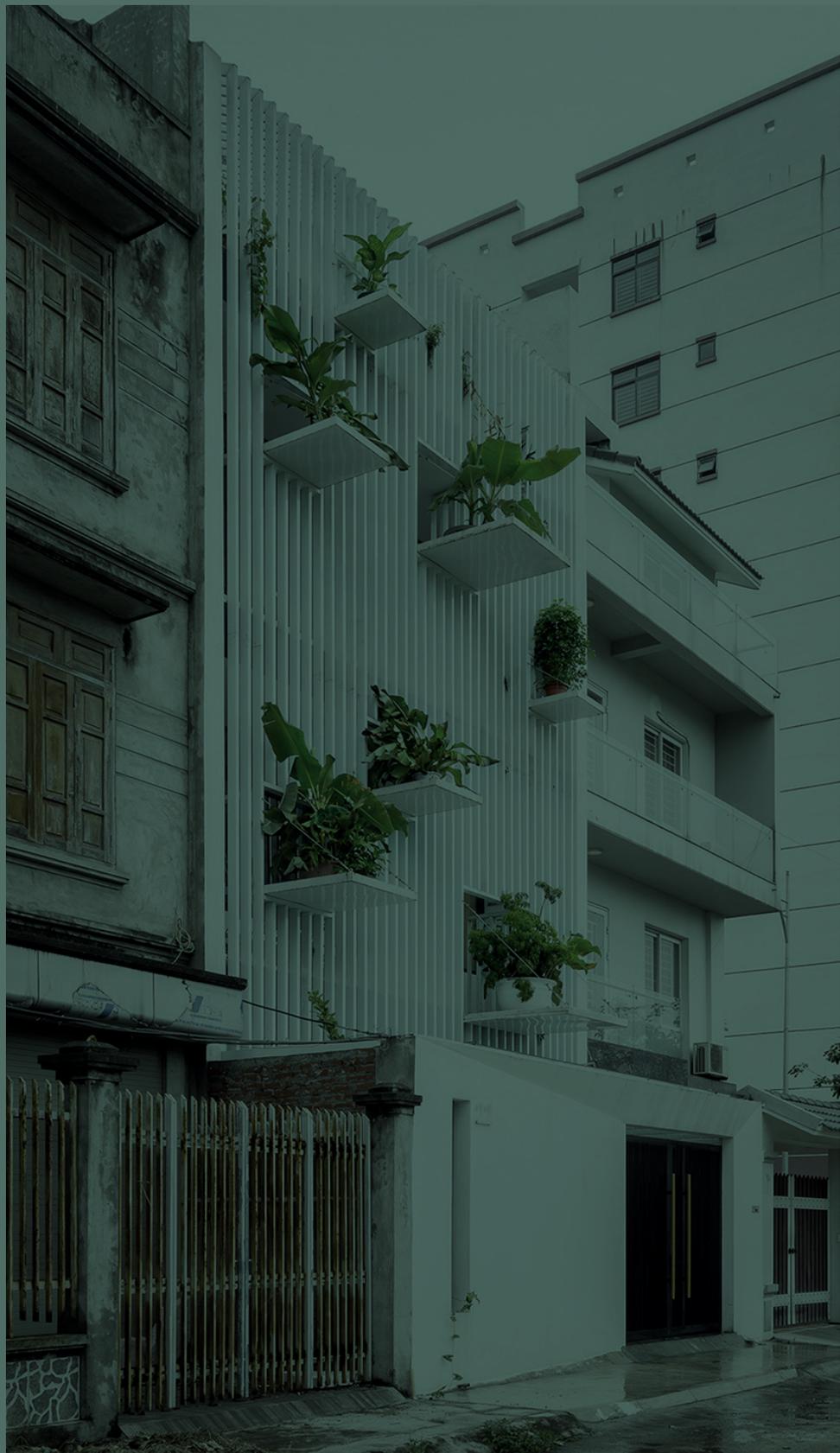
La vegetazione in questo progetto svolge un ruolo fondamentale; infatti il progettista afferma che il verde non solo viene visto come un pratico dispositivo di controllo della temperatura e umidità, ma è anche un elemento che agisce come cortina di luce.

Il secondo livello è usato principalmente come un patio esterno, dove la casa cerca di spingere la definizione di

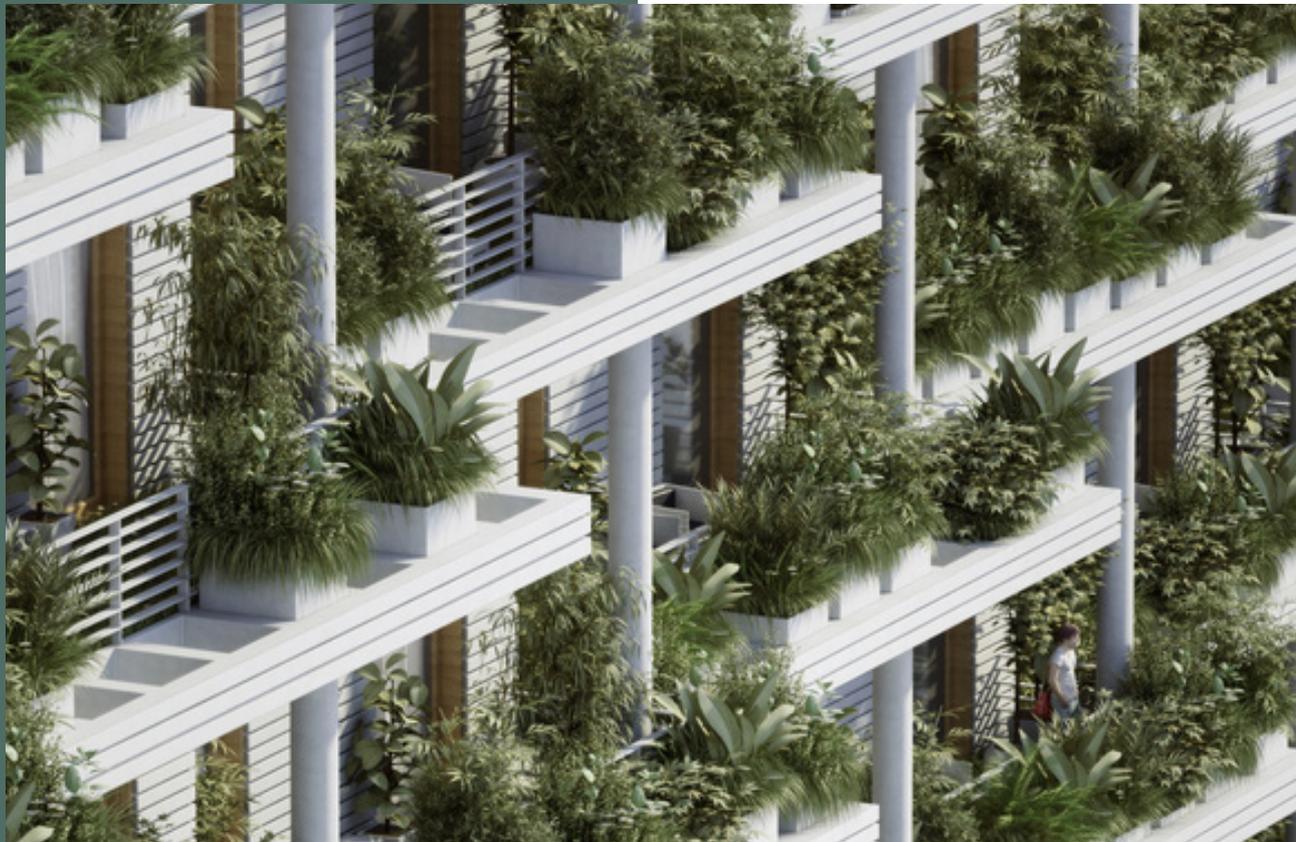
cortile creando una relazione tra il programma orizzontale interno ed esterno e il nuovo muro verticale verticale che funge da sfondo all'intera costruzione. Contenente oltre 4000 piante diverse, il muro vegetato è visto come un regolatore naturale di umidità, temperatura e qualità dell'aria, estraendo una vasta superficie di ciò che altrimenti assorbirebbe una notevole quantità di calore. Materiali riciclabili, vernici ecocompatibili e un uso efficace della ventilazione incrociata si aggiungono alle numerose strategie passive utilizzate per assicurare il funzionamento efficiente della casa.

<http://www.paulcremoux.com>
<https://www.archdaily.com>





Coltivazione in vaso



19

SKY VILLAS



Architects: Penda

Location: Hyderabad, Telangana, India

Project Team: Chris Precht, Sun Dayong, Yu ZiZhi, Xue Bai, Anna Andronova, Sun Mingxue, Xie Kerry

Area: 410000.0 sqm

Project Year: 2016

Status: In progress



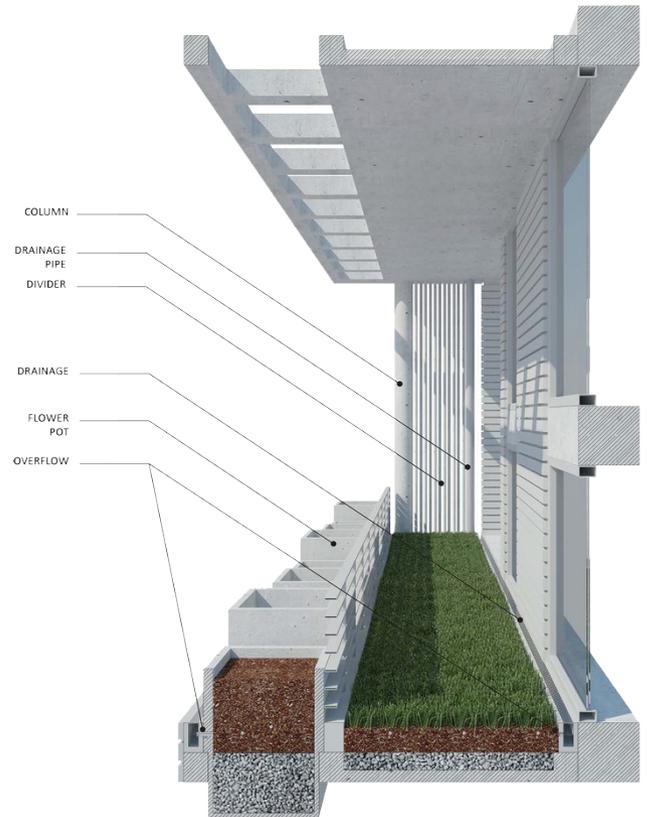
Nel progettare il complesso delle Sky Villas lo studio Penda ha preso in considerazione la tipologia della casa privata con giardino estendendola ad un intero edificio. In questo progetto ogni terrazzo è posto su due piani e comprende circa 46 m² di superficie, contenente un nastro di terra e un sistema modulare di vasi che si ripete per ogni unità abitativa.

Dando ad ogni villa un modesto spazio verde, conserva un senso di leggerezza e di apertura anche quando le unità sono ordinate una sull'altra.

I giardini inoltre, funzionano come un efficace sistema di raffreddamento per l'edificio, fornendo ventilazione naturale in tutto il complesso e proteggendolo dal clima caldo di Hyderabad.

Questo infatti permette di risparmiare circa il 60% dell'energia consumata da un edificio condominiale

tipico, riducendo l'impatto complessivo di carbonio. Ogni terrazza può avere piante di diversa specie e genere, in base al gusto del proprietario in modo da ricreare un contesto naturale o per servire ogni unità di giardino o di piante officinali. Ogni balcone dunque è progettato come una superficie erbosa, che sottolinea la tipologia di "casa privata con giardino". L'intero edificio è stato realizzato in conformità con il tradizionale sistema architettonico indù di Vaastu, che prescrive i principi di progettazione, layout, orientamento e geometria spaziale, nonché l'importanza di creare un'architettura in armonia con la natura.



<http://www.archdaily.com>
<https://www.designboom.com>





20

WHITE WALLS



Architects: Ateliers Jean Nouvel

Location: Nicosia, Cyprus

Project Team: Ateliers Jean Nouvel,
Takis Sophocleous Architects

Area: 10,000 sqm

Project Year: 2015

Status: Realized



Al centro della capitale cipriota, vicino a Eleftheria Square, sorge il nuovo landmark urbano progettato dall'architetto francese Jean Nouvel. White Walls, alto 67 metri, è uno degli edifici più alti di Nicosia e include appartamenti, uffici e negozi.

Diverso è lo studio delle facciate, scelta operata dai progettisti per soddisfare il clima mediterraneo di Cipro. Questa verticalità rispetto all'orizzontalità delle mura medievali che racchiude la parte vecchia della città mette in scena una serie di inversioni che sono le principali caratteristiche dell'edificio.

La materia vegetale ricopre circa l'80% della facciata sud dell'edificio. Questa "living façade" è caratterizzata da una serie di balconi di diversa dimensione che ospitano una varietà di piante cipriote sistemate in grossi vasi, rampicanti e coprenti, che cambiano e si trasformano in

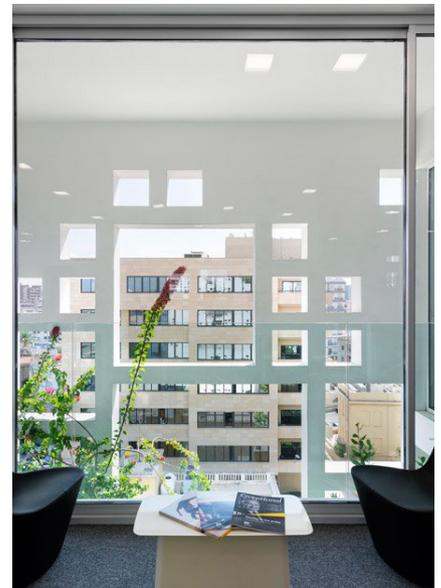
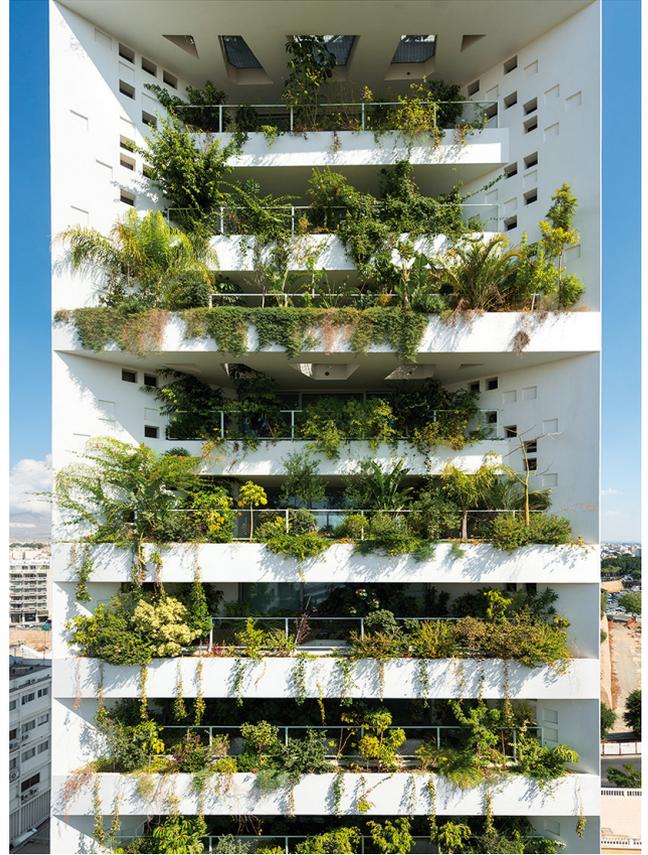
base alla stagione e servono sia gli appartamenti sia gli uffici; fungono inoltre da naturale barriera contro il sole estivo diretto mentre d'inverno massimizzano il calore interno.

La pareti bianche ad est e ovest sono caratterizzate da una serie di aperture, alcune vetrate e altre non, che comportandosi da brise soleil creano motivi geometrici e sono riempite da piante ricadenti che proteggono l'edificio dal sole, dal rumore e dalla luce diretta.

Sulla facciata nord, caratterizzate da una serie di terrazze e balconi a cascata, le logge si estendono per trarre il massimo vantaggio dalla vista della città e sul parco.

<http://www.jeannouvel.com>

<https://www.dezeen.com>





21

TH HOUSE



Architects: DAN Studio
Location: Hanoi, Vietnam
Project Team: DAN studio, Duc Nguyen,
Phung Minh Nguyet
Area: 77 sqm
Project Year: 2017
Status: *Realized*



TH House è il risultato del progetto dello studio vietnamita DAN Studio, che ha sede ad Hanoi in Vietnam e che è riuscito a trasformare in una casa familiare questo edificio che precedentemente era un rudere a pochi passi dalla ferrovia nella periferia della capitale vietnamita.

Le caratteristiche sulle quali lo studio si è concentrato per la creazione di questo progetto sono la ventilazione, l'illuminazione e il rapporto con la natura. Questo ha incluso fori nei pavimenti dei vari piani, la sostituzione di muri opachi con schermi semi-trasparenti e l'aggiunta di piante sia all'interno dell'abitazione sia all'esterno.

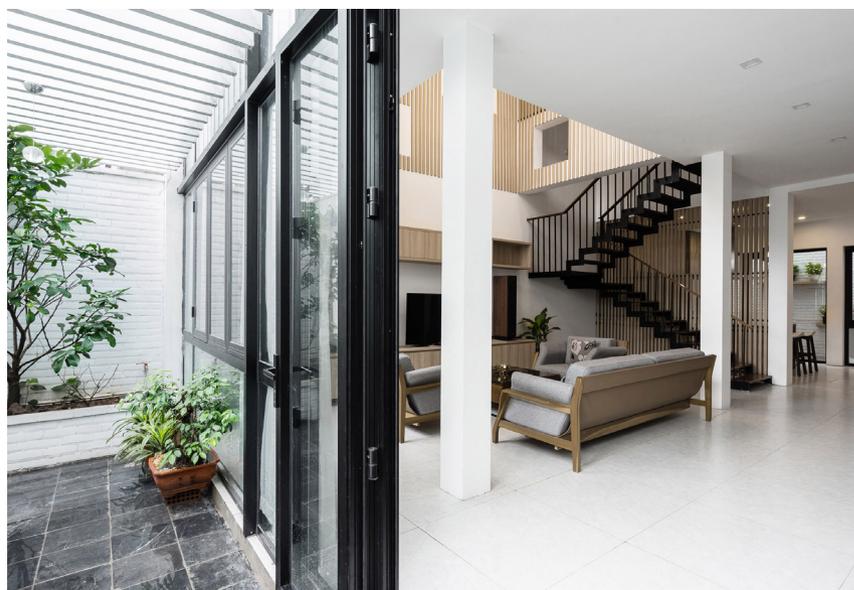
La soluzione per coprire lo "scheletro" è stata quella di aggiungere una nuova facciata a quella preesistente. Si tratta infatti di una struttura metallica composta di lamelle verticali in alluminio, che va a "schermare" una

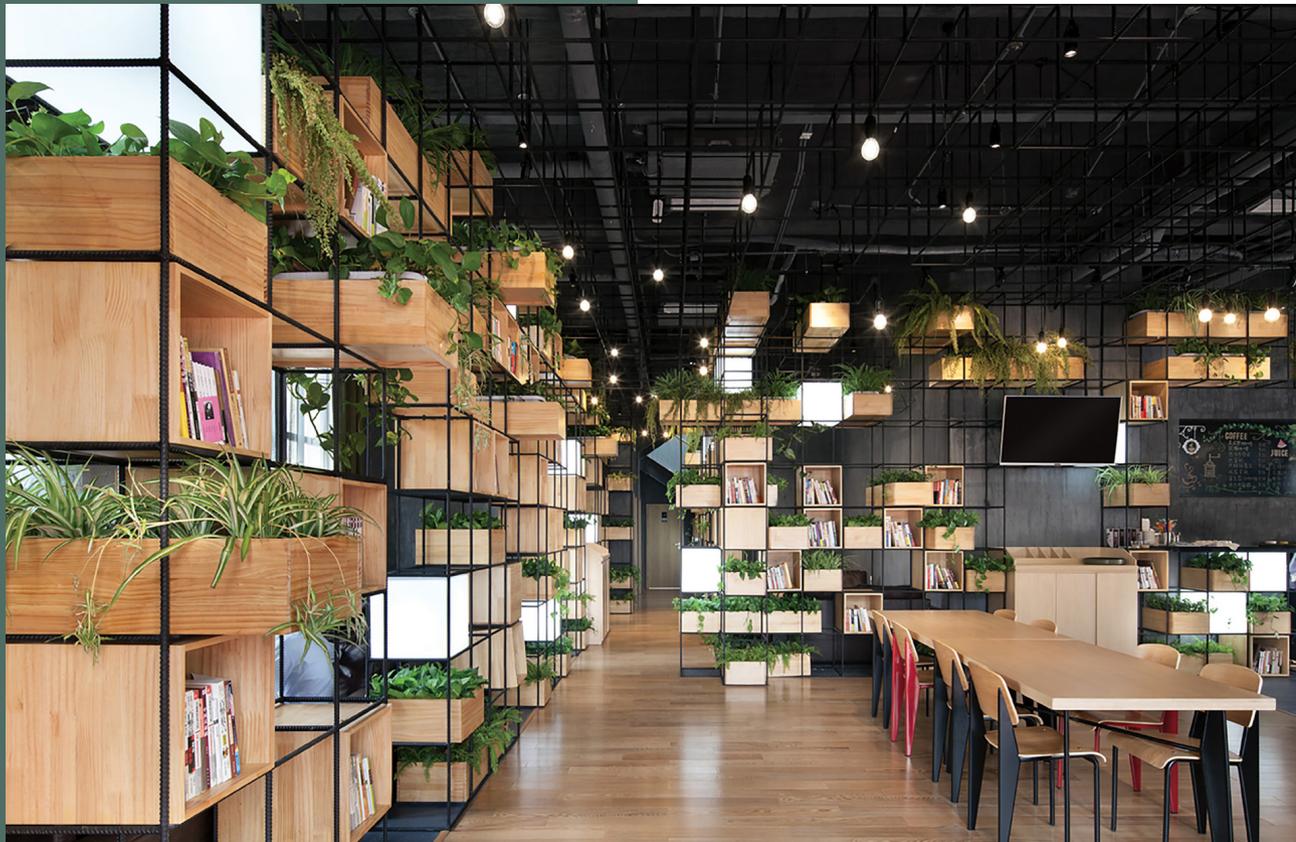
facciata composta da una serie di balconi e finestre. Questo permette ai residenti di aprire i loro spazi abitativi per godere della brezza, ma allo stesso tempo schermarli dal sole nelle ore più calde della giornata, garantendo una privacy interna.

La parete inoltre è stata vivacizzata con la presenza di mensole orizzontali che fungono da ripiani, in modo da creare una serie di balconi verdi per il posizionamento di grandi vasi di piante.



<http://www.dezeen.com>
<https://www.designboom.com>





22

HOME CAFE



Architects: Penda
Location: Beijing, Cina
Project Team: Penda
Area: / sqm
Project Year: 2014
Status: Realized



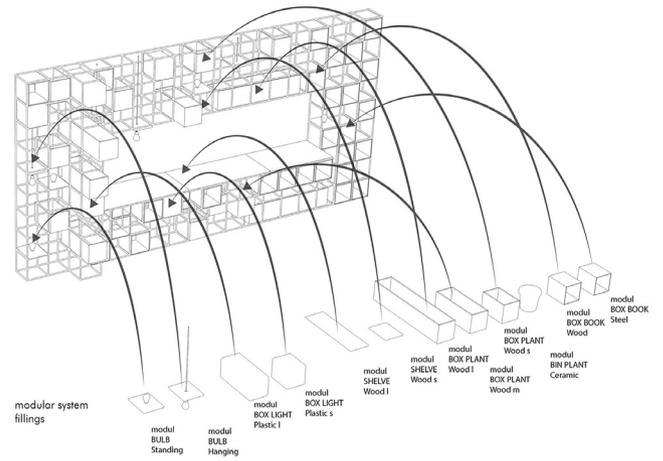
Lo studio Penda è stato scelto per la realizzazione dell'allestimento interno delle prime due sedi di Home Cafe a Pechino e Tianjin, con l'idea di proporlo come concept per ogni store nel paese. L'obiettivo è quello di creare un luogo sano dove poter respirare aria pulita in zone fortemente inquinate della Cina.

Penda ha così realizzato delle oasi verdi in mezzo a città grigie di inquinamento dove non solo poter gustare ottime qualità di caffè ma anche respirare aria buona.

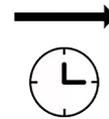
Un sistema a griglia modulare offre una configurazione flessibile per il locale. Le barre utilizzate per la griglia sono in acciaio riciclato, dipinte di nero e connesse l'una con l'altra in modo da creare una griglia che definisce diverse strutture cubiche che possono essere combinate con ripiani di diverse dimensioni.

Inoltre questi "vuoti" possono essere riempiti da

elementi cubici in legno che fungono da vasi per piante, contenitori di libri o di luci.
 Organizzando i cubi, il sistema modulare consente un assemblaggio flessibile per diverse occasioni. Molti di questi cubi sono riempiti da specie vegetali a bassa manutenzione e adatte a purificare l'aria interna come felci, falangi e photos; altre come viti ed edere invece, gradualmente copriranno le strutture in acciaio che fungono da sostegno per lo sviluppo delle piante. La materia vegetale perciò diventerà la caratteristica principale di questi locali in modo da incoraggiare i clienti a ritornare in uno spazio verde visto come polmone della città.



<http://www.home-of-penda.com>
<https://www.archdaily.com>



transformation of the space over time



Capitolo 7

Strategie progettuali

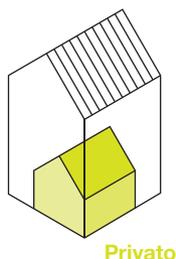
Le schede di ogni singolo caso studio sono state di aiuto per la definizione delle strategie progettuali.

In quest'ultimo capitolo perciò mi sono concentrata sulla composizione descrittiva delle linee guida per la progettazione del verde negli edifici residenziali, partendo dagli esempi illustrati in precedenza.

Queste strategie progettuali vorrebbero essere lo strumento che ogni progettista può osservare quando decide di utilizzare una tecnologia verde in un edificio di nuova costruzione o nella riqualificazione dell'esistente.

L'organizzazione delle linee guida è avvenuta, così come è già stato fatto per i vari casi studio, tramite la suddivisione per collocazione spaziale. Per ogni spazio, interno, di transizione ed esterno, sono state definite due sfere di ambiti alle quali corrispondono diverse possibilità di applicazioni tecnologiche: ambito privato e privato di gruppo. Per ambito **privato** si intende la sfera del focolare domestico, luogo protetto e sicuro, dove è richiesta ogni comodità familiare e le principali esigenze sono il comfort, privacy; per ambito **privato di gruppo** si intendono invece quei luoghi privati ma ad uso comune, ad esempio in un edificio residenziale possono essere le scale, il pianerottolo e il tetto piano; perciò sono quei luoghi solamente accessibili da i residenti di quel determinato edificio.

Privato di gruppo



Ad ogni ambito corrispondono inoltre esigenze diverse per ogni tecnologia applicata e in base alla diversa tipologia di utenza e alle prestazioni che si vogliono raggiungere. Tra le principali: benessere, fruibilità, gestione ed integrabilità.

Nella parte conclusiva delle strategie progettuali viene data un indicazione al progettista di quale specie vegetale utilizzare in base alla tecnologia applicata. Sono state scelte cinque fra le possibili varietà impiegabili, differenti a seconda della collocazione geografica e/o dalle caratteristiche climatiche.

L'obiettivo è stato dunque quello di creare uno strumento chiaro e diretto per la figura professionale.

Esposizione

- ☀️☀️☀️ Ombra
- ☀️☀️☀️ Sole / mezz'ombra
- ☀️☀️☀️ Luce media
- ☀️☀️☀️ Sole pieno ma non diretto

Fabbisogno idrico

- 💧💧💧 Acqua piovana
- 💧💧 1 volta al mese
- 💧 1 volta a settimana
- 2/3 volte a settimana

Accrescimento

- ▶▶▶ Rapido
- ▶▶▷ Regolare
- ▶▷▷ Lento



Interno



PRIVATO

(abitazione)

Coltivazione in vaso

> abbellimento estetico

> isolamento acustico

Living wall system

> miglioramento qualità dell'aria

PRIVATO - DI GRUPPO

(atrio, vano scala, pianerottolo)

Coltivazione in vaso

> abbellimento estetico

> isolamento acustico

Living wall system

> miglioramento qualità dell'aria

> manutenzione condivisa

Privato

All'interno di una residenza privata o di un appartamento situato in un edificio multipiano le tecnologie che si possono applicare sono due: **coltivazione in vaso** o **living wall system**.

La presenza di piante verdi negli spazi interni di una residenza può contribuire all'aumento del benessere psico-percettivo e al miglioramento del comfort per gli utenti.

Per quanto riguarda la percezione psico-fisica del verde, la sua vista continua o la sua fruizione può apportare notevoli vantaggi alla salute e alla qualità della vita. Permette di infondere nell'uomo un senso di serenità ed è percepito come un elemento che riduce lo stress migliorando l'umore della persona.

Il **comfort** è definito da Perini come "una condizione psicofisica in cui un individuo esprime soddisfazione nei confronti dell'ambiente che lo circonda. La condizione di benessere psicofisica ha un margine di soggettività e, pertanto, non è misurabile analiticamente.

La sensazione di comfort è legata a due tipi di variabili: variabili soggettive dipendenti dalle caratteristiche fisiche, biologiche e emozionali degli individui, e variabili oggettive connesse al microclima dell'ambiente considerato." ¹

Tali benefici saranno più evidenti quando la presenza del verde all'interno sarà sotto forma di sistemi vegetati che permettono una certa estensione di specie vegetali come il living wall system, sarà invece minore con la presenza puntuale di piante in vaso.

L'inserimento di piante coltivate in vaso in un ambiente indoor è principalmente legato ad una scelta **estetica** e di **abbellimento** dello spazio. Tuttavia non dimentichiamo la naturale proprietà di quasi tutte le specie vegetali di purificare e filtrare l'aria sia

grazie ad effetti riconducibili alla sola presenza fisica del sistema vegetato sia ai comportamenti attivi espliciti dalle piante per le loro funzioni vitali. Se situate in posti strategici della casa, come la cucina o il bagno, possono favorire l'assorbimento degli odori, trattenendo anidride carbonica e rilasciando ossigeno. Inoltre grazie alla **capacità autoregolante** delle piante, possono agire come sistema di climatizzazione naturale e passivo agendo sull'umidità interna degli ambienti (fig.1).

L'utilizzo invece del pacchetto tecnologico della parete inverdita e più precisamente del living wall system, non solo contribuisce all'aumento della qualità dell'aria interna ma anche alla mitigazione dell'inquinamento



Fig.1_Fioriere capovolte del designer britannico Patrick Morris

¹ Perini K., *Progettare il verde in città.: Una strategia per l'architettura sostenibile*, 2013, pag. 53

acustico. Questo sistema infatti contribuisce sia alla **fono-assorbente**, per la disgregazione dell'onda sonora causata dalla superficie non omogenea del verde, sia al **fono-isolamento**, grazie all'abbattimento dell'onda causata dalla massa apportata dalla massa e dai substrati: permette dunque di controllare il riverbero dei suoni sulle pareti di una stanza.

Inoltre con questa soluzione è possibile ricreare lussureggianti e variopinti riquadri utilizzando vegetali o ortaggi, in grado di arricchire la figurazione spaziale, ambientale e biologica degli interni domestici e generare inusuali paesaggi verticali (fig.2).



Fig.2_Esempio di living wall system interno

Le soluzioni per l'installazione di giardino verticale interno sono molteplici. Si può realizzare un **telaio ad hoc** per adattarlo allo spazio desiderato oppure acquistare un **telaio prefabbricato** in legno, materiale sintetico riciclato (bottiglie d'acqua), acciaio con tasche in feltro o qualche altro supporto. Altre soluzioni più semplici possono anche prevedere l'utilizzo di scaffalature nelle quali riporre vassoi e contenitori per piante pendenti che richiedono una manutenzione più semplice oppure contenitori realizzati con materiali riciclati che vengono direttamente applicati al muro o su strutture a griglia.

In base al risultato atteso si può variare la grandezza

della griglia per avere un sistema più libero con pochi vasi oppure uno più inverdito. Questo sistema permette un assemblaggio molto semplice e veloce ma soprattutto economico.

Inoltre, non è necessario l'installazione di un impianto di irrigazione automatico, bensì si può provvedere ad un'**innaffiatura manuale**; il fabbisogno di acqua dipenderà dalla specie vegetale utilizzata. Questi contenitori trattengono maggiormente l'acqua creando ambienti favorevoli per lo sviluppo di piante cadenti.

Privato di gruppo

Le due tecnologie, **coltivazione in vaso** e **living wall system**, possono essere anche ottime soluzioni per l'inverdimento di tutti gli spazi comuni all'interno di un edificio residenziale, come il vano scala, i pianerottoli tra un appartamento e l'altro e l'atrio di ingresso (fig.3). Questo permette non solo di creare delle zone verdi accessibili a tutti ma inoltre crea un sistema di condivisione dello spazio e manutenzione partecipata. Gli spazi comuni all'interno di un edificio multipiano sono spesso luoghi bui, dove la luce naturale è scarsa e dove non vi è una buona ventilazione; ne consegue anche in questo caso la scelta di specie vegetali che sopportano ambienti non troppo illuminati e con attitudini di vivere al chiuso.

L'inserimento del verde può essere la soluzione ottimale al fine di attribuire maggiore carattere a questi spazi sottovalutati.



Fig.3_Atrio d'ingresso

Per quanto riguarda l'utilizzo di piante in vaso è consigliabile l'utilizzo di specie vegetali di facile manutenzione ma soprattutto che richiedono un fabbisogno di acqua settimanale o mensile molto basso.

Il **materiale** delle vasche/vasi/contenitori deve essere leggero per effettuare qualsiasi spostamento, di facile pulizia e manutenzione.

La dimensione può variare in base allo spazio disponibile e al risultato che si vuole ottenere.

Le **esigenze** di inverdimento di uno spazio comune sono per lo più legate alla sfera estetica e di abbellimento

dello spazio.

Recentemente è stata sviluppata una nuova tecnologia per l'arredamento degli spazi interni, il cosiddetto *Moss Wall*, ovvero l'utilizzo di pannelli di **verde stabilizzato**. Questo sistema è caratterizzato da licheni di origine finlandese che si mantengono nel tempo grazie ad un processo di stabilizzazione e di colorazione con prodotti 100% naturali e biodegradabili (fig.4).

Questo prodotto, in alcuni casi può sostituirsi alla tecnica del living wall, perché **non richiede manutenzione**, è antibatterico, ha un costo ridotto e può essere collocato in molti ambienti interni. Inoltre l'essenza di cura, acqua e luce lo rendono il prodotto ideale da utilizzare per inverdire le scale condominiali, l'atrio di ingresso e i pianerottoli di un edificio residenziale.

Questa tecnologia può essere applicata su pannelli di dimensione standard oppure realizzati ad *hoc*, in base alla disponibilità di spazio, al risultato atteso e al materiale che si vuole utilizzare.

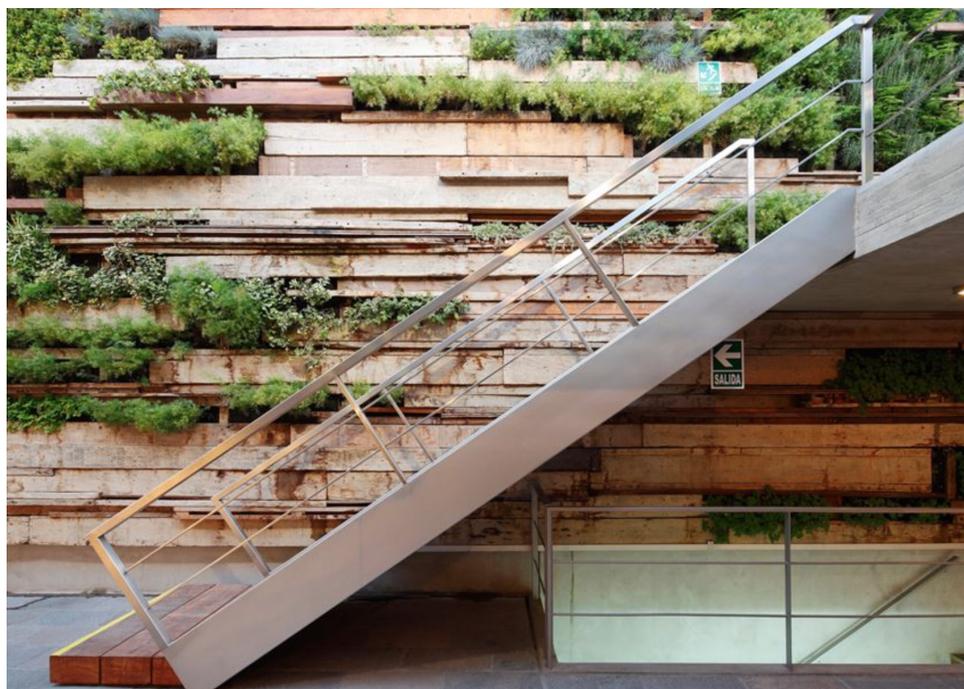


Fig.4_Moss trend wall interno



FELCE DI BOSTON

Nome scientifico: *Nephrolepis exaltata*

Origine: Asia, Oceania

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: ●●○

Accrescimento: ▶▶▶



SPATIFILLO

Nome scientifico: *Spathiphyllum Wallisii*

Origine: America centrale

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: ●●●

Accrescimento: ▶▶▶



MONSTERA

Nome scientifico: *Monstera Deliciosa*

Origine: Foreste tropicali

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▷



DRACAENA LEMON LIME

Nome scientifico: *Dracaena fragrans 'Lemon Lime'*

Origine: Zone tropicali

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: ●●○

Accrescimento: ▶▶▶



ZAMIOCULCAS

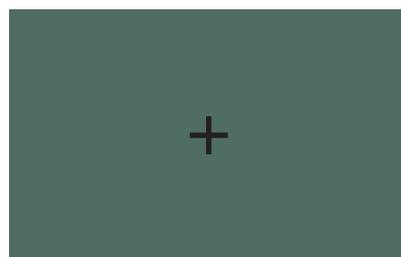
Nome scientifico: *Zamioculcas zamiifolia*

Origine: Africa

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: ●●○

Accrescimento: ▶▶▷



COLTIVAZIONE IN VASO



ESCHINANTO

Nome scientifico:
Aeschynanthus speciosus
Origine: Asia
Esposizione: ☀️☀️☀️
Fabbisogno idrico: ●●○
Accrescimento: ▶▶▶



POTHOS

Nome scientifico: *Scindapsus*
Origine: Isole del Pacifico
Esposizione: ☀️☀️☀️
Fabbisogno idrico: ●○
Accrescimento: ▶▶▶



ETTA ROSE AGLAOMENA

Nome scientifico: *Aglaonema pictum*
Origine: Asia sud orientale
Esposizione: ☀️☀️☀️
Fabbisogno idrico: ●●●
Accrescimento: ▶▶▶



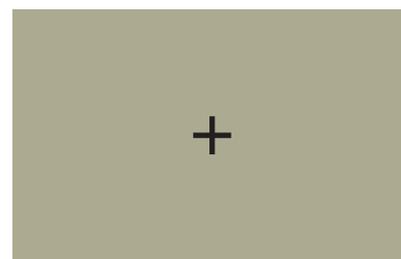
CROTON

Nome scientifico: *Codiaeum*
Origine: Asia
Esposizione: ☀️☀️☀️
Fabbisogno idrico: ●●○
Accrescimento: ▶▶▶



ZEBRINA PENDULA

Nome scientifico: *Tradescantia zebrina*
Origine: America
Esposizione: ☀️☀️☀️
Fabbisogno idrico: ●●○
Accrescimento: ▶▶▶



LIVING WALL SYSTEM



Transizione



PRIVATO

(loggia, serra)

Tetto verde /
giardino pensile

> continuità degli spazi

> protezione

> relax

Coltivazione in vaso

> condivisione familiare

PRIVATO - DI GRUPPO

(ballatoio, serra comune)

Tetto verde /
giardino pensile

> ritrovo

> aggregazione

> attività comuni

Coltivazione in vaso

> manutenzione condivisa

> relax

Privato

Le tre tipologie tecnologiche che si possono applicare in uno spazio di transizione di ambito sia privato sia privato di gruppo sono la **coltivazione in vaso, il tetto verde e il giardino pensile**.

Una serra o un winter garden può definire un **continuum visivo e spaziale** tra interno ed esterno in un alloggio privato.

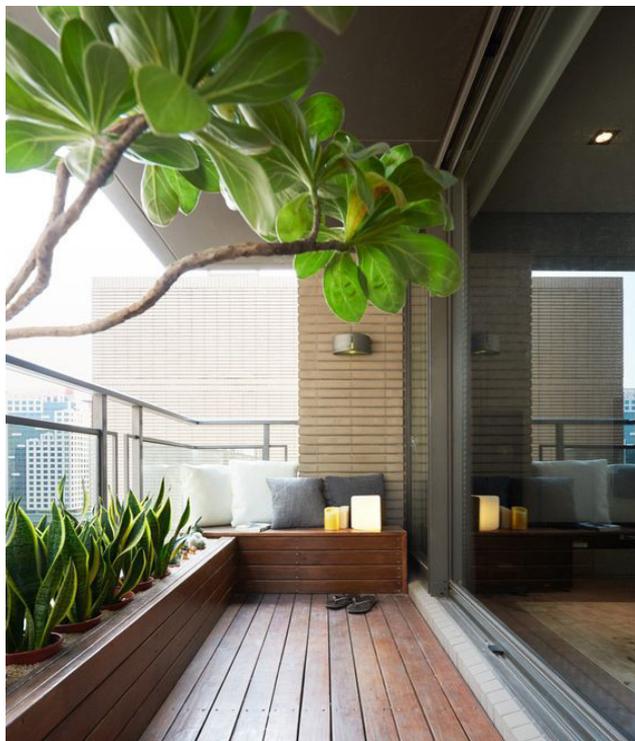
I winter gardens si configurano come spazi integrativi e complementari in un'unità abitativa. Permettono di svolgere una funzione ambientale e bioclimatica che sovente si completa con la messa in opera di materiale vegetale in vaso. Si tratta di una tecnologia che è in grado di ricreare un'area verde di transizione e in alcuni casi come prolungamento di uno spazio interno verso l'esterno per avere diversi usi in base alle stagioni (fig.5).



Fig.5_Serra come living-room

La progettazione di questa soluzione in uno spazio privato permette di creare un luogo dove il mondo esterno rimane tangibile e, allo stesso tempo, creare un luogo interno dove l'utente continua a sentirsi protetto all'interno del suo dominio privato. Grazie a questi nuovi spazi si rende possibile lo svolgimento di funzioni che altrimenti avverrebbero solo all'interno; per esempio la presenza di una serra o loggia può essere vissuta come prolungamento del soggiorno nei mesi più caldi, mentre in inverno come *orangerie* per le piante in vaso.

All'interno della serra, dotata di vetrate scorrevoli in modo da aprirsi completamente durante la stagione estiva e chiudersi in quella invernale, possono essere collocate diverse tipologie di specie vegetali. Come già accennato per le piante da interno, anche in questo caso è necessario orientare la scelta della **materia vegetale** su quelle specie che sono in grado di sviluppare e crescere in vaso. La **dimensione del vaso** dipenderà dalla specie vegetale piantata e il materiale del contenitore può variare;



è consigliabile sempre la scelta di **materiali leggeri** per facilitare lo spostamento e trattandosi di uno spazio di transizione, la disposizione interna può variare nel tempo, a seconda delle esigenze degli utenti.

Lo stesso concetto si può applicare anche nel caso in cui questi spazi di transizione non vengano arredati solo con piante in vaso, ma anche con veri e propri giardini pensili o tetti verdi (a seconda delle possibilità).

Anche lo spazio privato della loggia, in quanto spazio all'aperto ma coperto dall'alloggio, si presta ad ospitare la vegetazione e il verde orizzontale (fig.6).

La presenza di un giardino in quota di pertinenza privata è stata resa possibile grazie al continuo progresso nella ricerca di **soluzioni ecologiche** ed ingegnose che hanno permesso di abbinare per esempio ad un soggiorno di un'abitazione un giardino privato come spazio per il relax e la quiete, che invece si trasformano in luoghi di incontro e di intrattenimento per i residenti e vicini nel momento in cui vengono applicati all'interno di spazi comuni.

Privato di gruppo

Spazi di transizione comuni possono essere rappresentati dal ballatoio, che corre per l'intera lunghezza dell'edificio e che funge da via di accesso alle singole unità immobiliari, e da una serra comune. Questi spazi possono essere facilmente integrati da materia vegetale per renderli più gradevoli dal punto di vista visivo e percettivo.



Fig.7_Case a ringhiera a Milano

Il ballatoio comune può diventare una sorta di **hall comune verde**, lunga e stretta arricchita e nobilitata dalla presenza di abbondante vegetazione.

Il giardino verticale può essere ottenuto tramite la messa a dimora di piante in vaso contro la parete, oppure a sbalzo lungo la ringhiera o addirittura in modo che si possano arrampicare in una semplice struttura a rete metallica lungo la parete o lungo la ringhiera creando una sorta di **filtro** così da guidare e diffondere negli interni la luce naturale, trasformando così un semplice luogo di passaggio in un **inedito spazio per la socializzazione e l'incontro** (fig.7).

I vasi possono essere collegati tra di loro in modo da fungere da supporto per il verde rampicante.

La presenza invece, di una serra comune inverdita da abbondante materia vegetale,

può trasformarsi in luogo comune e polifunzionale di incontro e socializzazione per tutti i residenti del complesso. Diverse saranno le **esigenze** di questo spazio; infatti se nell'ambito privato è considerato come spazio di relax e filtro tra in e out, in questo caso invece è luogo dell'abitare sociale. Questo impianto può anche comportarsi da **zona buffer** se è addossato al complesso e, oltre che a consentire una regolazione dei flussi termodinamici ed energetici del complesso, genera uno spazio comune dove la vegetazione presente ha anche ruolo di termoregolatore e di controllo della qualità dell'aria.

All'interno della serra si può dunque sviluppare un vero e proprio giardino pensile, trasformabile in un giardino tropicale o orto comune per i residenti.

In questo caso la **manutenzione** e la **gestione** del verde sarà più impegnativa rispetto alla presenza di semplici piante in vaso, ma soprattutto la scelta vegetale sarà più ampia.

E' necessario l'installazione di un **impianto di irrigazione** nel caso si tratti di un giardino pensile, perché il fabbisogno di acqua sarà nettamente maggiore rispetto ad un semplice tetto verde dato il maggiore spessore del pacchetto tecnologico.

Il **fabbisogno di acqua** giornaliero o settimanale varia in base al tipo di specie vegetale che si è deciso di utilizzare.

All'interno di un giardino tropicale è necessario che si mantenga un'umidità costante e che non deve mai al di sotto del'80%, mentre la temperatura in estate deve essere intorno ai 30°C mentre d'inverno tra 18°C e 20°C. All'interno di questo ambiente si crea dunque un microclima caldo umido.

Come già accennato, all'interno della serra è possibile anche inserire elementi per la produzione di ortaggi. Trattandosi di uno spazio privato, ma di gruppo, è necessario creare un luogo fruibile da tutti, anche dalle persone più anziane. Consigliabile è dunque la realizzazione di un **orto rialzato** rispetto al piano di campagna in quanto è un



Fig.8_Garden boxes rivestite in legno per orto rialzato

modo agevole per operare le manutenzioni necessarie per la coltivazione di ortaggi ed erbe aromatiche. Questo permette di ottenere un aspetto più ordinato e pulito, coniugando con eleganza orto e giardino per sfruttare al meglio piccole superfici altrimenti inutilizzabili.

Le **garden boxes** (fig.8) utilizzate per questo tipo di coltivazione sono vasche di **diverse dimensioni** e **diversi materiali**; i più utilizzati sono il legno e la terra cotta oppure si possono utilizzare cassoni di materiali riciclati. Il fondo deve essere però forato in modo da garantire il reflujo delle acque irrigue in eccesso.

I vantaggi sono diversi e, grazie a questi fattori, la produttività viene notevolmente aumentata; la gestione delle irrigazioni, il controllo delle erbacce e la concimazione sono più semplici da condurre. Il terreno, non essendo sottoposto a calpestio, si mantiene più areato a beneficio della fertilità.

La coltivazione posta in un piano più rialzato riceve più luce durante le ore del giorno; questo può essere un fattore utile soprattutto nelle stagioni in cui la luce scarseggia. Inoltre, riscaldandosi più velocemente, le piante messe a dimora germoglieranno e cresceranno più rapidamente.

In un orto rialzato è consigliabile l'installazione di un **impianto di irrigazione a goccia** in modo da garantire la giusta quantità di acqua con conseguente risparmio energetico; inoltre l'uso di un terreno meno compatto assicura un drenaggio più facile e le sponde delle vasche permettono di mantenere un'umidità interna costante e regolare. Molta attenzione è da porre quando questo tipo di soluzione tecnologica viene applicata in luoghi molto caldi e secchi come il Sud d'Italia, perciò la verifica dell'idratazione dell'orto rialzato sarà un importante fattore da controllare con frequenza siccome il terreno tenderà ad asciugarsi più facilmente.



CAMELIA

Nome scientifico: *Camellia japonica*

Origine: Cina e Giappone

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: ●●○

Accrescimento: ▶▶▶



PILEA

Nome scientifico: *Pilea peromioides*

Origine: Cina

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▶



MIRTO

Nome scientifico: *Myrtus communis* L.

Origine: Mediterraneo

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▶



FICUS BENJAMIN

Nome scientifico: *Ficus benjamina*

Origine: Asia, Oceania

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: ●●○

Accrescimento: ▶▶▶



SKIMMIA

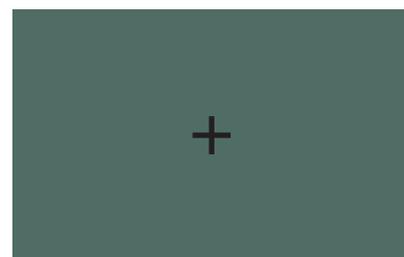
Nome scientifico: *Skimmia japonica*

Origine: Giappone

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▶



COLTIVAZIONE IN VASO



BOSSO

Nome scientifico: *Buxus sempervirens*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○○

Accrescimento: ▶▶▶



ALLORO

Nome scientifico: *Laurus nobilis*

Origine: Mediterraneo

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○○

Accrescimento: ▶▶▶



GINEPRO

Nome scientifico: *Juniperus*

Origine: Mediterraneo

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○○

Accrescimento: ▶▶▶



LIMONE

Nome scientifico: *Citrus limon*

Origine: Mediterraneo

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●●○

Accrescimento: ▶▶▶



FILADELFO

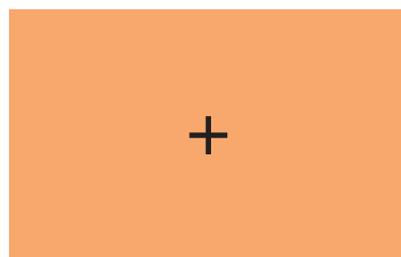
Nome scientifico: *Philadelphus coronarius*

Origine: America sud orientale

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○○

Accrescimento: ▶▶▶



GIARDINO PENSILE



ERICA

Nome scientifico: *Erica carnea*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: ●💧💧

Accrescimento: ▶▶▶



ROSMARINO

Nome scientifico: *Rosmarinus officinalis*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: 💧💧💧

Accrescimento: ▶▶▶



SEDUM

Nome scientifico: *Sedum nevii*
'Compactum'

Origine: America

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: 💧💧💧

Accrescimento: ▶▶▶



LAVANDA

Nome scientifico: *Lavandula*

Origine: Mediterraneo

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: ●💧💧

Accrescimento: ▶▶▶



SEDUM

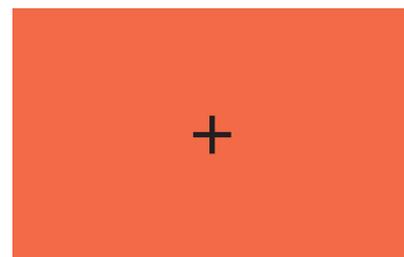
Nome scientifico: *Sedum floriferum*

Origine: America

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: 💧💧💧

Accrescimento: ▶▶▶



TETTO VERDE



Esterno



PRIVATO

(balcone, terrazza)

Tetto verde /
giardino pensile

- > relax
- > protezione
- > ombreggiamento

Coltivazione in vaso

- > isolamento termico
- > illuminazione

Parete verde /
living wall system

PRIVATO - DI GRUPPO

(rooftop, corte interna, giardino)

Tetto verde /
giardino pensile

- > zona condivisa
- > aggregazione
- > attività comuni

Coltivazione in vaso

- > manutenzione condivisa
- > isolamento termico

Parete verde /
living wall system

- > ombreggiamento
- > energie rinnovabili
- > relax

Privato

Uno spazio esterno privato è il luogo che meglio si presta per l'inserimento del verde secondo le diverse tecnologie. Infatti in uno spazio privato esterno come un balcone o una terrazza si può decidere quale tipo di scelta tecnologia applicare tra il **tetto verde, giardino pensile, green façade, living wall system** e **coltivazione in vaso**.

Tutte e cinque le tecnologie sono in grado di trasformare uno spazio privato in un'oasi verde urbana in modo da stabilire una relazione visiva e spaziale tra il singolo manufatto e il suo immediato intorno e tra l'edificio e il paesaggio urbano.

La realizzazione di questi spazi verdi è stata anche recentemente incentivata grazie al "Bonus verde" per giardini, balconi e terrazzi privati che è entrato nei bilanci di ogni cittadino a partire dal Gennaio 2018 e per cui sarà possibile usufruire di una detrazione del 36% sulle tutte spese dedicate al progetto del verde.

Innanzitutto per la progettazione di una terrazza o balcone si deve partire dalla **planimetria** perché solo grazie allo spazio disponibile si è in grado di creare uno spazio abitativo unico e fruibile, una **stanza all'aperto**.

Se si tratta di un balcone lo spazio disponibile è ridotto, dato che si tratta di una piccola sporgenza rispetto al filo di facciata e perciò le sole tecnologie applicabili possono essere la coltivazione in vaso, adatta anche per creare una green façade, e il living wall system (fig.9).

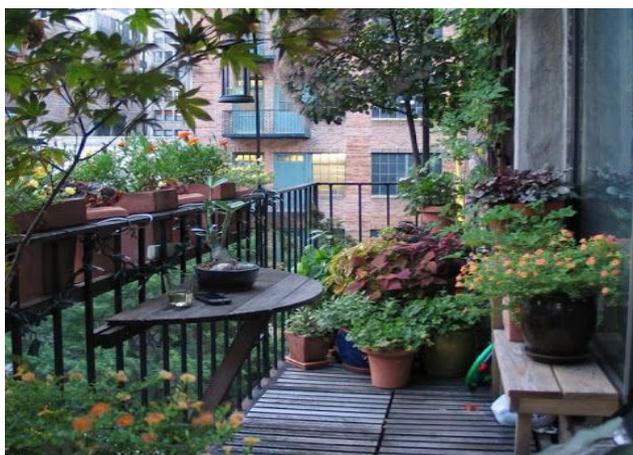


Fig.9_Balcone verde

In uno spazio ridotto come questo è necessario creare un luogo verde accogliente ma allo stesso tempo funzionale e pratico. La maggior parte degli interventi su spazi piccoli prevede l'inverdimento sul bordo perimetrale che si possono trasformare in **micro giardini pensili**, perché i vasi, se collegati tra di loro possono fungere da supporto per l'intreccio e lo sviluppo delle piante. L'aggiunta di una struttura autoportante, in legno o in metallo, può diventare l'elemento fondamentale di arredo e creazione dello spazio verde dotata di contenitori per verde verticale e pergolato per la copertura. I **contenitori** possono ospitare diverse specie vegetali, da quelle aromatiche a quelle decorative fino

ad arrivare agli ortaggi per la realizzazione di un orto in vaso.

Nel caso di balconi confinanti, il sistema del living wall può essere utile al fine di creare una **separazione verde** tra i diversi alloggi senza dover intervenire con la realizzazione di setti murari. Oltre ad essere un impianto inverdito sul quale poter inserire anche piante aromatiche, può funzionare anche da filtro per la privacy in modo da potersi godere in tranquillità il proprio spazio verde.

La terrazza invece può essere trattata in molti modi perché in questo caso si tratta di un elemento coperto o scoperto incluso nel corpo principale dell'edificio e perciò più ampio, e può quindi essere adatta per l'applicazione di diversi sistemi tecnologici, da

un living wall fino alla realizzazione di un tetto verde privato, in base alle esigenze e alle possibilità di esecuzione (fig.10).

Molto importante è l'**esposizione**, in quanto a rendere poco vivibili questi spazi aperti sono il vento e il caldo, quindi sarebbe ideale disporre di una terrazza a sud per le stagioni fredde in grado di ospitare piante con fiori più colorati, e una a nord per l'estate, dove predomina il verde con colori più pacati e che protegge dal sole diretto.



Fig.10_Esempio di terrazza con garden boxes per orto rialzato

Come già accennato una terrazza, purché di dimensioni abbastanza grandi, può ospitare un **sistema a prato**, alternato dalla presenza di aiuole che movimentano lo spazio. Il disegno dei percorsi è fondamentale per rendere questo spazio il maggiormente fruibile e soprattutto accessibile a tutti.

L'intervento può prevedere l'inserimento di **vasche a terra** per l'inverdimento tramite sistemi modulari e componibili, costituiti da vasche dotate di un sistema di riserva dell'acqua tramite l'inserimento di un telo in PVC e di scarico per troppo pieno filtrato; la finitura può essere in vari materiali come il legno, il coccio o il grès porcellanato in base al risultato che si vuole

ottenere. Questi sistemi sono adatti soprattutto per spazi non molto grandi e sono facilmente maneggevoli e trasportabili. Ogni vasca inoltre, può essere dotata di un bordo superiore che abbraccia quello della vasca confinante creando una struttura monolitica.

Nell'ambito privato questi spazi sono strettamente legati a momenti di relax, di ombreggiamento e raffrescamento durante la stagione calda e si possono anche trasformare in luoghi conviviali da godersi in stretto contatto con la natura.

Sia che si tratti di un tetto verde sia di un parete verde, molto importante è l'**analisi del carico** che la struttura è in grado di sopportare. Bisogna stabilire in anticipo se l'installazione soddisferà la capacità strutturale esistente dell'edificio o se verrà modificata per supportare l'installazione. E' importante inoltre considerare non solo il **peso delle piante** appena piantate, ma quando raggiungono la loro totale maturità, soprattutto laddove sono proposti alberi e arbusti in quanto il loro peso varierà nel tempo. Il peso delle piante e del substrato deve essere incluso la valutazione del carico.

I **danni** che possono essere indotti ad un muro possono derivare da forze del vento, carico dell'impianto, tensione dei cavi e accessi umani. Ciò è particolarmente importante quando vengono utilizzati muri più vecchi e dove c'è un'ampia superficie di facciata verde.

Ad esempio, per problemi statici, la green façade è consigliabile utilizzarla per la riqualificazione del patrimonio esistente, in quanto struttura molto leggera, soprattutto se si tratta di una free standing che non si appoggia direttamente all'edificio ma è autoportante; il living wall system in uno spazio esterno invece è più adatto nella nuova costruzione, in quanto sistema più "ingombrante" anche se le nuove tecnologie hanno ridotto molto lo spessore dell'intero pacchetto.

Privato di gruppo

L'inverdimento di spazi comuni nasce dalla volontà di ridare una nuova identità figurativa ad edifici esistenti caratterizzati da un aspetto estetico non gradevole, ma soprattutto grazie all'uso raffinato della tecnologia e di materiali evoluti hanno consentito di porre particolare attenzione alle tecniche per il risparmio energetico.



Fig.11_Tetto verde con impianto fotovoltaico



Fig.12_Esempio di agricoltura urbana. Orto pensile

Tra le tecniche adottate per il perseguimento di questo obiettivo si inserisce la **copertura piana verde** che ha una duplice funzione: da una parte quella di **proteggere** il tetto dalle radiazioni solari estive, diminuendo i carichi termici e, dall'altra, si configura come uno spazio pienamente vivibile e praticabile, in grado di agire sul benessere psicofisico degli abitanti del complesso: può infatti diventare uno spazio per pranzare in comune, spazio giochi per bambini o per stare in contatto con la natura.

Il tetto verde può essere ottenuto in due modi: intensivo o estensivo. La sua applicazione, come già accennato in precedenza, varia a seconda della necessità e possibilità di esecuzione. In un edificio esistente si predilige l'inserimento di un tetto verde estensivo, mentre in un edificio di nuova realizzazione si possono progettare entrambi perché la sua progettazione avviene fin dai disegni preliminari.

Quando l'obiettivo progettuale è la realizzazione di un luogo verde comune la scelta deve ricadere su un tetto verde intensivo, detto anche giardino pensile, perché il maggiore spessore del pacchetto tecnologico lo rende **accessibile** e calpestabile. Questo permette la piantumazione di specie vegetali di dimensione maggiore come piccoli alberi per ottenere anche zone di ombra e frescura.

Inoltre, può supportare anche l'inserimento di **impianti fotovoltaici e solari**, raddoppiando i vantaggi energetici e combinando sinergicamente l'elettricità prodotta per alimentare anche il sistema di irrigazione (fig.11).

Oltre all'inverdimento dello spazio è necessario la progettazione degli arredi che compongono il giardino pensile, arredi fissi o mobili per rendere lo spazio più confortevole.

Anche in questo caso, così come nella progettazione di uno spazio verde di transizione comune come la serra, è possibile trasformare il tetto di un edificio in un **orto pensile** (fig.12).

L'orto pensile si compone di diverse specie di piante, scelte in base ai propri gusti e in base alla condizione climatica del tetto. In un piccolo orto pensile, se le condizioni lo

permettono, si può coltivare di tutto: ortaggi, roseti, alberi da frutto e persino vigneti. I requisiti di progettazione sono: un'esposizione favorevole, una corretta struttura edile in grado di supportare il carico dell'orto e di garantire un buon smaltimento e un buon drenaggio dell'acqua.

Quello delle infiltrazioni d'acqua è uno dei principali ostacoli da superare quando si sta per realizzare un orto pensile. Se il livello di impermeabilizzazione è scarso, meglio procedere a un preventivo isolamento della superficie del tetto.

In certi casi, specie d'estate, le infiltrazioni di acqua vengono quasi totalmente eliminate perché un tetto verde ben progettato assorbe la pioggia fino al 90% della quantità che di solito defluisce negli appositi sistemi di scarico esterni, riducendo così il carico idrico delle fognature.

Un altro sistema di inverdimento che può essere realizzato in un edificio residenziale è il **living wall system**. Trattandosi di sistemi integrati, si adattano meglio ad edifici di nuova costruzione, perché la loro progettazione è integrata direttamente nel sistema costruttivo.



Fig.13_Edificio residenziale con living wall system

In questo caso lo scopo non è quello di creare uno spazio comune e fruibile, perché una parete verde è inaccessibile, ma bensì quella di provvedere alla realizzazione di un sistema utile all'edificio stesso. Infatti questo tipo di pacchetto tecnologico, se progettato per esempio su una facciata cieca di un edificio, può contribuire innanzitutto a migliorarne l'aspetto estetico ed economico, perché è in grado di aumentare il valore monetario della proprietà, fornendo un impatto visivo e trasformando un edificio in un punto di riferimento locale, ma soprattutto ad incrementare il livello energetico del complesso stesso. Infatti se viene installata nella parete nord dell'edificio può contribuire a proteggerlo dal

vento, dalla pioggia e dalle condizioni climatiche che altrimenti sarebbero "stressanti" per l'edificio stesso. Inoltre, questo cuscinetto verde, aumenta l'isolamento termico ed acustico diminuendo i costi globali (fig.13).

Un fattore caratterizzante per questo sistema tecnologico è l'esposizione solare, soprattutto per quelle pareti che sono posizionate in zone con scarso soleggiamento, dato che le piante richiedono quantità e qualità di illuminazione molto specifiche per la fotosintesi, la crescita, la fioritura e lo sviluppo appropriato; è necessaria dunque una vasta conoscenza dell'orticoltura e della progettazione di sistemi di pareti verdi per scegliere le specie giuste per i livelli di luce disponibili sul posto.

Un'altra considerazione per le installazioni di pareti verdi è il movimento dell'aria che si crea intorno alle foglie. Questo è importante per aiutare a prevenire la crescita batterica e potrebbe essere necessaria una ventilazione aggiuntiva per assicurare un sufficiente movimento d'aria per le pareti interne. Solitamente le pareti esterne creano il loro microclima affinché sia garantito il corretto movimento d'aria, ma quando sono posizionate in luoghi riparati è necessario intervenire manualmente.

L'applicazione delle diverse tecnologie del living wall system varia in base al risultato che si vuole ottenere, alle esigenze strutturali e al grado di manutenzione desiderato.

Il costo di realizzazione è pressoché simile, anche se la costruzione di un living wall a sistema continuo ha un costo più elevato perché richiede la presenza di figure professionali specializzate.

Ogni tipo di parete verde, a sistema modulare, continua o idroponica deve essere dotata di un **impianto di irrigazione** perché è impossibile mantenere una parete verde senza irrigazione. Per esempio per quelle applicazioni dove l'accessibilità è ridotta, o addirittura nulla, vengono utilizzati sistemi di irrigazione automatici e controllabili a distanza. La qualità, la progettazione e i costi variano quindi a seconda dei diversi sistemi.

Il **sistema idroponico** è quello che si adatta meglio alle diverse applicazioni e conformazioni architettoniche e il suo vantaggio è quello di poter bypassare tutte le complessità che riguardano il terreno di coltura. Nel suolo, una pianta spende circa il 60% della sua energia nella ricerca di cibo, nei sistemi idroponici, invece, tutto il nutrimento viene somministrato direttamente alla pianta.

La **nutrizione** delle piante viene fornita da un sistema di iniezioni di dosi controllate di fertilizzante nel sistema di irrigazione, prende il nome di *fertirrigazione* e questo permette un notevole risparmio di acqua.

La continua sperimentazione nella ricerca di **nuovi materiali** per l'applicazione di questa tecnologia ha portato alla scoperta nuovi prodotti allo stesso tempo performanti e con costi contenuti. Il materiale più utilizzato per realizzare un sistema idroponico è il feltro, un materiale ottenuto tramite la lavorazione della lana di pecora, che può essere adatto ad ospitare le specie vegetali; le piante infatti sono radicate direttamente su un serie di strati tessili di feltro creando delle apposite tasche per l'inserimento di esse, permettendo alle radici di poter espandersi attraverso l'intero sistema senza trovare ostacoli.

Questi strati di tessuto sono fissati generalmente su pannelli in PVC che a loro volta sono dotati di sistema di ancoraggio all'edificio stesso.



Fig.14_Green façade.
Progetto della facciata del Sea
Arts Hotel a Camogli. Gosplan
Studio, 2012

La green façade invece è un sistema tecnologico molto più semplice del living wall system e che può essere utilizzato per la riqualificazione di edifici esistenti o nel caso in cui non venga richiesto il trattamento impermeabilizzante della parete del manufatto edilizio (fig.14).

Le piante vengono messe a dimora in contenitori come vasi, fioriere, vasche lineari e collocati o ai piedi dell'edificio o sulla sua sommità o su impalcature poste in adiacenza alla facciata.

È importante una corretta selezione delle specie vegetali con un'abitudine di crescita in grado di non danneggiare il tessuto edilizio.

Come già accennato in precedenza, la progettazione del **sistema di supporto** deve considerare la durata di vita prevista della facciata, l'abitudine di crescita delle specie vegetali e il modo in cui la spaziatura e l'offset dalla parete possono aiutare a fornire il risultato finale desiderato.

I sistemi di supporto, come tralicci o reti, possono essere fatti costituiti da cavi in

plastica, legno, metallo o acciaio inossidabile o rete metallica. I tralicci in legno sono soggetti a danni dovuti alle condizioni atmosferiche e alla crescita delle piante, quelle plastiche diventano fragili nel tempo a causa di una continua esposizione alla luce, ai raggi UV, al calore e freddo. I **sistemi in metallo** invece, come cavi e tralicci in acciaio inossidabile, hanno una durata maggiore rispetto ai precedenti, richiedono una **bassa manutenzione** e offrono la massima flessibilità per adattarsi a una varietà di specie di piante e carichi di vento. Inoltre reti e maglie d'acciaio forniscono opzioni aggiuntive, con "trame" più ravvicinate rispetto ai cavi orizzontali e verticali.



Fig.15_Pergola invertita utilizzata come elemento di schermatura

I sistemi di supporto sono adatti per gli arrangiamenti molto strutturati in cui l'inverdimento deve essere mantenuto lontano dalle aperture o a causa degli altri vincoli costruttivi, come la geometria della facciata dell'edificio. Un supporto per le facciate può dare un tocco estetico quando le piante hanno raggiunto la totale maturità vegetativa estiva e in inverno quando vengono utilizzate specie rampicanti decidue. Inoltre possono fungere da sistemi di schermatura o filtro della luce solare per creare zone di privacy ed ombra (fig.15). Molte soluzioni progettuali utilizzano questo sistema nella schermatura di un tetto verde, facendo crescere direttamente le piante nel terreno e lungo i bordi del tetto giardino. Questa non solo permette di creare un sistema di filtro della luce solare e riparo ma anche di ricoprire con materia vegetale la ringhiera di recinzione, utilizzandola a sua volta come supporto per la crescita e il successivo intreccio delle specie vegetali.

L'utilizzo di **fioriere** montate a diverse altezze lungo la facciata dell'edificio consentono di ottenere una maggiore copertura verde. Questi **contenitori** però devono essere progettati in modo da supportare la continua crescita di germogli da parte delle piante, sebbene molte specie rampicanti abbiano sistemi di radici superficiali e possano prosperare in un piccolo volume di substrato.

Il vantaggio di piantare direttamente in terra, dove il terreno ha una qualità maggiore, sta nel fatto che le piante avranno più accesso all'acqua perché il terreno non si asciugherà così velocemente come in un contenitore e avranno più spazio di crescita per le loro radici. È necessario garantire che il terreno di semina o il substrato di coltivazione abbia un adeguato **equilibrio di porosità** e **capacità di ritenzione idrica** e un'adeguata fornitura di nutrienti per garantire condizioni di crescita ottimali.

La **frequenza di irrigazione** dipenderà dalle specie di piante selezionate, dal tipo di terreno di coltura utilizzato e dal modo in cui la facciata è esposta al sole e ai venti che si seccano. Al fine di mantenere sempre in vigore la vegetazione e la copertura del fogliame ad alta densità è necessario un'**abbondante irrigazione** così che le prestazioni della facciata verde si mantengano a lungo termine.

Nel caso dell'inserimento di fioriere o vasche contenitori si deve provvedere all'inserimento di un sistema di **drenaggio** e gocciolatoi per la raccolta dell'acqua di irrigazione in eccesso che a sua volta può essere riutilizzata (fig.16).

Gli impianti a terra possono essere irrigati tramite sistemi automatizzati o manuali ma

la quantità di acqua richiesta sarà sicuramente minore rispetto a quella che prevede l'uso di vasi.



Fig.16_25 Verde, progetto di Luciano Pia, Torino, 2012.



PINO MUGO

Nome scientifico: *Pinus mugo gnomus*

Origine: Europa centrale

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



AZALEA

Nome scientifico:

Rhododendron

Origine: Eurasia, America

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



ORTENSIA

Nome scientifico: *Hydrangea arborescens*

Origine: Europa

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



VEIGELIA

Nome scientifico: *Weigela florida*

Origine: Asia

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



GERANIO

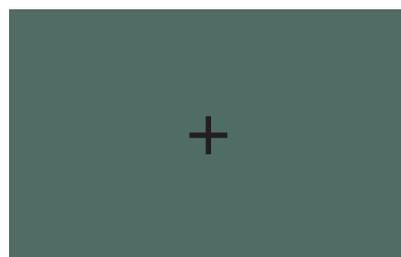
Nome scientifico: *Pelargonium*

Origine: Africa

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



COLTIVAZIONE IN VASO



ACERO

Nome scientifico: *Acer pseudoplatanus*

Origine: Europa

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



ALBICOCCO

Nome scientifico: *Prunus armeniaca*

Origine: Europa

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



CILIEGIO

Nome scientifico: *Prunus avium*

Origine: America

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



ULIVO

Nome scientifico: *Olea*

Origine: Mediterraneo

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



ALBERO DI GIUDA

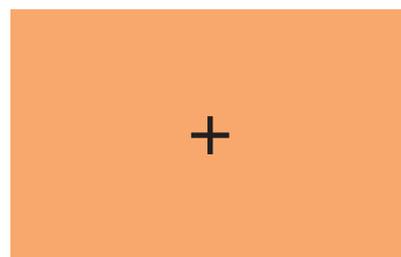
Nome scientifico: *Cercis siliquastrum*

Origine: Asia Minore

Esposizione: ☀️☀️☀️

Fabbrisogno idrico: 🍷🍷🍷

Accrescimento: ▶▶▶



GIARDINO PENSILE



SEDUM

Nome scientifico: *Sedum spurium tricolor*

Origine: America

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: ☹☹☹

Accrescimento: ▶▶▶



MENTUCCIA COMUNE

Nome scientifico: *Clinopodium nepeta*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: ☹☹☹

Accrescimento: ▶▶▶



SPOROBULOS

Nome scientifico: *Sporobolus heterolepis*

Origine: Nord America

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: ☹☹☹

Accrescimento: ▶▶▶



MUSCHIO ROSA

Nome scientifico: *Phlox subulata*
"Scarlet Flame"

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: ●☹☹

Accrescimento: ▶▶▶



SEMPITERNO DI MONTAGNA

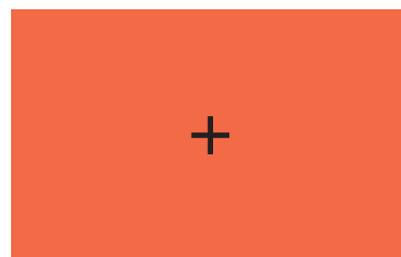
Nome scientifico: *Antennaria dioica*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbisogno idrico: ☹☹☹

Accrescimento: ▶▶▶



TETTO VERDE



EDERA

Nome scientifico: *Hedera helix*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ◯◯◯

Accrescimento: ▶▶▶



ROSA RUMBLER

Nome scientifico: *Francois*

Juranville

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●◯◯

Accrescimento: ▶▶▶



VITE

Nome scientifico: *Vitis riparia*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ◯◯◯

Accrescimento: ▶▶▶



GELSOMINO

Nome scientifico:

Rhynchospermum jasminoides

Origine: Cina, Giappone, Vietnam

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●◯◯

Accrescimento: ▶▶▶



CLEMATIDE

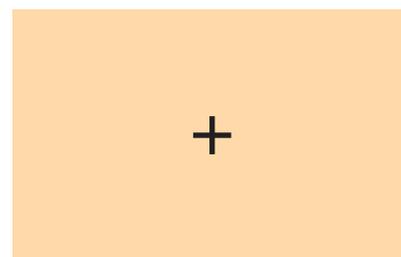
Nome scientifico: *Clematis*

Origine: Asia Minore

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ◯◯◯

Accrescimento: ▶▶▶



GREEN FAÇADE



CERATOSTIGMA

Nome scientifico: *Ceratostigma plumbaginoides*

Origine: Asia Centrale, Cina

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●●○

Accrescimento: ▶▶▶



HEUCHERA

Nome scientifico: *Heuchera hybrida 'Can Can'*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▷



FALSO CAPELVENERE

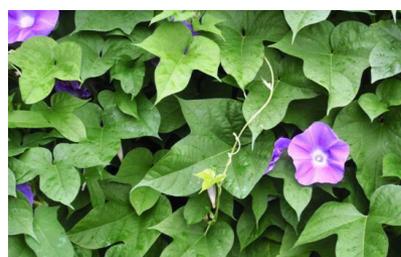
Nome scientifico: *Asplenium trichomanes*

Origine: Nord America

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▷



CAMPANELLA GIAPPONESE

Nome scientifico: *Ipomoea nil*

Origine: Giappone

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▶



PULMONARIA

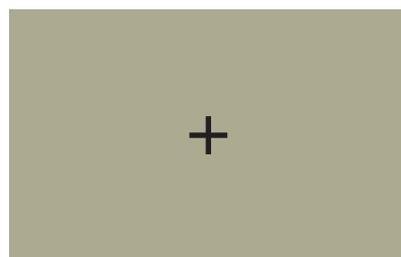
Nome scientifico: *Pulmonaria officinalis L.*

Origine: Europa

Esposizione: ☀☀☀

Fabbrisogno idrico: ●○●

Accrescimento: ▶▶▷



LIVING WALL SYSTEM

Conclusioni

Conclusioni

Questo lavoro di tesi vuole concentrarsi sull'importanza che le tecnologie illustrate svolgono nella sfera architettonica perchè, come già affermato, il futuro delle nostre città sarà caratterizzato da una nuova forma di architettura fatta da città-foresta.

Lo scopo comune è quello di impegnarsi per favorire la presenza e lo sviluppo di foreste urbane e alberi nelle nostre città e, secondo Boeri, si potrebbe iniziare con queste azioni:

“Creiamo nuovi parchi e giardini all'interno dello sviluppo urbano. Trasformiamo i tetti delle città in prati e le barriere urbane in facciate verdi.

Trasformiamo i vuoti urbani e le corti in oasi verdi e usiamo le radici degli alberi per pulire i terreni inquinati.

Promuoviamo i giardini comunitari e implementiamo l'agricoltura urbana.

Creiamo network di corridoi verdi (viali e tre corsie e strade alberate) per connettere parchi, foreste ed edifici verdi.

Moltiplichiamo il numero di edifici verdi e foreste verticali.

Sviluppiamo nuove foreste orbitali e boschi attorno alle nostre città.

E demineralizzando le superfici urbane, con tetti Verdi, giardini verticali e veri e propri innesti di biodiversità, come il Bosco Verticale.

Ma questa sfida, laddove non sarà possibile limitare le spinte all'urbanizzazione, sarà vinta solo con la realizzazione di vere e proprie città vegetali.

“Foreste Urbane” dove l'architettura non sia solo una cornice o un baricentro per la natura, ma nasca insieme ad essa, da essa diventi inseparabile.”

Lo scopo di questa tesi quindi è quella di creare uno strumento utile alle figure professionali per guidarle nella scelta delle migliori tecnologie applicabili al manufatto architettonico al fine di creare edifici verdi e foreste urbane e fornendogli come esempio casi studio concreti e di recente realizzazione.

Il passo successivo sarebbe quindi quello di procedere all'informatizzazione del lavoro svolto realizzando una struttura pratica e immediata per il progettista.

La matrice realizzata per la classificazione dei casi studio potrebbe essere il punto di partenza per definire una metodologia adeguata. Infatti per ciascuna tecnologia illustrata e collocazione spaziale, oltre che a illustrare i casi studio corrispondenti, potrebbero essere definite le corrette strategie progettuali relative al manufatto edilizio e all'obiettivo che si intende ottenere, precisando così linee guida per ogni collocazione spaziale (interno, transizione e esterno) e per ogni ambito (privato e privato di gruppo).

Bibliografia

Bibliografia e sitografia

- Theodore H. Osmundson, *Roof Gardens: History, Design, and Construction*, WW Norton & Co, 1999
- Bortolotti E., *Il giardino inaspettato. Trasformare angoli di cemento in spazi verdi*, Milano, Mondadori Electa, 2015
- Belfiore E., *Il verde e la città: Idee e progetti dal Settecento ad oggi*, Roma, Gangemi Editore, 2005
- Vittadini M.R, Bolla D., Barp A., *Spazi verdi da vivere: il verde fa bene alla salute*, Il prato, 2015
- Mengoli S., *Fare verde urbano*, Tecniche nuove, 2013
- Fiorani E., *Il sogno di un giardino*, Milano, Lupetti, 2000
- Berrini M, Colonnetti A., *Green life: costruire città sostenibili*, Milano, Editrice compositori, 2010
- Grimald P., *L'arte dei giardini. Una breve storia*, Milano, Feltrinelli, 2014
- Grella G., *La transizione tra interno ed esterno nell'architettura contemporanea. Contesto e spazio architettonico*, Roma, Gangemi Editore, 2010
- Terranova A., Toppetti F., Rossi P.O., Carpenzano O., *Teorie figure architetti del moderno contemporaneo*, Roma, Gangemi Editore, 2012
- Clément G., *Il Manifesto del Terzo Paesaggio*, De Pieri F. (a cura di), Roma, Quodlibet, 2016
- Clément G., *Il giardino in movimento*, E. Scarin (a cura di), Roma, Quodlibet, 2011
- Clément G., *Breve storia del giardino*, Roma, Quodlibet, 2012
- Albiero R., Coccia L., *Abitare il recinto. Introversione dell'abitare contemporaneo*, Roma, Gangemi Editore, 2008
- Tatano V., *Verde: naturalizzare in verticale*, Roma, Maggioli Editore, 2008
- Bellini O.E., Daglio L., *Verde verticale. Soluzioni tecniche nella realizzazione di living walls e green façades*, Maggioli Editore, 2009
- Bellini O.E, Daglio L., *Il verde tecnologico nell'housing sociale*, Milano, Franco Angeli editore, 2015
- Bit E., *Il nuovo verde verticale : tecnologie, progetti, linee guida*, Milano, Wolters Kluwer, 2012
- Consonni G., *L' internità dell' esterno : scritti su l' abitare e il costruire*, Milano, CLUP, 1989
- Dessì V., *Progettare il comfort urbano. Soluzione per un'integrazione tra società e territorio*, Sistemi Editoriali, 2007
- Chermayeff S., Alexande C., *Spazio di relazione e spazio privato*, Milano, Mondadori, 1968
- Canepa S., Vaudetti M., *Architettura degli Interni e progetto dell'abitazione Nuove tendenze dell'abitare*, Milano, Wolters Kluwer, 2015
- Bianchetti C., *Abitare la città contemporanea*, Milano, Edizioni Skira, 2003
- Toscani C., *Le forme del vuoto spazi di transizione dall'architettura al*

- paesaggio*, Maggioli Editore, 2012
- Bellomo A., *Pareti verdi, linee guida alla progettazione*, Sistemi editoriali, 2003
 - Abram P., *Verde pensile in Italia e in Europa*, Il Verde Editoriale, 2006
 - Scudo G., Ochoa de la Torre J.M., *Spazi verdi urbani: la vegetazione come strumento di progetto per il comfort ambientale negli spazi abitati*, Sistemi Editoriali, 2003
 - Avella F., *Esterno-interno : l'immagine sincronica nel disegno di architettura*, Palermo, Caracol, 2012
 - Perini K., *Progettare il verde in città. Una strategia per l'architettura sostenibile*, Milano, Franco Angeli editore, 2013
 - Amman R., *Il giardino come spazio interiore*, Bollati Boringhieri, 2008
 - Le Corbusier, *Vers une architecture*, 1923
 - Le Corbusier, *La Carta di Atene*, 1960
 - Palumbo M.L., *Architettura produttiva: principi di progettazione ecologica*, Milano, Maggioli Editore, 2012
 - Mancuso S., *Uomini che amano le piante: Storie di scienziati del mondo vegetale*, Milano, Giunti Editore, 2014
 - Mancuso S., *Plants Revolution: le piante hanno già inventato il nostro futuro*, Milano, Giunti Editore, 2017
 - Prestinenza Puglisi L., *This is tomorrow: avanguardie e architettura contemporanea*, Torino, Testo & immagine, 1999
 - Ponti G., *La villa del sole. Una colonia di case moderne in una zona a giardini*, Milano, Edizioni Rizzoli, 1995
 - Wright F.L., *Architettura organica : l'architettura della democrazia*, Gatto A., Veronesi G. (a cura di), Milano, Muggiani, 1945
 - Semper G., *Lo stile*, Rubelli A.R., Crespi C., Gravagnolo B., Tentori F. (a cura di), Bari, Edizioni Laterza, 1992
 - Ambasz E., *Architettura naturale: design artificiale*, Milano, Electa, 2001
 - Chiaia V., *L'alternativa tipologica: contributi e proposte : case a patio e case a terrazzo*, Bari, Dedalo libri, 1979
 - Musco F., *Rigenerazione urbana e sostenibilità*, FrancoAngeli, 2009
 - Bouvet D., Montacchini E., *La vegetazione nel progetto. Uno strumento per la scelta delle specie vegetali*, Sistemi Editoriali, 2007
 - Lambertini A., *Vertical Gardens: Bringing the City to Life*, Thames & Hudson, 2007
 - Berto R., Cechet G., Rosato P., Stival C.A., Valcovich E., *Le coperture verdi. Implicazioni tecnologiche, strutturali, energetiche ed economico-sociali*, EUT Edizioni Università di Trieste, 2015
-
- <http://www.piemonteparchi.it/cms/index.php/ambiente/item/1946-verde-urbano-per-mitigare-l-inquinamento-atmosferico>
 - http://www.repubblica.it/ambiente/2016/11/03/news/gli_alberi_salveranno_le_citta_-151235233/
 - <https://www.lifegate.it/persone/news/stefano-mancuso-intelligenza-piante>

- http://www.repubblica.it/cultura/2016/12/04/news/stefano_mancuso_ecco_a_cosa_pensano_le_piante_-153427599/
- https://www.liberliber.it/mediateca/libri/d/darwin/il_potere_di_movimento_delle_piante/pdf/il_pot_p.pdf
- <https://www.internazionale.it/opinione/annamaria-testa/2016/02/08/intelligenza-piante>
- http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_330_allegato.pdf
- <http://www.gillesclement.com>
- <http://paesaggimutanti.it/node/887>
- <https://agep.it>
- <https://www.wallpaper.com/architecture/house-for-trees-an-interactive-tour-of-vo-trong-nghia-architects-green-residence-in-ho-chi-minh-city>
- <https://www.archdaily.com/518304/house-for-trees-vo-trong-nghia-architects>
- <https://www.dezeen.com/2017/05/22/mvrdv-seoullo-7017-conversion-overpass-highway-road-park-garden-high-line-seoul-south-korea/>
- <https://www.archdaily.com/24362/the-new-york-high-line-officially-open>
- <http://www.artribune.com/dal-mondo/2017/06/non-solo-new-york-tutte-le-citta-possono-avere-le-loro-high-line-il-progetto-si-diffonde/>
- <http://www.floornature.it/blog/ha-aperto-skygarden-seoullo-7017-di-mvrdv-seoul-12707/>
- <http://www.fieldoperations.net/project-details/project/highline.html>
- <https://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/living-facade/living-facade>
- <http://www.terranuova.it/News/Stili-di-vita/Nascono-i-quartieri-Carbon-Neutral>
- [http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/220/documenti/ESE02_patio_2010%20\(ridotta\).pdf](http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/220/documenti/ESE02_patio_2010%20(ridotta).pdf)
- http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/65/documenti/LABORATORIO%201_LEZIONE%20TEORICA.pdf
- <http://www.itgdelai.it/archivio/Ricerche/2006-07/MIES%20VAN%20DER%20ROHE.pdf>
- http://www.vg-hortus.it/index.php?option=com_content&task=view&id=57&Itemid=1&limitstart=4
- https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/597_2011_287_11566.pdf
- <http://www.archidiap.com/opera/villa-planchart/>
- http://www.gioponti.org/it/archivio/scheda-dell-opera/dd_161_6074/villa-planchart
- <https://it.clonline.org/news/cultura/2012/12/05/mies-van-der-rohe-la-verità-in-architettura>
- <http://www.rinnovabili.it/greenbuilding/torino-incentiva-tetti-verdi-inquinamento-222/>
- <http://www.rinnovabili.it/greenbuilding/sostenibilita-ambientale-sociale-progetti-876/>
- <https://stefanolorusso.com/2016/03/17/torino-modifica-il-regolamento-edilizio-incentivi-ai-tetti-verdi-e-accessibilita-per-tutti/>
- <https://www.lifegate.it/persone/news/tetti-verdi-francia-legge>

- http://www.abitaresostenibile.com/tetti_verdi.html
- <https://www.greenme.it/abitare/orto-e-giardino/25386-eco-bonus-2018-verde-privato>
- http://www.architetturatessile.polimi.it/membrane_scocche/campi_membrane4.htm
- <http://larchitects.com.sg/home/>
- <http://www.wgic2017berlin.com/en/about.html>
- <http://inhabitat.com/tag/green-wall/>
- <https://www.dezeen.com>
- <https://www.archdaily.com>
- <https://www.designboom.com>
- <https://www.greenroof.com>
- <http://www.zinco-greenroof.com>
- <http://www.living.corriere.it>

Tesi consultate

- Clos André, *MOTE², Modulo Tecnologico Equipaggiato ed Eco-efficiente: analisi di fattibilità tecnica e Metaprogetto : progetto di una tecnologia prefabbricata ad alte prestazioni energetico-ambientali, integrata con elementi impiantistici*, Rel. Roberto Giordano, Elena Piera Montacchini, Marco Simonetti. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura per il progetto sostenibile, 2015
- Perone Alessandra, *Il futuro del verde verticale : proposte di integrazione normativa e di sviluppo della certificazione di sostenibilità ambientale.*, Rel. Elena Piera Montacchini, Roberto Giordano. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura per il progetto sostenibile, 2016
- Zanet Federico, *Involucri verdi: sistemi tecnologici per architetture temporanee ecocompatibili*, Rel. Elena Piera Montacchini, Federica Larcher, Roberto Giordano. Politecnico di Torino, Corso di laurea specialistica in Progettazione di giardini, parchi e paesaggio, 2011
- Consolandi Massimo, *Double façade : esigenze, benefici e caratterizzazione di un nuovo living wall system per interni*, Rel. Roberto Giordano, Silvia Tedesco. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura per il progetto sostenibile, 2014
- Rondinone Tea, *Studio di fattibilità e proposta progettuale per l'installazione di un living wall system nella sede del Lingotto del Politecnico di Torino*, Rel. Elena Montacchini, Silvia Tedesco, Marta Bottero. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura costruzione città', 2017
- Poggi Claudia, *Potenzialità di uno spazio di transizione microclimatica: il portico nel clima mediterraneo-temperato*, Rel. Alessandro Rogora. Politecnico di Milano, Dottorato di Ricerca in Tecnologia e Progetto per l'Ambiente Costruito, 2015

Fonte delle immagini

Capitolo 1

Fig.1 <https://www.stefano-boeriarchitetti.net/it/notizie/abitare-io-scelgo-gli-alberi/>

Fig.2 Gilles Clement, Manifesto del terzo paesaggio, Quodlibet, 2004, pag. 37

Fig.3 <http://www.ortiali.com/2017/12/06/novita-per-orme-torinesi/>

Fig.4 <http://www.piuarch.it/index.php/en/orto-fra-i-cortili>

Fig.5 <https://www.archdaily.com/518304/house-for-trees-vo-trong-nghia-architects/53a36441c07a80d63400029e-house-for-trees-vo-trong-nghia-architects-photo>

Fig.6 <https://www.archdaily.com/518304/house-for-trees-vo-trong-nghia-architects/53a365e4c07a80fed500029c-house-for-trees-vo-trong-nghia-architects-ground-floor-plan>

Fig.7 <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250141/1/9789241511353-eng.pdf>

Fig.8 <http://www.mygreenbuildings.org/2015/04/03/isola-di-calore-e-riscaldamento-urbano.html>

Fig.9 <https://www.lifegate.it/persone>

Fig.10 https://www.liberliber.it/mediateca/libri/d/darwin/il_potere_di_movimento_delle_piante/pdf/il_pot_p.pdf

Fig.11 Copertina libro Jacob's ladder and the tree of life: concepts of hierarchy and the great chain of being : edited by marion leathers kuntz and paul grimley kuntz [book]

Capitolo 2

Fig.1 <http://www.wsp-pb.com/en/WSP-UK/Who-we-are/Newsroom/News-releases1/Silent-page-container/WSP-to-become-carbon-neutral-by-2025/>

Fig.2 <http://www.thehighline.org/blog>

Fig.3 <http://www.thehighline.org/visit/#/plants>

Fig.4 <http://time.com/4800807/seouls-garden-in-the-sky/>

Fig.5 Program för Slakthusområdet - godkännandehandling_Del1.pdf

Fig.6 <http://imagebank.sweden.se>

Fig.7 <http://www.hafencity.com/en/quarters.html>

Fig.8 <http://www.hafencity.com/en/baakenhafen-1.html>

Fig.9 http://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idioma=es&uid=u_1e8934a8_12e47a4954c__7ffd

Fig.10 <http://www.cobe.dk/project/nordhavn#2659>

Fig.11 <https://www.eea.europa.eu/media/pictures/living-facade-at-the-european-2/view>

Fig.12 https://www.essengreen.capital/informationen_ghe/downloads_1/Downloads.en.html

Capitolo 3

Fig.1 Fabrizio Avella, Esterno interno. L'immagine sincronica nel disegno di architettura, 2012, pag 11

Fig.2 [http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/220/documenti/ESE02_patio_2010%20\(ridotta\).pdf](http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/220/documenti/ESE02_patio_2010%20(ridotta).pdf)

Fig.3 [http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/220/documenti/ESE02_patio_2010%20\(ridotta\).pdf](http://www.architettura.unina2.it/docenti/areaprivata/220/documenti/ESE02_patio_2010%20(ridotta).pdf)

Fig.4 Roberto Albieri, Luigi Coccia, Abitare il recinto.: Introversione dell'abitare contemporaneo, pag. 32

Fig.5 Disegni personali

Fig.6 <https://www.designboom.com/architecture/renzo-piano-intesa-sanpaolo-office-building-turin-italy-05-21-2015/>

Capitolo 4

Fig.1 <https://www.murvegetalpatrickblanc.com/realisations/paris-ile-de-france/musee-du-quai-branly>

Fig.2 <https://www.verticalfarmingitalia.com/2017/02/28/meno-grigio-piu-verde/>

Fig.3 <https://www.archdaily.com/396245/student-housing-in-sant-cugat-del-valles-dataae-harquitectes>

Fig.4 <https://www.archdaily.com/801120/raised-gardens-of-sants-in-barcelona-sergi-godia-plus-ana-molino-architects>

Fig.5 <https://inhabitat.com/beirut-wonder-forest-could-infuse-the-lebanon-capital-with-some-much-needed-greenery/>

Fig.6 Monografia GB progetti, N.6 Marzo / Aprile 1991, pag. 29

Fig.7 Monografia GB progetti, N.6 Marzo / Aprile 1991, pag. 38

Capitolo 5

Tetto verde estensivo https://www.cityofchicago.org/city/en/depts/dgs/supp_info/city_hall_green_roof.html

Tetto verde intensivo <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=1337>

Green façade <http://www.harquitectes.com/projectes/habitatge-universitaris-sant-cugat-harquitectes/>

Living wall system <http://www.habitathorticulture.com/projects/sfmoma>

Coltivazione in vaso <http://votrongnghia.com/projects/stacking-green/>

Capitolo 6

Vedi singola scheda caso studio

Capitolo 7

Fig.1 <http://www.dailymail.co.uk/femail/article-2284635/British-designer-Patrick-Morris-turns-horticulture-head-planting-herbs-upside-kitchen-ceiling.html>

Fig.2 <https://greenerynyc.com/indoor-plants/>

Fig.3 <http://www.dobkanize.com/gorgeous-home-split-by-a-covered-garden-atrium/gorgeous-enclosed-atrium/>

Fig.4 <http://www.archilovers.com/projects/69932/zentro-office-building-and-commercial.html>

Fig.5 <http://www.landvest.com/blog/2014/09/ask-the-seller-22-worthington-road-brookline-ma-part-1-personal-space-in-historic-cottage-farm-home/>

Fig.6 <https://www.hunker.com/13707985/13-creative-ways-to-cover-your-patio>

Fig.7 <http://www.ilssole24ore.com/art/norme-e-tributi/2017-12-19/la-prima-casa-si-allarga-e-mantiene-bonus-163004.shtml?uuid=AEHyDmUD>

Fig.8 <http://www.metamorphicdesign.ca/vegetable-garden.html>

Fig.9 [salvaspazio balcone idee | idee casa | Pinterest | Piccoli spazi ...](#)

Fig.10 <http://www.abitaredecoracionblog.com/decoracion-de-terrazas/>

Fig.11 <http://www.zinco-greenroof.com>

Fig.12 <http://www.zinco-greenroof.com/references/le-cordon-bleu-paris>

Fig.13 <http://cozy-decor.com/vertical-gardens-buildings/greenwall-on-oxford-street-special-gardens-pinterest-vertical-vertical-gardens-buildings-garden-on-oxford-street-special-gardens-pinterest-building-in-new>

Fig.14 <http://www.gosplan.it/portfolios/green-facade/>

Fig.15 <http://www.champsbahrain.com/lush-gardens-and-peekaboo-roof-pool-define-contemporary-home-f3c15b7ffe72f6f9.html>

Fig.16 <https://www.archdaily.com/609260/25-green-luciano-pia>

“ Così come la casa unifamiliare con giardino è stato un secolo fa il modulo elementare e declinato dello scenario delle Garden Cities di Ebenezer Howard, la torre alberata o “bosco verticale” potrebbe nei prossimi anni diventare il dispositivo che, ripetuto con infinite variazioni, ci consentirà non solo di innestare ecosistemi di biodiversità nella città costruita, ma anche di dar vita a una nuova forma di città: la Foresta Urbana, Città/Foresta dove l’architettura non cinge o presidia la natura, ma la accoglie come una sua componente originaria.”

- Stefano Boeri

a Carlo e Giovanna