

VERDE VERTICALE

L'utilizzo del verde oltre le coperture. Tecnologie e applicazioni a confronto

Elena Giacomello

L'interesse per i rivestimenti vegetali da parte dei progettisti ha conosciuto negli ultimi anni uno sviluppo crescente, innescato dalle simbiosi fra natura e architettura proposte in alcune opere come la California Academy of Sciences di Renzo Piano, il Museo di Quai Branly di Jean Nouvel, o la Caixa Forum Foundation di Herzog & de Meuron, oltre che dalle interessanti potenzialità funzionali dal punto di vista climatico. Spinti dalla richiesta di pochi sperimentatori, i produttori di verde tecnico hanno colto le potenzialità di un settore di nicchia per l'edilizia che oggi trova terreno fertile per uno sviluppo anche grazie a una più matura coscienza ambientale oltre che all'influenza di alcuni affascinanti esempi assunti a icona. Superata la fase in cui le risorse dei produttori sono state principalmente investite sulle tecnologie per coperture a verde, che vantano molti anni di applicazione nei Paesi centro-nord europei e che da tempo si sono diffusi con un certo successo anche nel nostro Paese, numerosi investimenti sono stati fatti per allargare l'impiego del verde alle chiusure verticali.

Chiusure verticali verdi

Sebbene non sia semplice misurare i guadagni energetici complessivi di un involucro ricoperto di vegetali, appare intuitivo che le piante, poste in aderenza alle chiusure verticali di un edificio, ne influenzino il comportamento energetico favorendo la capacità di isolamento termico dell'elemento tecnico e nello stesso tempo migliorando





In alto: ACROS Fukuoka, Architect - Emilio Ambasz Hon. FAIA.

Sopra: la Caixa Forum Foundation di Herzog&de Meuron a Madrid; a fianco il Museo di Quai Branly di Jean Nouvel a Parigi.

il microclima dell'area circostante.

Sovrapponendosi all'involucro i vegetali costituiscono il più esterno degli strati della chiusura che quindi risponde per primo agli stimoli ambientali: il verde parietale funziona come un vero e proprio elemento di schermatura dal sole, in grado di filtrare la radiazione luminosa incidente sugli strati retrostanti della chiusura. Oltre a costituire un elemento di schermatura, le piante trattengono energia solare anche per la propria attività fisiologica di traspirazione, energia che quindi non va a interagire con la parete verticale di supporto.

Schermatura ed evapo-traspirazione contribuiscono al risparmio energetico specialmente in regime estivo, quando i carichi termici sono elevati e la necessità di raffrescare l'aria all'interno degli edifici diventa un importante requisito. Ciò è vero in particolar modo nelle aree urbane densamente edificate dove, a seguito delle alte concentrazioni di autoveicoli, di migliaia di metri quadrati di superfici costruite, di suoli asfaltati impermeabili e di macchine energivore per il trattamento dell'aria si creano le così dette isole di calore.

Oltre agli effetti legati all'assorbimento della radiazione solare le piante contribuiscono, con opportuni distinguo, ad assorbire una certa quantità di polveri sottili (specialmente tutte quelle specie dotate di foglie rugose e poco mobili).

Una classificazione tipologica

Un'utile organizzazione tipologica del verde parietale è quella che individua i diversi sistemi di sostegno delle piante e le loro tipologie di applicazione a una chiusura:

- verde parietale da rampicanti o decumbenti, con messa a dimora nel suolo (in "piena terra") o in quota;
- verde parietale da specie dal portamento eretto, con messa a dimora in quota;
- verde parietale da coltura idroponica, con messa a dimora in quota.

La scelta della tipologia più opportuna è data dai parametri specifici delle specie vegetali prescelte (che riguardano nel complesso le naturali modalità di crescita) uniti a valutazioni circa

Prestazioni energetiche

Fenomeno	Definizione	Effetto	Guadagno
Evapo-Traspirazione	Grandezza fisica che misura la quantità di acqua allo stato di vapore che passa dalle piante e dal loro strato di coltivo all'aria. Esso somma i valori equivalenti di acqua dei fenomeni di traspirazione delle piante e dell'evaporazione dal terreno	Il passaggio dallo stato liquido allo stato di vapore dell'acqua implica l'uso di energia solare	<ul style="list-style-type: none"> - L'energia solare assorbita per i processi di evapo-traspirazione non viene re-irradiata sotto forma di calore - Si innescano moti d'aria fra la superficie di chiusura e lo strato di vegetazione
Fototropismo	Comportamento per il quale le foglie delle piante assumono una configurazione quanto più favorevole all'irraggiamento solare, al fine di garantire i processi della fotosintesi	Le foglie tendono a disporsi perpendicolarmente rispetto allo stimolo luminoso e così facendo riducono la quantità di radiazione che raggiunge la superficie della parete di chiusura retrostante. Esse costituiscono un vero e proprio strato di schermatura mobile, che si auto-regola a seconda della posizione del sole	<ul style="list-style-type: none"> - Riduzione dell'assorbimento dei raggi solari delle superfici di chiusura (contenimento delle temperature superficiali interne) - Riduzione delle emissività superficiali a elevata lunghezza d'onda della parete di chiusura: ciò implica che la temperatura media radiante sia più bassa
Fotosintesi clorofilliana	Attività metabolica attraverso la quale le piante trasformano, in presenza di energia luminosa, acqua e anidride carbonica in sostanze organiche necessarie alla loro sussistenza	Gran parte della radiazione solare incidente viene assorbita dalle piante per i processi metabolici	<ul style="list-style-type: none"> - L'energia solare assorbita dalle piante non viene re-irradiata sotto forma di calore - Assorbimento di anidride carbonica - Produzione di ossigeno

le caratteristiche della parete su cui si vada ad appoggiare il manto verde. La compatibilità fra elemento organico ed elemento tecnico infatti rappresenta la condizione più importante per garantire una corretta e duratura messa in opera del verde parietale. Fra i parametri da considerare nella scelta di una specie vegetale ci sono la preferenza a una certa esposizione solare, la velocità di crescita, lo spessore del manto fogliare, le modalità di ancoraggio, il peso e le necessità idriche: questi fattori sono così importanti da dover essere considerati vere e proprie variabili di progetto. Inoltre, parallelamente alle considerazioni sul previsto comportamento della pianta, altrettanta attenzione va posta alle qualità fisiche, chimiche e geometriche delle superfici da ricoprire: la compattezza e la durezza della parete, la sua estensione, l'altezza e la geometria, la distribuzione delle aree opache e di quelle trasparenti sono le caratteristiche da valutare per non compromettere l'integrità meccanica del muro e per facilitare le attività manutentive.

Rampicanti e decumbenti

Le piante rampicanti e decumbenti sono naturalmente predisposte per svilupparsi a ridosso di pareti verticali, perché dotate della capacità di sostenersi attraverso organi di ancoraggio



autonomi, oppure attraverso specifiche modalità di crescita, quali l'intreccio. Non è raro incontrare, nei centri storici delle città, facciate di antichi palazzi rivestiti da edere o abbelliti da rose e altresì, nell'edilizia rurale, si vedono impiegate piante di vite, gelsomino, glicine e varie altre in simbiosi con muri o cancelli a scopo ornamentale o per sfruttarne l'effetto d'ombra. Queste piante, con le dovute specificità, hanno la proprietà di svilupparsi anche in scarsi volumi di terreno (purché ben aerati) e di prosperare senza straordinarie cure. Le piante rampicanti che si auto-sostengono come l'edera (*Hedera* in tutte le sue varietà) o la bignonia (*Campsis radicans*) si servono di proprie radici aeree o ventose come sistema di ancoraggio alle superfici. Esse possono essere posate in piena terra o in vaso, a livello del suolo o in quota (è possibile che queste specie di piante necessitino di supporti di avvio alla crescita, come reti o pali). L'ancoraggio delle rampicanti che si auto-sostengono è facilitato su superfici di materiali a umido quali il calcestruzzo,

Abbiamo parlato di "verde in progetto..."

Modulo n.319, 2005

T. Poli "Pelle verdi"

Modulo n.320, 2006


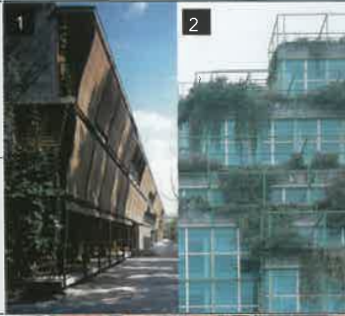




T. Poli "Non solo moda"

Modulo n.324, 2006

T. Poli "Verde in quota"

il laterizio o l'intonaco, purché compatti e ricchi di legante: l'eccessiva porosità infatti favorisce l'ingresso in profondità degli apparati radicali e conseguentemente possibili degradi meccanici a cui possono seguire danni più gravi come le infiltrazioni d'acqua. La resistenza agli agenti chimici aumenta inoltre se i materiali di facciata vengano addizionati con sostanze quali gli ossidi di cromo e di bario, che migliorano il comportamento alle sostanze basiche, e gli ossidi di zinco, che invece migliorano il comportamento alle sostanze

Tipologie di verde parietale

Schema	Portamento	Posizione dello strato colturale	Alloggiamento dello strato colturale	Esempi
	Rampicante o decumbente	Al livello del piano di campagna (1)	In piena terra o in vaso	
		In quota (2)	In vaso	
	Eretto	In quota	In vaso	
	Vari	In quota	In feltri	

acide. Non risultano adatte tutte quelle superfici costituite da pietre o da pannelli prefabbricati che presentino fughe o fessure, perché le radici tendono a crescervi all'interno.

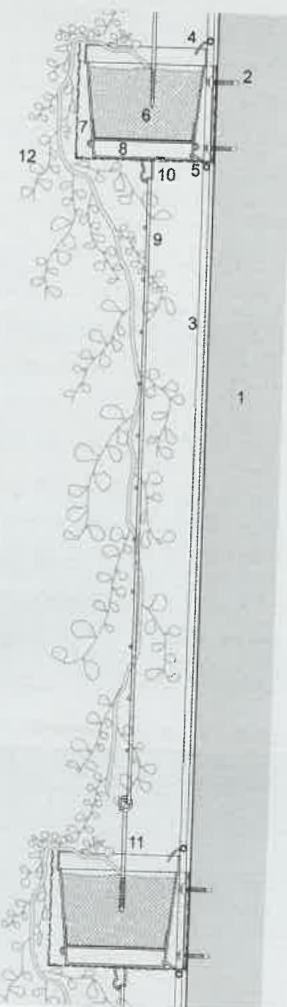
Le strutture di supporto alla crescita sono necessarie invece per tutte quelle specie vegetali dotate di viticci (tra le più versatili si ricordano le viti - *Vitis coignetiae*, *vinifera*..., le clematidi - *Clematis* o le viti americane - *Parthenocissus*), per le specie che crescono avvolgendosi a un sostegno (come il glicine - *Wisteria sinensis*), o per quelle che si intrecciano e si legano (come il gelsomino - *Jasminum nudiflorum*). I supporti e i relativi ancoraggi costituiscono l'elemento cruciale dell'intero sistema parete a verde perché devono svolgere la loro funzione adeguandosi tanto al comportamento delle piante, che hanno caratteristiche e reazioni specifiche variabili nel tempo, quanto a quello della parete, che deve mantenere la propria integrità. Al fine di garantire una corretta relazione vegetazione/parete la loro progettazione risulta quindi estremamente importante. La configurazione che assume una griglia di sostegno è data dalla misura dell'interasse fra i correnti (che può variare da pochi centimetri per specie contenute fino a 1 metro per specie robuste come il glicine) e dal loro orientamento (verticale, orizzontale o diagonale). Un'altra variabile molto importante da valutare è la distanza della struttura di supporto dalla superficie muraria,

Dettaglio del muro verde

Sezione della parete verticale del Cinecity Multiplex di Padova dell'architetto Andrea Viviani

1. 200 mm calcestruzzo prefabbricato
2. Ø 12 mm vite a tassello
3. Ø 25 mm tubo principale di irrigazione
4. canula di rilascio dell'acqua
5. canula di recupero dell'acqua
6. Ø 360 mm h 320 vaso di plastica
7. 60x60x3 mm lamina di metallo galvanizzato
8. vasca di raccolta dell'acqua
9. 100x100x5 mm griglia di metallo galvanizzato
10. gancio per la griglia metallica
11. perno per la griglia metallica
12. gelsomino decumbente (*trachelospermum jasminoides*)

0 10 50 100cm



Interventi manutentivi

Elemento	Intervento	Fattori che influenzano la periodicità
Pianta	Irrigazione	- Caratteristiche della specie vegetale - Clima e microclima - Esposizione al sole
	Fertilizzazione	- Caratteristiche della specie vegetale - Caratteristiche chimiche dello strato di coltivo (l'alloggiamento della piante su vaso impone fertilizzazioni più frequenti)
	Guida dello sviluppo e fissaggio ai sostegni	- Modalità di ancoraggio della pianta - Velocità di crescita della pianta (molto importante durante i primi anni per ottenere una distribuzione omogenea)
	Potatura	- Velocità di crescita della pianta - Massa fogliare e portamento della pianta - Configurazione della facciata - Presenza di superfici vetrate o di discontinuità
Ancoraggi e strutture di supporto	- Controllo della stabilità di forma - Controllo della corretta posizione e della tenuta di viti, chiodi, ancoraggi vari alla parete - Controllo della stabilità fisico-chimica dei materiali	- Vigore della pianta - Durezza della parete - Esposizione alle acque meteoriche
Pareti di chiusura	- Controllo dell'integrità meccanica - Controllo della stabilità chimica	- Qualità materica della parete - Modalità di ancoraggio della pianta - Qualità degli ancoraggi delle strutture di supporto alla parete

VERDE INVOLUCRO

Mur Vegetal

Il Mur Vegetal è opera del famoso botanico francese Patrick Blanc che per anni ha studiato la biologia delle piante subtropicali. È una vera e propria cortina verde che si avvale di una tecnologia piuttosto sofisticata: le piante non vengono alloggiare in substrati organici, ma inserite all'interno di tasche ritagliate da una pannellatura continua di feltro che funge da sostegno e da riserva idrica. Poiché questi pannelli schermano totalmente la parete di chiusura non è consentita una sovrapposizione del mur vegetal alle parti trasparenti della facciata, ma solo una sua applicazione lungo le superfici opache. Il Mur Vegetal è un sistema costruttivo che necessita di considerevoli quantità di acqua e di elementi nutritivi e un'attenta cura delle piante applicate, alcune delle quali devono essere sostituite periodicamente.

Cinecity Multiplex

Il Cinecity Multiplex di Padova (progettista arch. Andrea Viviani) è un esempio di rivestimento vegetale decombente. Il multisala è inserito in un contesto di tipici manufatti edili per la produzione, all'interno di un paesaggio comune a tante periferie di piccoli centri conurbati alle città. Il rivestimento vegetale decombente è stato applicato alla superficie opaca di calcestruzzo della lunga parete sud che è stata completamente ricoperta da 860 piante di gelsomino distribuite in 4 file continue. Oltre a un'efficace schermatura dall'irraggiamento solare si è ottenuto un effetto materico che per esplicita volontà del progettista si contrappone a quello degli edifici del contesto industriale circostante. Il fondo di coltivo delle piante è contenuto in semplici vasi collocati su corsie scatolari di metallo, appese alla parete retrostante attraverso viti a tassello; a queste corsie sono agganciate delle griglie elettrosaldate atte a permettere l'intreccio dei gelsomini durante la crescita. L'impianto di irrigazione distribuisce l'acqua nei vasi dall'alto, e raccoglie quella in eccesso dal basso, attraverso un doppio fondo opportunamente predisposto sotto lo strato di coltivo.

Tower Flower

La Tower Flower (progettista arch. Edouard Francois) è un edificio a uso residenziale della periferia nord di Parigi. In questo caso le piante di bambù, contenute in grandi vasi in calcestruzzo fibrorinforzato, non sono appese alle pareti di chiusura ma semplicemente appoggiate a mensole aggettanti alle facciate. L'originale esito formale è dato dalla fitta sequenza dei vasi di anomale dimensioni: essi si sovrappongono indifferentemente alle superfici opache e a quelle trasparenti della chiusura retrostante, assumendo così le funzioni di schermo dalla radiazione solare incidente e contemporaneamente di filtro alla visibilità, al pari delle tradizionali tende di tessuto. L'approvvigionamento idrico è assicurato da un sistema d'irrigazione che funge anche da parapetto: i vasi e gli elementi verticali di protezione sono collegati da un corrimano che distribuisce acqua e nutritivi alle piante. Questa soluzione tecnologica connota con grande forza espressiva l'edificio: le piante di bambù così installate, oltre a essere elementi compositivi che enfatizzano la tridimensionalità delle facciate, filtrano il sole per tutta la superficie delle chiusure senza aggarrarsi a esse, semplificando inoltre l'attività manutentiva ordinaria che è semplicemente a carico dei residenti.





zo
ziano:
ie al proprio
irato
ale, l'edera
grado di
ere sulla
rficie del
in laterizio
a strutture
coraggio.

che deve essere tale da garantire lo spazio necessario alla crescita del manto fogliare della pianta e tale da assicurare una adeguata ventilazione alla parete di chiusura. Questa distanza può misurare pochi centimetri, come per il gelsomino, fino oltre 20 centimetri per specie particolarmente rigogliose e robuste. Le strutture rigide, che possono essere semplici montanti verticali o grigliati a varie tessiture, sono prevalentemente costituite di legno, materiale molto adatto alla crescita dei vegetali, oppure di metallo, materiale meno adatto perché, essendo un ottimo conduttore di calore, può disturbare le piante. Le strutture costituite da cavi posti in tensione oppure da griglie elettrosaldate vengono direttamente agganciate alla parete oppure ancorate a

montanti che fungono da struttura di irrigidimento e distanziano le piante dalla chiusura. Esse sono normalmente in acciaio, ma sono disponibili anche in polimeri fibrorinforzati, materiali che, per queste applicazioni, si rivelano interessanti perché resistenti alle sollecitazioni meccaniche, leggeri e, a differenza dei metalli, conducono poco il calore. Gli ancoraggi delle strutture di supporto devono essere scelti in funzione dal peso dell'intera superficie verde (struttura di supporto sommata al peso della massa vegetale in massimo sviluppo) e dalle caratteristiche materiali della parete. Non si dimentichi che queste strutture possono subire sforzi causati dalla presenza di venti forti e costanti e dallo stesso sviluppo di specie vegetali particolarmente vigorose: pertanto è raccomandabile fissare accuratamente queste strutture a elementi portanti del muro di chiusura.

Hydroponic wall

Questa tipologia rappresenta un giardino verticale vero e proprio, dove la "pelle verde", non essendo permeabile all'aria e ai raggi solari, blocca il passaggio dei flussi di calore e concorre direttamente all'isolamento della parete. La coltivazione idroponica non si avvale di terriccio per la dimora e il nutrimento delle piante, ma di un substrato inerte che viene frequentemente irrorato con soluzioni di acqua ed elementi nutritivi disciolti.

La manutenzione

Per tutte le tecnologie che impiegano il verde in

Ne parliamo con...

Un'intervista all'architetto **Andrea Viviani**, autore del **Cinecity Multiplex di Padova**, un esempio italiano di utilizzo del verde verticale

Modulo: L'inaugurazione del progetto del Cinecity Multiplex di Limena (Padova)



risale a dicembre 2005. In questo progetto c'è una vasta parete di chiusura con del verde decombente: quali le ragioni tecnologiche

di questa scelta formale e funzionale in Italia dove il verde verticale non è ancora un'applicazione molto esplorata?

A. Viviani: La scelta era di doppia valen-

za, tecnologica e concettuale: il sistema verde, applicato a ridosso della parete esposta a sud, rappresentava un ottimo dispositivo di schermatura al soleggiamento diretto, e concettualmente era la conclusione ideale del trattamento delle facciate dell'edificio, realizzate con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato colorati con macchie di ossido verde e corrugati da un rilievo di tronchi accostati, oppure rivestite con pannelli in legno di okumè. Questo processo di naturalità progressiva vuole essere una netta presa di posizione nei confronti del contesto fatto da anonimi edifici industriali.

Modulo: Era stata presa in considerazione la possibilità di applicare un'altra tecnologia di verde verticale, come ad esempio la coltura idroponica?

A. Viviani: La coltura idroponica è molto più costosa e richiede una specifica preparazione da parte del fornitore. Il nostro progetto si avvale della collaborazione di vivaisti locali e a loro affida anche la manutenzione ordinaria. Inoltre il carattere del progetto che volutamente coniuga aspetti pop se non, addirittura, kitsch, ha portato subito a considerare la soluzione tipica della "pianta in vaso".

Modulo: è importante una consulenza di professionisti agronomi?

A. Viviani: La consulenza è stata fondamentale nell'identificazione della specie idonea,

Bibliografia di riferimento

A. Bellomo, *pareti verdi. Guida alla progettazione*, Napoli: sistemi editoriali, 2003.

T. Poli, *Pelle verde. Modulo* 319, marzo 2006.

architettura il monitoraggio e la manutenzione ordinari sono attività estremamente importanti. Contrariamente ai tradizionali sistemi costruttivi che posseggono geometrie stabili nel tempo e caratteristiche materiche atte a essere manutese con una frequenza quanto più possibile bassa, i vegetali impiegati come "materiale edile" presuppongono, in virtù della loro normale attività fisiologica di crescita, l'assunzione di configurazioni, e quindi interazioni con il sistema edilizio, continuamente variabili. Gli interventi manutentivi sono rivolti a controllare i tre elementi che vanno a generare una facciata a verde: le piante, le strutture di supporto e le pareti di chiusura dell'edificio. Per ciascuno di essi le operazioni di gestione riguardano necessità e caratteristiche peculiari. Le piante devono essere irrigate e nutrite, potate e guidate man mano che le loro dimensioni aumentano. Tutti questi interventi sono influenzati da una moltitudine di fattori, che dipendono strettamente dalle caratteristiche della specie prescelta e indirettamente anche dalle condizioni climatiche e micro-climati che dell'ambiente in cui le piante hanno dimora. Per quanto riguarda le strutture di supporto e i relativi ancoraggi gli interventi di controllo prendono in considerazione la loro stabilità di forma, l'integrità fisico-chimica del materiale di cui sono costituite e la tenuta degli attacchi, come i chiodi, le viti, i tasselli. Infine la parete deve conservare buone caratteristiche meccaniche e chimiche. Due interventi all'anno è il numero che

(© Sergio Pádura)



mediamente garantisce una corretta gestione del verde parietale. Poiché il verde parietale rappresenta una tecnologia ibrida fra il mondo naturale e il mondo tecnologico è indispensabile poi una sinergia di competenze diverse in ogni fase del processo edilizio. Solo la ricerca del giusto equilibrio fra i materiali da costruzione e la materia vivente può infatti garantire esiti positivi a una tecnologia che, sebbene ancora poco indagata, dimostra interessanti vantaggi energetici complessivi e non manca di suggerire innumerevoli filoni di ricerca.

Foreign Office Architects, (F) la Rioja Technology Transfer Centre, Logrono, Spagna, 2007.

il *Trachelospermum jasminoide*, in rapporto alle caratteristiche di invasamento, alle dimensioni degli alloggiamenti, alle previsioni di mortalità delle piante, alle caratteristiche d'irrigazione e nutrimento. Fondamentale è stata la considerazione sul periodo di fioritura e sul profumo intenso che è un elemento essenziale del progetto.

Modulo: Le piante hanno le radici in quota, non a livello del terreno: com'è costituito il sistema di alloggiamento?

A. Viviani: L'alloggiamento è in doppi vasi circolari di 35 centimetri di diametro in polietilene. Ogni alloggiamento ha un doppio fondo di 5 centimetri di altezza, utile alla raccolta dell'acqua d'irrigazione eccedente. Una cannula, collegata al vano, consente la raccolta puntiforme

dell'acqua e il suo convogliamento entro tubi da 3/4 di pollice collocati orizzontalmente lungo la parete. Il materiale e la dimensione dell'alloggiamento è stato discusso a lungo con il nostro consulente botanico, verificando il grado di protezione dell'impianto radicale dal gelo invernale e dal surriscaldamento estivo, nonché in ragione del tempo necessario a raggiungere l'eventuale asfissia delle radici.

Modulo: Com'è stato predisposto l'impianto di irrigazione?

A. Viviani: L'impianto d'irrigazione e di nutrimento è ad ala gocciolante con centralina elettronica programmabile posta sulla copertura piana dell'edificio. Ci sono due punti di calata per un totale di 10 linee separate.

Modulo: La manutenzione ordinaria è importantissima per la vita e la crescita delle specie vegetali, tanto da richiedere essa stessa una pianificazione. Com'è stata pensata?

A. Viviani: La manutenzione è stata programmata in due interventi all'anno, con la prevista sostituzione, per mortalità, dell'8% delle piante messe in vaso (circa 70 piante su 860). Le attività sono il controllo del sistema d'irrigazione, la potatura, la disinfezione e l'ossigenazione della terra. Risulta evidente l'importanza che essa assume per la vita del progetto.

Andrea Viviani, nato a Padova nel 1964, si laurea a Venezia nel 1989 ed è attualmente professore a contratto di composizione architettonica presso la facoltà di architettura di Trieste. Nel 1998 fonda VivianiArchitetturaStudio, oggi Viviani_Architetti, con studio a Padova, premiato e segnalato in vari concorsi.