

Atti del Convegno

# Nuove forme di Natura

Il verde pensile per rigenerare le città

---

Conference Proceedings

# New forms of Nature

Green roof for regenerating cities

a cura di/edited by

Adriana Gherzi

Stefano Melli





*Studi e ricerche sul paesaggio*

2

*Responsabili Collana*

Adriana Ghersi  
*(Università di Genova)*  
Francesca Mazzino  
*(Università di Genova)*

*Comitato Scientifico*

Gerardo Bancucci  
*(Università di Genova)*  
Patrizia Burlando  
*(Università di Genova)*  
Lucina Caravaggi  
*(Università di Roma La Sapienza)*  
Marco Devecchi  
*(Università di Torino)*  
Anna Lambertini  
*(Università di Firenze)*  
Caterina Mele  
*(Politecnico di Torino)*  
Mariavaleria Mininni  
*(Università della Basilicata)*  
Ilda Vagge  
*(Università di Milano)*

**Atti del Convegno**

# **Nuove forme di Natura**

**Il verde pensile per rigenerare le città**

---

**Conference Proceedings**

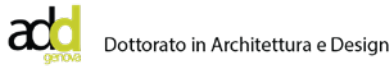
# **New forms of Nature**

**Green roof for regenerating cities**

**a cura di/edited by  
Adriana Gherzi  
Stefano Melli**



*è il marchio editoriale dell'Università di Genova*



Il presente volume raccoglie i principali contributi del convegno internazionale 'Nuove Forme di Natura - Il verde pensile per rigenerare le città', tenutosi presso il Dipartimento di Architettura e Design dell'Università degli Studi di Genova il 6 e il 7 aprile.

I testi sono stati selezionati e revisionati dai Membri del Comitato scientifico.

This publication collects the main contributions to the international conference 'New Forms of Nature - Green roof for regenerating cities', held at the Department of Architecture and Design of the University of Genoa on 6 and 7 April 2022.

The texts were selected and reviewed by the Members of the Scientific Committee.

Comitato Scientifico / Scientific Committee: Carmen Andriani, Daniela Colafanceschi, Fabio Di Carlo, Manuel Gausa, Adriana Ghersi, Anna Lambertini, Francesca Mazzino, Katia Perini, Ilda Vagge.

Sponsor: HARPO VERDE PENSILE



© 2023 GUP

Gli autori rimangono a disposizione per gli eventuali diritti sulle immagini pubblicate.  
I diritti d'autore verranno tutelati a norma di legge.



I contenuti del presente volume sono pubblicati con la licenza  
Creative commons 4.0 International Attribution-NonCommercial-ShareAlike.

Alcuni diritti sono riservati.

ISBN: 978-88-3618-199-5

Pubblicato a maggio 2023

Realizzazione Editoriale  
**GENOVA UNIVERSITY PRESS**  
Via Balbi, 6 – 16126 Genova  
Tel. 010 20951558 – Fax 010 20951552  
e-mail: [gup@unige.it](mailto:gup@unige.it)  
<http://gup.unige.it>

## Studi e ricerche sul paesaggio

La collana si propone di valorizzare e diffondere il ruolo, i contenuti specifici e la cultura dell'Architettura del Paesaggio per dialogare e accogliere le molteplici competenze e discipline che studiano il Paesaggio, con l'obiettivo di comprendere e valorizzare sul piano ecologico, sociale e culturale i diversi elementi che caratterizzano i paesaggi, per affrontare le sfide della contemporaneità, attraverso strumenti innovativi.

La complessità del Paesaggio richiede l'individuazione delle conoscenze necessarie alla sua comprensione e interpretazione attraverso la lettura degli elementi strutturanti e delle relazioni che ne determinano la morfologia e il funzionamento ecologico, dei diversi significati a esso attribuiti, delle stratificazioni e delle tracce degli elementi scomparsi in relazione ai mutamenti economici e sociali e, quindi, l'elaborazione di proposte nelle quali conservazione e rinnovamento siano fortemente integrati.

La collana accoglie contributi e studi che affrontano i temi più rilevanti del dibattito contemporaneo, in una visione transdisciplinare e a diverse scale spazio-temporali, per costruire occasioni di confronto rispetto agli aspetti teorico metodologici e all'analisi critica di opere e progetti di trasformazione e gestione del Paesaggio.

Studi monografici, testi di più autori, atti di convegni e saggi saranno sottoposti a peer review.

*The series wants to enhance and spread the role, the specific contents and the culture of Landscape Architecture to dialogue with and welcome the multiple skills and disciplines that study the Landscape, with the aim of understanding and enhancing at the ecological, social and cultural level, the different elements that characterize the landscapes, to face the challenges of the contemporary age, through innovative tools.*

*The complexity of the Landscape requires the identification of the necessary knowledge for its understanding and interpretation through the reading of the structuring elements and the relationships that determine its morphology and ecological functioning, the different meanings attributed to it, the stratifications and the traces of the disappeared elements in relation to economic and social changes and, therefore, the elaboration of proposals in which conservation and renewal are strongly integrated.*

*The series includes contributions and studies that face the most relevant topics of the contemporary debate, in a transdisciplinary vision and at different space-time scales, to build opportunities for comparison with the methodological theoretical aspects and critical analysis of works and projects for the transformation and management of Landscape.*

*Monographic studies, texts by several authors, conference proceedings and essays will be subjected to peer review.*

# Indice

## **Prefazione**

Niccolò Casiddu 12

## **Introduzione**

Adriana Gherzi, Stefano Melli 14

## **Criteria e linee guida per la promozione, la progettazione e lo sviluppo di adeguate strategie di realizzazione del verde urbano**

Annalisa Calcagno Maniglio 17

## **I. CITTÀ ED ECOSISTEMA**

### **Neologismi: verde *tensile*, verde *tettile*, verde *pentile*, verde *verdicale*. 30 anni di ricerche avanzate sulle topologie verdi**

Manuel Gausa 30

### **The evolution of the industrial city, a natural relationship**

Felip Pich-Aguilera Baurier 51

### **Verde pensile come strategia per la città densa**

Adriana Gherzi, Stefano Melli 58

### **Floating green. Green Infrastructure as Whales in the City**

Nicola Valentino Canessa 65

### **Greening urban roofscapes: exploring urban creative design potentials**

Emanuele Sommariva 74

### **Verde pensile e serre verticali: ipotesi per riuso di edifici non finiti**

Valerio Morabito 83

### **Urban green infrastructures: innovazione, ecosistema e città**

Giorgia Tucci 91

## **II. QUALITÀ DEL PROGETTO**

### **Onde verdi sul tetto. Il caso della sede di American Society of landscape architects – Washington D.C.**

Francesca Mazzino 99

### **Concentration of resources – Emergency dry landscape**

Cristina Jorge Camacho 105

### **1<sup>st</sup> Elevation: a social / cultural space**

Fouad Samara 117



<b>Forme di natura baltica. Tre terrazze e un'aia sui paesaggi lettoni e lituani</b>	
Donatella Scatena	133
<b>Il giardino del reparto di radioterapia dell'Ospedale Michele e Pietro Ferrero di Verduno (CN)</b>	
Natalia Fumagalli, Giulio Senes, Elisabetta Fermani e Raffaele Bonsignori	141
<b>Giardini sospesi. Il nuovo sistema di giardini pensili della Fortezza da Basso a Firenze*</b>	
Andrea Meli, Antonella Valentini	149
<b>Una penisola urbana</b>	
Claudio Zanirato	160
<b>Utile e bello</b>	
Simone Ottonello	167
<b>III. TECNOLOGIE E SOLUZIONI DI VERDE INTEGRATO</b>	
<b>Verde tecnologico, biomimetica e Nature-based Solutions per città più accoglienti e resilienti</b>	
Caterina Mele	172
<b>Tetti verdi vs tetti grigi</b>	
Patrizia Burlando	178
<b>Verde pensile: una strategia di adattamento al cambiamento climatico</b>	
Francesca Mosca, Katia Perini	185
<b>Copertura vegetale e gestione delle acque meteoriche: strumento di mitigazione o di adattamento al cambiamento climatico?</b>	
Manfredi Leone, Giancarlo Gallitano, Giorgia Messina	191
<b>Clima, energia, comfort: progettazione e gestione ambientale dei <i>Green Roof</i></b>	
Mario Losasso	201
<b>Verde pensile: approcci innovativi per il risparmio idrico</b>	
Martina Tomasella, Andrea Nardini	206
<b>Sicurezza dei sistemi vegetati di involucro per la resilienza urbana: requisiti da revisione sistematica della letteratura internazionale</b>	
Elena Giacomello	212

**Evaluations on green vertical walls to enhance design quality:  
the experience of zero gravity eden in Leonardo Campus, Milano**  
Julia Nerantzia Tzortzi, Giovanni Barbotti 219

#### **IV. CONTAMINAZIONI**

**Dal tempo profondo agli Skygarden**  
Maurizio Corrado 229

**L'architettura della Nuova Babilonia. Ascesa e trionfo  
del giardino pensile a Manhattan**  
Davide Servente, Alessandro Canevari 234

**Il verde pensile e la città. Il tappeto infinito**  
Fabio Manfredi 242

**Il quotidiano sintetico e altri pensieri per una sfida  
alla gravità del reale**  
Andrea Pastorello 247

**Naturama. Modelli di naturazione per un prossimo futuro urbano**  
Paola Sabbion 255

#### **V. CHIUSURA DEI LAVORI**

**Corpo pensile e librato**  
Franco Zagari 263

# Sicurezza dei sistemi vegetati di involucro per la resilienza urbana: requisiti da revisione sistematica della letteratura internazionale

Elena Giacomello  
Università Iuav di Venezia

## Introduzione e domanda di ricerca

Le coperture a verde e le facciate vegetate sono caratterizzate dalla presenza di piante e per questo vengono definite 'tecnologie ibride', costituite cioè da 'tradizionali' componenti edilizi e componenti agronomici (Fig. 1).

Da un punto di vista funzionale, i sistemi tecnologici di verde pensile sono sistemi complessi, per numerose ragioni, fra cui:

- gestiscono l'acqua meteorica in modo da fornire approvvigionamento e riserva idrica per le piante, ma, allo stesso tempo, assolvono alle

funzioni di drenaggio, deflusso e impermeabilizzazione degli ambienti interni confinati;

- garantiscono la vita vegetale con spessori di sistema e carichi quanto più possibile ridotti;
- si adattano a contesti esposti a vento ed escursioni termiche – in quota – più elevati rispetto al suolo.

Le coperture a verde e le facciate vegetate sono controllate e mantenute da parte di tecnici specializzati, sia per assicurare un adeguato sviluppo della vegetazione, sia per garantire la sicurezza del siste-

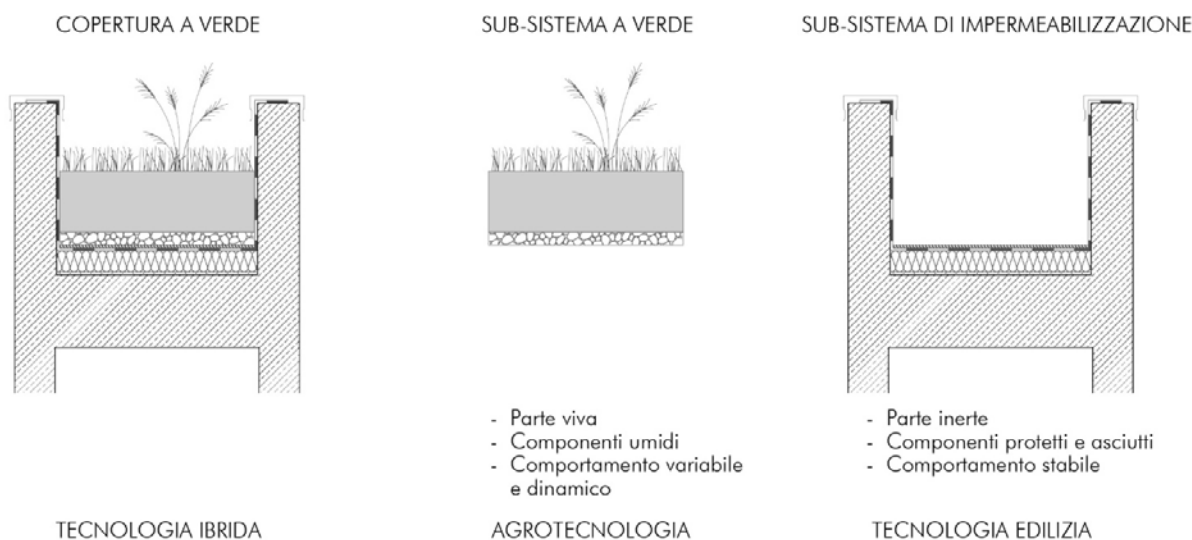


Fig. 1 Sub-sistemi funzionali della copertura a verde. Una copertura a verde è una copertura continua a cui si sovrappone un sistema vegetato che, differentemente da un sistema tecnologico, è caratterizzato da componenti umidi il cui comportamento è variabile e dinamico nel tempo e in relazione a una molteplicità di fattori (© Giacomello, 2012).

ma<sup>1</sup>. Infatti, è opinione largamente diffusa presso gli esperti di verde tecnico, che un verde pensile non solo ben progettato, ma anche correttamente mantenuto, non presenti pericolosità.

Tale opinione, sebbene suffragata da rarissimi casi di incidenti descritti in letteratura tecnica (incendi o caduta di parti vegetali/detriti), è stata messa in discussione da alcune categorie, in particolare da investitori immobiliari e compagnie assicurative. In anni recenti, infatti, le coperture a verde e forse ancor più le facciate vegetate<sup>2</sup> sono state applicate in contesti complessi, talvolta 'arditi': edifici alti, infrastrutture, spazi pubblici da valorizzare, ambienti di elevato valore simbolico e paesaggistico, anche ambienti interni.

Considerata la rapida innovazione che ha interessato queste tecnologie, i dubbi sulla loro sicurezza, quando applicati in particolari contesti, appare plausibile. In particolare gli aspetti su cui riflettere sono:

- la sicurezza al fuoco: trattandosi di tecnologie che integrano componenti organici, quindi potenzialmente infiammabili;
- la sicurezza all'azione del vento: le piante possono essere interessate a rotture (es. rami), caduta di parti (es. frutti) e anche ribaltamenti (in particolare nel caso di grandi arbusti e alberi); i substrati, invece, possono essere interessati ai fenomeni dei *flying debris* (detriti volanti).

Articolando un generico quesito sulla sicurezza delle tecnologie di verde pensile, ci si chiede quindi: le coperture a verde e le facciate vegetate possono rappresentare un pericolo di incendio e in quali casi? Fino a che punto il comportamento al fuoco delle facciate vegetate è assimilabile a quello delle coperture a verde? Per ciò che riguarda la progettazione al vento: quali sono i requisiti da rispettare e quali sono i documenti di riferimento per la progettazione prestazionale?

Questo articolo sintetizza i risultati di una revisione sistematica (*systematic review*) dei documenti

che definiscono, a scala globale, lo stato dell'arte del verde pensile per ciò che concerne la sicurezza.

Da un punto di vista metodologico, i temi indagati hanno riguardato la sicurezza al fuoco, la progettazione al vento, ma anche la manutenzione e l'irrigazione poiché si tratta di azioni influenti sullo stato di benessere e sul controllo generale del sistema tecnologico.

La revisione sistematica è stata condotta analizzando norme tecniche, linee guida, ricerche e altri 'documenti ufficiali' (ossia pubblicati da enti/autorità/associazione riconosciuti a livello nazionale e internazionale) per estrapolare i requisiti, diretti e indiretti, influenti sulla sicurezza al fuoco e all'azione del vento delle tecnologie di verde pensile.

L'analisi ha incluso più di trenta documenti ed è stata sottoposta a un panel internazionale di una ventina di *peer reviewer* (esperti di verde pensile e sicurezza al fuoco e al vento, progettisti di chiara fama, agronomi, paesaggisti).

Questa ricerca è stata pubblicata come monografia<sup>3</sup>.

### **Fuoco, vento e verde pensile: lo stato dell'arte espresso dalla documentazione tecnica internazionale**

Per ciò che riguarda la sicurezza al fuoco delle coperture a verde, in generale, i requisiti rintracciabili nelle norme analizzate sono similari, con diversi livelli di dettaglio. È interessante sottolineare che tutte le norme che trattano in modo esplicito l'argomento dell'antincendio considerano le coperture a verde adeguatamente resistenti al fuoco se è soddisfatta una serie di requisiti:

- manutenzione regolare per rimuovere le parti morte delle piante che, secche, possono ardere facilmente. Alcune norme suggeriscono la compilazione di un libretto di manutenzione al fine di assicurare maggior controllo degli interventi manutentivi;
- presenza di fasce di rispetto (strisce di ghiaia e superfici prive di vegetazione) collocate in

1 Le coperture a verde sono classificate in due principali categorie, verde estensivo e intensivo, in relazione alla quantità di energia da immettere nel sistema affinché la vegetazione si sviluppi correttamente e secondo gli intenti di progetto. Con 'quantità di energia' si intende l'insieme di tutte le attività di manutenzione ordinaria del verde e degli impianti, e l'apporto d'acqua d'irrigazione. Secondo norma tecnica, gli interventi di controllo e manutenzione hanno una frequenza che varia da un minimo di due (verde estensivo) a un massimo di circa dieci/dodici interventi all'anno (verde intensivo)

2 Sono tanti i sistemi innovativi di verde pensile sviluppati per le coperture (tetti verdi modulari, bio-diversi, *blu-green roofs*, orti pensili, *brown roofs*...) e forse ancor più di facciate vegetate (pannelli modulari, vasi appesi, verde parietale rivisitato in chiave contemporanea, sia rampicante che decombente, muri idroponici...).

3 Cfr. Giacomello, 2021.

particolari aree della copertura (attorno a lucernai, ai camini, agli impianti e lungo il perimetro) per ostacolare l'eventuale propagazione di fuoco dagli interni e dalle facciate;

- presenza di irrigazione al fine di mantenere in vita il sistema anche in caso di siccità (la vegetazione viva è idratata quindi resiste più a lungo al fuoco) ma anche al fine di un uso come impianto di spegnimento-incendi;
- presenza di contenuto organico nei substrati

(compost, fibre, torba... materiali combustibili in quanto organici) inferiore al 20% (già previsto da tutte le norme tecniche) e spessore dello strato colturale superiore a 3 cm (spessore sufficiente per proteggere dal fuoco la membrana di impermeabilizzazione).

La Tabella 1 sintetizza i requisiti di sicurezza al fuoco e di progettazione al vento ricavati dai documenti più importanti fra quelli sottoposti alla revisione sistematica.

Tab. 1: Sintesi di requisiti, istruzioni e raccomandazioni riguardanti la sicurezza al fuoco e la progettazione al vento delle coperture a verde estratti dai documenti analizzati. I requisiti, le istruzioni e le raccomandazioni hanno riguardato, oltre che la sicurezza al fuoco e la progettazione al vento, anche la manutenzione e l'irrigazione data l'importanza di entrambe per il benessere della vegetazione e quindi la sicurezza del sistema tecnologico.

	Roof /Façade	Fire Safety	Wind Design
<b>STANDARDS</b>			
ANSI/SPRI VF-1 2017,  External Fire Design Standard for Vegetative Roofs	Roof	Extensive fire system requirements are provided. Fire stops are defined and described. Specific rules for large roof surfaces are provided. The access to hydrants is preferable; Specifications for the fire design of organic content of the substrates is provided. The need for special consultation in fire and wind design needed for building greater than 45.7m in height is emphasized. ASTM E108 and UL790 are referenced for the fire-testing of roof systems. This standard only addresses succulent-based and grass-based flat vegetative green roof systems and the fire design for other systems are not discussed.	ASTM references for generic roofing types and building heights are listed. It is recommended to refer to ANSI/SPRI RP-14 for further wind-design requirements.
ANSI/SPRI RP-14 2016  Wind Design Standard for Vegetative Roofing, System	Roof	N/A	ANSI/SPRI RP-14 2016,  Wind Design Standard for Vegetative Roofing, System
ASTM E2400/E2400M-06 2015  Standard Guide for Selection, Installation, and Maintenance of Plants for Green Roof Systems	Roof	Recommends that succulent plants are used in areas where brush fires are a threat. Gives details regarding non-vegetated margins and fire-breaks.	Provides general information regarding wind damage on perimeters, corners, and leading-edge systems (i.e., gravel, stone margins, etc.). It specifies that the dimensional requirements of leading-edge systems are in the jurisdiction of the appropriate governing entities of the respective area; It references ASCE/SEI 7 when determining requirements for ballasts. Recommendations and tips for soil media and growing media by wind scour are provided.

	Roof /Façade	Fire Safety	Wind Design
ASTM E2777-2014, Standard Guide for Vegetative (Green) Roof Systems	Roof	Recommends that succulent plants are used in areas where brush fires are a threat; Gives details regarding non-vegetated margins and fire-breaks	Provides general information regarding wind damage on perimeters, corners, and leading-edge systems (ie, gravel, stone margins, etc.); It specifies that the dimensional requirements of leading-edge systems are in the jurisdiction of the appropriate governing entities of the respective area; It references ASCE/SEI 7 when determining requirements for ballasts; Recommendations and tips for soil media and growing media by wind scour are provided.
CSA Group A123.24-2015 Standard test method for wind resistance of modular vegetative roof assembly	Roof	N/A	Details regarding the wind flow resistant test and wind uplift resistance test of vegetative roof assemblies are provided for systems where the roof and modular vegetative system are assembled together. The significance of these tests is explained and it is emphasized their usefulness in determining if a green roof system is suitable for a particular climate. Suggestions for the procedure of the tests and when to terminate the tests are made, as well as recommendations for apparatus, specimen, and instrumentation needed.
UNI 11235: 2015 Criteria for design, execution, testing and maintenance of roof gardens	Roof	N/A	The design for temporary and permanent anchoring systems for plants under strong prevalent winds is overviewed. The evaluation of plant characteristics (i.e., foliage characteristics, vegetation height, root system anchoring capacity, and elasticity of branches and stems) is highlighted to assist in determining the design, context analysis, and wind conditions. The use of ballasts is explained and precise values are given. Instructions for anti-erosion layer for pitched roofs are provided. A list of plant species that should be avoided is provided.
<b>INSURANCE DATA SHEETS</b>			
FM Global, 2020 Property Loss Prevention Data Sheets 1-35 – Green Roof Systems	Roof	Suggests the evaluation of green roof systems for interior fire exposure (in the same manner as a conventional roofing system, as exterior fire exposure cannot be evaluated, due to numerous variables (i.e., plant type, plant condition, roofing materials, etc.). Requirements for 'border zones' are given for different types of areas free of vegetation on the roof (i.e., skylights, machine rooms, antennas, etc.).	The instructions are valid only in areas where the basic wind speed is less than 100mph (45 m/s). It suggests acceptable materials to use in border zones for buildings over 150ft (46m). Using corresponding data sheets (Data Sheet 1-28 and 1-29), suggestions for the roof membrane system, ballasts, and pre-cultivated vegetated mats. Avoidance of woody vegetation when wind uplift pressure is greater than or equal to the uplift pressure when there is a basic wind speed of 110mph (49 m/s) at a 15ft (4.5m) elevation (or less than 15ft when there is a ground roughness B).

	Roof /Façade	Fire Safety	Wind Design
<b>GUIDELINES</b>			
FLL, 2018  Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing	Roof	In 1989, The Working Group for the Federal States (ARGEBAU) produced fire protection instructions for roofs with greening. Authorities have used this to develop standards and technical instructions for building inspectors. These standards and technical instructions dictate that 'hard roofing' is adequately resistant to sparks and radiated heat. All intensive green roofs are considered 'hard roofing' and extensive green roofs are considered 'hard roofs' if they meet specific requirements, regarding the: Type of greening and its requirements for irrigation, maintenance, and substrate layers. Vegetative support layer composition and depth. Forms of vegetation used; Additional actions if there are skylights, windows, or vertical elements. Height, width, and distance between non-flammable barriers.	Requirements to prevent waterproof linings and root-penetration barriers from being lifted by the wind, specifically where they are not affixed rigidly and on corners and edges. To calculate wind load, it refers to DIN 1055 and ZVDH/HDB to identify categories of roofs, necessary loads to prevent wind suction, the coefficient of wind actions, an aerodynamic coefficient for the outside pressure, and rules for roofs with waterproofing, but specifies that it only takes vertical loads into account and does not factor in the following, which further reduces wind load: Vegetation coarseness. Load from soil moisture. Load from vegetation. Layers bonded by roots vs. loose materials. Wind permeability of the support layer. Requirements for the bracing and anchoring of trees and large shrubs, including, but not limited to, requirements for the volume of substrate, maintenance during the bracing/anchoring period, materials, and framing shapes.

Fra i documenti analizzati, in particolare tre ricerche riguardanti la progettazione e la protezione antincendio del verde pensile, hanno fornito diversi elementi di discussione<sup>4</sup>, esprimendo potenziali moderati rischi di incendio sia per le coperture a verde, che per le facciate vegetate. Questi documenti suggeriscono, oltre all'applicazione di requisiti standard indicati nelle norme più importanti, varie strategie di mitigazione attraverso requisiti aggiuntivi:

- il contenimento della biomassa della vegetazione;
- l'installazione di specie vegetali dal basso contenuto di resina e alto contenuto d'acqua, evitando erbacee;
- eventuale impiego di elementi di sostegno per le piante in materiali non infiammabili;
- in tutti i casi, un sicuro accesso ai vigili del fuoco.

Per ciò che riguarda la progettazione al vento, i documenti analizzati trattano:

- il sollevamento degli elementi di tenuta a membrana, per cui la stratigrafia del verde pensile agisce positivamente in quanto zavorra (sono citate le norme tecniche di riferimento);
- le aree della copertura normalmente più soggette all'azione del vento (in prossimità degli angoli e lungo le linee di gronda);
- i sistemi di ancoraggio degli alberi.

### Conclusioni

Alla luce dell'analisi bibliografica svolta è possibile trarre alcune conclusioni inerenti alla sicurezza al fuoco:

- gli strati di una copertura a verde che pongono interrogativi sulla sicurezza al fuoco sono due: lo strato colturale e la vegetazione. Lo strato

<sup>4</sup> Queste ricerche provengono da due importanti associazioni statunitensi che operano per la protezione antincendio, e dal dipartimento per le autorità locali della città di Londra, cfr. 'Research reports'.

colturale è composto da aggregati minerali e sostanza organica, quest'ultima, da norma, in percentuale non superiore al 20%. Tale valore garantisce la non infiammabilità dei substrati. La vegetazione è il componente più variabile del sistema e può bruciare in modo diverso a seconda della specie vegetali impiegate, della forma e delle dimensioni (arbusti e alberi sono più esposti all'attacco diretto delle fiamme e contribuiscono in misura maggiore alla propagazione dell'incendio rispetto alle piante più piccole);

- come già citato in tutte le norme, la manutenzione delle piante è cruciale per la sicurezza, anche al fuoco: la rimozione delle parti secche (altamente infiammabili) dev'essere assicurata;
- l'impianto di irrigazione dovrebbe essere obbligatorio per ogni tipo di inverdimento: l'irrigazione rappresenta il primo dispositivo disponibile per mantenere umido il sistema ed, eventualmente, contenere un incendio;
- dovrebbe essere esplicito il divieto di usare elementi infiammabili di supporto alla vegetazione;
- non esistono standard riguardanti le facciate vegetate. Per le facciate, i requisiti inerenti alla sicurezza al fuoco e la progettazione al vento sono cruciali e rappresentano un ambito aperto di ricerca. Analogamente il verde installato in ambienti interni non è standardizzato;
- Considerati i quesiti sollevati da alcune ricerche, le condizioni di sicurezza al fuoco non sono pienamente o sistematicamente fornite dalla documentazione normativa e alcune domande necessitano approfondimenti e verifiche. In quali condizioni le tecnologie vegetate di involucro presentano una capacità di propagare la fiamma? Qual è il limite fra la sicurezza al fuoco e il rischio minimo di incendio? Cosa hanno in comune le coperture e le facciate vegetate per ciò che concerne la reazione e la propagazione al fuoco?

Per ciò che riguarda la progettazione al vento, è possibile elencare alcune riflessioni:

- varie norme trattano il calcolo della pressione di sollevamento della membrana impermeabilizzante per opera del vento (con alcune differenze). È importante notare che, in generale, la riduzione del peso dei tetti verdi è considerata positivamente per ridurre il carico complessivo

sulle strutture portanti, ma elementi di zavorra, aumentando il carico, sono talvolta necessari per la sicurezza al vento, in particolare sui bordi e sugli angoli delle coperture. Nei casi in cui i carichi del vento sono particolarmente forti, viene suggerito di condurre studi ingegneristici *ad hoc*, specialmente per le coperture intensive;

- i requisiti per i sistemi di ancoraggio di grandi arbusti e alberi non sono completi e omogenei nei documenti analizzati, appare quindi necessario approfondire i requisiti degli ancoraggi (quali metodi di ancoraggio dovrebbero essere utilizzati e soprattutto quando/dove dovrebbero essere impiegati, in particolare per le piante legnose);
- analogamente, il ruolo dell'apparato radicale della vegetazione, in particolare dei piccoli arbusti e degli alberi, andrebbe esplicitato in chiave di requisiti;
- i documenti forniscono requisiti e metodi per evitare i detriti volanti da substrato, ma si rilevano alcune lacune;
- la progettazione al vento delle facciate vegetate non è trattata in nessuna norma tecnica. Considerato l'incremento del mercato del verde pensile verticale e della potenziale pericolosità di queste tecnologie rispetto alle sollecitazioni al vento, questo vuoto dev'essere colmato.

Alla luce della revisione sistematica condotta, le considerazioni sulla sicurezza del verde pensile sono ampie e riguardano vari aspetti tecnologici e funzionali, inerenti sia ai singoli strati o componenti delle tecnologie, sia al sistema tecnologico nel suo insieme. Tali considerazioni, inoltre, si declinano diversamente per le coperture dalle facciate perché, per ragioni geometriche, dimensionali, di diversa prossimità dalle attività antropiche... gli aspetti di sicurezza possono essere diversi e variamente contestualizzati.

In generale l'avanzamento dello stato dell'arte appare una necessità in particolare per ciò che concerne la sicurezza al fuoco all'azione del vento del verde pensile applicato agli edifici alti – che presentano specificità di contesto del tutto singolari, ma anche problematiche di sicurezza di molto superiori rispetto agli edifici bassi – e delle facciate vegetate in generale che non standardizzate e, al contempo, invece, sono esposte a molteplici agenti di rischio.



## Riferimenti bibliografici

### Guidelines / Manuals

FLL-Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. – The Landscaping and Landscape Development Research Society e.V., 2018. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing.

### Insurance data sheets

FM Global, 2020. Property Loss Prevention Data Sheets 1-35 – Green Roof Systems.

### Research reports

Department for Communities and Local Government-London, 2013. Fire Performance of Green Roofs and Walls.

FPRF-Fire Protection Research Foundation, 2012. Fire Safety Challenges of Green Buildings: Final Report.

National Association of State Fire Marshals: Tidwell, Jim and Jack J. Murphy, 2010, Bridging the Gap: Fire Safety and Green Buildings. A Fire and Building Safety Guide to Green Construction, 2010.

### Standards

ANSI/SPRI-American National Standard Institution/Single Ply Roofing Industry, 2017, ANSI/SPRI VF-1 External Fire Design Standard for Vegetative Roofs.

ANSI/SPRI-American National Standard Institution/Single Ply Roofing Industry, 2016, ANSI/SPRI RP-14, Wind Design Standard for Vegetative Roofing System.

ASTM International-American Society for Testing and Materials International, 2015, ASTM E2400 Standard Guide for Selection, Installation, and Maintenance of Plants for Green Roof Systems.

ASTM International-American Society for Testing and Materials International, 2014, ASTM E2777 Standard Guide for Vegetative (Green) Roof Systems.

CSA Group-Canadian Standards Association, 2015, A123.24-15 Standard test method for wind resistance of modular vegetative roof assembly.

UNI-Ente Italiano di Normazione, 2015, UNI 11235:2015 Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde (tr. Criteria for design, execution, testing and maintenance of roof gardens).

### Monografie

Giacomello, E., 2012. *Copertura a verde e risorsa idrica. Implicazioni tecnologiche e benefici per l'ambiente urbano*, Collana Ricerche di Tecnologia dell'architettura. Franco Angeli, Santarcangelo di Romagna.

Giacomello, E., Valagussa M., 2015. *Vertical Greenery. Evaluating the High-Rise Vegetation of the Bosco Verticale, Milan*. CTBUH in conjunction with Arup and Università Iuav di Venezia, Chicago.

Giacomello, E., 2021. *Green Roofs, Façades, and Vegetative Systems*. Safety Aspects in the Standards, Butterworth-Heinemann Elsevier.

**Adriana Ghersi**, Professore Associato di Architettura del Paesaggio presso il Dip. DAD dell'Università di Genova (Italia), si occupa del ruolo del paesaggio come luogo di relazione tra le diverse discipline, con riferimento a Pianificazione e Progettazione del Paesaggio nell'età contemporanea, Paesaggi Terapeutici, Giardini Storici, Paesaggi Rurali Terrazzati.

**Stefano Melli**, Architetto Paesaggista, è studente PhD presso il Dip. DAD dell'Università di Genova (Italia). L'ambito di ricerca è incentrato prevalentemente sullo studio multiscalare del verde pensile come nuova forma di natura in città.

Il volume raccoglie alcuni contributi dei relatori del seminario 'NUOVE FORME DI NATURA: il verde pensile per rigenerare le città' organizzato a Genova, il 6 e 7 aprile 2022, nell'ambito della Scuola di Dottorato in Architettura e Design e del Corso di Laurea Magistrale Interateneo in Progettazione delle Aree verdi e del Paesaggio.

*The volume collects some of the speakers' contributions in the seminar 'NEW FORMS of NATURE: green roofing to regenerate the towns' organized, in Genoa, 6-7 april 2022, by the PhD School in Architecture and Design and by the Interuniversity Degree Course in Green Area and Landscape Design.*

ISBN: 978-88-3618-1995



9 788836 181995

In copertina, rielaborazione grafica da:  
Centre for Arabic Studies  
& Intercultural Dialogue (CASID),  
University of Balamand, Al Koura, Libano, 2011  
Fouad Samara Architect (© Ieva Saudargaite)