

Paolo Abram
Helga Salchegger

IL VERDE PENSILE

TRA TECNICA E NATURA

1ª edizione

*A tutti quelli che non hanno necessità
o interesse ad arrampicarsi sui muri*

© Copyright Legislazione Tecnica 2017

La riproduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo, nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

Editor: Giuseppe Rosa - g.rosa@legislazionetecnica.it

Finito di stampare nel mese di gennaio 2017 da

Press Up S.r.l. - Sede legale: Via Catone, 6 - 00192 Roma (RM)

Sede operativa: Via Cassia Km 36,300 - Zona industriale Settevene - 01036 Nepi (VT)

Legislazione Tecnica S.r.L.

00144 Roma, Via dell'Architettura 16

Servizio Clienti

Tel. 06/5921743 - Fax 06/5921068

servizio.clienti@legislazionetecnica.it

Portale informativo: www.legislazionetecnica.it

Shop: ltshop.legislazionetecnica.it

I contenuti e le soluzioni tecniche proposte sono espressioni dell'esperienza maturata nel corso degli anni dagli Autori. Esse possono, quindi, soltanto essere fatte proprie dal lettore, o semplicemente rigettate, ed hanno l'intento di indirizzare e supportare il progettista nella scelta della soluzione che maggiormente si adatta alla situazione oggetto di analisi. Rimane, pertanto, a carico del progettista la selezione della soluzione da adottare e le conseguenti analisi e dimensionamenti delle strutture e dei componenti.

Il lettore utilizza il contenuto del testo a proprio rischio, ritenendo indenne l'Editore e gli Autori da qualsiasi pretesa risarcitoria.

INDICE

PREFAZIONE	5
INTRODUZIONE	7
CAPITOLO 1 - Una tecnologia in continua evoluzione	11
1.1. Dal 1867 di Carl Rabitz alla Norma 11235 del 2015	11
1.2. Carl Rabitz	12
1.3. La norma UNI 11235:2015: perché applicarla	29
1.4. La norma UNI 11235:2015: come non si deve usare	32
1.5. Biodiversità, ecologia urbana e integrazione dell'edificio nel paesaggio	35
1.5.1. La ricerca in questo settore	44
1.5.2. Ecologia urbana	46
1.5.3. Integrazione dell'edificio nel paesaggio	52
1.5.4. La biodiversità nella norma UNI 11235:2015	58
1.5.4.1. <i>Livello D</i>	58
1.5.4.2. <i>Livello C</i>	58
1.5.4.3. <i>Livello B</i>	58
1.5.4.4. <i>Livello A</i>	58
1.6. Controllo del flusso di energia, dell'isolamento acustico, delle polveri	59
1.6.1. Controllo del flusso di energia	59
1.6.2. Controllo dell'isolamento acustico	61
1.6.3. Controllo delle polveri	61
CAPITOLO 2 - Le tipologie di copertura a verde	63
2.1. Elemento di tenuta: protezione antiradice	63
2.2. Pendenza/inclinazione delle coperture	67
2.3. Tetto freddo	67
2.4. Tetto caldo	68
2.5. Tetto rovescio	69
2.6. Distinzione tra verde pensile estensivo e intensivo	71
2.7. Tipologie di stratificazione	75
2.7.1. Inverdimento monostrato minerale	76
2.7.2. Inverdimento a due strati	79
2.7.3. Inverdimento a tre strati	80
CAPITOLO 3 - Tecniche di realizzazione	83
3.1. Strato di separazione, accumulo e protezione meccanica	85
3.2. Strato drenante	86
3.2.1. Strato drenante in materiale sciolto	86
3.2.2. Strato drenante in pannelli preformati	88
3.3. Strato filtrante	89
3.4. Irrigazione, acqua disponibile per le piante e risparmio idrico	90

3.5.	Lo strato colturale nelle coperture a verde (dott. agr. Massimo Valagussa)	97
3.5.1.	Premessa	97
3.5.2.	Concetto di fertilità del terreno	97
3.5.3.	L'acqua e le piante	98
3.5.4.	Bilancio idrico	99
3.5.5.	Principali caratteristiche del terreno naturale	101
3.5.6.	I substrati per le coperture a verde e la norma UNI 11235:2015	105
3.6.	Indicazioni per la progettazione dei dettagli tecnici	119
3.6.1.	La tecnica costruttiva del drenaggio continuo	120
3.6.2.	Scarichi	122
3.6.3.	Dettagli in corrispondenza di bordi di contenimento, muri, parapetti, volumi tecnici	123
3.7.	Effetto del vento	127
3.8.	Coperture inclinate	131
CAPITOLO 4 - La progettazione dello strato vegetativo		133
4.1.	Differenze tra il tetto e il giardino a terra	133
4.2.	Criteri per la scelta delle piante: quali possono sopravvivere in condizioni estreme?	135
4.3.	Esistono piante tabù?	142
4.4.	Proprietà e caratteristiche delle specie adatte e scelta delle piante	148
4.4.1.	Piante per un verde estensivo	150
4.4.2.	Piante per un verde intensivo	166
4.5.	Impianto	171
4.5.1.	Caratteristiche qualitative del materiale vegetale	178
CAPITOLO 5 - La manutenzione delle coperture a verde		183
5.1.	Manutenzione di avviamento per il collaudo	183
5.2.	Manutenzione di avviamento a regime	191
5.3.	Manutenzione ordinaria	195
5.4.	Esperienze dalla ricerca sul verde pensile estensivo alla Scuola professionale Laimburg	196
CONCLUSIONI		205
NORME UNI E SITOGRAFIA		207
BIBLIOGRAFIA		209
BIOGRAFIE AUTORI		215

CREDITI

Tutte le immagini, salvo quando diversamente indicato, sono di proprietà degli autori. Le illustrazioni del paragrafo 3.5 sono di pertinenza del dott. agr. Massimo Valagussa.

PREFAZIONE

Nel 2004 usciva il primo libro tecnico in lingua italiana sul tema del verde pensile scritto da Paolo Abram. Negli anni successivi, sempre a firma dello stesso autore, altri due testi venivano pubblicati da case editrici diverse.

A distanza di tredici anni, sullo stesso argomento, è ora pubblicato questo libro. La novità però, questa volta, è che il tema è affrontato a quattro mani con il contributo di Helga Salchegger, anch'essa esperta del settore.

Entrambi i gli autori sono noti per l'esperienza maturata in questo campo da molti punti di vista: professionali, di ricerca, divulgativi, formativi e associazionistici.

Rispetto a qualche anno fa, la tecnologia del verde pensile sembra non essere molto attuale anche se la sua applicazione, almeno in Italia, è ben lungi dall'aver raggiunto i livelli che meriterebbe.

L'interesse è oggi maggiormente attratto o, per meglio dire, suggestionato, da applicazioni di verde tecnico sensazionali e d'immagine che sembrano voler competere con la forza di gravità, con le sagge regole della natura o, più semplicemente, con le quotidiane esperienze di giardinaggio e manutenzione del verde.

Numerosi sono ancora, tuttavia, i progettisti e i cultori della materia che desiderano conoscere e approfondire i vari aspetti di questa tecnologia: perché hanno particolari orientamenti o ideologie progettuali, perché hanno intenzione di approfondire un tema a loro ancora poco noto, oppure perché, più genuinamente, vogliono confrontarsi con realtà costruttive forse più modeste e abordabili da tutti, ma in grado di offrire, rispetto ad altre soluzioni più patinate e blasonate, concreti benefici ambientali, realmente quantificabili e a costi sostenibili, duraturi nel tempo e non definibili come "*chimere inutilmente costose*" ⁽¹⁾.

Questo libro è scritto per loro.

Si ringrazia il dott. agr. Massimo Valagussa per aver curato la stesura del paragrafo 3.5 sulle proprietà dello strato culturale con la serietà, la professionalità e la competenza che lo contraddistinguono.

Si ringrazia inoltre la Scuola professionale Laimburg di Bolzano per aver concesso l'autorizzazione a utilizzare i dati della ricerca sul verde pensile estensivo.

⁽¹⁾ Definizione utilizzata nel convegno "Cubiertas vegetales y verde vertical". Asociación Española de Ingeniería del Paisaje, Derio, Frisoro, 5-6 novembre 2008.

INTRODUZIONE

In questo volume, per scelta degli autori, alcuni contenuti che, tradizionalmente, sono inseriti nei testi riservati a quest'argomento, non sono neppure sfiorati o lo sono solo marginalmente.

Si tratta dei temi inerenti, in generale, all'utilità di applicazione delle coperture a verde in ambito urbano, come i benefici derivanti dalla regimazione delle acque meteoriche oppure altri aspetti costruttivi più specifici che ormai dovrebbero far parte della comune conoscenza di ogni progettista, anche minimamente evoluto.

Nel testo viene, invece, dato maggiore spazio a temi e considerazioni legati alla pubblicazione della prima revisione della norma di settore UNI 11235. Alcuni aspetti di tecnologia costruttiva tradizionale sono, comunque, esaminati tenendo conto delle integrazioni e modifiche normative più recenti. Soprattutto è affrontato un argomento sino a oggi poco sviluppato, quello della progettazione dello strato di vegetazione e degli aspetti manutentivi ad esso legati. Per tutti gli altri argomenti che in questo volume non hanno trovato spazio, si rimanda all'ampia bibliografia presente sul mercato e sul web e, specialmente, alla consultazione della norma UNI 11235:2015 nella quale tali aspetti sono analizzati.

Nel tempo, la conoscenza delle tecnologie per il verde pensile è progressivamente aumentata, anche grazie alla pubblicazione di norme di settore.

Un aspetto che merita ancora approfondimento è la necessità di non considerare il verde pensile come un semplice strato di finitura o di non applicarlo come un ordinario materiale edile, perché ciò significa non considerare le piante come organismi viventi e complessi in equilibrio dinamico ed evolutivo continuo con l'ambiente esterno e bisognosi di manutenzione, per quanto ridotta essa sia, professionale e specifica.

Nella progettazione del verde l'interdisciplinarietà è fondamentale per ottenere buoni risultati e la professionalità che, in quest'ambito, dovrebbe trovare sempre maggiore spazio è quella relativa alla conoscenza degli aspetti legati allo strato vegetativo.

Sotto questo punto di vista, la recente revisione della norma UNI 11235:2007 ha sicuramente introdotto significativi e interessanti miglioramenti, soprattutto dal punto di vista della valutazione del meccanismo di fabbisogno idrico, ma ha lasciato ancora numerose zone d'ombra riguardo alla definizione delle caratteristiche biotecniche delle piante.

Nella progettazione di una copertura verde sono di fondamentale importanza la conoscenza della fisiologia delle piante, del rapporto tra queste e la presenza di acqua nel sistema e la conoscenza delle caratteristiche climatiche e microclimatiche del sito. L'incompleta conoscenza di questi rapporti ed equilibri porta spesso a enfatizzare in modo ingannevole l'importanza di determinate caratteristiche dei materiali e delle stratificazioni che poi, nell'applicazione pratica, non sono in grado di fornire le prestazioni sperate se non

addirittura possono, non di rado, produrre effetti negativi sullo sviluppo della vegetazione.

Per questi motivi, e nel rispetto dell'interdisciplinarietà, il contenuto di questo libro è il frutto dell'esperienza e della collaborazione tra esperti di settore: Paolo Abram per la parte di tecnica generale e Helga Salchegger per la parte progettuale paesaggistica di scelta della vegetazione.

I due autori si sono avvalsi della collaborazione del dott. agr. Massimo Valagussa, massimo esperto italiano in questo campo, per la redazione e cura del paragrafo 3.5, relativo ai substrati per verde pensile.

È noto che i giardini pensili e le coperture a verde non sono una novità dei tempi nostri dato che, tanto per riportare un esempio tradizionale, già gli Etruschi e i Romani ne facevano uso, per non parlare dell'ormai sfruttata citazione dei giardini di Babilonia.



Figura 1 - Antica cantina con copertura a verde nel Waldviertel (Austria)



Figura 2 - Casa moderna, in Austria (foto Deborah Aldegheri)



Figura 3 - Moderna copertura a verde estensivo a Malmö (Svezia)

È facile trovare informazioni sul tema dell'evoluzione storica del verde pensile, per cui si è deciso di non dedicarvi spazio in questo libro con l'unica eccezione per lo scritto ottocentesco del mastro muratore Carl Rabitz, al quale è dedicato il paragrafo 1.2.

Per quanto ci è dato sapere, questo scritto, che talvolta s'incontra nelle citazioni bibliografiche, è giunto fino a noi in un unico esemplare e non è reperibile nelle biblioteche o sul mercato. Il documento è stato già riprodotto e commentato in un precedente manuale da parte di uno degli autori, ma, avendo esso suscitato interesse presso gli esperti e i cultori della materia, si è deciso di riproporlo.

Tecnologie evolute e dedicate al verde pensile si sono sviluppate in Europa dagli anni Settanta del secolo scorso, parallelamente all'incentivazione e promozione da parte degli enti pubblici, e sono state introdotte in Italia a cavallo tra gli anni Ottanta e Novanta grazie all'intuizione e all'entusiasmo di alcuni imprenditori privati.

Per molti anni nulla o quasi nulla, invece, è stato fatto da parte dell'ente pubblico per incoraggiare queste soluzioni, con l'eccezione di alcuni enti locali virtuosi che hanno inserito nei loro strumenti urbanistici prescrizioni o incentivazioni per il verde pensile.

A livello di legislazione nazionale (Legge 14 gennaio 2013, n. 10: "*Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani*") si è, per fortuna, recentemente mosso



Figura 4 - California Academy of Sciences in San Francisco (California)
(CC0 Public Domain <https://pixabay.com/de/california-akademie-der-wissenschaften-356882/>)



Figura 5 - La fortificazione di Suomenlinna. Metà del XVII secolo (Helsinki, Finlandia)

qualcosa, nel senso che il verde pensile è stato finalmente riconosciuto come strumento di mitigazione e compensazione ambientale; ma gli strumenti fino ad ora elaborati incontrano ancora difficoltà concrete di applicazione perché non trovano tangibili riscontri nella realtà della determinazione delle prestazioni del verde pensile. A questo argomento sono dedicati alcuni commenti nel paragrafo 1.6.

Un importante passo avanti nello sviluppo e applicazione della tecnologia in Italia si è avuto con la pubblicazione della norma di settore UNI 11235:2007, che ha determinato un positivo cambio di passo nell'applicazione di modalità progettuali, di realizzazione e di collaudo di queste opere. Nel 2015 è uscita la prima revisione di questa norma (11235:2015), con rilevanti modifiche e migliorie.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



2.2. PENDENZA/INCLINAZIONE DELLE COPERTURE

Si definisce come “*piana*” una copertura continua orizzontale o sub orizzontale con pendenza fino al 5%. Queste coperture sono normale oggetto d’inverdimento pensile data anche la loro diffusione. Oltre una pendenza del 5% si inizia a parlare di coperture inclinate.

Vale la pena ricordare che la *pendenza* si esprime in percentuale (%), mentre quando si utilizza il termine *inclinazione*, il valore deve essere espresso in *gradi* (°).

Talvolta può capitare che i due termini, e relativi valori, siano confusi, anche solo per distrazione (il 10% di pendenza corrisponde a 5,7° d’inclinazione, ma 10° d’inclinazione corrispondono al 17,6% di pendenza).

La trasformazione di gradi in percentuale o viceversa non è un’operazione rapida, ma esistono tabelle di conversione come la Tabella 2.1.

Tabella 2.1 - Conversione pendenza/inclinazione

<i>Pendenza %</i>	=	<i>Inclinazione °</i>	<i>Inclinazione °</i>	=	<i>Pendenza %</i>
1%	=	~0,6°	1°	=	~1,7%
2%	=	~1,1°	2°	=	~3,5%
3%	=	~1,7°	3°	=	~5,2%
5%	=	~2,9°	5°	=	~8,8%
7%	=	~4,0°	7°	=	~12,3%
9%	=	~5,1°	9°	=	~15,8%
10%	=	~5,7°	10°	=	~17,6%
15%	=	~8,5°	15°	=	~26,8%
20%	=	~11,3°	20°	=	~36,4%
30%	=	~16,7°	25°	=	~46,6%
40%	=	~21,8	30°	=	~57,7%
60%	=	~31,0°	35°	=	~70,0%
80%	=	~38,7	40°	=	~83,9%
100%	=	~45°	45°	=	~100%

Oltre che in base all’inclinazione, le coperture sono definite in base alla modalità costruttiva e finalità d’uso. Tali peculiarità devono essere considerate nel progetto d’inverdimento.

2.3. TETTO FREDDO

Si tratta di una copertura senza elemento termoisolante e senza strato di ventilazione con la stratificazione schematizzata in Figura 2.4.

L'elemento di tenuta, secondo le caratteristiche del materiale e delle destinazioni d'uso della superficie, può essere ricoperto dallo strato di protezione, zavorramento o di finitura.



Figura 2.4 - Sezione di tetto freddo

Il tetto freddo è impiegato quando per i locali sottostanti non sia necessaria una regolazione igrometrica o termica, ad esempio per terrazze o garage.

2.4. TETTO CALDO

Il tetto caldo è una tipologia frequentemente utilizzata ed è impiegata quando sia richiesta la regolazione igrometrica e termica degli ambienti sottostanti come, ad esempio, nelle usuali abitazioni.

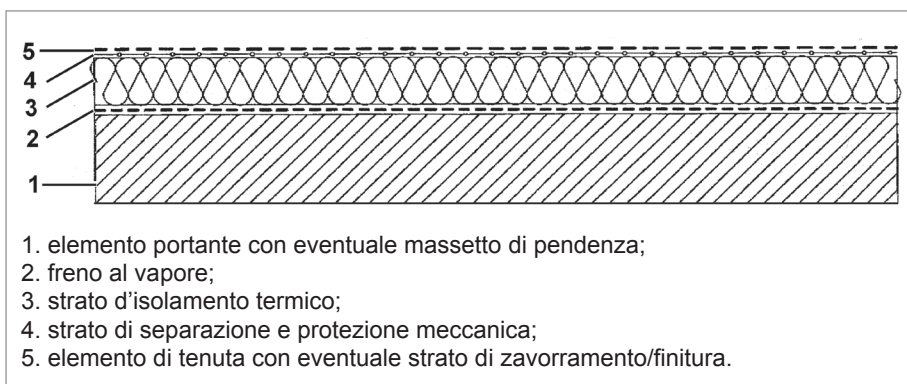


Figura 2.5 - Sezione di tetto caldo

L'elemento di tenuta, secondo le caratteristiche del materiale e delle destinazioni d'uso della superficie, può essere ricoperto dallo strato di protezione, zavorramento o di finitura.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



3.5. LO STRATO COLTURALE NELLE COPERTURE A VERDE ⁽¹⁾

3.5.1. Premessa

Fra i diversi fattori che interagiscono con la vita delle piante (intendendo in questa sede con il termine di “*piante*” qualsiasi tipo di specie vegetale, erbacea annuale/perenne, arbusto, albero, prato), lo strato colturale riveste un ruolo di non secondaria importanza.

Lo strato colturale ospita gli apparati radicali, che svolgono importanti funzioni nel ciclo vitale delle piante: ancoraggio, assorbimento di acqua e sali minerali, respirazione, accumulo di sostanze di riserva e, non ultimo per importanza, interazioni con i microrganismi.

In questo paragrafo si forniscono alcune indicazioni di base utili per orientarsi nella scelta e nell'uso di uno strato colturale per coperture a verde, rimandando ad altre sedi per approfondimenti specifici.

3.5.2. Concetto di fertilità del terreno

In natura lo strato colturale è il terreno, in passato considerato come una scatola nera chiusa (ignoto). Nel corso degli anni lo studio di questa “*scatola nera*” ha portato ad aprire delle finestre, ma ancora oggi, soprattutto da un punto di vista microbiologico, molte sono le zone oscure, ancora impenetrabili.

Nel settore dell'agricoltura, del terreno si è sempre discusso in termini di fertilità, intesa come capacità di far produrre; dopo anni di sfruttamento unidirezionale di questa fonte, oggi a serio rischio, il concetto di fertilità è andato ad assumere risvolti più ampi e di tipo ambientale; nel 1994 Doran e Parking fornirono un concetto di fertilità che ancora oggi è riconosciuto fra i più validi e completi: capacità di interagire con l'ecosistema per mantenere la produttività biologica, la qualità ambientale e promuovere la salute animale e vegetale. Così si può oggi definire la “*fertilità globale*” di un terreno come la somma e interazione della fertilità fisica, chimica e biologica.

Di seguito un elenco sintetico delle principali caratteristiche che è necessario conoscere di un terreno per comprendere la relazione fra *strato colturale* e *piante*.

Caratteristiche fisiche:

- *tessitura*: contenuto percentuale di sabbia, limo e argilla; permette una classificazione granulometrica (terreni sabbiosi, argillosi, limosi, medio impasto);
- *struttura*: aggregazione e disposizione delle particelle nello spazio;
- *porosità*: dipendente dalla tessitura e struttura;
- *permeabilità*: capacità di drenare le acque in eccesso, dipendente dalla tipologia di porosità presente.

⁽¹⁾ La stesura di questo paragrafo è stata curata dal dott. agr. Massimo Valagussa, uno dei massimi esperti italiani in tema di substrati.

Caratteristiche chimiche:

- *reazione (pH)*: influenza l'attività microbiologica, la disponibilità di elementi minerali, l'adattabilità delle diverse specie vegetali e permette di classificare i terreni in acidi, basici, neutri;
- *calcare*: influenza (negativamente) sia le proprietà fisiche sia chimiche di un suolo;
- *salinità*: contenuto totale di sali solubili che, se presenti in eccesso, possono creare problemi di fitotossicità;
- *sostanza organica*: influenza (positivamente) le proprietà fisiche (struttura, ritenzione idrica), chimiche (disponibilità elementi minerali), biologiche (fonte di vita per i microrganismi e, conseguentemente, per le piante);
- *capacità di scambio cationico*: capacità di trattenere e rendere disponibile per le piante alcuni fondamentali elementi minerali (calcio, magnesio, potassio), dipendente dal contenuto di sostanza organica e argilla;
- *contenuto elementi minerali*: disponibilità di elementi indispensabili per le piante (tra i quali i più utilizzati sono azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, zolfo).

Le *caratteristiche biologiche* (dipendenti anche dal contenuto di sostanza organica) sono assai complesse, ma possono essere semplificate e sintetizzate nei seguenti parametri, determinabili attraverso analisi di laboratorio in tempi accettabili:

- *contenuto di biomassa microbica*: quantitativa e, più difficile da definire, qualitativa;
- *attività della biomassa microbica*: respirazione.

3.5.3. L'acqua e le piante

Un fattore fondamentale per la vita delle piante, direttamente collegato al terreno, è l'acqua. I tessuti vegetali presentano mediamente un contenuto di acqua pari a circa l'80-95% e per la produzione di un grammo di sostanza organica si consumano in media 500 g di acqua.

L'acqua svolge per le piante le seguenti *principali funzioni*:

- nella fotosintesi reagisce con l'anidride carbonica per la formazione di idrati di carbonio;
- è reagente fondamentale in tutte le reazioni idrolitiche che avvengono nelle cellule vegetali;
- funge da veicolo di assorbimento e trasporto degli elementi minerali indispensabili per la vita delle piante;
- ha una funzione d'idratazione dei tessuti vegetali e di costituente della sostanza organica, per cui circa l'1% del totale dell'acqua assorbita resta nelle cellule;
- raffredda i tessuti, circa il 99% dell'acqua traspirata svolge funzione di termoregolazione.



**Pagine non disponibili
in anteprima**





Figura 3.28 - Camera della pioggia (Fondazione Minoprio)

tetizzare e stimare che, in condizioni di eventi piovosi estremi, ogni cm di substrato è in grado di ridurre il valore di questo coefficiente di circa 0,02 unità. I test in camera della pioggia effettuati presso Fondazione Minoprio stanno inoltre evidenziando un aspetto interessante in relazione alla massima capacità di ritenzione idrica: i primi dati starebbero ad indicare che a seguito di eventi piovosi significativi, con il sistema di copertura ormai saturo (acqua di deflusso = acqua in afflusso), il livello di umidità del substrato di coltivazione, dopo drenaggio di acqua in eccesso, difficilmente raggiunge quello ottenuto in laboratorio, attestandosi invece a corrispondenti valori compresi fra pF 1e pF 2; questo starebbe a indicare come il dato di massima ritenzione idrica determinato in condizioni di laboratorio (pF 0,7) sia difficilmente raggiungibile in condizioni reali di campo, meglio rappresentate invece nei test in camera della pioggia. Per concludere, si ricorda che l'utilizzo di un substrato a norma UNI non è di per sé garanzia di successo nella realizzazione di una copertura a verde; due substrati entrambi rispettosi delle indicazioni della norma possono fornire prestazioni completamente differenti: la scelta, come già detto, dipende da molteplici fattori, ambiente climatico e specie vegetali *in primis*.

3.6. INDICAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DEI DETTAGLI TECNICI

Di seguito sono fornite sintetiche indicazioni per una corretta progettazione dei dettagli tecnici di una copertura a verde.

Box 3.2

“La progettazione delle stratigrafie a verde pensile non si esaurisce solo nella definizione delle stratificazioni e nello studio della vegetazione ma trova, anzi, un aspetto fondamentale nello studio e nella cura dei dettagli tecnici e nell’applicazione quindi degli accessori opportuni.

Il giardino pensile estensivo è da considerare una copertura, e come tale, deve essere progettata in tutti i suoi dettagli al fine di fornire in via prioritaria, adeguate prestazioni di gestione e drenaggio delle acque meteoriche, senza trascurare ovviamente gli aspetti legati alla corretta progettazione ed esecuzione di un’impermeabilizzazione adeguata a garantire protezione all’acqua e alle radici. [...]

Per raggiungere questo scopo occorre progettare con cura tutti i nodi tecnici e applicare in modo opportuno le soluzioni necessarie, utilizzando i sistemi e accessori specificatamente prodotti a questo fine.

In assenza o mancanza di un’attenta progettazione dei nodi d’interfaccia del verde pensile con gli elementi tecnici presenti in copertura si corre il rischio di andare incontro a seri problemi che possono compromettere la buona riuscita del lavoro oltre, naturalmente, a causare eventuali danni, primo fra tutti: insufficiente capacità drenante, ma non di meno infiltrazione, intasamento degli scarichi o danneggiamento dell’impermeabilizzazione.

Per evitare risoluzioni improvvisate dei nodi tecnici direttamente in cantiere e per evitare pericolosi fai da te soprattutto quando si deve garantire al cliente finale un lavoro eseguito a regola d’arte, il progettista dovrà fornire un dettaglio esecutivo chiaro che non lasci spazio alla libera interpretazione” (arch. M.E. La Rosa in Abram, 2011, p. 118).

In una copertura a verde il supporto di base può essere formato da massetto in calcestruzzo gettato in opera o in elementi prefabbricati, in legno oppure in lamiera grecata. Esso dovrà presentarsi liscio, asciutto, pulito, con angoli a spigoli regolari e pendenze minime > 1% già realizzate verso gli scarichi. Il numero e la portata degli scarichi in copertura saranno verificati analiticamente, ma come indicazione di riferimento si può affermare che essi dovranno avere un diametro di ca. 80-100 mm ed essere in numero di almeno uno circa ogni 100 m². Si tratta di un’indicazione generica e cautelativa.

3.6.1. La tecnica costruttiva del drenaggio continuo

L’uso dei pannelli preformati per la realizzazione dello strato drenante ha consentito di introdurre una nuova filosofia costruttiva denominata del “*drenaggio continuo*”.

Il piano di posa della copertura viene considerato come un’unica superficie impermeabilizzata sulla quale è realizzata una camera drenante continua priva d’interruzioni e costituita dallo strato drenante.

Sopra questa camera continua drenante è possibile posare tutti i componenti della copertura a verde: zone a verde pensile, superfici pavimentate pedonali oppure pavimentate carrabili, fondazioni e plinti di supporto per arredo ecc.

Lo smaltimento delle acque meteoriche risulta quindi indipendente dalle scelte di finitura superficiale.

La progettazione secondo il principio del drenaggio continuo consente di ottenere molti vantaggi:

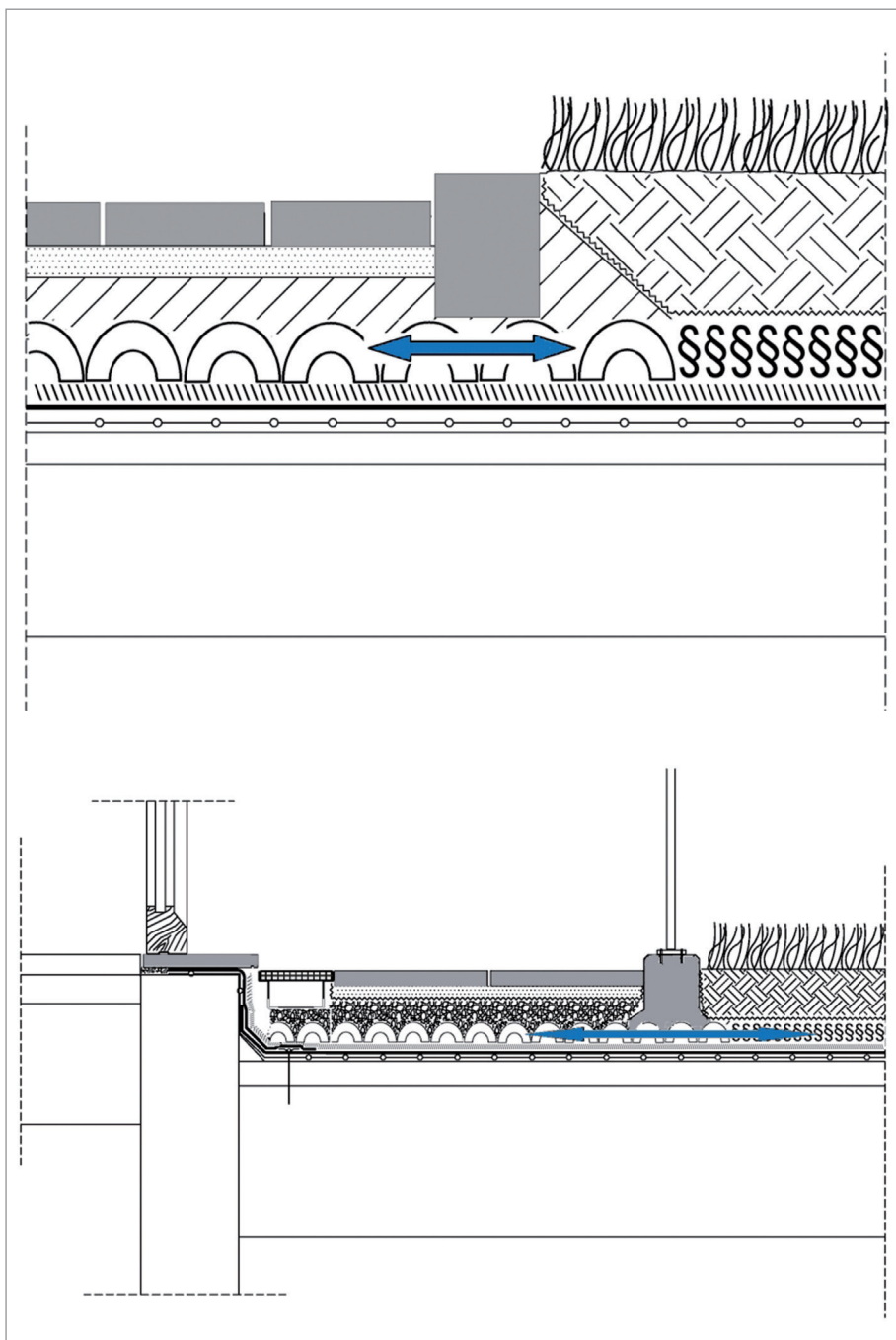


Figure 3.29-3.30 - Due esempi di drenaggio continuo realizzati tra superfici a destinazione diversa



**Pagine non disponibili
in anteprima**



LA PROGETTAZIONE DELLO STRATO VEGETATIVO

Il presupposto principale per la progettazione del verde è la valutazione delle caratteristiche strutturali, statiche e tecniche della copertura. Quanto prima si riuscirà a integrare in modo organico la progettazione dell'inverdimento nel progetto complessivo dell'edificio, tanto maggiori saranno, per il tetto verde, le chance di poter contare su un coerente futuro di efficienza.

In ogni caso è necessario formulare gli obiettivi che s'intendono raggiungere con l'inverdimento della copertura.

Questi traguardi possono poi essere adeguati, nel corso del processo progettuale, in funzione dell'analisi delle condizioni stazionali.

Obiettivi per la scelta della vegetazione potrebbero essere, per esempio: prestazioni estetiche (visibilità da punti di osservazione posti più in alto), regimazione delle acque meteoriche, qualità ambientale oppure adeguamento a direttive o normative (indice di desigillazione, compensazione ambientale). Un passaggio importante, nella progettazione, è la definizione della destinazione pedonale, carrabile o mista della copertura.

4.1. DIFFERENZE TRA IL TETTO E IL GIARDINO A TERRA

Le coperture a verde sono stazioni caratterizzate da condizioni microclimatiche più difficili rispetto alle superfici a verde al suolo. Nella maggioranza dei casi esse sono collocate su coperture in quota e/o esposte con maggiore presenza di vento, maggiore essiccamento a causa della più elevata evapotraspirazione, maggiori estremi termici e oscillazioni di temperatura giornalieri e annuali, più elevate temperature del terreno (Köhler, 1993, p. 247) e risalita capillare carente. L'umidità dell'aria è più bassa e si forma minore condensa.

Box 4.1

Condizioni stazionali da tenere in considerazione nella scelta della vegetazione su copertura:

- statica;
- fruizione;
- stratificazione;
- caratteristiche dei substrati;
- macro-clima;
- micro-clima in copertura
 - ombreggiamento;
 - vento;
 - esposizione;
 - estremi termici;
 - variazioni di esposizione alla pioggia.

Il fattore limitante per la crescita delle piante è, spesso, la quantità d'acqua disponibile nel substrato che è in correlazione con il suo spessore e la capacità di accumulo idrico.

Box 4.2

Sul tetto:

- nessuna connessione con gli strati profondi;
- nessuna risalita capillare;
- maggiore concorrenza radicale;
- rischi di essiccamento/infradiciamento;
- pericolo di ristagno idrico;
- maggiori sbalzi termici;
- maggiore esposizione al vento.

Di conseguenza:

- maggiore evapotraspirazione;
- maggiore esposizione al freddo;
- perdita di CO₂;
- minore umidità atmosferica;
- ridotta formazione di condensa.

Le coperture esposte possono mostrare valori di evapotraspirazione (Köhler, 1993, p. 284) fino al 30% maggiori rispetto a coperture protette dall'azione del vento. Lo spazio di radicazione è costruito artificialmente, impermeabilizzato al di sotto, presenta capacità di accumulo idrico ridotta, senza la possibilità di alimentazione idrica da strati profondi. Nello spazio di radicazione circoscritto gli apparati radicali delle piante sono soggetti a forte concorrenza e anche le riserve di elementi nutritivi sono limitate.

Il terreno gela in inverno più velocemente e si riscalda di più in estate. Con la pioggia i pori si saturano d'acqua o si asciugano, nei giorni soleggiati, più rapidamente. Il ciclo degli elementi nutritivi è interrotto, le specie che colonizzano il substrato sopravvivono raramente ai mesi invernali o ai periodi siccitosi e la stazione deve essere continuamente ricolonizzata, ma, nonostante tutto, possiamo trovare tipologie di vegetazione che siano in grado di adattarsi a queste condizioni difficili.

Inverdire queste superfici porta buoni risultati, perché esse possono assumere qualità in quanto strumento di compensazione ecologica nei nostri insediamenti, essendo altrimenti molto spesso inutilizzate. Diverse ricerche hanno dimostrato che sui tetti possono trovare adeguate condizioni di vita soprattutto api selvatiche, *carabidae*, cavallette (Brenneisen, 2014) e farfalle.

Adattamenti fisiologici delle piante rendono possibile ad alcune specie di far fronte alle condizioni difficili sulle coperture: esse rimangono più piccole (ad es. *Senecio vulgaris*, con meno di 3 cm di altezza su inverdimento estensivo in confronto con gli oltre 100 cm in stazioni a terra) oppure riducono le dimensioni delle superfici fogliari per diminuire la traspirazione.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



LA MANUTENZIONE DELLE COPERTURE A VERDE

5.1. MANUTENZIONE DI AVVIAMENTO PER IL COLLAUDO ⁽¹⁾

È consuetudine affermare che gli inverdimenti estensivi non avrebbero bisogno di alcuna manutenzione, ma questo non è assolutamente vero! Tutte le superfici a verde hanno bisogno di cura, specialmente se si sviluppano sopra a coperture impermeabilizzate!

Una copertura a verde è viva, si evolve quando le condizioni sono buone e può anche modificarsi. La manutenzione è necessaria anche per una copertura a verde estensivo, poiché si tratta di una superficie vegetata creata artificialmente e in condizioni stagionali difficili, se non estreme.

Quanto più si accetterà la naturale successione dei mutamenti, tanto meno impegno richiederà la cura. Quanto più si vorrà che una certa immagine di verde resti invariata nel tempo, tanto più tempo e risorse occorrerà investire. Gli interventi di manutenzione sono sempre connessi allo scopo dell'inverdimento, alla sua fruizione, all'andamento climatico e allo sviluppo della vegetazione.

Per la concimazione degli intensivi sono efficaci concimi minerali a lunga cessione oppure organici, negli estensivi le somministrazioni di concime a lungo termine non sono opportune.

Box 5.1

Checklist delle possibili manutenzioni e verifiche su coperture a verde:

- verifica dello spessore del substrato ed eventuale ripristino;
- irrigazione;
- spargimento di concime (per l'intensivo);
- sostituzione di piante morte;
- ricollocamento di piante eventualmente scalzate dal gelo;
- ripristino della pacciamatura;
- allontanamento di vegetazione indesiderata;
- riempimento con substrato delle fughe tra stuoie precoltivate;
- potatura (di formazione oppure per la fioritura);
- rasatura di tappeti erbosi;
- trattamenti fitosanitari;
- pulizia dei dettagli e accessori tecnici dalla vegetazione (pozzetti, strisce di ghiaia);
- pulizia dei percorsi da foglie e altri residui vegetali;
- pulizia e controllo degli scarichi;
- verifica dell'impermeabilizzazione;
- verifica degli ancoraggi;
- misure per la protezione invernale.

⁽¹⁾ Nella norma UNI 11235:2015 il termine "collaudo" è sostituito da "controllo".

Fondamentalmente si possono riconoscere tre forme di manutenzione che si distinguono per l'impegno richiesto: manutenzione per il collaudo, di avviamento a regime e ordinaria.

Conclusa la manutenzione di avviamento per il collaudo ha luogo la presa in carico della vegetazione da parte del committente. La manutenzione di avviamento per il collaudo inizia senza soluzione di continuità dopo la posa della vegetazione e ha come scopo di raggiungere una condizione tale da permettere, con la successiva manutenzione di avviamento a regime, un sicuro sviluppo della superficie a verde.

La manutenzione di avviamento a regime segue alla presa in carico e il suo scopo è di raggiungere uno stato di completa funzionalità della vegetazione. Con la manutenzione ordinaria viene mantenuta la funzionalità del sistema nel tempo. La manutenzione di avviamento per il controllo comprende tutti gli interventi di manutenzione che garantiscono lo sviluppo della vegetazione appena posata. Se una pianta si è sviluppata, lo si riconosce dalla sua crescita, dalla vitalità oppure dal grado di copertura a cui è pervenuta. Una volta raggiunta una condizione atta al collaudo è anche possibile, per il committente, incaricare una ditta specializzata di effettuare la manutenzione.

Per ogni tipologia di vegetazione la condizione atta al collaudo è definita in mo-

Tabella 5.1 - Collaudo di un inverdimento pensile secondo UNI 11235:2015

<i>Inverdimento intensivo</i>	<i>Condizione richiesta per la vegetazione</i>
Tappezzanti in zolla o vaso	Copertura: minimo 90% della superficie di progetto; Attecchimento: le piante devono essere ben radicate nello strato colturale e presentare sviluppo e vitalità adeguata allo stato vegetativo; Infestanti: massimo 7% della superficie di progetto.
Tappeti erbosi seminati e in rotoli	Copertura: minimo 95% della superficie di progetto; Attecchimento: la vegetazione deve presentarsi vigorosa senza fallanze o macchie di colore che evidenzino cattivo attecchimento, stress o malattie.
<i>Inverdimento estensivo</i>	<i>Condizione richiesta per la vegetazione</i>
Erbacee perenni e specie di <i>Sedum</i> in contenitore	Copertura: almeno il 60% della superficie di progetto con almeno il 75% delle specie previste. Massimo 7% della superficie con infestanti.
Stuoie precoltivate	Copertura: 90% della superficie di progetto

[Fonte: tratto dalla norma UNI 11235:2015]