Ecoroof Garden

Speciale tecnico

UNI 11235- All'ombra……di un tetto verde

Le regole di progettazione dei "Tetti Verdi", che finora erano state lasciate alle singole aziende, sono state ora discusse, confrontate, raccolte e messe "nero su bianco" in un'unica norma nazionale: la **UNI 11235,** che definisce appunto le regole di progettazione, esecuzione, manutenzione e controllo di coperture a verde, con elemento di tenuta realizzato con membrane bituminose, in poliolefine o in polivinilcloruro, in funzione delle particolari situazioni di destinazione d'uso, di contesto climatico e di contesto edilizio.

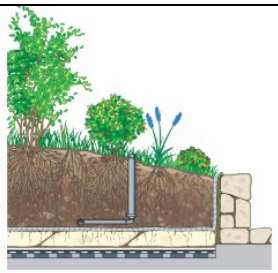
A livello internazionale esistono già delle linee guida su questo argomento che però, pur costituendo un'utile base di riferimento, non sono totalmente applicabili in Italia per differenti situazioni culturali, di contesto climatico, di tecnologie costruttive. Di conseguenza, la nuova UNI 11235, partendo dalla raccolta di linee guida di altre nazioni e di esperienze italiane, in coerenza con la normativa europea esistente, intende mettere a disposizione di tutti gli operatori del settore (progettisti, direttori lavori, collaudatori, produttori, applicatori delle opere o manutentori) informazioni oggettive e strutturate.

Quando si parla di tetto verde occorre per prima cosa distinguere tra **due principali tipologie** di inverdimento: quello **estensivo** e quello **intensivo**, che si distinguono per costi di costruzione, oneri di manutenzione e prestazioni globali.

Per **verde estensivo** si intende un sistema che utilizza specie vegetali in grado di adattarsi e svilupparsi nelle condizioni ambientali in cui sono poste, che richiede spessori di substarto di coltivazione limitati e minimi interventi di manutenzione; mentre per **verde intensivo** si intende un sistema che richiede maggiori cure rispetto al precedente e l'ausilio di una manutenzione di maggiore intensità, in funzione delle associazioni di specie vegetali.

Verde estensivo (Perligarden)

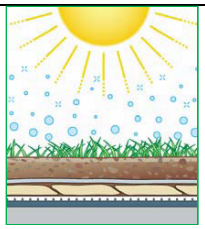
Peso complessivo a saturazione:	80 - 150 kg/m²
Spessore medio stratigrafia:	10 - 15 cm
Accumulo idrico:	40 - 60 litri/m²
Alimentazione:	prevalentemente per precipitazioni naturali. In clima mediterraneo per sopperire alle carenze stagionali è opportuno prevedere un impianto di irrigazione di soccorso di tipo automatico o semiautomatico
Manutenzione e cura:	sistema a bassa manutenzione



Verde intensivo (Perligarden)

Peso complessivo a saturazione:	180 - 380 kg/m²
Spessore medio stratigrafia:	20 - 40 cm
Accumulo idrico:	80 - 150 litri/m²
Alimentazione:	si richiedono specifici impianti a goccia o pioggia o sub-irrigazione per il mantenimento minimo della vegetazione
Manutenzione e cura:	sistema ad alta manutenzione

Quando si sceglie di utilizzare una copertura a verde bisogna avere chiari gli obiettivi che ci si pone….in sostanza che utilizzo intendiamo farne. Gli obiettivi possono essere molteplici: ad esempio se si vuole realizzare uno spazio dedicato allo **svolgimento di un'attività all'aperto** bisognerà valutare correttamente l'usura dello strato di vegetazione, i carichi che dovrà sopportare e il grado conseguente di manutenzione necessaria. In altri casi si può realizzare un **elemento solamente estetico** che abbia valenza puramente paesaggistica. E ancora: se si richiede ad esempio una variazione delle prestazioni ambientali interne dell'edificio bisognerà dare molta importanza al progetto prestazionale della copertura, in particolar modo per quanto riguarda quello termico ed acustico. Un ulteriore obiettivo potrebbe essere quello delle variazioni delle condizioni di contesto ambientale esterno all'edificio. **Si tratta in sostanza della capacità della copertura a verde di assorbire polveri, di costituire un eventuale elemento di assorbimento acustico e di regimazione idrica e di mitigazione della temperatura.**

			
isolamento termico	**isolamento acustico**	**filtrazione polveri**	**benessere climatico**

La norma sottolinea anche la necessità di effettuare un'**analisi dal punto di vista climatico e territoriale** in modo da identificare le variabili che possono influenzare, in particolare, la tipologia della vegetazione. Le specie vegetali risentono infatti in maniera sensibile del contesto climatico. La loro scelta deve quindi tenere conto delle caratteristiche del sito, come per esempio: la temperatura media giornaliera dell'aria, l'escursione termica giornaliera e annua, l'umidità, le precipitazioni, il vento, la cui conoscenza è necessaria per una corretta progettazione.

REGIONI	PIOVOSITA' ANNUA	TEMPERATURE
Alpina (viola)	>1200 mm	Media: 6 - 15°C Estreme: da - 25 a + 38°C
Padana (verde)	600 - 1000 mm	Media: 12°C con escursione media annua di 18 - 20°C La temperatura media giornaliera dei mesi più caldi è di circa 20°C, in quelli freddi oscilla tra -1 e +1°C Le minime assolute possono scendere sotto i -15°C
Ligure (arancione)	1000 mm	Media: 14 - 16°C, raramente scende sotto 0°C
Peninsulare interna (giallo)	1100 mm	Media: 13°C, con escursione media annua di 18 - 19°C Media delle minime assolute intorno ai 10 °C
Peninsulare adriatica (blu)	600 - 700 mm	Media: 13 - 14°C con escursioni medie attorno ai 20°C
Peninsulare tirrenica (rosso)	600 - 1000 mm	Media: 15 -16°C con escursioni medie attorno ai 20°C
Peninsulare ionica (celeste)	500 mm in Basilicata e Puglia 600 - 900 mm in Calabria	Media annua leggermente superiore quelle della regione climatica precedente
Insulare (celeste rigato)	550 - 600 mm annui con zone inferiori a 500 mm	Media 15 - 17°C, con escursione media annua di circa 15°C

In questi ultimi anni si nota la tendenza verso una maggior concentrazione delle precipitazioni.
E' comunque consigliabile una verifica dell'andamento pluviometrico locale.

E' evidente che, più ci si discosta dalle condizioni ottimali di crescita di una specie vegetale, più sarà necessario apportare energia al sistema sia in fase costruttiva sia in fase manutentiva.
Dovranno inoltre essere valutate altre condizioni particolari come, ad esempio, l'esposizione solare, i venti prevalenti, i carichi di neve, le emissioni di aria o di fumi da impianti tecnici, l'eventuale esposizione alla salsedine o l'inquinamento da polveri.

La norma **UNI 11235** fornisce poi le specifiche e i criteri di calcolo per la progettazione riguardanti la composizione di tutti gli elementi o strati primari (portante, di tenuta, di protezione dall'azione delle radici, drenanti, filtranti, di accumulo idrico, strati colturali e di vegetazione ecc.), e di quelli secondari (strato di barriera al vapore, strato termoisolante, strato di pendenza, di protezione, di zavorramento, strato antierosione, impianti di irrigazione ecc). Per ogni singolo elemento o strato sono elencati i materiali attualmente e prevalentemente utilizzati (fornendo anche le indicazioni sulle più importanti caratteristiche che devono essere valutate in fase di scelta del prodotto) e per ognuno di essi vengono indicati i requisiti e il relativo metodo di prova. (vedi Approccio alla Norma UNI 11235)

Per quanto riguarda lo strato colturale la norma fornisce anche gli spessori minimi da utilizzare in base al **tipo di vegetazione**. Ad esempio per erbacee perenni a piccolo sviluppo sarà sufficiente uno strato colturale di 10 cm, mentre per i tappeti erbosi ce ne vorranno almeno 15. Per quanto riguarda gli arbusti di piccola taglia lo strato colturale sarà come minimo di 20 cm fino ad arrivare a un metro per gli alberi di prima grandezza che – secondo quanto stabilito dalla norma – sono alberi che possono arrivare a 16 metri di altezza.

Tipo di pianta	Profondità di strato in cm							
	08	10	15	20	30	50	80	100
Sedum	■							
Erbe e graminacee		■						
Arbusto			■					
Prato			■					
Boscaglia bassa / arbusto				■				
Boscaglia alta					■			
Alberi cat. III						■		
Alberi cat. II							■	
Alberi cat. I								■

Le coperture a verde vengono classificate secondo diversi parametri: la fruibilità della copertura, la pendenza superficiale, la manutenzione del sistema verde, il controllo delle condizioni ambientali interne, la mitigazione ambientale per il territorio circostante.

Breve Glossario

Albero di I grandezza: albero con altezza a completo sviluppo >16m

Albero di II grandezza: albero con altezza a completo sviluppo >10m <16m

Albero di III grandezza: albero con altezza a completo sviluppo >4m <10m

Albero piccolo: albero con altezza a completo sviluppo <4m

Copertura a verde estensivo: sistema che utilizza specie vegetali in grado di adattarsi e svilupparsi nelle condizioni ambientali in cui sono poste, richiedente minimi interventi di manutenzione. Le specie sono caratterizzate da una elevata capacità di insediamento, mediante efficienza riproduttiva, frugalità, resistenza agli stress idrici e termici, sia invernali che estivi

Copertura a verde intensivo: sistema che utilizza specie vegetali in grado di adattarsi e svilupparsi nelle condizioni ambientali in cui sono poste,pur con il necessario ausilio di una manutenzione di intensità media ed alta, in funzione delle associazioni di specie vegetali.
Strato colturale: strato avente la funzione di sostenere lo sviluppo vegetale di una copertura a verde.

Strato di vegetazione: parte epigea dei vegetali (rami,foglie) che ricoprono la superficie dello strato colturale e parte ipogea dei vegetali (apparati radicali, bulbi, rizomi, tuberi, ecc.), situati all'interno dello strato colturale

Per quanto riguarda la classificazione sulla base del grado di manutenzione del sistema a verde, la norma definisce: **bassa manutenzione** (sistemi estensivi) dove gli interventi si limitano ai controlli degli elementi del sistema, **media** e **alta manutenzione** (sistemi intensivi) dove gli interventi manutentivi oltre a comprendere i controlli degli elementi del sistema e dello strato di vegetazione, già previsti per il sistema estensivo, includono tutte le attività agronomiche necessarie alla corretta gestione delle aree verdi.
Infine, per un corretto funzionamento della copertura nel tempo, è necessario che tutto il processo di esecuzione delle opere sia accuratamente controllato. Ecco perché la nuova norma tecnica fornisce istruzioni a 360°: dall'esecuzione e l'installazione ai collaudi e alla manutenzione.

La norma UNI 11235

Nel Maggio 2007 è stata pubblicata la norma nazionale che disciplina la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione delle coperture a verde in funzione delle diverse destinazioni d'uso, del contesto climatico ed edilizio.
Successivamente sono state apportate modifiche ed integrazioni, sulla base di nuove informazioni recepite.
La nascita della norma è legata alla progressiva crescita di interesse per la trasformazione delle superfici impermeabili in coperture a verde pensile, considerate sempre più un valido strumento per raggiungere obiettivi di compensazione, mitigazione e miglioramento ambientale.

Pur non avendo, come tutte le norme, un valore cogente è comunque un valido strumento che affronta tutte le complesse problematiche legate alla realizzazione di tetti verdi e di giardini pensili.
E' altresì importante evidenziare che questo "Codice di pratica" non è semplicemente una norma di prodotto, bensì di "sistema": non si limita quindi a definire le caratteristiche e le prestazioni dei singoli componenti, ma tiene conto delle reciproche interazioni tra i singoli elementi e strati della copertura, definendo le caratteristiche prestazionali e i relativi metodi di misura di tutto il sistema, inclusa la vegetazione.

La norma è strutturata in 11 parti:

1. **Scopo e campo di applicazione**
2. **Riferimenti normativi**
3. **Termini e definizioni**
4. **Agenti e requisiti**
5. **Istruzioni per la progettazione**
6. **Schemi funzionali e classificazione dei sistemi**
7. **Documentazione di progetto**
8. **Materiali e componenti**
9. **Istruzioni per l'esecuzione e l'installazione**
10. **Collaudi**
11. **Manutenzione**

Scopo di questo "Speciale Tecnico" è di focalizzare i requisiti indicati nella norma per i vari aspetti costruttivi ed agronomici e chiarire come il Sistema ECOROOFgarden risponde alle richieste.

Tralasciando i primi tre punti, per i quali si rimanda alla norma, vogliamo evidenziare quanto espresso al 4° capitolo in merito agli agenti e requisiti:

I maggiori agenti interferenti sul sistema – e – quindi sulla progettazione – vengono identificati in:

- Idrici
- biologici
- chimici
- carichi permanenti e sovraccarichi variabili
- termici, connessi al procedimento costruttivo e/o alla manutenzione
- radiativi

I principali requisiti da richiedere alle stratificazioni del sistema a verde sono:

- capacità agronomica
- capacità drenante
- capacità di areazione dello strato drenante
- capacità di accumulo idrico
- capacità di areazione dello strato colturale
- resistenza agli attacchi biologici

Altri requisiti possono essere richiesti in funzione di particolari contesti costruttivi, climatici, territoriali e di destinazione d'uso.

Al capitolo 6 la norma identifica gli schemi funzionali e fornisce una classificazione delle coperture a verde in base ai seguenti aspetti:

- fruibilità
- pendenza superficiale
- manutenzione del sistema a verde (bassa, media, alta)
- controllo delle condizioni ambientali interne (isolamento acustico, inerzia termica)
- mitigazione ambientale per l'intorno territoriale (contenuto di polveri nell'aria, temperatura, livello sonoro, deflusso delle acque e permeabilità dei suoli)

Questi ultimi aspetti sono particolarmente importanti e utili alle Pubbliche Amministrazioni per le valutazioni quantitative e qualitative degli strumenti urbanistici, in merito a risparmio energetico e impatto ambientale.

1 CARICHI STRUTTURALI

Riferimenti alla norma

Art. 5.5.2 Art.6.1.2.5	Progettazione dell'elemento portante Classificazione delle coperture a verde-Controllo delle condizioni ambientali interne

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

La norma non entra in merito al calcolo degli elementi portanti, in quanto già esistono specifiche normative al riguardo. Viene posto l'accento sul fatto che il carico permanente deve essere determinato in relazione alla massa volumica a completa saturazione di tutte le stratigrafie e degli elementi presenti nei sistemi di coperture a verde.
La struttura portante deve essere dimensionata e verificata per poter sopportare, oltre ai carichi permanenti ed accidentali, anche il carico di acqua necessario per i controlli di tenuta dell'impermeabilizzazione, in fase di collaudo.

Caratteristiche prestazionali del Sistema ECOROOFgarden

Tutti gli elementi del sistema sono stati studiati per garantire le massime prestazioni anche in presenza di basse masse volumiche.

A titolo indicativo vengono riportate nelle seguenti tabelle i pesi medi a saturazione dei sistemi da noi adottati
Gli elementi di drenaggio, isolamento termico e filtrazione non vengono riportati in quanto i pesi sono irrisori.
Materiali utilizzati nel sistema ECOROOFgarden:
DRENAGGIO (Ecodren-Qdrain RF TG) ISOLAMENTO TERMICO (Supergarden-XPS NIII L- Durock C) FILTRAZIONE (Drenalit-Tematex NW)
Ai valori indicati deve essere aggiunto il peso della vegetazione, molto variabile in base alle specie adottate.
Altre tipologie possono essere calcolate rilevando dati necessari dalle specifiche documentazioni tecniche dei prodotti.

SISTEMA PERLIGARDEN

Tipo di copertura verde	IGROPERLITE		AGRITERRAM		Pesi totali
	Spessori	Pesi a m^2	Spessori	Pesi a m^2	Kg/m^2
Estensiva	5 cm	25 kg	8 cm	100 kg	125 kg
Intensiva leggera	8cm	40 kg	12 cm	160 kg	200 kg
Intensiva	10 cm	50 kg	30 cm	270 kg	320 kg

SISTEMA T GREEN ROOF

Tipo di copertura verde	TEMA SOIL ESTENSIVO		TEMA SOIL INTENSIVO		Pesi totali
	Spessori	Pesi a m^2	Spessori	Pesi a m^2	Kg/m^2
Estensiva	12 cm	122 kg			122 kg
Intensiva leggera			19 cm	231 kg	231 kg
Intensiva			24 cm	302 kg	32 kg

2 PENDENZIAMENTO DELLE COPERTURE

Riferimenti alla norma

Art. 5.5.14.2 Art.6.1.2.3	Coperture inclinate Classificazione delle coperture a verde-Pendenza superficiale della copertura

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

Nel caso di coperture inclinate la norma prevede la necessità di adottare i seguenti provvedimenti:

- per inclinazioni comprese fra 15° e 20° è opportuno applicare nello strato colturale geosintetici (geogriglie, geosintetici antierosione oppure elementi in doppia torsione);
- per inclinazioni maggiori di 20° è obbligatorio inserire anche degli elementi trasversali rispetto alla falda (rompi tratta), per suddividere la spinta dovuta agli elementi e strati superiori.

Gli elementi trasversali devono essere provvisti di aperture per il passaggio dell'acqua.

E’ necessario fare attenzione allo scivolamento di ogni singolo strato rispetto alla struttura portante ed agli altri strati.

La conversione fra pendenza in percentuale e inclinazione in gradi è visibile nel prospetto a fianco.

Caratteristiche prestazionali

La conformazione tridimensionale della perlite espansa contenuta nei sacchi Igroperlite e dei componenti dei substrati Agriterram consente di mantenere le stesse prestazioni agronomiche ed idrauliche in qualunque situazione di inclinazione Il Sistema Perliroof, seguendo le accortezze del caso specificate anche nella norma (reti di rinforzo e di raffreddamento o geocelle nel substrato, oppure gabbioni metallici di contenimento), è stato realizzato con successo anche con inclinazioni superiori al 100%.

Conversione pendenze/inclinazione

Pendenza %	Inclinazione °	Pendenza %	Inclinazione °
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°	100,0%

Sono realizzabili soluzioni con pendenza nulla e sono possibili interventi anche in presenza di lievi contropendenze.
In tali casi dovranno essere adeguatamente analizzati lo spessore e la tipologia dell’Igroperlite.
Sono attualmente disponibili soluzioni anche per inverdimenti verticali

3 TERMO-ISOLAMENTO

Riferimenti alla norma

Punto 5.5.3	Progettazione dello strato termo-isolante
Punto 8.2	Strato termo-isolante

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

La progettazione dello strato termoisolante non è trattata nella norma in quanto esistono già specifiche normative in merito. Viene evidenziata la necessità di individuare in maniera corretta il carico permanente dovuto alla copertura a verde, agente sullo strato termoisolante. Quest’ultimo dovrà presentare un’adeguata resistenza alla compressione. In caso di riduzione di spessore si dovrà valutare la conseguente diminuzione della resistenza termica.

Viene anche ipotizzata la possibilità, se lo spessore dello strato colturale è maggiore o uguale a 15 cm, di non considerare nel dimensionamento dell’isolante termico la temperatura dell’ambiente esterno, ma di valutare il comportamento inerziale complessivo in funzione della massa degli strati colturali presenti. In questo modo si possono ridurre gli spessori di materiali isolanti necessari. Se lo spessore fosse inferiore devono essere considerate le temperature di progetto proprie del contesto.

Nel caso in cui la copertura sia di tipo rovescio occorre garantire un’idonea permeabilità al vapore tra

lo strato termoisolante e gli elementi della stratificazione a verde.

Caratteristiche prestazionali del Sistema ECOROOFgarden

Le stratificazione del Sistema ECOROOFgarden presentano ottime caratteristiche di termo-isolamento, grazie alla presenza di elementi specificatamente studiati e di strati di accumulo idrico particolarmente efficaci anche per questo aspetto (vedi IGROPERLITE).
Inoltre l'utilizzo dei substrati, realizzati con materiali porosi e intrinsecamente isolanti quali pomici e lapilli, contribuisce ad elevare le prestazioni termoisolanti, soprattutto per quanto riguarda l'inerzia termica.

4 PROTEZIONE MECCANICA

Riferimenti alla norma

Art. 5.5.6	Progettazione dell'elemento di protezione meccanica
Art. 8.5	Elemento di protezione meccanica

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

Il requisito che viene richiesto a tale elemento è la capacità di resistere all'azione di carichi statici o dinamici sia durante la fase di installazione, sia durante la vita utile, al fine di proteggere l'elemento di tenuta: è quindi necessario posizionare l'elemento di protezione meccanica immediatamente dopo la posa dell'elemento di tenuta.

I materiali ed i prodotti identificati nella norma sono:

- georeti, geotessili, geocompositi
- polistirene, con spessore minimo di 3 cm
- calcestruzzo

Per quanto riguarda quest'ultimo sistema, la norma consiglia l'utilizzo di massetti di calcestruzzo in particolari situazioni come, ad esempio, la possibilità di deterioramento meccanico di tenuta durante le fasi di cantiere per urti con attrezzature, opere provvisionali di media e forte intensità.
Per altro esso comporta un elevato carico sulla copertura e non consente una facile riparazione dell'elemento di tenuta, in quanto quest'ultimo non verrebbe raggiunto se non attraverso la demolizione dello stesso massetto.
In caso di presenza di massetto di calcestruzzo è necessario posizionare al di sotto dello stesso uno strato di separazione.
Viene anche evidenziato che i materiali indicati non possono in alcun modo costituire l'elemento di protezione dall'azione delle radici.

Caratteristiche prestazionali del Sistema ECOROOFgarden

Nei sistemi ECOROOFgarden sono previste due tipologie di soluzioni:

- Geocompositi: **Ecodren PD8 – Q Drain RF TG** (vedi sezione voci di capitolato)
- Polistirene: **Supergarden – XPS NIII L** (vedi sezione voci di capitolato)

Il Sistema ECOROOFgarden non richiede l'adozione di ulteriori protezioni delle membrane con conglomerati cementizi, che potranno comunque essere adottati per le motivazioni già evidenziate nella norma.
In tali casi consigliamo la massima attenzione al posizionamento delle armature che spesso sono

causa di danni ai risvolti verticali delle impermeabilizzazioni.
Ricordiamo anche che in caso di necessità di ripristini dell'impermeabilizzazione, la presenza di un massetto di calcestruzzo complica molto le operazioni manutentive.

5 DRENAGGIO

Riferimenti alla norma

Art. 5.5.7	Progettazione dell'elemento drenante
Art. 8.5	Elemento drenante

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

Il requisito generale che viene richiesto a tale elemento è la capacità di drenare le acque di origine meteorica o d'irrigazione. Esso è richiesto sia in parte corrente sia in zone localizzate della copertura dove il carico di acqua è maggiore, come, pere esempio, i bordi perimetrali.
Le tipologie correntemente utilizzate sono:

- aggregati naturali
- elementi prefabbricati

In alcuni casi l'elemento drenante svolge anche la funzione di accumulo idrico: in questo caso deve assolvere anche alle caratteristiche richieste per questa funzione.

Per la scelta dell'elemento drenante idoneo è necessario determinare la portata idraulica Q richiesta allo strato drenante, procedendo come segue:

- data la piovosità massima annua dell'evento **j**, con un periodo di ritorno di almeno 20 anni
  j (mm/h)=h/t

- la portata idraulica specifica (per unità di area) è:
  q (m^3/s m^2)=2,777 * 10^{-7} * j

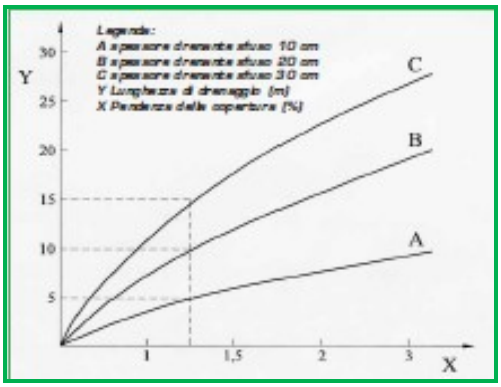
- la portata idraulica per metro lineare di scorrimento è:
  Q (m^3/s)=q cos α *f * L

dove:

h (in mm):	altezza della precipitazione
t (in ore):	durata della precipitazione
α (in gradi):	angolo di inclinazione della copertura
f (coefficiente di infiltrazione):	rapporto fra la quantità di acqua che si infiltra nel substrato colturale e quella totale che investe la copertura con valori fra 0,33 e 0,50
L (in metri):	lunghezza della copertura

Date le caratteristiche di spessore e densità degli strati sovrastanti si determina il carico verticale σ_v applicato sullo strato drenante.

Progettazione dell'elemento drenante di aggregati granulari naturali o sintetici



Per elementi costituiti da granulari, i requisiti che devono essere richiesti sono i seguenti:

- permeabilità
- resistenza al gelo
- pH
- conducibilità elettrica

La definizione dello spessore, in assenza di dati sperimentali, avviene utilizzando il diagramma in figura, in funzione della lunghezza di drenaggio e della pendenza della falda della copertura. Su superfici piane lo spessore del materiale drenante di aggregato naturale, integrato con rete di tubi o barre drenanti, deve essere di almeno 12 cm nel punto di massima pendenza. Possono essere ammessi spessori minori in casi particolari, adottando sistemi drenanti aggiuntivi, con dimostrazione analitica. In qualunque caso la granulometria deve essere determinata in funzione dello spessore dello strato drenante con la frazione granulometrica $\phi<0{,}063$ mm mai maggiore del 7% in massa.

Principi di progettazione dell'elemento drenante in elementi prefabbricati

La scelta deve cadere sull'elemento che soggetto al carico σ_v e per il gradiente "i", garantisce una portata idraulica maggiore o uguale a Q.

Per la scelta dell'elemento drenante è necessario, inoltre, determinare:

- capacità drenante sotto i carichi d'esercizio
- effetto punzone: la conformazione del pannello deve essere tale da evitare concentrazioni di carichi punzonanti sullo strato sottostante.

Devono essere verificati gli effetti provocati da carichi concentrati dell'elemento drenante (per esempio per sua conformazione geometrica) sugli elementi sottostanti, al fine di evitare il loro punzona mento o la loro deformazione.

I materiali ed i prodotti identificati nella norma sono:

- **aggregati granulari** le cui caratteristiche da valutare ai fini della corretta funzionalità sono i seguenti:
  - ✓ permeabilità
  - ✓ resistenza al gelo
  - ✓ resistenza a compressione dello strato aggregato
  - ✓ valori di pH
  - ✓ conducibilità elettrica

- **prefabbricati,** costituiti da pannelli, materassini, lastre e simili, le cui caratteristiche ai fini della corretta funzionalità sono i seguenti:
  - ✓ capacità drenante sotto i carichi di esercizio
  - ✓ comportamento sotto carico nel tempo (creep di compressione)

  (Le modalità di campionamento devono essere concordate tra le parti interessate).

- **materiali geosintetici:** geosintetici omogenei, geosintetici compositi, geostuoie, georeti, ecc, costituiti da elementi omogenei o da elementi compositi.
  Le caratteristiche tipiche dei geosintetici che costituiscono l'elemento drenante sono indicate nel prospetto seguente.

Caratteristiche degli elementi drenanti geosintetici

CARATTERISTICA	Normativa di riferimento	Unità di misura	Valori di riferimento
Resistenza a trazione longitud.	EN ISO 10319	kN/m	> 10
Deformazione a 20 kN	EN ISO 9863	%	≤ 40
Capacità drenante long. a 20kPa (i=1) $q_{20/1}$	EN ISO 12958	l/mxs(*)	> 1 (*)
Capacità drenante long. a 20kPa (i=0,01) $q_{20/1}$	EN ISO 12958	l/mxs(*)	$> 1 * 10^{-1}$ (**)
Resistenza agli agenti microbiologici	UNI EN 12225		

Note:
(*) : L'unità di misura riportata nella norma Ed.Maggio 2007 è errata
Nella tabella sono riportati le unità di misura corretta indicata nelle revisioni successive.

(**) : I valori indicati sono quelli riportati nelle revisioni.

i : gradiente idraulico
Pendenza del pelo libero dell'acqua, che nel caso di moto uniforme coincide con la pendenza del sistema drenante.
i = 1 equivale alla condizione di geosintetico in opera in verticale;
i = 0,01 equivale ad una pendenza dell'1%.
Tabella conversione:
1 kPa = 1 kN/m^2
1 kN/m^2 = 10.000 kg/m^2

6 ACCUMULO IDRICO

Riferimenti alla norma

Art. 5.5.8	Progettazione dell'elemento di accumulo idrico
Art. 6.1.2.6	Classificazione-Mitigazione ambientale per l'intorno territoriale
Art. 8.7	Elemento di accumulo idrico

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

La norma indica che il requisito principale richiesto a tale elemento è di accumulare acqua durante le precipitazioni meteoriche o le irrigazioni e cederla successivamente durante i periodi di necessità e precisa che l'acqua presente nei materiali, ma non disponibile per l'assorbimento radicale, non può essere considerata ai fini del calcolo della capacità di accumulo idrico.
La progettazione dell'accumulo idrico non può prescindere dall'andamento climatico del contesto ambientale e dalle specie vegetali previste.

Vengono identificate le tipologie correntemente utilizzate:

1. Aggregati granulari (pozzolana, pomice, lapillo, argilla espansa, perlie espansa, ardesia espansa, laterizi macinati, ecc.), la cui capacità di accumulo è determinata dalle caratteristiche fisiche intrinseche:

- Densità apparente
- Porosità totale
- Determinazione del volume commerciale
- pH
- controllo della citotossicità
- spessore alla pressione di 12Hg/cm^2
- controllo della capacità di ritenzione idrica

2. Elementi prefabbricati preformati, la cui principale caratteristica è il volume d'acqua accumulata.

La quantità di acqua da accumulare non ha limiti superiori né inferiori, ma dipende dalle strategie progettuali.

Caratteristiche prestazionali del Sistema ECOROOGgarden

- **ECOROOFgarden P:** il sistema di accumulo idrico è assicurato tramite aggregato granulare in perlite espansa.
- **ECOROOFgarden T:** il sistema di accumulo idrico viene assicurato tramite elementi prefabbricati preformati.

(vedi tabelle allegate)

7 FILTRAZIONE

Riferimenti alla norma

Art. 5.5.9.3 Art. 8.8.3	Progettazione dell'elemento filtrante di geosintetico Elemento filtrante geosintetico

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

Il requisito richiesto all'elemento filtrante è di evitare il passaggio di particelle fini dello strato colturale verso l'elemento di drenaggio o di accumulo idrico.
Per un buon funzionamento, l'elemento filtrante deve avere una permeabilità almeno 10 volte maggiore di quella dello strato colturale.

La caratteristica principale che deve essere controllata è la permeabilità all'acqua.
Le due tipologie oggi correntemente utilizzate per la realizzazione di tale elemento sono le seguenti:

- aggregati granulari
- geosintetici

Per gli elementi filtranti di aggregato granulare la permeabilità all'acqua deve essere maggiore di 0,3cm/s.

Per gli elementi filtranti di geosintetico la permeabilità dell'acqua perpendicolare al piano con 50 mm di carico deve comunque essere maggiore di ($1*10^{-3}$)m/s, verificata secondo UNI EN ISO 11058.

L'elemento filtrante in geosintetici ai fini della sua corretta funzionalità deve avere le seguenti caratteristiche:

- resistenza al punzona mento statico
- resistenza alla trazione longitudinale
- resistenza alla trazione trasversale
- deformazione al carico di esercizio longitudinale
- deformazione al carico di esercizio trasversale
- apertura caratteristica dei pori O_{90}
- resistenza all'ossidazione
- resistenza agli agenti microbiologici

Caratteristiche prestazionali del Sistema ECOROOGgarden

I prodotti specifici per la filtrazione delle parti fini del substrato colturale, sono dei geosintetici non tessuti ad alta tenacità. I prodotti sono assoggettati a marcatura CE e presentano caratteristiche che corrispondono alla norma.

(vedi tabelle allegate)

8 STRATO COLTURALE

Riferimenti alla norma

Art. 5.5.12	Progettazione dello strato colturale
Art. 8.9	Strato colturale
Art. 9.4	Esecuzione e installazione dello strato colturale

Requisiti indicati nella norma e principi progettuali

Il requisito richiesto nella norma è il controllo della capacità agronomica ovvero l'attitudine di un sistema a favorire e mantenere nel tempo le condizioni agronomiche necessarie al corretto sviluppo della vegetazione.
La scelta della tipologia dello strato e del suo spessore dipendono essenzialmente dalla vegetazione prevista, dalle caratteristiche della copertura, dal contesto climatico e dalle esigenze idriche.

Le caratteristiche principali che vengono richieste a tale strato, ai fini della progettazione e della sua corretta funzionalità, sono le seguenti:

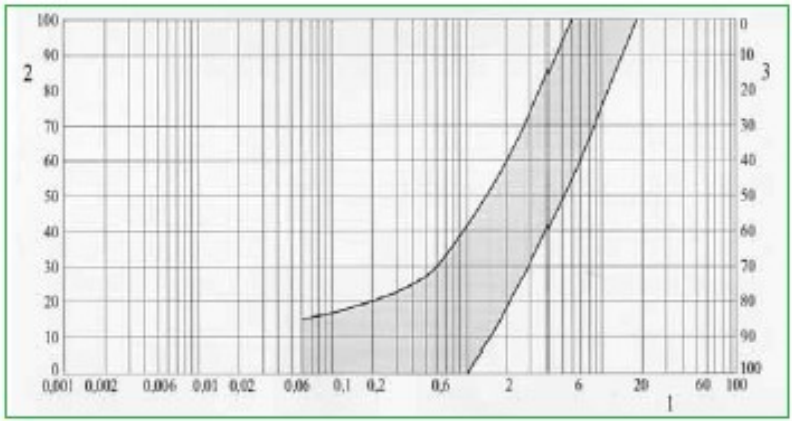
- pH
- conducibilità elettrica
- permeabilità
- capacità di ritenzione idrica
- curva di ritenzione idrica
- fitotossicità

Ulteriori caratterizzazioni, riportate nella sezione inerente ai materiali, sono le seguenti:

- densità apparente
- distribuzione granulometrica, determinabile in base ai fusi nelle figure di seguito riportate
- grado di riduzione del volume alla compressione
- volume commerciale
- permeabilità
- contenuto di macroelementi
- sostanza organica in massa
- capacità di scambio cationico

Lo strato colturale deve inoltre risultare esente da semi, parti di piante, radici o rizomi tali da generare lo sviluppo di vegetazione indesiderata.

Fuso granulometrico per coperture estensive

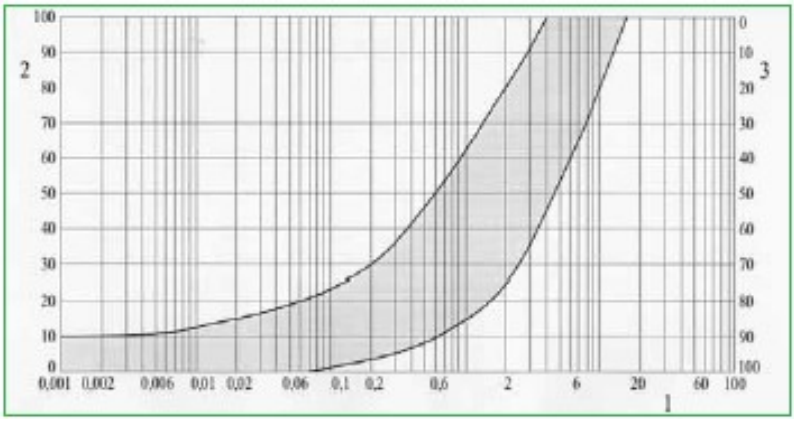


Legenda
1 in ascisse il diametro delle particelle in millimetri

2 in ordinata, a sinistra il passante in percentuale

3 in ordinata, a destra il trattenuto in percentuale

Fuso granulometrico per coperture intensive



Legenda
1 in ascisse il diametro delle particelle in millimetri

2 in ordinata, a sinistra il passante in percentuale

3 in ordinata, a destra il trattenuto in percentuale

La norma indica inoltre:
-che i terreni naturali difficilmente possono soddisfare i requisiti necessari per il corretto funzionamento di una copertura a verde e che, in genere, essi devono essere ammendati e corretti chimicamente; qualora si manifestino inquinamenti da infestanti, prima di effettuare l'inverdimento, sono da eseguire i necessari diserbi, con l'esclusivo impiego di prodotti non residuali:
-che i substrati colturali, costituiti da miscele di vari materiali (componenti minerali ed organici) assolvono specificatamente alle funzioni agronomiche predefinite.

Nel prospetto 1 della norma sono riportati gli spessori minimi dello strato colturale, compreso il coefficiente di compattazione, per le varie tipologie di vegetazione.

Tipo di vegetazione	**Spessore del substrato compattato (cm)**							
	8	**10**	**15**	**20**	**30**	**50**	**80**	**100**
Sedum	■							
Erbacee perenni a piccolo sviluppo		■						
Grandi erbacee perenni, piccoli arbusti tappezzanti			■					
Tappeti erbosi			■					
Arbusti di piccola taglia				■				
Arbusti di grande taglia e piccoli alberi					■			
Alberi di III grandezza						■		
Alberi di II grandezza							■	
Alberi di I grandezza								■

I valori riportati non devono essere considerati come sufficienti a realizzare detta tipologia di copertura e sono da adeguare in base alle situazioni climatiche e all'intensità e alla tipologia di vegetazione.

Caratteristiche prestazionali del Sistema ECOROOGgarden

I substrati utilizzati nei nostri sistemi, sono prodotti industrialmente con materie prime selezionate e costanti e sono assoggettati a controlli di qualità in produzione.

Sono disponibili diverse tipologie di prodotti, destinati alle coperture estensive, intensive leggere e intensive.
In funzione di particolari esigenze (parcheggi ecologici, forti pendenze, ecc.) vengono studiate e prodotte differenti miscele, atte a rispondere ai requisiti richiesti.

L'utilizzo di spessori sovrabbondanti riduce la frequenza dei cicli irrigui, soprattutto nei climi più caldi e aridi.

Come riportato anche nella norma, è buona regolare rispettare alcune prescrizioni:

- collocare la zolla delle specie arbustive o arboree direttamente sullo strato di aggregato granulare
- riempire lo spazio abbondantemente oltre il colletto della pianta
- non superare lo spessore di 15 cm per vegetazioni a prato stabile o naturale
- per l'impianto di vegetazione in vaso, il substrato utilizzato deve essere simile a quello progettato per lo strato colturale della copertura a verde, nel caso in cui i substrati colturali delle piante in contenitore o degli elementi vegetali a rotoli o precoltivati, siano diversi da quelli impiegati per la costituzione dello strato colturale, si deve tenere conto che vi possono essere problemi di attecchimento
- l'inverdimento deve avvenire in strati colturali esenti da infestanti
- nella posa di piante e arbusti, il volume occupato dalla zolla deve essere collocato all'interno degli strati colturali

I substrati del Sistema ECOROOGgarden rispondono alla norma e garantiscono:

- il facile attecchimento e la crescita corretta e costante della vegetazione
- un'accentuata capacità di ritenzione idrica nel tempo ed una diffusività superiore rispetto a quella dei terricci tradizionali
- il corretto equilibrio del rapporto aria/acqua
- un pH controllato
- un corretto bilanciamento tra fertilizzanti organici e chimici
- una corretta permeabilità all'acqua
- un ottimo termo-isolamento, limitando le escursioni termiche (eccessivo caldo e freddo)
- sovraccarichi limitati
- assenza di fito-patologie, in quanto vengono prodotti con materi prime selezionate e esenti da semi infestanti

Bibliografia: -PERLIGARDEN elementi principali – Norme UNI 11235

VERDE ESTENSIVO

Richiede costi di realizzazione ed interventi di manutenzione contenuti, necessitano di un apporto energetico dall'esterno limitato.
Utilizza specie simili alla vegetazione spontanea, con prevalente sviluppo copri-suolo, generalmente erbacee perennanti e crassulacee, contraddistinte da elevata capacità di insediamento e di riproduzione, ottima resistenza allo stress termico e al vento.
Caratterizzato da spessore di substrato colturale limitato, è il sistema ideale per coperture che possono supportare carichi ridotti.
Può essere applicato su coperture piane o inclinate, ed è particolarmente indicato per tetti di edifici industriali o commerciali e coperture di garage. Dal punto di vista economico rappresenta una valida soluzione anche per la copertura di complessi residenziali e di abitazioni monofamiliare.
Non è generalmente una copertura di tipo fruibile, ma con prevalente valenza di mitigazione e compensazione ambientale in contesti fortemente urbanizzati.

Peso complessivo a saturazione:	80-150 kg/m^2
Spessore medio stratigrafia:	10-15 cm
Accumulo idrico:	40-60 litri/m^2
Alimentazione:	prevalentemente per precipitazioni naturali. In clima mediterraneo per sopperire alle carenze stagionali è opportuno prevedere un impianto di irrigazione di soccorso e di tipo automatico o semiautomatico
Manutenzione e cura:	sistema a bassa manutenzione

VERDE INTENSIVO LEGGERO

E’ un sistema realizzabile con costi contenuti e necessita di operazioni di manutenzione piuttosto ridotte effettuando una scelta accurata delle specie vegetali.
Si possono creare coperture a tappetto erboso, macchie ed arbusti tappezzanti fino a cespugli di media altezza; possono venire introdotte anche strutture di arredo e pavimentazione compatibilmente con i carichi supportati dalla copertura.
Le prestazioni tipiche del sistema verde estensivo vengono migliorate rendendo questo sistema ottimale quando siano richiesti stratigrafie di spessore e peso limitati, con una piena fruibilità del giardino.
Validi risultati si possono ottenere nella realizzazione di spazi di grandi dimensioni, aree pubbliche e parchi.

Peso complessivo a saturazione:	120-180 kg/m^2
Spessore medio stratigrafia:	13-20 cm
Accumulo idrico:	50-80 litri/m^2
Alimentazione:	si richiedono specifici impianti a goccia o pioggia o per sub-irrigazione per il mantenimento minimo della vegetazione
Manutenzione e cura:	sistema a media manutenzione

VERDE INTENSIVO

Caratterizzato da specie vegetali con buona capacità di sviluppo nell'ambiente di insediamento, ma che comportano costi sostenuti e interventi di manutenzione frequenti e di intensità medio-alta.
Gli spessori di substrato necessario, dipendenti dalla tipologia di vegetazione impiantata, possono comportare stratigrafie fino a oltre 60 cm. I carichi che ne conseguono, in alcuni casi piuttosto elevati, richiedono una verifica dei requisiti statici dell'edificio.
Oltre alle erbacee possono essere impiantati cespugli, arbusti di media altezza e piccoli alberi simili a quelli utilizzabili nel suolo. In questo contesto è possibile realizzare strutture d'arredo e percorsi sia pedonali che carrabili.
La possibilità di ricreare ambienti del tutto confrontabili ai classici giardinia terra fanno di questo tipo di copertura una struttura pienamente fruibile.
Coperture di questo tipo risultano particolarmente indicate per abitazioni private e per ospedali, case di riposo, strutture turistiche, coperture di garage interrati, zone carrabili e parcheggi, dove siano previsti elevati carichi d'uso e sollecitazioni meccaniche.

Peso complessivo a saturazione:	180-380 kg/m^2
Spessore medio stratigrafia:	20-40 cm
Accumulo idrico:	80-150 litri/m^2
Alimentazione:	si richiedono specifici impianti a goccia o pioggia o per sub-irrigazione per il mantenimento minimo della vegetazione
Manutenzione e cura:	sistema ad alta manutenzione

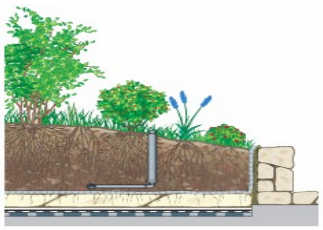
SISTEMA ECOROOFgarden P

Elementi complementari	Descrizione	Note
1 Impianti irrigazione		
	Componenti: ➢ rete idraulica principale ➢ rete di distribuzione ➢ idranti – irrigatori ➢ impianto di fertilizzazione ➢ centraline di controllo elettronico	**E' possibile l'adozione di sistemi di alimentazione:** ➢ dall'alto per aspersione a pioggia ➢ dall'alto a goccia ➢ dal basso per subirrigazione discontinua
2 Strato di vegetazione		
	Tipi vegetazione ➢ tappezzanti ➢ crassulacee ➢ erbacee ➢ arbusti ➢ piante medio busto **Tipi semina** ➢ stuoie precoltiv. ➢ seminaz.diretta ➢ impianto diretto di arbusti, piante erbacee	**Specie progettate in base a:** ➢ clima ed esposizione ➢ spessore del substrato ➢ utilizzo e manutenzion **prevista** **Vegetazione:** ➢ **suddivisa in zone estensive e/o intensive** ➢ **integrata nell'arredo generale con altern. di fioriture durante l'anno** ➢ **con giochi di masse e fiori**
Elementi	**Componenti**	**Prestazioni/Vantaggi**
3 Substrato colturale		
AgriTERRAM GP per coperture intensive **AgriTERRAM TV** per coperture estensive, intensive leggere, e tappeti erbosi **AgriTERRAM TVS e TVP** per coperture estensive, intensive leggere, e tappeti erbosi in rotoli e prati **(ST 23 04)**	➢ **Inerti rocciosi leggeri** ➢ **Perlite espansa** ➢ **Torbe** ➢ **Fibre naturali** ➢ **Cortecce** ➢ **Argille speciali** ➢ **Ammendati** ➢ **Concimi** Spessori medi utilizzati da 8 a 30 cm	➢ **pH neutro** (possono essere effettuate eventuali correzioni, in funzione di specifiche esigenze) ➢ **esenti** da semi ed erbe infestanti ➢ **leggeri e coesivi,** riducono i sovraccarichi in copertura ➢ **mantengono la porosità** anche dopo il naturale compattamento ➢ **permeabili all'acqua** evitano fenomeni di ristagno ➢ **favoriscono l'apporto di ossigeno** agli apparati radicali ➢ **isolanti** proteggono le radici dal gelo e dal caldo eccessivo ➢ **a forte ritenzione idrica** e diffusività, consentono di diradare i cicli di irrigazione ➢ **pre-concimati,** non necessitano di ulteriori fertilizzazioni in fase di impianto
4		**Filtrazione**
DRENALIT F **(ST 73 04)**	➢ geotessile non tessuto in polipropilene calandrato ad alta tenacità. Massa areica: 130 g/m^2	➢ **impedisce** il passaggio delle parti fini del substrato colturale agli strati sottostanti ➢ **evita** possibili intasamenti dello strato di drenaggio
5 Drenaggio e accumulo idrico		
IGROPERLITE **(ST 22 04)**	Perlite espansa **AGRILIT** contenuta in sacchi di geotessile non tessuto calandrato: ➢ tipo 1 : 0-1 mm ➢ tipo 2 : 1-3 mm ➢ tipo 3 : 2-5 mm Spessori 5-8-10-15 cm	➢ **accumula** osmoticamente nei pori della perlite le sostanze nutritive dilavate e l'umidità proveniente dalle irrigazioni ➢ **cede** lentamente al terreno sovrastante l'umidità e le sostanze accumulate per capillarità e evapotraspirazione ➢ **contribuisce** al drenaggio e filtrazione delle acque ➢ **riduce** lo smaltimento nelle fognature di acque e concimi ➢ **evita** la creazione di ristagni ➢ **ha un effetto** termoregolatore ➢ **costituisce** un efficace barriera contro il fuoco

6 Drenaggio e termoisolamento		
SUPERGARDEN Lastre con “piedone” **(ST 74 04)**	Lastre stampate in polistirene espanso sinterizzato ad alta densità. Spessore: 40 mm (+15 mm di intercapedine). Altri spessori a richiesta	➢ **facilitano** il deflusso delle acque e ne evitano il ristagno, limitando i fenomeni di marcescenza degli apparati radicali ➢ **consentono** un rapido smaltimento delle acque meteoriche in eccesso ➢ **espletano** un’importante funzione di protezione meccanica delle membrane ➢ **in alcuni casi contribuiscono** alla protezione antiradice del supporto impermeabilizzato ➢ **chimicamente e biologicamente inerti,** non sviluppano batteri e funghi e non sono aggredibili da microrganismi
7 Drenaggio		
ECODREN **SD5, SD5-2, PD8** **(ST 75 04 e ST 76 04)**	Geomembrane cuspidate tridimensionali Spessori: 4,5 o 8 mm	
Elementi complementari	**Descrizione**	**Note**
8 Elemento di tenuta impermeabile ed antiradice		
GENESY ECO TPO VV **(ST 106 09)** **GENERAL GARDEN FLL** **(ST 887 07)**	Membrana impermeabile in poliolefine modificate TPO Membrana impermeabile in bitume polimero BPP trattato con specifico additivo antiradice	➢ resistenti a radici e microorganismi ➢ di adeguati spessori secondo quando prescritto dalle norme vigenti

Nella tabella soprastante sono elencati i prodotti che costituiscono i tetti verdi e i giardine pensili ECOROOFgarden P e alcuni elementi complementari integrati nel sistema. Di ciascun elemento sono evidenziate le caratteristiche peculiari ed i requisiti richiesti. Dei prodotti sono disponibili le schede tecniche specifiche, i cui riferimenti sono indicati tra parentesi).

sistema PERLIGARDEN COPERTURE A VERDE

Verde estensivo	Verde intensivo leggero	Verde intensivo
		

SISTEMA ECOROOFgarden T

Elementi complementari	Descrizione	Note
1 Impianti irrigazione		
	Componenti: ➢ rete idraulica principale ➢ rete di distribuzione ➢ idranti – irrigatori ➢ impianto di fertilizzazione ➢ centraline di controllo elettronico	**E' possibile l'adozione di sistemi di alimentazione:** ➢ dall'alto per aspersione a pioggia ➢ dall'alto a goccia ➢ dal basso per subirrigazione discontinua
2 Strato di vegetazione		
	Tipi vegetazione ➢ tappezzanti ➢ crassulacee ➢ erbacee ➢ arbusti ➢ piante medio busto **Tipi semina** ➢ stuoie precoltiv. ➢ seminaz.diretta ➢ impianto diretto di arbusti, piante erbacee	**Specie progettate in base a:** ➢ clima ed esposizione ➢ spessore del substrato ➢ utilizzo e manutenzion **prevista** **Vegetazione:** ➢ **suddivisa in zone estensive e/o intensive** ➢ **integrata nell'arredo generale con altern. di fioriture durante l'anno** ➢ **con giochi di masse e fiori**
Elementi	**Componenti**	**Prestazioni/Vantaggi**
3 Substrato colturale		
T SOIL I per coperture intensive **T SOIL E** per coperture estensive, intensive leggere, e tappeti erbosi **(ST)**	➢ **Inerti rocciosi leggeri** ➢ **Perlite espansa** ➢ **Torbe** ➢ **Fibre naturali** ➢ **Cortecce** ➢ **Argille speciali** ➢ **Ammendati** ➢ **Concimi** Spessori medi utilizzati da 8 a 30 cm	➢ **pH neutro** (possono essere effettuate eventuali correzioni, in funzione di specifiche esigenze) ➢ **esenti** da semi ed erbe infestanti ➢ **leggeri e coesivi,** riducono i sovraccarichi in copertura ➢ **mantengono la porosità** anche dopo il naturale compattamento ➢ **permeabili all'acqua** evitano fenomeni di ristagno ➢ **favoriscono l'apporto di ossigeno** agli apparati radicali ➢ **isolanti** proteggono le radici dal gelo e dal caldo eccessivo ➢ **a forte ritenzione idrica** e diffusività, consentono di diradare i cicli di irrigazione ➢ **pre-concimati,** non necessitano di ulteriori fertilizzazioni in fase di impianto
4		**Filtrazione e Separazione**
Q DRAIN ZW 8 125 TE TG **(ST)**	➢ geocomposito ottenuto per estrusione di monofilamenti di polipropilene accoppiati termicamente ad un geotessile non tessuto in polipropilene	➢ **impedisce** il passaggio delle parti fini del substrato colturale agli strati sottostanti ➢ **evita** possibili intasamenti dello strato di drenaggio ➢ **areazione** dell'apparato radicale della vegetazione
5 Drenaggio e accumulo idrico		
MAXISTUD F **(ST 22 04)**	Membrana bugnata forata realizzata con termoformatura di un film in polietilene ad alta densità (HDPE) Spessore 20 mm	➢ **accumula** le sostanze nutritive dilavate e l'umidità proveniente dalle irrigazioni ➢ **cede** lentamente al terreno sovrastante l'umidità e le sostanze accumulate per capillarità e evapotraspirazione ➢ **contribuisce** al drenaggio e filtrazione delle acque ➢ **riduce** lo smaltimento nelle fognature di acque e concimi

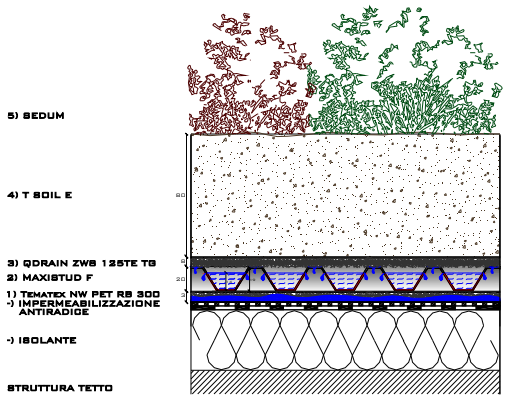
6 Protezione e termoisolamento		
XPS N V - L **DACHROCK** solo per sistema tetto caldo **(ST -)**	Pannello in polistirene espanso estruso monostrato ad alta densità. Pannello in lana di roccia ad alta densità, ad alta resistenza alla compressione. Spessore: disponibili a richiesta secondo norme vigenti	➢ **espletano** un'importante funzione di protezione meccanica delle membrane ➢ **in alcuni casi contribuiscono** alla protezione antiradice del supporto impermeabilizzato ➢ **chimicamente e biologicamente inerti,** non sviluppano batteri e funghi e non sono aggredibili da microrganismi
7 Protezione		
TEMATEX NW PET R B 300 **(ST -)**	Geotessile non tessuto da fibre di poliestere riciclato bianco PET Massa areica: 300 gr/m^2	

Elementi complementari	Descrizione	Note
8 Elemento di tenuta impermeabile ed antiradice		
GENESY ECO TPO VV **(ST 106 09)** **GENERAL GARDEN FLL** **(ST 887 07)**	Membrana impermeabile in poliolefine modificate TPO Membrana impermeabile in bitume polimero BPP trattato con specifico additivo antiradice	➢ resistenti a radici e microorganismi ➢ di adeguati spessori secondo quando prescritto dalle norme vigenti

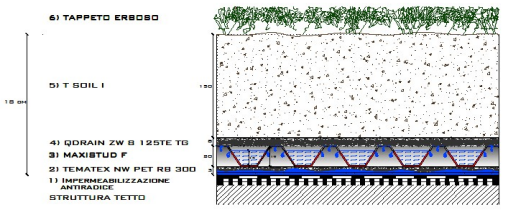
Nella tabella soprastante sono elencati i prodotti che costituiscono i tetti verdi e i giardine pensili ECOROOFgarden T e alcuni elementi complementari integrati nel sistema. Di ciascun elemento sono evidenziate le caratteristiche peculiari ed i requisiti richiesti. Dei prodotti sono disponibili le schede tecniche specifiche, i cui riferimenti sono indicati tra parentesi)

SISTEMA T-Green Roof

Verde estensivo



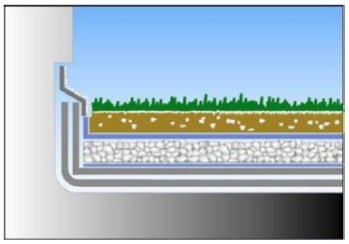
Verde intensivo



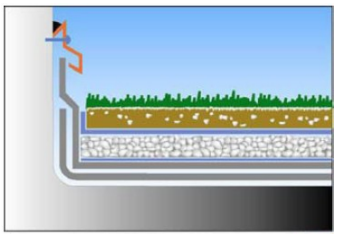
REALIZZAZIONE DEI PARTICOLARI TECNICI

Raccordi tra piano orizzontale

Per evitare tensioni anomale nella membrana, gli angoli tra piano orizzontale e verticale dovranno essere raccordati con profili di metallo o legno a sezione circolare con diametro ϕ=10 cm o triangolare con base di 5 cm, oppure tramite malta cementizia. La testa del manto dovrà essere protetta da infiltrazioni dall'alto.
I sistemi di protezione prevedono la creazione di una sede apposita, ricavata direttamente sulla parete verticale, profonda 4 cm e di altezza superiore ai 20 cm del livello massimo del terreno di coltura.

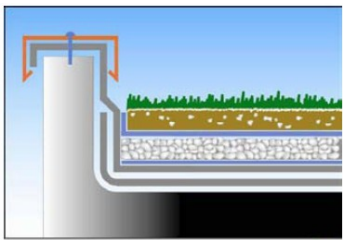


In alternativa esiste l'applicazione di profili metallici conformati a gocciolatoio e fissati puntualmente alla parete verticale.



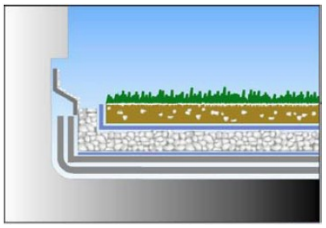
Sui bordi del tetto la membrana può essere risvoltata fino a rivestire interamente la testa del muretto di contenimento, e scendendo per almeno 10 cm sulla parte esterna dello stesso.

La membrana inferiore dovrà almeno salire di 20 cm rispetto al piano orizzontale



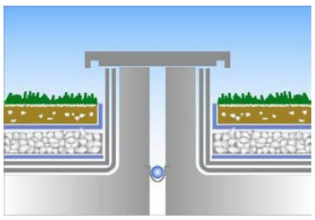
Bordatura sterile in ghiaia

Nei giardini pensili a coltura intensiva, per impedire alle radici di arrivare ai bordi perimetrali dell'impermeabilizzazione, si dovrà predisporre una bordatura sterilein ghiaia di 40-50 cm di larghezza



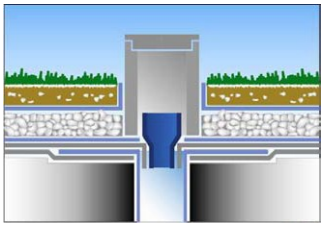
Giunti di dilatazione in rilievo

Questi giunti possono essere trattati elevando due muretti (di almeno 20 cm al di sopra del livello massimo del terreno di coltura), lungo i quali è risvoltata la membrana.



Scarichi pluviali ispezionabili

Nelle terrazze giardino gli scarichi dovranno essere facilmente ispezionabili se protetti all'interno di tombini in muratura messi in opera al di sopra della membrana impermeabile.



PIANTE INTERDETTE IN GIARDINI PENSILI A COLTURA ESTENSIVA

Categoria piante Interdette	Designazione botanica	
Bambou	Arundinaria fragesii	Pleioblastus aleosus
	Fragesia murielae (Arundiana murielae)	Pleioblastus pumilus
	Fragesia nitida (Sinarundunaria nitida)	Pseudosasa japonica
	Phyllostachys, sp	Sinarundinaria fastuosa
Giunchi di Cina	Miscanthus floridus	Miscanthus sinensis
	Miscanthus sacchariflorus	
Graminacee Giganti Aggressive	Arundo donax	Phragmmytes australis
	Carex glauca	Spartina pectinata
	Alymus racemosus	

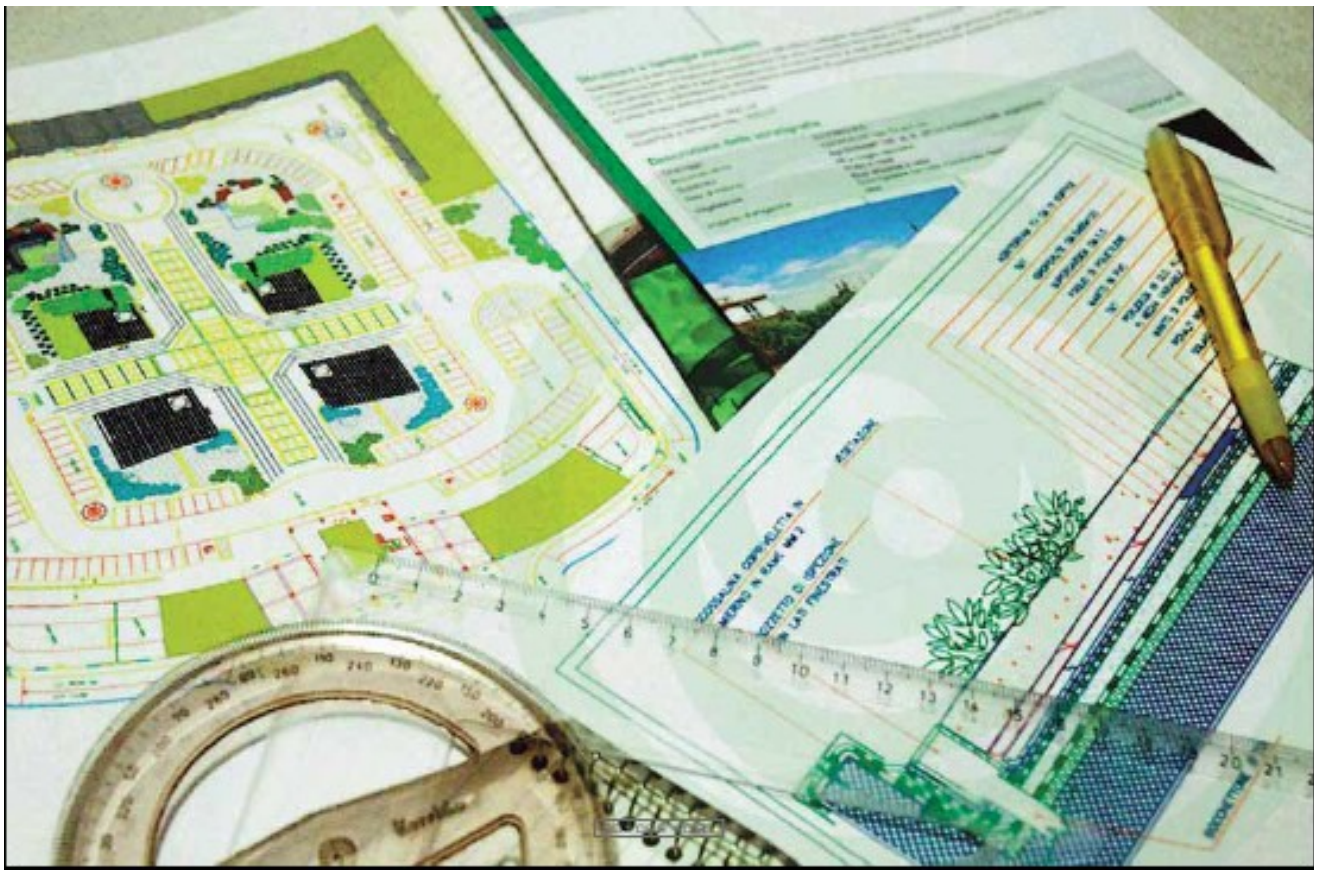
PIANTE SCONSIGLIATE IN GIARDINI PENSILI A COLTURA ESTENSIVA

Categoria piante Sconsigliate	Designazione botanica	
Arbusti	Amélanchier, sp	Sambucus nigra
	Clethra alnifolia	Rhamnus frangula
	Gaultheria shallon	Buddleia davidii
	Hippophae rhamnoides	Polygonum, sp
Alberi	Salix caprea	Populus X
	Salix babylonica	Ailanthus altissima
	Populus alba	Taxodium distichum
	Populus nigra	
Tutti gli Alberi a Grande Sviluppo	Acacia, ippocastano	

PIANTE SCONSIGLIATE IN GIARDINI PENSILI A COLTURA INTENSIVA

Categoria piante Sconsigliate	Designazione botanica	
Bambou	Arundinaria fragesii	Pleioblastus aleosus
	Fragesia murielae (Arundiana murielae)	Pleioblastus pumilus
	Fragesia nitida (Sinarundunaria nitida)	Pseudosasa japonica
	Phyllostachys, sp	Sinarundinaria fastuosa
Giunchi di Cina	Miscanthus floridus	Miscanthus sinensis
	Miscanthus sacchariflorus	
Graminacee Giganti Aggressive	Arundo donax	Phragmmytes australis
	Carex glauca	Spartina pectinata
	Alymus racemosus	

Altre documentazioni disponibili a richiesta:

- Schede tecniche degli elementi che compongono le stratigrafie **ECOROOFgarden**
- Voci di capitolato degli elementi che compongono i sistemi a giardino pensile **ECOROOFgarden**
- Schede di sicurezza dei materiali

GLAUCO PEROTTI – Isolanti termoacustici
Via Monte Amiata, 8 - 63018 Porto Sant'Elpidio (FM) Italy
T +39.0734.900879 F +39.0734.906414
e-mail: info@glaucoperotti.it - www.glaucoperotti.it