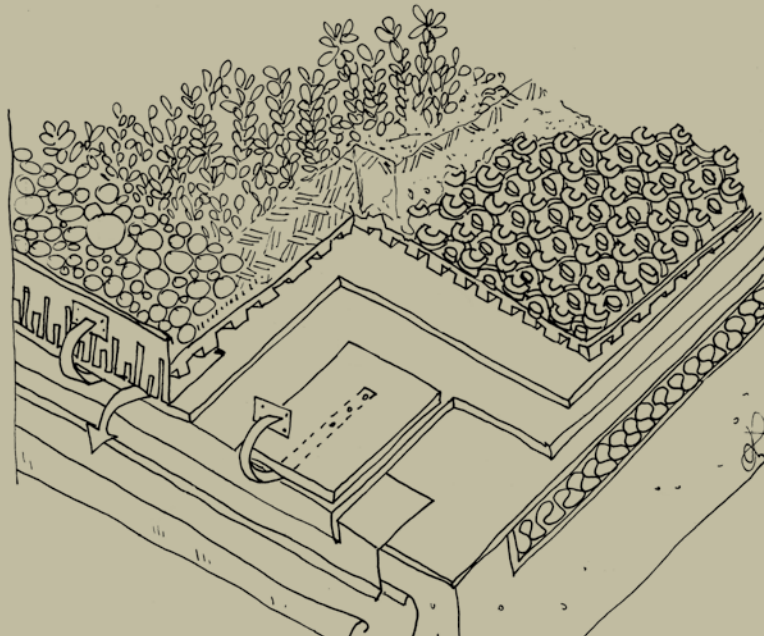




IL TETTO VERDE MEDITERRANEO

disciplina



INDICE

PREMESSA.....	2
PECULIARITÀ DEL VERDE PENSILE TECNOLOGICO.....	4
DRENAGGIO CONTINUO.....	6
GESTIONE ACQUE METEORICHE.....	10
BIODIVERSITÀ.....	14
RISPARMIO IDRICO.....	18
BASSA MANUTENZIONE - DURABILITÀ.....	20
RISPARMIO ENERGETICO.....	22
NORME.....	26
ACCESSORI - DETTAGLI COSTRUTTIVI.....	28
PROFILO DI CONFINAMENTO.....	38
RICERCA.....	40

PREMESSA

Il verde pensile tecnologico

- è costituito da sistemi. I singoli componenti vanno valutati in base all'interazione fra di loro; ogni elemento interagisce con gli altri, per cui è necessario conoscere i meccanismi intrinseci del sistema in termini meccanici, idraulici e fisiologici nel tempo
- è caratterizzato da prestazioni misurabili: peso, spessori, quantità d'acqua trattenuta e rallentata, isolamento termico, fabbisogno idrico e di nutrienti, permeabilità, conducibilità idraulica, curve di potenziale idrico, acqua disponibile, punto di appassimento, capacità agronomica ecc.
- in funzione delle prestazioni e degli obiettivi da ottenere, vanno progettati i sistemi specifici: sistemi a bassa manutenzione, per aree fruibili, inclinate, carrabili, pavimentate ecc.

I codici di pratica e le linee guida progettuali

- La norma UNI 11235:2015, "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde".
La norma nella sua recente revisione (settembre 2015) prevede un'ampia parte sulle prestazioni di sistema. La realizzazione di una copertura a verde a norma UNI 11235 garantisce alcuni aspetti fondamentali:
 - possibilità di esprimere le prestazioni della copertura in modo preciso ed univoco
 - conformità alla regola dell'arte
 - strumento utile alla Direzione Lavori per controllare le prestazioni di modo che vengano soddisfatti i requisiti minimi e che siano verificabili.
Una corretta messa a punto del sistema garantisce una vita molto lunga con bassa manutenzione ed elevate prestazioni.
- Le linee guida Ispra (Organo del Ministero dell'ambiente), un quaderno "Verde pensile e valore ecologico" inserito nel filone della biodiversità.



PECULIARITÀ DEL VERDE PENSILE TECNOLOGICO

Harpo verdepensile ha dedicato grande attenzione ad assicurare elevata stabilità dei sistemi proposti per mantenere intatta nel tempo la qualità agronomica.

Evidenziamo le qualità di ogni componente del sistema:

→ feltro ritentore Idromant 4

Contiene fibre speciali ad alta adesione con l'acqua e permette di accumulare una elevata quantità di acqua disponibile nello strato più profondo del sistema. Evidente è l'aumento di prestazione grazie al funzionamento sinergico del pannello di accumulo e drenaggio **MediDrain** e del feltro ritentore **Idromant 4** rispetto ai normali feltri.

→ strato drenante MediDrain MD evacuazione sicura delle acque

Il deflusso delle acque da un tetto verde prevede due moti: infiltrazione verticale nel substrato e drenaggio sub orizzontale verso gli scarichi. La seconda componente risulta la più pericolosa per il funzionamento a lungo termine del verde pensile, risulta difatti molto intensa e può causare erosione del substrato, allagamenti ed infiltrazioni.

Lo strato di drenaggio dovrà allontanare tutta l'acqua intercettata dall'intera superficie. Tale strato deve essere sufficiente a gestire autonomamente anche gli eventi più intensi, impedendo all'acqua di risalire fino al filtro o al terriccio.

→ elemento filtrante MediFilter MF1

Impedisce la perdita della granulometria fine del substrato, pertanto l'apertura dei pori deve avere un limite massimo.

Mantiene una elevata permeabilità all'acqua di infiltrazione, implicando un limite al diametro minimo dei pori.

Harpo ha coordinato le sue caratteristiche per garantire un ottimo trattenimento del materiale e la massima permeabilità nel tempo.

L'elemento filtrante è del tipo termosaldato a bassissima deformabilità.

→ substrato TerraMediterranea

Carichi e spessori ridotti, leggerezza, risparmio e riduzione della manutenzione.

Il peso medio di un substrato a norma in condizioni di massima saturazione è di circa 1400 kg/m³ (il peso in condizioni di umidità naturale oscilla dai 1100 ai 1200 kg/m³), mentre quello di un terreno naturale è di 1800-2000 kg/m³.

Bassi spessori riducono gli scavi in fondazione, le portate dei solai, la movimentazione di materiale ed il tempo di cantierizzazione.

Con i substrati **Harpo** si ottiene una drastica riduzione dei costi di gestione in termini di irrigazione, concimazione, manutenzione, creando al contempo condizioni ottimali per la crescita delle piante.

TerraMediterranea possiede un'ottima struttura conferita dalla componente minerale vulcanica, che permette di aumentare l'accumulo idrico e lo scambio di nutrienti tra la fase minerale e l'acqua, inoltre aumenta l'arieggiamento del terreno. Queste tre caratteristiche sono tra le più importanti per la fertilità.

COSTRUZIONE DI UNA VOCE DI CAPITOLATO SECONDO AGGIORNAMENTO NORMATIVO UNI 11235:2015

Fornitura e posa in opera di sistema a verde pensile [TIPOLOGIA E VEGETAZIONE] costituito da feltro di accumulo e protezione meccanica, elemento di accumulo drenaggio e aerazione, telo filtrante e substrato.

Caratteristiche prestazionali che andranno richieste per soluzione estensiva:

- **spessore tot:** cm 17
- **spessore substrato:**
a compattazione avvenuta cm 12
- **peso a massima saturazione idrica:** \leq kg/m²
- **coeff. di deflusso:** $C \leq 0,36$
certificato da ente indipendente: indica la capacità del sistema di gestire le precipitazioni trattenendo temporaneamente l'acqua in modo da ritardare il picco di scarico e contribuire alla decongestione dell'impianto di smaltimento, (la qualità aumenta al decrescere del coefficiente di deflusso)
- **volume di acqua disponibile:** $ATD \geq 55$ l/m²
per le piante (con potenziale compreso fra 0 e -1,5 MPa): fornisce indicazioni sulla potenziale autonomia idrica che il sistema offre alle piante
- **rapporto di utilizzabilità:** $UT \geq 0,84\%$
rappresenta l'efficacia con cui un sistema rende disponibile l'acqua accumulata
- **rapporto di efficienza:** $EF \geq 0,56$
indica quale percentuale dell'acqua disponibile accumulata riesce a fornire un segnale fisiologico che stimola le piante ad irrobustirsi indicando con quanto preavviso una pianta riesce a percepire l'instaurarsi di condizioni da stress idrico

- **massima acqua trattenuta:** $MT \geq 65$ l/m²
somma dell'acqua massima che può essere trattenuta in condizione operative dal sistema a pF 0,7
- **capacità drenante:** $\geq 1/(m*s)$
dell'elemento di drenaggio secondo (EN ISO 129589) parametro fondamentale per condurre le verifiche idrauliche previste ed evitare che sulla copertura possano verificarsi allagamenti
- **resistenza termica del sistema:** $R \geq 0,47$ (m² K)/W
in condizioni operative, secondo rapporto di prova di istituti indipendenti
- **permeabilità del substrato:** ≥ 15 mm/min
- **capacità di scambio cationico del substrato:** ≥ 15 meq/100 g.

Terra Mediterranea

MediFilter MF 1

Telo filtrante

MediDrain MD

Elemento di drenaggio, accumulo e aerazione

MediPro MP

Feltro ritenzione idrica

HarpoPlan ZD UV

Impermeabilizzazione antiradice

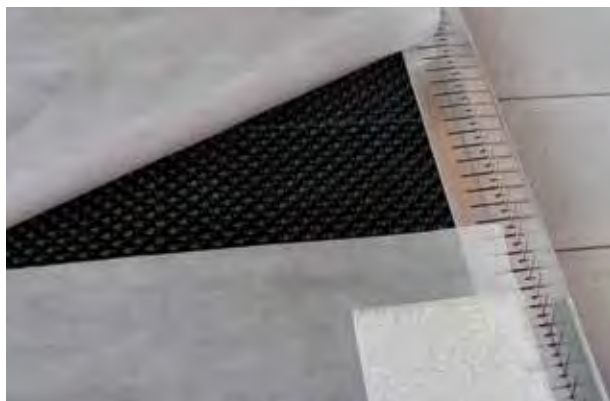


DRENAGGIO CONTINUO

Con i sistemi **Harpo verdepensile** è possibile creare al di sotto del giardino una rete multidirezionale di canali pervi all'acqua che consentono un drenaggio continuo su tutta la superficie senza interruzioni. La progettazione e gestione dello smaltimento delle acque meteoriche risulta così completamente svincolata dalle scelte relative alla finitura superiore della copertura, ovvero, anche se la superficie finita verrà trattata con diverse soluzioni (zone a verde pensile, pavimentate pedonali, pavimentate carrabili, etc...) la copertura potrà essere considerata come un'unica piastra continua impermeabilizzata ove sarà necessario realizzare:

- pavimentazioni di qualsiasi natura
- cordoli o muretti di delimitazione o confinamenti zone verdi e zone pavimentate
- plinti per ancoraggio di pergole o gazebo
- strutture di arredo pesante, etc...

sarà possibile realizzarli al di sopra del pannello di drenaggio preformato **Harpo**



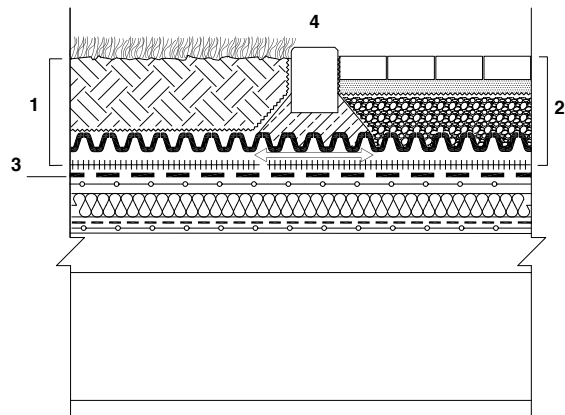
Vantaggi:

- libera progettazione dei massetti delle pendenze
- libera progettazione e gestione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche verso gli scarichi che saranno posizionati liberamente sui perimetri eliminando la maggior parte delle calate in copertura
- riduzione numero scarichi
- nessun problema costruttivo: il progettista non è vincolato a subordinare la progettazione dell'evacuazione delle acque meteoriche alle esigenze della soluzione estetica
- maggiore affidabilità dell'impermeabilizzazione poiché l'installatore si troverà ad eseguire l'impermeabilizzazione di una superficie continua e regolare, riducendo in modo significativo l'esecuzione di dettagli costruttivi



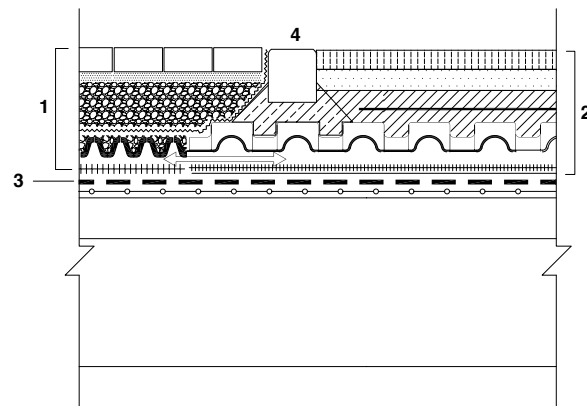


NODO TAPPETO ERBOSO – PAVIMENTATO PEDONALE



Disegno 1

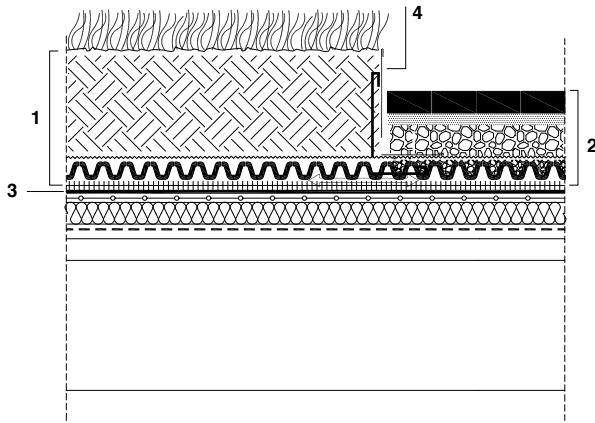
1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea, Medifilter MF1**, drenaggio accumulo areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. sistema **Harpo** pavimentato pedonale autobloccante allettato su fondazione permeabile su drenaggio continuo **MediDrain MD**
3. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** continua
4. cordolo realizzato al di sopra di drenaggio continuo



Disegno 2

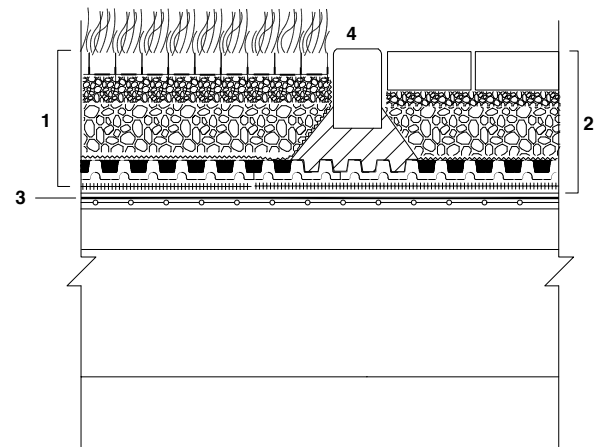
1. sistema **Harpo** pavimentato pedonale autobloccante allettato su fondazione permeabile su drenaggio continuo **MediDrain MD**
2. sistema pavimentato carrabile con getto in c.a. realizzato su pannello **MediDrain** impiegato come cassero a perdere
3. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** continua
4. cordolo realizzato al di sopra di drenaggio continuo

NODO PAVIMENTATO PEDONALE - AREE DI TRANSITO IN C.A.



Disegno 3

1. sistema **Harpo verdepsile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea**, **Medifilter MF1**, drenaggio accumulo areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. sistema pavimentato pedonale autobloccante allettato su fondazione permeabile su drenaggio continuo **MediDrain MD**
3. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** continua
4. profilo drenante di confinamento **PPD o PPD FLEX**



Disegno 4

1. sistema **Harpo verdepsile** prato carrabile a norma UNI 11235:2015, proteggiprato, **TerraMediterranea**, allettamento lapillo no crush, fondazione permeabile **ZU20**, **Medifilter MF1**, drenaggio accumulo areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. sistema pavimentato **Harpo** carrabile autobloccante allettato su fondazione permeabile **ZU20** su drenaggio continuo **MediDrain MD**
3. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** continua
4. cordolo realizzato al di sopra di drenaggio continuo

GESTIONE ACQUE METEORICHE

Verifiche idrogeologiche dei sistemi

Harpo verdepensile

Una delle motivazioni per cui viene prescritta una copertura a verde è la salvaguardia della permeabilità dei suoli.

La sola prescrizione di permeabilità è inadatta. Uno strato di argilla o uno strato di ghiaia grossolana su soletta sono entrambe soluzioni “permeabili” ma il comportamento di entrambe si avvicina molto a quello di una superficie cementata, in quanto una è troppo poco permeabile mentre l'altra lo è troppo.

Per ovviare a questo problema è stato introdotto il concetto di “coefficiente di deflusso” che esprime il rapporto tra acqua defluita e precipitazione intercettata da una superficie.

La prestazione del verde pensile può essere quindi valutata in base alla riduzione del deflusso indotto dalla presenza del verde pensile.

La norma UNI attribuisce un coefficiente di deflusso ad ogni stratigrafia fatta a regola d'arte ma esorta le aziende a descrivere il comportamento dei propri sistemi sulla base di determinati test normati.

Harpo verdepensile si è impegnata a testare i coefficienti di deflusso dei propri sistemi e a certificarli presso l'università di Genova, evidenziando prestazioni di massima qualità.

Il coefficiente di deflusso fornisce informazioni sul volume d'acqua scaricato in 15 minuti dall'inizio della precipitazione. Qualora fosse necessario conoscere la portata istantanea massima raggiunta dal deflusso in questo periodo, **Harpo** mette a disposizione i coefficienti di afflusso, anche questi certificati dall'università di Genova per ogni stratigrafia verdepensile.

Infine il dispositivo di controllo dell'irrigazione **MediWaterSafe** permette di aumentare la ritenzione effettiva dei sistemi che arrivano a trattenere stabilmente precipitazioni anche superiori a 40 mm.

Rappresentazione del comportamento reale di una copertura a verde estensiva.

La colonna azzurra a sinistra rappresenta l'intensità media dello scroscio di pioggia.

La linea nera rappresenta la risposta del deflusso dalla porzione di copertura in esame, non provvista di verde pensile.

La linea evidenziata in verde rappresenta invece il deflusso misurato in uscita dalla copertura a verde pensile.

Risulta evidente che il deflusso dal verde pensile risulta ritardato e fortemente ridotto.



descrizione sistema	spessore TerraMediterranea (cm compattati)	coefficiente deflusso certificato
MediDrain MD 25 TerraMediterranea	8	0,44
MediDrain MD 25 TerraMediterranea	12	0,36
MediDrain MD 40 TerraMediterranea	20	0,19
MediDrain MD 40 TerraMediterranea	33	0,10

Strategia di gestione delle acque meteoriche in funzione delle diverse grandezze che può assumere l'evento.

→ **piccoli temporali (frequenti)**

i più rilevanti dal punto di vista volumetrico.

Comprendono circa il 90% dell'acqua scaricata in un anno ma sono poco intensi.

Per questi eventi è vantaggioso utilizzare sistemi di ritenzione, in grado cioè di accumulare stabilmente l'acqua piovuta e riutilizzarla o restituirla lentamente in atmosfera

→ **medi temporali (infrequenti)**

sono molto intensi e non abbastanza frequenti da giustificare l'accumulo di tutto il volume piovuto. La strategia più sostenibile per gestire precipitazioni di questo tipo è di trattenere temporaneamente l'acqua in modo da ritardare il picco di scarico e contribuire così alla decongestione dell'impianto di smaltimento

→ **temporali estremi (rari)**

presentano invece intensità troppo elevate perché qualunque forma di accumulo, seppur temporaneo, sia realizzabile: l'unica strategia attuabile consiste nel prevedere tali eventi ed adottare tutte le strategie possibili per convogliare e rapidamente allontanare l'acqua prima che questa possa causare danni

I sistemi **Harpo** contribuiscono a gestire correttamente tutti e tre gli eventi meteorici

Tutte le soluzioni **Harpo** possiedono valori di conducibilità idraulica certificati. Le prestazioni dell'intero sistema **Harpo verdepsibile** in termini di coefficienti di afflusso permettono di affrontare situazioni estremamente critiche.

I nostri sistemi presentano capacità idrauliche tali da convogliare in maniera rapida, efficace e sicura anche eventi di estrema violenza, evitando allagamenti e carichi sul solaio imprevisti.

I sistemi **Harpo**, grazie a coefficienti di afflusso e deflusso certificati, permettono di dimensionare la rete di drenaggio, gli scarichi e ottimizzare i serbatoi di accumulo e laminazione risparmiando così sulle spese connesse.



BIODIVERSITÀ

I sistemi **Harpo verdepensile** offrono la possibilità di mitigare molti impatti antropici sull'ecosistema:

- contribuiscono al ripristino del ciclo dell'acqua: il coefficiente di deflusso è il parametro per descrivere questa potenzialità dei sistemi a verde pensile. Con 33 cm di **TerraMediterranea**, il sistema eguaglia le prestazioni idrologiche di un suolo naturale corrispondenti ad un coefficiente di deflusso $C=0,1$
- riduzione dell'isola di calore urbana: l'evapotraspirazione della vegetazione permette di ridurre le temperature dell'ambiente circostante. Questo effetto di raffrescamento riduce il rischio di formazione di ozono nei bassi strati e trattiene le polveri sottili
- assorbimento di gas serra: la vegetazione, grazie alla fotosintesi ed a vari processi di assimilazione, contribuisce a sequestrare dall'atmosfera anidride carbonica e nitrati, combattendo l'inquinamento e l'effetto serra
- conservazione della biodiversità: consente al progettista di attuare azioni di grande valore nel mitigare l'impatto dell'edificazione sulla perdita di biodiversità rimettendo a disposizione della flora e della fauna, superfici che dal punto di vista ecosistemico risulterebbero altrimenti gravemente compromesse

La conservazione della biodiversità rappresenta una delle più importanti funzioni ecologiche che il verde pensile può assumere. Affinché gli effetti del sistema a verde pensile siano rilevanti è necessario che la progettazione e la realizzazione tengano in considerazione una serie di requisiti biologici ed ecologici:

- prevedere l'impiego di piante autoctone e selvatiche
- diversificare gli ambienti in copertura ricreando almeno tre diverse tipologie di vegetazione con rispettivamente tre differenti spessori di substrato
- sviluppare un progetto che sia conforme con la vegetazione potenziale del sito di intervento o in alternativa con l'habitat o piccole nicchie ecologiche rare nel territorio prossimo
- realizzare il verde pensile con uno studio approfondito della flora locale e della componente faunistica. L'obiettivo sarà richiamare sulla copertura avifauna, entomofauna ma anche di verificare la possibilità di mettere la copertura in diretta connessione con eventuali spazi verdi circostanti con funzione di corridoio ecologico





Il sistema estensivo a prato naturale come soluzione ad elevata biodiversità

Dalla collaborazione tra il sistema **Harpo verdepensile** e **Semenostrum** è nato il sistema a prato naturale per realizzare delle coperture a verde pensile ad elevata biodiversità: un complesso pool di specie da prato stabile ottenibile da semina.

La miscela contiene sementi di un elevato numero di specie autoctone (indicativamente tra 20 e 30) provenienti dalla raccolta manuale su prati stabili termo-xerofili italiani. La composizione viene calibrata di volta in volta sulla base della vegetazione potenziale del sito di intervento.

Queste specie condividono il pool genetico con le specie naturali offrendo la possibilità di realizzare degli inverdimenti nel pieno rispetto dei fondamentali principi di ecologia. L'autoctonia genetica di queste specie ne garantisce anche un ottimo adattamento alle condizioni climatiche locali.

Il prato naturale è uno strumento adatto alla realizzazione di coperture estensive a bassa manutenzione con elevato valore ecologico secondo quanto previsto dalle linee guida ministeriali "Verde pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico" (ISPRA, 2012).

Va ricordato che per questa tipologia di soluzione la fruibilità andrà progettata inserendo dei percorsi con finiture a scelta del progettista.



RISPARMIO IDRICO

Tecnologia sofisticata **Harpo verdepensile** a basso consumo idrico - linea R.I.C.

Harpo spa offre sistemi con un buon volano idrico che sfruttano nel migliore dei modi le precipitazioni naturali e un sistema di irrigazione controllata in grado di ridurre in modo consistente il volume d'acqua fornito artificialmente.

In un sistema a verde pensile è fondamentale individuare il sistema che offre migliori prestazioni dal punto di vista dell'acqua disponibile per le piante.

Questa valutazione va fatta non tanto sull'acqua contenuta nelle vaschette di accumulo ma sull'acqua disponibile nel sistema legata ai tessuti ritentori e al substrato.

L'accumulo idrico (acqua libera) riferito solo allo strato di drenaggio (acqua contenuta nelle vaschette), costituisce un segnale ambientale pericoloso: le piante leggono un segnale di disponibilità di acqua senza limiti e non attuano strategie di risparmio idrico.

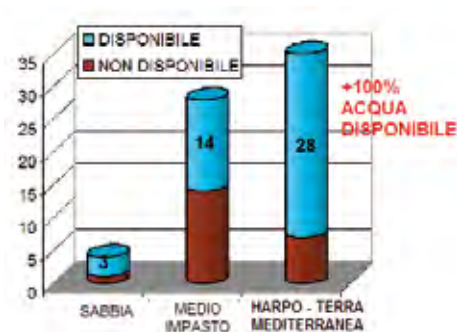
La vegetazione percepirà un segnale ambientale di incentivo allo spreco della risorsa idrica obbligando quindi il committente ad intervenire con frequenza ravvicinata a necessari interventi di irrigazione.

I sistemi **Harpo** sono invece altamente sofisticati. Tramite un inequivocabile segnale di potenziale idrico decrescente, portano la vegetazione a innescare strategie di risparmio idrico e resistenza alla siccità.

CONCLUSIONI

Impiegare sistemi **Harpo** con elevato valore di acqua disponibile

- permette di sfruttare al meglio gli apporti idrici naturali
- permettono un'importante riduzione della frequenza e del volume di irrigazione di soccorso qualora fosse necessaria in periodi di siccità



L'altezza totale delle colonne indica la percentuale di acqua massima che può essere trattenuta in una sabbia, in un terreno naturale a "medio impasto" (Larcher 1976) e nella **TerraMediterranea Harpo**.

La colonna azzurra mostra la percentuale di acqua disponibile per le piante, quella marrone la porzione di acqua residua inaccessibile alle piante.

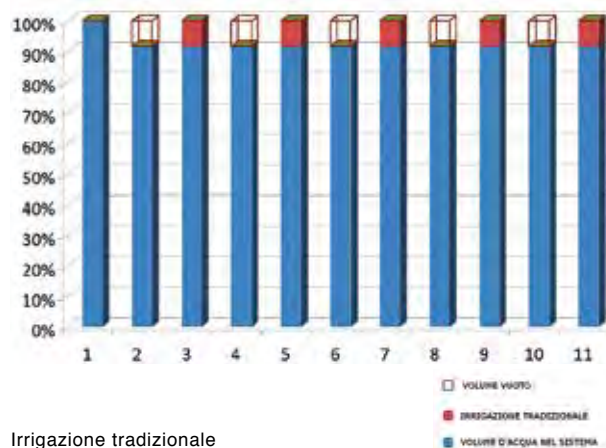
Si può vedere che la capacità di campo di **TerraMediterranea** è superiore ai valori rilevati su un terreno naturale, ma l'acqua accumulata è disponibile in percentuale assai maggiore, con un comportamento che ricorda la sabbia.

Questa caratteristica permette alla **TerraMediterranea** di funzionare in modo eccelso come volano d'acqua, essendo in grado di raddoppiare l'acqua disponibile rispetto al terreno naturale. Inoltre, essendo in grado di rendere disponibile l'acqua anche quando questa è scarsa, può valorizzare anche le deboli precipitazioni o addirittura la rugiada.

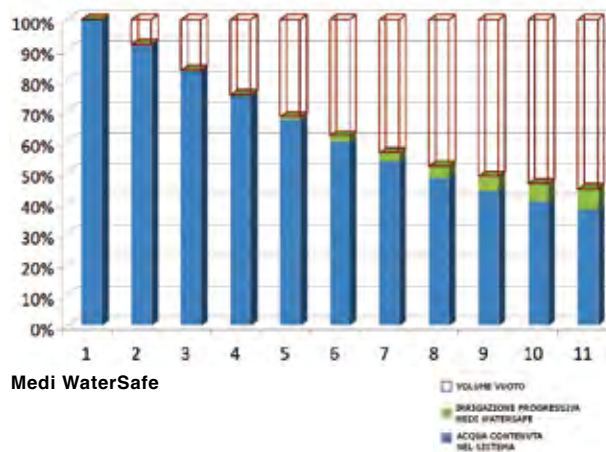
Dispositivo **Medi WaterSafe** irrigazione controllata per il risparmio idrico

I sistemi di irrigazione classici si basano sul principio di attivare l'impianto secondo un programma prefissato in cui si punta a riportare il substrato colturale al massimo contenuto d'acqua.

Medi WaterSafe rivoluziona completamente le strategie di irrigazione: il dispositivo è dotato di due sensori in grado di leggere con elevata precisione il potenziale idrico nella **TerraMediterranea**, rilevando l'esaurimento progressivo dell'acqua disponibile. Sulla base delle variazioni del potenziale, **Medi WaterSafe** regola ogni giorno i tempi di irrigazione in modo da ridurre l'idratazione del substrato mantenendosi comunque all'interno del range fisiologico, in funzione del tipo di pianta utilizzata.



Irrigazione tradizionale



Medi WaterSafe

BASSA MANUTENZIONE - DURABILITÀ

Il verde pensile apporta vantaggi economici sia nel breve che nel lungo periodo:

- durata maggiore dell'impermeabilizzazione: in quanto sotto ad un tetto verde non è soggetta a stress termici ed è protetta dagli agenti atmosferici
- bassa manutenzione: per ridurre al minimo la manutenzione delle soluzioni a verde pensile, Harpo ha lavorato su tre fronti:
 - la durabilità dei materiali
 - la qualità agronomica dei sistemi
 - la cura per i dettagli tecnici

La durabilità dei materiali permette di evitare rifacimenti di evitare operazioni di rinalzo del substrato dovuto a progressiva compattazione e perdita di volume e infine di evitare azioni di aratura, arieggiamento e ammendaggio dovuto ad una perdita di capacità agronomica da parte del substrato.

I substrati **Harpo** sono minerali tecnogenici leggeri, hanno una elevatissima capacità di scambio cationico e offrono perciò alle piante un ambiente "stabile" dal punto di vista della nutrizione minerale, che richiede concimazioni poco frequenti e senza forti oscillazioni di salinità.

A questi aspetti vanno aggiunte altre considerazioni legate alla scelta della vegetazione, ad esempio le coperture a sedum hanno ottime caratteristiche di sopportazione dello stress, tuttavia sono poco concorrenziali nei confronti delle infestanti.

Si suggerisce quindi di integrare nella copertura a Sedum altre specie erbacee che insistano in maniera differenziata sulle risorse del substrato e che siano maggiormente resistenti all'ingresso di infestanti.

Una ulteriore possibilità prevede la semina di prato naturale, la quale ricrea un'associazione vegetale da prato stabile (con più di 20 specie autoctone e selvatiche, con un rapporto reciproco bilanciato) che permette di raggiungere in breve tempo un elevato equilibrio ecosistemico e la massima durabilità a cui si possa ambire. Queste scelte permetteranno di ridurre le concimazioni, di ridurre il rischio di diffusione di piante infestanti, di aumentare la resistenza e la resilienza del verde pensile e di ottenere una vegetazione più folta e duratura.



RISPARMIO ENERGETICO

Prestazioni estive

I giardini pensili **Harpo** esprimono la loro massima performance soprattutto d'estate riducendo le temperature negli ambienti interni e diventando così un meraviglioso strumento per il raffrescamento estivo passivo. La copertura a verde pensile non si comporta solo come isolamento dalla radiazione solare in copertura, ma anche come un vero meccanismo di refrigerazione passiva con conseguente riduzione significativa dei costi di raffrescamento e refrigerazione.

Il verde pensile si propone come tecnica all'avanguardia per la sua impareggiabile capacità di attutire le oscillazioni termiche diurne ed annue, raffrescando in estate e proteggendo dal gelo in inverno... il tutto in modo naturale, senza alcun consumo energetico!

Nel grafico a lato sono riportate le misure di temperatura al di sotto di tre sistemi a verde pensile **Harpo**: 8 cm di substrato e vegetazione a sedum (linea arancione), 12 cm e vegetazione a piante erbacee (linea color cachi), 20 cm di substrato con vegetazione arbustiva (linea verde). L'andamento di queste temperature è confrontato con le oscillazioni termiche misurate sulla guaina bituminosa non coperta dai sistemi (linea nera). Sono stati stimati dei valori medi di sfasamento riferiti alla sola stratigrafia verde pensile **Harpo**:

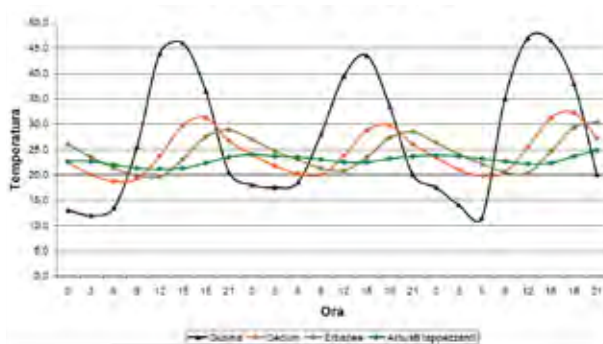
	8 cm sedum	12 cm erbacee	20 cm arbusti
Ritardo del picco (ore)	≈ 3	≈ 6	≈ 9,5

In un'altra ricerca condotta presso l'Università Politecnica delle Marche, sono stati studiati i flussi termici in coperture a verde pensile estensivo **Harpo** con spessori di **TerraMediterranea** pari a 10 cm e 15 cm, collocati al di sopra di un edificio coibentato secondo le più recenti normative. Nel grafico a lato è rappresentato un esempio dell'andamento dei flussi termici in una tipica giornata estiva.

I dati ricavati confermano la fuoriuscita di calore attraverso la copertura. Nella stratigrafia con 10 cm si è rilevato uno sfasamento complessivo della copertura maggiore a 12 ore, in quella con 15 cm lo sfasamento era sempre superiore a 14 ore con punte fino a 16-18 ore.

In base a queste osservazioni riteniamo che un sistema con erbacee o suffrutici su spessore di substrato di 12-15 cm sia in grado di offrire il miglior rapporto costi-benefici in fatto di contenimento delle temperature estive.

SFASAMENTO E ATTENUAZIONE

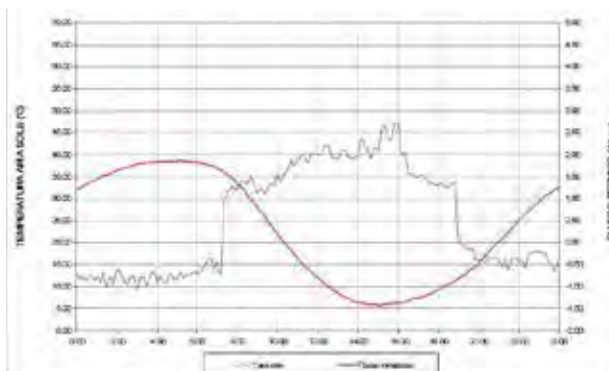


Al di sotto della copertura con 20 cm di **TerraMediterranea** le temperature si sono sempre mantenute minori di 26 °C, corrispondenti al minimo set point per la climatizzazione imposto dalla normativa.



Detrazioni fiscali

La normativa vigente sulla riqualificazione energetica prevede misure di incentivo fiscale in caso di interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche delle unità immobiliari. Grazie ad una recentissima delibera del Ministero dell'Ambiente (delibera 1/2014) si riconosce ai sistemi a verde pensile la possibilità di usufruire di detrazioni fiscali della spesa sostenuta in misura indicata dalla legge di stabilità.



Andamento temperatura aria sole e flusso termico all'intradosso del solaio nel giorno 9 luglio.

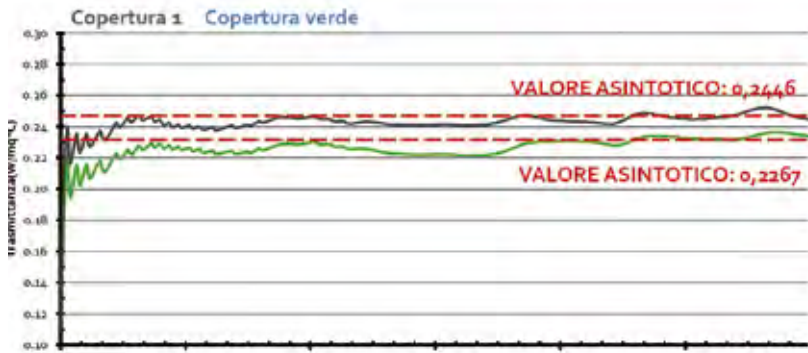




Prestazioni invernali

Per quanto riguarda le prestazioni invernali, grazie ad approfonditi test condotti dal CNR con termoflussimetro, **Harpo** è in grado di fornire la resistenza termica della **TerraMediterranea** per diversi contenuti idrici e diversi rapporti spessore/compattazione:

Terra Mediterranea TMI sp. 15 cm a compattazione avvenuta		Terra Mediterranea TME sp. 12 cm a compattazione avvenuta	
Contenuto idrico (%)	Resistenza termica (mq*K)/W	Contenuto idrico (%)	Resistenza termica (mq*K)/W
0 (secco)	1.06	0 (secco)	0.64
32 (linee guida ISPRA)	0.40	22 (linee guida ISPRA)	0.40
50 (saturo)	0.30	35 (saturo)	0.33



La copertura a verde pensile **Harpo** rispetto ad una copertura tradizionale coibentata consente una riduzione del 10% della trasmittanza.

NORME

Le novità dell'aggiornamento normativo UNI 11235:2015

Rispetto alla prima stesura del 2007, in cui si esaminavano principalmente le caratteristiche degli elementi costitutivi il verde pensile abbozzando vagamente ai requisiti funzionali del sistema nel suo complesso, questa revisione sposta invece l'equilibrio a favore degli aspetti prestazionali e funzionali di tutto il sistema che devono essere dimostrati.

Nella prima versione, molta attenzione veniva posta al volume d'acqua che poteva venir accumulato dal substrato e dall'eventuale elemento di accumulo aggiuntivo, ma tale aspetto non permetteva di valutare realmente l'autonomia idrica del sistema né tantomeno la capacità di questo di gestire in modo parsimonioso la risorsa idrica.

La nuova norma supera questo ostacolo ed introduce il concetto di acqua disponibile del sistema (ATD), che è una percentuale del massimo volume trattenuto (MT) a cui le piante riescono realmente ad accedere. ATD è direttamente confrontabile con il fabbisogno idrico della vegetazione e permette di stimare l'autonomia del sistema e definire le esigenze irrigue. A questo si aggiungono altri parametri descrittivi, UT ed EF, i cui valori crescono all'aumentare dell'efficacia nel trattenere l'acqua e all'aumentare della capacità di indurre la vegetazione ad un uso parsimonioso della stessa.

In riferimento alla gestione delle precipitazioni si individuano altri progressi del nuovo aggiornamento normativo.

L'elemento drenante è un elemento necessario per il funzionamento corretto del verde pensile, ma la sua semplice presenza non è sufficiente: l'elemento drenante deve essere dimensionato agli eventi meteorici che è chiamato a smaltire.

Nessuna realizzazione a verde pensile può definirsi conforme alla norma UNI 11235 sulla base delle semplici caratteristiche del sistema impiegato, bensì solo in seguito ad una precisa valutazione dei requisiti e della capacità di un sistema di rispondere a questi.

Inoltre vengono individuati due coefficienti di sistema indispensabili per sfruttare i benefici offerti dal verde pensile nella gestione delle acque meteoriche a livello urbano o di singolo edificio: il coefficiente di deflusso che descrive l'idrogramma in uscita dalla copertura su base volumetrica (volume d'acqua mediamente rilasciato nei primi 15 minuti) ed il coefficiente di afflusso che esprime la riduzione dell'intensità massima in uscita rispetto all'intensità di pioggia. Grazie a questi coefficienti il verde pensile può venir considerato nel progetto di dimensionamento degli scarichi, dei serbatoi d'accumulo e delle vasche di laminazione.

I coefficienti devono essere testati in laboratorio per ogni sistema univocamente individuabile.



ACCESSORI - DETTAGLI COSTRUTTIVI

Scarichi: pozzetti di controllo e ispezione

Una volta definito il numero di bocchettoni di scarico necessari allo smaltimento delle acque meteoriche, si dovrà evitare che elementi sporgenti della copertura (lucernari, camini, bocchettoni ecc.) impediscano il libero flusso dell'acqua.

Fondamentale sarà rendere visibili ed ispezionabili tutti gli scarichi presenti, sia che siano previsti sul piano di copertura orizzontale che in prossimità dei bordi perimetrali con scarico in facciata.

Il raccordo agli scarichi dell'impermeabilizzazione **HarpoPlan ZDUV** verrà realizzato con la posa di un elemento generalmente presagomato, compatibile col manto impermeabile di copertura.

Tale elemento sarà raccordato alla membrana d'impermeabilizzazione. Gli scarichi dovranno essere realizzati in PVC rigido (in caso di impermeabilizzazione in PVC) muniti d'opportuna guarnizione antirigurgito e dovranno essere fissati meccanicamente al solaio.

Per rendere visibile, ispezionabile e proteggere lo scarico dall'intasamento, deve essere previsto opportuno pozzetto di controllo **Harpo PK-PKF-PKS** con coperchi (con isolamento termico incorporato se posti su tetti caldi, per eliminare ponti termici) e una base drenante. La posa del pozzetto avviene senza alcun fissaggio meccanico a danno dell'impermeabilizzazione e raccordandosi allo strato di drenaggio **MediDrain MD**.



PKF pozzetto di controllo laterale



PKH sopraelevazione pozzetti



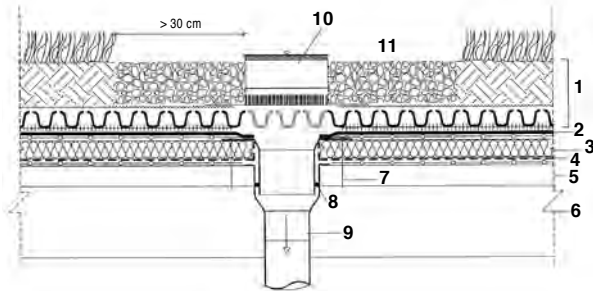
PKF + PKH pozzetto di controllo + sopraelevazione



PKZ + Aluzink pozzetto di controllo in copertura

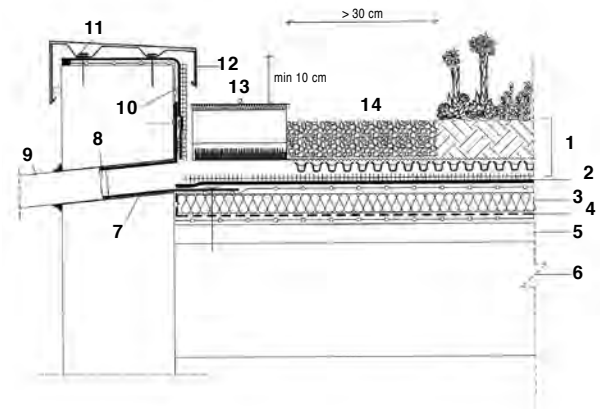
Trattasi di pozzetti speciali di controllo in acciaio/alluminio **Aluzink** con o senza flangia perimetrale per il collegamento agli strati di drenaggio, muniti di coperchio termoisolato (per evitare la formazione di ponti termici nel caso di stratigrafia a tetto caldo), resistenti al calpestamento e alla compressione, adatti per tutte le dimensioni dei pozzetti di raccolta. I pozzetti sono dotati di fessure che filtrano le impurità sia superiormente sul coperchio e sia lateralmente.

Scarichi in copertura



1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea, MediFilter MF1**, drenaggio accumulo e areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
3. isolamento termico
4. barriera a vapore
5. strato di pendenza in malta cementizia (pendenza min. >1%)
6. piano di copertura in c.a.
7. pluviale di scarico prefabbricato, fissato al solaio
8. guarnizioni antirigurgito
9. pluviale di scarico
10. pozzetto di controllo drenante **PK**
11. ghiaia di fiume tonda lavata

Scarichi di facciata



1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea, MediFilter MF1**, drenaggio accumulo e areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
3. isolamento termico
4. barriera a vapore
5. strato di pendenza in malta cementizia (pendenza min. >1%)
6. piano di copertura in c.a.
7. pluviale di scarico prefabbricato, fissato al solaio e inserito nel pluviale
8. guarnizioni antirigurgito
9. pluviale rigido
10. risolvo in verticale dell'impermeabilizzazione per almeno 10 cm per poi risvoltarla in orizzontale
11. montaggio di un profilo d'acciaio per il rivestimento metallico, fissato con viti autofilettanti e rondelle
12. rivestimento metallico
13. pozzetto di controllo drenante di facciata **PKF**
14. ghiaia di fiume tonda lavata

Contenimenti verticali (muri/parapetti/volumi tecnici)

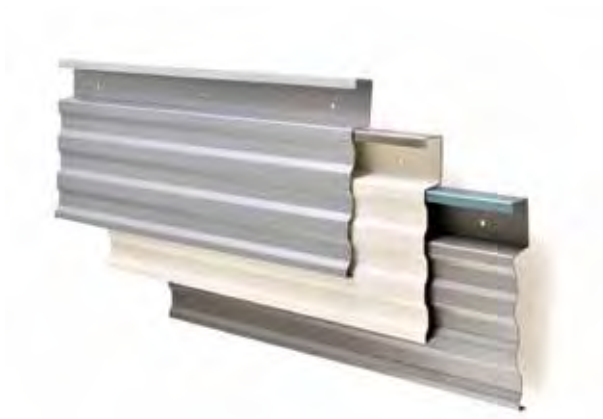
Un ulteriore dettaglio da non trascurare è quello di elementi verticali in corrispondenza di volumi tecnici presenti sulla copertura (camini, muri, manufatti vari), dove l'impermeabilizzazione andrà risolta in verticale per almeno 15 cm al di sopra della quota finita del substrato; seguirà quindi il risvolto del feltro di accumulo e del telo filtrante che andranno contenuti e protetti dai raggi UV in modo opportuno.

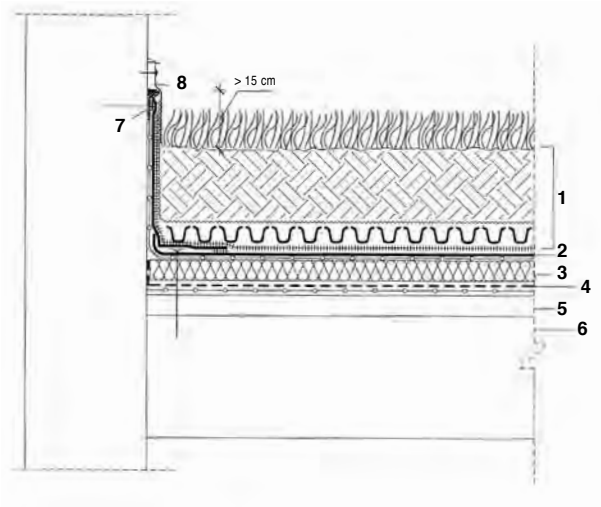
Andrà quindi previsto un profilo metallico **Harpo P-MEC 200** con sviluppo di ca. 20 cm che conterrà i risvolti e proteggerà da eventuali danneggiamenti meccanici l'impermeabilizzazione **HarpoPlan ZDUV**.

Tale profilo metallico verrà ancorato al supporto verticale con tasselli ad espansione d'opportuno diametro e frequenza subito al di sopra del lembo terminale dell'impermeabilizzazione direttamente sul muro nudo.

Sul bordo superiore del profilo verrà, quindi, spalmato un sigillante poliuretano per assicurare la tenuta dell'elemento di fissaggio all'infiltrazione d'acqua.

L'impiego del profilo consentirà un lavoro finito a regola d'arte dal punto di vista tecnico ed estetico.





1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015
TerraMediterranea, **MediFilter MF1**, drenaggio accumulo e areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
3. isolamento termico
4. barriera a vapore
5. strato di pendenza in malta cementizia (pendenza min. 1%)
6. piano di copertura in c.a.
7. raccordo verticale dell'impermeabilizzazione
8. profilo **P-MEC 200** di chiusura e protezione meccanica dei risvolti verticali con controprofilo metallico sigillato in testa

Bordo di contenimento

Nelle coperture a verde pensile di tipo estensivo, ove non sono previsti parapetti perimetrali, andrà realizzato un bordo di contenimento alto almeno 10 cm in più rispetto alla quota finita del substrato.

Questo scarto consentirà l'impermeabilizzazione dei contenimenti perimetrali a regola d'arte; il lembo terminale del risvolto impermeabile verrà fissato meccanicamente sulla testata dei cordoli o dei muretti perimetrali della copertura; il tutto sarà poi completato dalla posa di un cappello metallico di coronamento, previa interposizione di opportuna guarnizione per assicurare la tenuta dell'elemento all'infiltrazione d'acqua e al vento.

Il rivestimento metallico del muretto perimetrale proteggerà, inoltre, dai raggi UV i geotessili di protezione meccanica e filtranti che seguono l'impermeabilizzazione.

Agli angoli e ai bordi del sistema a verde pensile estensivo si dovrà prestare particolare attenzione all'azione depressiva del vento e, quindi, si dovrà prevedere un adeguato appesantimento con la posa in opera di fasce di ghiaia tonda lavata (16/32 mm) per una larghezza minima di 50 cm.



PPD paraghiaia drenante



PPD FLEX profilo paraghiaia curvilineo



PBD profilo drenante

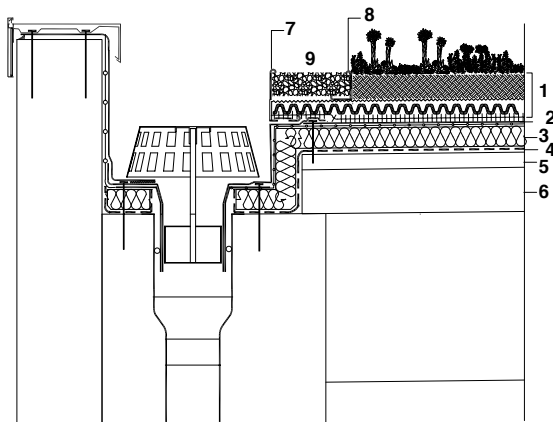
Assenza di bordo di contenimento: profili drenanti di contenimento

tetti piani

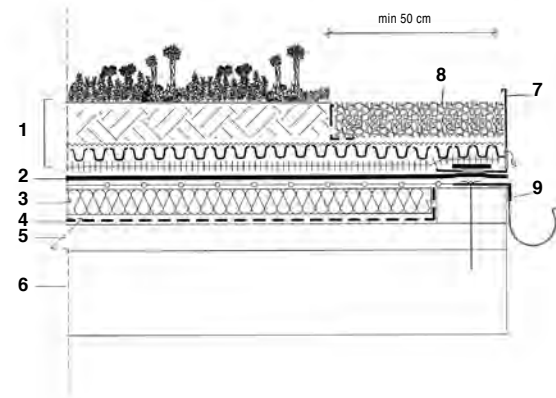
Nel caso in cui nella copertura non fosse previsto o presente un bordo di contenimento perimetrale e, per la raccolta e il deflusso dell'acqua, fosse previsto un canale di gronda perimetrale a contenimento della stratigrafia a verde pensile, è possibile impiegare opportuni profili drenanti **Harpo PPD/PBD** in altezze variabili che, muniti di fessure sull'ala verticale, consentiranno il libero deflusso dell'acqua opportunamente filtrata verso la gronda.

Il profilo metallico drenante verrà posato senza alcun fissaggio meccanico e verrà zavorrato con ghiaia. I profili verranno posati in linea impiegando gli appositi connettori. L'ala di appoggio del profilo **PBD** presenta delle forature che consentono il "fissaggio" del profilo alla membrana di tenuta all'acqua sottostante; sarà sufficiente disporre sopra alle aperture una striscia di medesimo materiale e saldarlo per punti al telo impermeabile sottostante. Questo tipo di ancoraggio del profilo alla membrana impermeabile è ammesso su bordi di coperture con inclinazione max pari a 2°/2,5°.

Nel caso descritto successivamente di tetti inclinati il profilo dovrà essere sorretto da staffe **Harpo** reggispinta.



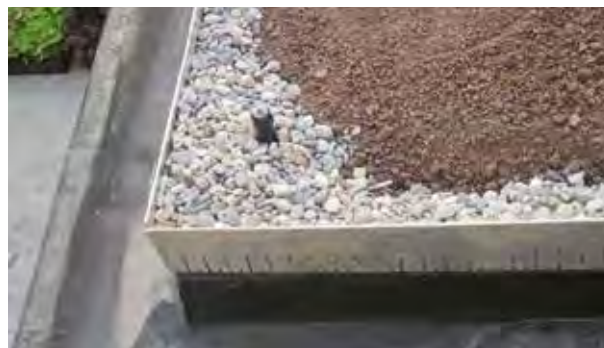
1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea, MediFilter MF1**, drenaggio accumulo areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. impermeabilizzazione in membrana sintetica antiradice **HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
3. isolamento termico
4. barriera vapore
5. strato di pendenza in malta cementizia (pendenza min. >1 %)
6. piano di copertura in c.a.
7. profilo drenante di contenimento bordo canale ribassato realizzato con **PPD 80/120** o **PBD 120** fissato al manto impermeabile con una striscia di pvc saldata a caldo per punti attraverso i fori posti sulla base dell'ala di appoggio del profilo.
8. profilo paraghiaia drenante **PPD 80/120**
9. fascia di ghiaia tonda lavata drenante

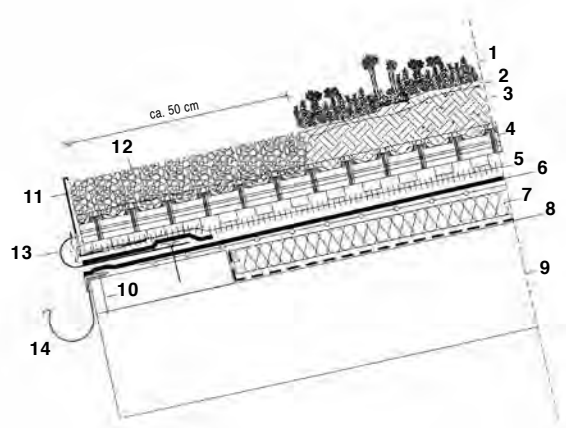


1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea, MediFilter MF1**, drenaggio accumulo e areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro**
2. impermeabilizzazione antiradice **HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
3. isolamento termico
4. barriera a vapore
5. strato di pendenza in malta cementizia (pendenza min. 1%)
6. piano di copertura in c.a.
7. profilo drenante paraghiaia **PPD** zavorrato con ghiaia
8. fascia drenante in ghiaia di fiume tonda lavata
9. linea di gronda perimetrale

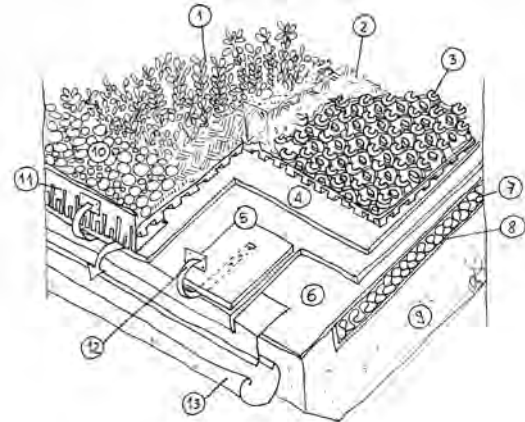
Tetti inclinati

I profili drenanti a “L” **Harpo PPD e PBD** potranno essere impiegati a supporto di molte altre soluzioni: su coperture inclinate, abbinati ad una speciale staffa reggispinta; su coperture curve o con inclinazioni contenute come elemento rompitratta drenante; semplicemente come profilo drenante di separazione in prossimità dei perimetri tra fasce di ghiaia e substrato.

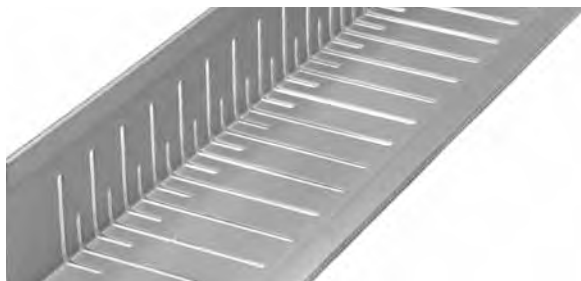




1. inverdimento Estensivo
2. **MediJuta** antierosione (per inclinazione > 15°)
3. **TerraMediterranea TME**
4. strato di accumulo, drenaggio, aerazione e trattenimento del substrato **MediTherm MT80**
5. feltro di protezione e accumulo **MPHS**
6. impermeabilizzazione con membrana antiradice incollata al supporto **HarpoPlan VD** incollata
7. isolamento termico
8. barriera a vapore
9. piano di copertura
10. saldatura della membrana su profilo **Harpo** rivestito di membrana sintetica, ancorato precedentemente al supporto
11. profilo drenante **PPD**
12. fascia larga almeno 50 cm di ghiaia di fiume tonda lavata
13. staffa **Harpo** reggispinta ancorata al supporto
14. gronda perimetrale



1. inverdimento Estensivo
2. **TerraMediterranea TME**
3. strato di accumulo, drenaggio aerazione e trattenimento del substrato **MediTherm MT80**
4. feltro di protezione e accumulo
5. impermeabilizzazione della staffa reggispinta fissata al solaio
6. impermeabilizzazione con membrana antiradice **HarpoPlan VD** incollata
7. isolamento termico
8. barriera a vapore
9. piano di copertura
10. fascia di ghiaia
11. profilo drenante **PPD** di contenimento al bordo
12. staffa **Harpo** reggispinta ancorata al supporto
13. gronda perimetrale



PPD paraghiaia drenante



PBD profilo drenante

Canalette di facciata

In prossimità di soglie, facciate, superfici pavimentate andranno impiegate specifiche **canalette di facciata Harpo CF-VPS/CF-VPF/CF-AR** con griglia superiore e fondo drenante per captare e condurre nello strato di drenaggio continuo, realizzato su tutta la superficie di progetto, l'acqua piovana di scorrimento superficiale.

Le canalette consentiranno il rapido allontanamento delle acque meteoriche dai nodi critici di progetto, ad esempio al piede della soglia ove si trova il risvolto dell'impermeabilizzazione, punto soggetto a forte pioggia battente.

Grazie all'impiego di questa soluzione, l'impermeabilizzazione potrà essere riportata in verticale per 30 mm al di sopra della quota finita dell'area pavimentata, avendo cura di risvoltarla in orizzontale al di sotto della soglia.

La scelta del tipo di griglia assicura al progettista piena libertà di integrazione del dettaglio tecnico nella composizione architettonica.

Soluzione alternativa alla griglia, non sempre apprezzata, sono le **canalette a fessura Harpo CLF-D e CLF-C** che consentono un drenaggio invisibile (in superficie sarà visibile solo l'apertura a taglio lineare di ca. 20 mm mentre il canale drenante si svilupperà al di sotto); questo tipo di canalette risulta essere la soluzione ideale in prossimità di facciate architettoniche, quando ad esempio si voglia dare continuità di materiale tra superficie pavimentata e rivestimento di facciata senza interromperlo con altri materiali come potrebbero essere le griglie.

La captazione e il drenaggio dell'acqua di scorrimento di facciata e della pavimentazione esterna vengono realizzati in modo efficace e con il minimo impatto visivo. Il sistema si completa con elementi di chiusura sui terminali e con pozzetti di ispezione.

Le canalette e le griglie avranno inoltre importante impiego nei punti di connessione tra zone pavimentate e zone a verde per consentire lo smaltimento dell'acqua piovana proveniente dalle superfici pavimentate.



CF - VPS altezza fissa



CF - VPF altezza fissa



CLF - C canaletta fessura con fondo chiuso da inserire in getti di cls

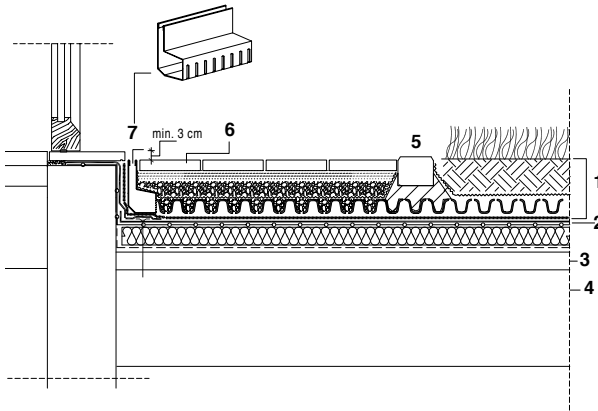


CLF - D canaletta fessura con fondo drenante



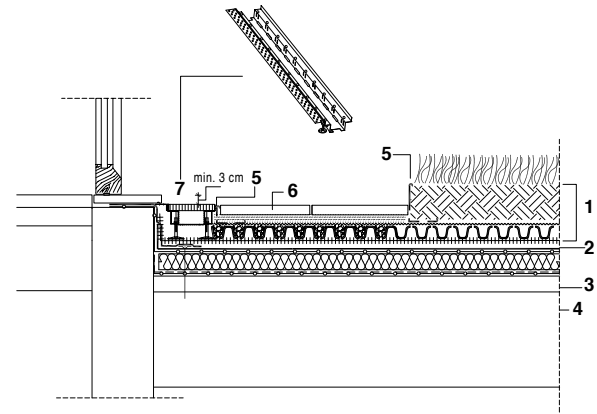
CF - AR regolabile in altezza

DETTAGLIO CANALETTA FESSURA



1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea, MediFilter MF1**, drenaggio accumulo areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
2. impermeabilizzazione in membrana sintetica antiradice **HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
3. strato di pendenza in malta cementizia (pendenza min. >1 %)
4. piano di copertura in c.a.
5. cordolo gettato in opera direttamente su pannello **MediDrain MD40**
6. pavimentazione pedonale drenante in pietra allettata su sottofondo permeabile su drenaggio continuo **MediDrain**
7. canaletta di facciata drenante **CLF** a fessura (h = 150 mm)

DETTAGLIO CANALETTA FACCIATA



1. sistema **Harpo verdepensile** a norma UNI 11235:2015 **TerraMediterranea, MediFilter MF1**, drenaggio accumulo areazione **MediDrain MD**, protezione meccanica **MediPro HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
2. impermeabilizzazione in membrana sintetica antiradice **HarpoPlan ZDUV** a norma EN 13948
3. strato di pendenza in malta cementizia (pendenza min. >1 %)
4. piano di copertura in c.a.
5. profilo drenante di contenimento **PPD** sudrenaggio continuo **MediDrain MD40**
6. pavimentazione pedonale drenante in pietra allettata su sottofondo permeabile su drenaggio continuo **MediDrain**
7. canaletta di facciata drenante **CF-AR** altezza regolabile larghezza 125 mm La canaletta verrà appoggiata mediante i piedini

PROFILO DI CONFINAMENTO

Profili di confinamento per percorsi e aiuole

Profilo **GreenLiner** flessibile, robusto ed elegante, permanente per il confinamento e contenimento di aree a verde, superfici a tappeto erboso e percorsi pedonali. Grazie alla particolare profilatura dell'elemento si ottiene una elevata resistenza del confinamento.

In caso di necessità l'elemento di connessione (connettore) a innesto può essere ulteriormente fissato al profilo.

Per questo scopo sono stati predisposti fori in corrispondenza della parte terminale dei profili e sui connettori.



Materiale

→ acciaio Corten

Dimensioni

→ spessore: 4 mm (altri spessori su richiesta)

→ lunghezza: 2 m

→ altezza ala verticale profilo: 150-200-300 mm

→ accessori abbinati: connettori

→ gli accessori al sistema consentono la predisposizione di confinamenti lineari e curvilinei

Vantaggi

→ confinamenti stabili e ben definiti per contenimento di aiuole, superfici a prato e percorsi pedonali

→ la duttilità del sistema in grado di offrire completa libertà di progettazione, creazione personalizzata di contenimenti rettilinei e non

→ elevata durabilità del materiale agli agenti climatici

→ significativa riduzione dell'impegno nella manutenzione delle aree verdi

→ possibilità di impiego nel giardinaggio e nella progettazione paesaggistica ma anche sulle coperture a verde

→ realizzazione di contenimento (anello) per posa puntuale di piccoli alberi, arbusti etc...

Connettore

→ disponibile in due versioni: a baionetta per impieghi a terra o con piedi di appoggio per impieghi in copertura



RICERCA

Stato dell'arte della ricerca

- i sistemi devono essere conformi ed adattati alla situazione climatica e microclimatica, quindi è opportuno studiare sistemi specifici per il clima mediterraneo
- considerati i numerosi campi con cui il verde pensile tecnologico interagisce, è opportuno che i progetti di ricerca siano sempre più interdisciplinari
- vi sono in Italia Istituti che in questi anni si sono specializzati su alcuni aspetti specifici



Harpo verdepensile sta conducendo numerose ricerche in collaborazione con molte Università Italiane, ecco alcuni esempi:

L'Università di Genova ha sviluppato ricerche e strumentazioni di laboratorio, nonché applicazioni in campo, per gli aspetti idraulici.

Il Politecnico di Milano si è concentrato sugli aspetti termodinamici.

L'Università di Bologna ha istituito un gruppo interdisciplinare tra ingegneria idraulica, termodinamica, scienze agronomiche e sta mettendo a punto modelli basati sull'osservazione di modelli sperimentali.

L'Università politecnica delle Marche sta studiando modelli sperimentali di coperture in scala reale per capire i meccanismi di propagazione del calore in termini di flussi termici.

A Trieste, l'Istituto di Scienze della vita sta studiando gli aspetti legati alla fisiologia vegetale delle piante ed in particolare al rapporto fra pianta e disponibilità d'acqua nei sistemi di verde pensile tecnologico e il rapporto fra struttura microscopica dei substrati presso l'acceleratore di particelle del Sincrotrone di Trieste.

L'Università di Messina sta selezionando piante mediterranee in funzione della gestione dell'acqua disponibile.

Il CNR di Bologna sta studiando le proprietà di isolamento termico dei substrati di coltivazione.

L'Istituto di agraria di Padova sta studiando le proprietà idrauliche di sistemi partendo dal punto di vista agronomico.

L'Università di Torino studia da anni il comportamento di piante per coperture estensive, cioè di bassa manutenzione.



Harpo spa
tel. +39 040 3186611
fax +39 040 3186666
harpogroup.it

sede legale
via torino, 34
34123 trieste
italia

sede operativa
via caduti sul lavoro, 7
z.i. noghere 34015 muggia
trieste italia