



GREEN ROOF

**B
a
n
c
a

P
o
p
o
l
i
a
r
e

E
t
t
i
c
a**

**Ing. Marvaldi Romina
Arch. Tramonto Laura**

INDICE

Vantaggi e svantaggi

Le due tipologie

La stratificazione

I materiali

Il caso studio – ospedale di Vicenza

Soluzione DAKU

Soluzione ZINCO

Soluzione POLIFLOR

Confronto dei materiali e spessori

Confronto caratteristiche tecniche

Il tetto verde della Banca Popolare Etica

Bibliografia

Il costruito, negli ultimi decenni, ha sostituito intere distese di terra verde. Nelle nostre città tra un muro in cemento e le strade di asfalto, forse vediamo un albero e qualche aiuola. Di questo ne siamo più che entusiasti, ma non basta. La vivibilità dell'ambiente urbano e il miglioramento del microclima delle nostre città si possono raggiungere solo diffondendo le aree verdi. Ma la maggior parte degli spazi urbani è caratterizzato da una edificazione di tipo intensivo. Ed allora, quali spazi possono ospitare la vegetazione? Una risposta è stata quella di sistemare il verde "in testa" alle costruzioni.

Dagli anni '60, allor quando si è diffuso il concetto di ecologia, il tetto giardino è stato visto come una possibile soluzione per il risparmio energetico e una risposta per l'inquinamento. Oggi sempre più progettisti includono il tetto verde nelle proprie opere, consentendone, così, lo sviluppo e la ricerca.

L'idea è nata forse per un fatto puramente estetico, ma poi si è scoperto quanti vantaggi e benefici questo sistema può apportare alla città, agli edifici e all'uomo stesso.

Difatti, il green roof è in grado di ristabilire un certo equilibrio tra vegetazione e costruito, riducendo sia le emissioni di anidride carbonica in città, che l'effetto "isola di calore". Quest'ultimo fenomeno è denominato *Urban Heat Island Effect (UHI, effetto dell'isola di calore urbana)*, e si indica con esso quel processo che innesca l'innalzamento della temperatura media urbana rispetto a quella riscontrata nelle zone rurali limitrofe. La particolare morfologia delle aree urbane odierne ha incrementato la capacità di accumulo energetico e ridotto gli scambi di calore verso le zone circostanti, di conseguenza, una maggiore quantità di energia rimane all'interno della città stessa e l'ambiente risulta più caldo. Nel centro città, difatti, la grande concentrazione di aree edificate e le pavimentazioni stradali, unite all'elevata conducibilità termica di alcuni materiali, quali il cemento armato, determinano un assorbimento del 10% in più di energia solare rispetto ad una corrispondente area coperta da vegetazione. La differenza di temperatura tra città e campagna è massima qualche ora dopo il tramonto ed è minima nel primo pomeriggio. Durante le ore notturne la situazione non migliora: l'irraggiamento infrarosso del calore accumulato durante il giorno viene intercettato dagli edifici che si fronteggiano anziché disperdersi nello spazio. Una prima e immediata conseguenza è il crescente consumo dell'energia elettrica, utilizzata, ad esempio, per alimentare i condizionatori per il raffrescamento estivo. Questi, uniti alla produzione di polveri, e all'immissione di

sostanze inquinanti, contribuiscono all'innalzamento della temperatura trasformando la città in una vera e propria isola di calore.

Il processo fotosintetico delle piante può, in questo, venirci incontro. Esso trasforma l'energia solare in energia biochimica assorbendo, in particolare, la radiazione più calda. E' stato calcolato che il verde assorbe una percentuale pari al 60-90% della radiazione solare. Inoltre, l'ombreggiamento della vegetazione riduce il carico termico entrante negli edifici fino al 50%, abbassando le temperature superficiali. Le coperture tradizionali possono arrivare a temperature anche superiori gli 80°, mentre un tetto a verde fa sì che queste temperature non superino i 25° sulla superficie.

Per di più, la vegetazione, data la sua capacità di fissare la polvere, trattiene la stessa evitando che resti sospesa nell'aria. Polvere che è spesso causa di quelle fastidiosissime allergie, oggi sempre più diffuse.

Ed ancora, il tetto verde, con soli 8 cm di terriccio è in grado di trattenere in copertura, e restituire all'ambiente con l'evaporazione, fino al 70% della pioggia. L'acqua piovana, evaporando lentamente, impedisce il surriscaldamento della copertura e sottrae calore agli ambienti sottostanti. Tale fenomeno determina un certo risparmio energetico di cui è bene tener conto nella progettazione dell'edificio stesso.

Altra conseguenza delle mutate temperature del centro urbano, è la maggiore frequenza di temporali, spesso anche violenti. In questo, il green roof, se applicato in larga scala, può ridurre sostanzialmente la quantità di acqua che defluisce nel sistema fognario, alleggerendone il carico. Di conseguenza l'usura arrecata all'impianto è ridotta, comportando anche un minore costo per la collettività.

Per di più, il tetto verde, è capace di migliorare l'isolamento acustico abbattendo fino a 3dB esternamente ed 8dB all'interno della costruzione.

Il green roof è, inoltre, una vera e propria protezione del tetto in grado di prolungarne la vita riducendo gli shock termici del manto impermeabile ed i movimenti strutturali dell'edificio.

In ultimo, e non meno importante, il green roof migliora l'impatto visivo delle coperture, sia piane che a falde, e può essere pensato come luogo naturale dove alcune specie di piante e animali possono trovare un habitat e svilupparsi in sintonia con l'ambiente.

E' chiaro, a questo punto, quanto sia importante conoscere le condizioni climatiche locali prima di affrontare la progettazione di un green roof, e quanto sia fondamentale la scelta dei materiali sia da un punto di vista tecnico e funzionale che ecologico.

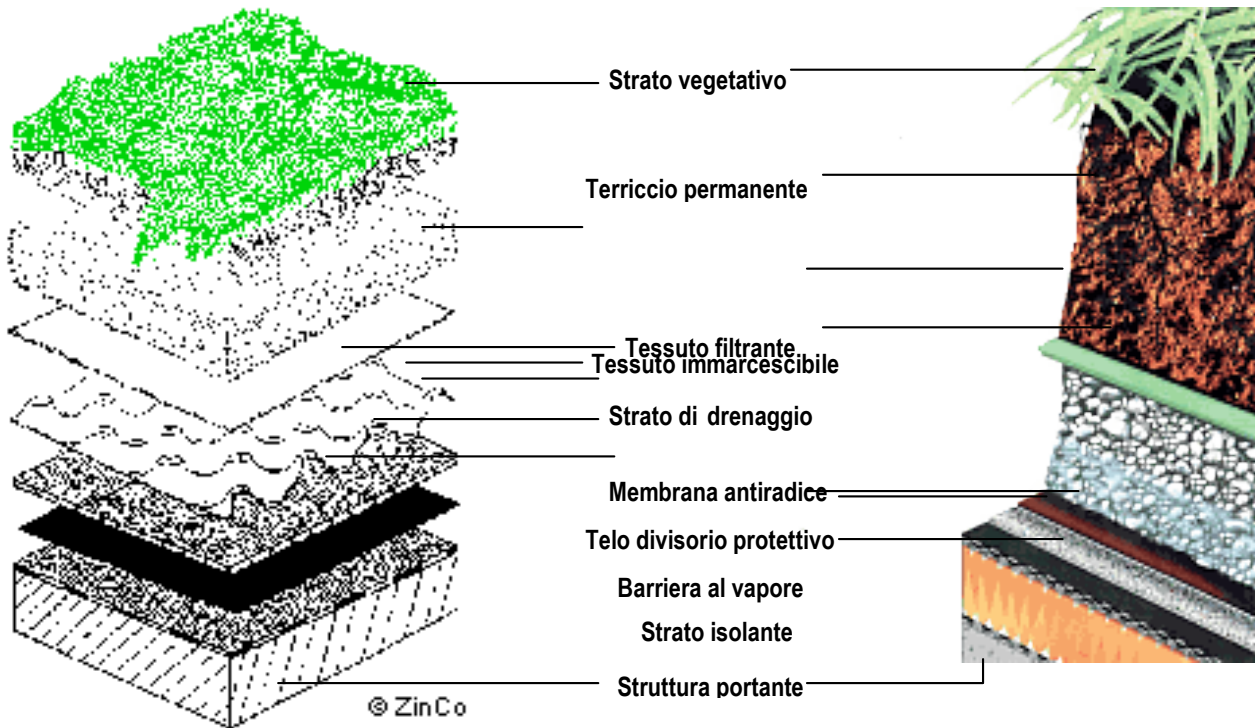
Esistono due tipologie di tetto verde definite una a coltivazione estensiva e l'altra a coltivazione intensiva. La prima soluzione è adatta sia per coperture a falde (fino a 30°) che piane. Il substrato terroso è costituito prevalentemente da componenti minerali e ha uno spessore di 10-15 cm sul quale è possibile collocare piante con una lunghezza di radici contenuta. Lo strato vegetativo sarà costituito principalmente da piante grasse, da muschio, o da un tappeto erboso. Inoltre, grazie al sottile strato di terra, non è molto pesante e si può adattare anche su strutture esistenti. La manutenzione è ridotta e non necessita solitamente di irrigazione addizionale.

La seconda tipologia è, invece, applicabile solo alle coperture piane. E' un vero e proprio giardino con prato, piante e alberi. Il substrato terroso ha uno spessore che varia dai 50 agli 80 cm e richiede, ovviamente, una struttura portante che sia in grado di reggerne il peso. Possiede delle ottime proprietà di isolamento termico e acustico. Ha una maggiore ritenzione delle acque piovane, ma necessita ugualmente di un sistema di irrigazione supplementare e di una maggiore manutenzione.

Il costo, per la messa in opera di un tetto verde, varia dai 40 ai 130 euro a metro quadrato per un prato. Le spese, ovviamente, aumentano per la realizzazione di un giardino pensile con piante. La soluzione a verde intensivo prevede, dunque, maggiori costi di investimento e di manutenzione.

In generale, comunque, la presenza del tetto verde aumenta il valore dell'edificio dal 3% al 20%.

Nell'immagine che segue, sono riportate due diverse stratificazioni del tetto verde:



Tetto che in generale potremmo distinguere in:

1. **tetto caldo** caratterizzato dalla seguente stratificazione:
 - a. solaio
 - b. barriera al vapore
 - c. strato isolante
 - d. impermeabilizzazione
 - e. strato protettivo antiradice
 - f. strato drenante
 - g. tessuto filtrante
 - h. terriccio
 - i. vegetazione;
2. **tetto freddo**: differisce dalla soluzione del tetto caldo solo per l'inserimento di una camera d'aria tra l'isolante e lo strato impermeabilizzante;
3. **tetto rovescio**: in esso, rispetto al primo caso, si antepone l'impermeabilizzazione allo strato isolante.

Inoltre, per protezione antiradice si intende quello strato che impedisce alle radici delle piante di aggredire la guaina impermeabile del tetto. Mentre, lo strato protettivo in tessuto immarcescibile viene utilizzato per raccogliere le sostanze nutritive filtrate dagli strati superiori.

L'elemento drenante, che viene posato a secco su tutta la superficie del tetto, funziona come un regolatore dell'umidità del terreno: garantisce l'accumulo delle acque necessarie per il sostentamento delle piante e il drenaggio di quelle in eccesso. I materiali utilizzati vanno dal polietilene riciclato al caucciù. Si utilizzano elementi leggeri e stabili alla compressione ed al calpestio in grado di fornire anche una coibentazione termica e acustica aggiuntiva al tetto, nonché una protezione alla copertura sottostante. Il tessuto filtrante, contrariamente allo strato drenante, svolge la funzione di impedire all'acqua di dilavare le particelle fini del terriccio. Difatti è un prodotto con una struttura omogenea, stabile e ad alta permeabilità, particolarmente resistente alla decomposizione e al gelo. E' realizzato con fibre di poliestere e polipropilene.

Lo spessore del terriccio dipende dal tipo di giardino progettato: da 10 a 20 cm, si possono piantare solamente dei tappeti erbosi o delle erbacee perenni; con 25 cm c'è la possibilità di collocare dei piccoli arbusti, fino ad un'altezza massima di 1 m; con spessori di terriccio di 30 cm, si possono mettere anche cespugli di considerevoli altezza, fino a 3 m; infine, con lo spessore di 50-80 cm si possono piantare veri e propri alberi, anche con altezze di una decina di metri. La funzione dello strato di terra è, dunque, quella di ancorare la vegetazione. Solitamente, esso viene prodotto dal compostaggio di corteccia, residui vegetali e arricchito con argilla e fibre, sostanze nutritive per le piante. Il terriccio accresce la massa della copertura, che può ulteriormente aumentare con la presenza di acqua. In estate questa caratteristica permette di smorzare e ritardare consistentemente il picco di calore entrante dal tetto. Mentre in inverno permette di accumulare lo scarso calore diurno per poi rimetterlo nell'ambiente durante le ore più fredde della notte.

L'ultimo strato è quello della vegetazione. La scelta del tipo di pianta da utilizzare, come già detto, dipende dallo spessore del terriccio. Le piante innescano un fenomeno di cui bisogna tener conto: l'*evapotraspirazione*. Esso è generato dall'unione di due diversi processi fisici: la traspirazione e l'evaporazione dell'acqua. Le piante attraverso la traspirazione riescono ad assorbire dal terreno l'acqua necessaria alla loro sopravvivenza cedendo l'eccesso, grazie alla radiazione solare, sotto forma di flusso di calore latente. Ad esempio, in un'assolata giornata estiva, un albero può far evaporare fino a 1.460 kg

di acqua, con un'energia risparmiata pari a 870 MJ. Contemporaneamente alla traspirazione si verifica anche l'evaporazione dell'acqua contenuta nel terreno. Anch'essa è innescata naturalmente dai raggi solari e rappresenta un importante flusso di calore latente. Questo fenomeno riduce il carico termico entrante e può attivare un flusso di energia che porta verso l'esterno il calore in eccesso nel locale sottostante: in questo senso, il tetto verde raffresca "attivamente" l'edificio.

La valutazione della scelta del tipo di green roof da utilizzare nel progetto della Banca Etica Popolare, si è avvalsa dei risultati ottenuti in uno studio di Dottorato di Ricerca in Fisica Tecnica (sviluppato presso il Dipartimento di Tecnica e Gestione dei sistemi industriali dell'Università degli Studi di Padova) elaborato dall'ing. Francesco Castelletti: "Studio Sperimentale degli Effetti Energetici di un Green Roof sugli Edifici".

Di seguito si riportano alcuni stralci della tesi:

“Il green roof oggetto delle misure di questo lavoro sorge sulla copertura piana di una delle palazzine dell’Ospedale S. Bortolo della ASL 6 di Vicenza. (...) La copertura del secondo piano misura circa 1.400 m², con una lunghezza di 100 m e una larghezza di 14 m circa. La superficie effettivamente ricoperta dal verde si limita a circa 1.000 m²; la rimanente parte è costituita dal camminamento centrale e da strisce periferiche di ghiaia.

Il green roof è costituito da un sistema con elemento drenante isolante, sopra al quale sono posati 20 cm di terreno: pertanto, può essere classificato come tetto verde intensivo.

Sulla soletta portante (cemento tralicciato) ricoperta dalla guaina impermeabilizzante, è posata la guaina anti-radice (...). Sopra a questa è adagiato il feltro di accumulo, la cui funzionalità è creare un ulteriore accumulo di acqua ed evitare il dilavamento delle sostanze nutritive che oltrepassano l’elemento drenante superiore. Quest’ultimo (...) costituito da polietilene espanso (polistirolo). Lo spessore è di circa 11 cm. Sulla faccia superiore sono scavate delle piccole vaschette per l’accumulo idrico: in caso di raggiungimento del livello massimo, l’eccesso di acqua può drenare attraverso dei fori. Sopra lo strato drenante è posato un telo filtrante che ha il compito di trattenere il terreno che potrebbe occludere i fori di drenaggio, permettendo al contempo il passaggio dell’acqua. Ultimo strato è il terreno composto da una miscela di più sostanze, quali la torba irlandese, la pietra pomice e il lapillo di lava; per garantire un’iniziale nutrimento per la vegetazione viene aggiunto humus di corteccia. (...)

L’ultima, ma più importante valutazione è quella relativa al risparmio energetico che l’installazione di un green roof può produrre. Naturalmente tale indagine deve essere accompagnata da un’analisi economica che ne quantifichi la convenienza per l’utente.

Come si vedrà, si assume che la diminuzione sul carico strutturale del locale si ritrovi interamente in risparmio energetico sul carico di climatizzazione: ciò non è vero per un impianto a tutt’aria per il quale un aumento dei carichi strutturali ed endogeni determina una riduzione del post-riscaldamento e quindi un risparmio energetico; è vero per impianti misti (aria di rinnovo con fan-coils o pannelli radianti, per esempio) o per impianti a portata variabile per i quali una diminuzione dei carichi strutturali ed endogeni determina rispettivamente una riduzione del carico asportato dai fan-coils o dai pannelli o una riduzione della portata di immissione. Nella realtà in esame parte degli ambienti sotto la copertura sono serviti da impianto a tutt’aria, mentre nella rimanente (maggior) parte sono presenti pannelli radianti con aria di rinnovo nelle stanze di degenza e fan-coils o radiatori negli ambienti comuni.

È necessario individuare uno scenario di riferimento per effettuare il confronto con l’installazione del green roof: si ipotizza a tal fine che il locale interno presenti un solaio come quello effettivamente presente, ma sul quale sia posato uno strato di materiale isolante, la guaina impermeabilizzante e una copertura (piastrellato) per rendere calpestabile il terrazzo. Per quantificare il comportamento termico ed energetico di questa soluzione si è utilizzato un modello numerico per la simulazione in regime variabile di edifici (AA. VV., 1997). L’analisi è condotta confrontando i risultati misurati per la sessione 2003, proprio per la presenza di condizionamento dell’aria nel locale interno.(...)

È interessante confrontare gli scambi energetici calcolati per lo scenario tradizionale con quelli misurati, con green roof in condizione pressoché secca e in condizione relativamente più umida (Figura 7.1)

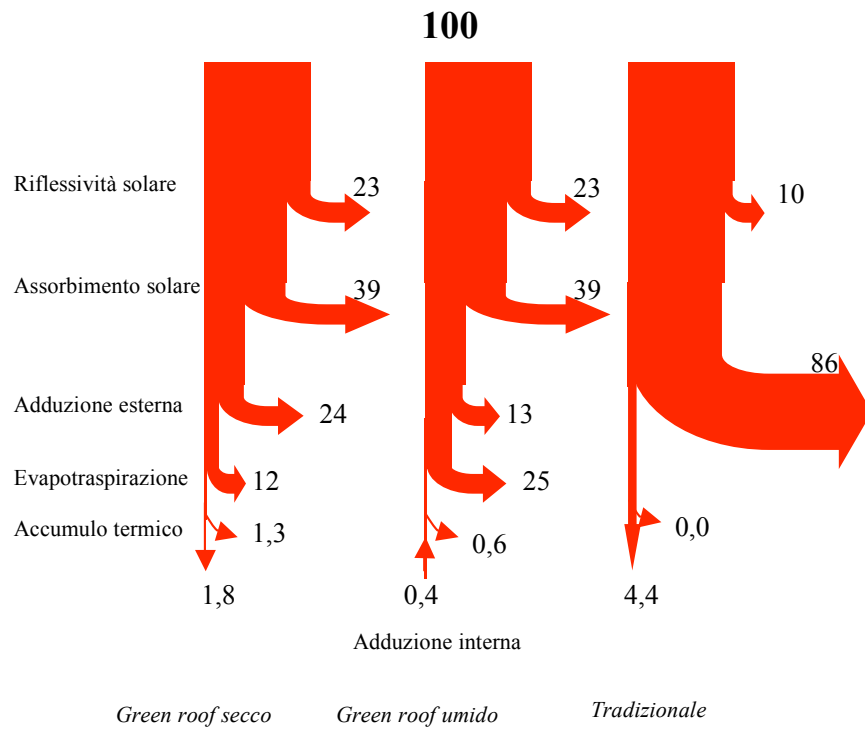


Figura 7.1. Scambi energetici negli scenari considerati (green roof pressoché secco, green roof umido e solaio tradizionale) per 100 unità di energia solare incidente.

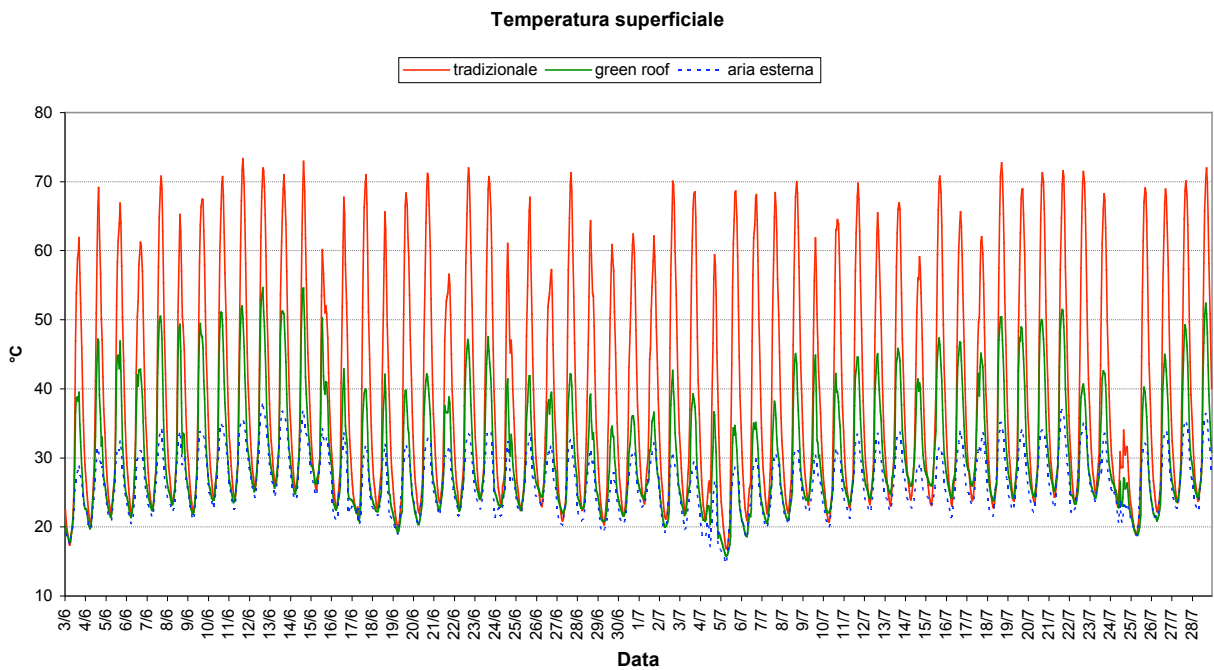


Figura 7.2. Temperature superficiali esterne nello scenario tradizionale e per il green roof confrontate con la temperatura dell'aria esterna.

È evidente il ruolo dell'adduzione esterna per lo scenario tradizionale: la superficie esterna si riscalda notevolmente sia per il maggior flusso solare captato sia per la presenza dello strato di materiale isolante subito al di sotto. Per chiarire le idee in figura sono riportati i profili della

temperatura superficiale misurata sul green roof e calcolata per il solaio tradizionale (Figura 7.2).

(...)

Come visto, il carico energetico entrante dal solaio, misurato nei 56 giorni della sessione 2003 è stato pari a $13,3 \text{ MJ/m}^2$, cioè, considerando l'estensione del solaio stesso, pari a 3,3 GJ. In definitiva, il risparmio energetico sul carico dell'impianto di condizionamento nei 56 giorni di misura è stato pari a 7,7 GJ. In Tabella 7.I sono riportati i risparmi energetici ed economici sulla conduzione dell'impianto di condizionamento, estendendo i risultati sui 56 giorni di misura ai 90 giorni convenzionali della stagione estiva. Si è ipotizzato una macchina frigorifera elettrica con un COP in media pari a 3 e un costo dell'energia elettrica di $0,13 \text{ €/kWh}_e$.

Tabella 7.I. Risparmi energetici ed economici rispetto lo scenario tradizionale – climatizzazione estiva.

Risparmio energetico in 56 gg.	7,7	GJ
Risparmio % energetico rispetto carico solaio tradizionale	70%	
Risparmio % energetico rispetto carichi interni e involucro	29%	
Risparmio energetico frigorifero in 90 gg. rispetto tradizionale	12,3	GJ_f
	3.418	kWh_f
Risparmio energia elettrica in 90 gg. rispetto tradizionale	4,1	GJ_e
	1.139	kWh_e
Risparmio economico in 90 gg. rispetto tradizionale	148,13	€
Risparmio economico specifico in 90 gg. rispetto tradizionale	0,59	€/m^2

In definitiva, la copertura con green roof rispetto una copertura tradizionale, basandosi sui risultati nei 56 giorni di misura della sessione 2003, permette un risparmio economico di 59 c€ per metro quadro di green roof. È opportuno affiancare a tale risultato la condizione media del terreno nella sessione: i millimetri di pioggia precipitati sono stati 86, cioè in media 1,5 mm/giorno. A questo punto è interessante calcolare il risparmio energetico ed economico in condizioni del terreno mediamente più umide, con i risultati ottenuti per il periodo 29 giugno-8 luglio, quando i millimetri precipitati sono stati 28, cioè in media 2,5 mm/giorno. I calcoli sono riportati in Tabella 7.II.

Tabella 7.II. Risparmi energetici ed economici rispetto lo scenario tradizionale in caso di terreno umido – climatizzazione estiva.

Risparmio energetico in 10 gg.	2,1	GJ
Risparmio % energetico rispetto carico solaio tradizionale	109%	
Risparmio % energetico rispetto carichi interni e involucro	45%	
Risparmio energetico frigorifero in 90 gg. rispetto tradizionale	19,2	GJ_f
	5.333	kWh_f
Risparmio energia elettrica in 90 gg. rispetto tradizionale	6,4	GJ_e
	1.778	kWh_e
Risparmio economico in 90 gg. rispetto tradizionale	231,10	€
Risparmio economico specifico in 90 gg. rispetto tradizionale	0,92	€/m^2

Si ricorda che in tale periodo, l'energia scambiata con il solaio ha verso uscente in misura di $0,7 \text{ MJ/m}^2$, cioè 0,2 GJ che sommati (in valore assoluto) al carico entrante nello scenario tradizionale (totalmente risparmiato) forniscono un risparmio nei 10 giorni di misura di 2,1 GJ. Il valore superiore a 100 nella percentuale del risparmio energetico sul carico del solaio si riferisce proprio al cambiamento di verso dello scambio energetico. In definitiva, in regime estivo si ottiene un risparmio economico di 92 c€ per metro quadro di green roof.

Si evidenzia, pertanto, un importante risultato: in condizioni prevalentemente secche la copertura con green roof apporta benefici non trascurabili, se confrontata con una soluzione tradizionale, però dotata di un adeguato strato di materiale isolante posato esternamente. Le ragioni si individuano soprattutto nel comportamento riflettente-assorbente della vegetazione che come visto permette un ingresso di energia solare contenuto al 40% circa. Con contenuti idrici più importanti come detto il green roof funziona da raffrescatore e il flusso evaporativo che lascia il green roof determina un aumento di oltre il 50% nel risparmio economico sui costi per la climatizzazione.

(...)

Prima di passare all'analisi economica è necessario stimare le prestazioni del green roof in regime invernale. È un compito abbastanza delicato, non avendo a disposizione risultati sperimentali. Tuttavia, è possibile fare alcune ipotesi verosimili che permettono la valutazione con lo stesso programma di simulazione utilizzato per lo scenario tradizionale estivo. Pertanto, durante l'inverno si ipotizza che

- i flussi latenti evapotraspirativi siano trascurabili;
- la quota di radiazione solare entrante nel sistema green roof sia pari a quella estiva, cioè un assorbimento solare pari a 0,4;
- la quota di radiazione solare entrante nel sistema tradizionale sia pari a quella estiva, cioè un assorbimento solare pari a 0,9;
- il coefficiente di adduzione esterna del green roof sia pari a $11 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- il coefficiente di adduzione esterna del solaio tradizionale sia pari a $14 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- la conduttanza specifica del green roof sia quella in condizioni mediamente umide, cioè $0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$.

L'analisi è stata condotta per 90 giorni in regime invernale con le condizioni climatiche di Vicenza, sempre in regime variabile orario (UNI, 1994).

I risultati sono riassunti in Tabella 7.III. Rispetto il solaio tradizionale, il green roof permette un risparmio sul carico dell'impianto di riscaldamento è pari al 7% circa: tale risultato nasce soprattutto dal uno scambio adduttivo esterno sensibilmente minore (circa la metà) rispetto il solaio tradizionale. Il peso dell'assorbimento solare di quest'ultimo non è determinante proprio per la radiazione solare invernale contenuta. In definitiva, ipotizzando un rendimento di generazione termica del 90% con un costo di fornitura del gas di $30 \text{ c€}/\text{Sm}^3$, si ottiene un risparmio monetario di 4 c€ per metro quadro di solaio.

Per le stagioni intermedie si prevedono differenze trascurabili nelle prestazioni energetiche nello scenario tradizionale e con green roof.

Tabella 7.III. Risparmi energetici ed economici rispetto lo scenario tradizionale – riscaldamento invernale.

Carico del solaio tradizionale (90 gg.)	-16,0	GJ
Carico del solaio con green roof (90 gg.)	-14,8	GJ
Risparmio energetico termico specifico rispetto tradizionale	4,6	MJ/m^2
Risparmio specifico energia primaria rispetto tradizionale	5,1	MJ/m^2
Risparmio specifico gas naturale rispetto tradizionale	0,15	Sm^3/m^2
Risparmio economico specifico	0,04	$\text{€}/\text{m}^2$

L'ultimo passaggio di questa trattazione consiste nella valutazione economica dell'investimento aggiuntivo di un tetto con copertura vegetale, anziché un tetto tradizionale. Si considerano i risultati desunti da green roof in condizioni umide, in quanto più rappresentative di una condizione media del green roof ovvero di una condizione con irrigazione artificiale.

Per quanto riguarda i costi di posa del solaio tradizionale, comprensivo dello strato isolante, della guaina impermeabilizzante e della posa del piastrellato, si stima un investimento di 120 €/m². L'investimento per la posa di un green roof (con le caratteristiche di quello analizzato) si aggira sugli 80 €/m², comprensivo di costi dei materiali, manodopera, trasporto e utile del fornitore. In definitiva, tenendo conto dell'assenza dello strato isolante tradizionale (come detto per le caratteristiche termoisolanti dello strato drenante) e del piastrellato si può prevedere un investimento attorno ai 165 €/m² per il solaio completo di green roof.

(...)

Il risparmio dello scenario con green roof è appunto relativo alla climatizzazione estiva e al riscaldamento invernale, pari a circa 1 €/m² annuo. A tal fine si prevede l'utilizzo di un impianto di irrigazione artificiale, che in realtà potrebbe mantenere il contenuto idrico del terreno su valori mediamente più elevati di quelli misurati, determinando risparmi più consistenti. Il risparmio dello scenario tradizionale si riferisce alla mancata manutenzione, necessaria invece con il green roof (opere giardinaggio, perlopiù taglio dell'erba) e valutata in una settimana di lavoro all'anno a 10 €/ora, quindi riferendosi ai 1.000 m² del green roof, in 0,40 €/m² annui. Non viene conteggiato il costo di esercizio dell'eventuale irrigazione artificiale.

Tabella 7.IV. Ipotesi dell'analisi economica.

	Scenario tradizionale	Scenario con green roof
Investimento iniziale	120 €/m ²	165 €/m ²
Risparmi gestione	0,40 €/m ²	0,97 €/m ²
Vita utile	10 anni	40 anni
Investimento al termine della vita utile	40 €/m ²	-
Orizzonte temporale	40 anni	
Tasso di sconto	5%	

Si suppone una vita utile di 10 anni della copertura tradizionale, dopo i quali si prevede la sostituzione di guaina e strato isolante valutata in 40 €/m². La vita di utile di un solaio con green roof si suppone pari a 40 anni, in virtù delle minori sollecitazioni termiche al quale è sottoposto il solaio strutturale.

In definitiva si ottiene il flusso di cassa dell'investimento riportato in Figura 7.3. Al termine dei 40 anni la soluzione con green roof rispetto al solaio tradizionale risulta conveniente nella misura di circa 20 €/m² con un tempo di ritorno dell'investimento è pari a circa 20 anni.

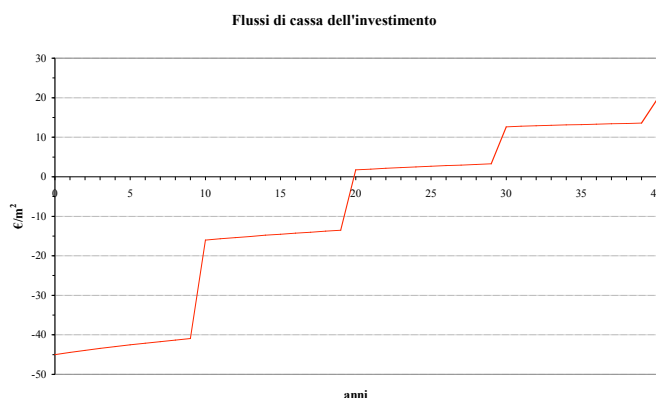


Figura 7.3. Flussi di cassa dell'investimento.

(...) Due sono le considerazioni, però, che è opportuno effettuare. La prima riguarda i tempi di ritorno dell'investimento che per opere strutturali è tollerabile si estendano a parecchi anni. La seconda, ben più importante, riguarda i benefici non monetizzati nell'analisi. Si tratta di vantaggi di tipo estetico, sociale e anche legati al habitat naturale e al microclima creato.

(...)In ultima analisi, considerando i benefici per la comunità in senso lato, si perverrebbe ad un investimento senz'altro interessante, soprattutto se esteso su larga scala in tutta l'area urbana.

Preventivo di spesa

Impermeabilizzazioni e realizzazioni giardino pensile

L'impermeabilizzazione della copertura è previsto con un manto impermeabile sintetico **Sarnafil TG66** a base di poliolefine flessibili (FPO) armato con un supporto in velo, disponibile in vari spessori. Si utilizza per l'impermeabilizzazione di coperture piane zavorrate, pedonali, carrabili ed a giardino pensile.

E' prevista la realizzazione di un giardino pensile mediante l'utilizzo del sistema DAKU.

A corpo € 49.000,00 (Progetto Ecosisthema s.r.l.)

Manto impermeabile sintetico Sarnafil TG 66

Sarnafil TG 66 è un manto impermeabile sintetico a base di poliolefine flessibili (FPO), armato con un supporto in velo di vetro, disponibile in vari spessori. Si utilizza per l'impermeabilizzazione di coperture piane zavorrate, pedonabili, carrabili ed a giardino pensile.

Principali dati tecnici:

Spessore	1,2 mm, 1,5 mm, 1,8 mm, 2,0 mm
Larghezza telo	2,0 m
Allungamento a rottura	600%
Resistenza alle radici	conforme al test F.L.L.
Colore (faccia sup./inf.)	beige/nero

Principali caratteristiche:

- produzione con poliolefine flessibili innocue per l'ambiente
- assenza di cloro, metalli pesanti, plastificanti e composti alogenati
- possibilità di riciclaggio completo (dagli scarti di produzione, agli sfridi di cantiere, al materiale a fine esercizio)
- lunga durata d'esercizio
- elevata stabilità dimensionale
- elevata resistenza meccanica alla perforazione
- resistenza alle radici
- resistenza agli UV, agli agenti atmosferici
- elevata resistenza ai microrganismi
- elevata flessibilità anche a basse temperature
- permeabilità al vapore
- facilità e velocità di saldatura e lavorazione
- compatibilità con bitume
- compatibilità con i comuni isolanti e prodotti da costruzione
- resistenza alle sostanze aggressive di percolamento
- elevato allungamento a rottura

Sarnafil TG 66 è conforme alle normative in vigore e viene impiegato nei Sistemi zavorrati.

Scheda informazioni prodotto

Elementi DAKU FSD (brevettati)

Funzioni

- Protezione dell'impermeabilizzazione
- Immagazzinamento dell'acqua
- Drenaggio
- Isolamento termico

Materiale

Lastre in polistirolo espanso stampato (EPS 25 SE) per lo stoccaggio e il drenaggio dell'acqua, scarsamente infiammabile, battentati sui quattro lati.

Gli elementi DAKU FSD immagazzinano l'acqua piovana e la restituiscono alla vegetazione attraverso un processo di condensazione e di micro evaporazione, definito acqua di diffusione, nei periodi di siccità.

La vegetazione può disporre così di un approvvigionamento d'acqua a lunga durata.

Gli elementi DAKU FSD per quanto riguarda il drenaggio dell'acqua sono uniformi alla norma del DIN 4095 (drenaggio a tutela degli edifici).

Gli elementi DAKU FSD corrispondono ad uno strato protettivo dell'impermeabilizzazione come previsto dalla normativa DIN 18195 parte 1 e DIN 18195 parte 10.

La protezione del manto è garantita da sollecitazioni meccaniche subito dopo la posa degli elementi DAKU FSD.

Gli elementi DAKU FSD possono essere utilizzati per la realizzazione di verde estensivo ed intensivo ed anche per tetti inclinati fino a 45°.

Gli elementi DAKU FSD sono stati approvati, secondo le norme edili tedesche, dal "Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin" come materiale coibente (Z-23.31-1206) e sono costantemente controllati e certificati dal "Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart".

L'isolamento termico può così essere ridotto grazie al valore coibente aggiuntivo degli elementi DAKU FSD.

Gli elementi DAKU FSD possono essere forniti anche in polistirolo riciclato, in questo caso non hanno il riconoscimento ufficiale di materiale coibente e rientrano nella classe materiali edili B3 secondo DIN 4102.

Utilizzo

Gli elementi DAKU FSD, con incastro a battente sui quattro lati, vengono posati a secco sullo strato impermeabile e nel caso di vento riempiti d'acqua per assicurarne la stabilità.

Eventuali tagli si possono effettuare con coltelli o seghe come nella normale stesura di polistirolo espanso per l'isolamento termico.

Per la posa nelle zone di bordo si deve fare attenzione a non tagliare troppe camere d'acqua.

Le esigenze del manto impermeabile potrebbero rendere necessario uno strato divisorio tra l'impermeabilizzazione e gli elementi DAKU FSD.

Si raccomanda a tale proposito la posa di una stuoia sintetica con un peso minimo di 120 g/mq.

Modalità di fornitura

DAKU FSD 20 & 30:	Confezione di nylon con 4 elementi per totali 5 mq
DAKU FSD 50 :	Confezione di nylon con 2 elementi per totali 2,5 mq
Misure degli elementi:	cm 125 x cm 100

Voci di capitolato - STRATO DI DRENAGGIO E STOCCAGGIO IDRICO DAKU FSD 20

Fornitura e posa in opera

Lastre rigide a base di polistirolo espanso, stampato, battentato sui quattro lati, modello DAKU FSD 20, spessore mm 62, dimensioni del pannello cm. 125 x 100, massa grezza 25 Kg/mc.

Capacità d'immagazzinamento idrico con una pendenza del piano d'appoggio del 3%: 16 litri/mq.

Sistema di drenaggio avente portata, con una pendenza del piano di appoggio del 3%, di 0,46 litri/sec/m come previsto dalla normativa DIN 4095

Conducibilità termica 0.50 mq K/W

Classe di infiammabilità dei materiali edili B 1 secondo normativa DIN 4102

Posa a secco sopra lo strato di separazione.

STRATO DI DRENAGGIO E STOCCAGGIO IDRICO DAKU FSD 30

Fornitura e posa in opera

Lastre rigide a base di polistirolo espanso, stampato, battentato sui quattro lati, modello DAKU FSD 30, spessore mm 82, dimensioni del pannello cm. 125 x 100, massa grezza 25 Kg/mc.

Capacità di immagazzinamento idrico con una pendenza del piano di appoggio del 3%: 24 litri/mq.

Sistema di drenaggio avente portata, con una pendenza del piano di appoggio del 3%, di 0,46 litri/sec/m come previsto dalla normativa DIN 4095

Conducibilità termica 0.55 mq K/W

Classe di infiammabilità dei materiali edili B 1 secondo normativa DIN 4102

Posa a secco sopra lo strato di separazione.

Dati tecnici

CARATTERISTICHE	DAKU FSD 20	DAKU FSD 30	DAKU FSD 50
Capacità massima di stoccaggio	16 l/mq	24 l/mq	40 l/mq
Altezza elemento	62 mm	82 mm	122 mm
Peso (saturi d'acqua)	0,171 kN/mq	0,254 kN/mq	0,420 kN(mq)
Conducibilità termica 1/simbolo	0,50 mq K/W	0,55 mq K/W	0,60 mq/K/W

Drenaggio sul piano orizzontale dell'elemento

corrisponde a DIN 4095

Drenaggio sul piano verticale dell'elemento

0,25 l/s . mq

Tensione della pressione con 10 % inclinazione

0,16 N/mmq

classe di infiammabilità

B 1 secondo DIN 4102

Scheda informazioni prodotto DAKU STABILFILTER

Funzioni

- Strato di separazione
- Diffusione capillare dell'umidità
- Ancoraggio delle radici

Materiale

Il filtro DAKU STABILFILTER è un geotessile realizzato con fibre di poliestere e polipropilene, ottenuto mediante agugliatura, coesinato termicamente senza collanti o leganti chimici, di grande resistenza, adatto all'uso come strato di separazione e filtro nella costruzione del verde pensile multistrato tra lo strato di drenaggio e il substrato.

Può essere usato per il verde estensivo, intensivo e per il verde su tetti inclinati.

Ottenuto con un procedimento produttivo speciale il DAKU STABILFILTER ha una struttura fibrosa, omogenea e stabile, ad alta permeabilità e garantisce una filtrazione ottimale delle particelle fini.

La speciale struttura garantisce il trattenimento delle particelle fini e non consente l'intasamento degli strati sottostanti.

Il DAKU STABILFILTER è resistente alla decomposizione e al gelo, è ricco di capillari e in grado di distribuire l'umidità uniformemente.

Grazie alla trasmissione capillare dell'umidità, garantita dal DAKU STABILFILTER, l'acqua viene recuperata dagli elementi DAKU FSD sottostanti situati nelle zone dove la vegetazione non ha grande bisogni idrici e distribuita alle piante che ne hanno maggiore necessità.

Il filtro stabile DAKU corrisponde alle norme FLL.

Utilizzo

Il DAKU STABILFILTER viene posato a secco, con un sormonto dei teli di 10 cm, sugli elementi DAKU FSD.

In caso di vento, fino al momento della posa del substrato, è necessario inumidire il DAKU STABILFILTER con acqua, è possibile fissare il sormonto con colla a contatto, con silicone o con della zavorra temporanea.

Nel verde estensivo si raccomanda di posare il DAKU STABILFILTER fino al bordo dell'edificio, anche sotto la ghiaia del drenaggio perimetrale.

Nel verde intensivo il DAKU STABILFILTER deve essere posato anche nella parte verticale dei bordi in misura sufficiente senza però esporlo in superficie.

Modalità di fornitura

DAKU STABILFILTER: Confezione di nylon per ogni singolo rotolo per totali mq 210
 Misure dei rotoli: m 100 x m 2,10
 m 50 x m 2,10

Voci di capitolato - FILTRO DAKU STABILFILTER

Fornitura e posa in opera

Geotessile nontessuto tipo DAKU STABILFILTER 230 in poliestere e polipropilene, massa aerica 230 gr/mq (EN 965), spessore mm 1,20 (EN 964-1) ottenuto mediante agugliatura, coesinato termicamente senza collanti o leganti chimici.

Resistenza alla pressione (secondo test DIN 54307) > 500 N.

Grandezza dei pori d = 90%, = 0,055 mm

Passaggio dell'acqua verticalmente rispetto allo strato = 0,1 cm/s

Quantità d'acqua che passa con 10 cm WS = 80 l/s/mq

Resistenza a trazione longitudinale, 777 N/10 cm, resistenza a trazione trasversale 1.350 N/10 cm, allungamento a trazione longitudinale, 90%, allungamento a trazione trasversale, 80%, resistenza al punzonamento CBR 1.503 N, (EN ISO 10319),

Dimensioni dei rotoli m 100 x m 2,10

Posa a secco sui pannelli DAKU con sovrapposizione dei teli di 10 cm.

Dati tecnici

DAKU STABILFILTER	Esigenze Norme FFL	Filtro stabile DAKU
Campo d'applicazione		Verde estensivo Verde intensivo Verde tetti inclinati Feltro di protezione Feltro per la distribuzione capillare
Massa aerica: Verde estensivo Verde intensivo Verde tetti inclinati (1) a secondo la necessità	> 100 g/mq > 200 g/mq (1) > 200 g/mq (1)	230 g/mq
Resistenza alla pressione (CBR-Test secondo DIN 54307 valore medio)	> 500 N	2120 N
Classe di durezza	> 1	3
Grandezza dei pori d = 90%	< 0,2 mm	0,055 mm
Drenaggio verticale		0,1 cm/s
Permeabilità con 10 cm WS		80 l/s/mq
Spessore materiale (DIN 53855)		1,2 mm
Misure rotoli (e peso)		2,1 m x 50,00 (24,15 kg) 2,1 m x 100,00 (48,30 kg)
Colore		grigio chiaro
Altro	resistente al gelo resistente ai microrganismi	soddisfatto soddisfatto

	penetrabile da radici tollerabile dalle piante fito-tossicamente sicuro	soddisfatto soddisfatto soddisfatto
--	-------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

Scheda informazioni prodotto DAKU ROOF SOIL 2

Funzioni

- Approvvigionamento di sostanze nutritive a lungo termine
- Alta capacità di ritenzione idrica
- Ottima permeabilità
- Alta stabilità dimensionale, (assestamento limitato)
- Riduzione dei sovraccarichi per il peso contenuto
- Facilità di trasporto e sollevamento

Materiale

Il substrato per tetti DAKU ROOF SOIL 2 è costituito da una miscela di materiale sfuso minerario con sostanze organiche per l'uso nella realizzazione di tetti verdi multistrati.

Il substrato DAKU RRO SOIL 2 è composto principalmente da lapillo di lava, pietra pomice, terriccio e concimi organici ed inorganici.

La particolare granulometria, con un'alta percentuale di granuli da 2 mm – 4 mm, consente impianti di germogli e talee con un contatto più veloce dei peli radicali con le particelle di substrato fini e pieni d'umidità.

I germogli di Sedum ricevono così velocemente nutrimento ed acqua dal substrato e si sviluppano prima.

Il substrato DAKU ROOF SOIL contiene vari complessi di sostanze nutritive organiche ed inorganiche, disponibili per le piante in tempi diversi. Le piante dispongono così a breve, medio e lungo termine delle sostanze nutritive necessarie per un successo vegetativo ottimale.

Un rapporto C/N basso, un'alta capacità d'assorbimento delle sostanze nutritive, un contenuto basso di sale, un'alta quantità d'acqua disponibile per le piante ed un fattore d'assestamento molto basso rendono il substrato il prodotto ottimale per l'uso in copertura.

Il substrato per tetti DAKU corrisponde alle norme FLL.

Utilizzo

Il substrato DAKU ROOF SOIL viene posato sfuso sul DAKU STABILFILTER.

La consegna può avvenire, secondo le necessità logistiche di cantiere, come materiale sfuso, in Big Bags o pompato da appositi camion silos.

Come fattore d'assestamento si deve calcolare il 16 % per spessori del DAKU ROOF SOIL fino a 20 cm., con spessori superiori aumenta il fattore d'assestamento (21%).

Con il verde estensivo il peso del ROOF SOIL 2 con volume saturo d'acqua è 1,3 ton/mc, se il substrato viene steso con uno spessore >- 20 cm sul tetto, il peso volume saturo d'acqua ammonta a 1,42 ton/mc.

Modalità di fornitura

DAKU ROOF SOIL:	Big Bags da 1,5 mc
DAKU ROOF SOIL:	Big Bags da 1 mc
DAKU ROOF SOIL:	sfuso (con possibilità di pompaggio)
DAKU ROOF SOIL:	in sacchi da 50 o 80 litri

Voci di capitolato - SUBSTRATO DI COLTURA PER TETTI ESTENSIVI

Fornitura e posa in opera

Substrato pronto per tetti, tipo DAKU ROOF SOIL 2 composto da lapillo di lava, pietra pomice, terriccio e concimi organici ed inorganici in diverse granulometrie, esente da sostanze tossiche, microrganismi dannosi (larve, nematodi).

Densità apparente materiale secco: 980 kg/mc, capacità di ritenzione idrica: 46% vol., permeabilità dell'acqua 4,5 mm\min., valore Ph (in CaCl₂): 6,7 , compattazione media per spessori fino a cm 20: 16% vol.

Il materiale verrà fornito in _____, lo spessore previsto al momento della posa è di cm ____

Dati tecnici

Specifiche	Esigenze Norme FFL	DAKU ROOF SOIL 2
Peso miscele di materiale sfuso secco per verde estensivo (parametri VDLUFA) valore nominale per il calcolo del carico contro l'aspirazione del vento secondo DIN 1055 parte 4		0,89 g (cmc)
Peso miscele di materiale sfuso per verde estensivo umido (parametri VDLUFA) peso fornitura		1,14 g/cmc contenuto acqua 25%
Peso miscele di materiale sfuso per verde estensivo saturo d'acqua (parametri VDLUFA) con spessori fino a 20 cm		1,30 g/cmc compattazione 16 %
Peso materiale sfuso per verde estensivo secco (parametri FLL) compattazione con spessori superiori a circa 20 cm	0,6-1,3g/cmc	0,97 g/cmc
Peso miscele di materiale sfuso umido (parametri FLL) compattazione spessori superiori a ca. 20 cm		1,23 g/cmc contenuto acqua 26%
Peso miscele di materiale sfuso saturo d'acqua (parametri FLL) compattazione con spessori superiori a ca. 20 cm	1,0-1,8 g/cmc	1,42g/cmc condensazione 21 %
Volume dei pori totale		60 Vol. %
Capacità di trattenimento d'acqua max	>35 Vol. %	45 Vol. %
Contenuto d'aria con WK max.	>10 Vol. %	15 Vol. %
Permeabilità dell'acqua	>0,6 mm/min.	4,5 mm/min.
Valore pH (in CaCl ₂)	6,5 – 8,0	6,7
Contenuto di carbonato	< 25 g/l	2,9 g/l
Contenuto di sale (estratto d'acqua)	<3,5 g/l	0,7 g/l
Contenuto di sostanze organiche	3,0-8,0 m.-%	3,0 m.-%
Rapporto C/N con l'uso di terriccio con compost	< 45	18
Capacità d'assorbimento	>60 mmol/Z/l	127 mmol/Z/l
N – facilmente solubile	< 60 mg/l	59 mg/l
N – totale calcolato da N: C/N x 0,58		966 mg/l
P2O5	< 150 mg/l	122 mg/l
K2O	> 150 mg/l	167 mg/l
Mg	< 120 mg/l	80 mg/l

Il **sistema seic** per coperture a verde pensile con **tecnologia ZinCo** riteniamo possa considerarsi a tutti gli effetti uno strumento importante nel concetto di Architettura Bioecologica che considera l'edificio come un organismo vivo, che deve inserirsi naturalmente nello spazio e non costituire una barriera sigillata tra l'esterno e l'interno, consentendo all'uomo di vivere in condizioni di benessere e qualità.

La SEIC Manti Sintetici è una divisione del gruppo Harpo S.p.A. di Trieste, di cui fanno parte anche la SEIC Geotecnica, la SEIC Cementi e la SANDTEX.

La Harpo S.p.A. nasce dalla fusione avvenuta nel Giugno 1999 tra le società SEIC e Sandtex, entrambe di proprietà della famiglia Stock di Trieste e fondate rispettivamente nel 1927 e nel

1963, note nel settore per la loro attività nella produzione e commercializzazione di materiali per l'edilizia.

La SEIC Manti Sintetici distribuisce in esclusiva per l'Italia i prodotti della Sika Trocal AG, leader in Europa del mercato delle membrane sintetiche per l'impermeabilizzazione.

I vantaggi del sistema seic verde pensile:

- isolamento termico e conseguente risparmio energetico;
- miglioramento delle prestazioni fonoassorbenti;
- protezione meccanica e termica dell'impermeabilizzazione;
- migliore deflusso in rete fognaria delle acque piovane, l'elevata ritenzione idrica della struttura migliora il tempo di corrivazione nella rete fognaria evitando quindi un eccessivo sovraccarico della stessa;
- trattenimento del pulviscolo atmosferico;
- riduzione dell'impatto ambientale e ripristino della superficie a verde in aree ad alto indice di urbanizzazione.
- alleggerimento del carico sulla soletta
- fruibilità e rispetto dell'ambiente

Tutti i materiali sono prodotti con materiali riciclati e possono a loro volta essere riciclabili (vd schede tecniche allegate)

SCELTA DEI SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE COPERTURE

Vi trasmettiamo di seguito le soluzioni tecniche che riteniamo più affidabili per impermeabilizzare le zone di progetto:

- A. copertura nuovo edificio con passerella a verde pensile di collegamento dei due fabbricati.
- B. copertura a verde pensile garage interrato

L'impermeabilizzazione proposta: **membrana seic**

Membrana sintetica ottenuta per sospensione in PVC sp. 1.5 mm, con le seguenti caratteristiche:

Membrana calandrata, armata con velovetro conforme al **test F.L.L.¹** : (che certifica la resistenza della membrana all'azione di danneggiamento meccanico dovuto a radici e **all'attacco biochimico dovuto alle colonie di microrganismi.**

Il test F.L.L. è il riferimento sul quale si basa l'elaboranda norma europea armonizzata EN sulle membrane di impermeabilizzazione per giardini pensili, in corso di realizzazione da parte del relativo gruppo di lavoro europeo formato da rappresentanti dei vari istituti di normazione dei singoli Paesi.

¹ **Test FLL**

Resistenza della membrana all'azione di danneggiamento meccanico dovuto alle radici e all'attacco biochimico dovuto alle colonie di microrganismi presenti nel terreno – TEST F.L.L.

F.L.L. è l'acronimo di Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, Associazione tedesca per la ricerca, lo sviluppo e la costruzione del paesaggio.

Tale associazione ha elaborato la procedura per il test attualmente accettato quale riferimento in Europa sui materiali che devono essere impiegati nella costruzione di coperture continue a verde pensile.

Il test F.L.L. rappresenta pertanto attualmente il metodo di prova riconosciuto internazionalmente quale riferimento per la verifica della resistenza di tutti i materiali, ed in particolare di quelli per l'impermeabilizzazione, siano essi membrane sintetiche, guaine bituminose, o guaine sintetiche liquide, all'attacco meccanico delle radici e all'azione biochimica dei microrganismi, applicati specificatamente nelle coperture a giardino pensile.

Il test F.L.L. viene eseguito in fioriere campione, con dimensioni e forma standardizzate, realizzate con pareti trasparenti in plexiglas.

Tali fioriere vengono impermeabilizzate con il prodotto da testare, avendo cura di realizzare all'interno della fioriera anche zone critiche quali le saldature sui sormonti e sui giunti a T e zone d'angolo. Anche la disposizione delle membrane in modo da realizzare tali zone critiche è standardizzata, ovvero realizzata in modo uguale per ciascun prodotto sottoposto alla prova. E' molto importante infatti determinare la resistenza propria del prodotto all'attacco di radici e microrganismi, ma anche verificare la tenuta a tale attacco delle saldature e dei dettagli costruttivi più delicati.

Successivamente viene posta all'interno della fioriera così rivestita una stratigrafia standardizzata per lo sviluppo della vegetazione e specie vegetali particolarmente aggressive (Cirsium Arvense, Alnus Incana, Populus Tremula), collocate in posizioni anch'esse standard.

Lo sviluppo della vegetazione viene favorito ed accelerato creando un clima artificiale (serra).

La prova ha una durata totale di 4 anni, nel corso dei quali, per 2 volte all'anno, vengono effettuati controlli visivi attraverso le pareti trasparenti in plexiglas.

Alla fine del test, la fioriera viene smontata, avendo cura di non disturbare la membrana di impermeabilizzazione, e viene eseguito il controllo finale, sia visivo che con prova di tenuta ad immersione totale della vasca rivestita.

Per ottenere la certificazione, il materiale non deve presentare alcuna alterazione dovuta all'azione meccanica delle radici o biochimica dei batteri presenti nel terreno.

Non devono essere quindi registrate rotture, infiltrazioni capillari, né alterazioni fisiche alla membrana stessa, che deve aver mantenuto inalterata la perfetta tenuta idraulica.

Sistema d'impermeabilizzazione di copertura a giardino pensile

Supporto di base

La struttura di copertura che costituisce il supporto di base deve essere progettata a regola d'arte e rispettare tutte le relative normative in vigore.

Si terrà inoltre conto delle raccomandazioni riguardanti la compatibilità e la resistenza del supporto, in funzione del sistema d'impermeabilizzazione prescelto.

Il supporto, costituito da massetto in calcestruzzo gettato in opera o in elementi prefabbricati oppure in lamiera grecata, dovrà presentarsi liscio, asciutto, pulito, con angoli a spigoli vivi e pendenze già realizzate verso gli scarichi.

Formazione di pendenze (solo per supporto di base in calcestruzzo)

Nella formazione di pendenze, i giunti di dilatazione dovranno ubicarsi sulla linea dei bordi, e questi avranno in tutti i loro punti pendenze minime di 1,5%, evitando che elementi sporgenti della copertura (lucernari, camini, ecc.) impediscano il libero flusso dell'acqua.

Per lo strato di pendenza, si consiglia uno spessore minimo di 2 cm e, se questo e lo strato di regolarizzazione formano un insieme unico, si consiglia una resistenza a compressione di 75 kg/cmq.

Tipi di strati di pendenza consigliati:

- Calcestruzzo normale a bassa resistenza.
- Calcestruzzo alleggerito con polistirolo espanso.
- Calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.
- Calcestruzzo cellulare.

Descrizione della stratigrafia d'impermeabilizzazione

1. Strato di regolarizzazione o compensazione

Lo strato di regolarizzazione o compensazione sarà realizzato mediante la stesura di uno strato di geotessile non tessuto in poliestere del peso unitario di almeno **500 g/mq**, resistenza a trazione di almeno 30 kN/m (ISO EN 10319) con allungamento a rottura inferiore o uguale al 80% (ISO EN 10319) e resistenza al punzonamento di almeno 2000 N (ISO EN 12236). Si curerà la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno cm 10 nei due sensi longitudinale e trasversale. Il fissaggio dell'elemento al supporto di base avverrà in accordo con la tecnica di fissaggio del pacchetto d'impermeabilizzazione.

Caratteristiche	U.M.	Valore
Imputrescibile, inattaccabile da microrganismi e roditori		
Ripresa d'umidità a 20°C con umidità relativa 65%	%	0,4
Punto di fusione	°C	260
Massa areica (DIN 53854)	gr/mq	≥200
Resistenza a trazione (ISO EN 10319)	kN/m	>15
Allungamento a rottura (ISO EN 10319)	%	≤80
Resistenza al punzonamento (ISO EN 12236)	N	>2000

2. Elemento di tenuta per giardino pensile

Per un giardino pensile, l'elemento di tenuta sarà costituito da un manto sintetico in PVC-S, ottenuto per sospensione, tipo **membrana seic** dello spessore nominale di **1,5 mm** (è ammessa una tolleranza massima di 0,1 mm), calandrato, armato con velovetro, resistente a radici, muffe e microrganismi attivi (Test F.L.L.).

La membrana dovrà avere le caratteristiche seguenti:

Caratteristiche secondo <u>DIN 16735 e SIA V 280</u>	
Test	Risultati
Resistenza a trazione	≥ 10 N/mmq
Allungamento a rottura	≥ 250 %
Resistenza al punzonamento	Stagno con altezza di caduta 600 mm con un peso di 500 gr
Resistenza alle radici *	Nessuna perforazione o crescita di radici (test FLL)
Piegatura a freddo	Nessuna fessurazione a -30°C
Deformazione dopo esposizione al calore	≤ 0,1 %
Resistenza a trazione della saldatura	rottura fuori della zona della saldatura
Vapore acqueo	μ ca. 19000
- indice di resistenza alla diffusione	
*conforme al Test F.L.L. per la resistenza alle radici	

Per quanto non evidenziato sopra, le caratteristiche della membrana saranno rispondenti ai requisiti minimi previsti dalle normative SIA 280 e/o DIN 16735.

La membrana dovrà essere approvata per l'impiego come strato impermeabile nelle coperture d'edifici, da almeno un certificato di validità internazionale tipo BBA in cui venga indicato che la membrana ha una vita utile di progetto di almeno 25 anni. Le suddette caratteristiche devono essere documentate da un attestato di conformità alle suddette certificazioni redatto dal produttore del materiale secondo la norma EN 45014 con preciso riferimento al cantiere, i dati di trasporto, le quantità ecc.; inoltre, la qualità dei materiali forniti dovrà essere confermata allegando copia del certificato di qualità ISO 9001 relativo al produttore a garanzia di quanto sopra indicato.

3. Posa in Opera

Si procederà alla stesura dei rotoli di membrana per file nel senso perpendicolare alla linea di massima pendenza, iniziandone la posa libera con il foglio intero e dal basso verso l'alto nel senso della massima pendenza. Successivamente, si realizzeranno i punti particolari (parapetti, superfici verticali, scarichi, giunti, ecc.).

La tenuta del manto sintetico si realizzerà sovrapponendo i singoli fogli per circa 6/7 cm e termosaldando ermeticamente gli stessi con apparecchiatura elettronica con erogatore ad aria calda. Le saldature verranno ulteriormente sigillate con il **PVC Liquido**.

La membrana d'impermeabilizzazione di copertura sarà raccordata ai dettagli di finitura perimetrali, conformemente alle indicazioni del produttore. Le rifiniture delle zone in elevazione (parapetti e volumi tecnici) che rimarranno fuori terra, verranno ricoperte da apposite lamiera metalliche onde prevenire il danneggiamento meccanico del manto impermeabile.

Se l'elemento di tenuta nella zona dei parapetti o degli altri risvolti in verticale su eventuali volumi tecnici non è protetto dal materiale di ricopertura dall'incidenza dei raggi UV, impiegare in questa parte della copertura la membrana, d'analoghe caratteristiche fisico - meccaniche, certificata per la resistenza alle radiazioni UV in condizioni d'esposizione permanente.

Nella realizzazione degli angoli si dovranno impiegare elementi prefabbricati in PVC di opportuno spessore. Una volta posata la membrana non si getteranno o poseranno su di essa materiali che possano danneggiarla.

4. Giardino pensile estensivo

Vedi documento allegato

5. Raccordi a parete

In corrispondenza dei volumi tecnici presenti sulla copertura (camini, muri, manufatti vari) i lembi del manto impermeabile saranno risvoltati in verticale su tali elementi per almeno 5 cm, incollati, se necessario, al supporto con apposita colla a contatto e termosaldati ad un'apposita **lamiera zincata**, rivestita su di una faccia da una lamina di manto sintetico. Tale profilo metallico sarà stato precedentemente ancorato al supporto verticale con tasselli ad espansione d'opportuno diametro e frequenza. Sul bordo superiore della lamiera verrà quindi spalmato un sigillante poliuretano tipo **FLEXIL** della Harpo per assicurare la tenuta dell'elemento di fissaggio all'infiltrazione d'acqua. Nel caso in cui l'altezza dei parapetti perimetrali od altri elementi verticali dovesse superare i 40 cm, è necessario applicare degli ulteriori fissaggi lineari intermedi aggiuntivi.

6. Finitura perimetrale

In prossimità dei cordoli o muretti perimetrali della copertura, i lembi della membrana d'impermeabilizzazione verranno incollati, se necessario, al supporto con apposita colla a contatto e termosaldati ad una **lamiera zincata**, rivestita su di una faccia da una lamina di manto sintetico, ancorata al supporto con tasselli ad espansione d'opportuno diametro e frequenza e con interposta guarnizione antivento. In alternativa, il lembo terminale del risvolto verrà fissato meccanicamente, secondo il calcolo fornito dal produttore, sulla testata dei muretti; il tutto sarà poi completato dalla posa di un cappello metallico di coronamento.

7. Fissaggi ai piedi delle pareti

Il fissaggio perimetrale ai piedi delle pareti e dei rilevati in genere sarà realizzato con fissaggi meccanici per punti analoghi a quelli usati per l'ancoraggio generale della stratigrafia di impermeabilizzazione alla struttura, secondo il numero e la disposizione definita dal produttore delle membrane.

La Direzione Lavori si riserverà, in alternativa, la facoltà di richiedere la posa di un profilo al piede delle pareti, in **lamiera zincata**, rivestita su di una faccia da una lamina di manto sintetico, sagomato ad L, sul quale verrà fissata meccanicamente la membrana impermeabile orizzontale e saldata ad aria calda quella verticale.

8. Lucernari

In prossimità dei lucernari, il manto dovrà essere incollato ai basamenti verticali mediante colla a contatto. Il lembo terminale del manto verrà risvoltato sulla testa del basamento che sarà successivamente ricoperta dall'installazione del lucernario. Successivamente i risvolti verranno sigillati mediante l'applicazione di un sigillante poliuretano tipo **FLEXIL**.

9. Rivestimento tubi passanti

Eventuali tubazioni passanti che dovessero emergere dal solaio di copertura, verranno rivestite mediante elemento presagomato in membrana per dettagli tecnici, compatibile col manto di copertura. Lo stesso elemento verrà quindi termosaldato ad aria calda al manto di copertura. Sulla parte superiore dell'elemento impermeabile verrà stretta meccanicamente una fascetta d'acciaio inox (compatibilmente con le misure disponibili sul mercato) e sarà quindi effettuata una sigillatura con un sigillante poliuretano tipo **FLEXIL**.

10. Bocchettoni di scarico

Il raccordo agli scarichi verrà realizzato con la posa di un elemento presagomato in membrana per dettagli tecnici o con un elemento in PVC, compatibile col manto impermeabile di copertura ed approvato dal produttore. Tal elemento sarà raccordato alla membrana d'impermeabilizzazione mediante termosaldatura ad aria calda. Ad ulteriore protezione del bocchettone dall'intasamento, verrà posizionata una griglia parafoglie. Gli scarichi dovranno essere realizzati in PVC rigido muniti d'opportuna guarnizione antirigurgito e dovranno essere fissati meccanicamente al solaio. Il PVC degli scarichi dovrà essere compatibile con la membrana.

CERTIFICAZIONI DI QUALITÀ E PREVENZIONE DEI MATERIALI

Oltre alle certificazioni specifiche dei materiali inseriti nella stratigrafia d'impermeabilizzazione, specificate nelle relative descrizioni, la Direzione Lavori avrà cura di verificare che il Produttore dei materiali d'impermeabilizzazione possieda le seguenti certificazioni, a garanzia di qualità dei materiali forniti e del processo produttivo:

Certificazione ISO 9001: sviluppo, produzione e vendita di membrane sintetiche per impermeabilizzazione.

PREMESSA

Vi trasmettiamo di seguito le soluzioni tecniche che riteniamo più affidabili per la realizzazione di coperture a verde pensile per il progetto in questione a Padova:

- C. giardino pensile con **SISTEMA SEIC ESTENSIVO COMPOSITO** su copertura piana riferito alla copertura nuovo edificio con passerella di collegamento dei due fabbricati.
- D. giardino pensile con **SISTEMA SEIC INTENSIVO LEGGERO** su copertura piana riferito alla copertura garage interrato

Sarà necessaria in una successiva fase esecutiva verificare ed affinare la seguente proposta tecnica.

I SISTEMI

Sistema estensivo Composito

Caratteristiche, campi di impiego:

sono inverdimenti che dopo il primo o secondo anno dall'impianto, richiedono manutenzione ridotta. Sono strutturati in modo che l'approvvigionamento idrico e di elementi nutritivi avvenga, nella misura maggiore attraverso processi naturali. La vegetazione impiegata è costituita da piante a sviluppo contenuto in altezza, resistenza al gelo, alla siccità e al vento, ottima capacità di rigenerazione.

Sistema che consente di impiegare oltre ad erbacee perenni, arbusti di piccola taglia, mantenendo entro certi limiti il peso.

Il ciclo vitale di questo sistema richiede, a regime, ridotta manutenzione

Il peso delle stratificazioni è compreso ca. tra i 75 e i 150 kg/mq.

Poiché il giardino pensile in questione dovrà prevedere l' accesso alla manutenzione, dovranno essere previsti accorgimenti anticaduta, ove non fossero presenti o previsti parapetti a norma di legge.

Un accurato studio delle specie applicate in funzione delle caratteristiche climatiche rendono questi sistemi *la migliore soluzione "ecologica"* alternativa alle tradizionali coperture inerti fornendo inoltre prestazioni di tipo estetico paesaggistico.

Sistema intensivo Leggero

Caratteristiche, campi di impiego:

sistema per coperture a verde pensile ad elevata fruizione con dimensionamento delle stratificazioni e bilanciamento del rapporto aria/acqua nello strato di vegetazione e nello strato di accumulo/drenaggio atti a consentire un equilibrato sviluppo a vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea con limite di sviluppo in altezza in funzione dello spessore totale del sistema. Adatto alla posa in opera di strutture e plinti di fondazione e di pavimentazioni sia pedonali che carrabili con carichi per asse in funzione delle caratteristiche dell'elemento portante (soletta).

Adatto per la realizzazione di giardini pensili su qualsiasi struttura dotata di idonea portata fino ad un'inclinazione di 10° in spessori di ca. 15-20 cm e da pesi di ca. 280 kg/m² in massima saturazione idrica ad esclusione della vegetazione.

LA TECNOLOGIA

Viene proposta la soluzione con zavorra a verde pensile con la tecnologia ZinCo.

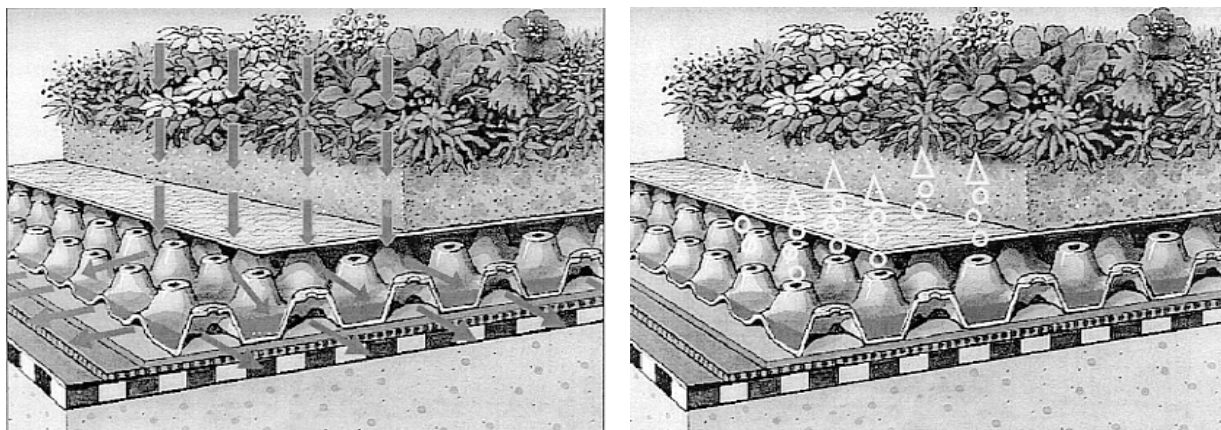
Le tecniche sono così flessibili che consentono di trovare la stratigrafia ottimale per risolvere ogni problema. Gli elementi drenanti del sistema formano il cuore del sistema; grazie alla rete di canali posti sulla superficie inferiore, offrono un efficace drenaggio delle acque anche in presenza di forte sviluppo degli apparati radicali. L'accumulo di acqua crea una riserva idrica. La conformazione degli elementi drenanti consente l'aerazione degli apparati radicali e il passaggio della pressione di vapore.

Questo sistema è concepito in modo tale da offrire alle piante condizioni stabili di vita senza pregiudicare la struttura della copertura. La stratigrafia è studiata in modo tale da garantire la corretta compresenza di aria e acqua in giusta proporzione permettendo di creare un microclima ottimale alla crescita e vita delle piante su una ridotta stratificazione del substrato; l'approvvigionamento idrico e di elementi nutritivi da parte delle piante avviene nella misura maggiore attraverso processi naturali.

I vantaggi:

- isolamento termico e conseguente risparmio energetico;
- miglioramento delle prestazioni fonoassorbenti;
- protezione meccanica e termica dell'impermeabilizzazione;
- migliore deflusso in rete fognaria delle acque piovane, l'elevata ritenzione idrica della struttura migliora il tempo di corrivazione nella rete fognaria evitando quindi un eccessivo sovraccarico della stessa;
- trattenimento del pulviscolo atmosferico;
- riduzione dell'impatto ambientale e ripristino della superficie a verde in aree ad alto indice di urbanizzazione.
- alleggerimento del carico sulla soletta
- fruibilità e rispetto dell'ambiente

IL SISTEMA



SUPPORTO DI BASE

La superficie di posa sia essa costituita da massetto in calcestruzzo gettato in opera, in elementi prefabbricati, in lamiera grecata o assito di legno, si dovrà presentare perfettamente piana, non dovrà presentare ondulazioni maggiori di 1 cm su regolo di mt 3 appoggiato sulla superficie suddetta.

In caso di maggiori differenze, l'Impresa dovrà provvedere ad eliminare a sua cura e spese le difformità.

Il piano di posa dovrà avere pendenze minime del 1 - 2% già realizzate verso i bocchettoni di scarico che dovranno essere di dimensioni ca. 80 - 100 mm. ed in numero di almeno 1 ca. ogni 100 m², comunque uno ogni porzione di giardino pensile evitando che elementi sporgenti della copertura (lucernari, camini, bocchettoni ecc.) impediscano il libero flusso dell'acqua. Dovrà essere cura dell' Impresa di costruzioni la realizzazione degli scarichi all' interno del solaio, in modo da poter essere ispezionati attraverso i pozzetti previsti dal sistema ZinCo, inoltre le bocchette dovranno risultare leggermente più basse del piano di finitura del solaio in modo da facilitare il deflusso dell' acqua.

L'impermeabilizzazione dovrà essere certificata antiradice (Test FLL); nel qual caso non fosse ivi prevista, disporre i fogli antiradice ZinCo.

Nel caso in cui il sistema venga posato su una struttura portante esistente, deve essere in grado di sopportare il peso della stratigrafia nonché gli eventuali carichi accidentali come prescritto dalle normative vigenti.

Agli angoli e bordi dell'opera in verde pensile si deve prestare particolare attenzione all'azione depressiva del vento e quindi si deve prevedere un adeguato appesantimento con la posa in opera di ghiaia o piastre in calcestruzzo.

Poiché il giardino pensile in questione dovrà prevedere l'accesso alla manutenzione, dovranno essere previsti opportuni ancoraggi anticaduta.

E' compito dell' progettista effettuare tutte le verifiche statiche e dinamiche della struttura portante (sia essa pre-esistente o nuova).

A COPERTURA NUOVO EDIFICIO CON PASSERELLA:

SISTEMA SEIC ESTENSIVO COMPOSITO

Peso del sistema a massima saturazione idrica: ca. 135 kg/m²

Capacità di accumulo idrico: ca. 23 l/ m²

Capacità di aerazione a massima saturazione idrica: ca. 15 – 30 %

Sp. tot stratigrafia variabile tra gli 11 – 23 cm

Stratigrafia sopra all'impermeabilizzazione* certificata antiradice

** vedi allegato a parte*

1. STRATO DI PROTEZIONE E ACCUMULO

Feltro di accumulo e di protezione ZinCo® SSM 45, in fibra di polipropilene per accumulo idrico e protezione con inserto di rinforzo, posato sopra l'impermeabilizzazione antiradice testata FLL con sovrapposizioni di 10 cm. Spessore: ca. mm 5, peso: ca. 470 g/ m², accumulo idrico: ca. 5 l/ m², allungamento: > 90%; test CBR secondo DIN 54307; resistenza alla punzonamento statico: > 2400 N, (Classe di resistenza 3), resistenza a trazione secondo DIN 53857

2. STRATO DI ACCUMULO DRENAGGIO E AERAZIONE

ZinCo Floradrain® FD25, elemento di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato, imbutito, con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore.

Altezza 25 mm, volume di accumulo idrico: ca. 3 l/ m²; volume di riempimento: ca. 10 l/ m²; massimo carico applicabile (non riempito): > 250 kN/ m²; n° vaschette di accumulo idrico: ca.1458/m²; n° fori per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore: ca. 1458/m²; Ø fori: ca. 2 mm. Deflusso idrico parallelo al piano di posa: con pendenza 1,5% = 0,5 l/(s x m²); con pendenza 3,0% = 0,8 l/(s x m²)

Deflusso idrico perpendicolare al piano di posa: 0,06 l/(s x m²)

3. TELO FILTRANTE

Si prevede la posa, sopra gli elementi di accumulo e drenaggio, del **telo filtrante ZinCo® TG** in geotessile non tessuto di polietilene/polipropilene incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica, steso sopra agli elementi drenanti con una sovrapposizione di 20 cm.

Sp ca. 1mm; resistenza al punzonamento secondo DIN 54307: ca. 1800 N; classe di durezza: 3; resistenza a trazione secondo DIN 53857-2: ca. 10,5 kN/m; allungamento a rottura secondo DIN 53857-2: 22%; permeabilità Q con una colonna d'acqua di 10 cm: ca. 35 l/(m² x s); apertura efficace dei fori: Dw = 100 µm

4. STRATIFICAZIONE DI SUBSTRATO

Substrato Zinco® per inverdimento pensile estensivo miscela con frazione minerale a base di Zincolit® materiale sfuso esclusivamente minerale a base di tegole in laterizio selezionato,

frantumato, vagliato ed arrotondato, con formulazione rispondente alla normativa tedesche FLL e DDV, distribuito in uno spessore medio compreso il coefficiente di compattazione di ca.:

Tappezzante a Sedum: 8 cm

Tappezzante a erbacee perenni: 12 cm

Tappezzante arbustive: 20 cm

5. VEGETAZIONE

60% Tappezzante a Sedum

Fornitura e distribuzione di talee di Sedum in lunghezza di ca. 2-5 cm a seconda della varietà, in non meno di 4 varietà diverse o secondo lista allegata. Densità di distribuzione 80 g/m². Successiva leggera ricopertura con substrato in ragione di ca. 1,5 cm/m². Rullatura leggera e prima irrigazione.

Esempio indicativo di specie:

Sedum album, Sedum reflexum, Sedum floriferum, Sedum sexangulare.

25% Vegetazione di erbacee perenni , mediante distribuzione in vasetti Ø 8 -10 cm.

Densità di posa ca. 15 -18 piantine/m².

Compresa prima irrigazione. Altezza della vegetazione a maturità in funzione delle specie prescelte variabile tra ca. 0,10 e 1,50 m.

Esempio indicativo di specie:

Hypericum calycinum, Sedum spp, Iberis sempervirens, Tulbaghia violacea, Hermerocallis spp. ecc..

15% Superfici con tappezzanti arbustive a basso sviluppo

Superfici ricoperte con tappezzanti arbustive a basso sviluppo, mediante distribuzione in vasetti Ø 12 - 16 cm. Densità di impianto ca. 6 - 8 piantine/m².

Altezza della vegetazione a maturità compreso tra ca. 0,2 e 0,6 m.

Esempio indicativo di specie:

Lonicera nitida, Hipericum spp, Santolina chamaecyparissus, Lavada spp, ecc.

Il posatore ai fini del raggiungimento **dell'idoneità al collaudo** dell'opera dovrà soddisfare i criteri sotto elencati:

Le zone di verde create costituiranno una estensione il più possibile omogenea e coprire in proiezione almeno il sessanta per cento del terreno.

Ogni tipo e forma di vegetazione estranea a quella prevista non viene inserita nel conteggio del grado di copertura.

In riferimento alla posa di talee di Sedum Collaudo dopo 50 gg. Dalla posa delle talee presenti nelle varietà e proporzioni previste in capitolato, queste devono essere presenti e radicate in numero di ca 08/10 talee/mq.

In riferimento alle piante in contenitore devono essere previsti nel numero prescritto e nella vitalità adeguata allo stato di sviluppo. Dette piante devono avere una crescita adatta alla specie .

Quanto sopra descritto è valido solo in presenza di impianto di irrigazione automatico.

ACCESSORI TIPO

(ulteriori accessori saranno da definire in fase esecutiva)

1. CANALETTE

Canaletta di facciata ZinCo * FR 75 – 2 per il drenaggio dell'acqua piovana proveniente da superfici di facciata, in lamiera d'acciaio zincata profilata, dotate di sistema di giunzione a viti di testa per il collegamento di più elementi; corpo della canaletta forato inferiormente e lateralmente, con griglia con griglia di chiusura in acciaio zincato a caldo.

Regolazione in altezza : ca. da 85 a 105 a mm. Larghezza: 150 mm, altezza: 75 mm, dimensioni griglia: 34x12 mm. Peso: 11 kg, lunghezza: 2 m, resistenza ai carichi: classe K secondo DIN 19599.

2. POZZETTI

Pozzetto di controllo **ZinCo® KS12**, in lamiera d'acciaio zincata e verniciata con flangia perimetrale per il collegamento agli strati di protezione; con coperchio in lamiera d'acciaio termoisolato, resistente al calpestamento e alla compressione; adatto per tutte le dimensioni dei pozzetti di raccolta.

Dimensioni pozzetto: 25x25 cm, dimensioni flangia: 50x50 cm, peso: 3 kg
Altezza: 12 cm, resistente ai carichi, classe H secondo DIN 19599

3. PROFILI

Profili angolari **ZinCo® DP 120** in alluminio con foratura continua sul lato di appoggio avente funzione di drenaggio. Fissaggio degli elementi mediante connettori a pressione. Materiale: acciaio. Lunghezza: ca. 3 m; altezza profilo: 120 mm.

Da disporre eventualmente a contenimento del substrato lungo la fascia da riempire con ghiaia lungo i contenimenti laterali.

4. IRRIGAZIONE TIPO

Per la superficie a talee di Sedum

Impianto di irrigazione statico e/o dinamico

Collettori di distribuzione con elettrovalvole autopulenti, antiusura con controllo di flusso, filtro sulla membrana e dispositivo di apertura e chiusura lenta. Collettori dotati di microsfera per lo scarico invernale dell'impianto e alloggiato in appositi pozzetti di ispezione.

Programmatore: costituito da centralina elettronica programmata a tempo e con inclusa batteria ricaricabile per la riserva della memoria; dispositivo "Rein Check" per l'interruzione dei cicli irrigui in caso di pioggia ed il ripristino del programma ad evaporazione avvenuta dei mm d'acqua dovuti alla precipitazione.

Tubazioni di alimentazione e di adduzione ai vari settori con diametri variabili, inattaccabili agli agenti del sottosuolo e provviste di apposite valvole di drenaggio automatiche.

Irrigatori:

irrigatori dinamici a turbina a cerchio intero e/o a settore variabile, con gittata regolabile e ugelli intercambiabili.

irrigatori statici antiurto e anticorrosione, ugello ad angolo di lavoro regolabile, frizione per la regolazione della direzione del getto dopo l'installazione, filtro interno a cestello estraibile dalla parte superiore, regolazione della traiettoria. Con molla di richiamo pistone.

Istallazione comprensiva di picchettaggio, tracciatura, montaggio, reinterro dei tubi, irrigatori, collettori, connessioni elettriche stagne, allacciamento programmatore.

Per la superficie a tappezzanti a perenni e arbustive

Impianto di irrigazione ad ala gocciolante

Rete di distribuzione: in materiale plastico PEBD (polietilene a bassa densità) diametro variabile con possibilità di adattamento in riferimento alla corretta dislocazione del verde, resistente alla corrosione e completato da: filtri e addolcitori, riduttori di pressione, elettrovalvole a basso voltaggio.

Programmatore: costituito da centralina elettronica programmata a tempo e con inclusa batteria ricaricabile per la riserva della memoria; esclusori dell'irrigazione in presenza di piogge mediante sensore "rain check" esterno e/o sonde di umidità sotterranee a basso voltaggio.

5. ANCORAGGI DI SICUREZZA (nel qual caso non fossero ivi previsti parapetti di protezione al bordo)

ZinCo Fallnet® - SE, rete quadrata in acciaio inossidabile per la predisposizione di un sistema di ancoraggio anticaduta, adatta per la messa in sicurezza di persone che operano per la manutenzione al bordo di copertura con inclinazione minori ai 5°. abbinata ad un strato filtrante sulla faccia superiore e dotata di occhielli di fissaggio; applicata con opportuno appesantimento in materiale sfuso di almeno 120 Kg/m² fino ad inclinazioni di 2°; per inclinazioni comprese fra i 2° e i 5° opportuno appesantimento in materiale sfuso di almeno 140 Kg/m². Certificata a normativa DIN EN 795, classe E. Peso: ca. 20 kg, dimensioni: 4x4 m.

Segnalatore per rete ZinCo Fallnet® - SE in accoppiamento con sistemi di aggancio e sicurezza abilitati e normati (funi, moschettoni ecc.). Ogni punto di aggancio è contrassegnato con un segnalatore. Ogni elemento **Fallnet® - SE**, viene fornito di bussola per l'individuazione e protezione dei punti di ancoraggio.

6. GHIAIA

ghiaia di fiume, tonda, lavata, avente granulometria 18/32 mm. posata in corrispondenza dei volumi tecnici, dei pozzetti di raccolta dell' acqua piovana, dei lucernari e simili, per una larghezza di cm. 50 ca. ed una profondità pari allo spessore del substrato.

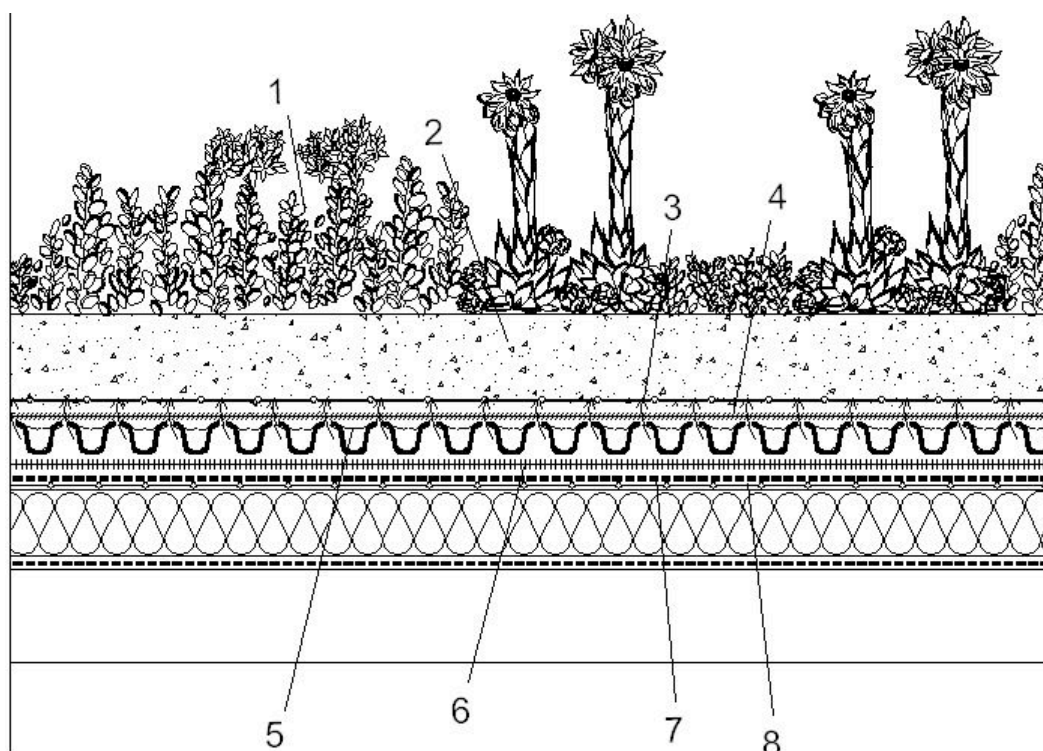
7. Zincolit®

Come strato aggiuntivo drenante, per il tamponamento degli elementi di accumulo drenaggio e di aerazione ove si prevista la posa di pavimentazioni o per realizzare fasce in sostituzione della ghiaia. **Zincolit®** è un materiale sfuso esclusivamente minerale a base di tegole in laterizio selezionato, frantumato, vagliato ed arrotondato.

Distribuito nell'ordine di 100 l/m²

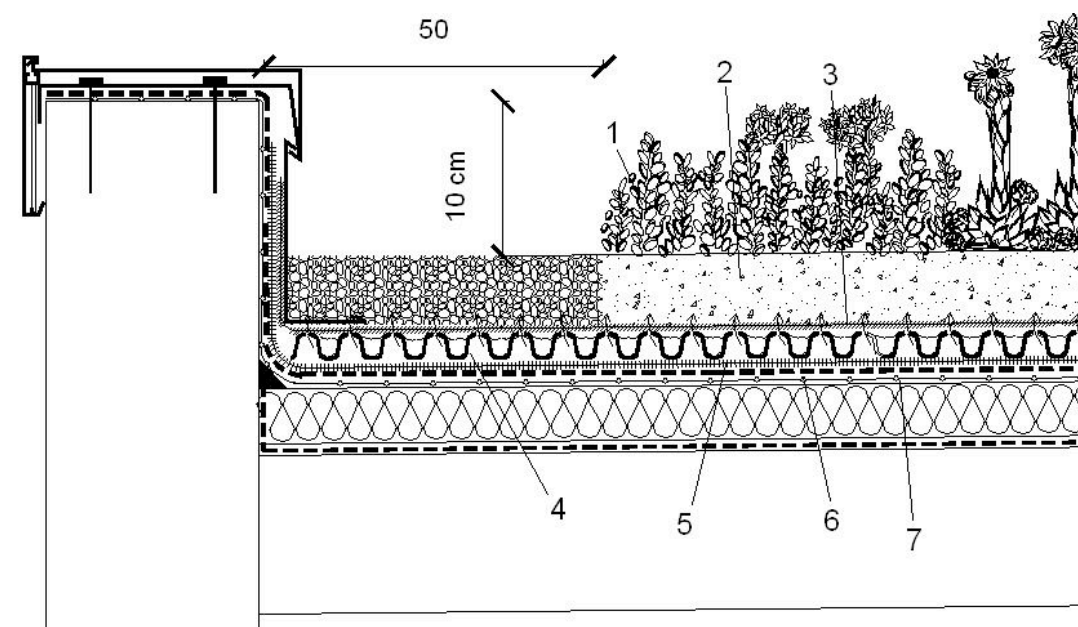
8. DETTAGLI ESECUTIVI

Stratigrafia tipo per verde pensile estensivo – ZinCO FD 25



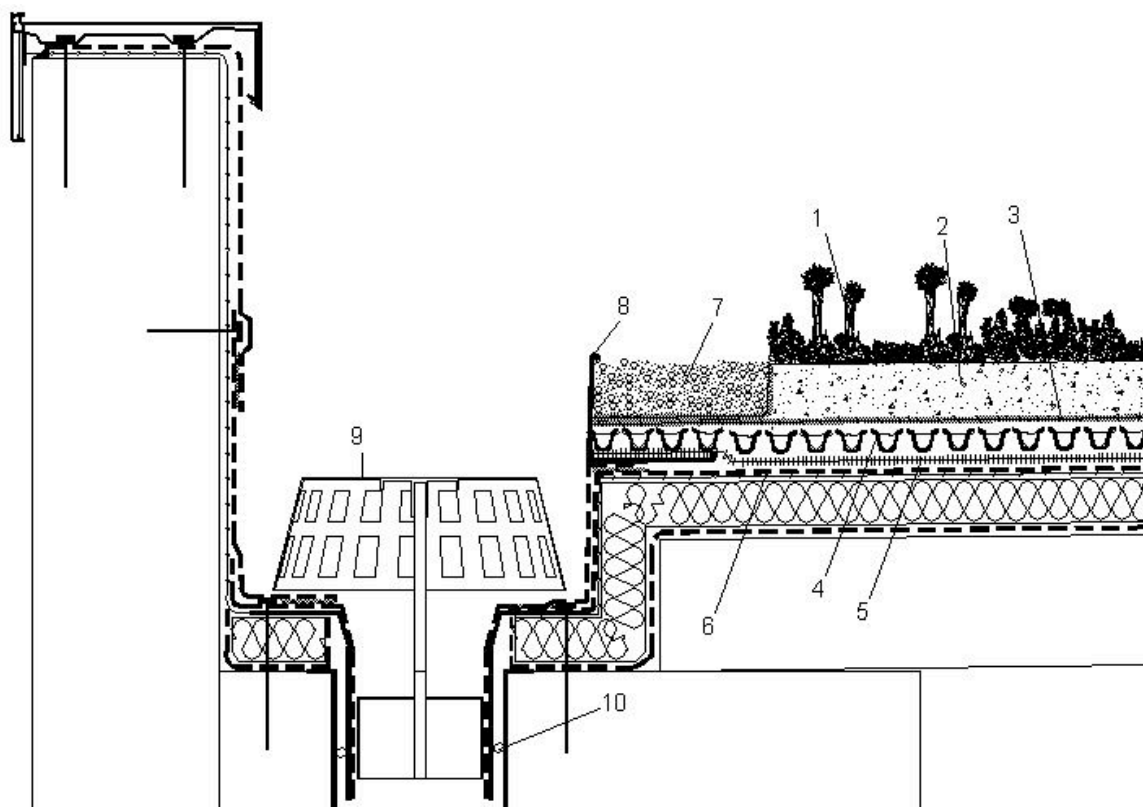
1. Inverdimento Estensivo Composito
2. Miscela di substrato Zinco per inverdimenti estensivi
Sp. medio: 12-15 cm compreso coeff. di compattazione
3. Rete anticaduta Fallnet
4. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1 mm
5. Strato di accumulo, drenaggio aerazione ZinCo Floradrain FD 25
Sp. ca. 2,5 cm
6. Feltro di protezione e accumulo ZinCo SSM 45
7. Membrana seic di impermeabilizzazione certificata antiradice (Test FLL)
8. t.n.t

Dettaglio tipo al contenimento laterale



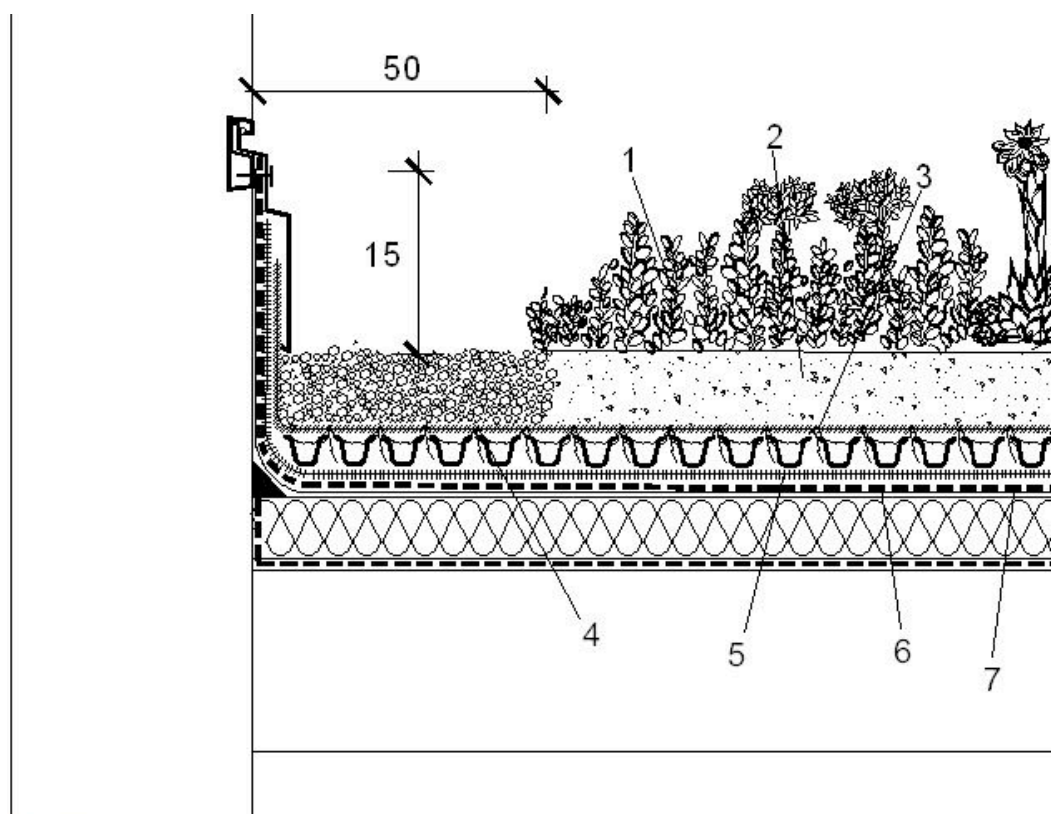
1. Inverdimento Estensivo Composito
2. Miscela di substrato Zinco per
inverdimenti estensivi Sp. medio:
12-15 cm compreso coeff. di
compattazione
3. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1
mm
4. Strato di accumulo, drenaggio
aerazione ZinCo Floradrain FD
25, Sp. 2,5 cm
5. Feltro di protezione e accumulo
ZinCo SSM 45
6. Membrana seic di
impermeabilizzazione certificata
antiradice (Test FLL)
7. T.N.T

Dettaglio tipo al pluviale di scarico



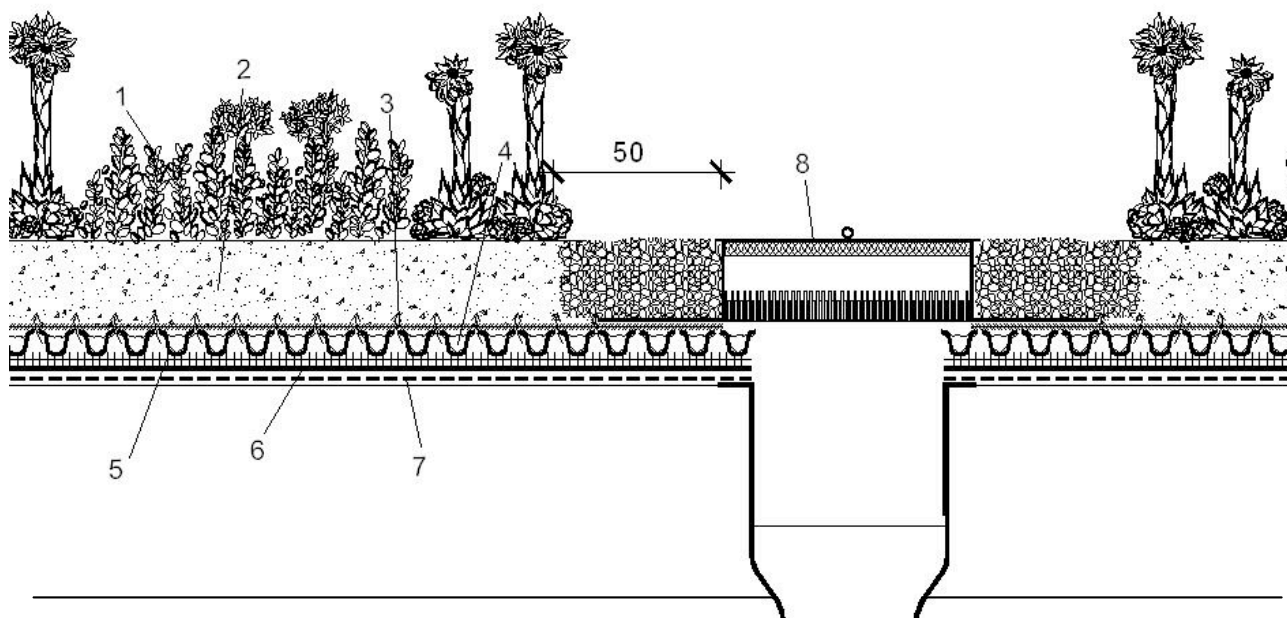
1. Inverdimento Estensivo Composito
2. Miscela di substrato Zinco per inverdimenti estensivi. Sp. medio: 12-15 cm compreso coeff. di compattazione
3. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1 mm
4. Strato di accumulo, drenaggio aerazione ZinCo Floradrain FD 25; Sp. 2,5 cm
5. Feltro di protezione e accumulo ZinCo SSM 45
6. Membrana di impermeabilizzazione
In PVC certificata antiradice (Test FLL)
7. Profilo di contenimento ZinCo DP 120
8. Ghiaia di fiume tonda lavata diametro 18x32 mm; fascia minimo 20 cm
9. Parafogli o pozzetto di controllo ZinCo
10. Guarnizione antirigurgito

Dettaglio tipo: ancoraggio ad elementi verticali



1. Inverdimento estensivo Composito
2. Miscela di substrato Zinco per
inverdimenti estensivi. Sp. medio: 12-15
cm compreso coeff. di compattazione
3. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1
mm
4. Strato di accumulo, drenaggio
aerazione
ZinCo Floradrain FD 25; Sp. 2,5 cm
5. Feltro di protezione e accumulo
ZinCo SSM 45
6. Membrana seic di
impermeabilizzazione in PVC
Certificata antiradice (test FLL)
7. T.N.T. separatore

Dettaglio tipo: scarico in copertura



1. Inverdimento estensivo Composito
2. Miscela di substrato Zinco per inverdimenti estensivi. Sp. medio: 12-15 cm compreso coeff. di compattazione
3. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1 mm
4. Strato di accumulo, drenaggio aerazione ZinCo Floradrain FD 25; Sp. 2,5 cm
5. Feltro di protezione e accumulo ZinCo SSM 45
6. Membrana seic di impermeabilizzazione in PVC
Certificata antiradice (test FLL)
7. T.N.T. separatore
8. Pozzetto di controllo KS 12

B COPERTURA GARAGE INTRRATO:

SISTEMA SEIC INTENSIVO LEGGERO A TAPPETO ERBOSO - semina

Peso del sistema a massima saturazione idrica: ca. 205 kg/m²

Capacità di accumulo idrico: ca. 53 l/ m²

Capacità di aerazione a massima saturazione idrica: ca. 10 – 20 %

Sp. tot minimo stratigrafia ca. 20 cm

Stratigrafia sopra all'impermeabilizzazione* certificata antiradice (test FLL)

* vedi allegato a parte

1. STRATO DI PROTEZIONE E ACCUMULO

Feltro di accumulo e di protezione ZinCo° SSM 45, in fibra di polipropilene per accumulo idrico e protezione con inserto di rinforzo, posato sopra l'impermeabilizzazione antiradice testata FLL con sovrapposizioni di 10 cm. Spessore: ca. mm 5, peso: ca. 470 g/ m², accumulo idrico: ca. 5 l/ m², allungamento: > 90%; test CBR secondo DIN 54307; resistenza alla punzonamento statico: > 2400 N, (Classe di resistenza 3), resistenza a trazione secondo DIN 53857

2. STRATO DI ACCUMULO DRENAGGIO E AERAZIONE

ZinCo Floradrain° FD40, elemento di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato, imbutito, con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore.

Volume di accumulo idrico: ca. 4 l/ m² ; volume di riempimento: ca. 17 l/ m²; n° vaschette di accumulo idrico: ca. 578/ m²; n° fori per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore: ca. 578/ m²; Ø fori: ca. 2 mm. Massimo carico applicabile (non riempito): 135 kN/ m²

Massimo carico applicabile (riempito): 235 kN/ m²

3. TELO FILTRANTE

Si prevede la posa, sopra gli elementi di accumulo e drenaggio, del **telo filtrante ZinCo° TG** in geotessile non tessuto di polietilene/polipropilene incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica, steso sopra agli elementi drenanti con una sovrapposizione di 20 cm.

Sp ca. 1 mm; resistenza al punzonamento secondo DIN 54307: ca. 1800 N; classe di durezza: 3; resistenza a trazione secondo DIN 53857-2: ca. 10,5 kN/m; allungamento a rottura secondo DIN 53857-2: 22%; permeabilità Q con una colonna d'acqua di 10 cm: ca. 35 l/(m² x s); apertura efficace dei fori: Dw = 100 µm

4. STRATIFICAZIONE DI SUBSTRATO

Zincolit° come tamponamento dello strato di accumulo e drenaggio ZinCo° Floradrain FD 40, solo nella parte inverdita a tappeto erboso. **Zincolit°** è un materiale sfuso esclusivamente minerale a base di tegole in laterizio selezionato, frantumato, vagliato ed arrotondato in ragione di ca. 17 l/m² compreso coeff. di compattazione.

Substrato Zinco° per inverdimento pensile intensivo miscela con frazione minerale a base di Zincolit° materiale sfuso esclusivamente minerale a base di tegole in laterizio selezionato, frantumato, vagliato ed arrotondato, con formulazione rispondente alla normativa tedesche FLL e DDV, distribuito in uno spessore minimo compreso il coefficiente di compattazione di ca. 15 cm.

5. VEGETAZIONE

100% Superficie a tappeto erboso

Tappeto erboso polifitico realizzato mediante semina di miscuglio selezionato adatto all'uso della superficie e dell'esposizione.

In riferimento alla semina di tappeto erboso devono corrispondere la varietà di piante e il grado di copertura richiesti. Nel caso di prato seminato la copertura totale deve essere almeno del 75%.

Quanto sopra descritto è valido solo in presenza di impianto di irrigazione automatico.

ACCESSORI TIPO

(ulteriori accessori saranno da definire in fase esecutiva)

9. CANALETTE

Canaletta di facciata ZinCo * FR 75 – 2 per il drenaggio dell'acqua piovana proveniente da superfici di facciata, in lamiera d'acciaio zincata profilata, dotate di sistema di giunzione a viti di testa per il collegamento di più elementi; corpo della canaletta forato inferiormente e lateralmente, con griglia con griglia di chiusura in acciaio zincato a caldo.

Regolazione in altezza : ca. da 85 a 105 a mm. Larghezza: 150 mm, altezza: 75 mm, dimensioni griglia: 34x12 mm. Peso: 11 kg, lunghezza: 2 m, resistenza ai carichi: classe K secondo DIN 19599.

10. POZZETTI

Pozzetto di controllo degli scarichi ZinCo KS 15

Pozzetto di controllo in polistirolo rigido (EPS), con griglia e coperchio in alluminio pressofuso. coperchio amovibile termoisolato e con flangia di raccordo in telo filtrante.

Dimensioni: 32x32 cm

Dimensioni griglia: 25x25 cm

Altezza: ca. 150 mm, peso: a 1,6 Kg

Resistente ai carichi, classe H secondo DIN 19599 (carico di collaudo: 1,5 kN)

11. IRRIGAZIONE TIPO

Per la superficie a tappeto erboso

Impianto di irrigazione statico e/o dinamico

Collettori di distribuzione con elettrovalvole autopulenti, antiusura con controllo di flusso, filtro sulla membrana e dispositivo di apertura e chiusura lenta. Collettori dotati di microsfera per lo scarico invernale dell'impianto e alloggiato in appositi pozzetti di ispezione.

Programmatore: costituito da centralina elettronica programmata a tempo e con inclusa batteria ricaricabile per la riserva della memoria; dispositivo "Rein Check" per l'interruzione dei cicli irrigui in caso di pioggia ed il ripristino del programma ad evaporazione avvenuta dei mm d'acqua dovuti alla precipitazione.

Tubazioni di alimentazione e di adduzione ai vari settori con diametri variabili, inattaccabili agli agenti del sottosuolo e provviste di apposite valvole di drenaggio automatiche.

Irrigatori:

irrigatori dinamici a turbina a cerchio intero e/o a settore variabile, con gittata regolabile e ugelli intercambiabili.

irrigatori statici antiurto e anticorrosione, ugello ad angolo di lavoro regolabile, frizione per la regolazione della direzione del getto dopo l'installazione, filtro interno a cestello estraibile dalla parte superiore, regolazione della traiettoria. Con molla di richiamo pistone.

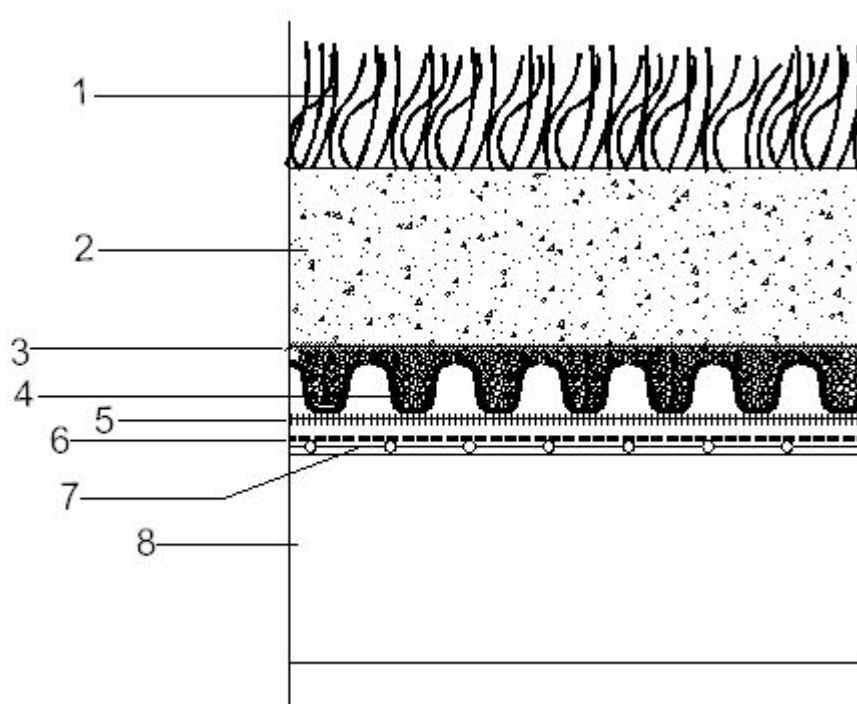
Installazione comprensiva di picchettaggio, tracciatura, montaggio, reinterro dei tubi, irrigatori, collettori, connessioni elettriche stagne, allacciamento programmatore.

12. GHIAIA

ghiaia di fiume, tonda, lavata, avente granulometria 18/32 mm. posata in corrispondenza dei volumi tecnici, dei pozzetti di raccolta dell' acqua piovana, dei lucernari e simili, per una larghezza di cm. 50 ca. ed una profondità pari allo spessore del substrato.

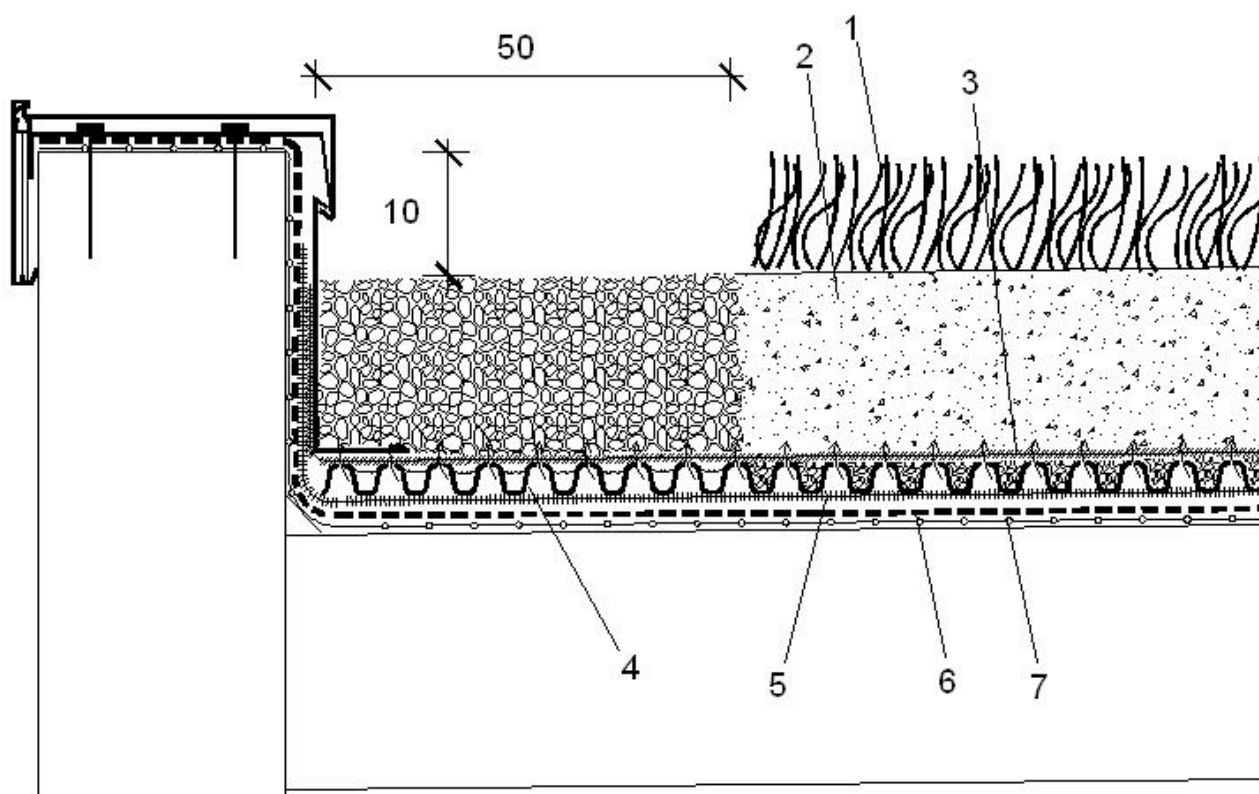
13. DETTAGLI ESECUTIVI

Stratigrafia tipo per verde pensile intensivo leggero - ZinCO FD 40



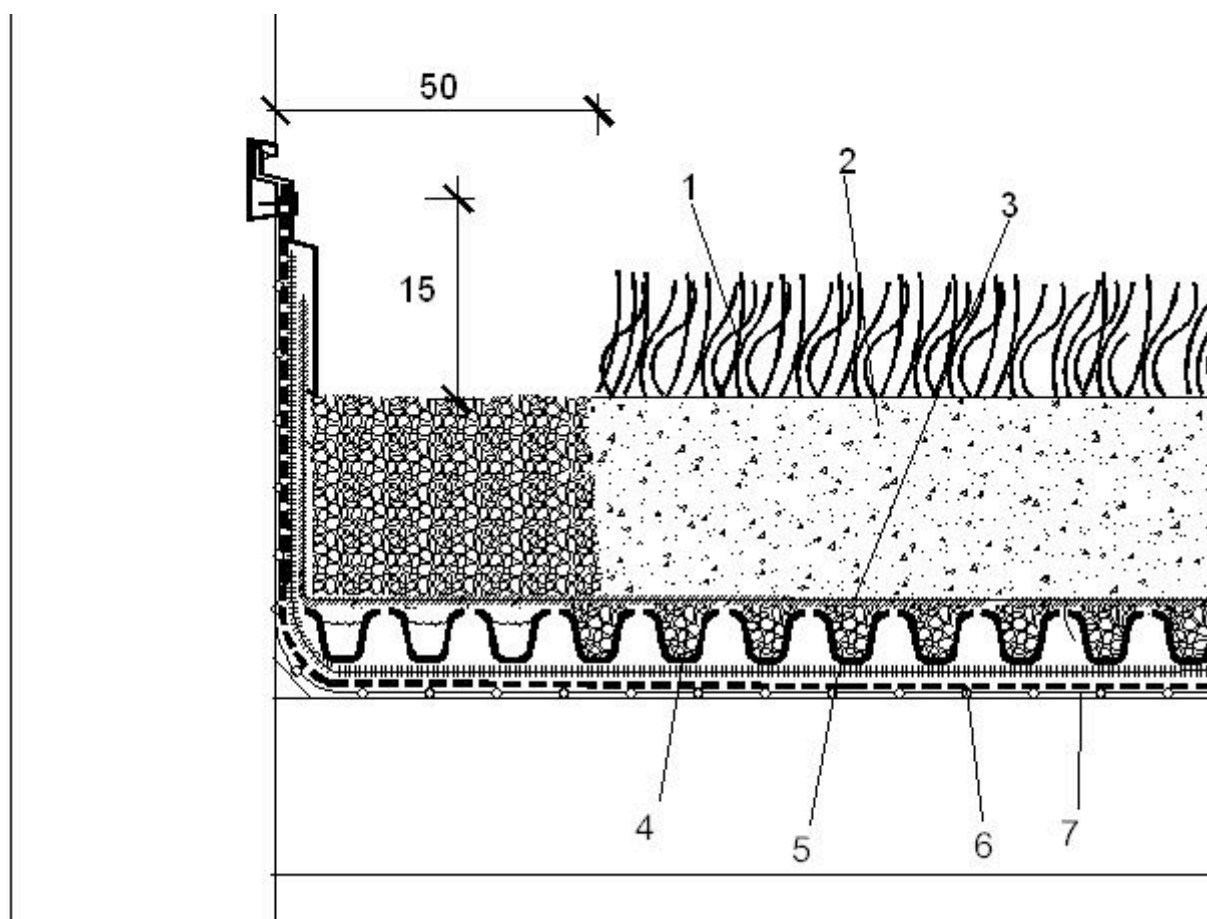
1. Inverdimento Intensivo Leggero
(tappeto erboso)
2. Miscela di substrato Zinco per inverdimenti intensivi
Sp. minimo 15 cm compreso coeff. di compattazione
3. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1 mm
4. Strato di accumulo, drenaggio aerazione
ZinCo Floradrain FD 40
Sp. ca. 4 cm, tamponato con Zincolit
5. Feltro di protezione e accumulo
ZinCo SSM 45
6. Membrana seic di impermeabilizzazione certificata antiradice (test FLL)
7. t.n.t.
8. supporto

Dettaglio tipo al contenimento



1. Inverdimento Intensivo Leggero
2. Miscela di substrato Zinco per inverdimenti intensivi
Sp. variabile
3. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1 mm
4. Strato di accumulo, drenaggio aerazione ZinCo Floradrain FD 40 Sp. 4 cm tamponato con ZInColit
5. Feltro di protezione e accumulo ZinCo SSM 45
6. Membrana seic di impermeabilizzazione In PVC certificata antiradice (test FLL)
7. t.n.t.

Dettaglio tipo: ancoraggio ad elementi verticali



1. Inverdimento intensivo leggero (tappeto erboso)
2. Miscela di substrato Zinco per inverdimenti intensivi leggeri (tappeto erboso)
Sp. minimo 15 cm
3. Telo filtrante ZinCo TG, sp. ca. 1 mm
4. Strato di accumulo, drenaggio aerazione
ZinCo Floradrain FD 40; Sp. 4 cm tamponato con
ZinColit
5. Feltro di protezione e accumulo
ZinCo SSM 45
6. Membrana seic di impermeabilizzazione certificata
antiradice (test FLL)
7. t.n.t.

Scheda tecnica ZinCo SSM 45
Feltro di accumulo e protezione

Feltro in fibra di polipropilene per accumulo idrico e protezione con inserto di rinforzo, posato sopra l'impermeabilizzazione antiradice testata FLL con sovrapposizioni di 10 cm.
Colore: marrone marezzato

Dimensioni e pesi*:

Art. nr. 2045	Feltro di accumulo e protezione					Rotoli		
	Spessore mm	Peso g/m ²	Larghezza m	Lunghezza m	Area m ²	Diametro m	Altezza m	Peso lordo /rotolo kg
ZinCo Floradrain FD25	5	470	2,00	50,00	100,00	0,55	2,00	50,00

*valori indicativi

Applicazioni

Feltro in tessuto sintetico per l'accumulo idrico e di sostanze nutritive. Come strato protettivo sotto a inverdimenti pensili, strati di ghiaia, pavimentazioni in piastre ecc.

Proprietà

- elevata resistenza meccanica
- protezione dell'impermeabilizzazione a normativa secondo DIN 18 195 parte 5
- accumula acqua e sostanze nutritive
- immarcescibile
- biologicamente neutro
- resistente alle sostanze bituminose e al polistirolo
- prodotto con materiali riciclabili
- facile e veloce da posare

Prestazioni:

capacità di accumulo idrico: ca. 5,0 l/m²

resistenza a trazione secondo DIN 53857

trazione: > 8,5 kN/ m²

allungamento: > 90%

test CBR secondo DIN 54307

Ø fori: ca.2 mm

Resistenza al punzonamento statico: > 2400 N

(classe di resistenza 3)

Scheda tecnica Zinco Floradrain FD 25

Elemento di accumulo drenante ed aerazione

Elemento di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato, imbutito, con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore.

Materiale: HDPE

Colore: grigio scuro

Dimensioni e pesi*:

Art. nr. 3025	Elemento drenante, di accumulo e aerazione				Pallet	
	Altezza	Peso	Dimensioni	Area	Numero	Peso lordo

	mm	kg/m ²	m	m ²	pannelli/pallet	kg
ZinCo Floradrain FD25	25	1.70	1,0 x 2,00	2,00	200	850

*valori indicativi

Applicazioni

Elemento drenante e di accumulo idrico in polietilene riciclato, di spessore contenuto e stabile alla compressione, per l'impiego in inverdimenti estensivi

Proprietà

- ampio sistema di canali di drenaggio sulla faccia inferiore e fori per la diffusione della pressione di vapore e aerazione.
- Accumulo idrico anche in presenza di pendenza
- Buona resistenza al calpestamento
- Biologicamente neutro
- Leggero e di posa facile e veloce

Prestazioni:

volume di accumulo idrico: ca. 3 l/m²

volume di riempimento: ca. 10 l/ m²

massimo carico applicabile (non riempito): > 250 kN/ m²

N° vaschette di accumulo idrico: ca. 1458/ m²

N° fori per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore: ca. 1458/ m²

Ø fori: ca.2 mm

Deflusso idrico parallelo al piano di posa:

con pendenza 1,5% = 0,5 l/(s x m²)

con pendenza 3,0% = 0,8 l/(s x m²)

Deflusso idrico perpendicolare al piano di posa: 0,6 l/(s x m²)

Scheda tecnica Zinco Floradrain FD 40

Elemento di accumulo drenante ed aerazione

Elemento di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato, imbutito, con incavi per l'accumulo idrico, aperture per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore e rete multidirezionale di canali per il drenaggio sulla faccia inferiore.

Materiale: HDPE

Colore: grigio scuro

Dimensioni e pesi*:

Art. nr. 3025	Elemento drenante, di accumulo e aerazione					Pallet	
	Spessore mm	Altezza mm	Peso kg/m ²	Dimensioni m	Area m ²	Numero pannelli/pallet	Peso lordo kg
ZinCo Floradrain FD40	1,80	40,00	2,2	1,00 x 2,00	2,00	150	650

*valori indicativi

Applicazioni

Elemento per l'accumulo idrico, il drenaggio e l'aerazione in polietilene per l'impiego negli inverdimenti estensivi ed intensivi sia su coperture con pendenza massima del 4%, sia su coperture prive di pendenza.

Proprietà

- ampio sistema di canali di drenaggio sulla faccia inferiore e fori per la diffusione della pressione di vapore e aerazione.
- Elemento universale per inverdimenti estensivi ed intensivi
- Elevata capacità drenante
- Impiegabili anche su coperture prive di pendenza
- Accumulo idrico anche in presenza di pendenza
- Buona resistenza al calpestio
- Biologicamente neutro
- Di posa facile e veloce

Prestazioni:

volume di accumulo idrico: ca. 4 l/m²

volume di riempimento: ca. 17 l/ m²

N° vaschette di accumulo idrico: ca. 578/ m²

N° fori per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore: ca. 578/ m²

Ø fori: ca.2 mm

massimo carico applicabile (non riempito): 135 kN/ m²

massimo carico applicabile (riempito): 235 kN/ m²

Scheda tecnica ZinCo TG

Telo filtrante

Telo filtrante geotessile non tessuto in polietilene/polipropilene incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica, steso sopra agli elementi drenanti con una sovrapposizione di 20 cm.

Materiale: PP/PE

Colore: bianco

Dimensioni e pesi*:

Art. nr.	Filtro di accumulo e protezione				Rotoli			Pallet	
	Spessore mm	Larghezza m	Lunghezza m	Area m ²	Diametro m	Altezza m	Peso lordo kg /rotolo	Pallets m ²	Peso kg
ZinCo TG (art. nr. 2190)		2,25	100,00	225	0,37	2,00	45	2025	
ZinCo TG (art. nr. 2190)		1,12	100,00	112	0,40	1,20	25	1008	

*valori indicativi

Applicazioni

Geotessile non tessuto utilizzabile come telo filtrante sopra ad elementi drenanti. Adatto per elevate sollecitazioni meccaniche.

Proprietà

- elevata resistenza meccanica
- particolare resistenza alla trazione (elevata resistenza a trazione)
- inalterabile alla presenza di sostanza acide o alcaline comunemente presenti nel terreno
- chimicamente e biologicamente neutro
- elevata permeabilità idrica

Prestazioni:

resistenza al punzonamento secondo DIN 54307: ca. 1800 N

classe di durezza: 3

resistenza a trazione secondo DIN 53857-2: ca. 10,5 kN/ m
 allungamento a rottura secondo DIN 53857-2: 22%
 permeabilità Q con una colonna d'acqua di 10 cm: ca. 35 l(m² x s)
 apertura efficace dei fori: D_w = 100 µm
 Resistenza al punzonamento statico: > 2400 N
 (classe di resistenza 3)

Spett.le Ditta,

in seguito alla Vs. cortese richiesta, siamo ad inviarVi la nostra miglior offerta per la fornitura e la posa di 200 mq di prevegetato di Sedum in zolla.

1. Fornitura e posa, franco Vs. cantiere in Padova, scarico con gru del sistema XF 318 costituito da: geotessile di protezione delle guaine 400 gr/mq; elemento di drenaggio "Polidrain" intasato con 2 cm di granello di pomice (sp.6 cm); trama ordito; stesura di 3 cm di "Politerr 1"; stesura di zolla di prevegetato di sedum XF 318 (sp.circa 4-5 cm comprensiva di vegetazione). Peso indicativo pacchetto saturo d'acqua 105 Kg/mq, ritenzione idrica max circa 30 l/mq.
 prezzo unitario 65,50 euro/mq per un prezzo complessivo di 13.100,00 euro.

2. Fornitura e posa, franco Vs. cantiere in Padova, scarico con gru del sistema XF318 costituito da: geotessile di protezione delle guaine 400 gr/mq; stesura di 3 cm di granello di pomice; trama ordito; stesura di 7 cm di "Politerr 1"; stesura di zolla di prevegetato di sedum XF 318 (sp.circa 4-5 cm comprensiva di vegetazione). Peso indicativo fondo saturo d'acqua 165 Kg/mq, ritenzione idrica circa 25 l/mq, ma con minor efficienza di drenaggio.
 prezzo unitario 63,50 euro/mq per un prezzo complessivo di 12.700,00 euro.

Per quanto concerne gli inerti utilizzati, in tabella sono riportate le differenze principali tra le caratteristiche fisiche della sabbia vulcanica e di quella silicea (Europomice, 2002).

L'elemento drenante "Polidrain" è in polipropilene rigenerato.

Tabella – Caratteristiche fisiche in sabbia silicea e vulcanica

	Calcare totale (g/kg)	C.E. (µS/cm)	C.S.C. (meq/mg)	A.D. (% in peso)	Capacità di campo	Punto appassimento	Acqua disponibile
Sabbia silicea	6,4	68,7	6,82	2	1,5	0,7	0,8
Sabbia Vulcanica	0,6	23,6	14,37	6	8,4	6,8	6,5

Opzionale, ma consigliato, l'impianto di irrigazione da realizzarsi mediante stesura di un'ala gocciolante, da azionarsi 1 volta ogni 20-30 giorni, fino a completa saturazione, nel periodo estivo (giugno-agosto), in assenza completa di precipitazione atmosferica per periodi superiori ai 30 giorni. La mancanza di impianto di irrigazione non comporta la morte delle piante ma una variazione di colore verso il rosso e una riduzione sensibile della massa vegetale, che può determinare una diminuzione della percentuale di copertura. Questa eventualità non è però da considerarsi irreversibile, in quanto con adeguata concimazione autunnale si può recuperare, in pochi mesi, la copertura totale.

La manutenzione consisterà in una concimazione annuale e interventi di controllo sulle infestanti (spesa ipotizzata per due giornate di due persone circa 600-700 euro).

Nel preventivo sono compresi 5 sopralluoghi (uno all'anno) da parte di nostri tecnici.
Prezzi IVA 10% esclusa.

TEMPI DI CONSEGNA:
Da definirsi.

MODALITA' DI PAGAMENTO:
Da definirsi.

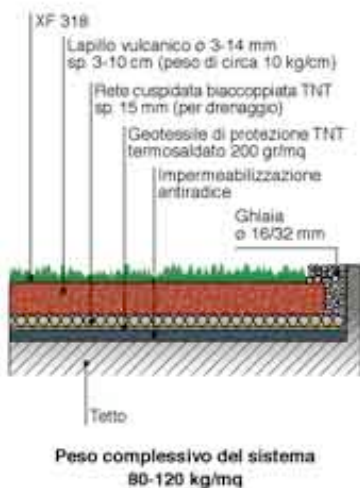
A disposizione per ulteriori informazioni, si porgono cordiali saluti.

p. Poliflor s.c.a r.l.
Frapoli dott. Stefano

PER ACCETTAZIONE
(timbro e firma)

XF 318 PREVEGETATO DI SEDUM SU FIBRA DI COCCO

**SCHEMA DI POSA SU SUPERFICI
PIANE O IN LEGGERISSIMA
PENDENZA 0-5°**



Il Prevegetato di Sedum su fibra di cocco può essere installato solo su tetti piani.

CONFRONTO MATERIALI e SPESSORI

Strati	Soluzione Daku	Soluzione ZinCo	Soluzioni Poliflor
--------	----------------	-----------------	--------------------

<u>Impermeabilizzante</u>	Sarnafil TG 66 Manto impermeabile sintetico a base di poliolefine flessibili (FPO) spessore: ca.2 cm	Membrana seic Membrana sintetica ottenuta per sospensione in PVC sp. 1.5 mm	Geotessile di protezione	Geotessile di protezione
<u>Strato di protezione e accumulo</u>		Feltro di accumulo e di protezione ZinCo^o SSM 45 Fibra di polipropilene, posato sopra l'impermeabilizzazione antiradice testata FLL Spessore: ca. mm 5		
<u>Drenaggio</u>	Daku FSD Lastre in polistirolo espanso stampato (EPS 25 SE) Spessore: ca.8 cm	ZinCo Floradrain^o FD25 , Elemento di accumulo, drenaggio e aerazione in polietilene riciclato. Altezza 25 mm	Polidrain (polipropilene rigenerato) intasato con 2cm di granello di pomice (sp.6cm)	Granello di pomice (3cm)
<u>Strato di separazione</u>	DAKU STABILFILTER Geotessile realizzato con fibre di poliestere e polipropilene Spessore: 1,2 cm	Telo filtrante ZinCo^o TG in geotessile non tessuto di polietilene/polipropilene incrudito a caldo, ad elevata resistenza meccanica, steso sopra agli elementi drenanti con una sovrapposizione di 20 cm. Sp ca. 1 mm;	Politerr 1 (3cm)	Politerr 1 (7cm)
<u>Substrato di coltura per tetti estensivi</u>	DAKU ROOF SOIL 2 Miscela di materiale sfuso minerario con sostanze organiche (lapillo di lava, pietra pomice, terriccio e concimi organici ed inorganici). Spessore: fino a 20 cm	Substrato Zinco^o Mmiscela con frazione minerale a base di Zincolit ^o materiale sfuso esclusivamente minerale a base di tegole in laterizio selezionato, frantumato, vagliato ed arrotondato. Tappezzante a Sedum: 8 cm	Zolla prevegetato di sedum XF 318 (sp.4-5cm circa comprensiva di vegetazione)	Zolla prevegetato di sedum XF 318 (sp.4-5cm circa comprensiva di vegetazione)

<u>Totale spessori</u>	Ca. 21,2 cm	Ca.12.5 cm	Ca.15 cm	Ca.14 cm
------------------------	-------------	------------	----------	----------

CONFRONTO CARATTERISTICHE TECNICHE - strato impermeabilizzante

Soluzione DAKU – Sarnafil TG 66

Principali dati tecnici:

Spessore	1,2 mm, 1,5 mm, 1,8 mm, 2,0 mm
Larghezza telo	2,0 m
Allungamento a rottura	600%
Resistenza alle radici	conforme al test F.L.L.

Colore (faccia sup./inf.) beige/nero

Soluzione ZinCo – membrana Seic

Caratteristiche	U.M.	Valore
Imputrescibile, inattaccabile da microrganismi e roditori		
Ripresa d'umidità a 20°C con umidità relativa 65%	%	0,4
Punto di fusione	°C	260
Massa areica (DIN 53854)	gr/mq	≥200
Resistenza a trazione (ISO EN 10319)	kN/m	>15
Allungamento a rottura (ISO EN 10319)	%	≤80
Resistenza al punzonamento (ISO EN 12236)	N	>200 0

CONFRONTO CARATTERISTICHE TECNICHE - strato di drenaggio

Soluzione DAKU – ZinCo FSD

CARATTERISTICHE	DAKU FSD 20	DAKU FSD 30	DAKU FSD 50
Capacità massima di stoccaggio	16 l/mq	24 l/mq	40 l/mq
Altezza elemento	62 mm	82 mm	122 mm
Peso (saturi d'acqua)	0,171 kN/mq	0,254 kN/mq	0,420 kN(mq)
Conduttività termica l/simbolo	0,50 mq K/W	0,55 mq K/W	0,60 mq/K/W

Drenaggio sul piano orizzontale dell'elemento

corrisponde a DIN 4095

Drenaggio sul piano verticale dell'elemento

0,25 l/s . mq

Tensione della pressione con 10 % inclinazione

0,16 N/mmq

classe di infiammabilità

B 1 secondo DIN 4102

Soluzione ZinCo – ZinCo Floradrain® FD25

Dimensioni e pesi*:

Art. nr. 3025	Elemento drenante, di accumulo e aerazione				Pallet	
	Altezza mm	Peso kg/m ²	Dimensioni m	Area m ²	Numero pannelli/pallet	Peso lordo kg
ZinCo Floradrain FD25	25	1.70	1,0 x 2,00	2,00	200	850

*valori indicativi

Prestazioni:

volume di accumulo idrico: ca. 3 l/m²

volume di riempimento: ca. 10 l/ m²

massimo carico applicabile (non riempito): > 250 kN/ m²

N° vaschette di accumulo idrico: ca. 1458/ m²

N° fori per l'aerazione e la diffusione della pressione di vapore: ca. 1458/ m²

Ø fori: ca.2 mm

Deflusso idrico parallelo al piano di posa:

con pendenza 1,5% = 0,5 l/(s x m²)

con pendenza 3,0% = 0,8 l/(s x m²)

Deflusso idrico perpendicolare al piano di posa: 0,6 l/(s x m²)

CONFRONTO CARATTERISTICHE TECNICHE - strato di separazione

Soluzione DAKU – DAKU Stabilfilter

Dati tecnici

DAKU STABILFILTER	Esigenze Norme FFL	Filtro stabile DAKU
Campo d'applicazione		Verde estensivo Verde intensivo Verde tetti inclinati Feltro di protezione Feltro per la distribuzione capillare
Massa aerica: Verde estensivo Verde intensivo Verde tetti inclinati (1) a secondo la necessità	> 100 g/mq > 200 g/mq (1) > 200 g/mq (1)	230 g/mq
Resistenza alla pressione (CBR-Test secondo DIN 54307 valore medio)	> 500 N	2120 N
Classe di durezza	> 1	3
Grandezza dei pori d = 90%	< 0,2 mm	0,055 mm
Drenaggio verticale		0,1 cm/s
Permeabilità con 10 cm WS		80 l/s/mq
Spessore materiale(DIN 53855)		1,2 mm
Misure rotoli (e peso)		2,1 m x 50,00 (24,15 kg) 2,1 m x 100,00 (48,30 kg)
Colore		grigio chiaro

Altro	resistente al gelo resistente ai microrganismi penetrabile da radici tollerabile dalle piante fito-tossicamente sicuro	soddisfatto soddisfatto soddisfatto soddisfatto soddisfatto
-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Soluzione ZinCo – Telo filtrante ZinCo® TG

Dimensioni e pesi*:

Art. nr.	Feltro di accumulo e protezione				Rotoli			Pallet	
	Spessore mm	Larghezza m	Lunghezza m	Area m ²	Diametro m	Altezza m	Peso lordo kg /rotolo	Pallets m ²	Peso kg
ZinCo TG (art. nr. 2190)		2,25	100,00	225	0,37	2,00	45	2025	
ZinCo TG (art. nr. 2190)		1,12	100,00	112	0,40	1,20	25	1008	

*valori indicativi

Prestazioni:

resistenza al punzonamento secondo DIN 54307: ca. 1800 N

classe di durezza: 3

resistenza a trazione secondo DIN 53857-2: ca. 10,5 kN/ m

allungamento a rottura secondo DIN 53857-2: 22%

permeabilità Q con una colonna d'acqua di 10 cm: ca. 35 l(m² x s)

apertura efficace dei fori: $D_w = 100 \mu\text{m}$

Resistenza al punzonamento statico: > 2400 N

(classe di resistenza 3)

CONFRONTO CARATTERISTICHE TECNICHE - Substrato di coltura per tetti estensivi

Soluzione DAKU – DAKU ROOF SOIL 2

Dati tecnici

Specifiche	Esigenze Norme FFL	DAKU ROOF SOIL 2
Peso miscela di materiale sfuso secco per verde estensivo (parametri VDLUFA) valore nominale per il calcolo del carico contro l'aspirazione del vento secondo DIN 1055 parte 4		0,89 g (cmc)
Peso miscela di materiale sfuso per verde estensivo umido (parametri VDLUFA) peso fornitura		1,14 g/cmc contenuto acqua 25%
Peso miscela di materiale sfuso per verde estensivo saturo d'acqua (parametri VDLUFA) con spessori fino a 20 cm		1,30 g/cmc compattazione 16 %
Peso materiale sfuso per verde estensivo secco (parametri FLL) compattazione con spessori superiori a circa 20 cm	0,6-1,3g/cmc	0,97 g/cmc
Peso miscela di materiale sfuso umido (parametri FLL) compattazione spessori superiori a ca. 20 cm		1,23 g/cmc contenuto acqua 26%
Peso miscela di materiale sfuso saturo d'acqua (parametri FLL) compattazione con spessori superiori a ca. 20 cm	1,0-1,8 g/cmc	1,42g/cmc condensazione 21 %
Volume dei pori totale		60 Vol. %
Capacità di trattenimento d'acqua max	>35 Vol. %	45 Vol. %
Contenuto d'aria con WK max.	>10 Vol. %	15 Vol. %
Permeabilità dell'acqua	>0,6 mm/min.	4,5 mm/min.
Valore pH (in CaCl 2)	6,5 – 8,0	6,7
Contenuto di carbonato	<- 25 g/l	2,9 g/l
Contenuto di sale (estratto d'acqua)	<-3,5 g/l	0,7 g/l
Contenuto di sostanze organiche	3,0-8,0 m.-%	3,0 m.-%
Rapporto C/N con l'uso di terriccio con compost	<- 45	18
Capacità d'assorbimento	>60 mmol/Z/l	127 mmol/Z/l
N – facilmente solubile	<- 60 mg/l	59 mg/l
N – totale calcolato da N: C/N x 0,58		966 mg/l
P205	<- 150 mg/l	122 mg/l
K20	> 150 mg/l	167 mg/l
Mg	<- 120 mg/l	80 mg/l

Soluzione ZinCo – Scheda tecnica ZinCo TG

Dimensioni e pesi*:

Art. nr.	Feltro di accumulo e protezione				Rotoli			Pallet	
	Spessore mm	Larghezza m	Lunghezza m	Area m ²	Diametro m	Altezza m	Peso lordo kg /rotolo	Pallets m ²	Peso kg
ZinCo TG (art. nr. 2190)		2,25	100,00	225	0,37	2,00	45	2025	
ZinCo TG (art. nr. 2190)		1,12	100,00	112	0,40	1,20	25	1008	

*valori indicativi

Prestazioni:

resistenza al punzonamento secondo DIN 54307: ca. 1800 N

classe di durezza: 3

resistenza a trazione secondo DIN 53857-2: ca. 10,5 kN/ m

allungamento a rottura secondo DIN 53857-2: 22%

permeabilità Q con una colonna d'acqua di 10 cm: ca. 35 l(m² x s)

apertura efficace dei fori: $D_w = 100 \mu\text{m}$

Resistenza al punzonamento statico: > 2400 N

(classe di resistenza 3)

Siti internet:

www.ecosalus.com

www.lifegate.it

www.zinco.it

www.poliflor.it

www.seic.it

www.sarnafil.it

www.optigrun.it

www.geoplast.it

www.daku.it

www.casp.it

Documenti:

Dottorato di ricerca in fisica tecnica ciclo XVI presso l'Università degli Studi di Padova Dipartimento di Tecnica e Gestione dei sistemi industriali: "Studio sperimentale degli effetti energetici di un green roof sugli edifici" (31 ottobre 2003). Dottorando: Ing. Francesco Castelletti

Documentazione con preventivo Daku S.r.l.

Documentazione con preventivo Harpo S.p.a. – Divisione Seic Manti Sintetici

Documentazione con preventivo Poliflor S.r.l.