



გენერა





Le nuove tendenze costruttive sono ormai protese verso l'integrazione dell'edificio con l'ambiente circostante.

Oggi, con una inaspettata rivisitazione di esempi mirabili del passato, è opinione crescente che un edificio non vada inteso come a sé stante, ma nella sua interezza e interazione con l'ambiente che lo circonda. L'edificio, quindi, non deve essere pensato come involucro al quale si sovrappongono, successivamente alla costruzione, gli impianti per soddisfarne le esigenze energetiche, idriche e termiche, ma progettato dalle fondamenta come un tutt'uno con il suo intorno.

In quest'ottica GENERA nasce come un'unica struttura aziendale ove diverse competenze specifiche integrano la progettazione e la realizzazione di tecnologie riconosciute ed applicate all'architettura ecosostenibile.

L'integrazione dell'impianto fotovoltaico con il giardino pensile ed il biolago, realizzata e testata da GENERA, consente di ottimizzare e ridurre notevolmente il consumo energetico ed idrico di un edificio e di migliorarne l'impatto sull'ambiente circostante.

GENERA nasce con l'idea di creare un sistema virtuoso, in grado di sfruttare le sinergie tra elementi diversi, ricavati dalla più innovativa ricerca nel campo dell'architettura eco-sostenibile: fotovoltaico, verde pensile e biolago.

GENERA ha una notevole flessibilità di applicazione anche su strutture preesistenti. Energia pulita e risparmio idrico divengono condizioni necessarie, quanto più urgenti, per garantire una reale efficienza agli edifici di nuova concezione.

GENERA offre a studi di progettazione ed imprese di costruzione nei settori turistico alberghiero, residenziale ed industriale un metodo progettuale e realizzativo innovativo.

GENERA è sede di ricerca e sviluppo per la divulgazione delle tecnologie ambientali volte a migliorare l'integrazione dell'uomo con la natura.

La progettazione e realizzazione del sistema GENERA è possibile grazie ad un team di lavoro specializzato e competente nei diversi ambiti professionali che possono essere coinvolti dal sistema integrato.



06

genera

sistema integrato

fotovoltaico

L'impianto sfrutta l'energia solare pulita e rinnovabile per produrre energia elettrica mediante effetto fotovoltaico. Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico costituisce la prima fase del progetto e viene calcolato in relazione al fabbisogno energetico prevedibile su base annua ed al successivo posizionamento della struttura, tenendo presente due aspetti fondamentali a tale scopo: l'orientamento azimutale e l'inclinazione rispetto all'asse orizzontale (in funzione della latitudine e della longitudine del sito).

Il fattore fondamentale per la buona riuscita del progetto è l'ottimizzazione dimensionale dell'impianto che non deve eccedere rispetto a quanto richiedono le esigenze energetiche reali, evitando così costi inutili e sottrazione di superficie disponibile al verde pensile.

La superficie captante richiesta dall'impianto è in genere poco più grande di quella occupata dai soli moduli fotovoltaici che richiedono, con le odierne tecnologie, circa  $8 \text{ m}^2 / \text{kWp}$  ai quali vanno aggiunte eventuali superfici occupate dai coni d'ombra prodotti dai moduli stessi, se disposti in modo non complanare.

Ogni tipologia di cella ha un proprio consumo in termini di superficie. In funzione a tale parametro il campo viene distribuito geometricamente su più file, opportunamente posizionate in direzione del sole, in modo da captare la maggior quantità di luce possibile. Queste file vengono disposte a seconda delle esigenze geometriche del sito d'installazione e in funzione della configurazione elettrica delle stringhe di moduli collegati in serie tra loro.

i benefici  
dell'impianto  
fotovoltaicol'impianto  
fotovoltaico  
del sistema  
integrato

La produzione di energia da fonte solare rinnovabile ed il suo successivo impiego riducono drasticamente l'utilizzo delle normali fonti fossili quali carbone, petrolio e, di conseguenza, la quantità di gas nocivi immessi nell'atmosfera. Ogni anno ciascun kWp fotovoltaico installato evita l'emissione di 800 kg ca. di  $\text{CO}_2$ , 2 kg ca. di ossido di azoto con un risparmio dell'equivalente di 3 quintali di petrolio. L'installazione dell'impianto fotovoltaico viene completata con il sistema di raffreddamento Np Energia che serve ad aumentarne la resa energetica, diminuendo l'eccessivo surriscaldamento dei pannelli nei mesi primaverili ed estivi, ove si raggiunge la massima produzione.



realizzazione



07

genera

## verde pensile

Per verde pensile si intende un giardino progettato e costruito su una copertura piana o inclinata che rispetta i criteri definiti dalla linea guida FLL e dalla normativa UNI 11235 di riferimento.

Tenuto conto degli spazi ottimali utilizzati per l'irraggiamento e l'inclinazione dell'impianto fotovoltaico, al fine di ottenere la migliore resa in termini di produzione energetica possibile, la superficie residua viene curata per la realizzazione del giardino pensile mediante il sistema vegetativo Np a norma UNI 11235 ed FLL.

Il verde pensile può essere di tipo estensivo o intensivo. I due sistemi si differenziano per costi di costruzione, oneri di manutenzione, una minore o maggiore complessità tecnologica e prestazioni globali.

La scelta viene effettuata tenendo conto delle caratteristiche dell'edificio, delle possibilità di ottimizzazione degli spazi di intervento disponibili e del miglior risultato in termini di benefici funzionali ed impatto ambientale.

## i benefici del verde pensile

I benefici derivanti dalla creazione di spazi verdi ed in particolare dal sistema pianta, sono fondamentali per la vita dell'essere umano e per la sua sopravvivenza. Il processo più importante è la fotosintesi clorofilliana, grazie alla quale le piante producono ossigeno scomponendo  $CO_2$ .

Grazie alla clorofilla (sostanza verde che si trova nella foglia) che cattura l'energia del sole, le molecole di acqua e di anidride carbonica si scompongono in particelle ancora più piccole, cioè in atomi di ossigeno (O), idrogeno (H) e carbonio (C); queste particelle o atomi si ricompongono poi in ossigeno ( $O_2$ ) e glucosio. L'ossigeno fuoriesce dagli stomi delle foglie e si libera nell'aria, mentre il glucosio (zucchero) va nella linfa elaborata che scende nelle radici, alimentandole.

Il verde pensile è uno strumento di mitigazione e compensazione ambientale: migliora la percezione visiva e agevola l'inserimento di strutture nel paesaggio naturale circostante (impatto ambientale).

Il giardino pensile conferisce inoltre i seguenti benefici alla struttura:

- Risparmio energetico nel riscaldamento e climatizzazione dell'edificio.
- Influenza sul clima: i processi d'evaporazione e traspirazione contribuiscono ad abbassare i picchi delle temperature nell'ambiente circostante portando concreti vantaggi sia su microscala che su macroscala.
- Trattenimento e filtraggio delle polveri: le piante hanno capacità di filtrare ed assorbire polveri e particolati.
- Minore accumulo e riflessione del calore da parte delle superfici a verde; ciò comporta un minore movimento delle particelle dovuto a moti convettivi localizzati.
- Influenza sulla durata delle stratificazioni d'impermeabilizzazione; su una copertura a verde raramente le temperature massime estive superano i 25°C, contro gli oltre 80°C di una copertura tradizionale. In queste condizioni una guaina impermeabilizzante dura molto più a lungo e non deve essere rifatta ogni 7/10 anni.

giardino pensile

Il biolago è un bacino d'acqua che ricrea un ecosistema equilibrato in contesti abitativi o pubblici, mediante soluzioni e prodotti biologici di corredo ed eventuali componenti tecnologiche a basso consumo energetico. Da ciò discendono infiniti utilizzi, tipologie e forme, che possono contemplare una separazione, a volte accentuata, dell'area destinata alla depurazione e/o un percorso di fitodepurazione con un'area libera ornamentale.

L'acqua viene vissuta nella sua poliedricità e considerata come una risorsa grazie ai suoi possibili utilizzi come, ad esempio, la sua presenza in un sistema integrato dove costituisce il propellente di un ciclo vitale.



## i benefici del biolago

Il sistema biolago viene progettato e dimensionato considerando le esigenze idriche dell'edificio e ottimizzando gli spazi disponibili. L'acqua viene gestita e reimpiegata per le seguenti importanti funzioni:

- Apporto idrico al verde pensile tramite una zona di irrigazione specifica.
- Apporto idrico allo strato drenante e di accumulo tramite sub irrigazione.
- Apporto idrico allo strato umidificante ed agli erogatori perimetrali che bagnano la superficie dei pannelli solari (sistema di raffreddamento).

Oltre al notevole miglioramento visivo in termini di impatto ambientale ed alle caratteristiche intrinseche del sistema sopra menzionate, sono fondamentali i seguenti benefici funzionali apportati dal biolago:

- Aumento indiretto del raffreddamento della copertura e degli spazi sottostanti grazie all'apporto di acqua allo strato drenante e di accumulo idrico del giardino pensile ed ai conseguenti effetti (traspirazione / evapotraspirazione).

- Accumulo di acqua piovana per il successivo riutilizzo.
- Miglioramento qualitativo dell'acqua; il sistema biolago è caratterizzato da una zona di filtrazione che solitamente impiega un terzo della superficie totale. La zona di filtrazione viene riempita di lapillo vulcanico lvd 10/20mm (si tratta dello stesso materiale impiegato nello strato drenante/accumulo idrico/filtrante del sistema vegetativo Np e nello strato umidificante in granulometria diversa del sistema di raffreddamento) che possiede, tra le diverse caratteristiche chimico/fisiche essenziali dal punto di vista agronomico, anche un'eccellente capacità filtrante e di trattenimento di nutrienti ed inquinanti. L'acqua viene pompata prima nella zona di filtrazione del biolago, per un primo trattamento depurante (la zona di filtrazione viene inoltre inverdita con apposite piante fitodepuranti che assorbono le sostanze inquinanti e mantengono ossigenato il substrato), poi sul giardino pensile dove (passaggio attraverso strato drenante e umidificante) avviene un ulteriore filtraggio. L'acqua, così rinnovata, passa dagli appositi profili drenanti e torna ad alimentare il biolago.



il biolago



# genera

un sistema flessibile

GENERA è un sistema molto flessibile nelle sue applicazioni, grazie alla sua dinamicità. Il sistema integrato è concepito per essere modellato sulla struttura esistente a seconda delle esigenze energetiche/idriche dell'edificio, delle sue caratteristiche strutturali e degli spazi disponibili per la realizzazione degli interventi necessari.

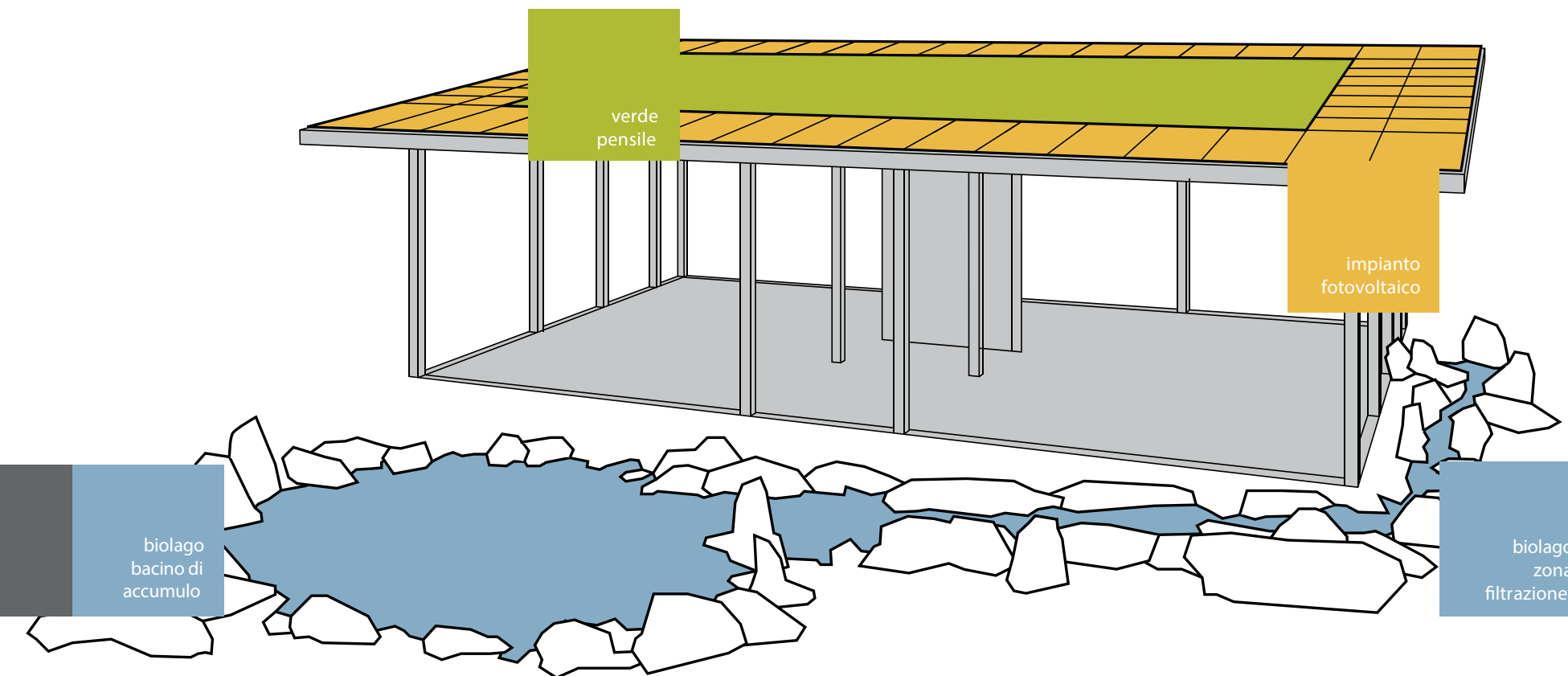
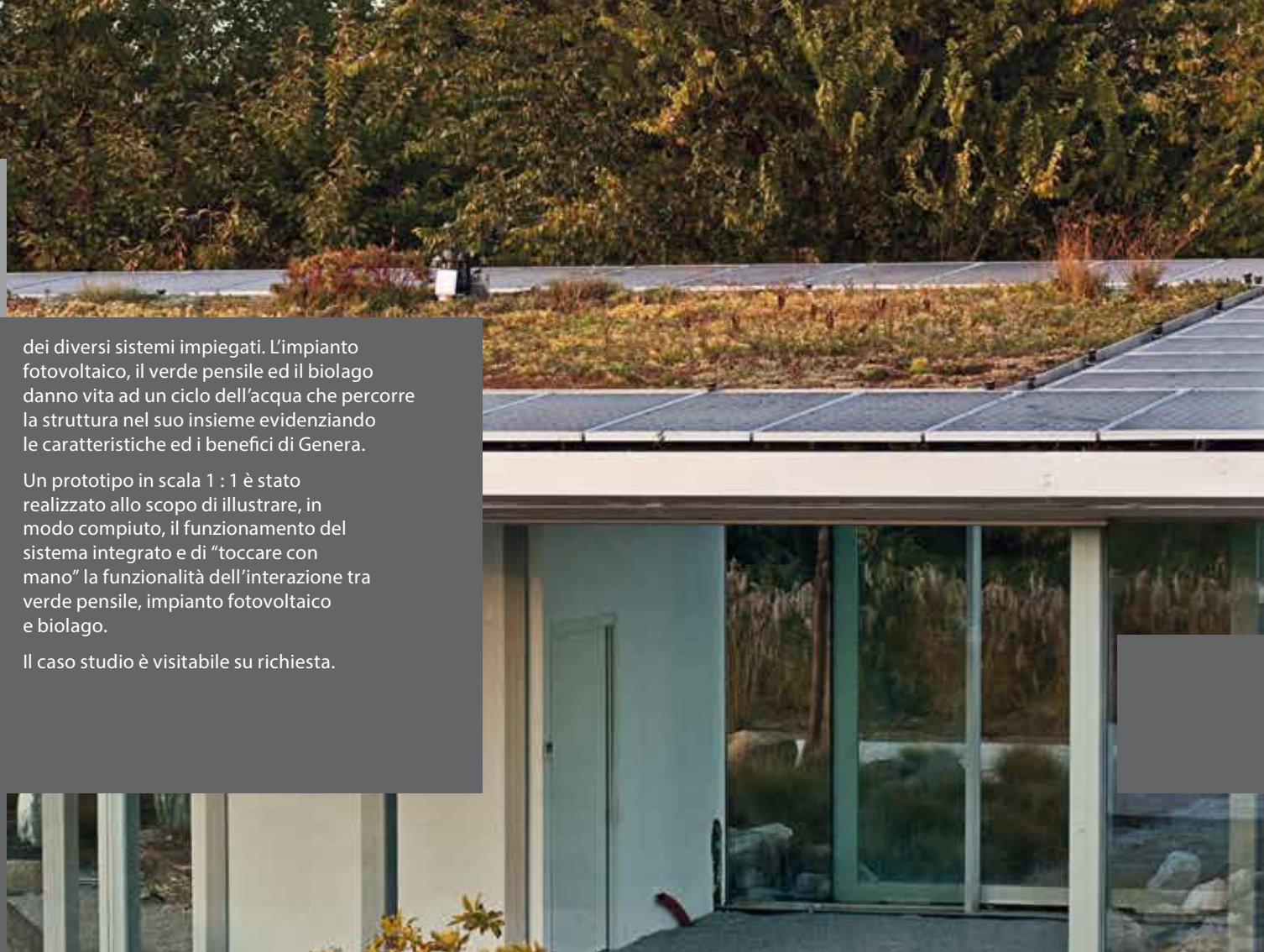
GENERA raggiunge il massimo della sua funzionalità, in termini di risparmio energetico/idrico e di impatto ambientale, nelle nuove realizzazioni. Nei nuovi edifici diventa possibile progettare e dimensionare la struttura, seguendo una visione di insieme volta alla sua funzionalità e all'inserimento nel paesaggio circostante.

Progettazione e realizzazione della struttura sono sinergiche al sistema integrato; viene considerato innanzitutto lo status geoclimatico dell'ambiente in cui sarà costruito l'edificio, quindi il fabbisogno energetico/idrico al fine di esaminare ed ottimizzare il dimensionamento e le caratteristiche

dei diversi sistemi impiegati. L'impianto fotovoltaico, il verde pensile ed il biolago danno vita ad un ciclo dell'acqua che percorre la struttura nel suo insieme evidenziando le caratteristiche ed i benefici di Genera.

Un prototipo in scala 1 : 1 è stato realizzato allo scopo di illustrare, in modo compiuto, il funzionamento del sistema integrato e di "toccare con mano" la funzionalità dell'interazione tra verde pensile, impianto fotovoltaico e biolago.

Il caso studio è visitabile su richiesta.



16

genera

ciclo 1

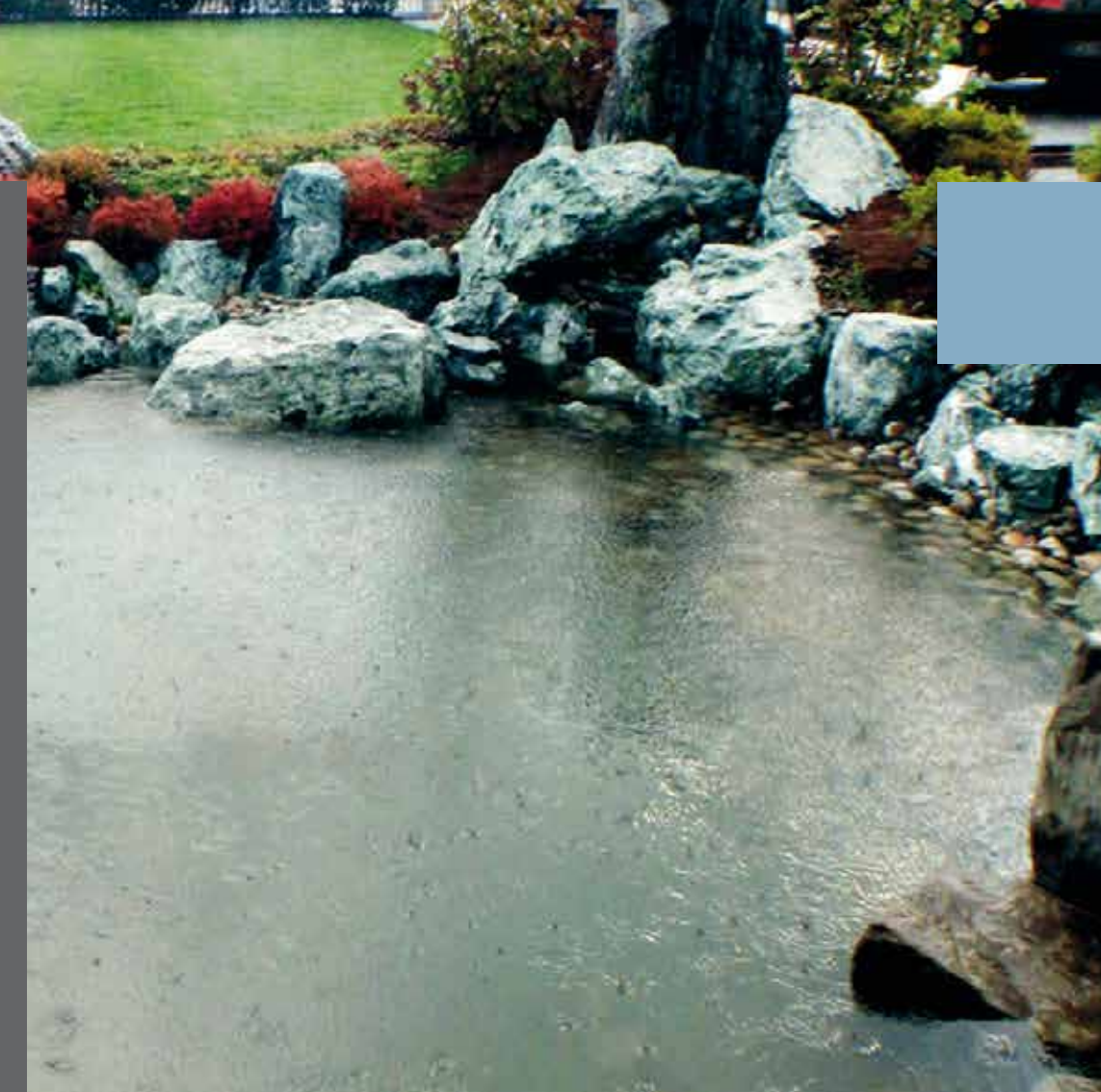
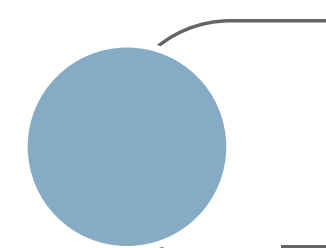
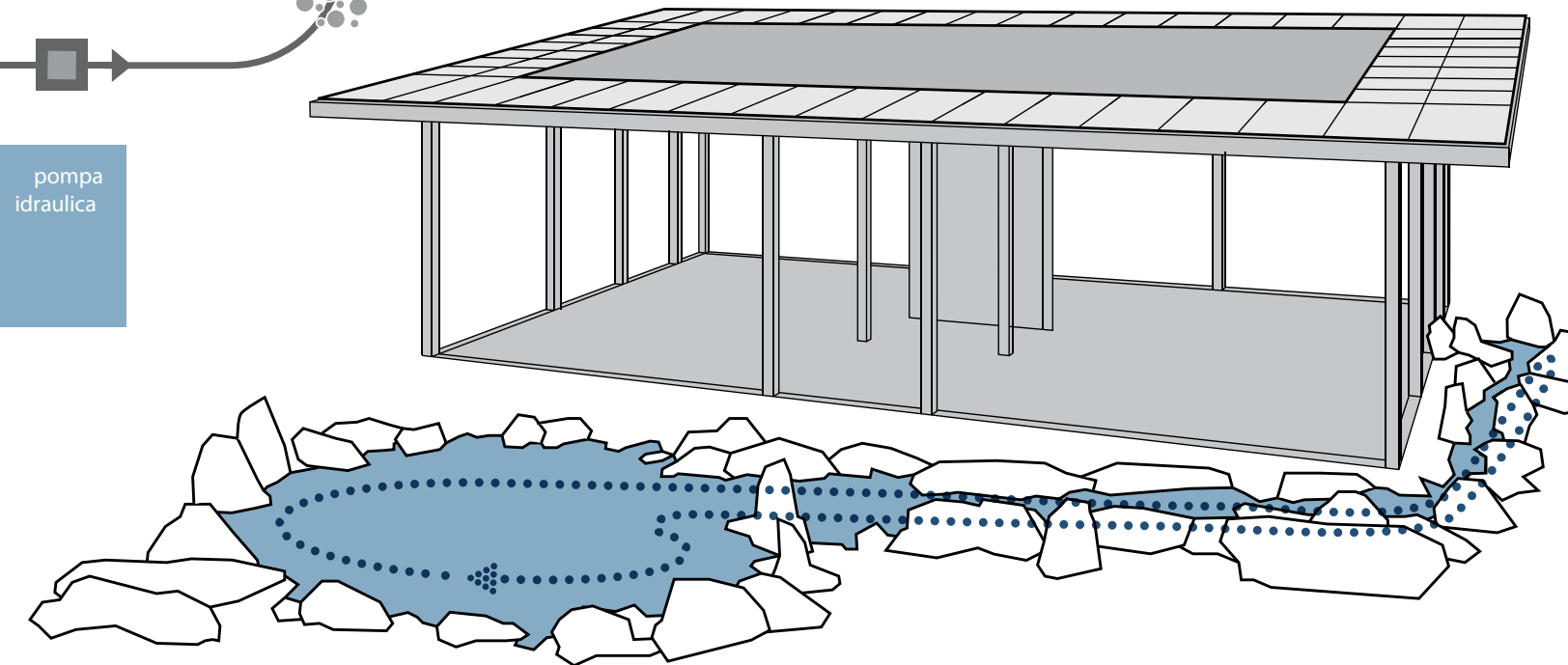
filtrazione  
accumulo  
biolago

Il Biolago è appositamente dimensionato in funzione delle esigenze idriche indoor e outdoor dell'edificio e delle condizioni geoclimatiche locali.

Il lago è un sistema aperto e di supporto all'irrigazione del verde pensile ed al raffreddamento dell'impianto fotovoltaico ove è previsto un livello minimo e massimo d'acqua tramite un dispositivo di rabbocco automatico (da fonte/pozzo, acquedotto o da altra vasca di accumulo) e un troppo pieno che serve per far defluire l'acqua piovana in eccesso.

E' possibile inoltre prevedere un successivo accumulo di acqua piovana in un bacino accessorio che svolge la funzione di stoccaggio estivo. In tal modo il sistema risulta indipendente anche in condizioni di scarsa piovosità ed elevata evaporazione.

L'acqua viene pompata dal bacino centrale e portata nella zona di filtrazione. In questa zona l'acqua subisce un primo trattamento grazie anche all'azione fitodepurante di piante apposite che assorbono le sostanze inquinanti e mantengono ossigenato il substrato. Il grado di filtrazione ottimale viene raggiunto grazie a diversi cicli consecutivi.

bacino di  
accumulopompa  
idraulicazona  
filtrazione

17

genera

## irrigazione raffrescamento copertura verde pensile

L'acqua filtrata supporta il fabbisogno idrico interno dell'edificio (acqua non potabile) oltre ad essere condotta sulla copertura, tramite un'apposita pompa alimentata dall'impianto fotovoltaico. Sul tetto, viene convogliata nell'impianto di sub-irrigazione posato nella stratigrafia drenante del giardino pensile.

Tale apporto idrico è utile, non solo per stimolare la crescita delle piante (supporto nei momenti di siccità) ma anche come forma di condizionamento naturale. Il raffrescamento dipende dalla capacità di ritenzione idrica dei materiali impiegati (lapillo lvd) nella creazione delle stratigrafie necessarie alla crescita delle piante successivamente piantumate. Più alta è tale capacità, maggiore risulta il vapore acqueo prodotto per evapotraspirazione.

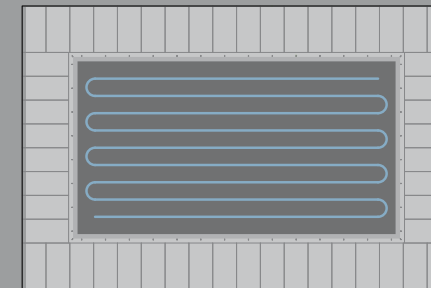
Il processo di evapotraspirazione consiste infatti nella quantità d'acqua che dal terreno passa nell'aria allo stato di vapore per effetto congiunto della traspirazione attraverso le piante e dell'evaporazione direttamente dal substrato impiegato.



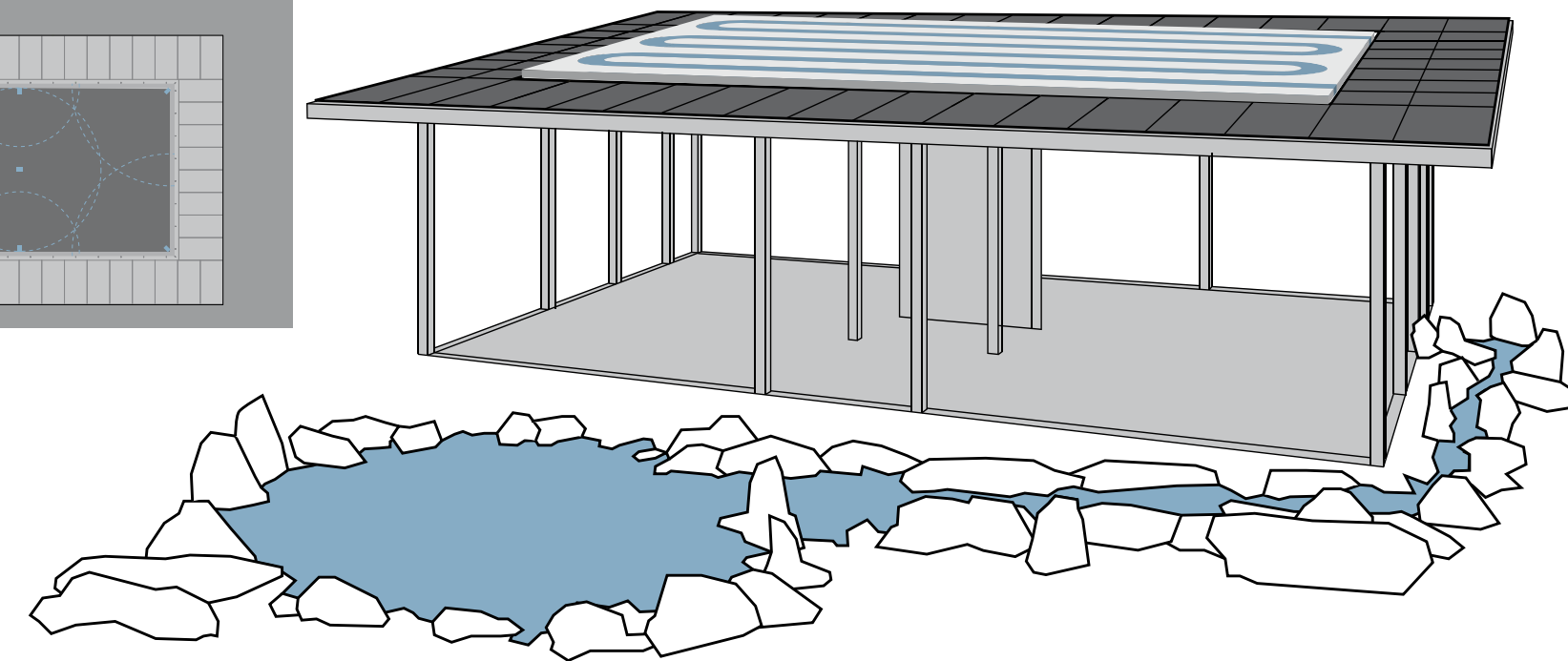
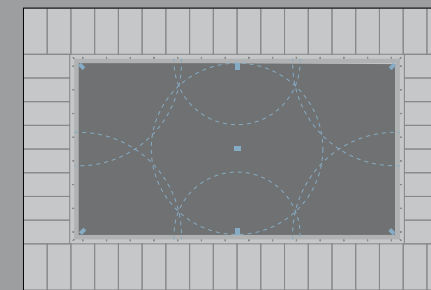
In questa fase viene valutato l'apporto pluviometrico medio annuale della zona di intervento e considerato il 50% di capacità di ritenzione del sistema vegetativo  $N_p$  posato. Posto il consumo energetico di c.a. 680 kWh, durante il processo di evaporazione di  $1 m^3$  di acqua si ottiene un sostanziale raffrescamento del tetto e dell'ambiente sottostante a seguito della perdita di calore.



pianta sub-irrigazione verde pensile



pianta irrigazione verde pensile



## raffrescamento superficiale impianto fotovoltaico

I moduli che compongono l'impianto fotovoltaico normalmente perdono lo 0,45% di potenza per ogni grado celsius di temperatura  $>25^{\circ}$  rilevato sulla superficie del pannello.

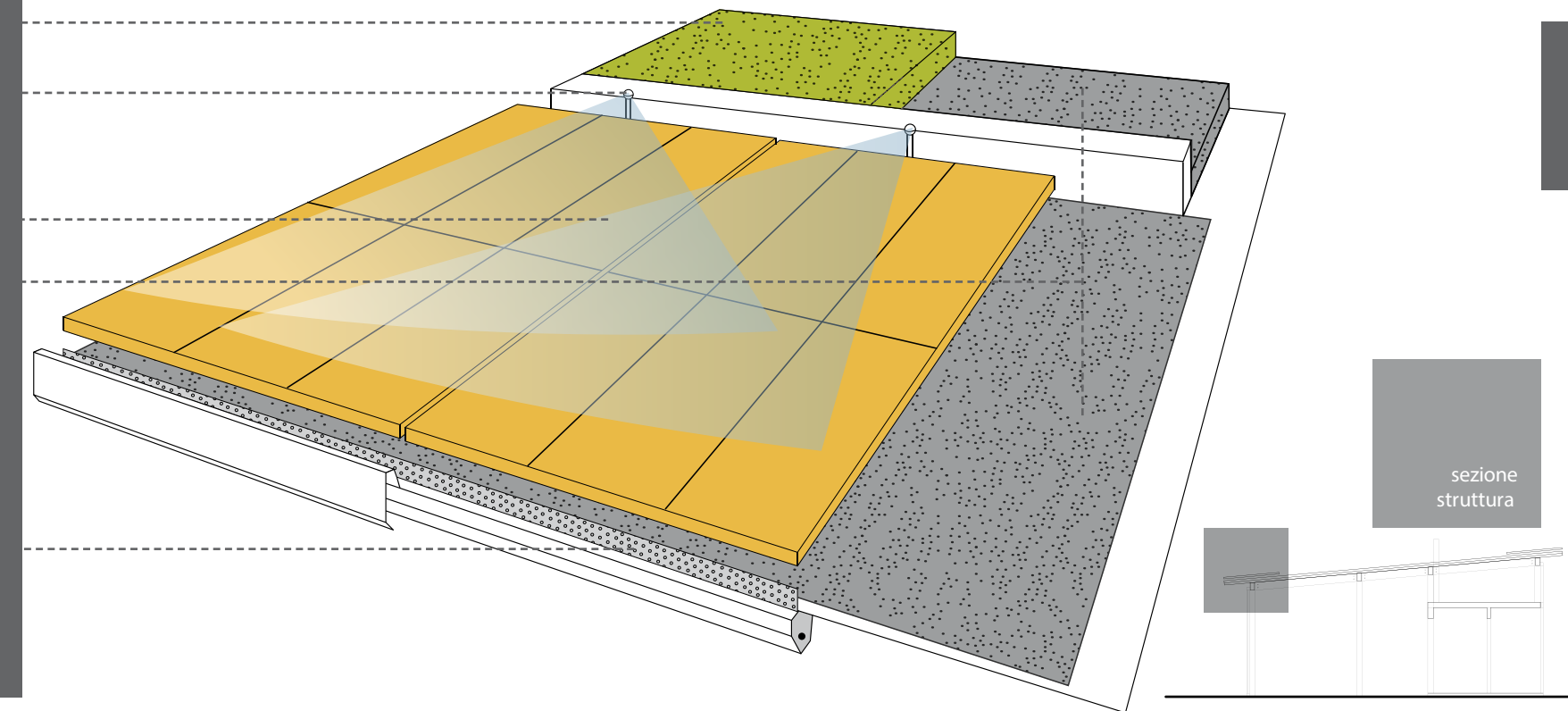
L'impianto fotovoltaico raggiunge il massimo rendimento nei mesi più caldi primaverili ed estivi grazie al maggiore irraggiamento solare. Durante lo stesso periodo la soglia dei  $25^{\circ}$  sopraindicata viene abbondantemente superata provocando una perdita sostanziale di efficienza. Il sistema di raffreddamento superficiale contribuisce ad abbassare la temperatura dei pannelli, ottenendo così un aumento di rendimento in termini di produzione energetica.

A tale scopo l'acqua portata sulla copertura alimenta un ulteriore impianto perimetrale di irrigatori che bagnano uniformemente la superficie dei pannelli fotovoltaici installati. Un altro dato positivo derivante in questo caso dall'integrazione tra verde pensile ed impianto fotovoltaico, consiste in un aumento di rendimento, in termini di produzione energetica, che va dal 4% al 8% dovuto alla vicinanza tra pannelli e verde pensile; questo accade perché il rendimento delle celle è più alto in presenza di basse temperature, dovute alla capacità naturale di assorbimento del calore del verde ad esse adiacente.

Gli stessi pannelli fotovoltaici installati su una superficie bituminosa (guaina impermeabilizzante) subiscono un maggiore riscaldamento (dovuto alla maggiore radiazione termica emessa dalla guaina stessa) e perdono in rendimento energetico.

vegetazione  
substrato Npirrigatore  
staticopannello  
fotovoltaico

lapillo lvd

profilo  
drenantesezione  
struttura

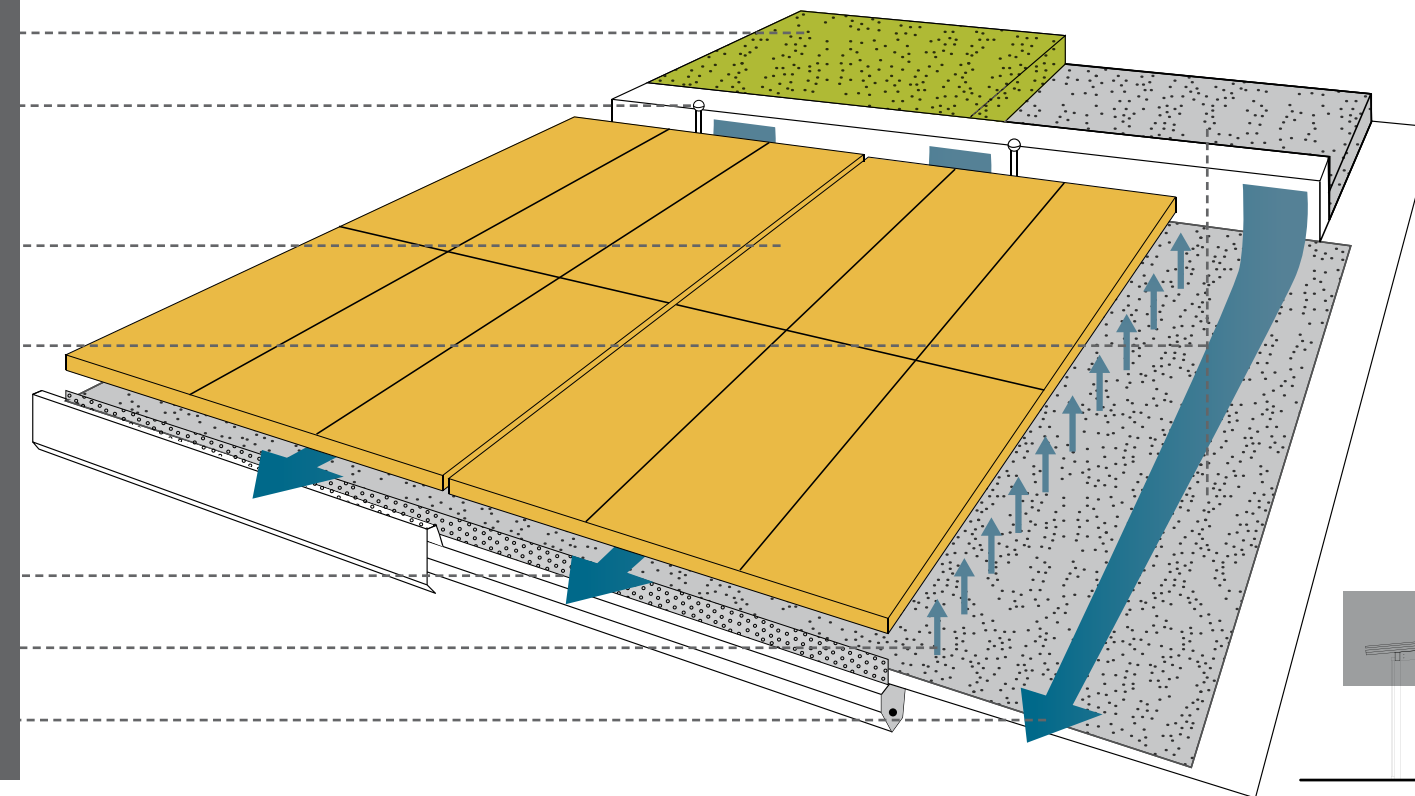
## raffrescamento impianto fotovoltaico per umidificazione

Il sistema di raffrescamento è completato da uno strato umidificante, posato sotto i moduli fotovoltaici, composto da lapillo lvd 5/10 che costituisce la continuazione omogenea dello strato drenante con l'adiacente giardino pensile. Lo strato umidificante viene posato sull'elemento di protezione meccanica in stratigrafia uniforme, lungo tutta la distanza tra il profilo drenante ed il gocciolatoio/bordo tetto. L'acqua viene convogliata allo strato umidificante nei seguenti modi:

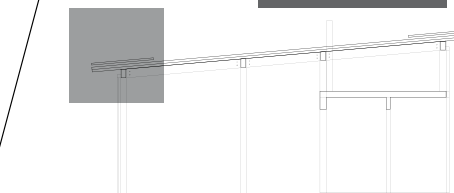
- 1 Apporto pluviometrico diretto dal passaggio di ventilazione tra il pannello fotovoltaico ed il profilo drenante che limita e contiene il sistema vegetativo.
- 2 Apporto pluviometrico e percolazione dal sistema vegetativo favorita dalla permeabilità e capacità drenante del substrato Np e del lapillo lvd 5-10 sottostante. L'acqua passa attraverso il profilo drenante ed entra nello strato umidificante.
- 3 Apporto idrico dall'impianto di subirrigazione. Lo strato umidificante possiede una capacità di risalita capillare dell'acqua pari al 26,6% oltre ad una eccellente ritenzione idrica. L'acqua accumulata evapora successivamente rinfrescando la parte sottostante del pannello fotovoltaico. L'evaporazione aumenta sensibilmente ed assume carattere continuativo soprattutto nel periodo estivo al passaggio di aria calda e secca favorendo ulteriormente il raffrescamento descritto.



vegetazione  
substrato Np  
irrigatore  
statico  
pannello  
fotovoltaico  
lapillo lvd  
profilo  
drenante  
acqua  
evaporata  
flusso  
dell'acqua



sezione  
struttura



L'acqua di risulta termina il ciclo tornando al bacino di accumulo del biolago attraverso appositi profili drenanti e viene riutilizzata.

Il sistema integrato, grazie ai processi di percolazione, infiltrazione ed evapotraspirazione ripristina parzialmente il ciclo naturale dell'acqua, determinando uno sgravio del carico idraulico sulla rete di smaltimento (ritardo dello scarico di acqua in eccesso rispetto alla capacità di assorbimento totale del sistema verde pensile) e quindi una riduzione della necessità di creare costosi sistemi di depurazione e canali di drenaggio a terra.



pioggia

minima  
evaporazione

terreno

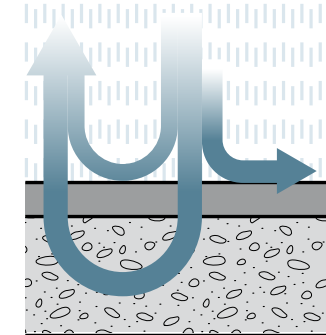
run off senza  
verde pensile

pioggia

massima  
evaporazione

substrato Np

lapillo lvd

run off con  
verde pensile