Il verde pensile per il controllo della formazione dei deflussi superficiali

Anna Palla, Luca G. Lanza

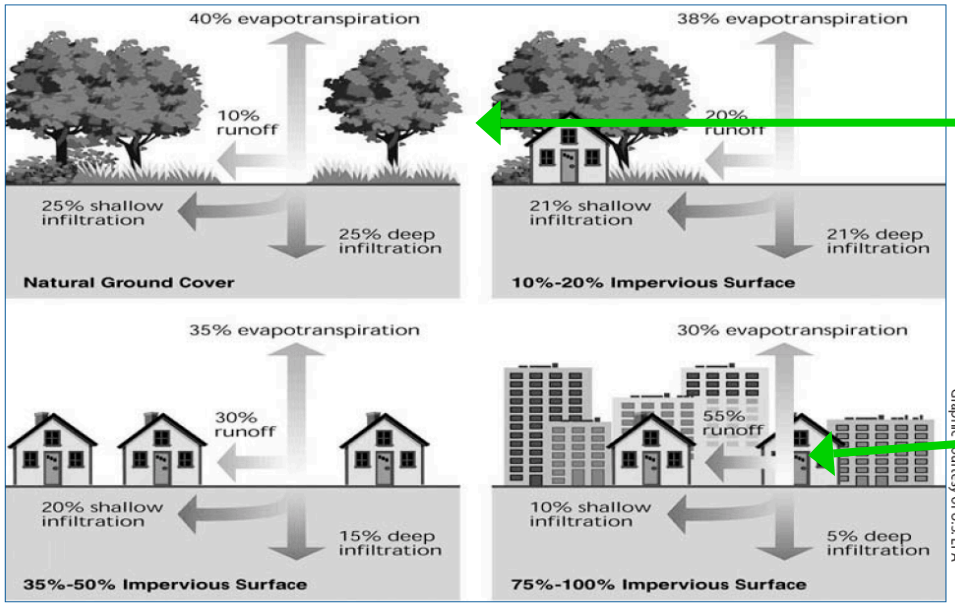
Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio.
Università di Genova

> Il verde pensile per il controllo della formazione dei deflussi superficiali

La direzione attuale per la gestione delle acque meteoriche:

Proporre soluzioni sostenibili:

Interventi rivolti a ripristinare il naturale ciclo idrologico



Favorire evapotraspirazione ed infiltrazione, limitate in ambiente urbano a causa dell'impermeabilizzazione delle superfici.

Ridurre lo scorrimento superficiale

Attraverso una Gestione locale:

Interventi per controllare la generazione dei deflussi prima dell'ingresso nella rete di drenaggio.

Attraverso una Gestione globale:

Interventi per predisporre a lungo termine il ripristino della naturale capacità d'infiltrazione dei suoli.

> Il verde pensile per il controllo della formazione dei deflussi superficiali

Interventi Sostenibili (approccio naturale alla gestione delle acque meteoriche) LID, SUDS per limitare la formazione dei deflussi superficiali, limitare le portate al colmo

> nelle rete di drenaggio artificiali (fognature) prevenendo l'instaurarsi di situazioni critiche (condizioni limite di esercizio, rischio di allagamenti, entrata in funzione degli scolmatori di piena)

> nelle rete di drenaggio naturali (corsi d'acqua) prevenendo il rischio di erosione ed inquinamento dei corpi idrici ricettori, proporzionale alla probabilità di entrata in funzione degli scolmatori.

Tra gli interventi strutturali:

Sistemi ad infiltrazione (Bacini per l'infiltrazione, elementi di disconnesione, pavimentazione porose, canali e pozzi)

Sistemi vegetati (Fasce filtro inerbite, aree tampone, aree verdi di interposizione, canali inerbiti, verde pensile)

Coperture a verde, sfruttando gli ampi spazi disponibili sulle coperture è una soluzione adottabile anche in ambienti urbani densamente edificati.

> Il verde pensile per il controllo della formazione dei deflussi superficiali

Il verde pensile opera il controllo e la gestione (quantità e qualità) degli scorrimenti superficiali attraverso: riduzione dello scorrimento superficiale e abbattimento carico inquinante.

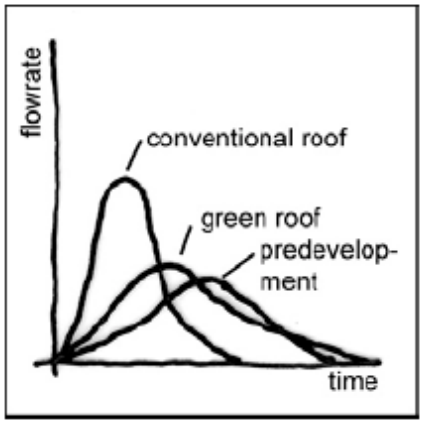
1. Quantità

Riduzione dello scorrimento superficiale (detenzione e ritenzione);

1.1. nella riduzione del volume complessivo (ritenzione);

1.2. nella riduzione dell'altezza di picco dell'idrogramma (detenzione);

1.3. nel ritardo dell'arrivo del picco stesso alla rete di



2. Qualità

Abbattimento del carico inquinante associato alle acque meteoriche.

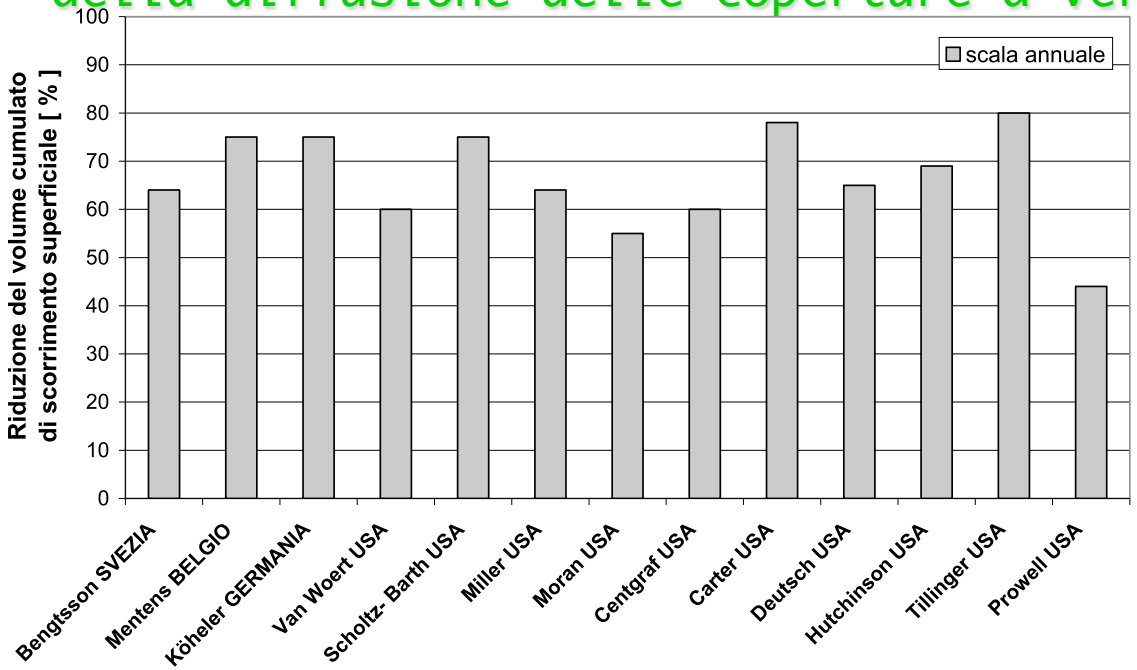
2.1. nella riduzione della concentrazione inquinante nella fase iniziale dell'evento;

2.2. nella riduzione del carico inquinante annuo sversato nel corpo idrico ricettore.

> Quantità

La capacità di regimazione idrica del tetto verde è funzione:

- delle caratteristiche costruttive (composizione degli strati ed in particolare dello strato drenante, inclinazione del tetto, orientamento della copertura);
- del tipo di vegetazione (indice fogliare) ;
- delle condizioni climatiche (pattern di pioggia, evapotraspirazione potenziale, umidità del suolo, ecc.);
- della diffusione delle coperture a verde sul bacino



Nel panorama della letteratura internazionale le percentuali sul volume di ritenzione vanno dal 44% all'80%

> Quantità

La lettura dei dati sulla riduzione dello scorrimento superficiale su diverse scale temporali :

A Scala d'evento

I fattori che giocano un ruolo cruciale sono: l'altezza di pioggia, il contenuto di umidità del suolo e la tipologia del substrato (spessore e capacità di accumulo).

Grandezze analizzate (Ritenzione e Detenzione):

- Riduzione del volume;
- Abbattimento dell'altezza del picco;
- Ritardo nell'arrivo del picco

A Scala stagionale

I fattori che entrano in gioco oltre ai precedenti: l'evapotraspirazione, e per quanto riguarda le tipologie costruttive (inclinazione della copertura e spessore del substrato)

Grandezze analizzate (Ritenzione):

- Riduzione del volume;

> Quantità

La lettura dei dati sulla riduzione dello scorrimento superficiale su diverse scale spaziali :

A Scala di plot

Esperienze su “plot” di tetti verdi [1m^2] realizzati su supporti autonomi. Valutazioni su più configurazioni a costi ridotti.

Valutazioni di dettaglio per l’influenza del contenuto di umidità del suolo e sulle diverse essenze piantumate

A Scala di tetto

Costruzione di modellistica per l’interpretazione della risposta quantitativa e qualitativa.

Individuazione di parametri da utilizzare nella modellazione afflussi-deflussi a scala di bacino.

A Scala Bacino

Lettura dei benefici ambientali prodotti dalla diffusione di tetti verdi,

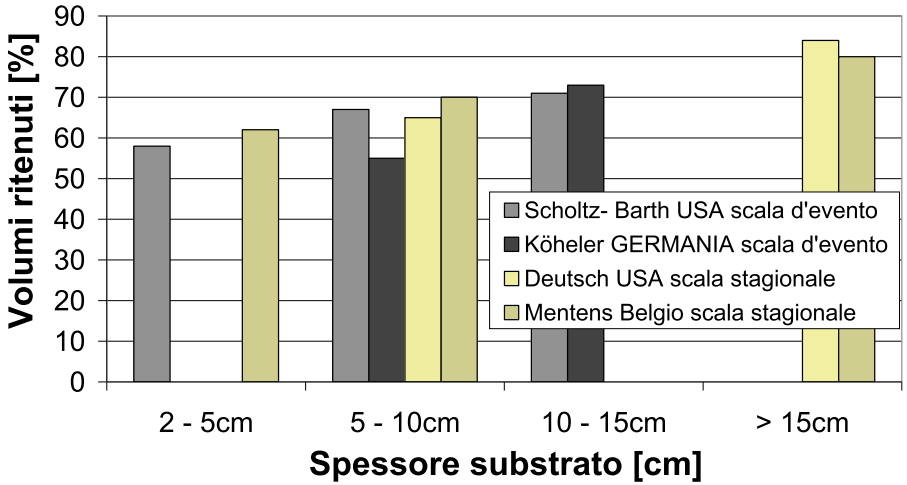
Utilizzo di modelli semidistribuiti (es. SWMM) e parametri ottenuti da esperienze su singoli tetti in regioni climaticamente simili.

Grandezze analizzate (Ritenzione e Detenzione):

- Riduzione del volume;
- Abbattimento altezza del picco;
- Ritardo arrivo del picco
- Incremento tempo di concentrazione (a scala di bacino)

> Riduzione del volume complessivo

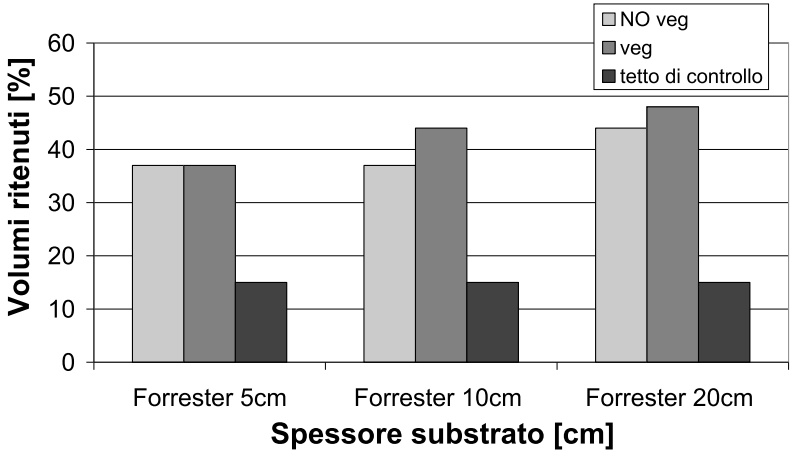
Influenza dello spessore del substrato



Evidentemente al crescere dello spessore del substrato cresce il volume ritenuto (a parità di indice dei vuoti cresce il volume disponibile)

52% - 83%

Influenza della vegetazione

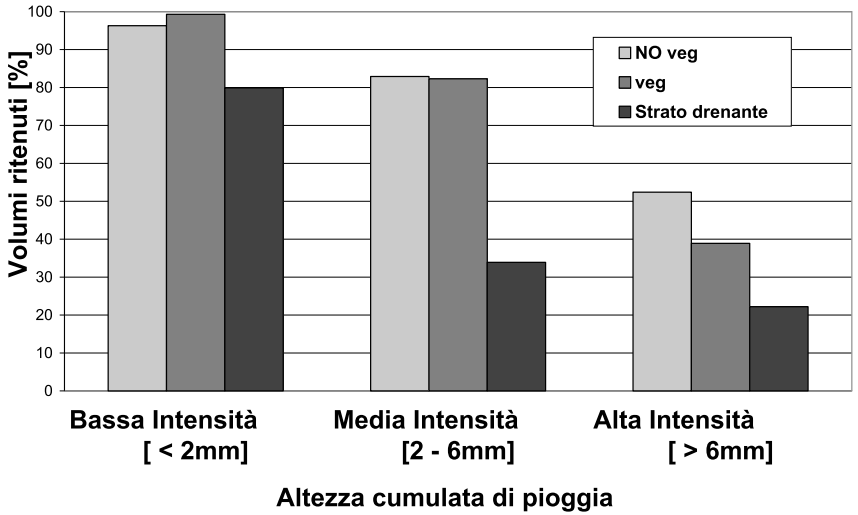


Evidentemente le porzioni permeabili ritengono volumi maggiori che la soluzione di controllo. A scala d'evento bassa influenza della vegetazione.

37% - 48%
15%

> Riduzione del volume complessivo

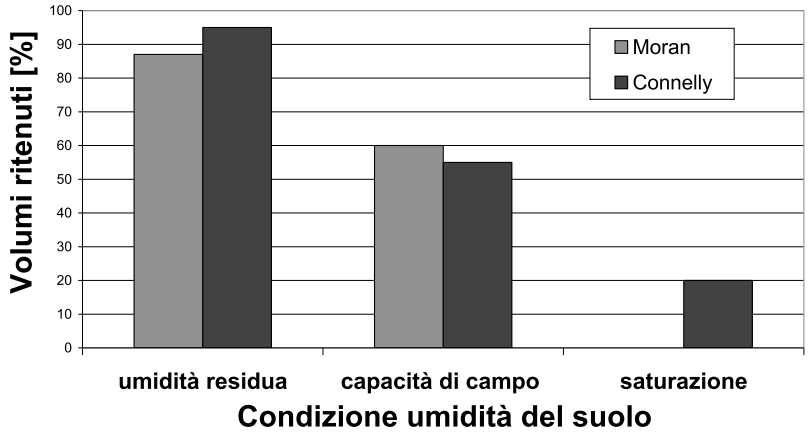
Influenza dell'intensità di pioggia



A scala d'evento, quando il funzionamento del sistema può essere schematizzato con un modello a serbatoio, il fattore che maggiormente influenza la risposta del sistema è l'altezza totale di pioggia.

20% - 100%

Influenza dell'umidità del suolo

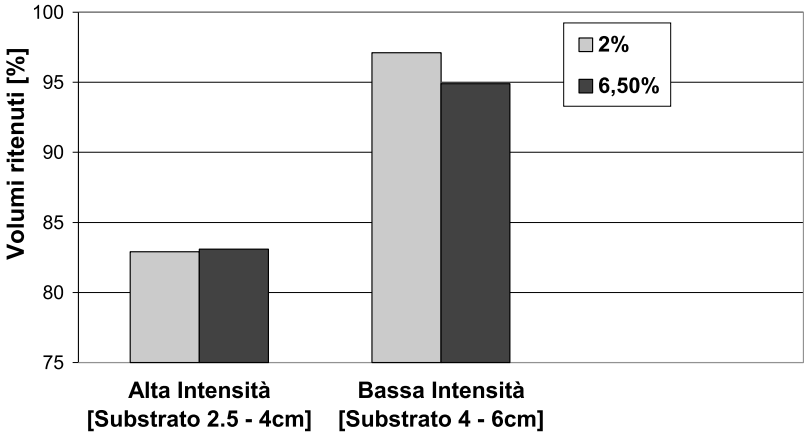


A scala d'evento, il contenuto di umidità del suolo al momento di inizio evento è il parametro che principalmente influenza la risposta, essendo misura del volume disponibile per la detenzione delle acque meteoriche

10% - 95%

> Riduzione del volume complessivo

Influenza della pendenza della copertura



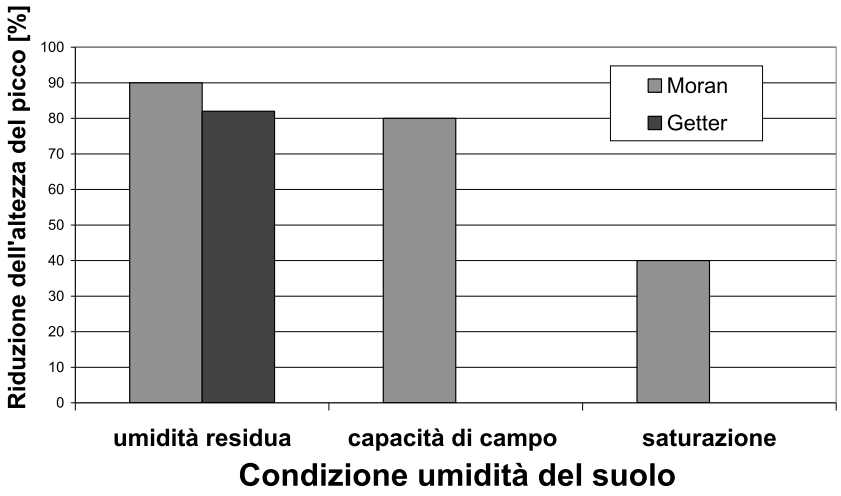
A scala d'evento, parità di altezza di pioggia e di spessore di substrato per una minore inclinazione della copertura si un maggiore volume ritenuto, per elevate intensità di pioggia l'influenza della pendenza diventa trascurabile

83% - 97%

Per poter lavorare su dati così eterogenei, si propongono analisi di varianza per individuare variabili significative per la descrizione dei processi

> Riduzione dell'altezza del picco

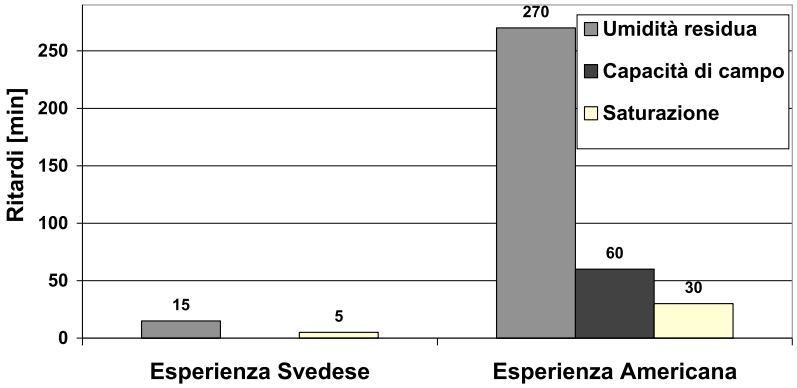
Influenza dell'umidità del suolo



L'altezza del picco dell'idrogramma di risposta di un sistema a verde pensile è inferiore all'altezza potenziale dell'altezza del picco dell'idrogramma di un tetto impermeabile equivalente in superficie e pendenze.

40% - 90%

> Ritardo nell'arrivo del picco



La risposta di un tetto verde ad un evento meteorico avviene mediamente in ritardo rispetto alla risposta di tetti impermeabili, a causa del tempo impiegato dall'acqua per muoversi verticalmente ed orizzontalmente nello strato drenante.

La capacità di ridurre il carico inquinante

valutata come tipologie di contaminanti e relative concentrazioni, dipende da diversi fattori :

- delle caratteristiche costruttive (composizione chimica degli strati ed in particolare dello strato drenante);
- del tipo di vegetazione;
- delle operazioni di manutenzione (fertilizzazione, irrigazione);
- delle destinazioni d'uso delle aree circostanti (aree residenziali, industriali);
- della presenza di sorgenti locali di inquinamento
- del tempo percorso dopo l'installazione;
- della condizioni climatiche (pattern di pioggia, evapotraspirazione potenziale, umidità del suolo, ecc.);

Interpretazione dei dati sperimentali

I dati disponibili in letteratura riguardano i seguenti elementi:
per i metalli pesanti (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn)
per i nutrienti (NO_3-N, NH_4-N, N, PO_4-P, P).
per gli elementi minerali (K, Mg,Na)

Per valutare la qualità delle acque meteoriche scaricate da un tetto verde, vengono effettuate misure di qualità "incrociate" su campioni di acqua subsuperficiale, campioni di acqua di dilavamento di superfici a tetto impermeabili, campioni di acqua meteorica.

La riduzione dei carichi inquinanti in termini di masse annuali sversate nei corpi idrici ricettori sembra in generale da imputarsi alla riduzione dei volumi generati piuttosto che all'abbattimento delle concentrazioni ed in particolare, particolarmente vero per i METALLI.

Per quanto riguarda la ritenzione di metalli quali Cu, Zn, Cd, e Pb si sono osservate, nella stagione estiva, percentuali di ritenzione rispettivamente del 97%, 96%, 92% e 99% e nella stagione invernale del 34%, 72%, 62% e 91% (Steusloff, 1998).

Comportamento diverso nel tempo

Il tetto verde lavora (per tempi brevi dopo l'installazione) come una sorgente di contaminanti quali i nutrienti, soprattutto fosforo a causa della presenza di fertilizzanti nel terreno, mentre lavora come un pozzo per i metalli; mentre col passare del tempo il comportamento si inverte il tetto diviene pozzo per i nutrienti e sorgente per i metalli.

Per effettuare valutazioni sul rilascio di composti del fosforo e dell'azoto sul lungo termine è pertanto necessario condurre campagne di monitoraggio di lunga durata dopo l'installazione del tetto (Berndtsson et al., 2004)

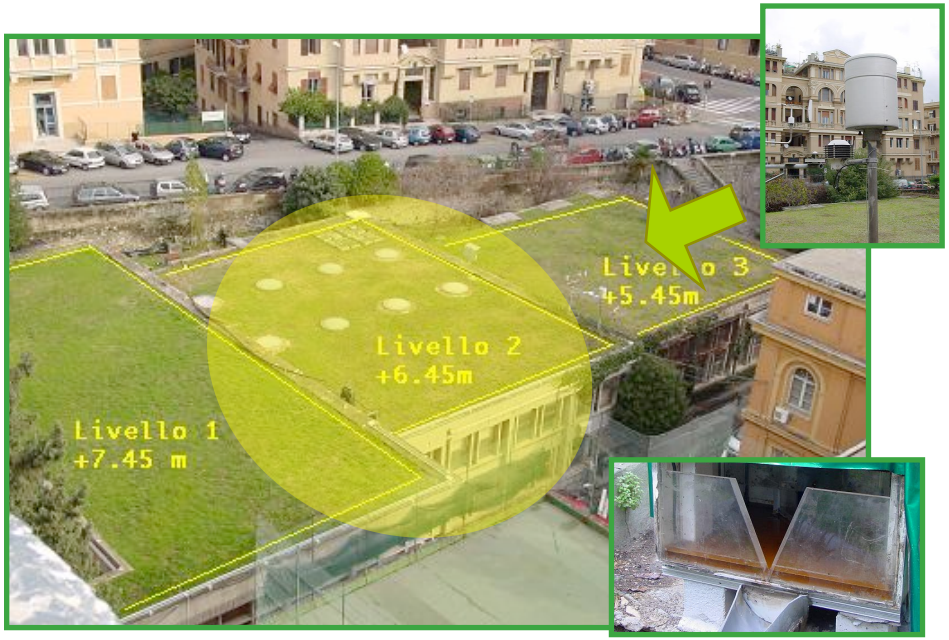
Esperienza ancora giovane

Non è ancora stata proposta una definizione per le procedure specifiche di raccolta dei campioni, in termini di soglia di attivazione e durata temporale del campionamento in relazione con la durata dell'evento meteorico ed i tempi di risposta del sistema.

> Il sito sperimentale

il DICAT dell'Università di Genova in collaborazione con il Comune di Genova e AIVEP ha predisposto l'installazione di un sito pilota per il monitoraggio quali-quantitativo delle acque meteoriche sul tetto verde del Laboratorio del Dipartimento al fine di valutare l'influenza del verde pensile sulla gestione delle acque meteoriche in ambiente urbano

SISTEMA COMPLETAMENTE CONTROLLATO

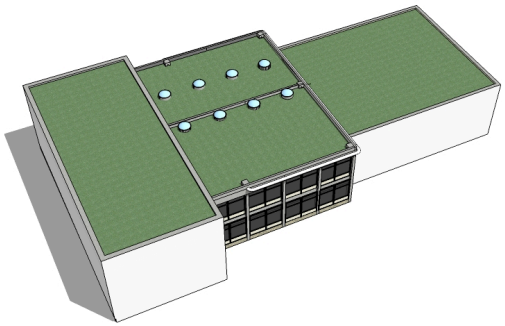


1. Precipitazione, Temperatura e umidità dell'aria; Radiazione Solare Incidente e Pressione atmosferica
2. Evapotraspirazione calcolata con metodi basati sulla fisica teorica del microclima ;
3. Portata di Deflusso subsuperficiale misurata in continuo tramite misura di livello e sezione di controllo.
4. Misure Umidità del suolo (sonde TDR)
5. Raccolta campioni di acque di scorrimento e acque meteoriche ed analisi chimico fisiche.

> Progettazione del sistema multistrato

Il lotto è stato progettato con riferimento alle linee guida espresse nella norma UNI 11235 “Istruzioni per la progettazione e la manutenzione di coperture a verde” pubblicata ieri.

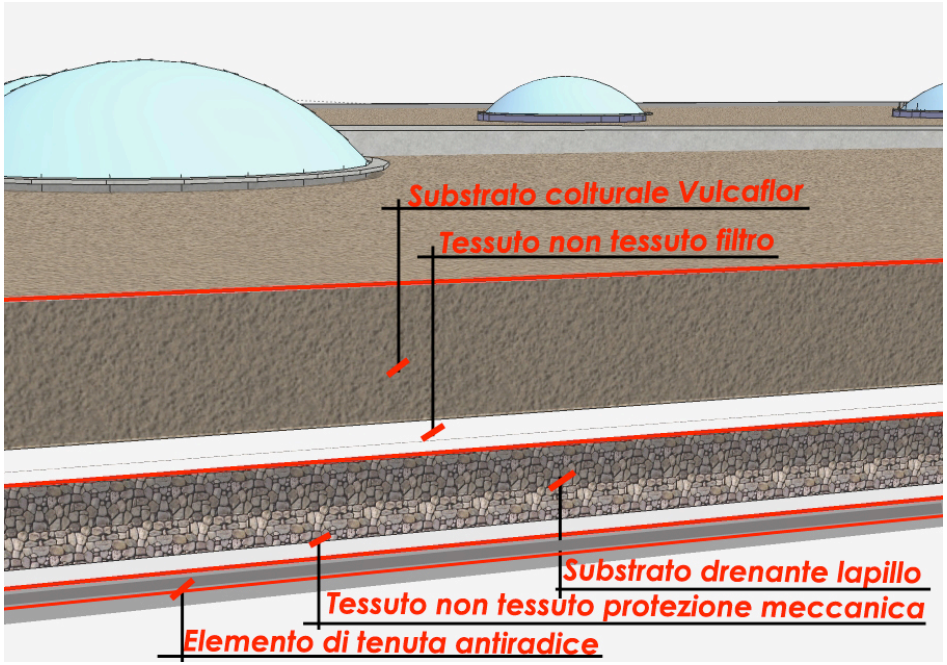
Parcellizzazione del tetto in 2 settori differenziati per la composizione del substrato drenante il cui sistema di drenaggio drenaggio è completamente separato.



> Progettazione del sistema multistrato

Stratigrafia realizzata

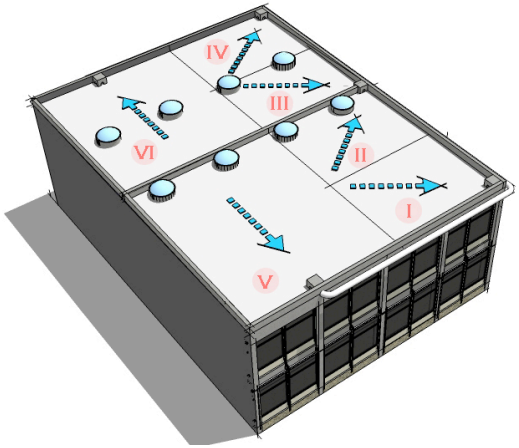
1. Tessuto non tessuto a protezione meccanica della guaina 300g/m^2.
2. Strato drenante realizzato in lapillo 3/16 mm dello spessore variabile da 6 cm (sul colmo) a 25 cm per rendere il piano orizzontale.
3. Tessuto non tessuto con funzione filtrante 100g/m2.
4. Strato colturale dello spessore di 20 cm realizzato con VULCAFLOR per lotto I e con VULCAFLOR addittivato con il 10% di zeolite.
5. Strato di 1 cm di top-soil per favorire l'attecchimento del tappeto erboso.

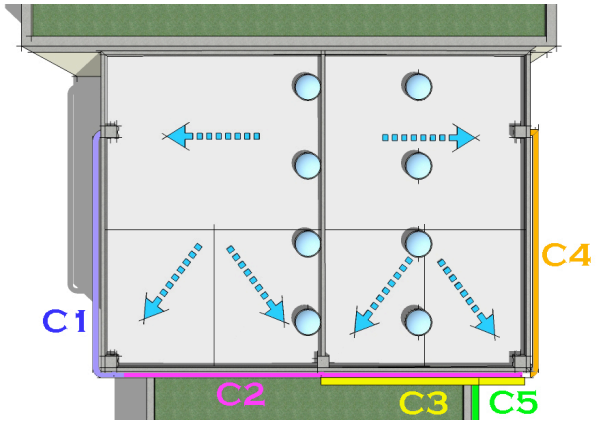


Impianto per l'irrigazione

Irrigatori statici, nell'obiettivo di ottenere una portata il più possibile costante su tutta l'area. L'impianto d'irrigazione verrà utilizzato nel corso della campagna sperimentale per simulare eventi meteorici di intensità predeterminata.

Modellazione della risposta del sito sperimentale di villa cambiaso





Calibrazione con registrazioni sperimentali nel periodo in cui la vasca del tetto era vuota.

Software utilizzato: EPA SWIMM 5

Schematizzazione del sistema

Suddivisione in 6 sottobacini in relazione alle pendenze.

Individuazione dei percorsi preferenziali dell'acqua e delle massime distanze percorse dall'acqua in ciascun sottobacino.

Definizione dei percorsi delle condotte per la raccolta delle acque, diametri, lunghezze e pendenze.

Parametri del modello per tetto impermeabile

Percentuale di superficie impermeabile: 100%

Coefficiente di Manning per ciascun sottobacino n.

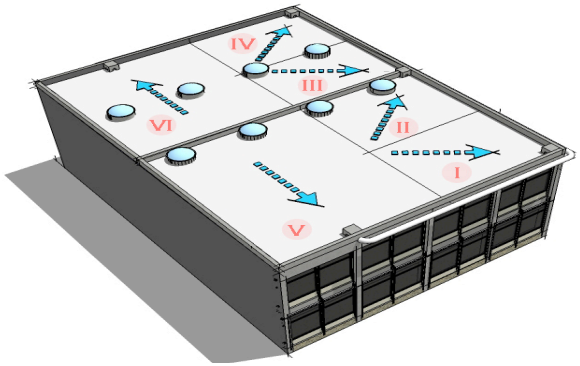
Altezza max delle depressioni superficiali D-imperv

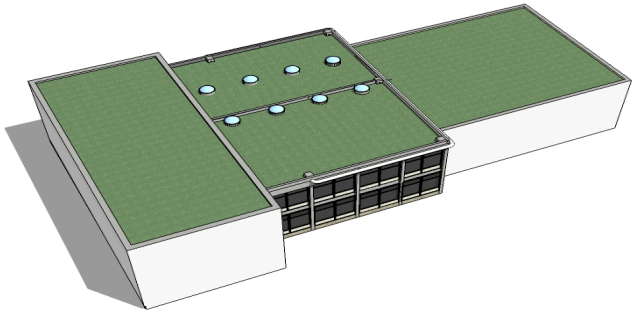
% di superficie senza depressioni superficiali (%0-Imperv)

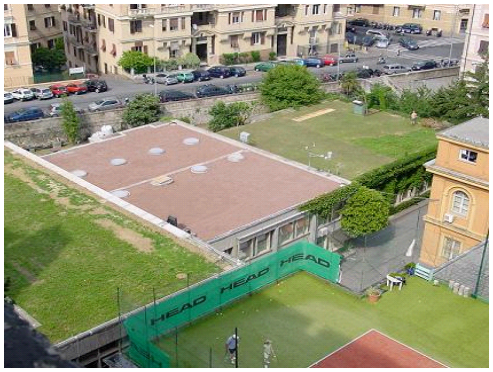
Sottobacino	I	II	III	IV	V	VI
% Imperv	100	100	100	100	100	100
n (Manning)	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
D-perv [mm]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
% 0-Imperv	50	50	50	50	50	50

Modellazione della risposta del sito

Parametri del modello per tetto verde (Attualmente ancora non vegetato)







Percentuale di superficie impermeabile per ciascun sottobacino (superficie oblò)

CN per la porzione permeabile pari a 88

Coefficiente di Manning per ciascun sottobacino distinto in n-perv (per la porzione permeabile) ed n- imperv (per la porzione impermeabile).

Altezza max delle depressioni superficiali D-imperv e D-imperv

% di superficie senza depressioni superficiali (% 0 –Imperv)

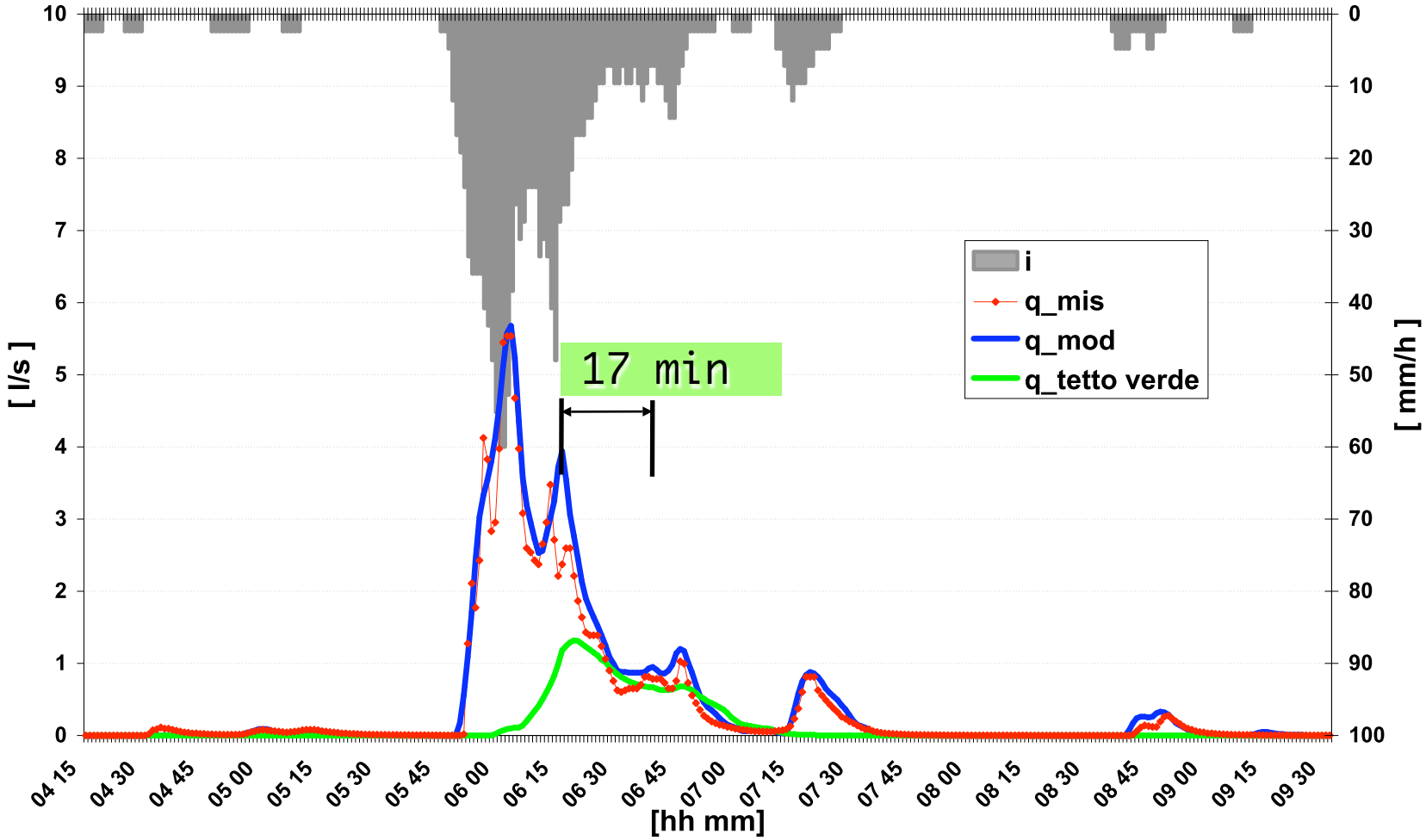
Sottobacino	I	II	III	IV	V	VI
% Imperv	0	6	3.6	3.3	2.6	2.7
n imperv	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
D-imperv [mm]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
% 0-Imperv	50	50	50	50	50	50
D-perv [mm]	2	2	2	2	2	2
n-perv	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
CN	88	88	88	88	88	88

Primi risultati, esempi di applicazioni del modello

Evento del 2/05/2007

Volume di pioggia: 9,52 m³
Volume registrato: 7,91 m³
Volume tetto verde: 2,49 m³

- Φ: 0,83
- % di ritenzione: 68
- % di riduzione picco:76
- Φ_v: 0,26



Primi risultati, esempi di applicazioni del modello

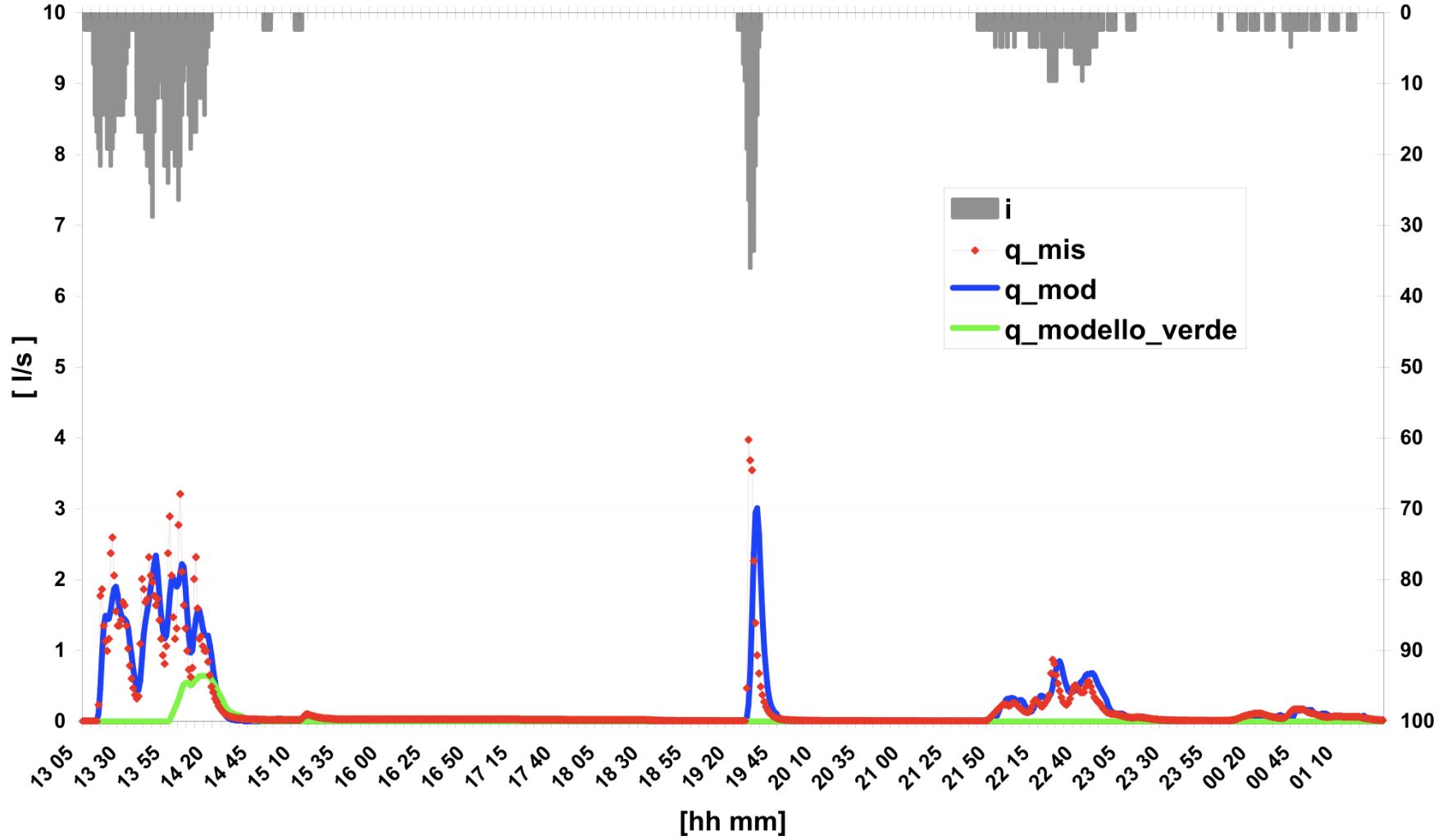
Evento del 04/05/2007

Volume di pioggia: 9,87 m³
Volume registrato: 9,22 m³
Volume tetto verde: 0,97 m³

∉ Φ:0,93

- % di ritenzione: 89
- % di riduzione picco:83

∉ Φ_v:0,10

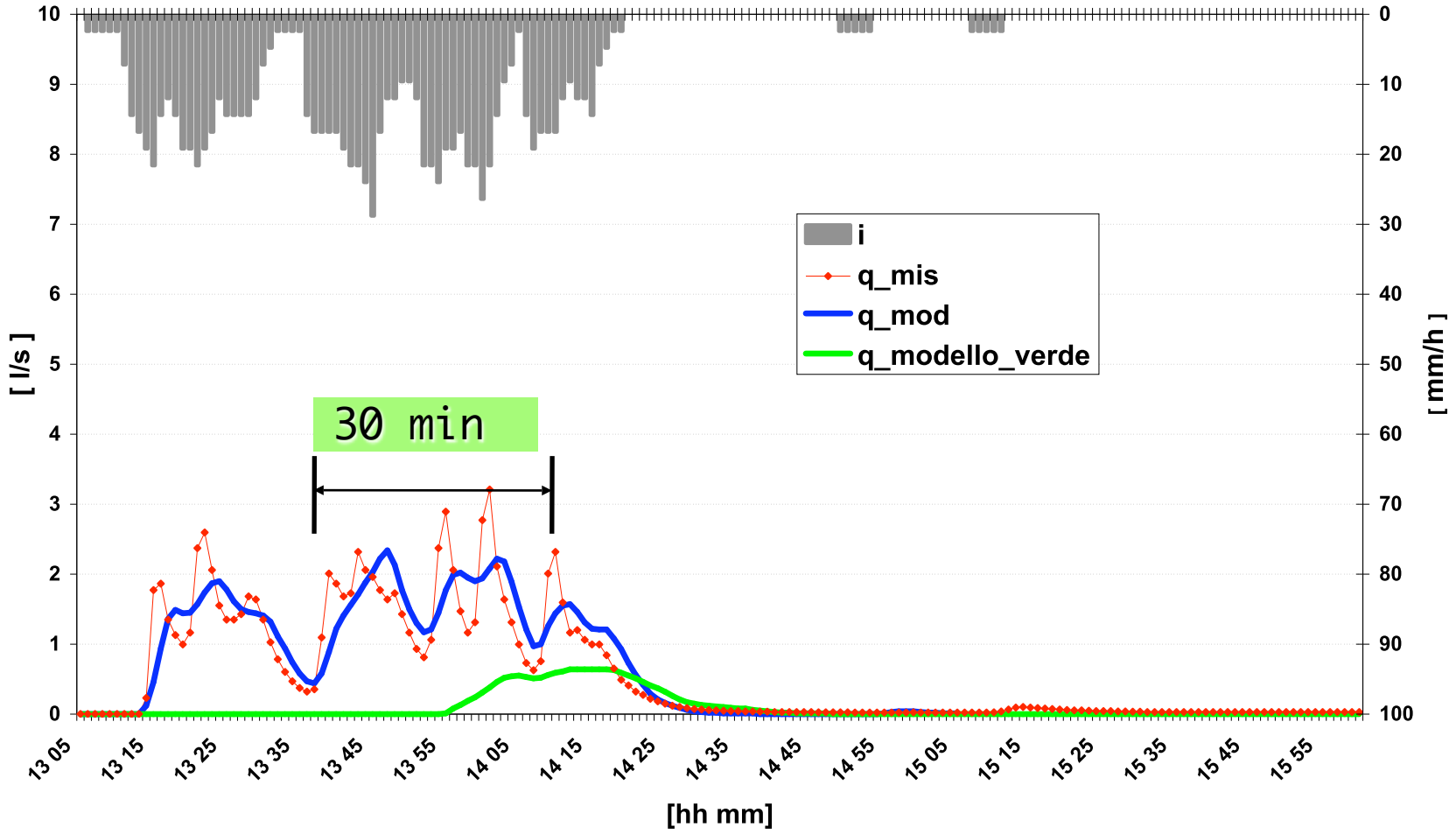


Primi risultati, esempi di applicazioni del modello

Evento del 04/05/2007

Volume di pioggia: 9,87 m³
Volume registrato: 5,95 m³
Volume tetto verde: 0,97 m³

- ∉ Φ:0,98
- % di ritenzione: 84
- % di riduzione picco:83
- ∉ Φ_v:0,16



Primi risultati, esempi di applicazioni del modello

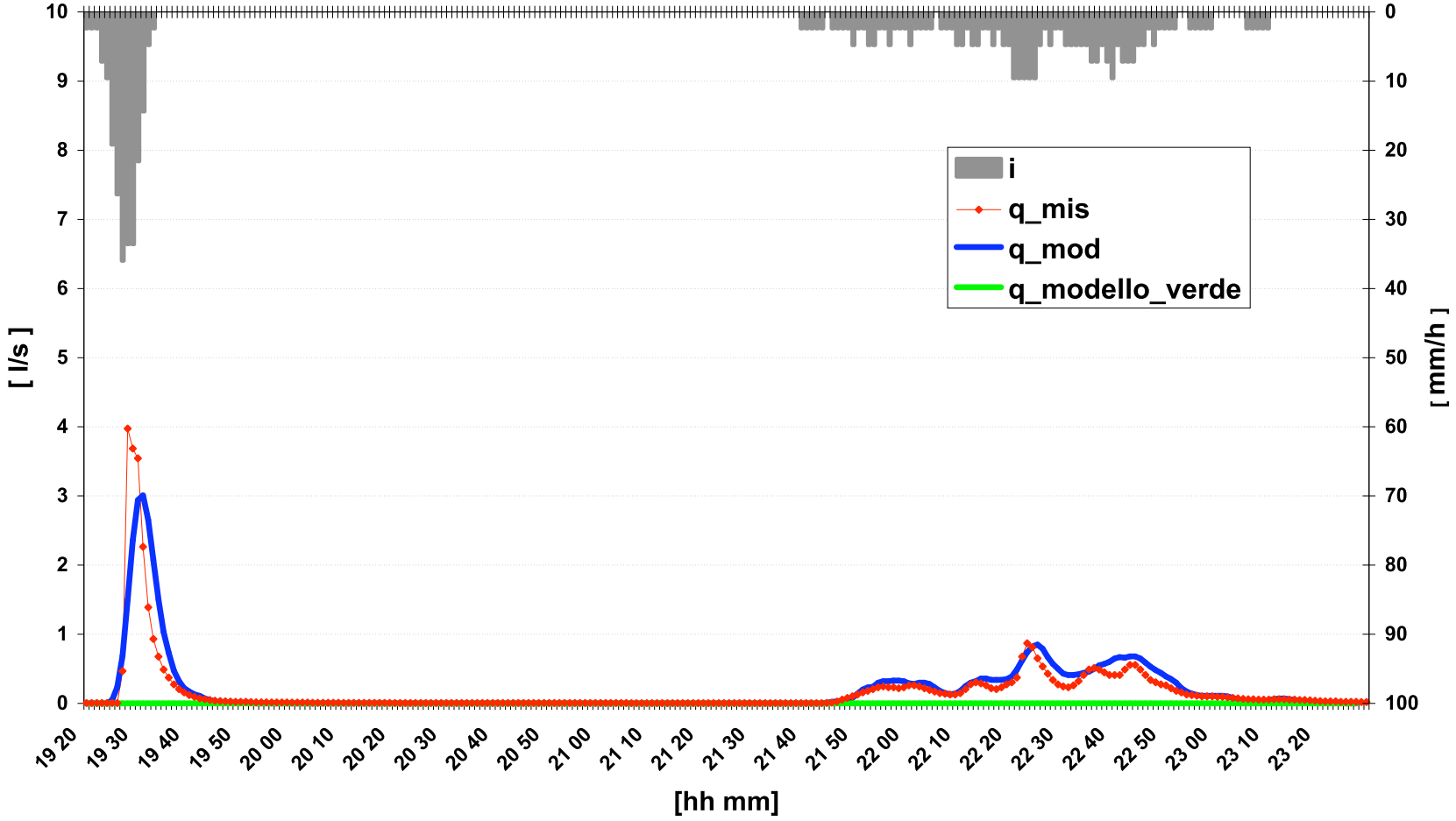
Evento del 04/05/2007

Volume di pioggia: 3,85 m³
Volume registrato: 3,28 m³
Volume tetto verde: 0 m³

∉ Φ:0,85

- % di ritenzione: 100
- % di riduzione picco: 100

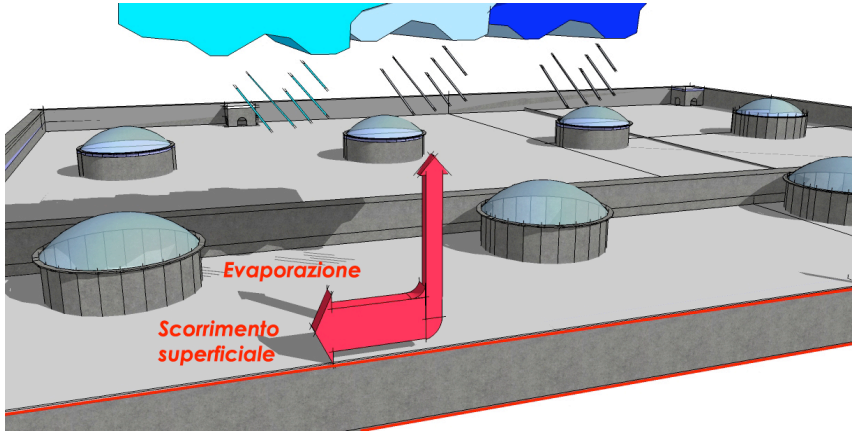
∉ Φ_v:0

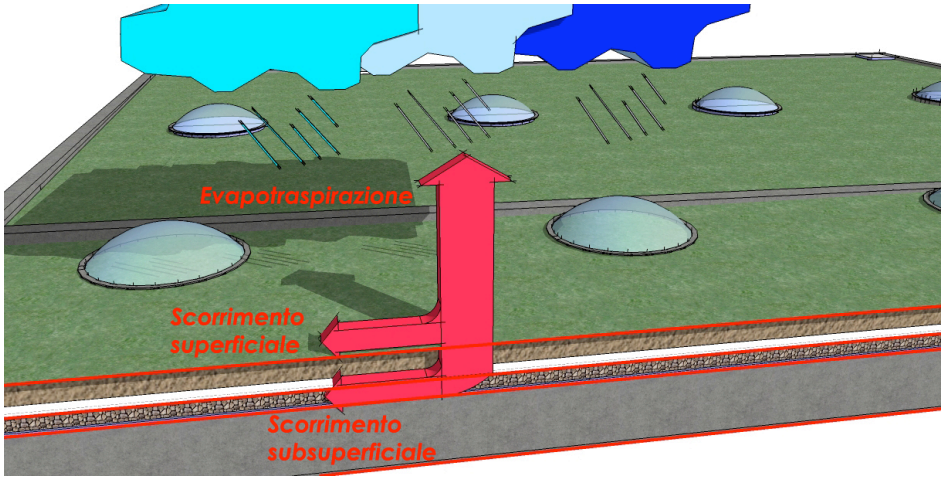


> Il verde pensile, una soluzione per un sistema di drenaggio urbano sostenibile

Conclusioni

Introducendo la pratica dei tetti verdi in un bacino urbano si interviene pertanto sulla regimazione idrica ripristinando almeno parzialmente il ciclo naturale dell'acqua (sistema sostenibile) attraverso i processi di percolazione, infiltrazione, evaporazione dal suolo ed evapotraspirazione dalla vegetazione.





Le principali limitazioni all'utilizzazione diffusa e i principali ostacoli che si incontrano nel coinvolgere enti pubblici e soggetti privati nella pianificazione delle sistemazioni a verde pensile sono: la carenza di dati tecnici quantitativi sulle prestazioni climatiche, igrometriche ed idrauliche in riferimento ad installazioni nel clima mediterraneo

> Il verde pensile, una soluzione per un sistema di drenaggio urbano sostenibile

I risultati attesi dalla fase sperimentale e dalla modellazione a scala di bacino sono:

1. Acquisizione dati idro-meteorologici e parametri di qualità riferibili al clima mediterraneo;

2. La realizzazione di una modellistica di simulazione per la risposta di installazioni a verde pensile singole e distribuite nel bacino urbano sia a scala d'evento che a scala stagionale.

E sicuramente rappresentano un primo passo per il superamento degli ostacoli e delle limitazioni alla diffusione delle coperture continue a verde nelle regioni del bacino del Mediterraneo