

Il tetto verde di Villa Cambiaso (GE), sito della sperimentazione.



# Artificio naturale

Un importante beneficio dei tetti verdi è la riduzione del carico sulla rete di smaltimento delle acque piovane. Lo conferma una prova condotta dall'Università con il Comune di Genova e l'Aivep sul tetto di Villa Cambiaso e un'applicazione in un quartiere residenziale

Testo e foto di **Christian Cappelletti, Luca Giovanni Lanza, Anna Palla**, Dipartimento di ingegneria delle costruzioni, dell'ambiente e del territorio, Università di Genova; **Maurizio Petulicchio**, Comune di Genova

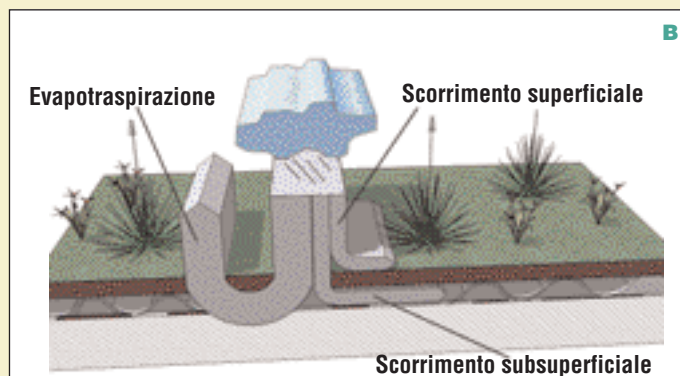
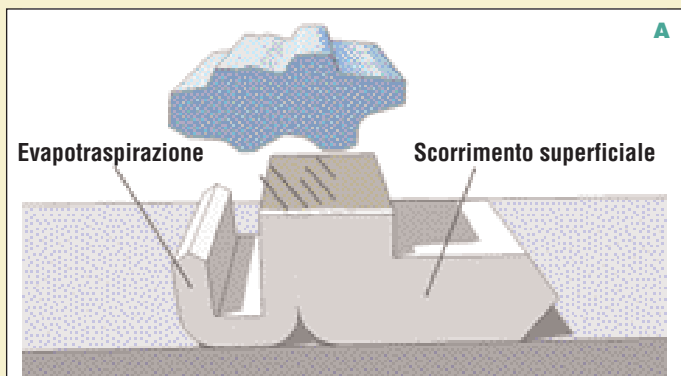
L'adozione di nuove forme d'uso del territorio è ormai priorità strategica di ogni sistema urbano, essendo evidenti, anche quando difficilmente misurabili, le criticità quotidiane (traffico, inquinamento atmosferico e acustico, degrado delle periferie, vivibilità) e le loro ripercussioni negative (economiche, sociali e ambientali). Si impongono quindi tecniche e metodi di costruzione sostenibili dal punto di vista ambientale, tra cui vanno annoverati i tetti verdi, costituiti da un sistema tecnologico di elementi che rende possibile la vita vegetale sulle coperture degli edifici.

## Il controllo dei deflussi

Uno dei più importanti benefici associati all'utilizzo dei tetti verdi è la riduzione del carico che grava sulla rete di smaltimento delle acque piovane. Il sistema opera infatti simulando i processi naturali del ciclo dell'acqua quali l'infiltrazione nel suolo, l'evapotraspirazione attraverso la vegetazione e l'evaporazione dalle superfici. In particolare le coperture inverdite risultano particolarmente efficaci nella riduzione dei volumi complessivi di deflusso superficiale e dell'altezza del picco dell'idrogramma rispetto alle coperture impermeabili. L'ab-

battimento dei volumi consente la riduzione delle portate di acque bianche defluenti in rete unitaria con conseguente diminuzione del numero di sforzi verso i corpi idrici ricettori, mentre in rete separata determina la riduzione del carico inquinante associato all'acqua meteorica di dilavamento. Un significativo abbattimento del picco consente di mettere in sicurezza reti di drenaggio preesistenti o contenere il dimensionamento dei collettori di fognatura in fase progettuale.

Al fine di quantificare l'incremento della capacità di regimazione idrica delle coperture a verde pensile, rispetto alle prestazioni di quelle tradizionali impermeabili, alla scala del singolo tetto e quindi a quella di un intero agglomerato urbano, l'Università di Genova, in collaborazione con il Comune di Genova e l'Associazione italiana verde pensile (Aivep), ha predisposto l'installazione di un sito pilota per il monitoraggio quali-quantitativo delle acque meteoriche sul tetto verde del laboratorio di ingegneria ambientale e la realizzazione di un modello afflussi-deflussi relativo all'area di Colle degli Ometti presso l'uscita autostradale di Genova-Nervi. ►



### ◀ Il sito di Villa Cambiaso

La copertura del laboratorio (circa 1000 m<sup>2</sup> su tre livelli), già costituita da un sistema a verde pensile monostrato posato nel 1969, è stata interessata dalla realizzazione del tetto verde sperimentale e dalla campagna di monitoraggio solamente nel suo lotto centrale. È stato scelto un sistema multistrato con strato drenante in materiale sfuso e la progettazione è stata effettuata con riferimento alle linee guida espresse nella norma UNI 11235.

Per la sperimentazione sul sito pilota sono state utilizzate strumentazioni per la misura di intensità di pioggia, radiazione solare incidente, temperatura e umidità dell'aria, portate di deflusso subsuperficiale (sezione di controllo a stramazzo triangolare accoppiata a un sensore di livello); contenuto d'acqua nel terreno e valori di evapotraspirazione sono stati calcolati attraverso la relazione di Penman-Monteith<sup>(a)</sup>. Tali grandezze consentono di determinare la riduzione dei picchi di portata e quella dei volumi d'acqua complessivamente immessi nella rete fognaria a scala d'evento, a scala stagionale e a scala annuale.

Nell'idrogramma sotto riportato (grafico 1) sono indicati gli andamenti dei deflussi generati a seguito di una precipitazione (5 giugno 2007) per la copertura a verde del sito sperimentale e per una copertura impermeabile equivalente (in estensione e pendenza), inoltre viene mostrato l'andamento del deflusso per il



tetto verde, simulato attraverso un modello concettuale sviluppato presso l'Università di Genova. I dati raccolti hanno confermato le potenzialità del sistema a verde alla scala del singolo tetto, ottenendo mediamente percentuali di riduzione del volume complessivo pari all'85% e percentuali di abbattimento del picco di circa il 97% (tabella 1).

### Applicazione a un quartiere residenziale

Si è inoltre sviluppato un secondo modello afflussi-deflussi per la simulazione degli effetti del verde pensile a scala di bacino. Oggetto di studio è quello di Colle degli Ometti, nel Comune di Genova, un insediamento urbano costituito da circa 500 unità abitative total-

Sopra, regimazione delle acque meteoriche in assenza (A) e in presenza di verde pensile (B). A lato, posa del substrato colturale.

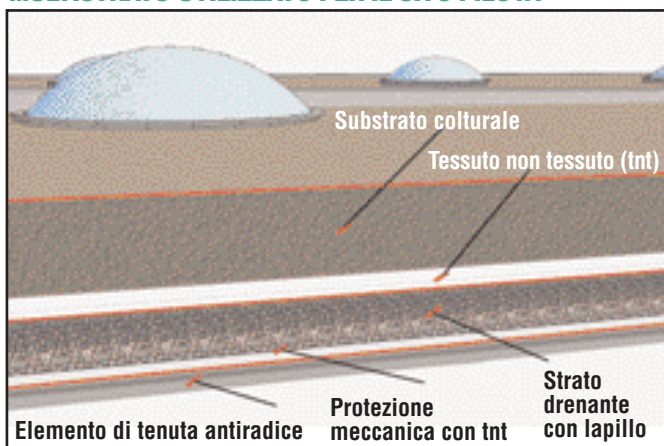
mente prive di coperture a verde. La simulazione ha riguardato tre diversi scenari di inverdimento (conversione a verde del 10%, del 20% e del 100% delle superfici delle coperture impermeabili) e la situazione attuale di uso del territorio, per un periodo di quindici anni.

Per la valutazione della risposta a scala di bacino si è utilizzato il modello Swmm (Storm water management model ovvero "Modello di gestione dell'acqua piovana") e il modello d'infiltrazione del Curve number (Cn) del Soil conservation service-Scs<sup>(4)</sup>, come proposto da Carter e Jackson<sup>(2)</sup>, con valore del Cn per i tetti verdi pari a 86. Le percentuali di riduzione dei volumi complessivi, sia a scala annuale che stagionale, sono risultate sempre superiori al 43% con un grado d'inverdimento pari al 100% delle superfici occupate da tetti, al 9% con il 20% di tetti verdi e al 4,5% con il 10% (grafico 2). Le percentuali medie di abbattimento del picco risultano: 66,3% col maggiore grado d'inverdimento, 9,8% con quello intermedio e 4,9% col più basso (grafico 3).

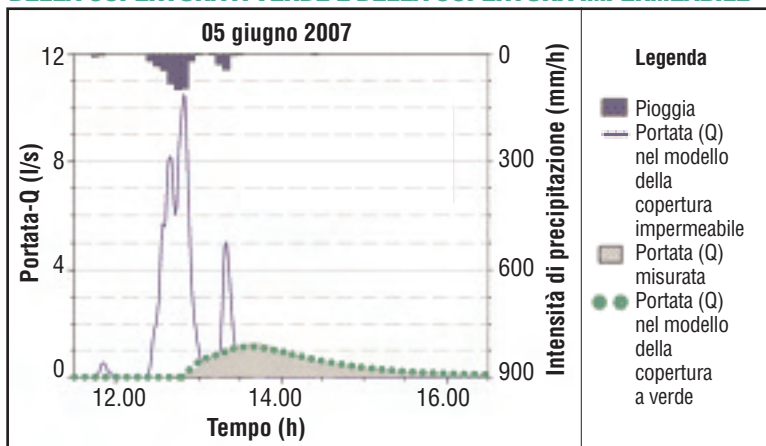
### Conclusioni

I risultati sperimentali raccolti alla scala del tetto confermano l'efficacia del sistema a verde

### RAFFIGURAZIONE SCHEMATICA DEL SISTEMA MULTISTRATO UTILIZZATO PER IL SITO PILOTA



### GRAFICO 1 - IDROGRAMMA MISURATO E CONFRONTO CON I MODELLI DELLA COPERTURA A VERDE E DELLA COPERTURA IMPERMEABILE



**TABELLA 1 - CAMPAGNA DI MONITORAGGIO IN CORSO, PERCENTUALI DI RITENZIONE, DI ABBATTIMENTO DELL'ALTEZZA DEI PICCHI E DI RITARDO RISPETTO ALLA COPERTURA IMPERMEABILE DI CONFRONTO**

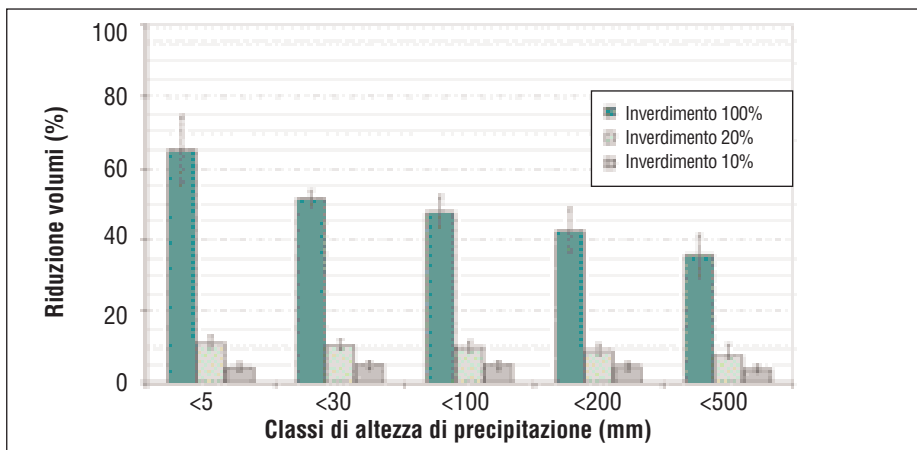
Evento (anno/mese/giorno)	Altezza totale (mm di pioggia)	Durata (minuti)	Portata max (l/sec)	Ritenzione volume (%)	Abbattimento picco (%)	Ritardo (%)
2007/05/26	9	754	No deflusso	100	100	-
2007/05/28	12,4	1192	No deflusso	100	100	-
2007/06/01	42,4	960	0,02	99	99	21
2007/06/05	41,2	157	1,31	41	87	17
2007/08/08	13,2	1310	No deflusso	100	100	-
2007/08/09-10	14	86	< 0,01	95	98,7	88
2007/08/20	15,2	990	< 0,01	95	99,9	12
2007/08/21	32,6	877	0,04	96	99	30
2007/09/27	28,6	827	0,02	99	99,6	50
2007/11/21	8	600	No deflusso	100	100	-
2007/11/22-23	138,2	2870	1,27	9,5	79	5
<b>Media</b>	-	-	-	<b>85</b>	<b>96,6</b>	<b>31,9</b>

pensile per il controllo della generazione dei deflussi superficiali, sia in termini di volumi che di altezze dei picchi, anche in ambiente mediterraneo. A scala di bacino le risposte ottenute dalla simulazione indicano un'efficiente capacità di riduzione dell'altezza dei picchi

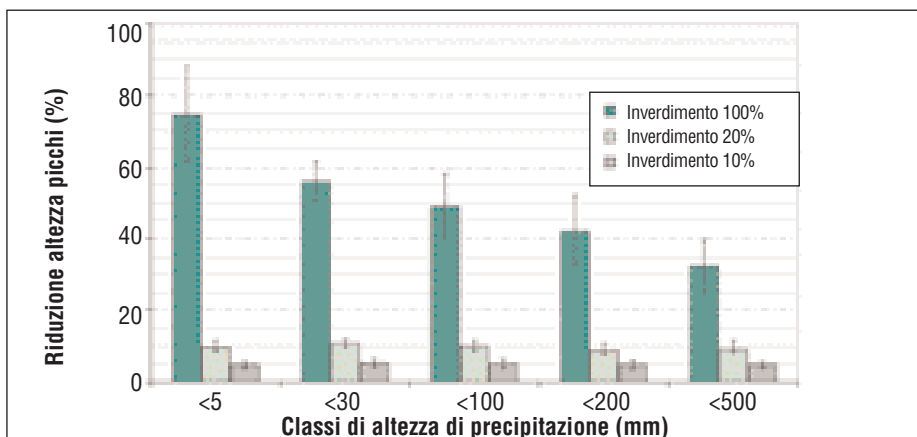
degli idrogrammi e una potenziale efficacia nella riduzione dei volumi complessivi ottenuti dedotta dell'evapotraspirazione. In conclusione, si può affermare che l'inverdimento dei tetti presenti in un bacino è tanto più efficace quanto più viene preso in considerazione già in

fase di pianificazione urbanistica, mentre l'installazione del verde pensile a posteriori, possibile solo per una percentuale ridotta delle coperture di un comprensorio, ha effetti sensibilmente più limitati. ■

**GRAFICO 2 - RIDUZIONE DEI VOLUMI IN FUNZIONE DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA E RISPETTO AL GRADO DI INVERDIMENTO**



**GRAFICO 3 - ABBATTIMENTO DEI PICCHI IN FUNZIONE DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA E RISPETTO AL GRADO DI INVERDIMENTO**



a) La formula di Penman-Monteith è una rappresentazione realistica del processo evapotraspirativo. Simula il comportamento di qualsiasi tipo di coltura in qualunque condizione di rifornimento idrico, purché siano noti i valori dei parametri di resistenza.

**Bibliografia**

- 1) CAPPELLETTI C., 2007. *Installazione di verde pensile per la gestione ed il controllo delle acque meteoriche in ambiente urbanizzato*. Tesi di laurea, Università di Genova.
- 2) CARTER T. L. e JACKSON C.R., 2007. *Vegetated roofs for stormwater management at multiple spatial scales*. Land. Urb. Plan., 80,84-94.
- 3) PALLA A., LANZA L. G., 2007. *Il verde pensile e la gestione delle acque meteoriche in ambiente urbano*. L'Ambiente, 1/07, 8-13.
- 4) SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE), 1972. *SCS National Engineering Handbook*. Sec 4, Hydrology, Usda, Usa.

**Abstract**

**Natural Artefact**

A significant benefit of roof gardens is that they reduce the quantity of rain water going into the drainage system. This has been confirmed by a test carried out by the University, the Municipality of Genoa and AIVEP on the roof of Villa Cambiaso. At reservoir level, collected data show an efficient reduction in the height of hydrogram peaks and a potential efficacy in the reduction of the overall volumes achieved. Roof greening is more effective when taken into consideration during urban planning.