

PIANO ENERGETICO E AMBIENTALE DEL COMUNE DI PERUGIA

III FASE - PIANO DEFINITIVO

SCHEDA TECNICA C4) EDILIZIA BIOCLIMATICA C4.b) TETTI VERDI

STATO DELL'ARTE

Generalità

Per tetto verde si intende una copertura di un edificio sul quale sia stata aggiunta una finitura con verde estensivo. La differenza con i giardini pensili sta nel fatto che per questi è la struttura che deve essere funzionale al giardino stesso mentre per il tetto verde è il verde estensivo ad essere funzionale alla struttura. Questo sistema di copertura ha origini lontane, ma negli ultimi anni le tecnologie a disposizione hanno consentito a tale applicazione un'evoluzione notevole che ha permesso l'impiego dei tetti verdi per numerose finalità, con vantaggi significativi. Fino a non troppi anni fa l'applicazione del verde sul tetto era ostacolata da fallimenti dovuti alla inadeguatezza delle soluzioni tecniche adottate e ai materiali impiegati, che non garantivano la durata dell'intervento e creavano molti problemi (infiltrazioni d'acqua). Oggi questi problemi sono stati risolti e in molti Paesi la tecnica dei tetti verdi è ampiamente diffusa: primi tra tutti Germania e Svizzera, dove metri quadri di coperture inverdite ammontano a molti milioni. Nel corso degli anni sono nate molte aziende specializzate e associazioni che si occupano della copertura a verde degli edifici e sono state redatte e sviluppate direttive tecniche precise e dettagliate. Anche in Italia il verde sui tetti ha registrato un certo sviluppo e continua ad essere promosso in vari modi.

Alla base di questo sviluppo ci sono due ordini di motivazioni. Il primo è l'esigenza di rendere più vivibili le città che molte volte hanno visto un inurbamento che ha trascurato il verde, quindi creare degli spazi con della vegetazione in luoghi della città inutilizzati è sembrata un'ottima soluzione. La seconda motivazione è di carattere tecnico, infatti una copertura a verde offre vantaggi economici, ecologici ed energetici. Tra i vantaggi si possono elencare: maggiore durata dell'impermeabilizzazione con protezione dagli agenti atmosferici; miglioramento del microclima; influsso positivo sul clima degli ambienti esterni; nuovi spazi verdi fruibili per l'uomo e nuovi habitat per animali e piante; regimazione idrica e conseguente alleggerimento del carico sulla rete delle acque bianche; protezione dal rumore; filtraggio delle polveri e fissaggio di sostanze nutritive utili alle piante dall'aria e dall'acqua piovana; migliore isolamento termico e quindi risparmio energetico, funzionamento più economico degli impianti di climatizzazione e di riscaldamento; migliore utilizzazione degli immobili; aumento del valore degli immobili. Un altro importante beneficio dei tetti verdi riguarda la riduzione dell'effetto "isola di calore", fenomeno che determina un innalzamento significativo (da 1 a 6 °C) della temperatura delle aree urbane rispetto a quella delle aree rurali circostanti.

Tecnologia

Un sistema "tetto verde" deve rispondere a due esigenze fondamentali: deve consentire alla copertura di espletare la propria funzione di difesa dalle intemperie con particolare riguardo alla captazione delle acque meteoriche e deve fornire un ambiente adatto alla vita e allo sviluppo della vegetazione senza richiedere difficili e costosi interventi di manutenzione.

Per poter rispondere a queste esigenze i vari sistemi e le varie tecnologie attualmente impiegate riproducono una stratificazione composta da diversi elementi: strato protettivo, strato drenante e di accumulo idrico, strato filtrante, substrato e vegetazione.

Lo strato protettivo ha la funzione di impermeabilizzare e proteggere gli elementi costruttivi sottostanti da danni meccanici mediante la protezione antiradice e lo strato di protezione meccanico. Le radici risultano essere un grosso problema per l'impermeabilizzazione perché riescono a penetrare le protezioni e scalfare le murature; si può risolvere in modo efficace questo problema con apposite guaine antiradice (PVC, Polietilene, gomma EPDM, a base bituminosa con inserti in rame). Lo strato di protezione meccanica viene realizzato interponendo tra l'impermeabilizzazione e la guaina antiradice e posando sopra quest'ultima dei feltri tessuto non tessuto con buona resistenza meccanica in funzione della ruvidezza del piano di posa, del peso previsto dell'intervento e della sollecitazione dovuta al calpestamento o alla presenza di percorsi pedonali o carrabili.

Lo strato drenante e di accumulo idrico rappresenta il cuore dei vari sistemi e la sua corretta realizzazione determina in grande misura il buon risultato e la durata dell'intervento. Le funzioni dello strato drenante sono essenzialmente quella di drenaggio delle acque piovane in eccesso, di accumulo e riserva di acqua per la vegetazione e di supporto per pavimentazioni e altri elementi costruttivi.

(Segue stato dell'arte)

I materiali che vengono usati si possono suddividere in tre gruppi: *sistemi in materiale sciolto* di altezza minima di 10-15 cm dove lo strato drenante è costituito da materiali leggeri sfusi (pomice, lava, ardesia espansa) e l'accumulo idrico è garantito dalla capacità di ritenuta idrica del materiale (su superfici piane si può prevedere una falda di alcuni centimetri sul fondo); *sistemi con elementi drenanti prefabbricati* in piastre o rotoli realizzati in materiale plastico (polietilene o polistirolo rigido) di altezza da 2,5 a 10 cm che hanno leggerezza e buona resistenza alla compressione e con opportuni modellamenti consentono l'accumulo idrico anche su coperture in pendenza; *sistemi termoisolanti* costituiti come gli elementi prefabbricati precedenti ma con caratteristiche termoisolanti certificate.

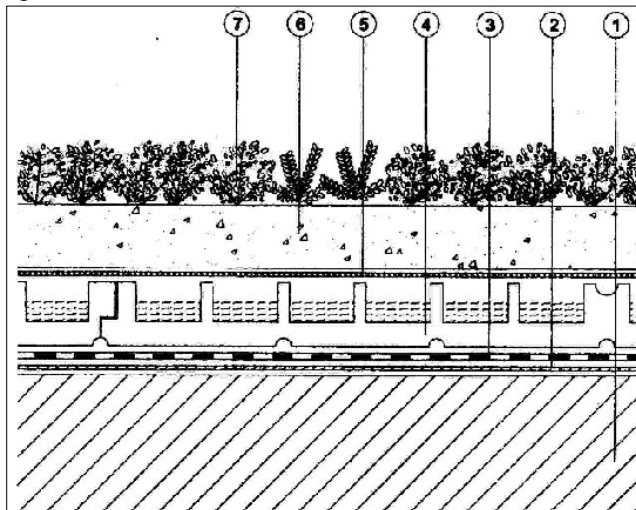
Lo strato filtrante deve impedire il trasporto di particelle fini verso lo strato drenante e fornire un ancoraggio agli apparati radicali. Si utilizzano feltri immarcescibili di tessuto non tessuto con buona resistenza meccanica e capacità filtrante.

Il substrato deve consentire lo sviluppo costante nel tempo della vegetazione anche in condizioni climatiche avverse senza comportare alti costi di manutenzione o difficoltà in posa d'opera. Le caratteristiche principali devono essere: il peso ridotto (anche in massima saturazione idrica); elevata capacità drenante; elevata capacità di ritenzione idrica; struttura chimica e fisica stabile; ottima resistenza al gelo; ridotto compattamento (massimo 20-25%); volume percentuale di aria in massima saturazione idrica maggiore del 30% Vol; bassa salinità; pH compreso tra 6 e 7; buona capacità di assorbimento e potere tampone; ragione organica ridotta; frazione minerale che non deve causare sintetizzazione. Queste caratteristiche mostrano come non si possa utilizzare normale terriccio da giardinaggio (anche se più economico) che potrebbe comportare compattamento accentuato e conseguente asfissia, peso elevato in massima saturazione, perdita delle capacità drenanti e sviluppo di microrganismi dannosi.

La vegetazione impiegata può essere molto varia ma si deve tener conto di alcuni fattori che possono determinare la buona riuscita dell'intero intervento. Bisogna escludere l'impiego di piante sensibili al vento o che sviluppino chiome a struttura densa che con accrescimenti sostenuti potrebbero essere sradicate dal vento stesso. Occorre tenere conto del peso proprio delle piante e che questo sia compatibile con i limiti di sicurezza della soletta. Bisogna impiegare piante resistenti allo stress idrico visto che nella maggior parte delle volte sono improponibili dei sistemi di irrigazione.

Dal punto di vista statico, utilizzando materiali adatti, è possibile mantenere il peso totale della stratificazione, compresa la vegetazione e in massima saturazione idrica, tra gli 80 e i 400 kg/m².

Fig.1: PARTICOLARE COSTRUTTIVO DI UNA COPERTURA PIANA A TETTO VERDE ESTENSIVO



1. Solaio
2. Tessuto non tessuto di separazione
3. Manto sintetico di impermeabilizzazione
4. Elemento di raccolta e drenaggio in schiuma di polipropilene espansa (spessore cm 8)
5. Filtro stabile antiradice
6. Substrato di terriccio speciale
7. Inverdimento intensivo leggero

RISVOLTI ENERGETICI, AMBIENTALI E SOCIO – ECONOMICI

Risvolti energetici

I vantaggi energetici che si ottengono con questo tipo di copertura derivano essenzialmente dal maggior potere coibente che possiedono tali sistemi. L'effetto di isolamento termico del tetto verde è dovuto sia al complesso piante-substrato che ai prodotti utilizzati per il drenaggio.

Il potere isolante dei tetti verdi deriva essenzialmente dal fatto che questi riescono a contenere le escursioni termiche in prossimità della superficie della copertura (sui tetti tradizionali tale escursione può essere superiore ai 50°C in estate). Il miglioramento delle temperature all'interno delle abitazioni che ne consegue, si traduce in una diminuzione dei consumi energetici sia nel periodo invernale che nei mesi estivi.

Le dispersioni di calore nei mesi invernali (e quindi le spese di riscaldamento) possono diminuire del 50% [1]. In estate, invece grazie all'ombreggiamento ed alla evapotraspirazione è possibile registrare una

(Segue risvolti energetici, ambientali e socio-economici)

diminuzione di temperatura di 3 – 4°C rispetto alla temperatura dell'aria esterna. A tale proposito, un recente studio sperimentale condotto dall'Università Politecnica delle Marche ha dimostrato una riduzione media delle potenze richieste per il raffrescamento estivo del 12% [2].

La quantificazione dei vantaggi in termini di risparmio di energia sono comunque fortemente correlati al tipo di tecniche utilizzate, variando notevolmente al variare di queste e del tipo di struttura alla quale sono applicate oltre che alla posizione geografica e climatica.

Risvolti ambientali

L'introduzione di tetti verdi nelle città può produrre notevoli vantaggi ambientali in maniera diretta e indiretta. In maniera diretta le soluzioni a tetto verde possono contribuire alla diminuzione dell'inquinamento atmosferico dovuto alla CO₂ tramite la naturale trasformazione di anidride carbonica in ossigeno per mezzo della fotosintesi, che nelle città è limitata dalla scarsità di zone verdi; i vantaggi sarebbero ovviamente tangibili se i tetti verdi fossero presenti in proporzione adeguata nel territorio. I valori di ossigeno prodotti sono da collegare al tipo di vegetazione utilizzata.

In maniera indiretta i vantaggi ambientali sono ancora più importanti: il risparmio energetico, che consegue da tali soluzioni, implica una riduzione di emissioni inquinanti. Per quanto riguarda la sola CO₂ la riduzione sarebbe maggiore per i soli effetti indiretti rispetto a quelli diretti.

Considerando solo il potere coibente dei tetti verdi relativo al substrato di terriccio, se si applica una tale soluzione sopra un solaio tradizionale, la trasmittanza diminuisce di circa il 29% con uno strato di terriccio di 20 cm. Per il periodo invernale questo dato si traduce in risparmio di energia e ad una minore emissione di inquinanti. Per quanto riguarda la CO₂, prendendo come riferimento per la produzione di calore una caldaia a gas metano con rendimento dell'83%, rappresentativa del parco installato, con un'emissione, per kWh termico prodotto, di 237 grammi di anidride carbonica, si può stimare che per ogni kWh prodotto per compensare le perdite di calore attraverso il soffitto dell'ultimo piano, si possa evitare l'immissione in atmosfera di **69 g** di anidride carbonica.

Un altro aspetto positivo è la riduzione della presenza di polveri nell'aria. In primo luogo la riduzione è da collegarsi alla attenuazione dei movimenti ascensionali delle masse d'aria dovuti al surriscaldamento di superfici che, trasmettendo calore all'aria, originano delle correnti termiche in grado di mantenere in sospensione ed in movimento significative quantità di polveri. Da ricordare anche l'effetto filtrante che le masse biologiche hanno sull'aria che di fatto riesce a far sedimentare parte della polvere sospesa e in particolare le polveri sottili, pericolose per la salute.

Interessante è lo sviluppo di un progetto da parte di bioarchitetti tedeschi che prevede, in una ipotetica città ecologica, l'adozione di tetti verdi per la costituzione di vie di fuga dello smog sfruttando la minore temperatura del verde estensivo e la conseguente ricaduta di masse d'aria fresca che tendono a spostare l'aria inquinata ristagnante.

Le coperture a verde, inoltre, garantiscono un discreto potere fonoassorbente determinato in parte dalla massa stessa degli strati componenti il tetto verde ed in parte dalla biomassa che inibisce il riflettersi delle onde sonore. La prima caratteristica limita il rumore all'interno del fabbricato, mentre la seconda contribuisce alla diminuzione dell'inquinamento acustico nell'ambiente.

Un altro aspetto ambientale, sicuramente il più evidente, è la capacità dei tetti verdi di intervenire a mitigare gli impatti visivi di manufatti che molte volte mal si integrano con l'ambiente circostante.

Risvolti economici

Negli aspetti economici bisogna considerare che il tetto verde è una finitura del tetto e pertanto sotto questo aspetto deve essere concorrenziale con quanto viene fornito in alternativa dal mercato: i costi di gestione dovranno essere bassi adottando sistemi che non necessitino di notevoli volumi idrici per le irrigazioni, che prevedano interventi di manutenzione sporadici e veloci. A tal proposito si potrebbe ritenere in generale che la copertura a tetto verde comporti spese per manutenzione elevate. L'aspetto che più può preoccupare è quello di mantenere efficiente il sistema di impermeabilizzazione che potrebbe essere compromesso e comportare dei costi di manutenzione rilevanti. In realtà il sistema a tetto verde, se è realizzato correttamente, è considerato più efficiente per la salvaguardia dei manti impermeabili poiché si soddisfano alcune esigenze fondamentali, tra le quali: protezione dai raggi UV; protezione dai corpi contundenti; protezione termica; difesa chimica; protezione dall'azione di microrganismi e alghe; riduzione dei movimenti strutturali degli edifici; protezione da agenti atmosferici (grandine); eliminazione della formazione di ghiaccio sul manto impermeabile. Molti degli aspetti elencati sono spesso le cause di una cattiva tenuta dei sistemi di copertura tradizionali e che vengono eliminati con l'adozione di un sistema a verde estensivo, si riducono, quindi, le spese dovute alla manutenzione dell'impermeabilizzazione.

Un altro vantaggio delle coperture verdi è la loro capacità di regolazione del deflusso delle precipitazioni. La continua urbanizzazione del territorio porta come diretta conseguenza l'impermeabilizzazione del suolo, questo costringe a soluzioni molto costose per lo smaltimento delle acque piovane con reti fognarie sovradimensionate per le normali esigenze e quasi mai adatte a risolvere situazioni di emergenza. Questo aspetto riveste un carattere ancora più importante qualora si debba disporre l'ampliamento di zone

(Segue risvolti energetici, ambientali e socio-economici)

urbanizzate con il conseguente adeguamento con gli impianti di smaltimento. In questi casi infatti i costi elevatissimi risultano quasi insormontabili. Una relativa soluzione del problema può arrivare con il rinverdimento delle coperture che comporta una sensibile diversificazione dei tempi di deflusso delle acque meteoriche a tutto vantaggio degli impianti di smaltimento che riescono a scaricare quantità superiori d'acqua a parità di sezione delle tubazioni grazie all'allungamento dei tempi di lavoro.

PROSPETTIVE DI SVILUPPO

Le prospettive di sviluppo per i sistemi a tetto verde sono legati alla maggiore conoscenza di tali sistemi e ad un adeguamento dei regolamenti edilizi, nonché alla stesura di specifiche normative e ad incentivazioni da parte della pubblica Amministrazione.

Sempre più sono i Comuni che tramite il proprio Regolamento Edilizio rendono obbligatoria la realizzazione di tetti verdi per la realizzazione di nuovi edifici. In alcuni casi la prescrizione riguarda un valore percentuale sul totale della copertura da destinare a verde (ad esempio il 30%), in altri casi l'obbligatorietà riguarda tutti i nuovi edifici pubblici e in altri ancora la prescrizione interessa tutti gli edifici industriali e del terziario.

Nel corso degli anni, inoltre, è stato istituito il codice di pratica UNI 11235, ovvero uno strumento tecnico atto a fornire informazioni per la progettazione, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione delle coperture a verde e che costituisce certamente un elemento fondamentale di supporto allo sviluppo e alla diffusione di tale tecnologia.

ATTUABILITÀ NEL TERRITORIO COMUNALE

Come detto, un forte incentivo alla diffusione dell'uso del verde nelle coperture in ambito comunale è rappresentato dall'adeguamento del regolamento edilizio con articoli e prescrizioni che riguardino la possibilità di sviluppo di tale tecnologia nell'edilizia esistente e, soprattutto, in quella di nuova costruzione.

Possono inoltre essere previste altre forme di incentivazione mediante l'informazione e la sensibilizzazione dell'opinione pubblica sui vantaggi che offrono questi sistemi, anche attraverso progetti pilota interventi dimostrativi. Al momento si può considerare trascurabile il contributo di questa soluzione all'abbattimento delle emissioni in atmosfera nel territorio comunale.

NOTE

vedere anche scheda C2.b

RIFERIMENTI

- [1]. Atti del Convegno Internazionale sul Verde Pensile – 7 maggio 1999;
- [2]. Prof. Ing. Paolo Principi, Università Politecnica delle Marche – Dipartimento di Energetica, *Il verde pensile nel clima mediterraneo*, I convegno nazionale, Maggio 2007.