



# VEGETAZIONE E CONTROLLO MICROCLIMATICO ED AMBIENTALE

*Fascicolo-16-b*



# VEGETAZIONE E CONTROLLO MICROCLIMATICO ED AMBIENTALE

## DECLINATIONS

- interventi di nuova costruzione nel paesaggio ligure
- interventi di riqualificazione del costruito recente
- interventi di recupero/restauro di edifici storici
- interventi ex novo in contesti storici liguri



*La vegetazione può costituire uno strumento per la regolazione delle condizioni ambientali e microclimatiche dello spazio interno ed esterno. I molti sistemi disponibili sul mercato offrono l'opportunità di combinare natura e costruito, per riqualificare sotto l'aspetto funzionale, prestazionale ed estetico-formale l'involucro edilizio, attraverso l'integrazione di facciate e coperture verdi. I numerosi sistemi di verde pensile, sviluppati negli ultimi anni, propongono diverse soluzioni integrate per assicurare un corretto drenaggio, impermeabilizzazione, protezione della copertura, a seconda che si tratti di coperture inverdite da manto erboso o da arbusti più o meno grandi. Si possono distinguere tre tipologie di coperture verdi: estensivo, intensivo leggero e intensivo; queste sono diverse per caratteristiche d'uso, stratigrafia e vegetazione; a seconda della tipologia variano gli spessori del substrato, determinati dal tipo di specie utilizzata, la manutenzione richiesta, il peso del sistema, i benefici microclimatici ottenibili, l'influenza sull'estetica architettonica, gli oneri economici e le caratteristiche d'uso. A partire dal semplice rampicante piantato ai piedi di una facciata sono tanti e molto diversi i sistemi attualmente diffusi per il verde verticale; alcuni prevedono strutture di supporto per la crescita di specie rampicanti o vasi disposti ad ogni piano della facciata, altri anche la possibilità di coltivare specie per natura non adatte alla crescita in verticale, attraverso la disposizione di moduli prevegetati, definiti living wall system (LWS).*

### CASI STUDIO

Si allega in coda alla presente scheda l'**ALLEGATO 5** con alcune immagini di modalità di integrazione dell'elemento vegetale nel costruito.

## ASPETTI NORMATIVI E REGOLAMENTARI

Principali Leggi e Decreti nazionali / Norme regionali e locali in cui si fa riferimento all'integrazione di vegetazione in edilizia (coperture e facciate verdi).

**D.P.R. 59/09:** Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 - *Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del D.Lgs. 19/08/2005 n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia* - in particolare articolo 2 (definizioni) e Articolo 4. (criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti);

[http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/doc/dpr\\_59-09.pdf](http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/doc/dpr_59-09.pdf)

In relazione al citato articolo 4 si riporta a seguire **ALLEGATO NORMA – 1** con significativi stralci.

**NORMA ITALIANA UNI 11235:2007. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde**, approvata dalla Commissione Centrale Tecnica dell'UNI 22 marzo 2007 e ratificata dal Presidente dell'UNI ed entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 24 maggio 2007.

<http://store.uni.com/magento-1.4.0.1/index.php/ec-3-2010-uni-11235-2007.html>

In relazione alla citata norma UNI 11235:2007 si riporta a seguire **ALLEGATO NORMA – 2** con significativi stralci.

**L.r. 16/08:** Legge regionale n.16 del 6 giugno 2008 - *Disciplina dell'attività edilizia* (la L.r. 16/2008 è stata modificata: dalla L.r. 24 dicembre 2008 n.45 *Modifica alle Leggi Regionali 6 giugno 2008, n.16 e 25 luglio 2008, n.25* - B.U.R. Liguria n. 18 del 24 dicembre 2008, dalla D.G.R. 1098/2010) – in particolare articolo 77 Altezza;

[http://www.bur.liguria.inrete.it/ArchivioFile/B\\_000000100908061000.pdf](http://www.bur.liguria.inrete.it/ArchivioFile/B_000000100908061000.pdf)

[http://www.sportelloenergieininnovabili.it/utility/pdf\\_biblio/144.pdf](http://www.sportelloenergieininnovabili.it/utility/pdf_biblio/144.pdf)

**Art 11 bis delle Norme di Attuazione del Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) della Provincia di Savona - Indirizzi per l'architettura bioclimatica e la bioedilizia (2008);**

[http://www.provincia.savona.it/temi/ptc\\_savona/allegati/Tomo42008/volume4.pdf](http://www.provincia.savona.it/temi/ptc_savona/allegati/Tomo42008/volume4.pdf)

**Regolamento Edilizio del Comune di Vezzano Ligure (SP)** adottato con Delibera del Consiglio Comunale n. 40 del 2002, approvato con DPGR Liguria n.78 del 20/10/2002 e successivamente integrato con varianti/modifiche del CC n.40 del 2005 (DPGR n.108 del 28/11/2005) e, in ultimo, del CC n.32 del 25/08/2009 – in particolare:

Allegato A Obiettivo generale 2: Qualità ecosistemica, prestazione esigienziale 2.2 – Salvaguardia e formazione del verde

Articolo 8 Verde pensile e Allegato B, 2. Qualità ecosistemica, R.R.B.2.6.7. Utilizzo della vegetazione per il microclima degli spazi costruiti;

[www.comune.vezzanoligure.sp.it](http://www.comune.vezzanoligure.sp.it).

In relazione ai citati Allegato A obiettivo generale 2: Qualità ecosistemica, prestazione esigienziale 2.2 – Salvaguardia e formazione del verde, articolo 8 e Allegato B, Obiettivo generale 2. Qualità ecosistemica, R.R.B.2.6.7. si riporta a seguire **ALLEGATO NORMA – 3** con significativi stralci.

**Requisiti ecologici e ambientali per la progettazione delle costruzioni del nuovo Regolamento edilizio comunale di Genova** -2010 approvato con delibera n. 67 del 27/07/2010 del C.C. – in particolare articolo 41 (Indicazioni progettuali per l’ottimizzazione delle prestazioni energetiche degli edifici) e articolo 54 (Coperture piane);

<http://www.comune.genova.it/servlets/resources/contentId=527308&resourceName=Allegato1>

In relazione ai citati articolo 41 e articolo 54 ai riporta a seguire **ALLEGATO NORMA – 4** con significativi stralci.

## **RAPPORTI CON ASPETTI DEL COSTRUIRE STORICO LOCALE**

L’integrazione di vegetazione in architettura non appartiene alla tradizione costruttiva locale ligure. Le coperture verdi, infatti, sono diffuse tradizionalmente nelle regioni del nord Europa, area in cui questa tecnologia è stata sfruttata, a partire dal diciottesimo e diciannovesimo secolo, per migliorare il comportamento termico dell’involucro edilizio (isolamento e massa termica). Nell’area mediterranea, invece, piante rampicanti sono state spesso utilizzate per rivestire superfici verticali per schermare dalla radiazione solare. Sempre in quest’area la capacità di raffrescamento della vegetazione è stata largamente impiegata anche nelle case a patio (diffuse soprattutto nel sud della Spagna) per migliorare la ventilazione interna, sfruttando i flussi d’aria determinati dalla differenza di temperatura che si crea fra interno del patio ed esterno.

## **PUNTI DI FORZA/VANTAGGI**

### **☒ riduzione del consumo di risorse e dei carichi ambientali**

La vegetazione permette di ottenere diversi benefici microclimatici ed ambientali, fra questi, un aspetto particolarmente rilevante in area mediterranea riguarda la capacità di raffrescamento. L’integrazione di facciate e coperture verdi consente, alla scala del singolo edificio, di ridurre il consumo di risorse migliorando il comportamento termico dell’involucro (capacità di raffrescamento, isolamento e aumento della massa termica) e, a scala più ampia, di mitigare il fenomeno isola di calore, responsabile di situazioni di dis-comfort e, di conseguenza, di elevati consumi energetici per condizionamento. Il fenomeno isola di calore, connesso all’elevata cementificazione delle aree urbane e alla carenza di spazi adibiti a verde, può causare temperature all’interno delle città di 2-5°C superiori rispetto alle zone rurali circostanti, con effetti evidenti sull’ambiente e sul benessere degli abitanti delle città. La vegetazione ha un ruolo fondamentale per la mitigazione di questo fenomeno; inverdire superfici asfaltate o cementate permette di intercettare la radiazione solare e, di conseguenza, di ridurre il surriscaldamento. Diversi studi hanno dimostrato una riduzione delle temperature di 2-4°C all’interno di aree coperte da alberi, rispetto ad aree carenti di vegetazione. Gli effetti legati all’evapotraspirazione e all’ombreggiamento sui livelli di umidità e sulla temperatura influenzano il microclima interno ed esterno del costruito. Una ricerca svolta da Alexandri e Jones (2008) mostra, all’interno di un canyon urbano con coperture e facciate verdi, un potenziale abbassamento delle temperature dell’aria nel clima mediterraneo superiore a 6°C, con una conseguente riduzione significativa dei consumi per condizionamento e, dunque, delle emissioni dei gas derivanti da questo. Le coperture verdi e, anche se in misura inferiore a seconda delle caratteristiche specifiche del sistema adottato, le facciate verdi contribuiscono anche alla riduzione dei consumi energetici per riscaldamento grazie alle capacità isolanti dei diversi strati ed ad un aumento della massa termica. Quest’aspetto assume particolare importanza per gli interventi di riqualificazione del patrimonio edilizio di recente edificazione, caratterizzato spesso da involucri ridotti a mera barriera fra interno ed esterno e, dunque, responsabile di elevati sprechi energetici.

## PUNTI DI FORZA/VANTAGGI

### **miglioramento della qualità dell'ambiente interno**

L'integrazione di vegetazione consente di migliorare le condizioni ambientali interne grazie alla capacità di raffrescamento, aspetto particolarmente rilevante in area mediterranea e all'interno delle città densamente costruite. Il fenomeno isola di calore, riducibile grazie ad una maggior presenza di verde (come descritto precedentemente), ha delle rilevanti ripercussioni sulla salute umana, in particolare nei periodi estivi, durante i quali le temperature si mantengono alte anche di notte, non permettendo all'organismo di recuperare l'omeostasi dopo giornate eccessivamente calde. Oltre ad una riduzione delle temperature interne durante le stagioni estive, la disposizione di piante rampicanti (o di alberi e arbusti) su una facciata, in corrispondenza delle bucatore, consente di schermare la radiazione solare incidente, riducendo anche i fenomeni di abbagliamento, come evidenziato anche dalla normativa (vedi ALLEGATO NORMA 3).

Inoltre, la vegetazione contribuisce ad un miglioramento della qualità dell'aria, miglioramento riguardante principalmente l'assorbimento di polveri sottili e di gas inquinanti come CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub>, con effetti positivi anche sulla qualità dell'ambiente interno.

### **altro (beni e servizi ecosistemici):**

I requisiti da considerare per la valutazione dei materiali e delle tecnologie naturali impiegati per un progetto o un componente edilizio non possono dipendere solo da un'analisi delle esigenze, dei requisiti e delle prestazioni per soddisfare determinate esigenze funzionali ed architettoniche. Questi riguardano più globalmente la risposta alle esigenze di tutta la comunità rispetto all'uso sostenibile delle risorse, al controllo della filiera produttiva e alla valorizzazione dei beni e dei servizi ecosistemici. Gli ecosistemi terrestri forniscono diversi servizi vitali per le persone e le società, come la biodiversità, il nutrimento, l'acqua, l'assorbimento e il rilascio di carbonio. La futura capacità degli ecosistemi di provvedere a questi servizi è determinata dai cambiamenti socio-economici, da quelli relativi all'uso del territorio, alla biodiversità, alla composizione atmosferica e al clima. Molte caratteristiche del nostro pianeta stanno cambiando rapidamente a causa dell'attività antropica e questi cambiamenti, presumibilmente, accelereranno nei prossimi decenni, ad esempio, con l'aumento di anidride carbonica ed i relativi effetti sul riscaldamento globale. Uno degli approcci ecosistemici definiti negli ultimi anni è quello ecologico urbano; si tratta di un'interpretazione della città come sistema ecologico, sistema spesso concepito separatamente dalle attività umane. Quest'approccio può risultare molto utile per una maggiore integrazione fra ambiente naturale e antropizzato, soprattutto rispetto alle possibili misure per la mitigazione e la compensazione. L'inverdimento dell'involucro edilizio può costituire un mezzo per creare condizioni microclimatiche migliori, oltre ad avere effetti positivi sulle condizioni ambientali, riducendo anche gli effetti dei cambiamenti climatici.

### **altro (aspetti estetico-percettivi, sociali):**

Sono molte le caratteristiche della vegetazione sfruttabili per interventi di riqualificazione sul patrimonio edilizio di recente edificazione. Gli edifici costruiti negli ultimi decenni per far fronte alle esigenze del secondo dopoguerra sono quelli con la qualità più bassa e con scarsissimo valore architettonico, ma che per questo motivo sono più facilmente manipolabili perché liberi dai vincoli culturali e storici che spesso limitano l'azione nel patrimonio più antico.

La maggior parte del patrimonio edilizio italiano costruito in quel periodo si trova ora in una situazione di necessità di riqualificazione energetica, tecnologica, infrastrutturale, oltre che sociale. In particolare durante gli anni sessanta e settanta, anni caratterizzati da un'intensa attività edilizia, si assiste ad una rivoluzione della concezione dell'industrializzazione dei processi edilizi, vengono coinvolti attori spesso poco qualificati e utilizzati materiali non provenienti dal contesto fisico del luogo per tipologie edilizie sempre più generiche, indistinte in cui si nota la mancanza di continuità o di confronto con il tessuto storico.

L'integrazione di vegetazione può rappresentare anche un'occasione per migliorare l'aspetto estetico-formale del costruito, oltre a quello funzionale, con anche delle possibili implicazioni positive dal punto di vista sociologico. Diversi studi evidenziano le potenzialità offerte dalla vegetazione relative al miglioramento degli aspetti visivi, estetici e sociali delle aree urbane, e alle capacità terapeutiche del verde. Facciate e coperture verdi possono fornire una nuova estetica architettonica a edifici caratterizzati da situazioni di forte degrado e, almeno in parte, ridurre l'impatto in territori, in alcuni casi, dall'elevato pregio paesaggistico ed ambientale, oltre a migliorare le prestazioni dell'involucro, le caratteristiche funzionali (ad esempio creando nuovi spazi di relazione in copertura) e le condizioni ambientali.

## PUNTI DI DEBOLEZZA/SVANTAGGI

### ☒ **difficoltà di integrazione architettonica:**

Le difficoltà di integrazione architettonica dei sistemi per il verde orizzontale e verticale dipendono da diversi fattori, difficoltà di cui si auspica il superamento (in molti casi non particolarmente complesso) a fronte dei benefici ambientali e microclimatici precedentemente descritti. Queste possono essere causate da una ridotta diffusione e conoscenza di diversi sistemi (e dai conseguenti pregiudizi legati agli oneri economici e di manutenzione), da un'insufficiente chiarezza normativa sui benefici microclimatici ed ambientali ottenibili e sui parametri di scelta delle specie vegetali. La scarsa presenza sul territorio nazionale di questa tecnologia è dovuta anche all'assenza incentivi economici o normative specifiche per supportare una maggior diffusione del verde in ambito urbano.

Considerando in particolare la riqualificazione del patrimonio edilizio di recente edificazione possono essere riscontrate delle difficoltà di integrazione connesse ad una, più o meno elevata, possibilità di adattare i diversi sistemi alla preesistenza.

### ☒ **di ordine culturale:**

I sistemi per l'integrazione di vegetazione nel costruito, facciate e coperture verdi, non sono molto diffusi sul territorio nazionale ed in particolare in Liguria. Per questo motivo le problematiche di ordine culturale sono dovute ad una scarsa conoscenza, facilmente superabile con una maggiore informazione e diffusione di questi sistemi, spesso ritenuti costosi e onerosi dal punto di vista manutentivo. Dei molti sistemi disponibili sul mercato alcuni implicano, effettivamente, oneri elevati, altri, come la disposizione di un rampicante ai piedi di una facciata, di interventi molto ridotti. Gli interventi necessari per il mantenimento di coperture verdi, se correttamente progettate e realizzate (basandosi, ad esempio, sulle indicazioni fornite dalla norma UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture verdi", vedi ALLEGATO NORMA 2), sono riconducibili, nel caso dei sistemi di tipo intensivo, ad un giardino o aiuola; le coperture verdi estensive integrano specie vegetali che implicano una necessità di manutenzione molto bassa. Evidentemente la scelta corretta delle specie vegetali assume un ruolo fondamentale per quanto riguarda gli aspetti di manutenzione; questa può essere effettuata coinvolgendo nel processo progettuale botanici o agronomi e supportata dalla possibilità di consultare un database regionale.

#### **☒ di ordine normativo:**

La normativa italiana non regola la progettazione di sistemi per il verde verticale, solamente in alcune norme regionali e locali si fa riferimento alla possibilità di schermare la radiazione solare con piante rampicanti (vedi ALLEGATO NORMA 3). Evidentemente risulterebbe utile, ai fini di un maggior controllo e diffusione di questi sistemi, una norma simile a quella emanata nel 2007 “Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde” (UNI 11235:2007, vedi ALLEGATO NORMA 2). Tuttavia, anche nel caso delle coperture verdi, sono raramente considerati tutti i potenziali benefici microclimatici ed ambientali ottenibili e, in molti casi, sono trattati superficialmente (ALLEGATI NORMA 1-2-3-4). Infatti, la scelta di una tipologia di copertura verde e delle specie vegetali influenza gli effetti sul costruito, oltre agli oneri economici e di manutenzione richiesti. Nonostante siano stati svolti molti studi su questi sistemi, all’interno della normativa italiana non sono quantificati (e in alcuni casi neanche citati) molti dei benefici microclimatici ed ambientali. Nei regolamenti edilizi liguri non sono riportate indicazioni, analoghe a quelle fornite per la progettazione del verde urbano, relative alla scelta delle specie vegetali per coperture e facciate verdi; queste potrebbero risultare molto utili, vista l’importanza delle esigenze ecologiche (relative al clima specifico) per il successo di un intervento.

La normativa italiana non prevede incentivi economici o normative specifiche per supportare una maggior diffusione del verde in ambito urbano. Le esperienze di numerose città europee mostrano risultati incoraggianti di questo tipo di politiche.

#### **☒ difficoltà tecniche di installazione/montaggio:**

Per gli interventi di riqualificazione le difficoltà tecniche di installazione riguardano la possibilità di adattare i diversi sistemi alla preesistenza. In questo caso è necessario considerare l’assetto plani volumetrico dell’edificio, i materiali e le tecnologie utilizzate. Ad esempio, la scelta di un sistema per una copertura verde dipende dall’inclinazione del solaio, al massimo di 10° per coperture verdi intensive e di 30° per coperture di tipo intensivo leggero o estensivo, e dalla possibilità di supportare carichi anche elevati (una copertura verde intensiva può raggiungere un peso di 500 kg/m<sup>2</sup>). Anche nel caso dei sistemi per il verde verticale i materiali dell’involucro (o la struttura) devono essere in grado di sostenere un peso maggiore e, in particolare per alcuni sistemi living wall (moduli prevegetati, vedi pag.1), deve essere considerata la possibilità di smaltimento dell’acqua in eccesso, che può richiedere una particolare attenzione per evitare il deterioramento di porte, finestre, cornicioni, etc. I molti sistemi disponibili sul mercato consentono, comunque, un certo grado di flessibilità spesso sufficiente per superare eventuali difficoltà tecniche.

#### **☒ difficoltà legate al contesto produttivo locale:**

Non sono presenti sul territorio ligure produttori di sistemi di facciate e coperture verdi. Tuttavia sono diverse le aziende operanti nel settore in altre regioni non lontane (Emilia-Romagna, Veneto, Lombardia, Abruzzo); questo permette il reperimento di diversi sistemi, per cui deve comunque essere considerato il carico ambientale connesso con i trasporti necessari (in Italia prevalentemente su strada). Il mercato italiano non consente una scelta ampissima, molti sistemi di facciate verdi prodotte in altri paesi europei non sono, infatti, prodotti sul territorio. È possibile accennare che alcune soluzioni tecnologiche di verde verticale possono essere progettate, prodotte e messe in opera anche senza il coinvolgimento di aziende operanti nel settore specifico, ma solo con il contributo di un progettista affiancato da un botanico o da un agronomo, che può reperire una vasta gamma di specie vegetali appoggiandosi al mercato florovivaistico locale.

## PROPOSTE PER SUPERARE I PUNTI DI DEBOLEZZA

Per una maggiore diffusione sul territorio locale di interventi di inverdimento dell'involucro edilizio per il controllo microclimatico ed ambientale possono – rispetto ai punti di debolezza individuati – risultare utili le seguenti iniziative:

- Una maggiore diffusione di tecnologie verdi consentirebbe di superare molti degli ostacoli di tipo culturale e stimolerebbe il mercato delle aziende operanti nel settore anche a livello locale. Sono molte le città e gli stati membri dell'Unione Europea che hanno adottato negli ultimi dieci, vent'anni incentivi economici o normative specifiche per supportare una maggior diffusione del verde in ambito urbano. Anche se in molti casi sono menzionate solo le coperture verdi, diffuse da diversi anni e di cui molte ricerche hanno messo in luce gli effetti positivi, l'adozione di programmi di finanziamento e supporto, attuati in particolare nel Nord Europa, ha prodotto ottimi risultati. La Germania è uno dei paesi in cui le politiche locali hanno contribuito maggiormente alla diffusione del verde pensile. I diversi programmi di supporto, attuati da molte città, hanno infatti portato all'*inverdimento* del 10% dei tetti con un incremento del 10% annuo. Questi programmi prevedono finanziamenti in media di 10-20 euro/m<sup>2</sup> per incentivare i proprietari di edifici sia residenziali sia commerciali (ALLEGATO 5, esempi di coperture verdi a Friburgo, Germania). Si ritiene che l'adozione di programmi di supporto e normative specifiche consentirebbe anche sul territorio ligure una maggiore diffusione dei sistemi per il verde verticale e orizzontale.
- Una valutazione e stima più approfondita nelle normative locali degli effetti dei sistemi per il verde verticale e orizzontale sul controllo microclimatico ed ambientale e sul miglioramento delle prestazioni dell'involucro edilizio consentirebbe una maggior consapevolezza in fase progettuale, utile per massimizzare i benefici ottenibili e per promuovere una maggiore diffusione di questi sistemi.
- Risulterebbe utile, per evitare errori di progettazione ed insuccessi e per fornire maggiore consapevolezza ai progettisti e alle aziende produttrici, la stesura di una norma uni, o anche di linee guida o Layman's report per i sistemi per il verde verticale. Questo permetterebbe anche di mettere in luce gli oneri manutentivi ed i benefici microclimatici ed ambientali ottenibili con diversi sistemi.
- La stesura di un database per la scelta delle specie vegetali sul territorio ligure può costituire uno strumento molto utile per la progettazione di sistemi per il verde verticale e orizzontale. Questo dovrebbe comprendere la considerazione di diversi parametri: l'individuazione delle esigenze ecologiche – definibile come l'insieme delle esigenze di una specie vegetale nei confronti dei fattori che caratterizzano l'ambiente e condizionano la presenza e lo sviluppo degli organismi viventi in un dato luogo (fattori ecologici) – e la definizione delle caratteristiche estetico formali da valutare in relazione alle specifiche esigenze e prestazioni richieste all'elemento vegetale. La possibilità di consultare un database, strutturato in modo tale da rispondere alle necessità specifiche del clima locale, può consentire scelte più consapevoli e il raggiungimento delle prestazioni richieste all'elemento vegetale, riducendo il rischio di errori progettuali, elevati oneri di manutenzione e di mancata rispondenza fra richieste prestazionali e risultati.

Infine, è possibile accennare l'importanza di ulteriori ricerche, monitoraggi e studi sperimentali per valutare gli effetti microclimatici ed ambientali della vegetazione in clima mediterraneo non ancora quantificati. Uno studio più approfondito degli effetti sull'involucro architettonico permetterebbe anche una maggiore attenzione all'argomento nelle normative tecniche. Queste, nel caso in cui si renda necessario regolamentare le modalità di utilizzo di una certa della soluzione, si basano su dati e fonti sicure. L'attività di ricerca sperimentale permette di realizzare, raffinare e validare sistemi di calcolo in modo tale da consentire un valutazione in via preventiva delle prestazioni di una tecnologia, permettendo il riconoscimento della sua validità e, in questo modo, stimolando i progettisti alla sua adozione.

### **ALCUNI RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E SITI WEB**

- Alexandri E., Jones P., 2008. Temperature decrease in a urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates, *Building and Environment* 43 (2008) 480-493.
- Cresme Ricerca S.P.A., Legambiente, Rapporto ONRE 2012. I Regolamenti Edilizi comunali e lo scenario dell'innovazione energetica in Italia.
- [http://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/rapporto\\_onre\\_2012.pdf](http://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/rapporto_onre_2012.pdf)
- Dunnet N., Kingsbury N., 2008. *Planting Green Roofs and Living Walls*, Timber Press, Oregon.
- Kumar R., Kaushik S.C., 2005. Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of buildings, *Building and Environment* 40 (2005) 1505-1511.
- Metzger M.J., Rounsevell M.D.A., Acosta Michlik L., Leemans R., Schroter D., 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114 (2006) 69-85.
- Novi F., 1999. *La riqualificazione sostenibile*, Alinea Editrice, Firenze.
- Nuzzo E., Tomasinsig E., 2008. *Recupero ecoefficiente del costruito*. Edicom Edizioni, Monfalcone (Gorizia).
- Onissi A., Cao X., Ito T., Shi F., Imura H., 2010. Evaluating the potential for urban heat-island mitigation by greening parking lots, *Urban Forestry & Urban Greening*.
- Ottelè M., Perini K., Fraaij A.L.A., Haas E.M., Raiteri R., 2011. Comparative life cycle analysis for green façade and living wall systems, *Energy and Buildings* 43 (2011) 3419-3429.
- Ottelè M., Van Bohemen H., Fraaij A.L.A., 2010. Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls, *Ecological Engineering* 36 154-162.
- Perini K., *L'integrazione di vegetazione in architettura. Metodi e strumenti innovativi*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Genova. ISBN 9788890692505.
- Perini K., Magliocco A., 2012. The integration of vegetation in architecture, vertical and horizontal greened surfaces. *International Journal of Biology*. Vol. 4, No. 2, April 2012.
- Perini K., Ottelè M., Fraaij ALA, Haas EM, Raiteri R., 2011. Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment* 46 (2011) 2287e2294.
- Perini K., Ottelè M., Haas E.M., Raiteri R., 2011. Greening the building envelope, façade greening and living wall systems, *Open Journal of Ecology* (2011), Vol.1, No.1, 1-8 (2011) doi:10.4236/oje.2011.11001.
- Petralli M., Prokopp A., Morabito M., Bartolini G., Torrigiani T., Orlandini S., 2006. Ruolo delle aree verdi nella mitigazione dell'isola di calore urbana: uno studio nella città di Firenze, *Rivista Italiana di Agrometeorologia* 51-58 (1).
- Sternberg T., Viles H., Carthersides A., Edwards M., 2010. Dust particulate absorption by Ivy (*Hedera Helix L.*) on historic walls in urban environments, *Science of the Total Environment*, 409 (2010) 162-168.
- Taha H., 1997. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and antropogenic heat, *Energy and Buildings* 25, 99-103.
- Van Bueren E., van Bohemen H., Itard L., Visscher H., 2012. *Sustainable urban environment, an ecosystem approach*. Springer-Verlag GmbH.
- <http://www.greenroofs.com>
- <http://www.temprano.it/enel.php>
- <http://www.mcarchitects.it>

## ALLEGATI

### Fascicolo 16- a,d / VEGETAZIONE E CONTROLLO MICROCLIMATICO ED AMBIENTALE

**Allegato norma 1** – stralci articolo 4 D.P.R. 59/09

**Allegato norma 2** – stralci norma UNI 11235:2007

**Allegato norma 3** – stralci Allegato A-2-articolo 8 e Allegato B-2-R.R.B.2.6.7.

Regolamento Edilizio del Comune di Vezzano Ligure (SP).

**Allegato norma 4** – stralci articolo 41 e articolo 54 *Requisiti ecologici e ambientali per la progettazione delle costruzioni* del nuovo Regolamento edilizio comunale di Genova -2010 approvato con delibera n. 67 del 27/07/2010 del C.C.

**Allegato 5** - immagini di modalità di integrazione dell'elemento vegetale nel costruito

### ALLEGATO NORMA 1

*In relazione all'impiego coperture verdi in edilizia, si riporta quanto contenuto nell'articolo 4 (Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti) del D.P.R. 59/09. Lo stralcio riportato riconosce la possibilità di impiegare sistemi per coperture verdi per il miglioramento delle prestazioni dell'involucro.*

#### **Articolo 4 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti**

1-17. (omissis)

18. Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, ad eccezione, esclusivamente per le disposizioni di cui alla lettera b), delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), numero 1), del decreto legislativo, questo ultimo limitatamente alle ristrutturazioni totali:

a) (omissis)

b) (omissis)

c) utilizza al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica nel rispetto del comma 13 dell'articolo 5 decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412. Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache previsti alla lettera b), possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare. In tale caso deve essere prodotta una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette disposizioni.

19-27. (omissis)

## ALLEGATO NORMA 2

*La norma UNI 11235 “Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture verdi” (approvata dalla Commissione Centrale Tecnica dell’UNI 22 marzo 2007 e ratificata dal Presidente dell’UNI ed entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 24 maggio 2007) è stata emanata a seguito delle linee guida elaborate a livello internazionale. Questa riporta le istruzioni per la progettazione riguardanti l’analisi del contesto e indicazioni relative alle caratteristiche degli elementi o strati che costituiscono una copertura verde – elemento di protezione all’azione delle radici, elemento di protezione meccanica, elemento drenante, elemento di accumulo idrico, elemento filtrante, strato colturale e strato di vegetazione – di cui sono riportati i requisiti richiesti ed i relativi metodi di prova. È inoltre definita una classificazione delle differenti tipologie di coperture e di inverdimento, in funzione della manutenzione necessaria, del controllo delle condizioni ambientali interne e della mitigazione ambientale per l’intorno territoriale, ritenuta particolarmente significativa e riferita alle tre tipologie di coperture verdi individuate dalla norma UNI (estensivo, intensivo leggero, intensivo, come definito precedentemente a pag. 1 del documento).*

*Si riportano di seguito alcuni stralci della Norma Uni ritenuti significativi per mostrare l’impostazione dal documento: punto 1 Scopo e campo di applicazione, punto 4 Agenti e requisiti, punto 5 Istruzioni per la progettazione, punto 6 Schemi funzionali e classificazione del sistema.*

### **1 Scopo e campo di applicazione**

La presente norma definisce le regole di progettazione, esecuzione, manutenzione e controllo di coperture a verde, con elemento di tenuta realizzato con membrane bituminose, in poliolefine o in polivinilcloruro, in funzione delle particolari situazioni di destinazione d’uso, di contesto climatico e di contesto edilizio.

(omissis)

### **4 Agenti E Requisiti**

Gli agenti interferenti sul sistema “copertura a verde” di cui il progettista deve tenere maggiormente conto sono i seguenti:

- idrici;
- biologici;
- chimici;
- carichi permanenti e sovraccarichi variabili;
- termici, connessi al procedimento costruttivo e/o alla manutenzione;
- radiativi.

I principali requisiti che devono essere richiesti agli elementi o strati delle coperture a verde sono:

- capacità agronomica;
- capacità drenante;
- capacità di aerazione dello strato drenante;
- capacità di accumulo idrico;
- capacità di aerazione dello strato colturale;
- resistenza agli attacchi biologici.

Altri requisiti possono essere richiesti in funzione di particolari condizioni di contesto climatico, territoriale e di destinazione d’uso.

Non sono indicati nella presente norma i requisiti caratteristici delle coperture continue in quanto si considerano implicitamente richiesti.

(omissis)

## 5 Istruzioni Per La Progettazione

### 5.1 Generalità

La scelta di utilizzare una copertura a verde è legata ad uno o più degli obiettivi seguenti:

- 1) fruibilità della copertura: realizzazione di uno spazio atto allo svolgimento di attività all'aperto. In questo caso le principali criticità sono legate alla precisa definizione del tipo di attività per una corretta valutazione dell'usura dello strato di vegetazione, dei carichi agenti su di esso e la conseguente intensità della manutenzione;
- 2) fruibilità visiva: realizzazione di un elemento avente valenza puramente architettonica e paesaggistica;
- 3) variazione delle prestazioni ambientali interne dell'edificio: deve essere data molta importanza al progetto prestazionale della copertura, in particolar modo per quanto riguarda quello termico ed acustico, per permettere ad essa di incrementare le prestazioni correnti;
- 4) variazioni delle condizioni di contesto ambientale esterno all'edificio: in relazione alla capacità della copertura a verde di assorbire polveri, di costituire un eventuale elemento di assorbimento acustico e di regimazione idrica e mitigazione della temperatura;
- 5) compensazione ambientale: capacità della copertura a verde e del sistema architettonico, intesi come un elemento ambientale complesso, di restituire integralmente o parzialmente le valenze che il sistema ambientale originario conferiva al contesto.

(omissis)

#### 5.5.12 Progettazione dello strato colturale

Il requisito che deve essere richiesto a tale strato è il controllo della capacità agronomica.

La scelta della tipologia e dello spessore dello strato dipendono dalla tipologia di vegetazione, dalle caratteristiche della copertura, dal contesto climatico e dalla strategia di irrigazione (accumulo, accumulo ed irrigazione, irrigazione).

Lo strato colturale deve risultare esente da semi, parti di piante, radici o rizomi tali da generare lo sviluppo di vegetazione indesiderata.

La presenza di materiali estranei, non dannosi per la vegetazione (vetro, tessuto, ecc.), deve essere minore dello 0,5% in peso e questi devono presentare diametro minore di 2 mm.

Le caratteristiche principali che devono essere richieste a tale strato, ai fini della sua corretta funzionalità, sono le seguenti:

- controllo del pH, secondo UNI EN 13037;
- conducibilità elettrica, secondo UNI EN 13038;
- controllo della permeabilità, secondo DIN 18035;
- controllo della capacità di ritenzione idrica, secondo UNI EN 13041;
- controllo della curva di ritenzione idrica, secondo UNI EN 13041;
- controllo della fitotossicità, secondo il riferimento [2] in Bibliografia.

Gli spessori minimi dello strato colturale sono indicati nel prospetto 1.

prospetto 1 Spessori minimi dello strato colturale compreso coefficiente di compattazione

Tipo di vegetazione	Spessore dello strato colturale (cm)							
	8	10	15	20	30	50	80	100
Sedum								
Erbacee perenni a piccolo sviluppo								
Grandi erbacee perenni, piccoli arbusti tappezzanti								
Tappeti erbosi								
Arbusti di piccola taglia								
Arbusti di grande taglia e piccoli alberi								
Alberi di III grandezza								
Alberi di II grandezza								
Alberi di I grandezza								

### 5.5.13.1 Generalità

La progettazione dello strato di vegetazione deve indicare tipo, collocazione e densità d'impianto delle specie vegetali.

Essenziale è che vi sia una assoluta integrazione fra la progettazione dello strato di vegetazione, dello strato colturale e delle strategie di irrigazione.

Inoltre, al fine di ottimizzare la scelta del tipo di specie vegetale, è importante che la stessa sia definita in base a:

- contesto climatico;
- contesto territoriale.

È importante analizzare le specie vegetali presenti nell'immediato contesto in quanto sono indice di capacità di sopravvivenza nelle condizioni climatiche locali.

(omissis)

## 6.1.2 Classificazione della copertura a verde

### 6.1.2.1 Generalità

La copertura a verde è classificata secondo:

- fruibilità;
- pendenza superficiale;
- manutenzione del sistema a verde;
- controllo delle condizioni ambientali interne;
- mitigazione ambientale per l'intorno territoriale.

### 6.1.2.2 Fruibilità della copertura

La copertura è classificata secondo lo schema seguente:

- accessibile ai soli manutentori;
- accessibile all'utenza;
- carrabile.

La fruibilità della copertura deve essere definita in quanto importante ai fini della determinazione dei sistemi dei carichi agenti su tutti gli strati o elementi, con particolare attenzione a quello di tenuta.

### 6.1.2.3 Pendenza superficiale della copertura

La pendenza superficiale P della copertura deve essere definita in quanto importante ai fini della determinazione dei sistemi di ancoraggio degli strati o elementi.

La copertura è classificata secondo lo schema seguente:

- $0 < p < 5\%$  (bassa);
- $5 \geq p < 15\%$  (media);
- $p \geq 15\%$  (alta).

### 6.1.2.4 Manutenzione del sistema verde

La copertura è classificata secondo lo schema seguente:

- Classe 1: bassa manutenzione (estensivo);
- Classe 2: media manutenzione (intensivo leggero);
- Classe 3: alta manutenzione (intensivo).

Per ognuna di queste classi sono stati individuati per i principali parametri descrittivi, le specifiche (valori per m<sup>2</sup>/anno) indicate nel prospetto 3.

prospetto 3 Classificazione della copertura in funzione della manutenzione

Classi	Irrigazione	Manutenzione	M/C
	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Mdo h/m <sup>2</sup> /anno	%
1	solo di soccorso	<0,02	M/C < 1
2	prevista	0,021÷ 0,06	1 < M/C ≤ 5
3	prevista	>0,06	M/C > 5

M costo totale annuo della manutenzione ordinaria  
 C costo costruzione copertura a verde, al netto delle spese logistiche e di messa in quota dei materiali  
 Mdo manodopera

La manutenzione della copertura deve essere definita in fase di progettazione, in quanto determina i costi di gestione ed è strettamente connessa alla sostenibilità economica ed ambientale del sistema.

I tre livelli di manutenzione sono definiti nel modo seguente:

- bassa manutenzione: (sistema estensivo) gli interventi manutentivi si limitano ai controlli degli elementi del sistema.

In particolare, per lo strato di vegetazione, il controllo deve monitorare lo stato fisiologico e fitosanitario della vegetazione, la presenza di parassiti che possano limitarne le funzionalità, la presenza di infestanti, il cui insediamento può pregiudicare la funzionalità del sistema.

L'irrigazione può essere effettuata solo occasionalmente, con il fine di mantenere in vita la vegetazione, in condizioni non ordinarie di stress idrico.

A titolo informativo i parametri indicati nella voce "Manutenzione" del prospetto 3, corrispondono ad un programma di intervento di circa 3 giornate anno per una copertura di 1000 m<sup>2</sup>.

- media e alta manutenzione: (sistemi intensivi) gli interventi manutentivi, oltre a comprendere i controlli degli elementi del sistema e dello strato di vegetazione, già previsti per il sistema estensivo, includono tutte le attività agronomiche necessarie alla corretta gestione delle aree verdi.

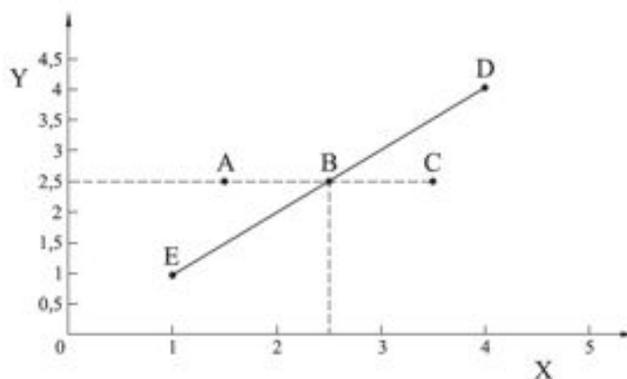
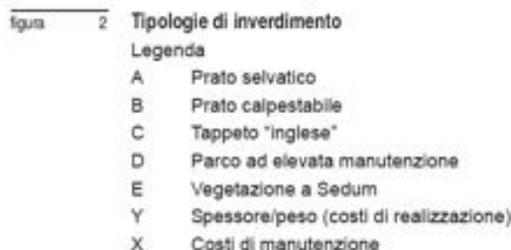
È da evitare l'uso di attrezzature non idonee alla situazione in copertura (attrezzi appuntiti, strumenti per la lavorazione del terreno, ecc.).

L'irrigazione è necessaria al mantenimento delle prestazioni attese dal sistema e deve essere oggetto di progettazione specifica.

Ogni copertura a verde di tipo intensivo comporta un tenore di manutenzione proporzionale all'apporto di acqua, manodopera ed energia in genere ed è influenzato da tutti gli elementi identificativi del contesto, del sito e della copertura stessa, nonché dalle scelte di tipo architettonico e paesaggistico.

A titolo informativo i parametri indicati nella voce "Manutenzione" del prospetto 3, corrispondono ad un programma di intervento da 4 a 12 giornate anno per una copertura di 1 000 m<sup>2</sup> di tipo intensivo leggero. L'andamento qualitativo tra le variabili spessore/peso e costi di manutenzione è visibile nella figura 2.

L'andamento qualitativo tra le variabili spessore/peso e costi di manutenzione è visibile nella figura 2.



#### 6.1.2.5 Controllo delle condizioni ambientali interne

La mitigazione ambientale per l'edificio è suddivisa secondo:

- il grado di isolamento acustico:

- I livello: peso degli strati o elementi soprastanti l'elemento di tenuta minore di 150 kg/m<sup>2</sup>;

- II livello: peso degli strati o elementi soprastanti l'elemento di tenuta compresa fra i 150 kg/m<sup>2</sup> ed i 300 kg/m<sup>2</sup>;

- III livello: peso degli strati o elementi soprastanti l'elemento di tenuta maggiore di 300 kg/m<sup>2</sup>.

La scelta della classe deve essere coerente con le caratteristiche degli strati o elementi sottostanti l'elemento di tenuta.

- l'inerzia termica:

- I° livello: peso degli strati o elementi soprastanti l'elemento di tenuta maggiore di 150 kg/m<sup>2</sup>;

- II° livello: peso degli strati o elementi soprastanti l'elemento di tenuta compresa fra i 150 kg/m<sup>2</sup> ed i 300 kg/m<sup>2</sup>;

- III° livello: peso degli strati o elementi soprastanti l'elemento di tenuta maggiore di 300 kg/m<sup>2</sup>.

La scelta della classe deve essere coerente con le caratteristiche degli strati o elementi sottostanti l'elemento di tenuta.

(omissis)

### ALLEGATO NORMA 3

*Si riportano di seguito alcuni stralci dell'ALLEGATO A, obiettivo generale 2: qualità ecosistemica, prestazione esigenziale 2.2 – salvaguardia e formazione del verde, articolo 8 verde pensile e dell'ALLEGATO B, obiettivo generale 2: qualità ecosistemica, R.R.B.2.6.7. (utilizzo della vegetazione per il microclima degli spazi costruiti) e l'articolo 8 del R.C. 2.2.1 (tipologie di intervento e criteri di progettazione) – Regolamento Edilizio del Comune di Vezzano Ligure (SP) approvato con DPGR Liguria n.78 del 20/10/2002 e successivamente integrato con varianti/modifiche del CC n.40 del 2005 (DPGR n.108 del 28/11/2005) e, in ultimo, del CC n.32 del 25/08/2009. Gli stralci riportati evidenziano le funzioni ambientali e microclimatiche della vegetazione per la qualità ecosistemica e definiscono i criteri per la progettazione di coperture verdi.*

#### **Allegato A, 2. Qualità ecosistemica**

##### **Articolo 8 Verde pensile**

###### 1. Funzioni

Si tratta di particolari aree verdi situate su strutture edilizie quali tetti, terrazzi, garage sotterranei, che presentano notevoli valenze di tipo psicologico, estetico, ecologico ed ambientale.

Sono molto importanti anche gli effetti che il verde pensile esercita nei confronti della struttura edilizia, determinando di fatto un maggiore isolamento termico con conseguenti risparmi energetici.

Il verde pensile determina anche una riduzione delle escursioni termiche del manto isolante e quindi una maggiore durata del manto stesso.

###### 2. Criteri di progettazione

Queste particolari aree verdi devono essere progettate tenendo conto che sopra le strutture edilizie manca ovviamente il diretto contatto con il terreno naturale e in queste condizioni eccessi idrici si alternano a periodi estremamente secchi.

E' necessario garantire idonee condizioni di umidità del substrato, disponibilità di elementi minerali, areazione, drenaggio, oltre che l'ancoraggio della pianta. Molto importante è l'attenta valutazione del carico sulla struttura edilizia che deve tenere conto anche degli effetti di variazione del peso del terreno quando questo è saturo di acqua; in genere si ricorre a substrati costituiti da terricci particolari, dotati di ottime caratteristiche qualitative e di un peso inferiore rispetto al terreno naturale. Il substrato deve possedere alcune caratteristiche peculiari: porosità e capacità di accumulo idrico elevate, struttura stabile, alto potere assorbente, buon potere tampone, assenza di semi o parti infestanti, modesto peso specifico. Nella realizzazione dei tetti verdi si deve tenere presente che le radici delle piante attaccano le coperture dei tetti sia fisicamente che chimicamente e che quindi è indispensabile impiegare specifici teli antiradice. Un impianto di irrigazione ben dimensionato ed efficiente è in grado di ridurre notevolmente i costi di manutenzione e di far vivere le piante in buone condizioni. I tetti verdi si possono distinguere in tipi estensivi, aventi principalmente una funzione protettiva e tipi intensivi da intendersi come veri e propri giardini. Nel primo caso si utilizzano specie vegetali resistenti alla siccità, con buona capacità di autorigenerazione e propagazione che richiedono strati sottili di substrato (Es. Sedum spp. e Sempervivum spp.). Nel secondo caso si può ricorrere a specie più esigenti: specie le erbacee perenni, arbusti o alberi in funzione dello spessore del substrato e quindi della portata dei solai. Con uno spessore del substrato di circa 20 cm si potranno realizzare tappeti erbosi o piante erbacee molto rustiche; con 25 cm di profondità si impiegano erbacee perenni e piccoli arbusti; con 30 cm di substrato si può far ricorso ad arbusti alti fino a 3 metri; infine con un substrato di 50 cm oltre agli arbusti è possibile mettere a dimora anche alberi aventi una altezza massima di 10 metri.

## **Allegato B, 2. Qualità ecosistemica – R.R.B.2.6.7. Utilizzo Della Vegetazione Per Il Microclima Degli Spazi Costruiti.**

### **Diminuire l'effetto "isola di calore": interventi sull'albedo e uso del verde**

Andranno studiate tutte le forme per ridurre l'effetto noto come "isola di calore". Alcuni di questi fattori possono essere mitigati con una certa efficacia per mezzo di un'adeguata progettazione delle aree circostanti gli edifici.

Il controllo dell'albedo (coefficiente di riflessione totale, cioè su tutte le lunghezze d'onda) della pavimentazione degli spazi pubblici (strade, marciapiedi, parcheggi, etc...) permette di ridurre le temperature superficiali con effetti sul comfort esterno e sulla riduzione dei carichi solari nel condizionamento degli spazi chiusi. Le superfici chiare hanno un'albedo più alta delle superfici scure. La semplice scelta di materiali ad elevato albedo per la realizzazione delle superfici urbane dovrà essere effettuata nella direzione della riduzione delle temperature delle superfici (e quindi la quantità di energia che esse re-irraggiano) e sui carichi di raffrescamento garantendo nel contempo effetti sul comfort e benessere delle persone (evitare gli sbalzi termici freddo interno-caldo esterno)

Il ricorso al verde non soltanto ha un valore decorativo ma dovrà essere progettato e quantificato in modo da produrre effetti sul microclima dell'area mitigando i picchi di temperatura estivi grazie all'evapotraspirazione ed inoltre consentire l'ombreggiamento per controllare l'irraggiamento solare diretto sugli edifici e sulle superfici circostanti durante le diverse ore del giorno.

Per quanto riguarda gli edifici, è opportuno disporre la vegetazione o altri schermi in modo tale da massimizzare l'ombreggiamento estivo delle seguenti superfici, in ordine di priorità:

- le superfici vetrate e/o trasparenti esposte a sud e sud ovest
- le sezioni esterne di dissipazione del calore degli impianti di climatizzazione, i tetti e le coperture
- le pareti esterne esposte a ovest, ad est ed a sud
- le superfici capaci di assorbire radiazione solare entro 6 metri dall'edificio
- il terreno entro 1,5 m dall'edificio

Le ore in cui, nella stagione estiva, l'effetto di schermatura consente maggiori risparmi, sono:

- per superfici esposte ad ovest: dalle 14.30 alle 19.30
- per superfici esposte a est: dalle 7.30 alle 12.00
- per superfici esposte a sud dalle 9.30 alle 17.30

Per ottenere un efficace ombreggiamento degli edifici occorre che gli alberi utilizzati vengano piantati a distanze tali che la chioma venga a situarsi a:

- non più di 1,5 metri di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta ad est o ovest
- non più di 1 metro di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta a sud.

È consigliabile che anche le parti più basse delle pareti perimetrali degli edifici esposte a est ed ovest, vengano ombreggiate per mezzo di cespugli.

Anche l'uso di rampicanti sulle facciate consente buone riduzioni dell'assorbimento della radiazione solare in estate e una riduzione delle dispersioni per convezione in inverno.

Si consiglia inoltre, compatibilmente con vincoli di natura artistica ed architettonica, il ricorso al verde anche per le coperture. Tale scelta, se correttamente applicata (isolamento delle coperture, carichi strutturali, forme di manutenzione del verde ecc.) può avere il duplice effetto di miglioramento dell'inerzia termica estivo-invernale e di drenaggio del deflusso delle acque meteoriche. La riduzione degli apporti solari estivi indesiderati è massima quando alberi, cespugli e copertura verde del terreno sono combinati opportunamente nella progettazione del paesaggio dell'area.

Ogni intervento di piantumazione dovrà prevedere l'uso di essenze che dimostrino un buon adattamento all'ambiente urbano, siano preferibilmente caratteristiche del luogo, abbiano solo in estate una chioma folta (in modo da consentire apporti solari invernali), particolarmente se disposte a sud del sito.

## ALLEGATO NORMA 4

*Si riportano alcuni stralci degli articoli 41 (Indicazioni progettuali per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche degli edifici) e dell'articolo 54 (Coperture piane) dei Requisiti ecologici e ambientali per la progettazione delle costruzioni del nuovo Regolamento edilizio comunale di Genova -2010 approvato con delibera n. 67 del 27/07/2010 del C.C.. Il Regolamento esplicita a volontà di incentivare l'impiego di coperture verdi e di schermature vegetali per ridurre il surriscaldamento estivo (qualora sia garantito il corretto inserimento rispetto ai caratteri architettonici dell'edificio).*

### ARTICOLO 41 – Indicazioni progettuali per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche degli edifici

1-2) (omissis)

3) Nella progettazione degli edifici vanno adottate strategie per ridurre gli effetti indesiderati della radiazione solare; a tale scopo le parti trasparenti delle pareti

perimetrali esterne degli edifici devono essere dotate di dispositivi che ne consentano la schermatura e l'oscuramento (frangisole, tende esterne, grigliati, tende alla veneziana, persiane orientabili, ecc...).

Tali dispositivi dovranno garantire un efficace controllo riducendo l'ingresso della radiazione solare in estate, ma non nella stagione invernale. Le schermature potranno eventualmente essere costituite da vegetazione, integrata da sistemi artificiali.

4-5) (omissis)

6) Per gli edifici di nuova costruzione con copertura piana è incentivata la realizzazione di tetti verdi, con lo scopo di ridurre gli effetti ambientali in estate dovuti all'insolazione sulle superfici orizzontali; a tale fine per tetti verdi o coperture a verde, si intendono le coperture continue dotate di un sistema che utilizza specie vegetali in grado di adattarsi e svilupparsi nelle condizioni ambientali puntuali e caratteristiche della copertura di un edificio. Tali coperture sono realizzate tramite un sistema strutturale che prevede in particolare uno strato colturale opportuno nel quale radicano associazioni di specie vegetali (cfr. articolo 2 comma 5 D.P.R. 02.04.2009). Per lo sfruttamento di questa tecnologia, deve essere garantito l'accesso per la manutenzione.

7-8) (omissis)

#### Articolo 54. Coperture piane

1) Le coperture piane devono essere realizzate con caratteristiche, materiali e finiture tali da non contrastare con i caratteri dell'edificio e in modo da ridurre l'impatto sul paesaggio. Non è consentita la finitura a vista mediante l'uso di guaine riflettenti o nere.

2) L'inserimento di coperture a verde pensile, l'introduzione di sistemi per fonti di energie rinnovabili (pannelli solari, fotovoltaici, minieolico) sono consentiti sempreché sia garantito il corretto inserimento rispetto ai caratteri architettonici dell'edificio.

3-6) (omissis)

## ALLEGATO 5

Immagini di modalità di integrazione dell'elemento vegetale nel costruito

### Muro Verde Enel, Temprano, Milano (2008).

Sistema di facciata verde (elementi contenitori con specie vegetali con portamento arbustivo) per la riqualificazione di un edificio residenziale. <http://www.temprano.it/enel.php>



### Centro Direzionale Forum, MC A, Rimini (2006).

Sistema di facciata verde con struttura di supporto per la crescita di piante rampicanti. <http://www.mcarchitects.it>



Esempi di coperture verdi realizzate nella città di Friburgo, città all'avanguardia per quanto concerne la diffusione di coperture verdi grazie anche ai programmi di supporto adottati negli ultimi anni.



Solar Info center, Friburgo (Germania), 2003.

Copertura verde di tipo intensivo calpestabile.



Sports hall Clara-Grunwald School, Friburgo (Germania).

Copertura verde di tipo intensivo calpestabile.



Institute for environmental Medicine, Friburgo (Germania), 2006.

Copertura verde di tipo estensivo (non calpestabile) in combinazione con pannelli fotovoltaici, di cui è possibile ottenere un miglioramento delle prestazioni grazie alle temperature inferiori raggiunte in presenza di uno strato verde.



Sustainable  
Construction  
in Rural and Fragile Areas  
for Energy efficiency

Project cofinanced by



European Regional Development Fund



Lead Partner

• Provincia di Savona (ITALY)



Project Partner

• REAO S.A.-South Aegean Region  
(GREECE)



• Local Energy Agency Pomurje  
(SLOVENIA)



• Agência Regional de Energia do Centro e  
Baixo - Alentejo (PORTUGAL)



• Official Chamber of Commerce, Industry  
and Navigation of Seville (SPAIN)



• Chamber of Commerce and Industry -  
Drôme (FRANCE)



• Development Company of Kefalonia &  
Ithaki S.A. - Ionian Nisia (GREECE)



• Rhône-Chamber of Crafts (FRANCE)



• Cyprus Chamber Of Commerce and  
Industry - Nicosia (CYPRUS)



• Marseille Chamber of Commerce  
(FRANCE)

