



Associazione  
Fulvio Ciancabilla



Convegno

***STRATEGIE DI ADATTAMENTO AL  
CAMBIAMENTO CLIMATICO***

***alcuni esempi alla portata di tutti***

*Alto Reno Terme*  
**Sabato 15 Giugno 2019**



Associazione  
Fulvio Ciancabilla



## ***consumo di suolo e cambiamenti climatici***

*Alessandro Michelini*



# Consumo di suolo, ogni giorno l'Emilia-Romagna si mangia più di un ettaro di terreno agricolo

---

*Coldiretti cita il rapporto Ispra: in un anno spariti 4,5 milioni di mq,  
come 650 campi da calcio. "Territorio sempre più artificiale e fragile"*

*Da: La Repubblica – edizione Bologna  
Dicembre 2018*

*... di cosa stiamo parlando?*

## Cosa intendiamo per “consumo di suolo”



A seconda del punto di vista di chi ne parla, consumo di suolo assume significati diversi:

Per un naturalista, è consumo di suolo la trasformazione di un terreno da naturale ad agricolo, o un disboscamento

Per un agricoltore, è consumo di suolo la trasformazione di terreno agricolo in superfici artificiali (costruzioni, pavimentazioni, infrastrutture) o non fertili/produttive

Per un urbanista, è consumo di suolo l'aumento delle superfici edificate o urbanizzate

## ***Cosa intendiamo per "consumo di suolo"***

Uno dei temi principali è quindi la trasformazione da un uso 'naturale' (quali foreste e aree umide) ad un uso "semi-naturale" (come l'utilizzo agricolo) o "artificiale" (edilizia, industria, infrastrutture)

Più in generale si parla di perdita di copertura vegetale, di permeabilità, di naturalità o di biodiversità, di eliminazione o diminuzione delle funzioni e dei benefici che sono attribuite alle aree naturali, o anche desertificazione

**Il termine è usato sempre con accezione negativa**

## ***Perché è una cosa negativa?***

oltre a determinare la perdita, nella maggior parte dei casi permanente e irreversibile, di suolo fertile (da cui fra l'altro ricaviamo gran parte degli alimenti per l'intera umanità), causa ulteriori impatti negativi, quali frammentazione del territorio, riduzione della biodiversità, dissesto idrogeologico, modificazioni microclimatiche

Necessità umane	Servizi ecosistemici del suolo <sup>a</sup>	Funzioni del suolo <sup>b</sup>
<b>Supporto</b>		
Abitazioni infrastrutture	Supporto per le piante (e fornitura di elementi della nutrizione)	
	e Supporto alle attività umane e alle infrastrutture  habitat per gli organismi del suolo	Ambiente fisico e culturale dell'umanità  Habitat e pool genico
<b>Approvvigionamento</b>		
Sicurezza alimentare (energetica)	Approvvigionamento di cibo, legna, fibre	Produzione alimentare e di altre biomasse
Abitazioni	Approvvigionamento di materie prime	Fonte di materie prime
<b>Regolazione</b>		
Sicurezza e sanità dell'acqua	Regolazione del ciclo dell'acqua: controllo dei deflussi e delle alluvioni	
Salute	Regolazione del ciclo dell'acqua: riserva idrica Ritenzione e rilascio di elementi nutritive e inquinanti	Magazzinaggio, filtraggio e trasformazione
Benessere	Capacità depurativa degli inquinanti Riserva di carbonio e regolazione dei gas serra	Riserva di carbonio
<b>Culturale</b>		
Benessere	Valore spirituale, estetico, di conoscenza	Archivio del patrimonio geologico e culturale (parte del paesaggio)

. Tab. 1: Legami tra necessità umane, servizi ecosistemici forniti dal suolo e funzioni del suolo (modificato da Dominati et al, 2010). <sup>a</sup>Millennium Ecosystem Assessment, 2005; <sup>b</sup>CEC, 2006)

# Perché è una cosa negativa?

A livello globale, il consumo di suolo contribuisce all'alterazione degli equilibri climatici, in modo vario e interdipendente

## ***Il consumo di suolo influenza il clima***

*Minor immagazzinamento di carbonio, minor copertura forestale, maggior dissesto idrogeologico, riflessione della luce solare, mantenimento umidità, contribuiscono a modificare il clima locale e globale*



## ***Il clima influenza il consumo di suolo***

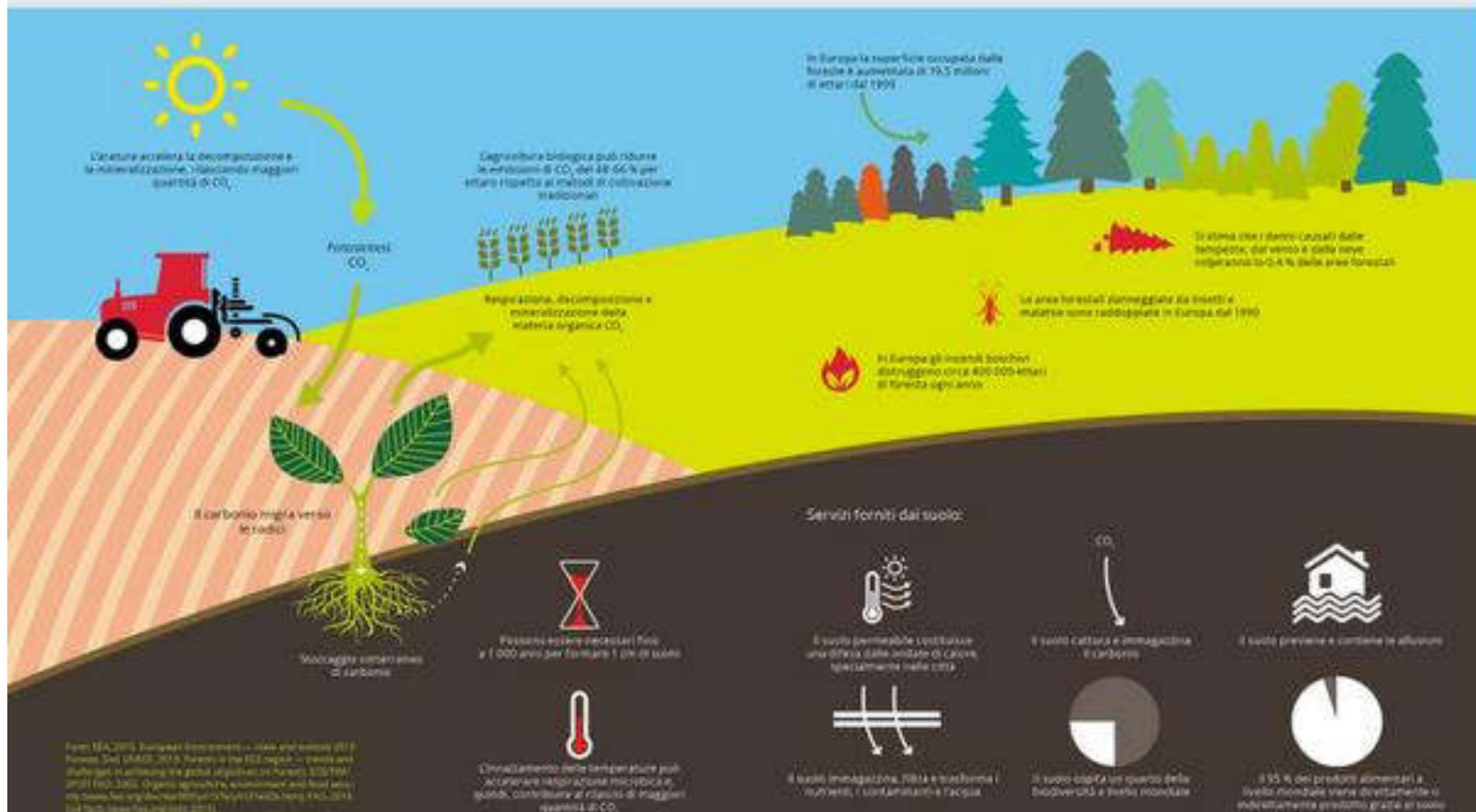


*Il riscaldamento altera gli ecosistemi, modifica la presenza di umidità, libera il carbonio immagazzinato nei grandi giacimenti naturali (ad esempio nei suoli ghiacciati), le precipitazioni di grande intensità erodono il suolo, aumentano il dissesto; modifica la distribuzione dei suoli coltivati*

### Il suolo e il cambiamento climatico

Il suolo è un elemento importante (e spesso trascurato) del sistema climatico. Esso costituisce il secondo serbatoio o "sink" di carbonio dopo gli oceani. Ripristinare i principali ecosistemi terrestri e tornare a un uso sostenibile del suolo nelle aree urbane e rurali può contribuire a mitigare il cambiamento climatico e a favorire l'adattamento ad esso.

Attualmente, il carbonio immagazzinato dalle foreste europee è in aumento a causa dei cambiamenti operati nella gestione forestale e dei mutamenti ambientali. Circa la metà del carbonio è immagazzinata nel suolo delle foreste. Tuttavia, quando esse vengono danneggiate o tagliate, il carbonio in esse immagazzinato viene nuovamente rilasciato nell'atmosfera.



Fonte: IEA 2019, European Environment - Data and Statistics 2019, Forest, Soil (EMOD) 2019, Forest in the EU report - trends and challenges in achieving the goals (European Forests) 2021, WWF 2021, FAO 2020, Organic agriculture, environment and food security, www.fao.org/docrep/019/174117426.html, 14-02-2021, 144 7426, www.fao.org/docrep/019/174117426.html, 14-02-2021.

*Chi se ne sta occupando*



## ***Le Nazioni Unite***

hanno approvato  
l'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile  
(conosciuta come **Agenda 2030**)  
e i relativi

17 Obiettivi di sviluppo

(indicati come Sustainable Development Goals – **SDGs**  
nell'acronimo inglese)

La riduzione del consumo di suolo è ricompresa  
nell'obiettivo n° 15 "**VITA SULLA TERRA**"





## ***SDG 15 - VITA SULLA TERRA***

***Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre, gestire sostenibilmente le foreste, contrastare la desertificazione, arrestare e far retrocedere il degrado del terreno, e fermare la perdita di diversità biologica***

### ***Target di riferimento***

*15.3 Entro il 2030, combattere la desertificazione, ripristinare i terreni degradati ed il suolo, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, e sforzarsi di realizzare un mondo senza degrado del terreno*

# L'Unione Europea

*ha approvato il **7° programma di azione sull'ambiente** che prevede nove obiettivi da raggiungere entro il 2020, il primo dei quali è*

## **1. proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale dell'Unione**

*laddove il "capitale naturale" è l'insieme dei componenti ambientali (dal **suolo fertile** alle acque dolci di buona qualità, dai terreni e mari produttivi all'aria pura, alla biodiversità che lo sostiene).e dei benefici da essi derivati*

*Nel programma e negli atti correlati, si prevede di raggiungere **entro il 2050**  
**il saldo zero del consumo di suolo***



# L'Unione Europea

*La cultura ambientale europea è fortemente consolidata, e la normativa ambientale dell'Unione è certamente fra le più avanzate del mondo*

***Il tema del consumo di suolo, integrato con le strategie di protezione della biodiversità, l'impegno alla riduzione delle emissioni inquinanti e le strategie di contrasto ai cambiamenti climatici, è da tempo oggetto di studio e approfondimento***

*Numerosi documenti sono disponibili sia a livello scientifico che divulgativo*



Orientamenti in materia  
di buone pratiche per limitare,  
mitigare e compensare  
l'impermeabilizzazione  
del suolo



## ***a livello nazionale***

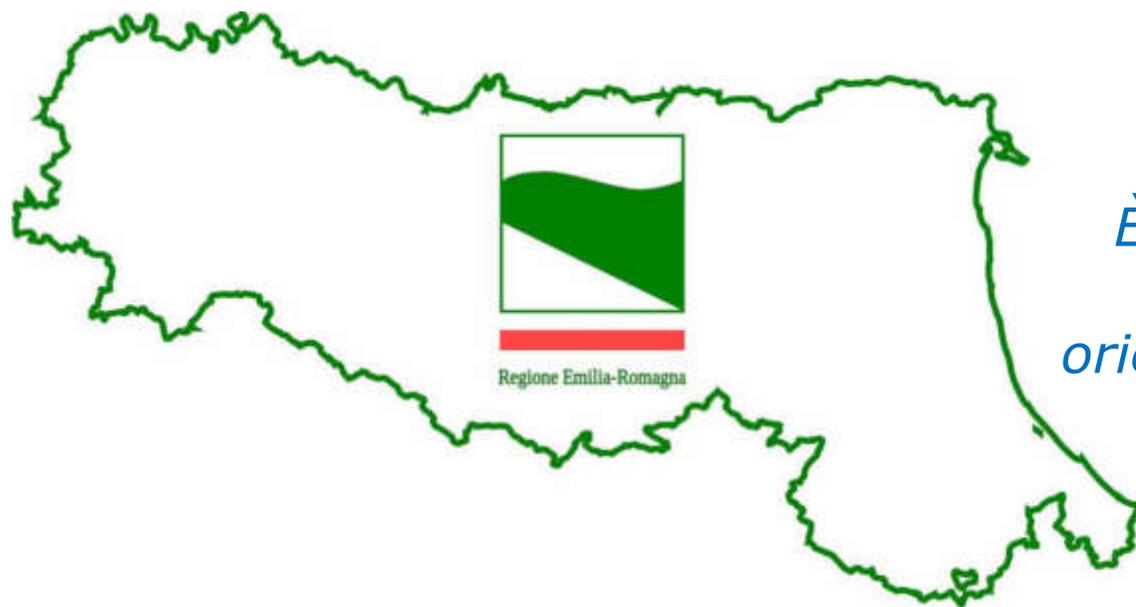
È in discussione in parlamento, ma non ha ancora trovato una via legislativa agevole, una legge nazionale sul contenimento del consumo di suolo

## ***a livello nazionale***

L'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) effettua il monitoraggio del consumo di suolo mediante banche dati, studi, ricerche, rapporti

Numerose istituzioni e associazioni sono attive per studiare strategie, piani di intervento, progetti di sensibilizzazione





## ***a livello regionale***

*È stata approvata una sostanziale revisione della normativa urbanistica, fortemente orientata al contenimento del consumo di suolo*

*Legge Regionale n° 27 del 21 dicembre 2017,  
entrata in vigore dal gennaio 2018*

*Uno degli aspetti di maggiore innovazione riguarda l'obiettivo di frenare l'espansione delle città a favore della **rigenerazione urbana** e della **riqualificazione degli edifici**.*

*La Legge si richiama all'obiettivo del consumo di suolo a saldo zero da raggiungere entro il 2050, coerentemente con quanto fissato dalla Commissione europea.*

*Per raggiungere questo obiettivo la legge prevede una **soglia massima consumabile di territorio pari al 3%** della superficie del territorio urbanizzato.*

*La regione monitora inoltre il "consumo di suolo" generato prevalentemente dai piani di sviluppo urbanistico previsti dai comuni prima della nuova legge, in attesa della predisposizione dei nuovi piani urbanistici generali (PUG)*

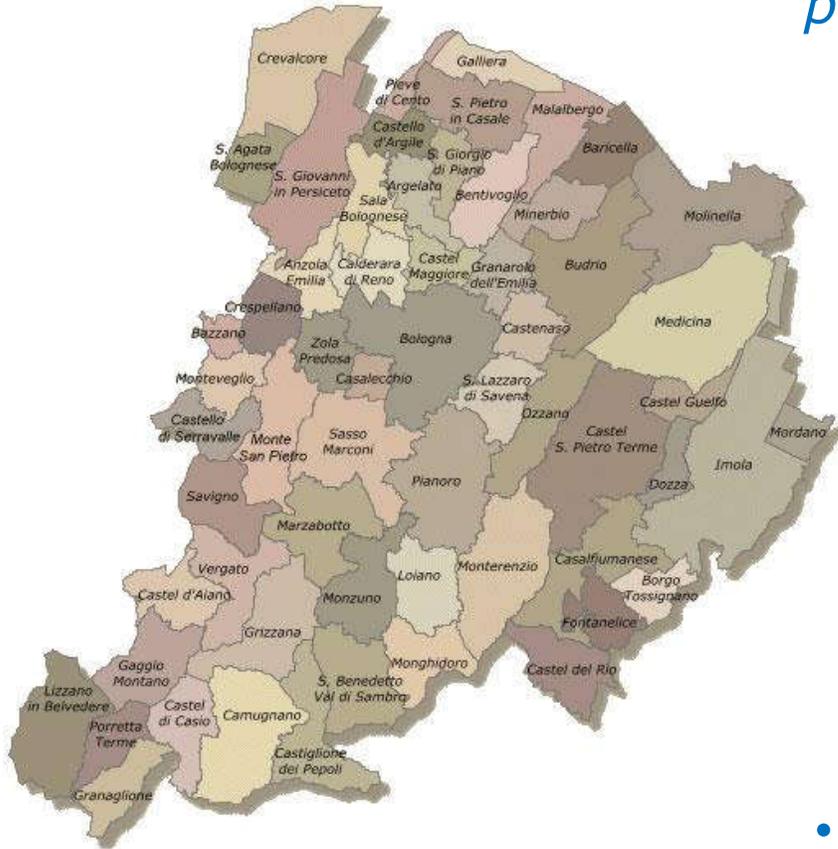


# A livello locale

*I Comuni, e le Unioni di comuni, dovranno adeguare i propri strumenti urbanistici entro i termini previsti dalla legge, inserendo la previsione di contenimento del consumo di suolo entro i termini del 3%*

*E di conseguenza:*

- definire le norme per valorizzare il territorio già urbanizzato, sostituendo gli immobili obsoleti, inadeguati dal punto di vista sismico, energetico, impiantistico*
- Recuperare superfici da aree urbane dismesse (fabbriche, capannoni, piazzali non più usati)*
- Eliminare le superfici pavimentate/impermeabili non più necessarie (de-sealing o de-paving)*



***E noi ...***

*quali **STRATEGIE DI  
ADATTAMENTO** possiamo  
adottare?*

*Quali azioni sono  
"alla portata di tutti"?*



***Le strategie di adattamento sono spesso "circolari" ...***

***Adottiamo strategie per proteggerci dagli effetti dei cambiamenti climatici***



***Le strategie che adottiamo contribuiscono a rallentare i cambiamenti climatici o a mitigarne l'intensità e gli effetti***

***(... o viceversa ...)***

*oltre alla*

***RIDUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO***

*che come abbiamo visto dipende soprattutto da orientamenti politici, interventi legislativi, pianificazione territoriale*

*si pone anche il tema di*

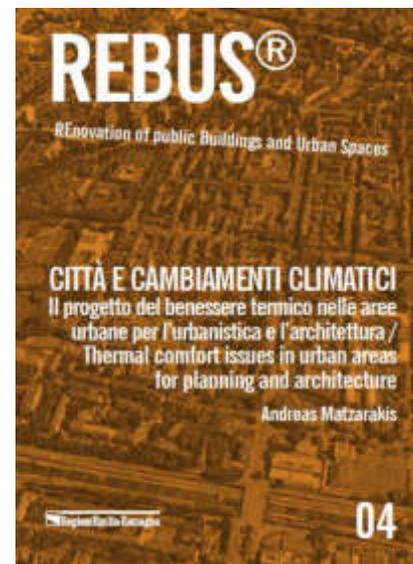
***UTILIZZARE MEGLIO IL SUOLO GIA' URBANIZZATO***

*recuperando superfici permeabili, migliorando le performances ambientali delle nostre città, approfittando dei grandi progressi della tecnologia dei materiali, delle nuove soluzioni impiantistiche, delle nuove sensibilità ambientali che si stanno diffondendo nel mondo della progettazione e della produzione*

La Regione Emilia Romagna ha istituito un laboratorio denominato **REBUS** acronimo di **REnovation of public Buildings and Urban Spaces** nel quale vengono discusse e studiate le tecniche di rigenerazione urbana

I materiali prodotti da questo laboratorio sono liberamente disponibili (secondo i principi della licenza Creative Commons)

**Oltre che essere una preziosa guida per gli addetti ai lavori (progettisti, pianificatori, costruttori) e anche se il focus del laboratorio è sugli spazi pubblici, i documenti resi disponibili contengono informazioni di grande utilità anche come guida per le scelte dei cittadini**



## ***Alcuni esempi solo apparentemente banali***

*Ridurre le superfici pavimentate impermeabili*

*Valorizzare altri materiali per le pavimentazioni esterne (calcestre, erba, terra battuta)*

*Incrementare gli alberi e la vegetazione in ambito urbano*

*Utilizzare e valorizzare l'acqua sia nelle aree pubbliche che nelle superfici apparentemente inutilizzate*

*Scegliere materiali provenienti da recupero dei rifiuti o degli scarti di lavorazione (favorendo la cosiddetta "economia circolare")*

ORNAMENTALITÀ

FLESSIBILITÀ

PERMEABILITÀ

COMFORT



# PAVIMENTAZIONI DRENANTI 5



COMFORT PERMEABILITÀ SICUREZZA IDRAULICA ECONOMICITÀ  
PAVIMENTAZIONI DRENANTI GRASS



## DOVE APPLICARE LE PAVIMENTAZIONI DRENANTI?

Le pavimentazioni drenanti in calcestruzzo sono **durevoli, economiche e consentono di realizzare soluzioni progettuali personalizzate e eco-compatibili.**

I masselli autobloccanti sono una valida alternativa alla pietra naturale e al bitume per la pavimentazione di aree esterne e di parcheggio.

Per le loro caratteristiche intrinseche le pavimentazioni trovano applicazione in contesti molto diversi, adattandosi a differenti esigenze d'intervento nelle pavimentazioni esterne, conservando economicità e prestazioni, fatta salva la necessità di porre attenzione sia alla progettazione sia alle operazioni di posa. Si possono applicare:

- giardini <sup>31</sup> <sup>32</sup>
- piazze, bordi stradali e percorsi <sup>33</sup>
- parcheggi verdi <sup>34</sup>
- giardini della pioggia <sup>37</sup>

## COME REALIZZARLE?

**Le pavimentazioni drenanti sono realizzate in grigliato di calcestruzzo vibrocompresso con una percentuale di superficie piena media rispetto alla vuota del 65% (pieno) contro il 35% (vuoto).**

La parte a vista, di spessore non minore a 4 mm, è prodotta con sabbie naturali (oppure con sabbie di quarzo) (classe 0-3 mm) ben assortite.

Il piano di posa, costituito da almeno 40 cm di misto granulare dovrà essere particolarmente ben compattato (oppure costituito da platea in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata a maglie quadrate e forata per permettere il drenaggio dell'acqua nel terreno sottostante).

Le parti in calcestruzzo sono posate a secco su letto di pietrisco fino (classe 0-4 mm) ben compattato e livellato per uno spessore massimo di 3 cm. Gli spazi vuoti sono riempiti con terreno vegetale, opportunamente concimato, idoneo alla crescita del manto erboso, fino a completa saturazione degli spazi vuoti.

ECONOMICITÀ

SICUREZZA IDRAULICA

PERMEABILITÀ

albedo  
permeabilità0,2-0,3  
40/60 % in base alla tipologia

manutenzione

sfalcio periodico dell'erba  
reintegro di terreno concimato in caso di lacune

Fonte: Laboratorio REBUS

## QUAL È IL RUOLO DELL'ACQUA LUNGO I PERCORSI URBANI?

L'acqua in forma lineare può essere utile per **definire i limiti di uno spazio urbano**, indicarne una suddivisione o, più semplicemente, **accompagnare un percorso**. Generalmente, in questa forma non si gestiscono grossi volumi d'acqua e, tra l'altro, non sempre si tratta di acqua in movimento. Ciò rende poco significativo un reale contributo microclimatico, ma riveste un ruolo importante per quanto attiene la percezione delle persone.

L'acqua che accompagna un percorso può essere anche sotto il percorso stesso e, in questo caso, l'obiettivo è quello di **abbassare la temperatura superficiale del pavimento**.

## COME PROGETTARE CORRETTAMENTE PERCORSI D'ACQUA?

L'acqua lungo i percorsi può aumentare la sua efficacia se nella vasca si inseriscono dei getti d'acqua o delle cortine d'acqua che possono aggiungere il contributo della micronizzazione dell'acqua.

Per quanto attiene alla presenza di acqua nel percorso, gli effetti sono diversi a seconda del tipo di materiale della pavimentazione. Un materiale poroso si raffredda perché l'acqua sale per capillarità e per scambio conduttivo (contatto). In un materiale non poroso il raffreddamento della superficie avviene solo per scambio conduttivo. C'è da osservare che in presenza di radiazione solare incidente i materiali porosi sono più interessanti rispetto a quelli non porosi. Nelle ore centrali della giornata i primi possono avere una temperatura superficiale di 6°C inferiore agli altri. **12 13 15 16 17**

All'ombra, il comportamento dei due tipi di materiale è simile, con la differenza che i porosi potrebbero sviluppare più facilmente alghe in superficie.

In zone di sosta si possono **combinare più sistemi di raffreddamento**. **19 20 22**



**albedo** 0,05-0,1 (sole allo zenit) 0,5-0,8 (sole all'orizzonte)  
**densità** 1000 Kg/mc  
**calore specifico** 4180 J/kgK



**manutenzione** pulizia periodica dei filtri ed eventuale disincrostazione in caso di deposito calcareo



Fonte: Laboratorio REBUS

SOCIALITÀ

MITIGAZIONE

RAFFRESCAMENTO

COMFORT



**COMFORT RALLENTAMENTO DEFLUSSO ACQUA MITIGAZIONE**  
**VERDE PENSILE** GRASS

**COS'È IL VERDE PENSILE ORIZZONTALE?**

Il verde pensile è un impianto vegetale su uno strato di supporto strutturale impermeabile, come ad esempio solette di calcestruzzo, solai, coperture in legno, coperture metalliche in assenza di continuità ecologica tra il verde e il sottosuolo.

I benefici ecologici del verde pensile sono diversi e agiscono su diversi aspetti: la riduzione del carico che grava sulla rete di smaltimento delle acque piovane, la limitazione dell'aumento di temperatura nelle città causato dall'estendersi delle superfici mineralizzate (isola di calore urbana), l'aumento e la conservazione della biodiversità nelle città e l'assorbimento delle polveri inquinanti. Ha inoltre un effetto di massa termica per cui riduce le dispersioni di calore dall'edificio verso l'esterno e protegge i materiali strutturali del tetto, migliorandone la durata.

**COME E DOVE REALIZZARLO?**

Il verde pensile orizzontale può essere realizzato su coperture di edifici esistenti o di nuova costruzione. Gli strati da prendere in considerazione sono: 1. Strato di vegetazione; 2. Strato colturale; 3. Elemento filtrante; 4. Strato drenante e di accumulo idrico, in materiale granulare; 5. Elemento di protezione meccanica; 6. Elemento impermeabile e antiradice; 7. Elemento portante.

Generalmente, per motivi economici, si tende a utilizzare spessori minimi che limitano la scelta delle piante.

Sono preferibili piante giovani anche perché sulle coperture vi sono delle condizioni sempre più critiche di quelle a terra, per cui è necessario che la pianta si adatti gradualmente. Quindi, nelle coperture a verde, è da evitare il perseguimento del cosiddetto 'pronto effetto'. La norma UNI definisce lo spessore minimo dello strato colturale in funzione della vegetazione da impiegare: il *Sedum* richiede uno strato colturale di 8 cm; i piccoli arbusti tappezzanti e i prati erbosi richiedono 15 cm; gli alberi piccoli necessitano di 30 cm; gli alberi di III° grandezza 50 cm; gli alberi di II° grandezza 80 cm; gli alberi di I° grandezza almeno 1 metro. <sup>15</sup>

Maggiore è la massa di terreno e il peso della pianta utilizzata, più importante diventa lo strato strutturale al di sotto e migliori gli effetti di riduzione del carico che grava sulla rete di smaltimento delle acque piovane. <sup>16</sup>

MITIGAZIONE

RALLENTAMENTO DEFLUSSO ACQ



albedo

0,2



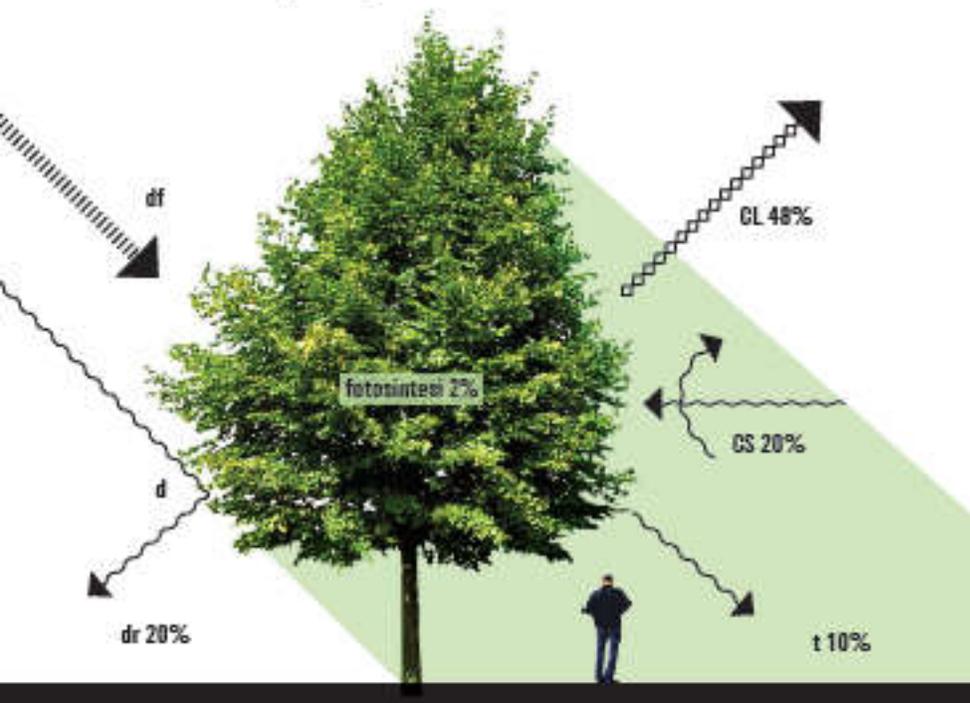
manutenzione

periodica, delle piante e dell'impianto irriguo

# ALBERI 23

## OMBRA ED EVAPOTRASPIRAZIONE INFLUENZARE LO STATO TERMICO

Le piante utilizzano una minima parte della radiazione solare (RS) per la fotosintesi (2%), ne riflettono circa il 20% (dr) e il 10% (t) la trasmettono al terreno riemettendone il 20% sotto forma di 'calore sensibile' (GS) e il 48% in 'calore latente' (GL) attraverso un meccanismo naturale che abbassa la temperatura dell'aria: l'evapotraspirazione, cioè l'emissione di vapore acqueo.



ORNAMENTALITÀ

COMFORT

### OMBRA COMFORT MITIGAZIONE ORNAMENTALITÀ ALBERI, OMBRA ED EVAPOTRASPIRAZIONE VEGETATION

#### PERCHÈ L'ALBERO ABBASSA LA TEMPERATURA DELL'ARIA?

Gli alberi creano una 'bolla di penombra', più o meno ampia e intensa a seconda dell'altezza e della forma dell'esemplare arboreo e della forma e densità delle foglie, nella quale il livello di comfort termico è maggiore. Le chiome vegetali inoltre intercettano la radiazione solare, determinando una temperatura radiante delle superfici costruite ombreggiate inferiore a quella delle superfici esposte alla radiazione diretta.

Sono 10 le persone che vivono grazie all'ossigeno rilasciato da una pianta e il beneficio che trae un individuo che cammina protetto dagli alberi è molteplice: l'ombra diretta, l'abbassamento della temperatura dell'aria e il fatto che la persona 'scambia' calore con un elemento che ha una temperatura più bassa (la chioma dell'albero ed eventualmente le pareti ombreggiate degli edifici).

Un albero adulto può traspirare fino a 450 litri di acqua al giorno (1000 MJ) e, per ogni grammo di H<sub>2</sub>O evaporata, occorrono 633 calorie, che sono sottratte all'ambiente, producendo un abbassamento di temperatura equivalente alla capacità di cinque condizionatori di aria di piccola potenza operanti 20 ore al giorno. Inoltre, più la vegetazione è densa e più energia viene assorbita in quanto la massa verde si comporta come un corpo scuro.

#### COME USARE GLI ALBERI PER LA MITIGAZIONE TERMICA?

L'efficacia di raffreddamento di una massa vegetativa è generata dalla somma dell'effetto di evapotraspirazione e ombreggiamento ed è proporzionale alla continuità del primo e alla contiguità del secondo. Lo stesso numero di alberi possiede una maggiore efficienza termoregolatrice quanto minori sono le loro distanze, compatibilmente con le esigenze di crescita, dipendenti dalla specie e varietà di appartenenza. Perciò, a seconda della morfologia dello spazio urbano, gli alberi possono essere presenti come unico individuo, organizzati in filari (singoli, doppi, a gruppo o misti) o come massa vegetata. [24](#) [25](#) [26](#) [27](#) [28](#) [29](#)

Lungo i percorsi generalmente si utilizza il filare, mentre nelle piazze, nei giardini e nei parcheggi [21](#) [22](#) [23](#) [24](#) [27](#) [28](#) sia i filari (anche doppi) sia le masse vegetate che generano un *effetto bosco*. L'impiego complessivo e la messa a dimora degli alberi nelle diverse forme conferisce continuità all'infrastruttura verde della città. [23](#)

Nella disposizione si deve tener conto della dimensione del raggio della chioma dell'albero che sarà la metà del sesto di impianto per impedire che l'accrescimento della chioma di un albero interferisca con la chioma di quello vicino.



albedo  
calore assorbito

0,2  
fino a 280 milioni di calorie sottratte all'ambiente da un albero adulto al giorno in fase vegetativa



assimilazione CO<sub>2</sub>

5-10 kg/anno: albero di nuovo impianto  
30 kg/anno: albero del diametro di 23-30 cm di tronco  
70-250 kg/anno: albero adulto secondo la specie  
20 alberi assimilano la CO<sub>2</sub> prodotta in 1 anno da un'auto (10 mila km)

*Se pensate che siano aspetti poco importanti ...*

**Relazione tra temperatura dell'aria (+30° C) e temperatura superficiale di alcuni materiali.**  
 I materiali vegetali si comportano meglio di quelli minerali grazie all'evapotraspirazione.  
 Marmo, granito, ciottoli di fiume, cemento e laterizio si comportano meglio di asfalto e porfido.



TEMPERATURA ARIA ORE 14.00  
**30°**



*Per concludere ...*

***È necessario pensare anche ai nostri comportamenti quotidiani e alle nostre scelte***

- *nei nostri acquisti piccoli e grandi*
  - *nei nostri comportamenti*
  - *nella cura del territorio*
- *nel sollecitare i decisori a muoversi nella giusta direzione*



Associazione  
Fulvio Ciancabilla



***Grazie dell'attenzione***

**Dott. Alessandro Michelini  
GALILEO INGEGNERIA SRL  
SASSO MARCONI (BO)**

**[www.galileo-ingegneria.it](http://www.galileo-ingegneria.it)**