

# REBUS®

Renovation of public Buildings and Urban Spaces

## LA PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA DEGLI SPAZI URBANI

Valentina Dessì



Projet cofinancé par le Fonds Européen  
de Développement Régional (FEDER)  
Project cofinanced by the European Regional  
Development Fund (ERDF)

 Regione Emilia-Romagna



REPUBLIC-MED  
RETROFITTING PUBLIC SPACES  
IN INTELLIGENT MEDITERRANEAN CITIES

4.1  
DISPENSA

[22-04-2015]

ASSESSORATO AI TRASPORTI, RETI INFRASTRUTTURE MATERIALI  
E IMMATERIALI, PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE  
E AGENDA DIGITALE

D.G. PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE E NEGOZIATA, INTESE.  
RELAZIONI EUROPEE E RELAZIONI INTERNAZIONALI.

SERVIZIO PIANIFICAZIONE URBANISTICA, PAESAGGIO  
E USO SOSTENIBILE DEL TERRITORIO

 [territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio](http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio)

 [republicmed@regione.emilia-romagna.it](mailto:republicmed@regione.emilia-romagna.it)

 Eventi Paesaggio ER

 REBUS L'energia della città

 [issuu.com/paesaggioer](http://issuu.com/paesaggioer)

## REPUBLIC-MED REtrotfitting Public spaces in MEDiterranean cities

## REBUS® REnovation of public Building and Urban Spaces

REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
Assessorato ai trasporti,  
reti infrastrutture materiali  
e immateriali.  
Programmazione territoriale  
e agenda digitale.  
Raffaele Donini  
Assessore

Progetto a cura di  
Regione Emilia-Romagna

### Gioco-simulazione

*Ideazione/Coordinamento*  
Elena Farnè, Luisa Ravanello

D.G. PROGRAMMAZIONE  
TERRITORIALE E NEGOZIATA,  
INTESE. RELAZIONI EUROPEE  
E RELAZIONI INTERNAZIONALI.  
Enrico Cocchi  
direttore

In collaborazione  
con gli Enti locali  
Comune di Modena  
Comune di Parma  
Comune di Rimini  
Piano Strategico Rimini

*Legge/Bando*  
Elena Farnè  
Elettra Malossi  
Luisa Ravanello

## SERVIZIO PIANIFICAZIONE URBANISTICA, PAESAGGIO E USO SOSTENIBILE DEL TERRITORIO

In collaborazione con  
gli Ordini professionali  
Ordini Architetti P.P.C. delle  
province di Bologna, Modena,  
Parma, Rimini  
Federazione Emilia-Romagna  
dei Dottori Agronomi  
e Dottori Forestali  
Ordine Dottori Agronomi  
e Dottori Forestali  
delle province di Bologna, Forlì-  
Cesena-Rimini, Modena, Parma  
Ordini degli Ingegneri  
delle province di Bologna,  
Modena, Parma, Rimini

*Carte da gioco*  
Valentina Dessì  
Kristian Fabbri  
Elena Farnè  
Francesca Poli  
Luisa Ravanello  
Silvia Rossi  
Maria Teresa Salomoni

Roberto Gabrielli  
dirigente

Luisa Ravanello  
coordinamento progetto

Barbara Fucci  
Laura Punzo  
gruppo tecnico

Marisa Dalla Noce  
Lorella Dalmonte  
Enrica Massarenti  
amministrazione e segreteria

Per la lectio magistralis  
in collaborazione  
Fondazione Cassa di Risparmio  
di Bologna, Genus Bononiae

*Simulazioni Envi-Met*  
Kristian Fabbri, Silvia Rossi

*Schede casi studio*  
Elena Farnè, Francesca Poli,  
Luisa Ravanello  
*Con il contributo di*  
Costanza Barbieri,  
Bianca Pelizza  
(Comune di Parma);  
Filippo Bonazzi, Marcello  
Capucci, Catia Rizzo, Stefano  
Savoia (Comune di Modena);  
Chiara Dal Piaz, Remo  
Valdisserrì, Daniele Fabbri  
(Comune di Rimini);  
Maurizio Ermeti, Filippo Boschi  
(Piano Strategico di Rimini)

Consulenti  
Kristian Fabbri  
esperto comfort indoor/outdoor

Elena Farnè  
progetto formativo  
comunicazione

Francesco Guaraldi  
rendicontazione

Francesca Poli  
immagine grafica coordinata  
comunicazione

Silvia Rossi  
esperta comfort outdoor

Partner tecnico  
Fondazione Democenter-Sipe  
Davide Fava  
Chiara Pederzini  
Matteo Serafini

Media Partner  
Maggioli Editore  
Architetti Idee Cultura e Progetto  
Architetti.com - Progetto e  
immagine digitale  
Paesaggio Urbano Urban Design  
Planum. The Journal of Urbanism  
[www.planum.net](http://www.planum.net)

*Modelli 3D*  
*Montaggi video-fotografici*  
Francesca Poli

*Giuria*  
Valentina Dessì - Politecnico di  
Milano, Dipartimento DASTU  
Roberto Gabrielli - Regione  
Emilia-Romagna, Servizio  
Pianificazione urbanistica,  
Paesaggio e Uso sostenibile  
del territorio  
Teodoro Georgiadis - CNR  
Bologna, IBIMET

Lectio Magistralis  
Andreas Matzarakis  
Università di Friburgo

### Docenti lezioni

Valentina Dessì - Politecnico di  
Milano, Dipartimento DASTU  
Kristian Fabbri - architetto  
Elena Farnè - architetto  
Roberto Gabrielli - Regione  
Emilia-Romagna, Servizio  
Pianificazione urbanistica,  
Paesaggio e Uso sostenibile  
del territorio  
Teodoro Georgiadis - CNR  
Bologna, IBIMET  
Luisa Ravanello - Regione  
Emilia-Romagna, Servizio  
Pianificazione urbanistica,  
Paesaggio e Uso sostenibile  
del territorio

### Esperti in aula

Gabriele Bollini - urbanista,  
esperto in VAS  
Elettra Malossi - esperta legge/  
bando  
Marianna Nardino - fisico  
esperta ENVI-met, CNR Bologna,  
IBIMET  
Maria Teresa Salomoni  
- agronomo paesaggista  
ProAmbiente, CNR Bologna,  
IBIMET

### Tutor d'aula

Francesca Poli - architetto  
Silvia Rossi - architetto  
Antonello Di Nunzio - ENVI-met  
Giulio Roberti - ENVI-met

### Facilitatrici in aula

Elena Farnè  
Silvia Givone - Sociolab  
Margherita Mugnai - Sociolab

### Video

Senape TV

### LinkedIn

Kristian Fabbri, Silvia Rossi

### Facebook

Francesca Poli

### Segreteria organizzativa

Francesco Guaraldi

### Stampa

Centro Stampa  
Regione Emilia-Romagna  
Stampato a Bologna

In copertina:  
'The Common Ground' ad  
Indianapolis.  
(© Land Collective)

# indice

- 4 VALENTINA DESSÌ
- 6 INTRODUZIONE
- 7 VIVIBILITÀ E COMFORT TERMICO NEGLI SPAZI URBANI
- 9 MORFOLOGIA
- 12 MATERIALI URBANI
- 18 BIBLIOGRAFIA

# Valentina Dessì

Laureata in architettura e dottore di ricerca. Attualmente è ricercatrice confermata presso il dipartimento DASTU del Politecnico di Milano.

Svolge attività di ricerca su temi inerenti le prestazioni energetiche e la valutazione delle condizioni di comfort termico degli edifici e degli spazi aperti.

Insegna progettazione ambientale nei corsi di laurea della Scuola di Architettura e Società.

Ha partecipato a ricerche nazionali ed internazionali e a numerosi convegni internazionali.



Il progetto del giardino urbano 'Floor Works' a Ginevra. Il giardino, che circonda la sede principale di una grande azienda, è sempre aperto al pubblico ed è stato progettato con l'obiettivo di offrire alla città uno spazio verde di qualità, sempre accessibile per

sfuggire momentaneamente al traffico quotidiano. Il giardino è arricchito da una fitta vegetazione attraversata da percorsi a terra in corten ed ardesia, un percorso tra sculture ed opere d'arte, installazioni luminose e getti d'acqua per ricreare l'atmosfera di una

piccola giungla urbana.  
(© Agence Ter)

# introduzione



**Sempre più spesso la rigenerazione urbana di una città in chiave sostenibile passa per la riqualificazione dei suoi spazi pubblici, elemento importantissimo per la vivibilità di una città e possibile campo di azione per strategie di adattamento e mitigazione climatica.**

**Sempre più spesso dunque le best practice sono rappresentate da città che prendono in attenta considerazione aspetti sia legati alla percezione di città a misura d'uomo (e soprattutto di pedone), che aspetti legati al miglioramento del microclima e del comfort termico. In particolare questo secondo aspetto viene approfondito attraverso valutazioni, ed eventualmente interventi, relativi alla morfologia urbana e all'uso dei materiali, non solo quelli "duri" per le pavimentazioni, ma anche quelli che cercano di ripristinare condizioni di permeabilità del suolo sottratto da edifici e strade (vegetazione e acqua).**

**Il contributo mira ad evidenziare il possibile impiego di alcuni degli elementi chiave citati (morfologia e materiali di pavimentazione) attraverso la lettura di alcune strategie, valutazioni e interventi realizzati.**

1. 'The Common Ground' ad Indianapolis, uno luogo di ritrovo per la comunità locale, progettato per trasmettere benessere e serenità ai pazienti e dipendenti del Campus per la Salute di Eskenazi. (© Land Collective)

# vivibilità e comfort termico negli spazi urbani

**Stare bene, per un individuo che appartiene ad una collettività, significa avere la possibilità di condividere luoghi e momenti di socialità, di svago, di spostamento, nonché la possibilità di sperimentare qualcosa che possa rinnovare continuamente la sensazione di appartenenza ad un luogo specifico. Stare bene, dunque, in questi termini, è una esigenza che può essere soddisfatta nello spazio urbano. Lo spazio urbano ha questa grande potenzialità anche se, purtroppo, per svariati motivi, non sempre è un luogo dove questi bisogni trovano una risposta (img.2).**

**Negli ultimi anni assistiamo ad una riscoperta del ruolo dello spazio pubblico, da parte delle amministrazioni locali, ma anche e soprattutto dall'Unione Europea che sempre più incentiva il rinnovamento delle città a partire dagli spazi pubblici, ritenuti elementi chiave per la vivibilità e la vitalità della città nel suo complesso.**

**Ma c'è un altro motivo per cui è sempre più importante ridare centralità agli spazi urbani, ed è legato al momento che stiamo vivendo caratterizzato da importanti cambiamenti climatici.**

**Le azioni strategiche sono improntate da una parte al contenimento delle conseguenze, come alluvioni, inondazioni, ondate di calore eccessivo (misure di adattamento), dall'altra alla riduzione dei fenomeni che causano il surriscaldamento globale (misure di mitigazione). È interessante notare che gli spazi urbani possono rappresentare allo stesso tempo misure di adattamento e misure di mitigazione: in particolare i parchi e le piccole aree verdi all'interno**



2. La vivibilità dello spazio pubblico si misura anche attraverso la possibilità di ospitare eventi e manifestazioni culturali.

2

della città rappresentano i luoghi freschi nei quali rifugiarsi durante gli episodi di ondate di calore eccessivo e, allo stesso tempo, contribuiscono all'abbassamento della temperatura dell'aria e alla riduzione dei livelli di CO<sub>2</sub>. Da una parte dunque misure che portano ad una riduzione dell'isola di calore urbana e dall'altra, come conseguenza diretta, al miglioramento delle condizioni di benessere termico, spingendo le persone a preferire gli spazi urbani più confortevoli alla loro abitazione.

La realizzazione di spazi vivibili si basa prima di tutto sulla previsione di condizioni microclimatiche accettabili da parte di persone che nello spazio possono svolgere attività situate o di spostamento. Per ottenere ciò l'approccio alla progettazione si basa non tanto sul disegno sulla carta quanto sul dimensionamento di alcune variabili 'abilmente' integrate nel progetto, che si verifica in itinere modificandosi continuamente per raggiungere l'obiettivo prefissato, cioè la realizzazione di condizioni ambientali accettabili.

L'approccio dunque più adatto si basa sulle esigenze dei fruitori, che necessitano sia di condizioni ambientali accettabili che di spazi fruibili per svolgere attività (in particolare attività sociali e volontarie). Queste esigenze - espresse in maniera più o meno consapevole- devono essere cioè compatibili con il comportamento (cioè la prestazione ambientale) dello spazio fisico. La valutazione delle prestazioni dello spazio urbano si effettua per questo motivo attraverso l'uso di indicatori di comfort termico.

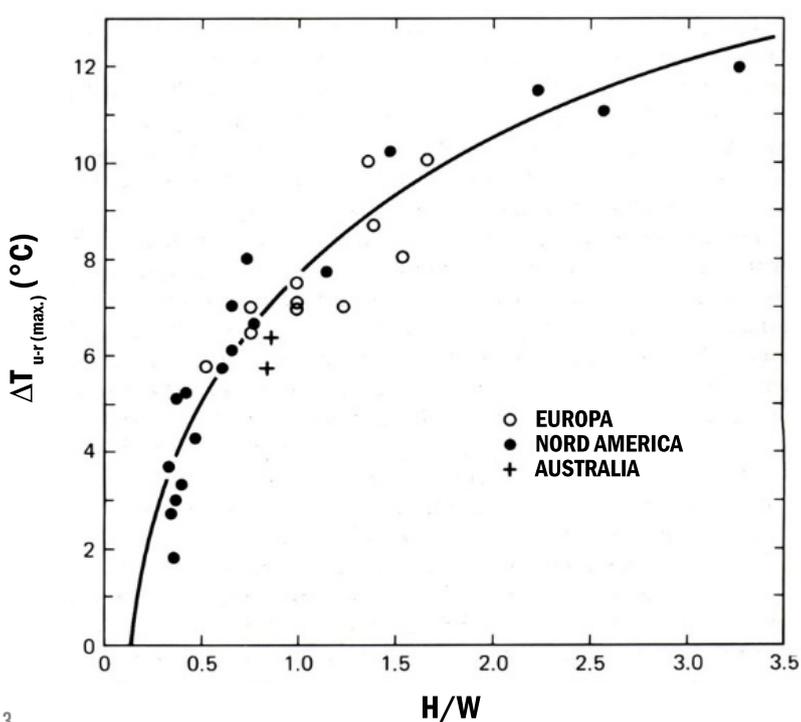
Lo spazio urbano è composto da una serie di elementi la cui combinazione ne determina il microclima specifico. Tra gli elementi più importanti vanno presi in considerazione la morfologia, i materiali urbani (comprese le coperture vegetali e l'acqua), e le alberature, che hanno un ruolo fondamentale, sia per quanto riguarda l'ombreggiamento e la riduzione delle temperature superficiali, che per quanto riguarda la forza attrattiva che esercita sui fruitori dello spazio urbano. In questa sede l'approfondimento si focalizza sul ruolo della morfologia e dei materiali urbani.

# morfologia

La morfologia, la caratterizzazione tridimensionale di un'area urbana, è l'elemento che mette in relazione la pavimentazione urbana, cioè lo spazio percorso dalle persone, e gli edifici che si affacciano sullo spazio stesso. Si può esprimere in termini di  $H/D$ , dove  $H$  è l'altezza degli edifici e  $D$  è la dimensione in pianta. Maggiore è il rapporto, maggiore è l'altezza degli edifici rispetto alla estensione dello spazio urbano e quindi minore è la porzione di cielo visibile. Se osserviamo la figura n.3 (Oke, 1988) ci rendiamo conto che questo rapporto è più alto nelle città moderne, soprattutto quelle dell'America del Nord.

Le città tradizionali hanno rapporti dimensionali un po' più bassi. Ma questa figura è importante anche per altre ragioni; da una parte ci dice che al crescere di questo rapporto aumenta la differenza di temperatura tra la città e l'area extraurbana (in assenza di edificato) perché i flussi (solari in entrata e termici in uscita) rimangono intrappolati, ma ci dice anche un'altra cosa importante, e cioè che chi progetta e realizza porzioni di città ha un ruolo importante, non solo nella vivibilità dell'area che sta progettando, ma anche per l'intera città.

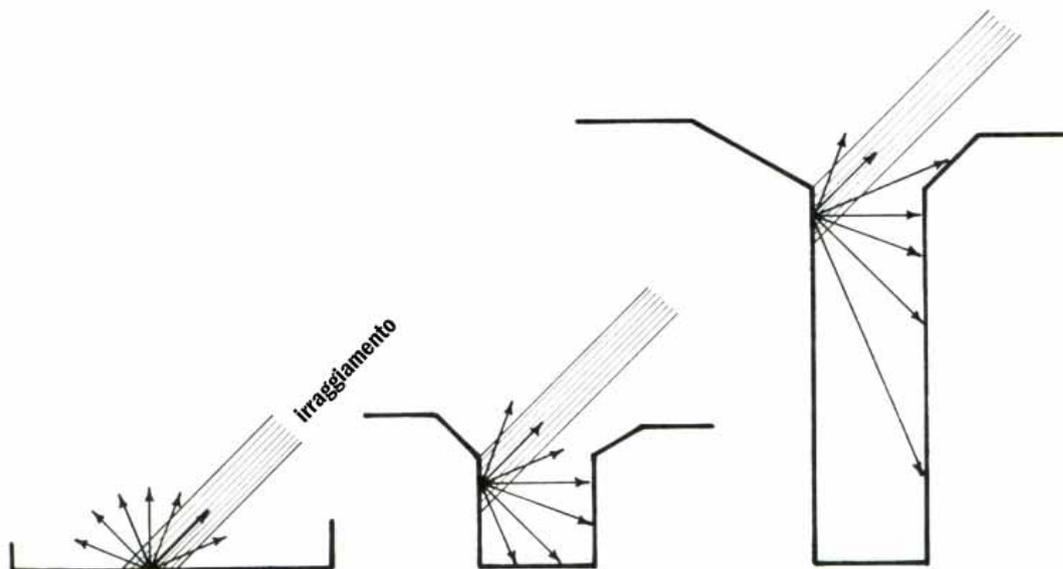
Infatti l'aumento di temperatura dell'aria nell'area urbanizzata rispetto all'area extraurbana rappresenta l'isola di calore urbana (UHI), ritenuta uno degli elementi responsabili del surriscaldamento estivo nelle aree urbane e della scarsa qualità dell'aria. In realtà la responsabilità dell'UHI è da una parte la morfologia, che intrappola i flussi energetici, i quali difficilmente riescono a tornare all'ambiente, dall'altra parte un ruolo importante lo giocano i materiali urbani usati per le pavimentazioni e le facciate degli edifici.



3. Relazione tra la differenza di temperatura tra area urbana ed extraurbana di realtà europee, nord americane e australiane e morfologia urbana. (© Oke, 1988)

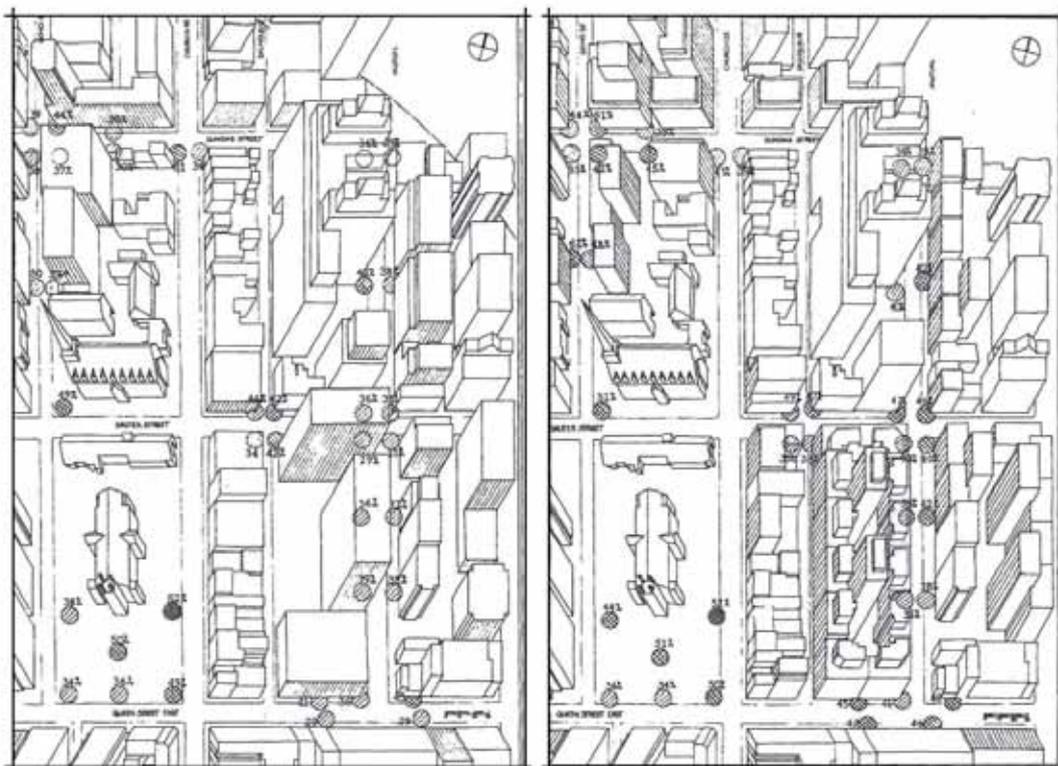
4. Differenti tipologie di canyon urbani con differenti possibilità di 'restituire' la radiazione solare all'ambiente.

4



5. Analisi del comfort termico (sole e vento) in funzione della variazione della morfologia. Più scuri sono i pallini, maggiore è l'esposizione a condizioni di comfort. East downtown, Toronto. (© Bosselmann, 1998)

5



Negli anni '80 c'è stata negli USA e in Canada, e in particolare, a San Francisco, New York e Toronto, un'interessante esperienza portata avanti dal Laboratorio di Simulazione Ambientale dell'Università di Berkeley di San Francisco, coordinato dal prof. Peter Bosselmann. I soggetti pubblici deputati a valutare progetti di ampliamento di interi quartieri, chiesero la consulenza del Laboratorio che aveva la possibilità di simulare i flussi di radiazione solare e vento utilizzando modelli in scala e la galleria del vento. In particolare, nel caso di Toronto, come rappresentato nella figura 5, il modello realizzato dal Laboratorio dimostrava come a parità di volumetria, fosse possibile sviluppare una morfologia che riducesse la ventilazione e aumentasse la presenza di radiazione solare. La ricerca, fu completata nel 1990, e nel 1993 il piano generale venne votato. Vennero adottate una parte delle raccomandazioni date dal Laboratorio, come frutto di un ragionevole compromesso con altri aspetti.

La morfologia è sicuramente l'elemento sul quale è più difficile intervenire, soprattutto quando si interviene su tessuti urbani consolidati e sulla riqualificazione di piccole parti di città. Tuttavia i margini di intervento, anche se limitati, consentono di modificare i rapporti dimensionali (attraverso l'inserimento di setti, vegetazione, cambi di livello . . .) se questi fossero indicati per il miglioramento delle condizioni microclimatiche.

# materiali urbani

L'altro aspetto, già citato in quanto co-responsabile dell'UHI, riguarda l'uso dei materiali che può peggiorare o mitigare l'effetto dei flussi energetici presenti in un'area urbana.

Le attuali aree urbane hanno generalmente superfici scure, a bassa permeabilità idrica e poca vegetazione. Materiali scuri (e rugosi) sono detti materiali 'caldi'. Le strutture urbane, assorbendo la radiazione solare la trasformano in calore che, in presenza di vento, viene rilasciato nell'aria per convezione e radiazione; nelle aree nelle quali è prevalente la condizione di calma di vento - come la pianura padana - il calore si dissipa meno, e, accumulandosi, porta ad un incremento dei valori di temperatura delle superfici anche di molti gradi oltre le temperature dell'aria.

Tutto ciò tende a peggiorare il microclima urbano che a sua volta riduce la vivibilità delle città ed aumenta indirettamente consumo di energia per il raffrescamento. Anche alla scala edilizia, tetti scuri si scaldano, fanno aumentare il fabbisogno energetico per il raffrescamento estivo degli edifici e contribuiscono al peggioramento del microclima.

Quando si parla di materiali freddi impiegati prevalentemente per ridurre l'UHI si parla di coperture e pavimentazioni caratterizzati da elevati valori di emissività ed albedo (in altre parole, materiali non metallici e non scuri); in più aumentando in modo consistente le superfici permeabili con l'impiego della vegetazione, si riducono le temperature delle superfici e dell'aria e diventa inoltre possibile beneficiare di ulteriori fattori connessi, come la riduzione del consumo di energia e il conseguente miglioramento della qualità dell'aria. Qualche decennio fa, quando si cominciava, soprattutto negli USA, a parlare di materiali freddi ci si è concentrati sulle proprietà radiative della superficie, in particolare la riflettanza solare (albedo) e l'emissività termica.

In generale si può dire che il termine 'materiale freddo' attualmente si riferisce a materiali che riflettono più energia solare rispetto ai materiali convenzionali, e migliorano l'evaporazione dell'acqua, oppure si riferisce ai materiali convenzionali che sono stati modificati per migliorare il loro comportamento rispetto a quelli non trattati. Durante il giorno, in presenza di radiazione solare, la caratteristica che maggiormente influenza il comportamento termico di un materiale è il coefficiente di riflessione (albedo) che dipende dal colore e dalla rugosità. I valori della temperatura superficiale dei materiali sul piano orizzontale durante il giorno ricalcano infatti l'andamento della radiazione solare più che l'andamento della temperatura dell'aria.

Gli studi e le analisi più interessanti sono stati realizzati sul tema delle coperture, mentre è stata meno approfondita la ricerca sulle pavimentazioni fresche. Sono stati realizzati interessanti studi sulle prestazioni dei tetti freschi (*cool roofs*) che possono essere caratterizzati dall'uso di pigmentazioni bianche, pigmentazioni colorate, simili alle pitture convenzionali nelle quali la pigmentazione viene depositata su un substrato ad alta riflettività. Non si deve dimenticare un altro tipo di studi che riguarda l'uso della vegetazione in copertura, per la realizzazione dei tetti verdi.

In questa sede ci interessa approfondire il tema delle pavimentazioni che, più di coperture e facciate, influenza le condizioni di comfort termico degli utenti dello spazio urbano. L'argomento fino ad ora è stato preso in considerazione in maniera meno approfondita rispetto alle coperture, e in parte anche per questo motivo, non esiste uno standard o un programma ufficiale di etichettatura per designare i materiali freddi per le pavimentazioni.



6a



6b

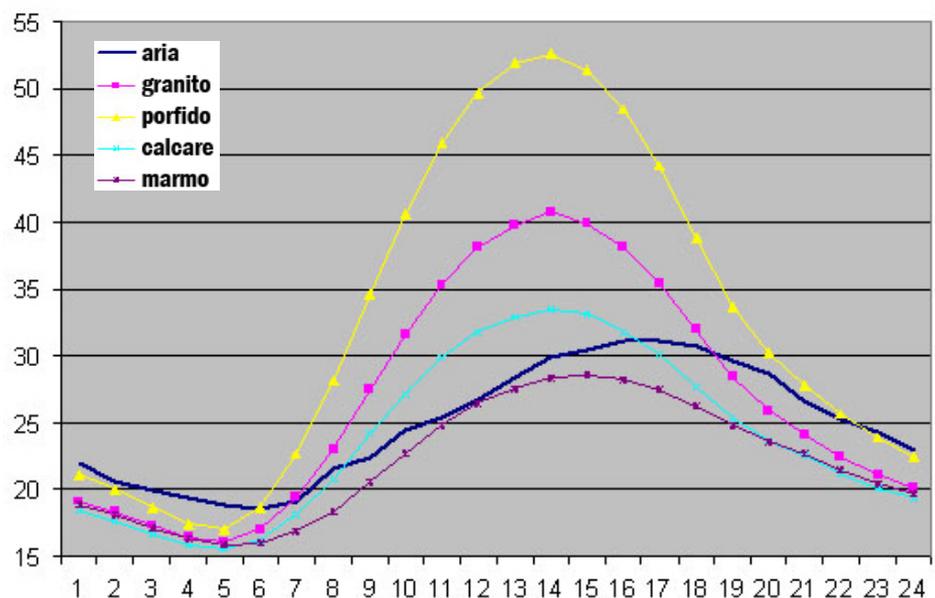
6. Fotografia di Phoenix, in Arizona, con una varietà di materiali convenzionali che in estate raggiungono temperature elevate, fino a 67°C, come visibile nella fotografia termica in basso. (© EPA, 2005 [www.epa.gov](http://www.epa.gov))

Secondo L'EPA (Agenzia Protezione Ambiente degli USA), le cause possono essere di tre tipi e così vengono riportate nel *'Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies'*.

1. **Le pavimentazioni sono complesse.** Tra le condizioni che influenzano le temperature della pavimentazione, ma non la copertura, ci sono: (a) la facilità, a causa del traffico pedonale e veicolare, di sporcarsi e di perdere la finitura superficiale delle pavimentazioni, che influenzano le proprietà fisiche dei materiali; (b) flussi energetici per convezione dovuti al movimento di traffico sulla strada; e (c) ombreggiamento dovuto alla presenza di persone, automobili, vegetazione e soprattutto edifici che vi si affacciano.
2. **La temperatura della pavimentazione è influenzata dalle caratteristiche radiative e termiche, al contrario dei tetti freddi, dove le proprietà radiative rappresentano la principale caratteristica.**
3. **Le pavimentazioni ospitano nell' area urbana una consistente varietà di funzioni.** Il loro impiego va dalle strade pedonali alle autostrade molto trafficate (a differenza di tetti freddi, che in genere svolgono la stessa funzione e possono essere prodotti standard). Per la realizzazione delle pavimentazioni devono essere indicati di volta in volta i materiali e le specifiche tecniche che variano a seconda dell'uso. Questo rende molto difficile dare una definizione precisa di pavimentazione fresca.

Il grafico di figura 7 riporta i valori di temperatura superficiale di diversi materiali lapidei, in particolare il granito (albedo 0.5), il porfido, la pietra calcarea (con albedo 0.7) e il marmo (albedo 0.8). Nei materiali lapidei il calore specifico è molto simile, mentre può variare molto la conducibilità e la densità.

7. Valori di temperatura superficiale di pavimentazioni realizzate in differenti materiali lapidei e temperatura dell'aria esterna.



Elevati valori di conducibilità e valori inferiori di densità fanno sì che per la stagione estiva il porfido sia il materiale lapideo con le peggiori prestazioni termiche; valori molto elevati di densità, anche se associati a conducibilità elevate che permettono il passaggio del calore, rendono la pietra calcarea e il marmo simili e con le prestazioni migliori. Il marmo è praticamente sempre sotto la temperatura dell'aria, mentre la pietra calcarea ha valori superiori solo nelle ore più soleggiate e comunque mai oltre 3-4° di differenza.

Durante il giorno nel caso del granito, le temperature superficiali salgono molto oltre la temperatura dell'aria (circa 10°C) mentre la notte scendono anche di 4-5°C. La pietra calcarea, con densità e conducibilità relativamente basse è caratterizzata da temperature elevate durante il giorno (massimo 5°C sopra la temperatura dell'aria) e migliori durante la notte.

In ogni caso, le curve delle temperature dei materiali con i loro specifici colori e rugosità, presentano andamenti determinati in gran parte proprio dall'albedo.

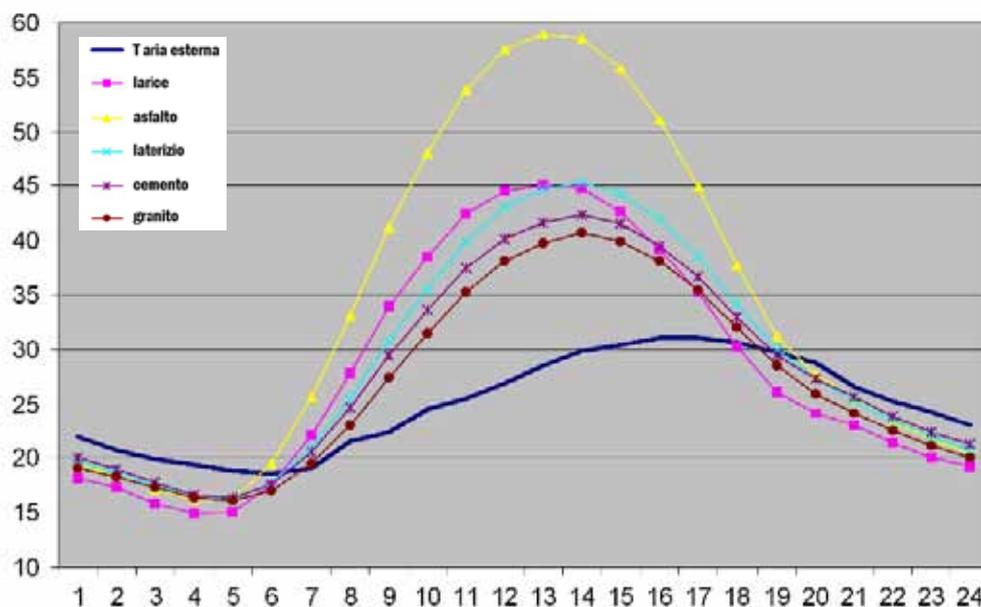
È evidente come maggiore sia l'albedo più bassa risulti la temperatura, e nel caso del marmo, materiale liscio e molto chiaro, la radiazione che viene assorbita, il 20%, non consente di riscaldare il piano, che rimane ad una temperatura inferiore a quella dell'aria anche durante le ore di maggior incidenza della radiazione solare e della temperatura dell'aria.

Il grafico 8 riporta invece l'andamento delle temperature superficiali di materiali differenti, dall'asfalto al legno, dal calcestruzzo alla pietra. Il ragionamento da fare è simile a ciò che è stato detto prima, è infatti evidente, come anche ad una prima osservazione possiamo notare che le prestazioni ambientali peggiori le offre la pavimentazione in asfalto; sarà sicuramente da evitare nelle aree destinate al passaggio o alla sosta dei pedoni.

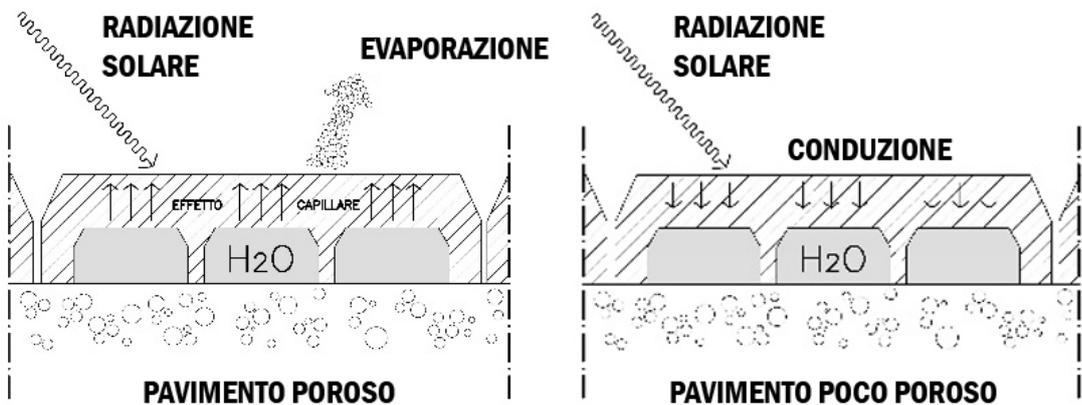
Materiali di colore chiaro e lisci, come il marmo, hanno temperature abbastanza vicine alla temperatura dell'aria, si comportano cioè come se fossero all'ombra.

8. Valori di temperatura superficiale della pavimentazione di uno spazio urbano nel quale la presenza degli edifici è ininfluenza (per esempio il centro di una piazza molto grande o uno spazio senza edifici intorno) al variare dei materiali.

Valori di albedo:  
larice = 0.6;  
asfalto = 0.1;  
laterizio = 0.4;  
cemento = 0.5;  
granito = 0.5



9. Schemi di funzionamento del pavimento poroso e poco poroso.



Come si vede, una scelta non corretta può significare differenze di temperatura superficiale notevoli, con conseguenze significative (negative) sull'aumento dell'isola di calore urbana. Tuttavia, imbiancare le superfici urbane o scegliere materiali dai colori molto chiari pone altri problemi. Il primo problema è rappresentato dall'abbagliamento che provoca problemi di discomfort visivo e problemi al traffico veicolare.

L'altro problema è legato al comfort termico. La radiazione che viene riflessa da una superficie chiara come può essere il marmo può facilmente essere intercettata da una persona. Nel bilancio termico compare la temperatura superficiale (come temperatura media radiante) ma compaiono anche tutti i tipi di radiazione, compresa la radiazione solare riflessa. È vero dunque che il marmo assorbe il 20% di radiazione e tiene sempre bassi i valori di temperatura superficiale e quindi di temperatura media radiante, ma è anche vero che il restante 80% torna nell'ambiente e può di nuovo colpire altre superfici o gli utenti dello spazio urbano.

La scelta dei materiali deve quindi essere fatta tenendo in considerazione tutti i diversi elementi ed eventualmente combinare la scelta di un materiale potenzialmente poco favorevole alle condizioni di comfort con strategie di raffrescamento, da sistemi di ombreggiamento all'irrigazione ecc..

Possiamo dire che la temperatura superficiale di un materiale dovrebbe essere (almeno di giorno) vicina alla temperatura dell'aria esterna, comportandosi così come se fosse sempre in ombra e non fosse raggiunto da radiazione solare.

Una strategia che ha come obiettivo quello di rendere una pavimentazione convenzionale una pavimentazione fredda, si basa sugli effetti di raffrescamento evaporativo e conduttivo dell'acqua. Si può infatti ridurre la temperatura di una pavimentazione aumentando la conduzione di calore verso l'interno del terreno e/o favorendo l'evaporazione dell'acqua in superficie. Per non saturare rapidamente di calore il terreno è necessario dissiparlo con utilizzo di acqua sotto pochi centimetri dalla superficie di calpestio; il calore si trasferisce all'acqua per conduzione dal piano di calpestio del pavimento verso l'acqua che dissipa il calore nel terreno.

Per concludere, un cenno sull'uso dell'acqua, o meglio degli specchi d'acqua, il cui contributo è legato alla capacità che ha l'acqua (anche di specchi poco profondi) di mantenere la temperatura superficiale inferiore a quella dell'aria e degli altri 'materiali' ed alla sua bassa riflettanza che non supera il 3% nelle ore di massima radiazione quando il sole è alto sull'orizzonte. In funzione dello spessore, uno specchio d'acqua può assorbire fino all'80% della radiazione senza aumentare sensibilmente la temperatura superficiale perché la superficie si raffresca per evaporazione ed il calore viene accumulato nella massa termica e dissipato di notte.

Il raffrescamento per evaporazione può essere incrementato con l'utilizzo di zampilli (con fori sull'ordine di 1 cm) o meglio ugelli per getti nebulizzati/micronizzati (fori sull'ordine del mm.) che aumentano di circa cento volte la superficie di contatto aria/acqua quindi la potenza di raffrescamento.

All'aumentare dell'inerzia dell'acqua (profondità, quindi massa) diminuisce la temperatura perché si verifica un'attenuazione ed uno sfasamento dell'onda termica che riducono l'oscillazione giornaliera della temperatura dell'acqua tra i 3 °C con solo specchio a 6°C con gli zampilli ed i getti in funzione.

Come si vede la temperatura dell'acqua è molto più bassa di quella dell'aria (24°C contro 41°C) quando sono in piena funzione i getti di evaporazione, ma anche quando non sono in funzione la differenza resta notevole (circa 6-7°C) ed è comunque sensibilmente più bassa di quella ottenuta con altri sistemi come i pavimenti freddi.



10. Pavimento raffreddato per aspersione, come a Schouwburgplein a Rotterdam  
(© West8 Urban Design & Landscape Architecture)

10

# **bibliografia**

Bosselmann P. (1998)

**REPRESENTATION OF PLACES: REALITY AND REALISM IN CITY DESIGN**

University of California Press

Cambridge Systematics Inc. (2005)

**COOL PAVEMENT REPORT - EPA COOL PAVEMENTS STUDY, TASK 5 (DRAFT REPORT)**

Maryland

Dessì V. (2011)

**URBAN MATERIAL FOR COMFORTABLE OPEN SPACES**

In: WREC 2011 Proceedings. Linköping

Dessì V. (2007)

**PROGETTARE IL COMFORT URBANO**

Simone editore, Napoli

Liu K., Minor J., 2005

**PERFORMANCE EVALUATION OF AN EXTENSIVE GREEN ROOF GREENING ROOFTOPS FOR SUSTAINABLE COMMUNITIES (pp 1–11)**

Washington, DC: Green Roofs for Healthy Cities

Oke T.R., (1988)

**BOUNDARY LAYER CLIMATES**

Routledge ed., Londra

United States of Environmental Protection Agency (2005)

**REDUCING URBAN HEAT ISLANDS: COMPENDIUM OF STRATEGIES**

Washington, D.C



un progetto di



Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)  
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)



in collaborazione con



Comune di Modena



Comune di Parma



Comune di Rimini



Piano Strategico Rimini

e gli ordini professionali



architetti bologna



ORDINE ARCHITETTI PPC  
PROVINCIA DI MODENA



ORDINE DEGLI ARCHITETTI  
PIANIFICATORI PAESAGGISTI  
E CONSERVATORI  
DELLA PROVINCIA  
DI PARMA



ordine degli architetti  
pianificatori, paesaggisti e conservatori  
della provincia di Rimini



Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Bologna



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
PROVINCIA DI MODENA



ORDINE  
DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA  
DI PARMA



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA  
DI RIMINI



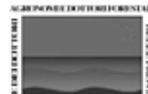
ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI  
E DOTTORI FORESTALI  
DELLA PROVINCIA  
DI BOLOGNA



Ordine dei Dottori Agronomi  
e Dottori Forestali della  
Provincia di Modena



ORDINE  
DEI DOTTORI AGRONOMI  
E DEI DOTTORI FORESTALI  
DELLA PROVINCIA  
DI PARMA



AGROPOLIS DI RIMINI  
MUSEI NELLA CITTÀ



Federazione Regionale  
dei Dottori Agronomi  
e dei Dottori Forestali  
dell'Emilia-Romagna

media partner



per la lectio magistralis



FONDAZIONE  
CASSA DI RISPARMIO  
IN BOLOGNA



GENUS BONONIAE  
MUSEI NELLA CITTÀ