

Recupero e riqualificazione del borgo di Castelbasso (TE)
Un'esperienza di progettazione ambientale

a cura di Maria Cristina Forlani e Antonio Basti

Recupero e riqualificazione del borgo di Castelbasso (TE)

Un'esperienza di progettazione ambientale

a cura di Maria Cristina Forlani e Antonio Basti

© copyright Alinea editrice s.r.l. - Firenze 2008
50144 Firenze, via Pierluigi da Palestrina, 17/19 rosso
Tel. +39 055/333428 - Fax +39 055/331013

*Tutti i diritti sono riservati;
nessuna parte può essere riprodotta
(compresi fotocopie e microfilms)
senza il permesso scritto della Casa Editrice*

e-mail: ordini@alinea.it
<http://www.alinea.it>

ISBN 978-88-6055-314-0

Finito di stampare nel mese di giugno 2008

Stampa: Genesi Gruppo editoriale srl - Città di Castello (Perugia)

Sommario

Parte Prima - Il corso di Progettazione Ambientale e le tematiche della riqualificazione del costruito a cura di Maria Cristina Forlani

<u>Premessa al corso di progettazione ambientale</u>	<u>7</u>
<u>di Maria Cristina Forlani</u>	
<u>Il laboratorio di corso ovvero il luogo della sperimentazione progettuale</u>	<u>15</u>
<u>di Maria Cristina Forlani</u>	
<u>Le tematiche della riqualificazione del costruito per il concorso di Castelbasso</u>	<u>25</u>
<u>di Maria Cristina Forlani</u>	
<u>Recuperare il borgo di Castelbasso: principi e metodi di un progetto di riqualificazione e riuso</u>	<u>29</u>
<u>di Francesca Castagneto</u>	
<u>Parametri climatici locali del microclima urbano</u>	<u>35</u>
<u>di Michele Lepore</u>	
<u>Il sistema dei percorsi: allestimenti flessibili e confort ambientale</u>	<u>49</u>
<u>di Donatella Radogna</u>	

Parte Seconda - La sperimentazione progettuale nei laboratori didattici a cura di Antonio Basti

<u>La conoscenza (preliminare alla configurazione del progetto)</u>	<u>57</u>
<u>di Antonio Basti</u>	
<u>Il luogo: caratteri insediativi e microclimatici</u>	<u>59</u>
<u>Aspetti di ventilazione naturale</u>	
<u>Aspetti di soleggiamento ed accesso al sole</u>	
<u>Aspetti di illuminazione naturale degli ambienti interni</u>	
<u>Il borgo: caratteri storico-architettonici</u>	<u>69</u>
<u>Gli edifici: caratteri dimensionali e costruttivi</u>	<u>73</u>

Parametri climatici del microclima urbano

Michele M. Lepore

La maggiore differenza tra il clima urbano e quello della campagna circostante che influisce sul nostro comfort, consiste nella *temperatura dell'aria* e nella *velocità del vento* in prossimità del livello stradale. Questa differenza dipende dalle differenze del *bilancio termico radiativo* dell'ambiente urbano; lo *scambio termico convettivo* tra il suolo e gli edifici, il *flusso d'aria* che lambisce questi e il *calore endogeno* prodotto dalla città stessa.

La crosta urbana immette nei strati bassi dell'atmosfera, una quantità di fumi e di materiali inquinanti sospesi che modificando radicalmente lo spettro radiativo filtrano l'energia raggiante variandola sia quantitativamente sia qualitativamente. L'energia che comunque arriva sulla superficie costruita viene rapidamente trasformata in energia termica a bassa temperatura dal costruito (asfalto, tetti in laterizi, coperture piane lastricate, pareti verticali) e in parte viene riflessa nell'infrarosso¹.

La superficie costruita trasforma l'energia radiante in calore sensibile con un processo termodinamicamente grezzo, mentre la superficie vegetale trasforma l'energia radiante in materia con un ciclo fotochimico quanto mai sofisticato. Studiando la crosta urbana e

¹ Bisogna, infatti, tenere presente che mentre una superficie coltivata restituisce l'energia che riceve dal sole secondo cicli biochimici e biologici complessi e in archi di tempo relativamente lunghi (un prato trasforma in erba l'energia solare con un ciclo di 60 ore circa, un bosco con cicli di parecchi mesi trasforma in legno l'energia solare con procedimenti di fotosintesi), una superficie in cemento armato degrada l'energia radiante in arrivo con ciclo termodinamico di pochi minuti.

l'interrelazione con l'energia radiante si devono tenere presenti le ombre portate e proprie che interagiscono con la dinamica di trasformazione e conversione, i coefficienti di assorbimento dei diversi materiali, le masse, le differenze di temperatura determinate dagli stessi edifici.



Fig.1 Movimenti d'aria intorno alla città.

Il microclima urbano è caratterizzato da notevoli variazioni nello spazio e nel tempo di condizioni ambientali (da una fascia all'ombra in estate alle ore 14, con temperature operanti di 32-34°C ad una fascia al sole poco distante a temperature operanti di 40-45°C).

Il clima urbano è caratterizzato da due strati d'aria: la "chioma" d'aria urbana e la "cupola" d'aria urbana. La "chioma" d'aria urbana è rappresentata dal volume d'aria compreso tra le strutture edilizie della città fino all'altezza dei tetti, mentre la "cupola" d'aria urbana è il volume d'aria sovrastante la città corrispondente allo strato limite urbano, relativo all'influenza della crosta urbana sui flussi d'aria (può raggiungere i 600 metri in città densamente edificate).

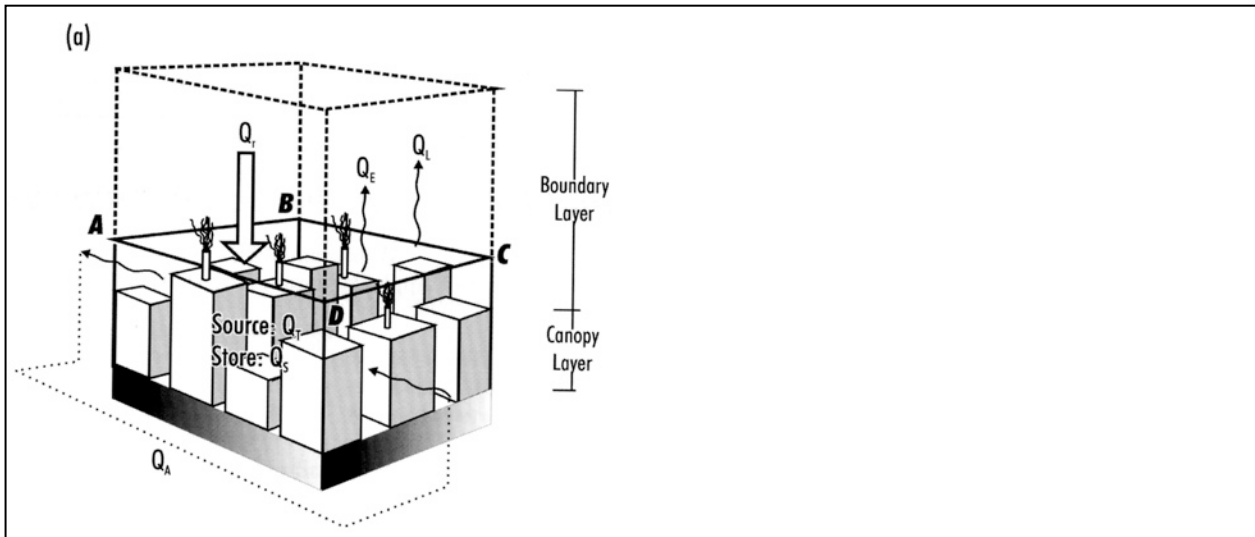


Fig.2 Flussi energetici del clima della città

In questa sorta di calotta, dove la radiazione solare viene gradualmente assorbita, si creano specifiche condizioni di temperatura e umidità distinte da quelle prevalenti nello spazio circostante.

Le condizioni climatiche specifiche di ogni punto all'interno della calotta sono influenzate da quelle dell'immediato intorno. In particolare, il materiale, la geometria e le proprietà della superficie delle strutture proprie di un dato luogo, modificano il microclima locale. Per questo motivo le condizioni microclimatiche all'interno della calotta urbana possono variare da un punto ad un altro. Anche ai limiti superiori della calotta le condizioni variano, seppure in maniera più omogenea, da un punto all'altro in funzione delle differenti altezze degli edifici. Il vento, inoltre, influisce sensibilmente sullo strato superiore della calotta urbana. Venti forti, infatti, potendo penetrare più in profondità, al di sotto della quota dei tetti, rispetto a venti più deboli, riducono l'altezza effettiva della calotta.

D'altro canto, comfort umano e flussi energetici degli edifici sono determinati dalle condizioni climatiche localizzate al disotto della calotta urbana, dove in un dato luogo si realizzano condizioni anche sensibilmente differenti rispetto a quelle esistenti in altri luoghi, anche

se relativamente vicini, ed a quelle prevalenti al di sopra della cupola urbana.

Delle variabili che caratterizzano il microclima (temperatura dell'aria, radiazione solare, umidità relativa e velocità del vento) solo la radiazione e il vento sono facilmente modulabili attraverso la configurazione degli assetti urbani.

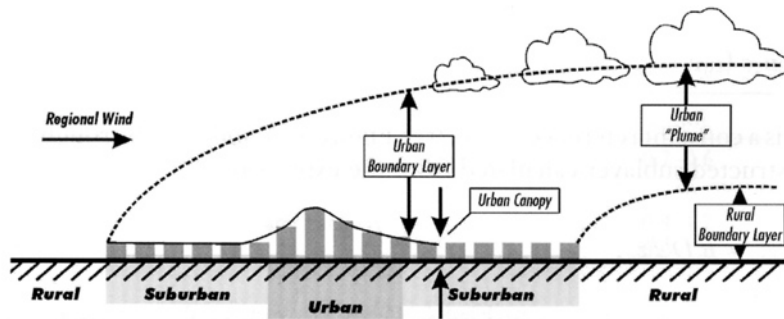


Fig.3 Elementi componenti il fenomeno dell'isola di calore sulla città.

La radiazione solare e termica

La radiazione solare che attraversa l'atmosfera può essere raggruppata in tre bande, di cui quella centrale che occupa quasi il 50% è costituita dalla radiazione "visibile", compresa tra 0,4-0,76 μm . Le bande dell'ultravioletto e dell'infrarosso (radiazione termica) rispettivamente alla sinistra e alla destra dello spettro, sono esterne alla banda del visibile e quindi non percepibili dall'occhio umano. La prima banda è quella della radiazione ultravioletta che è caratterizzata da basse lunghezze d'onda dello spettro, da 0,3 a 0,4 μm . La terza parte, alla destra della banda del visibile va da 0,76 a 2,5 μm , rappresenta la radiazione infrarossa, cioè quella emessa dai corpi a temperatura ambiente.

La radiazione solare può essere riflessa, assorbita dalle superfici opache che delimitano lo spazio urbano. La quantità di radiazione riflessa dipende prevalentemente dall'albedo e dalla tessitura del tessuto urbano stesso. L'albedo è la frazione di radiazione solare, diretta e diffusa, riflessa dalle superfici dell'ambiente esterno (ad es. una superficie chiara ha albedo pari a 0.8, una superficie asfaltata ha albedo 0.2, cioè riflette solo il 20% della radiazione incidente).

Tipo di Terreno	Albedo	Tipo di Terreno	Albedo
Neve fresca	75-95	Dune di sabbia chiara	30-60
Neve ghiacciata, pulita	50-65	Deserto	21-28
Neve vecchia	40-70	Sabbia asciutta	18-30
Ghiaccio pulito	30-46	Terreno sabbioso	15-40
Neve ghiacciata, sporca	20-50	Sabbia, umida	9-18
Ghiacciaio sporco	20-30	Terreno nudo, secco	10-23
Nuvole dense	60-90	Terreno nudo, umido	8-9
Erba secca	32	Roccia	12-15
Foglie verdi	25-32	Asfalto	15
Prati e campi	12-30	Aree mediamente costruite	10
Terreno coltivato, scuro	7-10	Aree densamente costruite	15-25
Boschi e foreste	5-20	Superfici d'acqua	3-10
Prati verdi	3-35		

Tab.1 Albedo per vari tipi di superficie (% di radiazione riflessa sul totale di radiazione solare).

La quantità che non viene riflessa viene assorbita dalla superficie in quantità complementare a quella riflessa: cioè la nostra superficie asfaltata con albedo 0.2 che riflette il 20% della radiazione incidente, ne assorbe l'80%. Ed è questa quantità assorbita che innalzerà la temperatura della superficie in questione.

Una volta scaldatasi, la superficie riemetterà calore sotto forma di radiazione termica, cioè la radiazione che tutti i corpi emettono verso i corpi circostanti (volta celeste, terreno, atmosfera, ecc.), caratterizzata da onde lunghe (infrarosso vicino e lontano, invisibile all'occhio umano).

Quanto detto, ha un'importanza rilevante nella determinazione del microclima, significando che due superfici con valori di albedo molto differenti possono essere caratterizzate, in condizioni estive di cielo sereno, anche da differenze di temperatura di molti gradi.

Il totale della radiazione assorbita è dato, dalla radiazione incidente, corretta del valore dell'albedo, più la radiazione riflessa e riemessa dagli "oggetti" presenti nello spazio urbano.

Il fenomeno dell'isola di calore

Come abbiamo precedentemente affermato, generalmente l'aria di una città densamente costruita è più calda di quella propria dell'intorno rurale. I maggiori innalzamenti di temperatura si hanno durante le notti con il cielo sgombro di nubi, spesso con aumenti di temperatura di circa 3-5°C, che a volte possono raggiungere anche gli 8-10°C. Questo innalzamento notturno della temperatura dell'aria della città rispetto a quella delle zone rurali limitrofe è comunemente definito come “*isola urbana di calore*” e la massima differenza città-campagna è definita come “intensità dell'isola di calore”.

Durante il giorno, la differenza tra della temperatura tra il centro della città e la campagna circostante è generalmente di molto inferiore, circa 1-2°C, con differenze che diventano insignificanti in presenza di vento.

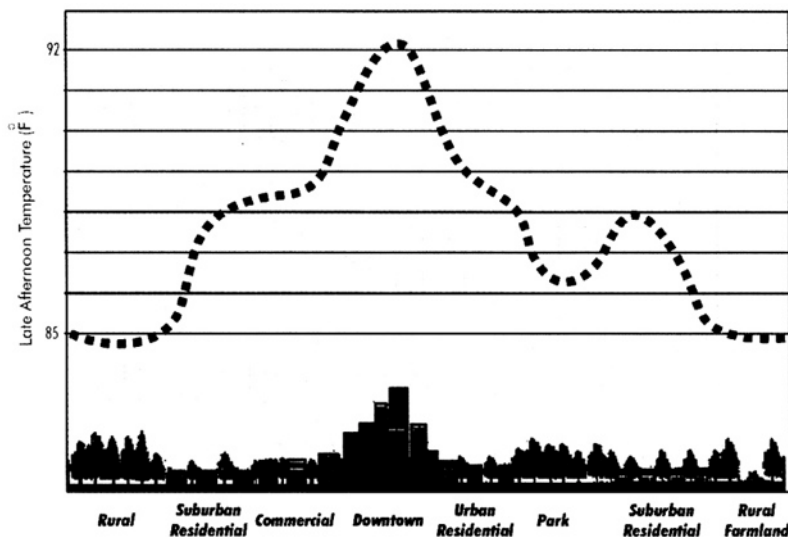


Fig. 4 Schema del profilo delle temperature sul tessuto urbano e le aree esterne.

Poiché la differenza di temperatura è maggiore durante la notte, l'isola di calore convenzionale è essenzialmente un fenomeno notturno.

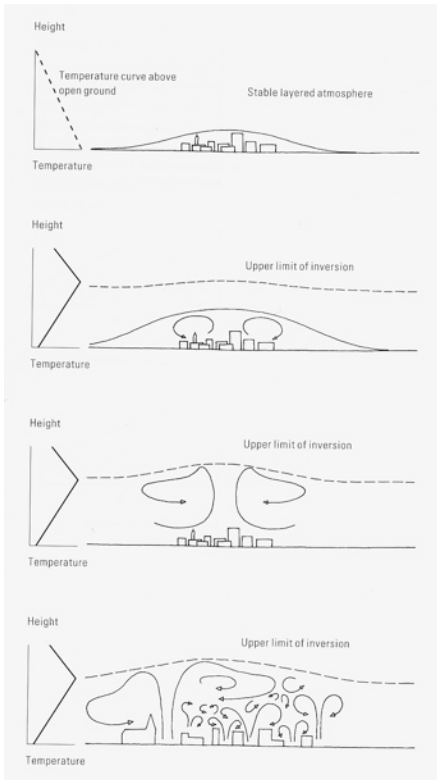


Fig. 5 Fenomeno dell'inversione termica sopra l'area urbana.

Le differenze tra la temperatura rurale e quella urbana sono determinate da due tipi di fattori. Per primo, queste sono correlate alle condizioni meteorologiche come la copertura nuvolosa, umidità, e velocità del vento. In secondo luogo, differenti configurazioni della struttura urbana, come la dimensione della città, la densità edilizia ed il rapporto tra l'altezza degli edifici e la distanza tra questi hanno un forte effetto sulla grandezza del fenomeno isola di calore. Ma, tanto per complicare le cose, certe caratteristiche della città, come la larghezza delle strade e il

materiale con cui sono realizzati gli edifici possono avere effetti opposti perfino nella direzione della differenza di temperatura città-campagna².

I confini dell'isola di calore seguono la calotta urbana d'aria. Il gradiente orizzontale della temperatura cresce dalla periferia verso il centro urbano, specialmente durante la notte, e si appiattisce in corrispondenza del centro della zona costruita. In presenza di vento leggero l'isola di calore si estende oltre i limiti dell'area edificata. L'altezza dell'isola di calore è alquanto schiacciata, estendendosi in alto di circa da tre a cinque volte l'altezza medi degli edifici e coincide approssimativamente con la calotta urbana d'aria. Oltre questa quota la differenza tra la "temperatura urbana" e quella esterna, alla stessa quota è veramente modesta.

Esistono diversi differenti ed indipendenti fattori che influiscono sulla temperatura urbana, specialmente in prossimità del suolo, e che contribuiscono alla formazione dell'isola di calore:

- differenze nel bilancio netto radiativo complessivo tra l'area urbana e la campagna circostante³;
- accumulo dell'energia solare nella massa degli edifici in città durante il giorno e suo rilascio nelle ore notturne;
- concentrazione di generazione di calore dalle attività nell'area urbana durante tutto l'anno (trasporti, industrie, ecc.);
- minor evaporazione dal suolo e dalla vegetazione nelle aree urbane rispetto alla campagna;
- fonti di calore stagionale: riscaldamento degli edifici in inverno e condizionamento in estate. Tutta l'energia per il riscaldamento ed il condizionamento estivo viene rilasciata nell'aria della città.

Nei climi freddi, l'innalzamento della temperatura urbana ha un effetto positivo dal punto di vista del comfort dei residenti e del consumo energetico per il riscaldamento. Nei climi caldi, al contrario,

² È da notare che quasi tutte le verifiche, tra il centro urbano e gli spazi aperti circostanti, in riferimento alle temperature durante il giorno, sono state fatte in clima temperato ed in città circondate da campagne coltivate. La situazione può essere decisamente diversa in città nel deserto, circondate da terre aride prive di vegetazione.

³ Mentre la radiazione netta vicino al suolo, in città, può essere inferiore a quella degli spazi aperti circostanti, la radiazione notturna costituisce il maggior fattore che contribuisce alle maggiori temperature urbane.

l'innalzamento della temperatura genera ulteriormente condizioni di discomfort termico oltre la necessità di condizionamento dell'aria.

Alcuni fattori che favoriscono l'isola di calore sono di origine meteorologica e non dovuti all'uomo, come la nuvolosità ed i venti a scala regionale. Comunque, dal punto di vista della progettazione urbana, i fattori che possono essere modificati dall'intervento dell'uomo sono di un certo interesse. Questi comprendono il colore degli edifici (che determina la frazione di energia solare riflessa), la quantità e distribuzione delle aree verdi, il fabbisogno energetico degli edifici (in funzione di come questi sono realizzati), la densità e la tipologia edilizia (che influenza la quantità di energia solare che colpisce il suolo e le perdite termiche notturne), e l'orientamento delle strade rispetto ai venti prevalenti (che influenza la velocità del vento vicino al suolo).

Il ruolo dei fattori sopramenzionati che influenzano l'isola di calore, è comunque relativo al clima proprio della zona di riferimento (secco o umido), la stagione, e tipo di attività prevalenti nella città.

Nei climi freddi è necessaria maggior energia per riscaldare gli edifici che nelle regioni a clima temperato, ma l'effetto del clima sul consumo energetico per il riscaldamento può essere fortemente determinato dalla qualità termica degli edifici. Infatti, un edificio molto ben isolato in un clima freddo, può consumare meno energia di un edificio in un clima temperato ma scarsamente o per nulla isolato.

L'effetto dell'energia termica immessa dalla crosta urbana nell'atmosfera (sia che questa energia provenga dal degrado dell'irraggiamento, sia da combustione di fossili per riscaldamento o per attività industriale) è il riscaldamento degli strati d'aria vicini al suolo e la modificazione del gradiente termico dell'atmosfera e quindi sull'altezza della "inversione" del gradiente stesso e sulla potenza dello strato di "mescolamento".

Le correnti di vento in arrivo dalle zone limitrofe (di campagna e non costruite) si sollevano per effetto del cuscino caldo sopra la città e in tal modo l'effetto di diffusione del vento viene notevolmente ridotto, se non interamente annullato.

La temperatura

Come sopra spiegato, la temperatura dell'aria urbana è, per i fenomeni finora esaminati, a causa della enorme quantità di gasolio che viene bruciato per riscaldamento e/o condizionamento, in genere sempre più

elevata di quella delle aree limitrofe non edificate, mentre l'umidità relativa è inferiore. Questa differenza di temperatura determina i fenomeni di mescolamento tipici delle zone urbane (aspirazione dell'aria dalle zone circostanti negli strati bassi).

Insieme all'energia termica fortemente degradata anche i regimi di riflessione e di albedo determinano la temperatura degli strati bassi dell'atmosfera urbana.

Anche il modo in cui è realizzato lo spazio tra gli edifici stessi (sia geometricamente sia per i materiali utilizzati) influisce non poco sullo scambio radiativo. Un'area intensamente cementata riduce di molto l'evapotraspirazione dal terreno e incrementa l'emissione radiativa nel campo dell'infrarosso aumentando, quindi, la temperatura dell'aria nei bassi strati.

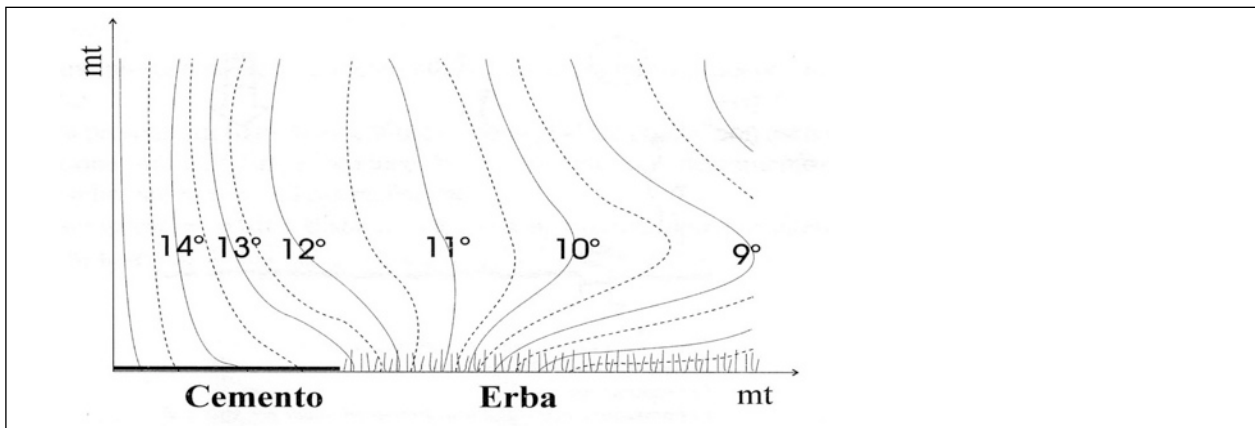


Fig. 6 Andamento della temperatura su una superficie artificiale e su manto erboso. La temperatura dell'aria e quella radiante sono ridotte dall'erba che oltre a determinare un effetto evaporativo assorbe energia necessaria al processo di fotosintesi.

L'umidità relativa

Essa esprime il rapporto percentuale fra la quantità di vapor acqueo presente nell'aria e la quantità che, alla stessa temperatura, sarebbe necessaria perché il vapore condensi in microscopiche goccioline d'acqua. A questo punto l'aria è satura di vapore e se si aggiunge altro vapore, questo condensa in altre goccioline.

Mentre la pressione del vapore rimane costante nel corso del giorno; l'umidità relativa, invece, poiché è legata alla temperatura a bulbo secco, varia in modo significativo al variare di quest'ultima. I valori maggiori si registrano intorno all'alba, quando la temperatura è ai livelli minimi, mentre nel primo pomeriggio otteniamo i valori minimi di umidità relativa, in corrispondenza del massimo della temperatura a bulbo secco. Per la sua dipendenza dalla temperatura dell'aria avremo una maggiore fluttuazione dell'umidità relativa in estate, quando appunto la temperatura dell'aria fluttua maggiormente.

Il suolo urbano nei confronti dell'umidità dell'aria si comporta come una roccia secca; le grandi quantità di acqua che servono la residenza ed in genere l'attività urbana non evaporano se non in minima parte nella cerchia urbana.

Le zone verdi e la vegetazione isolata producono vapore per evaporazione dalle foglie asportando acqua dal terreno ed immettendola nell'aria.

L'aumento della temperatura generalmente provocato sia in estate che in inverno dalla concentrazione costruita provoca un abbassamento dell'umidità relativa.

Questa ragione provoca una diminuzione delle nebbie nei centri urbani, fatte salve le ore di primissimo mattino, quando l'irraggiamento nella zona dell'infrarosso ha abbassato notevolmente la temperatura della superficie urbana rispetto all'aria e si formano nebbie di origine radiativa.

Quando la crosta urbana determina un'inversione di gradiente al suolo questa origina permanenze nebbiose.

// vento

Il vento è una delle componenti più importanti del microclima perché riduce le differenze di temperatura nell'ambiente e contribuisce a dissipare il calore dalle persone e dagli edifici. Esso si crea per differenza di pressione nell'atmosfera a causa della differenza di temperatura, che porta le masse d'aria più calde (meno dense) a sollevarsi richiamando in basso quelle più fredde (più dense), innescando così fenomeni di turbolenza atmosferica più o meno accentuata. Maggiore è la turbolenza, maggiore sarà il suo potere rinfrescante. Velocità dell'aria e rugosità della superficie sono fattori che

determinano il livello di turbolenza (a maggiore rugosità corrisponde una maggiore turbolenza).

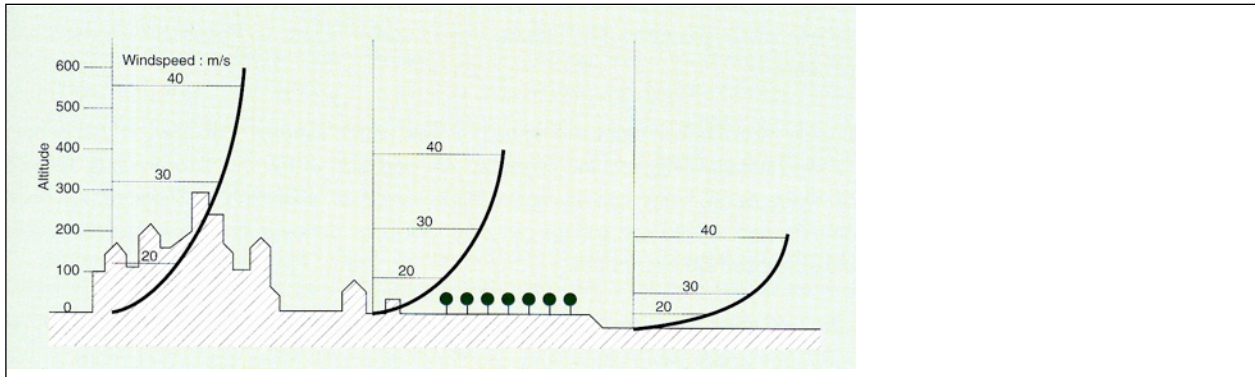


Fig. 7 Andamento della velocità del vento al variare della rugosità del suolo.

La griglia urbana modifica la velocità e la direzione del vento in arrivo dalle aree limitrofe per effetto della sua geometria, della direzionalità dei volumi costruiti e delle “corrugazioni” varie.

Solo venti relativamente sostenuti riescono ad interagire con il suolo urbano, perché le brezze leggere vengono sollevate dalla corrente ascensionale calda che caratterizza la crosta urbana sulla sua verticale.

I venti che infilano vie relativamente larghe e dritte riescono a giungere fino al centro della città, quelli che invece giungono da direzioni diverse rispetto all’orientamento del reticolo urbano principale vengono notevolmente smorzati e rotti in turbolenze che interessano solo l’ampia periferia.

La presenza di larghe piazze e di parchi, o aree verdi di una dimensione “sensibile” rispetto alla griglia urbana può indurre deboli correnti di ventilazione locale.

Edifici alti interagiscono con le correnti di vento che non sono frenate dalla griglia urbana e possono portare della turbolenza al suolo per effetto della vorticosità verticale che inducono nel flusso d’aria intercettato.

La velocità del vento in ambito urbano varia considerevolmente in funzione del rapporto tra direzione del vento e allineamento delle vie. Considerando un tracciato urbano ortogonale con edifici in linea, quando la direzione del vento è parallela ad uno dei due assi, si stabiliscono due diversi modelli di comportamento:

- a) nelle vie parallele alla direzione del vento, la riduzione della velocità dovuta all'attrito con le pareti della via, rispetto a quella in flusso libero, è minima e si può avere persino un aumento della velocità del vento, negli spazi tra le testate degli edifici, se la via è perpendicolare all'allineamento degli edifici stessi;
- b) le vie perpendicolari alla direzione del vento sono caratterizzate da una notevole riduzione della velocità, dovuta all'effetto barriera.

Se la direzione del vento è diagonale alla maglia urbana, e gli edifici sono di media altezza, con un rapporto di 2:1 ($h/d=2$), si verificano condizioni molto diverse sui due lati della via: sul marciapiede sottovento si avvertirà una velocità maggiore che su quello sopravvento, per effetto dell'incanalamento di flusso e della sua accelerazione agli angoli delle vie.

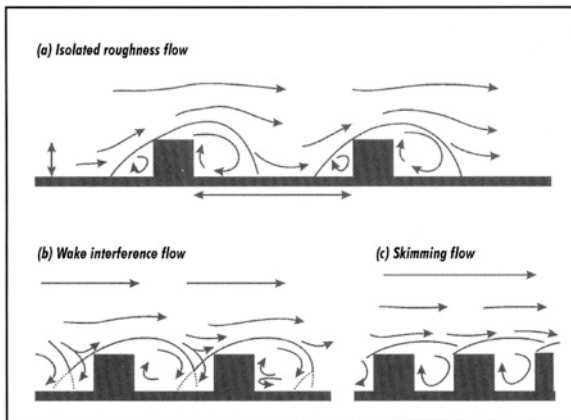


Fig. 8 Andamento del flusso in funzione della distanza tra gli edifici.

Studi sperimentali in camera del vento sono stati condotti per valutare l'effetto dell'altezza degli edifici e dello spazio tra di essi, in un tessuto urbano a maglia ortogonale, con vento perpendicolare all'allineamento degli edifici. Si è rilevato che, se gli edifici sono allineati in parallelo, la variazione della distanza tra gli edifici e, quindi, della densità planimetrica dell'area, non ha significativi effetti sulla riduzione della velocità dell'aria negli spazi interstiziali. Ciò è dovuto al fatto che la

prima linea di edifici devia il flusso verso l'alto, lasciando gli edifici successivi in scia di vento, e determinando quindi un regime di flusso, tra i tre sopra descritti per gli edifici aggregati di tipo pseudolaminare.

Gli alberi nei viali hanno effetto negativo agli effetti della ventilazione dei centri urbani in quanto riducono la sezione utile dei canali adduttori.

Ventilazione locale ed accelerazione delle correnti d'aria si hanno per effetto di cortili comunicanti con strade e per effetto di edifici ravvicinati. Forme edilizie particolari possono provocare un notevole aumento della velocità locale del vento.

La carenza di ventilazione e la grande quantità di calore immesso nell'atmosfera dalla crosta costruita a causa del degrado dell'energia radiante, della combustione e del traffico sono ulteriori cause del fenomeno della "isola di calore urbano".

Effetti della vegetazione sulle aree urbane

L'estensione e il tipo di vegetazione distribuita nella crosta urbana intervengono su molti fattori costituenti la climatologia specifica della città: temperatura dell'aria, velocità del vento, umidità e condizioni di irraggiamento.

Le piante assorbono l'energia solare e invece di trasformarlo in calore sensibile lo trasformano mediante la fotosintesi in energia chimica; sottraggono, quindi, calore all'ambiente circostante. Un ulteriore raffrescamento è determinato dal calore assorbito dalla evaporazione che avviene sulla superficie delle foglie. Per effetto combinato dei due fenomeni risulta in un sensibile abbassamento della temperatura in corrispondenza di aree verdi rispetto alla temperatura su superfici asfaltate o costruite.

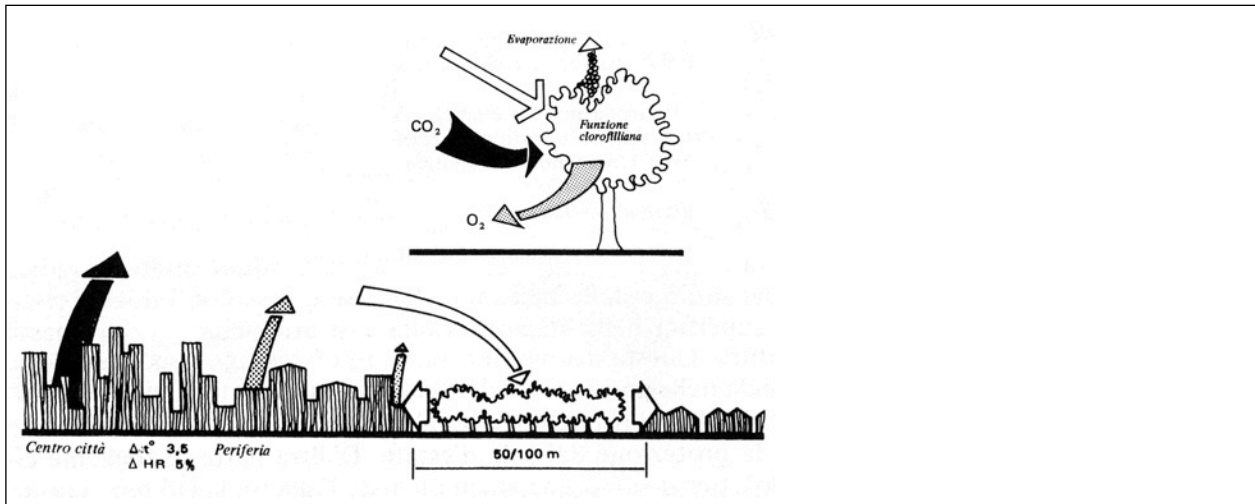


Fig. 9 Effetto ossigenante della vegetazione (sopra); effetto di umidificazione dell'aria di una zona verde (sotto).

A questi effetti si deve aggiungere il naturale effetto raffrescante che deriva dall'ombra portata dalle chiome di alberi: nel caso di foglie caduche tale effetto viene a mancare nelle stagioni fredde quando il sole è gradito.

La riduzione della temperatura dell'aria al suolo provocata dalla vegetazione è accompagnata da un aumento della umidità: questo effetto può essere vantaggioso in climi aridi, mentre in climi umidi è, ovviamente, meno desiderabile.

Il tipo di vegetazione, l'estensione, l'altezza e la forma delle chiome sono fattori determinanti. Inoltre, per valutare gli effetti indotti sulla ventilazione derivanti dalla vegetazione è necessario considerare che:

- grandi aree verdi possono aumentare la velocità del vento al suolo ristabilendo la dinamica delle inversioni di gradiente alla mesoscala;
- alberi a alto fusto sparsi con grandi chiome accelerano la velocità dell'aria sotto le loro foglie;
- alberi alti e vicini riducono notevolmente la velocità del vento al suolo e possono essere usati come elementi frangivento quando questo è un elemento dal quale è necessario difendersi.

Modificazioni climatiche indotte dalle aree urbane

Oggi si tende ormai a considerare la città come un organismo con il suo proprio metabolismo interno. Da numerosi studi e misurazioni sul campo si è notato, innanzitutto, come la formazione dell'“isola di calore” sia un elemento che accomuna quasi tutti i centri urbani. In senso generale la formazione dell'isola di calore potrebbe essere causata da inversioni termiche verificatesi particolarmente all'esterno della città. Ecco quindi una caratteristica fondamentale del regime termico urbano: di notte il raffreddamento è sempre di minore intensità nelle aree edificate rispetto alle aree esterne.

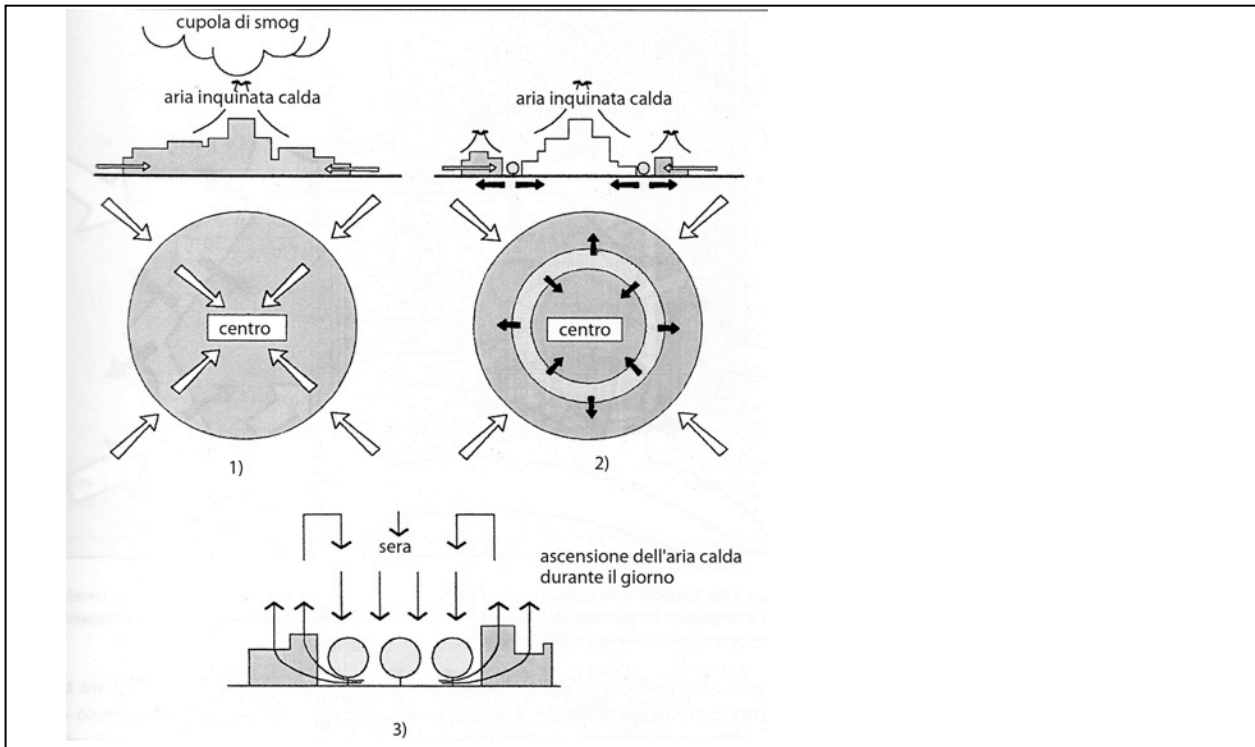


Fig. 10 Schemi di flussi di aria in una struttura urbana in assenza di vento. 1) L'isola di calore del centro determina una brezza esterno interno che concentra l'inquinamento. 2) Le strutture urbane verdi concentriche e diffuse puliscono e raffreddano l'aria innescando brezze che vanno dal verde al costruito. 3) Flussi giornalieri di circolazione d'aria.

La struttura della temperatura rivela che gli effetti dell'inversione termica sono maggiori nella periferia rispetto al centro, mentre in questo sono superiori le altezze dell'isola termica (in linea indicativa possono essere da tre a cinque volte l'altezza media degli edifici urbani).

In termini specifici, l'aria al di sotto dello strato di massima velocità del vento è considerata come "aria della città". La quantità di calore accumulata entro l'area urbana è notevolmente influenzata dalla produzione artificiale di calore e dalla capacità termica dei materiali da costruzione. La differente situazione termica di una città nei confronti dei suoi dintorni, dipende proprio dalla maggiore capacità dell'ambiente costruito di trattenere il calore rispetto alle aree rurali circostanti.

L'impatto dell'incisione della radiazione solare sul clima in prossimità del suolo dipende in parte dal rapporto tra l'altezza degli edifici (H) e lo spazio (W) tra loro, detto rapporto H/W degli spazi tra gli edifici.

Nell'area pianeggiante, la maggior parte della radiazione solare è riflessa o emessa, dopo l'assorbimento, verso il cielo con una radiazione ad onda-lunga. In una area a media densità (rapporto H/W di circa 1), la maggior parte della radiazione riflessa incide su altri edifici o sul suolo e viene infine assorbita dal suolo o dalle zone in prossimità di esso. Nell'area ad alta densità (rapporto H/W di circa 4 o più), la maggior parte dell'assorbimento si concentra molto al di sopra del livello del suolo. Di conseguenza, il tasso di radiazione che raggiunge il suolo, e che riscalda l'aria vicino ad esso, è minore che nel caso della media densità.

Oke (1981) introdusse il termine "Urban Canyon" e presentò analisi quantitative dettagliate del suo bilancio energetico e dei risultati sulla misurazione relativa ad un canyon urbano a Vancouver, Columbia Britannica, con un rapporto H/W di circa 0,9. In questo studio, si constatò che circa il 60% del guadagno solare di mezzogiorno si traduceva in riscaldamento sensibile dell'aria contenuta nel volume del canyon, circa il 30% veniva conservato dai materiali dell'involucro del canyon, e circa il 10% veniva disperso tramite l'evaporazione delle superfici del canyon.

Il clima a scala urbana si presenta quindi come una stratificazione di fenomeni le conseguenze complessive dei quali sono quasi sempre ignorate dalla progettazione urbanistica ed edilizia. Le modifiche climatiche indotte dalle zone urbane rispetto alle zone rurali circostanti si possono sintetizzare nei seguenti dati:

- temperatura media annua più elevata;
- temperatura minima invernale più elevata;
- nuvolosità dal 5 al 10% superiore;
- frequenze delle nebbie invernali 100% superiore;
- presenza nell'atmosfera di materiale particellare 10 volte superiori;
- ventosità media annua dal 20 al 30% superiore.

Il clima a scala urbana, ancorché noto in modo lacunoso è la matrice determinante per comprendere le caratteristiche del clima edilizio esterno e quindi per operare, alla scala edilizia, le appropriate scelte progettuali.

Bibliografia

- Chandler, T.J., *Urban climatology and its relevance to urban design*, Technical note n.149. World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland, 1976;
- Matteoli L., *Azione ambiente*, edizioni libreria cortina, Torino, 1977;
- Goulding J. R., Lewis J. O., Steemers, T. C., *Energy conscious design, a primer for architects*, Batsford, London, UK, 1992;
- Givoni B., *Climate considerations in building and urban design*, Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 1998;
- AA.VV., *A green vitruvius, principles and practice of sustainable architectural design*, James&James, London, UK, 1999;
- Santamouris M., *Energy and climate in the urban built environment*, James&James, London, UK, 2001;
- Scudo G., Ochoa de la Torre J.M., *Spazi verdi urbani*, Esselibri, Napoli, 2003;
- Lepore M., *Progettazione bioclimatica in ambito urbano*, Aracne editore, Roma, 2004;
- Dessi V., *Progettare il comfort urbano*, Esselibri, Napoli, 2007;
- Grosso M., *Il raffrescamento passivo degli edifici in zone temperate* II edizione, Maggioli, 2008.