

■ Indice

| | | |
|-----|--|-----|
| ■ | Prefazione | XI |
| ■ | Introduzione | XV |
| ■ 1 | Rappresentazione dell'ambiente | 1 |
| | 1.1 Definizione di ambiente | 1 |
| | 1.2 Scala di rappresentazione delle condizioni ambientali | 4 |
| | 1.3 I dati climatici | 5 |
| ■ 2 | La rappresentazione ascalare delle condizioni ambientali | 9 |
| | 2.1 Temperatura | 9 |
| | 2.2 Irraggiamento solare | 32 |
| | 2.3 Illuminazione | 39 |
| | 2.4 Vento. | 41 |
| ■ 3 | Localizzazione delle rappresentazioni ascalari e rappresentazioni a scala urbanistica | 45 |
| | 3.1 Le emergenze ambientali. | 45 |
| | 3.2 Sole/ombra | 51 |
| | 3.3 Illuminazione | 68 |
| | 3.4 Vento. | 72 |
| ■ 4 | Rappresentazione a scala edilizia | 79 |
| | 4.1 Tecniche grafiche di rappresentazione dei flussi | 79 |
| | 4.2 Regole di funzionamento. | 82 |
| | 4.3 Indicazioni per il predimensionamento dei sistemi naturali di controllo ambientale. | 86 |
| | 4.4 Andamento delle condizioni termiche in un ambiente confinato. | 94 |
| | 4.5 Andamento delle condizioni di illuminazione in un ambiente confinato | 104 |

- 5 Tecniche di simulazione energetica mediante modelli 107
 - 5.1 Costruzione di modelli fisici per l'analisi del funzionamento ambientale. 107
 - 5.2 Strumenti per l'analisi del soleggiamento. *Heliodon* 111
 - 5.3 Strumenti per l'analisi dell'illuminazione naturale. *Cielo Artificiale*. . . 113
 - 5.4 Introduzione ai metodi informatici di simulazione 117

- 6 Bibliografia 131

■ Prefazione

di Gianni Scudo

Un aspetto importante della crisi dell'architettura moderna è la carenza di controllo dei caratteri ambientali in fase di progetto, di costruzione e di uso dell'ambiente costruito.

Per caratteri ambientali si intende un insieme di aspetti che riguardano da un lato le "prestazioni" ambientali dell'architettura in rapporto alle esigenze umane di benessere multisensoriale (lo "star bene" connesso al caldo, freddo, alla luce, al suono ecc.) e dall'altro le prestazioni ambientali dei processi costruttivi, cioè il come si risponde alle esigenze con un uso delle risorse culturali, materiali ed energetiche che abbiano un livello elevato di sostenibilità cioè il minimo impatto ambientale a livello locale e globale.

Tutti gli insediamenti antichi, moderni e contemporanei sono stati e sono in diversa misura insostenibili, perché sono sistemi termodinamici aperti di tipo dissipativo. Tuttavia lo sviluppo recente (degli ultimi 60 anni) ha fortemente accentuato la insostenibilità ambientale determinando un aumento a forbice degli squilibri nel Sud e nel Nord e tra Sud e Nord del mondo (l'impronta ecologica – un indicatore quantitativo sintetico d'insostenibilità ambientale – degli USA è circa doppia di quella dell'UE, che ha sua volta è quasi tripla della media mondiale dei Paesi in via di sviluppo).

I movimenti ecologici europei e mondiali hanno elaborato strategie a diversa scala, che, partendo dalla critica dei limiti sociali e ambientali del modello di sviluppo e degli stili di vita dominanti a elevato spreco e inquinamento, hanno innescato pratiche alternative sostenibili più o meno radicali, basate sulla logica ecosistemica dell'integrazione d'uso di tutte le risorse inclusi gli scarti (dai progetti pionieri ZERI di G. Pauli, alle comunità che vivono di rifiuti urbani, al modello Curitiba o Brema, all'ecologia industriale...)

La sostenibilità dell'ambiente costruito si sta sviluppando a livello di movimenti e istituzioni; anche se non sempre la logica "pioniera" dei movimenti si traduce in politiche istituzionali, è importante che la dialettica tra sperimentazione e istituzione permetta la crescita di utopie concrete che costituiscono i "mattoni" dei progetti di sostenibilità locale.

Questa sfida molto importante investe direttamente il ruolo e l'attività degli architetti e la loro formazione, processo che richiede un impegno innovativo di revisione delle logiche, degli strumenti e delle azioni progettuali. La sostenibilità riguarda strutturalmente la dinamica morfologica o morfogenesi. Le forme in natura sono il prodotto di tempi lunghi di evoluzione e selezione e si formano attraverso un processo di interfaccia con l'ambiente con il quale scambiano materia ed energia necessarie alla loro cre-

scita che a sua volta plasma l'ambiente circostante. Anche le forme dell'architettura sono prodotte da un processo analogo reso più complesso dalle esigenze culturali delle società umane. Alcune società umane hanno costruito insediamenti che hanno utilizzato e stanno utilizzando a scala globale le risorse materiali ed energetiche in modo socialmente e ambientalmente molto rischioso.

Ecco perché gli aspetti di morfologia, di selezione e uso dei materiali e dell'energia sono aspetti cruciali nel progetto di sostenibilità.

È sempre più necessario prevedere con cura l'energia consumata nei processi di produzione, trasporto e assemblaggio in cantiere, le prestazioni energetiche, l'energia necessaria per l'uso, la manutenzione, e per le potenzialità di riuso e riciclaggio, oltre naturalmente l'utilizzo di fonti rinnovabili (sole, vento, calore ambientale) per raffrescare, riscaldare, ventilare, illuminare naturalmente, produrre e accumulare energia elettrica.

Gli strumenti classici dell'architettura sono orientati essenzialmente al controllo dei caratteri distributivi, strutturali – tecnologici e stilistici o di linguaggio (le "utilitas", "firmitas" e "venustas" vitruviane) che attengono essenzialmente allo spazio e molto meno ai caratteri ambientali intesi nel senso sopra descritto che investono la dimensione del tempo (cicli giornalieri e stagionali del sole e del vento, tempi di rinnovabilità delle risorse ecc.)

L'integrazione quindi dei contenuti e degli strumenti che riguardano l'approccio ambientale al progetto di architettura ha dei vincoli di carattere teorico.

Gran parte derivano dal carattere autoreferenziale di molti approcci alla progettazione che tendono a considerare i caratteri ambientali (e gli strumenti in grado di controllarli) non come parte integrante del progetto, ma come un contributo di tipo specialistico: per esempio, l'approccio bioclimatico viene risolto con interventi generalmente a valle del progetto iniziale come fanno i consulenti delle strutture e degli impianti ai quali si richiede o di modificare il meno possibile la configurazione del progetto o, al contrario, di esaltarne alcuni caratteri (l'esibizione "muscolare" della struttura, degli impianti ecc.)

I caratteri ambientali non si confondono nel complesso degli altri caratteri architettonici in una struttura organica, ma si tende a utilizzarli per il loro carattere espressivo attraverso la sensazionalità dell'innovazione tecnologica, essenzialmente per "far meraviglia".

Esiste invece una tendenza, in particolare nel contesto centro – nord europeo, a integrare le tematiche della sostenibilità nella progettazione architettonica radicata nei luoghi, nei contesti fisici e climatici e caratterizzata da una grande differenziazione regionale. L'architettura dello spazio pubblico, degli spazi di transizione, delle abitazioni e dei servizi, insomma di tutto il tessuto connettivo che costituisce la base del progetto di sostenibilità ambientale e sociale è la struttura che metabolizza e dissipa attraverso forme, materiali, sistemi di mobilità e impianti dal 60 al 70% delle risorse

materiali ed energetiche. È quindi in questo ambito che bisogna concentrare gli interventi per riequilibrare e rendere vivibile l'ambiente nel quale viviamo.

In questo campo della formazione, il controllo dei caratteri ambientali nel progetto di architettura riveste un ruolo essenziale e spesso sottovalutato, come dimostrano le emparse dei piani di sostenibilità urbana che non entrano quasi mai nel merito di come e quanto la morfologia dell'ambiente costruito determini differenti modelli d'uso delle risorse.

Il contributo di Rogora si muove nell'alveo dell'elaborazione di strumenti per il dimensionamento dei caratteri ambientali nel progetto di architettura, aggiornando una serie di contributi esistenti ed elaborandone alcuni di originali.

Uno degli aspetti più interessanti è di aver focalizzato l'interesse su strumenti che permettono di fare previsioni di prestazioni ambientali (caldo, freddo, luce ecc.) nelle prime fasi della progettazione, quando cioè l'insieme di vincoli e risorse comincia a conformarsi con decisioni che riguardano la morfologia e l'orientamento degli edifici e dello spazio aperto, la distribuzione degli spazi interni, il tipo di struttura, le tecnologia e materiali dell'involucro.

L'interazione tra il campo dei flussi ambientali del sito e le scelte progettuali determinano fin dall'inizio le modifiche di microclima all'esterno e all'interno degli spazi e i metodi semplificati elaborati da Rogora permettono di simulare in modo approssimato, ma coerente con il processo di progettazione, le prestazioni relative alla disponibilità di radiazione, di vento, all'andamento delle condizioni termiche e d'illuminazione naturale in un ambiente confinato.

Un apporto interessante relativo alle tecniche grafiche di rappresentazione dei flussi ambientali che permettono di "disegnare" le logiche generali di funzionamento ambientale degli interscambi tra organismo edilizio e campo delle forze ambientali che sono essenzialmente temporali e quindi sfuggono ai tradizionali strumenti della progettazione.

Il progetto dell'architettura sostenibile si struttura infatti intorno alle fluttuazioni delle risorse ambientali (ritmi del sole, del vento, della rinnovabilità delle risorse materiali ecc.) e in questo campo non esiste una tradizione di notazione. L'autore è riuscito a elaborare un sistema di rappresentazione efficace e coerente che include i principali flussi e i fenomeni fisici coinvolti nelle trasformazioni. Costituisce quindi un contributo non marginale all'elaborazione della rappresentazione grafica dei complessi fenomeni spazio-temporali connessi con la previsione dell'interazione forma/tecniche e forze ambientali nel progetto di architettura.

■ Introduzione

Quando incominciai a operare nel campo della cosiddetta progettazione bioclimatica, architettura energeticamente consapevole o architettura solare passiva, uno dei principali problemi che mi si presentò fu come introdurre i concetti energetici nel processo di progettazione, ovvero come rendere compatibili queste informazioni con gli strumenti del progetto.

Come studente prima, ma successivamente anche come professionista e insegnante, ho trovato grandissime difficoltà nel dare una rappresentazione dei flussi energetici nell'ambiente e della loro variazione all'interno del progetto. D'altra parte rappresentare significa conoscere e permette di spostare il problema del rapporto tra energia e architettura dal piano dell'ottimizzazione di una condizione specifica (tipica della professione dell'ingegnere) a quello della progettazione di una condizione adeguata (più vicina all'approccio dell'architetto).

Paradossalmente fino ai primi anni Ottanta (in particolare nel ventennio Sessanta-Ottanta), pur non essendo disponibili sofisticati strumenti di rappresentazione come quelli odierni (software di rappresentazione e animazione tridimensionale, realtà virtuale ecc.), vi è stata una significativa produzione di metodi semplificati di analisi e rappresentazione delle condizioni ambientali. Negli ultimi vent'anni l'interesse per la rappresentazione grafica dei fenomeni energetici (specialmente nelle fasi di pre-progettazione) è invece andata spegnendosi a favore di una rappresentazione oggettiva sempre più sofisticata.

A tuttoggi in Italia vi è carenza di testi operativi e professionali di introduzione alla progettazione bioclimatica, probabilmente anche in ragione del ridotto numero di realizzazioni bioclimatiche significative nel nostro Paese e alla scarsità di progettisti disposti a sperimentare nella loro professione questo approccio.

Questo libro vuole essere un piccolo contributo in questa direzione, raccontando la mia personale esperienza di progettista, consulente e ricercatore su questi temi.

Il testo è strutturato in 3 sezioni distinte che si propongono di: fornire un inquadramento teorico dei diversi temi; mostrare le soluzioni operative dei problemi esposti teoricamente ripercorrendo, quando possibile, progetti e realizzazione che ho potuto seguire direttamente; fornire gli strumenti operativi di lavoro, sotto forma di allegati, utilizzabili per compiere le analisi (sw, file ecc.).

Le modalità di rappresentazione ambientale per il progetto descritte in questo libro abbracciano un ambito molto diverso e per certi versi più ampio di quello a cui il progettista è abituato.

Normalmente la rappresentazione dell'ambiente si limita a una descrizione *oggettiva-*

le della realtà ottenuta attraverso immagini fotografiche e schizzi, oppure a una descrizione codificata che *traduce* la realtà in un linguaggio convenzionale quale è il disegno tecnico. Si hanno così rappresentazioni planimetriche, sezioni, fronti, spaccati, assonometrie, e quant'altro la topografia e la geometria descrittiva ci mettono a disposizione.

Ogni epoca ha utilizzato strumenti di rappresentazione conformi alle proprie necessità e al proprio tempo legando, per certi versi, tecniche di rappresentazione e produzione architettonica.

Strumenti considerati obsoleti o poco duttili, rispetto ad altri apparentemente molto più efficienti, possono però risultare molto efficaci se osservati con maggiore attenzione. Prendiamo l'esempio dei software di videoscrittura che hanno finalmente liberato le segretarie dall'uso del bianchetto e della carta copiativa e che hanno permesso di operare continue correzioni che non richiedevano l'intera riscrittura del testo ma solo poche variazioni a video, oppure le potenzialità della posta elettronica che annulla le distanze e azzera i tempi... come pensare che la vecchia stilografica e le lunghe operazioni postali possano dare qualcosa in più o di diverso di quel che si può avere con l'uso di questi mezzi? Eppure come può essere trasferito nel testo a video il tratto prodotto dalla penna che si modifica con l'umore riuscendo a diventare spigoloso per la rabbia, tremolante per l'eccitazione o insicuro per la paura? Le stesse correzioni, difficili da nascondere tra le righe del testo, sono in un certo modo parte della comunicazione che nessun computer riuscirà tanto facilmente a sostituire nemmeno quando diventerà versatile e portatile come i palmari da taschino. Cosa dire poi della lettera cartacea affidata alle mani del postino, il ruolo e il valore del tempo, l'attesa della risposta e il rischio di dimenticare qualcosa nel messaggio che avrebbe richiesto di nuovo le complesse operazioni postali e la relativa, lunga attesa.

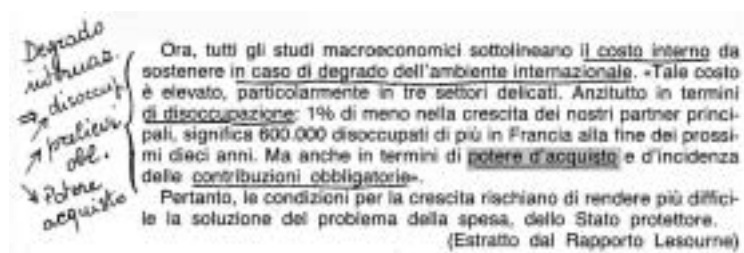


Figura 1 Esempio di uno scritto con annotazioni.

La sola descrizione dei caratteri dimensionali e materiali degli edifici non appare oggi completamente soddisfacente per il progettista. Se pensiamo che la conoscenza e il controllo dei fenomeni energetici debbano essere parte integrante del bagaglio culturale e della professione dell'architetto, occorre indagare metodi e tecniche di rappresentazione capaci di descrivere questi fenomeni in modo che risultino utilizzabili nel processo di progettazione e lo modifichino in modo da migliorarne i risultati.

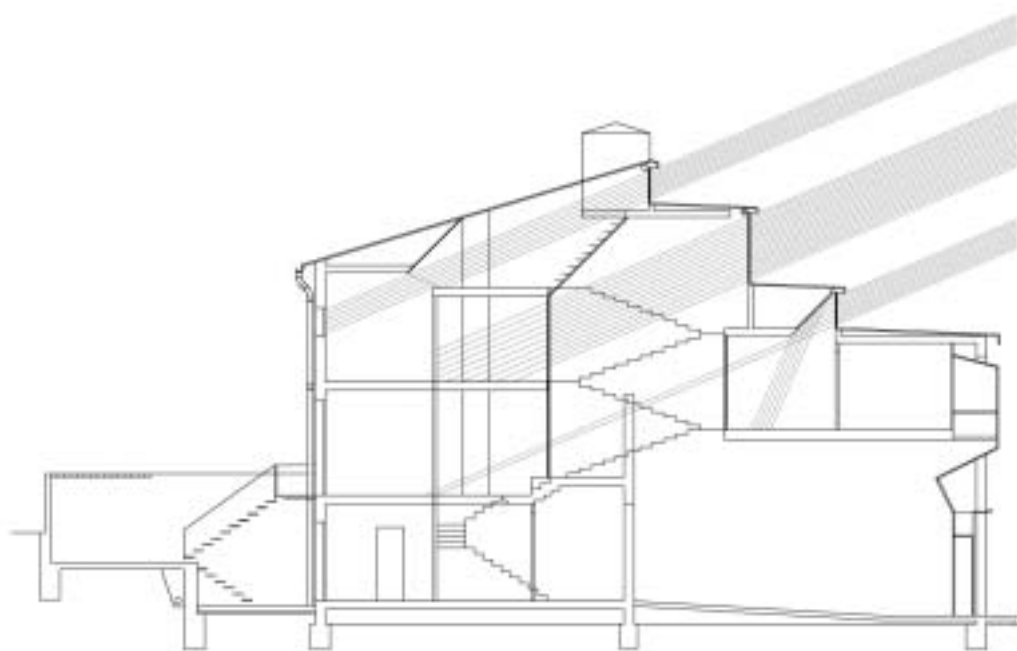


Figura 2 Sezione di Casa Serra a Barcellona. Sovrapposto al disegno architettonico è rappresentata la relazione dell'edificio alla radiazione solare diretta.

Questo testo cerca di introdurre alcune modalità di descrizione/rappresentazione dell'energia (calore, luce e pressione acustica) nella progettazione architettonica.

Si è cercato, per quanto possibile, di ordinare gli strumenti di analisi e rappresentazione ambientale dell'energia secondo una sequenza "tipo" che riprende le operazioni seguite da un progettista nel proprio lavoro. Pur riferendosi sempre alla fase iniziale della progettazione (e quindi trattando solo superficialmente la fase di approfondimento), gli strumenti descritti vanno dai più generali a quelli più specifici. In ogni singola situazione starà quindi al progettista scegliere quali strumenti utilizzare e quali non considerare perché inadatti alle proprie necessità.

Il testo cerca di descrivere gli effetti che hanno le variazioni delle condizioni ambientali sul progetto dell'ambiente costruito secondo un approccio che non cerchi di ottenere poche informazioni *assolutamente* precise ma quante più informazioni possibili per formarsi un quadro *verosimile e probabile*, quindi utile ai fini progettuali. In quest'ottica è preferibile descrivere in maniera meno sofisticata un fenomeno complesso (anche introducendo delle semplificazioni *grossolane*, purché sensate), piuttosto che non descriverlo affatto a causa della sua complessità.

Per il progettista un sistema di analisi preciso ma farraginoso, lungo da utilizzare e che richieda dati molto specifici, risulta assolutamente inutile nelle fasi iniziali e più creative del proprio lavoro perché non è commisurato al tipo di definizione che il progetto



Figura 3 Esempio di rappresentazione della luce in un ambiente secondo la visione del progettista.

ha in questa fase. D'altra parte esistono molti esempi di valutazione delle condizioni ambientali, anche abbastanza precisi, ottenuti dando indicazioni di tipo qualitativo e parametrico degli elementi di involucro.

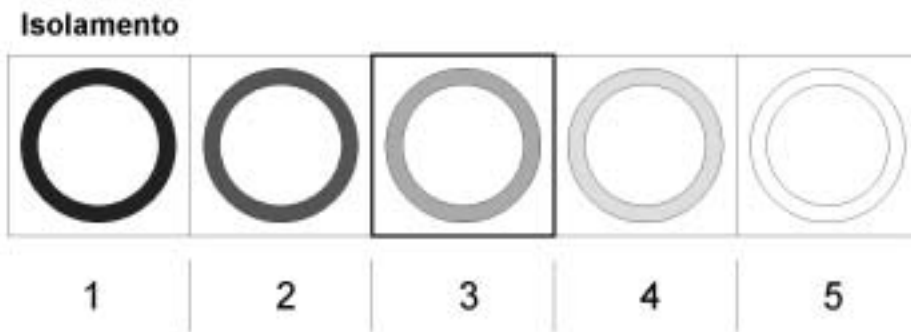


Figura 4 Esempio di schermata del software CLA relativa ai diversi gradi di isolamento dell'involucro.

I capitoli che seguono introducono alcuni metodi di analisi e rappresentazione dell'ambiente congruenti con le fasi iniziali del processo di progettazione che permettono di ottenere informazioni utili per definire l'impianto progettuale.

■ 1 Rappresentazione dell'ambiente

1.1 Definizione di ambiente

La definizione di ambiente può riferirsi a molteplici ambiti, in questo caso si intende limitarla ai parametri fisici che contribuiscono a definire la sensazione termica, luminosa e acustica, ovvero: luce, radiazione, calore, umidità, vento e rumore. Di questi elementi è possibile dare una semplice descrizione fisica (condizioni puntuali specifiche di ognuno dei parametri considerati), eventualmente legandola a un andamento temporale (variazione nel tempo – giorno, ora, mese – del valore di ogni parametro), oppure tentare di dare anche una lettura spaziale indicandone, se possibile, gli effetti sinergici (comfort termico, luminoso, acustico). Questa seconda posizione è certamente più interessante per la progettazione degli ambienti, anche se si presenta più complessa nell'analisi e meno ricca di strumenti di rappresentazione codificati e *oggettivi*.

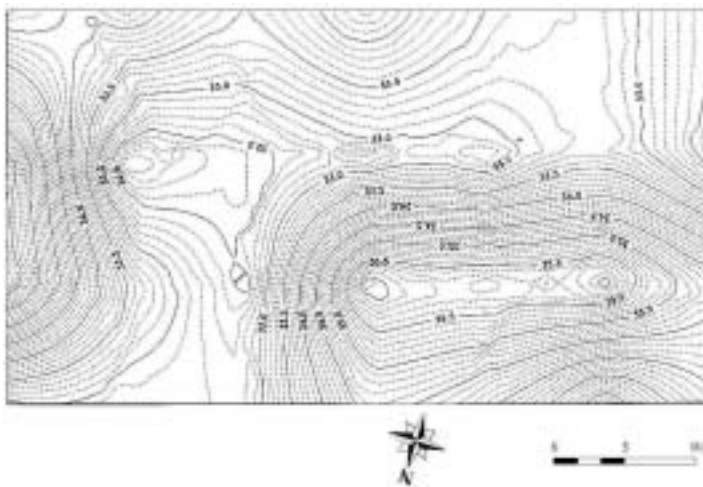


Figura 1.1 Andamento delle condizioni termiche (variazione del budget energetico) in una piazza di Milano.

Un'ulteriore annotazione riguarda la variabilità degli effetti che un insieme di stimoli fisici può produrre in soggetti diversi, fatto che rende difficile (qualcuno sostiene addirittura impossibile) darne una rappresentazione utile e *obiettiva*.

Personalmente credo che la rappresentazione delle condizioni energetiche nell'ambiente – sebbene semplificata e approssimata – e la descrizione della loro variazione spazio/temporale, possa essere di fondamentale aiuto al progettista nel prendere decisioni consapevoli e congruenti con l'andamento delle forze della natura.

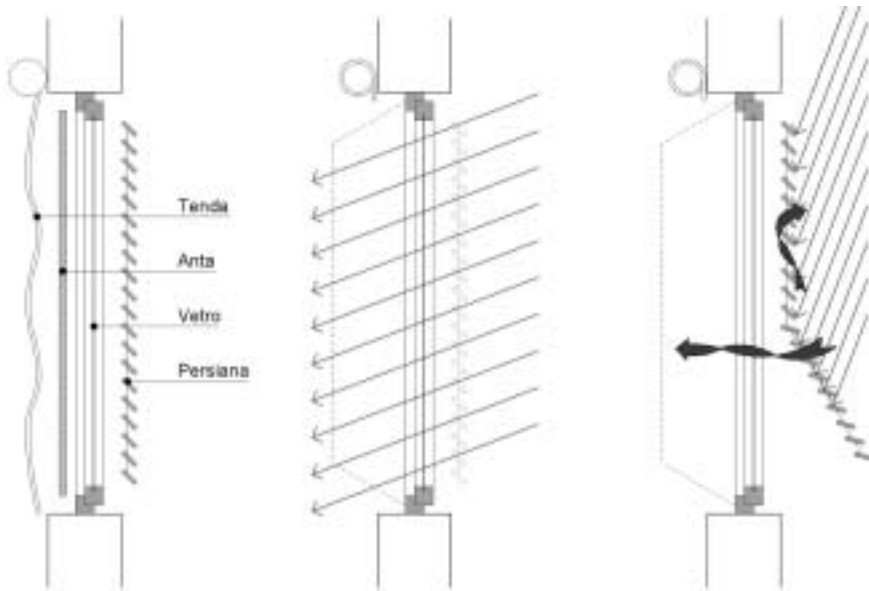


Figura 1.2 La finestra mediterranea è un elemento dell'architettura che può funzionare come barriera o connessione a flussi energetici diversi.

Si tratta naturalmente di iniziare a indagare nuovi sistemi di rappresentazione (in molti casi semplicemente di riscoprirli) accettando sia la fatica che questo approccio richiede, sia le conseguenze e i limiti che esso comporta. Infatti come sarebbe possibile esplicitare delle tendenze o dei conflitti tra natura e artificio senza cercare di risolverli una volta descritti?

Probabilmente molta della resistenza che alcuni architetti hanno nell'accettare qualsiasi strumento di valutazione che limiti o indirizzi il loro *atto creativo* è da ascrivere all'idea di superiorità dell'atto progettuale (appunto creativo) che deve permanere libero da ogni vincolo e ogni possibile valutazione impedendo, tra l'altro, qualsiasi comparazione e valutazione di qualità del prodotto finale.

Oltre a questa possibilità di valutazione sarebbe anche interessante individuare ed esplicitare la *capacità perturbante* che le diverse scelte di progetto hanno sulle condizioni locali per permettere al progettista di comprendere come, quando e quanto abbiano pesato specifiche scelte sul comportamento ambientale del progetto. Descrivere l'importanza della messa a dimora di un'essenza vegetale, della scelta di un materiale di rivestimento o del tipo di pavimentazione (ma anche la costruzione di un

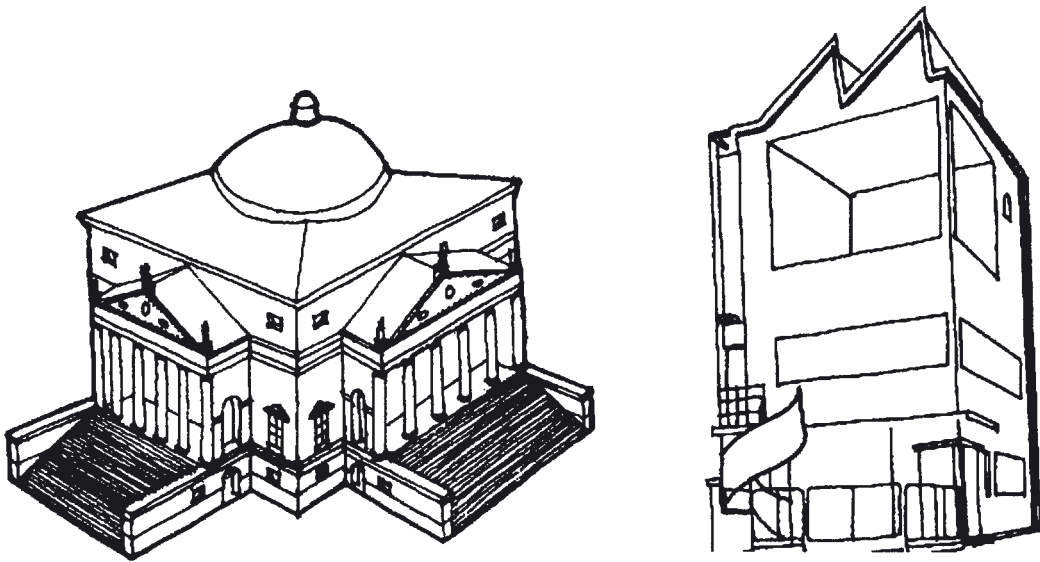


Figura 1.3 Villa Capra (Palladio 1567), Casa Studio (Le Corbusier 1922).

muro, l'apertura di una breccia, la chiusura di una porta ecc.), permetterebbe di sapere come e quanto ogni azione modifichi le condizioni locali specifiche. Purtroppo questo problema è assai distante dalla soluzione; credo comunque che ogni piccolo passo compiuto in questa direzione sia un buon passo.

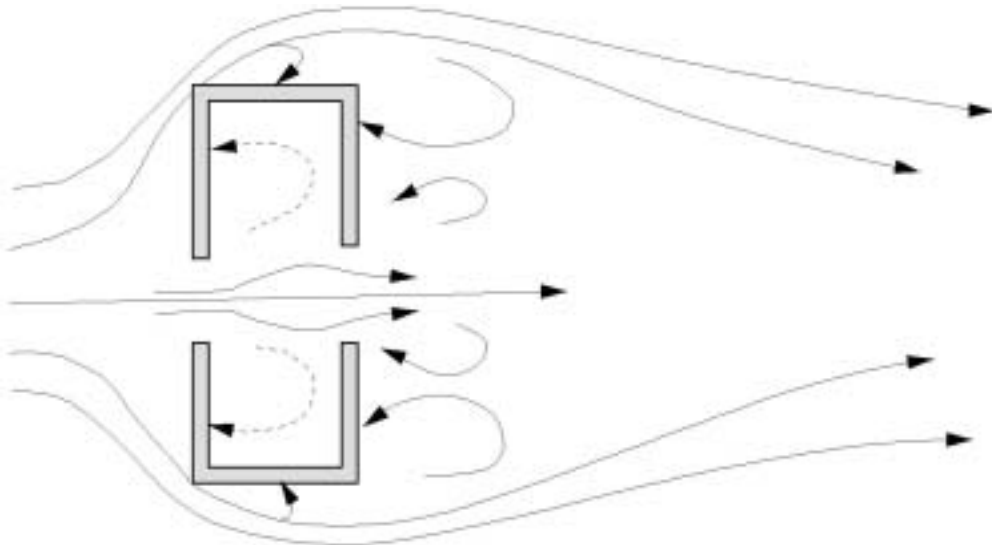


Figura 1.4 Modifica locale del pattern del vento in presenza di un ostacolo.

1.2 Scala di rappresentazione delle condizioni ambientali

In molti casi la rappresentazione delle condizioni ambientali è di tipo ascalare e aspaziale (un valore o un insieme di valori), anche se a ogni scala grafica corrisponde, normalmente, la possibilità di esprimere meglio e più convenientemente, informazioni diverse relative ai flussi e ai livelli energetici.

Alcune informazioni sono valide per porzioni ampie di territorio (oppure sono insensibili alle variazioni locali), altre hanno un valore generale ma possono essere modificate in relazione all'intorno specifico.

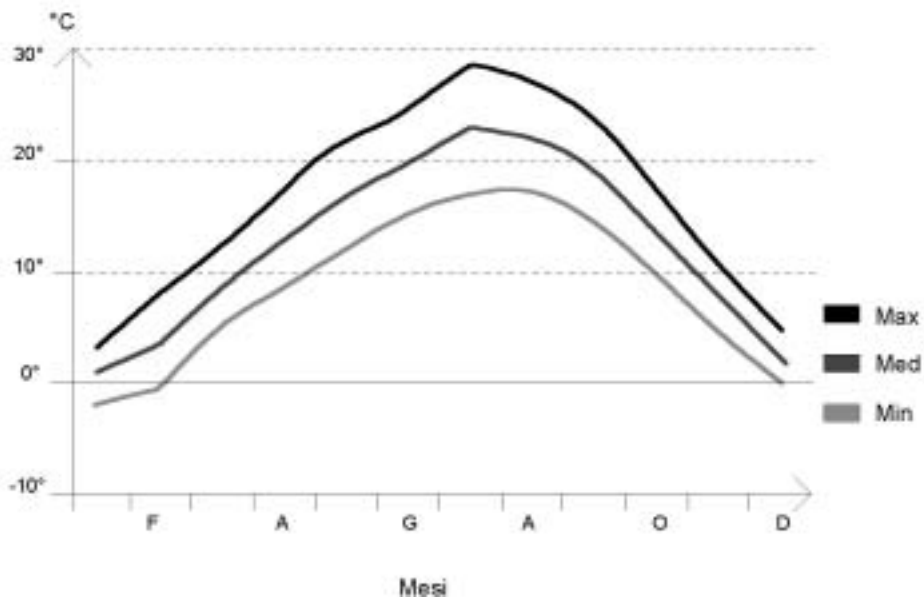


Figura 1.5 Temperature dell'aria, medie, minime e massime rilevate a Milano nei diversi mesi dell'anno.

Certe analisi e rappresentazioni ambientali hanno significato unicamente a scala micro-urbanistica, altre ancora a scala edilizia mentre alcune sono significative solo a scala di dettaglio.

L'esperienza insegna che gli strumenti di aiuto alla progettazione, generalmente più efficaci, sono quelli che hanno una rappresentazione congruente con i disegni di progetto (planimetrie, piante e sezioni) e sono quindi più immediatamente comprensibili dagli operatori. Tra l'altro questo tipo di rappresentazione è più immediata e generalmente meglio accettata perché non richiede codici interpretativi molto diversi da quelli classici. Purtroppo non è sempre possibile arrivare a rappresentazioni *compatibili* con gli usuali codici di rappresentazione e diviene quindi necessario provvedere anche in maniera diversa.

Nei capitoli seguenti vengono definiti alcuni strumenti di rappresentazione alle diverse scale indicando obiettivi, modalità, limiti e vincoli al loro utilizzo.

1.3 I dati climatici

In Italia esiste una rete ampia e diffusa di stazioni di rilevamento dei dati climatici che fanno però capo a organismi diversi spesso senza alcun coordinamento tra di loro. Le stazioni di rilevamento più note sono quelle dell'Aeronautica Militare (Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare) che registrano dati di temperatura, umidità, radiazione e velocità del vento. Oltre all'Aeronautica Militare si occupano del rilevamento dei dati: il Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, l'Ufficio Centrale di Meteorologia del Ministero dell'Agricoltura, le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), alcune ASL, Università, centri di ricerca, le comunità montane, i circoli sportivi (vela, canoa, tiro ecc.), gli osservatori astronomici, diverse associazioni ma anche privati cittadini. Molti di questi soggetti utilizzano procedure standard di rilevamento dei dati e li elaborano offrendo valori precisi e statistiche dettagliate, altri forniscono informazioni frammentarie e incomplete, sia a causa del tipo di strumentazione utilizzata che per l'impossibilità di elaborare i dati (registrati solo su supporto cartaceo) con il risultato di avere un'informazione diffusa ma difficile da reperire e spesso scarsamente utilizzabile.



Figura 1.6 Indicazioni delle stazioni di rilevamento riportate in dati climatici per la progettazione edile e impiantistica, (CNR).

Un'altra fonte da cui attingere i dati climatici, relativi a una specifica località, sono le norme e i testi che, in modo diverso, si sono interessati di climatologia. Le fonti più conosciute e facilmente reperibili sono: la norma UNI 10349 (Dati climatici), che riporta i dati relativi a 101 capoluoghi di provincia, e il testo *"Dati climatici per la progettazione edile e impiantistica"* edito dal CNR nel 1982 e, recentemente il software *Meteonorm*¹. Resta il fatto che generalmente i dati climatici hanno formati differenti nelle diverse pubblicazioni e, quand'anche vengano resi omogenei nelle unità di misura, spesso i valori per la medesima località differiscono da una fonte all'altra. I motivi di questa discrepanza possono dipendere dalla differente epoca di rilevamento ed elaborazione, dal luogo specifico di rilevamento, dal tipo di strumentazione utilizzata per il rilevamento ma anche dai diversi obiettivi per i quali sono stati elaborati. Nel nostro caso l'obiettivo non è di tipo normativo e quindi cercheremo di utilizzare i dati più verosimili che non sono necessariamente quelli indicati dalla normativa.

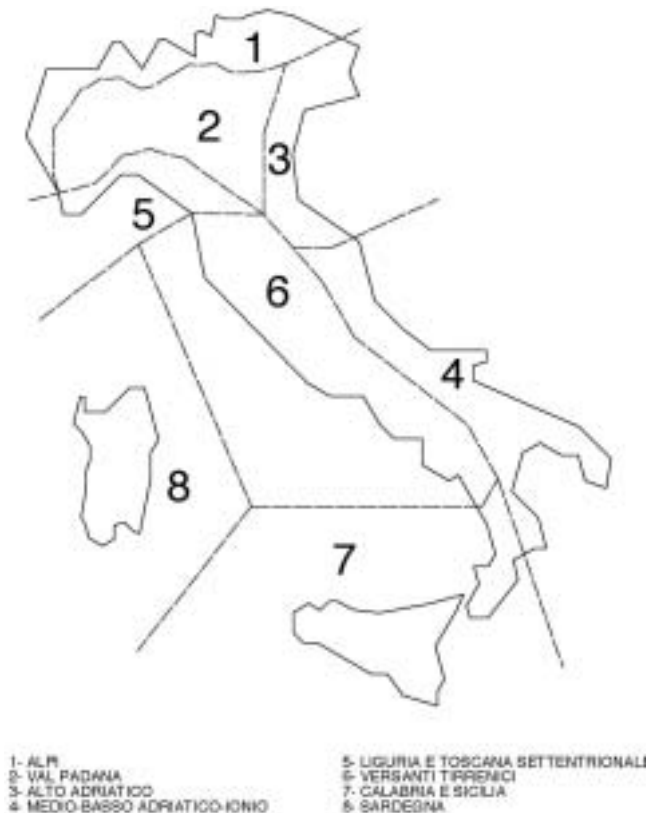


Figura 1.7 Suddivisione dell'Italia per zone climatiche (fonte Aeronautica Militare).

¹ Alcuni dati (relativi alla norma UNI, alla pubblicazione del CNR appena citata o comunque provenienti da altre stazioni di rilevamento presenti sul territorio) sono riportati in allegato su supporto magnetico (vedere gli allegati per la lista completa).

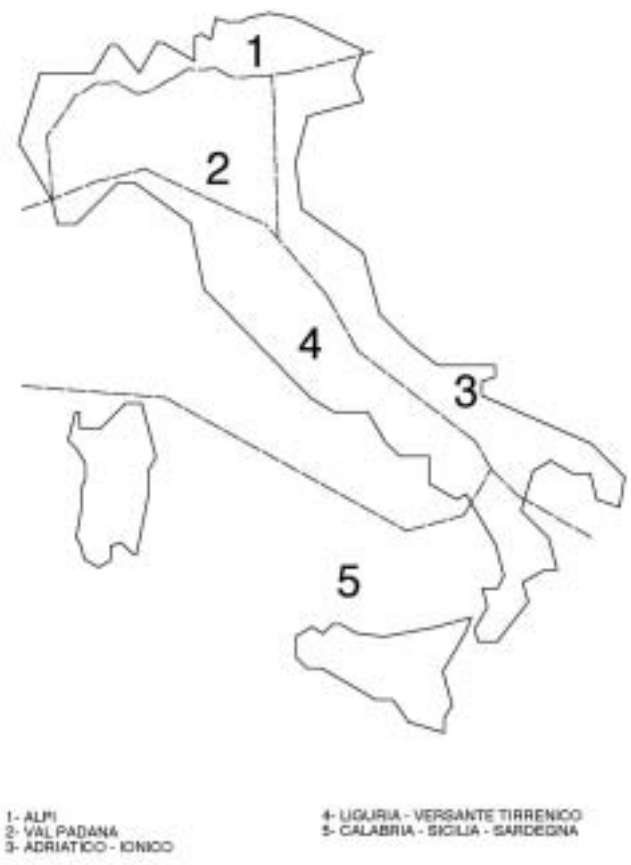


Figura 1.8 Suddivisione dell'Italia per zone climatiche (fonte UE ricerca Archisun).

In tutto il testo la descrizione dei colori segue una specifica convenzione. Il blu significa *freddo*, l'azzurro *fresco*, il verde *comfort* (o comunque il valore intermedio tra freddo e caldo), l'arancione *tiepido* e il rosso *caldo*. Quando è necessaria una maggiore definizione delle condizioni termiche, e sono quindi necessari 7 valori, vengono utilizzati il giallo e il turchese rispettivamente per indicare le condizioni di *leggero*

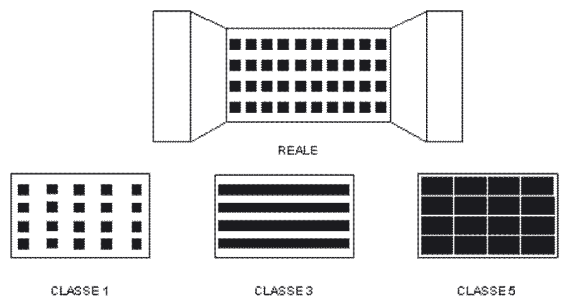


Figura 1.9 Grado di *trasparenza* dell'involucro di un edificio contemporaneo.

caldo e leggero freddo a ridosso del comfort (le immagini a colori sono riportate nel CD allegato).

Esperienze compiute da molti ricercatori (Serra, Zöld, Rogora ecc.) dimostrano che l'indicazione di un valore scelto tra un numero ridotto di opzioni risulta più significativo e meno fuorviante dell'indicazione o della richiesta di un valore numerico preciso. L'indicazione qualitativa del valore (alto-basso) è particolarmente adatta alle fasi iniziali del progetto in cui molte scelte non sono ancora completamente definite ma solo abbozzate. Restringendo la scelta a 5 valori la precisione dell'informazione non risulta molto inferiore a quella ottenuta indicando valori numerici e garantisce una comunicazione migliore anche con persone poco ferrate nello specifico settore tecnico/disciplinare.