

Dottorato di ricerca in
PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE
(XXVI ciclo)

LA GRAMMATICA AMBIENTALE: PARADIGMI DEL LINGUAGGIO DELL'ARCHITETTURA SOSTENIBILE

Coordinatore:
Prof.ssa Antonietta Piemontese

Tutor:
Prof. Rolando Scarano

Dottoranda:
arch. Chiara Granito

INDICE

<i>INTRODUZIONE</i>	7
PARTE PRIMA. SINTESI DEL PERCORSO DI RICERCA	
Premessa	15
1.1_Tema della ricerca	16
1.2_Obiettivi	17
1.3_Articolazione del percorso	18
1.4_Possibili applicazioni	22
PARTE SECONDA. STRUTTURA DEL LINGUAGGIO ARCHITETTONICO	
Architettura e linguaggio	25
2.1_Semiologia dell'architettura: gli elementi del linguaggio	31
2.2_Struttura profonda e struttura superficiale della configurazione architettonica	35
2.3_L'intenzione nel progetto di architettura	43
PARTE TERZA. EFFICIENZA ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE NEL PROGETTO DI ARCHITETTURA	
L'espressione dell'efficienza energetica nell'architettura moderna e contemporanea	49
3.1_La complessità' della struttura linguistica architettonica e ambientale	57
3.2_L'integrazione tecnologica come opportunità per la progettazione sostenibile	65
3.3_Il linguaggio dell'architettura sostenibile	74
PARTE QUARTA. DAL 'CONCEPT' ENERGETICO ALLA CONFIGURAZIONE DELLA FORMA ARCHITETTONICA	
Il ruolo delle tecnologie innovative nel processo di progettazione sostenibile	83
4.1_L'approccio bioclimatico nella definizione dell'espressione architettonica	89
4.2_L'esempio dei modelli di architettura bioclimatica di tipo mediterraneo	95
4.3_Adattività e suscettività come strategie del linguaggio sostenibile	107
4.4_Forma e orientamento degli edifici: indicazioni bioclimatiche	114
4.5_L'energia come generatrice della forma architettonica	118

PARTE QUINTA. PARADIGMI SOSTENIBILI PER UN NUOVO LINGUAGGIO

La sostenibilità ambientale nel nuovo linguaggio dell'architettura	133
5.1_Edifici per la cultura: il segno, il simbolo, la funzione	139
Mercedes-Benz Museum, Stuttgart - UNStudio 2006	
Surry Hills Library and Community Centre, Surry Hills - Francis-Jones Morehen Thorp 2009	
MUSE Museo delle Scienze di Trento, Trento - Renzo Piano 2013	
5.2_Edifici amministrativi: la forma e la qualità ambientale	172
30 St. Mary Axe (Swiss RE Tower), London - Norman Foster 2004	
Unilever Haus, Hamburg - Behnisch Architekten 2009	
Education Executive Agency & Tax Offices, Groningen - UNStudio 2011	
5.3_Edifici e insediamenti residenziali: elementi d'architettura e socialità	198
Beddington Zero Energy Development (BedZed), London - Bill Dunster Architects 2002	
VM Houses, Copenhagen - BIG + JDS Architects 2005	
Oxley Woods, Milton Keynes - Rogers Stirk Harbour and Partners 2009	
<i>CONCLUSIONI</i>	225
Bibliografia di riferimento	229

INTRODUZIONE

Il linguaggio architettonico necessita oggi di nuovi impulsi in grado di portare un rinnovamento radicale nel modo di concepire l'architettura degli edifici e delle città. Conclusosi il ciclo del linguaggio razionalista infatti, le nuove correnti artistico-culturali che hanno tentato di volta in volta di rinnovare l'architettura nelle sue valenze culturali e formali, si rivelarono presto sostanzialmente incapaci di creare un nuovo linguaggio: il tentativo avviato dal post-moderno di ritornare, se non altro nel riferimento semantico e semiotico, alle forme del passato, le esperienze promosse dalle avanguardie, dall'high-tech al decostruttivismo, hanno avuto in comune lo stesso 'errore' di fondo di cercare il rinnovamento dell'architettura attraverso la sola ricerca imperniata puramente sul linguaggio.

Alla luce delle attuali problematiche ambientali, delle attuali situazioni di incompatibilità tra i sistemi antropogenici e gli ecosistemi naturali, occorre riformulare le caratteristiche dell'architettura, nelle sue valenze estetico-formali nonché funzionali e tecnologiche, partendo in primo luogo dall'esigenza di preservare l'ambiente da situazioni di disequilibrio, di criticità, di profonda alterazione delle differenti realtà ecosistemiche che lo caratterizzano: "dobbiamo costruire edifici e città che non richiedono quantità di energia incompatibili con le risorse attualmente disponibili, e dobbiamo tener presente che il linguaggio dell'architettura non può essere cosa a sé stante dall'essenza stessa dell'architettura. La nuova sfida dell'architettura verterà su queste tematiche: ripensare all'essenza stessa dell'architettura, trovare una compatibilità con l'ambiente, ricreare la consapevole riduzione dei consumi energetici. Partendo da questi presupposti, potremo delineare anche un nuovo linguaggio architettonico, che non sarà il frutto di noti canoni estetici o ritrovati nel passato, ma discenderà direttamente dal nuovo modo di fare architettura; dal suo interno potrà scaturire un nuovo linguaggio che esprimerà i valori dell'architettura."¹

In questa direzione occorre principalmente e fundamentalmente che l'architettura, nelle sue componenti morfologiche, formali e costitutive,

possa ricollegarsi e riconnettersi ai caratteri del luogo, dove nel concetto di 'carattere' confluiscono i connotati ambientali di livello biofisico e bioclimatico nonché i connotati antropici di livello artistico-culturale e legati alle valenze del luogo determinate dal sistema delle preesistenze: "l'organizzazione spaziale deve assumere forme e figure che si rapportino tra loro, sottolineando e confermando i caratteri del luogo, modificandosi nel tempo, ma al tempo stesso rimanendo coerenti ai valori espressi dal luogo."²

Il panorama delle città storiche italiane è, ad esempio, caratterizzato da molteplici esempi di nuclei urbani che, pur modificando il loro assetto morfologico, formale e dispositivo nel tempo, hanno comunque mantenuto una stretta correlazione topologica con il luogo, mantenendo coerenza di linguaggio ed identità. Al contrario, molte delle espansioni urbane realizzate a partire dagli inizi del secolo sono caratterizzate da una marcata indifferenza ai caratteri del luogo, sino a presentare situazioni di completa e totale perdita di identità nelle più recenti espansioni delle periferie urbane, attuate in assenza o comunque in carenza di precisi indirizzi di programmazione e pianificazione nonché di prescrizioni ed indicazioni di livello tipo-morfologico.

In molte delle espansioni urbane del secolo appena trascorso, relative sia a nuclei urbani dimensionalmente secondari che ad importanti città internazionali, si rileva una identità di linguaggio e di aggregazione che evidenzia l'indifferenza alle specificità di contesto. Una indifferenza rilevabile nella scarsa diversità che ha in molti casi contraddistinto l'ambiente costruito nelle espansioni urbane, in particolar modo nella seconda metà del '900, scarsa diversità che è ben lontana dal riflettere la varietà delle condizioni ambientali nelle quali, di volta in volta, i processi di edificazione hanno avuto luogo; varietà di condizioni che dovrebbero ispirare una analoga varietà e diversità di forme e morfologie edilizie. E' proprio il raggiungimento di questa diversità e diversificazione formale e morfologica che deve costituire l'obiettivo dei moderni architetti nell'indirizzare gli attuali e futuri processi trasformativi dell'ambiente.

In quest'ottica è chiaro che il 'linguaggio' non può e non deve essere preconstituito ed indirizzato esclusivamente da correnti artistico-culturali ed estetico-formali. Del resto è sufficiente analizzare con attenzione la storia dell'architettura per vedere come, nell'architettura vernacolare, di natura 'spontanea', vi sia una corrispondente spontaneità di linguaggio: forma, morfologia e tipologia edilizia scaturiscono in primo luogo dal ten-

tativo di mitigare le variazioni climatiche, di ottenere una adeguata fruibilità degli ambienti con adeguate condizioni di benessere ambientale, di relazionarsi nella maniera più naturale possibile al contesto biofisico e territoriale in generale, adoperando spesso le stesse caratteristiche biofisiche e costitutive esaltandone e valorizzandone, ove possibile, particolari aspetti e specifici caratteri.

“I progettisti si sono principalmente preoccupati di conferire agli edifici la capacità di interagire con le caratteristiche biofisiche e bioclimatiche dei luoghi, determinando la possibilità di riscaldamento e/o di raffreddamento degli ambienti adeguando gli assetti costruiti al percorso del sole, alle direzioni dei venti, alle caratteristiche del supporto; mentre il linguaggio architettonico diveniva ad essere una naturale conseguenza di tutto ciò, venendo così ad esprimere non un orientamento puramente artistico ma la stessa vocazione dei luoghi mediata con le capacità e possibilità tecnologiche del contesto e dell’epoca. Si moltiplicano infatti le architetture che affidano immagine e significato al proprio involucro piuttosto che alla spazialità interna.”³ Con esse, infatti, emerge una nuova strategia di comunicazione del pensiero architettonico: nuovi materiali e nuove tecnologie corrispondono a nuove figurazioni ed articolazioni più varie e complesse, a nuovi significati e ‘narrazioni’. I progettisti si trovano spesso ad impiegare oggi componenti e soluzioni per facciate ed involucri connotati da una palese o implicita (spesso l’apparente semplicità cela un profondo lavoro tecnico) complessità tecnologica e da un crescente contenuto innovativo. L’evoluzione tecnologica del comparto di soluzioni estetico-formali, permettono oggi al progettista di intendere l’involucro edilizio non più come un semplice diaframma interno-esterno, ma bensì come un filtro dinamico in grado di rispondere correntemente alle esigenze di benessere, di sostenibilità e risparmio energetico e capace contemporaneamente di coniugarsi con le istanze di espressione e ‘linguaggio’. Innovazione di prodotto e innovazione di progetto richiedono, per tutti gli operatori, un approccio più attento ed informato che può trovare risposta semplicemente in una sempre più accurata analisi delle soluzioni già realizzate e nella conoscenza dei prodotti e delle soluzioni disponibili.

In una prospettiva di eco-sostenibilità degli interventi, che attiene alle strutture relazionali dell’uomo con il suo intorno fisico-spaziale considerato nelle sue componenti materiali e immateriali, si profila una condizione umana come progetto dalla quale emergono, a livello teorico e metodologico, principi, canoni e parametri di riferimento da adottare nella prassi

tecnico-operativa affatto diversi dal passato, che modificano il processo di analisi/interpretazione del rapporto tra opera e ambiente, tra progetto e luogo, rivolgendo un'attenzione particolare alle condizioni di contesto, valutandone aspetti, caratteri e fattori distintivi che, se da un lato ampliano il patrimonio di conoscenze dell'architetto, dall'altro comportano una nuova sensibilità e responsabilità nell'azione trasformativa a livello edilizio e urbano. La progettazione deve quindi oggi affrontare la complessità del processo edilizio attraverso una visione globale delle azioni e dei singoli elementi che costituiscono l'edificio, considerando le interazioni tra i vari elementi come una possibilità di gestione multipla. "Ogni oggetto fisico o organismo che a causa della sua azione e della sua esistenza deteriora il proprio ambiente fisico, distrugge se stesso. La sua azione sull'ambiente deve essere di lunga durata e permettere, durevolmente, la coesistenza d'altri abitanti nello stesso ambiente. E' il tempo lungo, la lunga durata, quello che descrive le trasformazioni dell' ambiente."⁴

Oggi si avverte una collisione tra il tempo lungo della natura e il tempo breve degli uomini e della loro capacità di previsione. I tempi della storia e quelli biologico-ambientali tendono ad accostarsi concettualmente perché e proprio dalla comprensione delle interazioni tra eventi umani e trasformazioni ecologiche che dobbiamo partire per poter costruire un futuro cosciente degli errori e delle potenzialità del passato. La crisi ambientale odierna ha delle ragioni e delle origini nel comportamento umano che forse è possibile ancora correggere, in questo senso si misura la valenza di 'nuova etica' delle proposte della sostenibilità.

L'architettura della sostenibilità considera la possibilità che un intervento architettonico non muti, o meglio che possa contribuire a migliorare lo stato ambientale preesistente. Il quesito che si pone è se questa sia una contraddizione oppure una chance da praticare: se l'architettura sostenibile sia possibile in un quadro di coscienza ecologica diffusa, o se sia solo sinonimo di conservatorismo, ambientale o culturale; se la difesa a oltranza dei luoghi dall'invasione delle trasformazioni dettate dall'ideologia del progresso sia l'unica alternativa alla dissipazione di energie; se le politiche della sostenibilità implicino la ricerca di trasformazioni adeguate, e in quanto tali siano una mera illusione o una mistificazione ideologica.

La risposta a tali interrogativi risiede nelle esperienze e nelle considerazioni che guardano all'architettura come ad una pratica teorica propositiva che tende verso l'obiettivo della sostenibilità, che evidenzia il processo di generazione funzionale, configurazionale e morfologico, che esprime la

volontà di adottare schemi concettuali dinamici e flessibili in grado di interpretare e vivere l'ambiente in cui si colloca. In questo senso "l'architettura per la sostenibilità studia, interpreta e definisce le trasformazioni del territorio compatibili con la dimensione biofisica dei sistemi socio-economici. Questo implica un processo di convergenza multidisciplinare e sistemica. L'architettura per la sostenibilità si propone di progettare nuovi paesaggi ed edifici e di intervenire in quelli esistenti, analizzando le relazioni tra sistemi artificiali, naturali e sociali in modo da definire le migliori strategie per gestire le future trasformazioni del territorio. E' inquadrata all'interno dei complessi contesti dell'innovazione tecnologica e dell'internazionalizzazione dei mercati, dei componenti, delle prestazioni d'impresa e dei servizi professionali. L'architettura per la sostenibilità è un concetto totalizzante e complesso che analizza le implicazioni civiche, culturali e tecniche della progettazione al fine di produrre nuove trasformazioni del territorio che siano sostenibili con il consumo delle risorse. L'architettura per la sostenibilità è conoscenza dei limiti d'uso delle risorse fisiche, ambientali e tecnologiche disponibili ed è coscienza delle questioni relative all'energetica dell'edificio concepita come capacità di controllo dei procedimenti costruttivi e delle tecnologie che devono essere utilizzati nell'arco della vita di un manufatto architettonico, dalla sua concezione alla sua costruzione, dal suo uso alla sua manutenzione, dalla sua demolizione al suo riuso. La coscienza della sostenibilità delle trasformazioni del territorio è forse l'unica possibilità oggi offerta alla ricerca architettonica per riacquisire o acquisire un pregnante ruolo civico."⁵

Appare chiaro, quindi, che il solo mezzo per controllare le scelte di trasformazione di un territorio è il progetto di architettura; architettura il cui vero ruolo diviene quello di essere interprete e portatrice di volontà comuni e condivise. Le sfide dell'oggi sono determinate dal vigoroso contrasto tra le diverse parti del mondo globalizzato dove è difficile trovare la propria collocazione, dalla diversa composizione della popolazione, dalla perdita di senso degli spazi pubblici e dalla riduzione di quelli naturali, dall'inquinamento e dal traffico, dai nuovi standard necessari a garantire una vita salubre.

Si configura una disciplina che affronta molteplici e complesse variabili attraverso una concezione sistemica della progettazione che supera, o deve superare, le barriere classiche date dalla cultura legata alla concezione meccanicistica della crescita economica. E' doveroso superare concezioni formali e stilistiche nella direzione di una visione integrata a livelli multipli

della disciplina progettuale.

All'interno di questo progetto complessivo si colloca il progetto – parziale – della riformulazione della morfologia urbana ereditata dall'epoca degli sprechi (di energie intrinseche, di territorio), precedente la comprensione dei limiti dello sviluppo della società tecnologica industriale. Il paradigma della sostenibilità in campo architettonico può essere percorso ponendo, come riferimento della pratica progettuale, le ripercussioni che ogni trasformazione comporta sul quadro naturale dove si inserisce.

Questa scelta etica e culturale apre il campo della ricerca a nuovi scenari e permette di immettere, all'interno del dibattito sulla consapevolezza delle trasformazioni, argomenti e ricerche oggi dimenticate, non percorse e al di fuori delle facili attrazioni dell'effimero mondo della moda architettonica contemporanea, e che possono essere misurate e quantificate. Tra queste vi è senza dubbio la riformulazione di una teoria linguistica dell'architettura che integri la questione ambientale come aspetto generatore del processo progettuale di configurazione architettonica: di fatto nella ricerca sulla semiologia in architettura le singole ipotesi hanno sempre offerto contributi significativi, mentre l'insieme delle loro capacità analitiche sembra non facilmente applicabile alla fenomenologia reale della disciplina, dove né le categorie di contenuto, né quelle di processo (grammatica e sintassi), sembrano essere gestibili con criteri omogenei. Ciò, allo stato attuale, porterebbe a dubitare della consistenza di un progetto di semiotica per l'architettura, almeno secondo i requisiti di generalità richiesti da una teoria, a meno che non si ammetta una costruzione concettuale caratterizzata dalla sussidiarietà di apporti diversi, il cui schema d'integrazione sia modellato dai riscontri del modello di indagine, con aspetti diversi della conoscenza e della letteratura architettonica.

NOTE

- ¹ Gallo C., Nicoletti M.; *Architettura Ecosistemica*; ENEA, Gangemi Editore – Roma 1998;
- ² Rossi A.; *L'architettura della città*; Marsilio - Venezia 1966;
- ³ D'Olimpio D.; *Sviluppo Urbano Ecoefficiente e Linguaggio Architettonico. Relazioni e reciproche interferenze nella definizione di un nuovo linguaggio formale e degli elementi dell'architettura*, Ecoedility - 2010;
- ⁴ Tratto da: Bruxelles, 11.\2.2004, com(2004) 60 definitivo, Comunicazione della commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Verso una strategia tematica sull'ambiente urbano;
- ⁵ Albrecht B.; *Architetture per la sostenibilità* in Contal M.H., Revedin J., 'Progettare la Sostenibilità', Edizioni Ambiente – Milano 2009.

PARTE PRIMA

SINTESI DEL PERCORSO DI RICERCA

PREMESSA

La nuova generazione delle politiche ambientali, in linea con i protocolli internazionali di tutela e risparmio delle risorse, ha condotto ad una ridefinizione dell'approccio al progetto di architettura in chiave sostenibile; attualmente, infatti, l'evoluzione tecnologica e delle strategie di programmazione e di progettazione, permette di individuare nella 'progettualità' la risposta più conveniente e concreta alle problematiche ambientali: si analizzano le condizioni di stato iniziale dell'ambiente, si prefigurano obiettivi di miglioramento, ottimizzazione, trasformazione, si definiscono le strategie necessarie per raggiungerli, si delineano le linee programmatiche per la gestione delle condizioni e delle situazioni attuate; il tutto supportato da uno scenario tecnologico che oggi è in grado di proporre soluzioni alternative sia relativamente al consumo delle risorse (utilizzo delle energie rinnovabili in luogo di quelle esauribili), che in relazione alle loro specifiche modalità d'uso (tecnologie e sistemi per il miglioramento di efficienza e prestazioni senza aumento dell'input energetico).

Risulta quindi chiaro come operazioni quali la ridefinizione degli assetti spaziali attuali e la definizione di nuovi assetti rispondenti agli obiettivi di basso impatto ambientale, di ottimizzazione naturale delle condizioni di comfort e fruibilità degli ambienti, di uso di risorse energetiche rinnovabili, ecc., rivestano oggi un ruolo ed una importanza fondamentale. E' altrettanto evidente che, nell'ambito delle realtà urbane in cui gli specifici parametri di caratterizzazione risultano diversificati ed appartenenti a livelli differenti di attività umane, le variabili da mettere a sistema nell'organizzazione di un 'modello' ambientalmente efficiente devono essere tali (qualitativamente) e tante (quantitativamente), da consentire che i nuovi assetti e le nuove configurazioni siano congruenti anche in relazione a tutti gli aspetti che da sempre contraddistinguono e caratterizzano l'architettura nelle sue differenti realtà storico-geografiche. Vale a dire che l'innovazione strategico-metodologica nella configurazione dei caratteri organizzativi, dispositivi e morfologici dell'oggetto architettonico non deve sovrapporsi ed annullare l'identità del luogo. Non si tratta di approntare modelli configurativi atti ad essere sovrapposti su specifiche realtà territoriali ed a dive-

niere struttura sotto l'unico obiettivo del raggiungimento dell'eco-efficienza, ma di approntare strategie in grado di essere calate nelle diverse realtà urbane e territoriali lasciando intatti quei connotati tipici che storicamente contraddistinguono in maniera univoca le differenti realtà locali; strategie quindi adattive, seppur contemplanti 'regole' dispositive ed organizzative, nei confronti delle diversità e delle complessità costituite dai fattori in gioco, di ordine sociale, storico, economico, ecc. Per 'modello sostenibile' deve infatti intendersi un modello strutturato attraverso approcci globali di sistema, coerenti con la valorizzazione della identità storica e culturale della città nonché con il miglioramento della fruibilità e della vivibilità negli ambienti, attuato tramite l'utilizzazione di tecnologie e modelli organizzativi innovativi.

1.1_TEMA DELLA RICERCA

Il riferimento alle nuove strategie di progettazione sostenibile introduce il tema della presente ricerca definibile nel tentativo di indagare quali siano i mutamenti che hanno interessato i criteri 'tradizionali' del progetto architettonico una volta accertata la necessità di rispondere positivamente alle problematiche di tutela ambientale. In particolare, l'approccio energetico all'architettura ha generato nuovi processi e modelli configurazionali che hanno portato ad un profondo mutamento della morfogenesi architettonica, ciò da un lato comporta una nuova reinterpretazione dei modelli bioclimatici della tradizione vernacolare mediterranea e non solo, e dall'altro comporta una riconsiderazione del concetto di integrazione dei sistemi tecnologici innovativi per il risparmio e la produzione di energia da fonti rinnovabili. Integrazione, quindi, non indica più soltanto la coesistenza di elementi architettonici e sistemi tecnologici, ma rappresenta l'intero iter progettuale in cui la sostenibilità diviene una condizione 'necessaria' per l'architettura e la sua espressione si traduce in una nuova grammatica del processo di generazione dell'architettura energetica.

Il percorso di ricerca, quindi, intende indagare le relazioni complesse che coinvolgono parallelamente l'evoluzione della composizione architettonica nelle sue accezioni topologiche, morfologiche e tipologiche, e i processi tecnologici innovativi la cui trasformazione ed evoluzione è rivolta principalmente al perseguimento di obiettivi relativi alla sostenibilità am-

bientale dell'organismo architettonico, alla qualità indoor e al benessere psicofisico per quanto riguarda l'aspetto forma-funzione riferito all'uomo.

Tale ricerca si articola attraverso un percorso che analizza l'approccio sistemico della progettazione e cerca, attraverso la definizione in ogni ambito del lessico generatore degli schemi di posizionamento/configurazione/composizione, di trarre la grammatica dell'architettura sostenibile del processo di progettazione.

E' evidente che la sempre più crescente complessità tecnologica dei sistemi innovativi unita alla 'sovraespressione' formale dell'architettura appaiono contrastare con gli obiettivi di semplicità, adeguamento e adattamento che una progettazione in chiave sostenibile intende valorizzare; tuttavia definire le strutture sintagmatiche architettoniche e la loro 'funzione' ambientale può senz'altro contribuire ad una ridefinizione dei processi tecnologici che non condizionino più l'architettura ma che invece la integrino contribuendo a nuove espressioni e nuovi linguaggi sostenibili.

1.2_OBIETTIVI

La crescente attenzione verso le emergenze energetiche generate dai processi di antropizzazione, pone in evidenza i limiti di una crescita urbana perlopiù incontrollata, sia sul piano della qualità insediativa e spaziale, sia per i livelli di intollerabile dissipazione energetica che tali processi producono. Ciò sollecita e impone un radicale mutamento della sensibilità nell'impiego delle risorse naturali, un fenomeno che ormai si è drammaticamente spinto ben oltre i propri limiti di auto rigenerazione. E' opportuno, quindi, definire una serie di strumenti teorici, metodologici e pratici diretti non solo alla comprensione delle questioni che il superamento di quei limiti sta drammaticamente ponendo, ma anche individuare soluzioni di volta in volta opportune ed in grado di ribaltarli, in vista di una crescita civile e culturale dell'intera comunità insediata. Ciò richiede un costante dialogo tra le varie discipline scientifiche che si occupano in particolare della progettazione e del controllo dei processi di trasformazione dello spazio.

La ricerca, perciò, ha lo scopo, in particolare, di intensificare la discussione non solo sulle questioni che il complesso dei sistemi e delle tecniche

volte alla produzione di energie rinnovabili pone nei suoi aspetti tecnici, dimensionali e quantitativi, ma di individuare come il progetto architettonico possa tradurli in un linguaggio in grado di configurare inedite, più collettive e coinvolgenti situazioni spaziali, oggi alla scala dell'edificio, ed in futuro a quella della città e del paesaggio.

Obiettivo primario è, quindi, quello di tradurre la nuova grammatica dell'architettura energetica ponendo particolare attenzione all'espressione fisica, materica, sociale che le nuove configurazioni assumono soprattutto in relazione al legame che l'oggetto architettonico stabilisce con l'ambiente e con lo spazio.

1.3_ARTICOLAZIONE DEL PERCORSO DI RICERCA

Lo scambio di relazioni che si genera tra il naturale e l'artificiale crea inevitabilmente uno scompenso che l'approccio sostenibile può contribuire a ridurre. Tale intento fonda le sue radici nella genesi progettuale, infatti la configurazione spaziale e formale parte dalla scoperta del *genius loci* e dell' 'adattabilità' degli intenti al luogo e all'ambiente circostante: inevitabile è, perciò, definire la struttura linguistica dei segni, dei simboli e delle funzioni con l'obiettivo di decodificare le componenti significato e significante, pur comprendendo che la vastissima complessità dell'oggetto di indagine implica relazioni e legami che ancora difficilmente possono essere decodificati. In ogni caso anziché considerare tale complessità un limite della grammatica del processo di generazione dell'architettura ambientalmente compatibile, si potrebbe invece considerare come un'opportunità per definire i parametri di influenza sia dal punto di vista ambientale che sociale riconoscendone la capacità comunicativa ed espressivo-simbolica.

Tale intento metodologico parte dall'analisi del rapporto tra architettura e linguaggio riferendosi all'oggetto architettonico come "prodotto di una sequenza di operazioni di formazione segnica, un segno costituito da una componente significato e da una significante. La prospettiva semiologica con la sua distinzione tra significanti e significati (i primi osservabili e descrivibili prescindendo, almeno in linea di principio, dai significati che attribuiamo loro, i secondi variabili a seconda dei codici alla luce dei quali leggiamo i significanti), permette di riconoscere nei segni architettonici dei significanti descrivibili e catalogabili, i quali possono denotare delle funzioni

precise, purch  li si interpreti alla luce di determinati codici; e questi possono riempirsi di significati successivi, attribuibili non solo per via di denotazione, ma anche per via di connotazione, sulla base di altri codici. Forme significanti, codici elaborati sulla scorta di interferenze dagli usi, e proposti come modelli strutturali di dati rapporti comunicativi, significati denotativi e connotativi, che si applicano ai significanti sulla base dei codici definiscono l'universo semiologico in cui pu  muoversi con rigore una lettura comunicativa dell'architettura, da cui siano esclusi i riferimenti a oggetti reali, e in cui i soli oggetti concreti con cui si ha a che fare sono gli oggetti architettonici in quanto forme significanti."⁶

In questa accezione la pratica architettonica pu  essere definita come pratica spaziale, come ricerca caratterizzata da un'attivit  conoscitiva volta alla definizione dei processi di spazializzazione delle attivit  sociali finalizzati alla produzione di spazi appropriati, adeguati alle attivit  determinate dalla pratica sociale nel suo complesso. La pratica sostenibile, invece, chiede all'architettura di andare oltre, di travalicare la delimitazione fisica di spazio che inevitabilmente essa effettua, e di indagare la natura stessa dello spazio, la sua interiorizzazione, la sua tutela; in questo modo la 'contaminazione' tra architettura e sistemi tecnologici innovativi potrebbe generare nuovi modelli espressivi di architettura ecocompatibile.

"La lettura della storia della citt , nella sua evoluzione storica, ci offre una visione del rinnovamento urbano profondamente legato alla mutazione delle componenti linguistiche attraverso la successione di stili e metodologie. La comparsa di nuovi linguaggi o l'introduzione di nuovi materiali, quindi, costituiscono eventi difficilmente scindibili sia da rinnovate visioni degli organismi urbani sia da nuovi approcci alla risoluzione dei temi e delle problematiche connessi allo sviluppo dell'oggetto architettonico. In quest'ottica, una riflessione sulle possibilit  offerte dall'introduzione delle tecnologie sostenibili e, in modo particolare, sul condizionamento che queste determinano nei principi generatori stessi del progetto di architettura, suggerisce, inevitabilmente, ricerche volte alla definizione di nuovi linguaggi."⁷

Attraverso l'utilizzo cosciente delle nuove 'tecnologie ambientali'   sicuramente ipotizzabile la costruzione di un nuovo linguaggio: linguaggio non prodotto esclusivo di canoni estetici, non legato a valori formali, ma teso a sostanziare un contenuto che prescinde dalla forma, presenza paritetica delle diverse componenti estetiche, costruttive, del rapporto con l'ambiente, del soddisfacimento di una migliore qualit  della vita. Anche il

delicato tema del rispetto e dell'interpretazione delle identità locali può essere affrontato attraverso la ricerca di coerenza con i valori espressi dal luogo che non significa necessariamente il ricorso alla 'mimesi', quanto piuttosto una attenta riflessione sull'utilizzo del linguaggio e delle aggregazioni spaziali. Ed è proprio in questa fase primaria della genesi del processo di configurazione che risulta indispensabile decodificare i nuovi elementi linguistici dell'architettura sostenibile riproponendo il problema della "definizione di una struttura del discorso architettonico, questione che gode di una propria autonomia e che prescinde dall'oramai ovvia constatazione del tramonto delle verità definitive e delle certezze assolute che avevano permeato e legittimato il grande racconto della modernità. In questa prospettiva una riflessione critica che attraversi la struttura del linguaggio architettonico non può che ripartire dall'oggetto architettonico stesso, non già come proiezione di un ordine trascendente ma come insieme di fatti estremamente concreti e contingenti, il senso dei quali non può essere colto, né può essere esplorato e ricostruito, in definitiva non può esistere se non entro un'ipotesi narrativa."⁸ In altre parole, i mutamenti in corso nella configurazione architettonica non vanno solo 'registrati' ma sollecitano un vero e proprio ripensamento dei principi strutturali della formatività spaziale: l'estensione del territorio urbanizzato, l'alternanza di concentrazione e dispersione degli insediamenti, l'eterogeneità dei processi che governano la crescita urbana, le questioni ambientali ed energetiche, altro non sono se non i segnali tangibili di una diversa sintassi spaziale entro la quale gli assetti politici ed economici si stanno riorganizzando, producendo nuovi conflitti che si intrecciano ai fatti fisici.

"Con tutto questo il processo di genesi configurazionale dell'architettura deve confrontarsi. Non si tratta tanto di chiedersi come 'rappresentare' o 'significare' la condizione spaziale attraverso il singolo fatto architettonico, mimandone dal proprio interno la complessità o la frammentazione ma all'opposto si tratta di capire come l'architettura possa costruire un 'linguaggio sostenibile', linguaggio cioè attraverso il quale la forma si manifesti come luogo concreto e visibile della coscienza sociale e ambientale."⁹

Sulla base di quanto esposto, il presente progetto di ricerca si articola attraverso un percorso che parte dall'analisi della struttura del linguaggio architettonico iniziando con un breve excursus sulle principali teorie linguistiche architettoniche in modo da inquadrare 'storicamente' l'origine della tematica oggetto della ricerca, sottolineando come attualmente tale

problematica non sia stata ancora affrontata con esplicito riferimento alla progettazione sostenibile. Le teorie non vengono riassunte ma continuamente confrontate tra loro in una articolazione dinamica che costruisce le basi per individuare i contenuti espressivi e funzionali sia della forma che dell'oggetto architettonico nel suo complesso. Si definiscono così i diversi elementi della teoria del linguaggio. Una volta definita la struttura lessicale di base è poi possibile definire le operazioni tra gli elementi ed osservare le modificazioni che avvengono con l'introduzione, all'interno del lessico, dei parametri ambientali/bioclimatici. Ciò permette di decodificare le regole dei componenti sintattico, semantico e di rappresentazione che generano e descrivono la configurazione architettonica rendendo così possibile definire la struttura superficiale e la struttura profonda della configurazione architettonica: la prima rappresenta l'espressione formale e visibile dell'architettura, la seconda ne rappresenta, invece, l'intenzionalità e il senso.

Il percorso prosegue con un approfondimento sul ruolo che l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale assumono nel progetto di architettura; ciò attraverso una analisi sull'interpretazione architettonica dei sistemi tecnologici a partire dall'architettura di Louis Kahn ad arrivare all'architettura di Piano; passando da coloro che preferivano parlare di 'energia nascosta', celando quindi i sistemi tecnologici all'interno degli involucri, a coloro che invece parlano di 'energia evidente', conferendo dignità formale ai nuovi sistemi impiantistici e tecnologici che si andavano sviluppando nel corso degli anni. Un breve accenno volto a far comprendere come l'espressione formale dell'energia non sia un tema affrontato solo in relazione alla crisi ambientale ma sia già da molti anni un tema dibattuto in architettura. Si descrivono, poi, quali sono le implicazioni derivanti dall'introduzione del concetto di 'bioclimatica' nella progettazione e dalla presa di coscienza della 'questione ambientale', in particolare come queste abbiano inciso sulla progettazione e soprattutto sulla morfogenesi architettonica interessando sia l'aspetto funzionale, sia configurazionale che tecnologico. L'innovazione tecnologica va quindi intesa come elemento della grammatica ambientale e pertanto espressione del nuovo linguaggio sostenibile con particolare attenzione all'aspetto qualitativo che l'operazione di integrazione dovrebbe sottendere.

Il progetto di ricerca prosegue approfondendo il percorso progettuale che parte dal *concept energetico* per approdare alla nuova configurazione della forma architettonica descrivendo il ruolo che le diverse tecnologie

assumono nel progetto di architettura, in particolare per il ruolo fondamentale che rivestono nel relazionare pragmaticamente l'ambiente biofisico e bioclimatico con l'edificio stesso. Dopo aver evidenziato il ruolo rivestito dagli elementi tecnologici all'interno del lessico sostenibile, si definiscono i parametri ambientali di rispetto da cui naturalmente scaturisce il linguaggio architettonico, non prefissato o legato ad uno specifico stile ma rispondente alle esigenze degli abitanti. Una volta definiti i parametri di influenza sarà possibile definire la struttura di superficie che esprimerà l'intenzionalità dell'architettura sostenibile: tale intenzionalità si renderà manifesta sia attraverso l'aspetto configurazionale, sia funzionale che tecnologico costituendo la *summa* ragionata dell'intera fase meta progettuale descritta. Il risultato definirà un nuovo modo di operare, una nuova metodologia che renderà leggibile attraverso tutti i suoi elementi la nuova grammatica ambientale.

1.4_POSSIBILI APPLICAZIONI

Definire la grammatica del processo di generazione dell'architettura energetica individuandone la nuova struttura linguistica potrebbe senz'altro contribuire ad attuare il principio di integrazione precedentemente espresso. Anziché considerare l'architettura come sistema di parti funzionali tra loro collaboranti, si potrebbe ridefinire l'architettura come organismo, come processo simbiotico in correlazione con l'ambiente che lo pervade, lo genera, lo trasforma, che ne segna e ne subisce l'attività; in quest'ottica anche l'energia stessa, come l'ambiente, può divenire generatrice di forme architettoniche.

La decodificazione di tali processi linguistici potrebbe portare alla definizione di indicatori e parametri considerabili come 'invarianti' da cui poter partire per attuare una riformulazione dei metodi e dei processi di progettazione architettonica e, con successive decodificazioni, di produzione dei sistemi tecnologici innovativi in cui concetti come l'essenzialità, la semplificazione e l'adattabilità potrebbero non solo sposare le logiche di produzione industriale, ma potrebbero soprattutto rappresentare un nuovo codice progettuale per considerare l'energia materia architettonica e non solo parametro di influenza per la morfogenesi e l'eco-efficienza complessiva.

NOTE

⁶ Scarano R.; *Processi di generazione della configurazione architettonica*; Fratelli Fiorentino - Napoli 1988;

⁷ Scarano R., Piemontese A.; *Energia solare e architettura*; Gangemi Editore - Roma 2003;

⁸ Privilegio N.; *La città come testo critico*; Franco Angeli – Milano 2008;

⁹ Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M.; *A pattern language: towns, buildings, construction*; Oxford University Press – 1977.

PARTE SECONDA

STRUTTURA DEL LINGUAGGIO ARCHITETTONICO

ARCHITETTURA E LINGUAGGIO

Risemantizzare il linguaggio architettonico significa tendere ad istituire un codice, un piano d'intesa fra tecnici e società in cui potrebbe essere possibile accettare o rifiutare i valori e i significati espressi dalla cultura globale. Alla realizzazione di tale programma concorrono discipline quali la semantica, ovvero la scienza del significato; la linguistica, la scienza che studia il linguaggio parlato; lo strutturalismo, cioè una metodologia applicata in vari settori, la cui caratteristica principale è quella di cogliere gli aspetti invarianti in sistemi e persino in fenomeni differenti.

Ci sono due modi essenziali di intendere i rapporti tra architettura e linguaggio. Il primo attribuisce un ruolo piuttosto importante al linguaggio fonico e verbale ritenuto strumento fondamentale per ordinare il pensiero. L'architettura, analogamente ad esso può comunicare contenuti, assumendo quindi un valore narrativo, e le sue regole presentano corrispondenze funzionali con quelle linguistiche. Questa concezione mira ad arricchire gli strumenti di interpretazione e conoscenza dell'architettura cercando contaminazioni con la linguistica e la letteratura. "Essa considera l'architettura come linguaggio. La seconda concezione rivendica invece un'indipendenza assoluta dell'architettura da altre discipline e quindi anche dal logos: il significato è già dato nelle forme, nella materia, nello spazio e non ha senso cercare un ulteriore livello di significazione; questo però non esclude che l'architettura possa essere considerata un linguaggio con uno statuto diverso ma paritetico a quello fonico-verbale."¹⁰ Si può affermare che l'architettura è un linguaggio non nel senso di una sua integrale coincidenza con l'espressione linguistica ma in base alla sua capacità di esprimersi tramite un sistema di segni. Le due concezioni sono complementari e intrecciate tra loro e si fondano su alcune corrispondenze logiche tra architettura e linguaggio. Un primo elemento riguarda la capacità, presente in qualunque codificazione con finalità comunicative, di ordinare razionalmente il pensiero.

Non si pensa infatti in modo generico ma nell'ambito del linguaggio e dei suoi limiti. La forza nell'ordinare le cose esercitata dal linguaggio è tale da giustificare, in campi del sapere che usano prevalentemente la parola,

l'attribuzione al linguaggio stesso di un'autonomia esistenziale. Secondo Heidegger il linguaggio 'parla' ed ha una forte potenzialità rivelatrice.

Particolarmente significativa per quanto riguarda l'architettura è stata la posizione di Christian Norberg Schulz che proprio alla luce dell'orientamento fenomenologico ed esistenzialista ha considerato il linguaggio come il modo fondamentale con cui l'architettura si rende presente; esso si articola in un livello generale comune a qualunque luogo, rappresentando gli aspetti esistenziali essenziali come radunarsi o incontrarsi, e in un secondo livello che riguarda lo specifico modo di costruire di ogni luogo. Il linguaggio architettonico e quello verbale pur avendo funzioni chiaramente diverse sono una manifestazione del medesimo modo di 'esserci', per questo motivo l'architetto norvegese ha individuato alcune precise corrispondenze tra le due forme espressive, entrambe manifestazione della 'dimora dell'essere': le figure architettoniche trovano riscontro nei sostantivi, lo spazio nelle preposizioni, l'interazione tra *Gestalt*, forma e spazio nei verbi.

Nel progetto di architettura l'ordine degli spazi e delle forme è soggetto a regole di natura tipologica e tecnica ed è codificato da precise regole fisiche e concettuali e dalla rappresentazione grafica. La lingua riguarda in prevalenza l'espressione: infatti il riconoscimento di un linguaggio è relativo ai modi con cui un architetto controllando la composizione e le scelte metriche esprime una propria poetica.

Un secondo elemento di interesse va invece cercato nella cifra culturale dello Strutturalismo linguistico e nel suo radicamento nella metodologia definita da Ferdinand de Saussure: il linguaggio è uno dei sistemi che permettono l'interpretazione della realtà intesa come un complesso di relazioni trasversali soggette a variazioni sincroniche e diacroniche. Il linguaggio diventa, così, un riferimento significativo per l'architettura se presenta una teoria generale in grado di stabilire tramite dei criteri universali tali relazioni che, a loro volta, possono spiegare le strutture nascoste delle cose. Tutte queste conoscenze convergono nella semiologia; questa veniva definita dallo stesso de Saussure come "una scienza che studia la vita dei segni nel quadro della vita sociale; essa potrebbe formare una parte della psicologia sociale e, di conseguenza, della psicologia generale. Essa potrebbe dirci in che consistono i segni, quali leggi li regolano (...). La linguistica è solo una parte di questa scienza generale, le leggi scoperte dalla semiologia saranno applicabili alla linguistica e questa si troverà collegata ad un dominio definito nell'insieme dei fatti umani"¹¹; e poiché i segni sono diversi da una disciplina all'altra, per l'architettura è possibile cercare so-

segno nella teoria della pura visibilità elaborata da Konrad Fiedler. Nella sua teoria non solo in architettura, ma in tutte le arti figurative, la forma non ha altro contenuto che se stessa; tutto quanto essa rappresenta, i cosiddetti soggetti, non appartengono all'arte della visione, bensì a quella della rappresentazione.

Pur partendo da altri presupposti, Ferdinand de Saussure sostiene qualcosa di assai simile alla concezione fiedleriana, ovvero a quella esistenza data alle cose dalla nostra coscienza. Infatti la sua definizione di 'segno', cellula generativa della semiologia, è per lui l'unione di un significato e di un significante, ossia di una 'immagine acustica' e di un 'concetto'. Il chiamare concetto la componente significato del segno indica la volontà di distinguerlo da una cosa, da una sostanza estranea alla lingua, per identificarlo con una forma mentale, la quale sembra avere una notevole affinità con quel possesso della realtà che poggia su processi interni all'uomo di cui parla Fiedler, il quale, sottolineando il valore formale di tali processi, sembra anticipare anche l'unità tra significato e significante.

Di solito le forme architettoniche erano considerate sistemi di segni il cui significato corrispondeva ad un radicamento delle forme stesse in comportamenti o modi di vivere dell'uomo. Ad esempio per Klaus Koenig la denotazione del segno architettonico era costituita da 'quanti di esistenza umana' ossia dalle persone e dalle relazioni sociali. Egli sostiene che il segno è 'qualcosa che sta per un'altra', anzi considera tale condizione indispensabile per poter definire un linguaggio: "il messaggio significante, nel processo di significazione architettonica, è tutto ciò che i nostri organi ricettori percepiscono nel segnale; e che, attraverso i codici e lessici di ricezione, viene tradotto in un significato. Se il messaggio significante coincidesse fisicamente con il segnale, crollerebbe ogni concezione linguistica ed ogni analisi della comunicazione architettonica, la forma architettonica non trasporterebbe nessun messaggio e significherebbe solo se stessa, senza nessuna caratteristica di rimando ad alcunché, che è il fondamento di ogni segno linguistico."¹²

Dal canto suo Eco condivide l'assunto di Koenig identificante il significato architettonico con la funzione, riconoscendo nel segno architettonico "la presenza di un significante, il cui significato è la funzione che esso rende possibile."¹³ Ed inoltre indica nei segni dell'architettura un significato originario o denotativo, ossia la funzione, e un significato assunto da una storica stratificazione o connotativo, ossia la valenza simbolica. Evidentemente l'architettura presenta una complessità figurativa e tipologica molto più

profonda della mera funzione.

Tuttavia le ipotesi formulate da Eco non sono totalmente condivisibili nel campo architettonico poiché non è possibile valutare correttamente l'architettura utilizzando esclusivamente strumenti della propria linguistica. Il problema era determinato dalle incontestabili differenze tra lingua e architettura sottolineato da molti tra cui Gillo Dorfles: il linguaggio verbale è caratterizzato da una doppia articolazione in cui la prima corrisponde ai morfemi e la seconda ai fonemi. Morfemi e fonemi si combinano meccanicamente secondo regole rigide ma arbitrarie, così come arbitrario è il legame tra segno e significante. In architettura questo non succede: innanzitutto non c'è una doppia articolazione quindi non è possibile affermare se non in modo analogico che un elemento costruttivo è un sintagma. In secondo luogo la natura delle relazioni tra configurazione architettonica e significato è di tipo rappresentativo e simbolico e non identitario come nella lingua.

Si potrebbe, invece, proporre una interpretazione del segno che non rimanda ad altro ma che contiene in sé unitariamente forma e contenuto. Punto di partenza è il segno verbale, la parola, nella concezione de Saussuriana è, come già visto, la prima dicotomia semiotica formata da un 'concetto', il significato, e un 'suono', il significante, che conferisce forma al segno e lo rende comunicabile. In perfetta analogia, il segno architettonico è "l'unità dialettica di un vaso abitabile (significato) e di un involucro (significante) che lo delimita. Si tratta in sostanza di uno spazio interno, comunque definito, e di un volume, una serie di muri o quant'altro che delimita quello spazio, che rende l'intero segno un'entità funzionale e comunicativa. Significato e significante, vaso e involucro hanno evidentemente un rapporto dialettico; non si dà l'uno senza l'altro: basta spostare un muro dell'involucro per avere un diverso vaso, basta dilatare lo spazio interno per avere una diversa volumetria esterna."¹⁴ Si può notare che il binomio involucro/vaso costituisce la cellula basilare dell'architettura in ogni tempo e paese: la liceità di definire 'significato' l'vaso è dovuta al fatto che esso costituisce la ragion d'essere funzionale di ogni ambiente architettonico, quindi un qualcosa più prossimo al 'concetto' linguistico. L'analogia può spingersi oltre: come nel segno linguistico il suono-significante è la componente più materiale del segno, così in architettura l'involucro-significante è anch'esso la parte più materiale del segno.

Il significato di una parola, in una comunicazione normale, si rende immediatamente presente anche se sono poi possibili traslazioni e slittamenti

di senso. Nelle arti e nell'architettura le cose sono diverse. Cesare Brandi formulò il concetto di 'astanza' specificando come l'architettura rientri in quel campo di attività che assumono valore rendendosi presenti come 'fatti in sé'. Si tratta di un particolare tipo di presenza, più complessa di quella di un oggetto qualunque, che implica un'assenza: l'astanza è il "manifestarsi stesso della realtà a livello fenomenico."¹⁵ Brandi inoltre chiarisce che l'architettura non è una lingua i cui elementi ordinati rappresentano le parole di un discorso, se essa non è arte allora è mera tettonica, mentre se arriva ad essere arte possiede una struttura che non è una struttura semantica. In altre parole, pur confermando la concezione strutturale, per Brandi la semiosi riguarda solo la tettonica, mentre, laddove essa assurge ad architettura, quest'ultima "realizza, come tutte le opere d'arte un'astanza, e la coscienza, in quanto riceve e riconosce questa astanza, non l'accoglie come messaggio da decodificare."¹⁶ Tuttavia questa tesi, valida nella differenziazione di significato tra arte e architettura, non è del tutto condivisibile in quanto l'architettura è sia conformazione spaziale, avente in sé una significazione, sia fattore semiotico denotante significati di altra natura.

Per stemperare il dibattito esistente tra coloro che, privilegiando la funzione tendono a 'leggere' o a progettare l'architettura, come semplice strumento per assolvere i bisogni dell'uomo, e coloro invece che, privilegiando la forma, intendono caricare la architettura di una serie di significati consci o inconsci, individuali o collettivi che esprimono il 'senso' dell'operare dell'uomo. Nell'ambito della progettazione architettonica si riscontrano difatti tendenze e movimenti culturali che ritengono possibile far derivare l'oggetto architettonico e quindi la sua forma, semplicisticamente dalla analisi delle funzioni, intese in senso positivistic o sociobiologico: si tratta di atteggiamenti così detti razionalisti e di architetture definite appunto 'funzionali', i quali ritenevano che non solo la forma, ma addirittura la 'bellezza' dell'opera potesse essere la risultante della aderenza dello spazio architettonico alle funzioni cui esso era destinato.

Per contro vi sono invece persone che sostengono che sia possibile progettare riferendosi in prima istanza a modelli formali o a matrici geometriche che il progettista sceglie, attraverso processi in buona parte inconsci, nel proprio bagaglio culturale di immagini, di memorie, di simboli e di significati, entro i quali organizza successivamente quelle funzioni per le quali l'edificio è stato commissionato. In questo caso le forme dell'architettura rispondono ad esperienze artistiche, libere da contenuti funzionali, ma cariche di significati simbolici ed espressivi, strettamente interrelati al 'senso

della vita' che domina una determinata epoca (conscio e inconscio collettivo) o più semplicemente il singolo artista (conscio e inconscio individuale).

Da queste due posizioni estreme derivano una serie di atteggiamenti intermedi che hanno portato, tra l'altro, allo strutturarsi della critica nelle due posizioni contrapposte della sociologia dell'arte e della psicologia dell'arte. Le teorie enunciate da Heidegger propongono invece una mediazione, comprensiva dei due termini interrelati di funzione e di simbolo senza pertanto eludere il problema del 'senso'.

“L'architettura è in prima istanza una cosa o meglio un'opera, essa è un oggetto esistente nel mondo che si esprime con la sua stessa presenza e che opera modificando lo stato di cose che si attuano all'interno o intorno ad essa. Questa presenza della architettura nel mondo costituisce un fenomeno e in quanto fenomeno automanifesta il suo senso; cioè non copre o nasconde un significato altro, ma esprime in prima istanza il proprio essere. Come ogni altra opera artistica l'architettura non ha un solo significato; al contrario essa esprime e manifesta una serie di significati diversi per natura e per origine che vanno dalla motivazione funzionale del suo essere, al modo di fruirlo, alla espressione, di quella funzione mediante un sistema di comunicazioni e di segni.”¹⁷

Fare architettura difatti vuol dire da una parte organizzare lo spazio fisico per assolvere a determinate funzioni sociali o biologiche, ma dall'altro vuoi dire 'rappresentare' il modo in cui quelle funzioni vengono espletate in un certo contesto culturale, cioè rappresentare il 'valore' di quelle funzioni, il 'senso' che esse rivestono per l'individuo e per il gruppo che dovrà usarle. Queste due operazioni sono compresenti in ogni architettura in quanto essa è soddisfacimento di un bisogno, e quindi strumento e servizio sociale; ma è anche modalità di fruizione, espressione di una conoscenza, comunicazione di una idea. L'architettura è quindi al tempo stesso (ma non primariamente e secondariamente) funzione e simbolo. La funzione ed il simbolo sono in architettura indissolubilmente legati l'uno all'altro.

Difatti, se si analizza il problema più da vicino, “la forma architettonica di un fenomeno è infatti da un lato il modo in cui le parti e gli strati si sono disposti nella cosa, ma insieme il potere di comunicazione di quella disposizione. Questi due aspetti sono sempre compresenti, ma mentre non si dà cosa senza forma, essa forma ha poteri di comunicazione estetica disposti su livelli molto differenziati.”¹⁸

L'architettura è quindi organizzazione ed espressione di contenuti: con-

tenuti espressivi se riferiti appunto ai poteri di comunicazione della forma; contenuti funzionali se riferiti invece all'uso-fruizione dell'opera architettonica. Non quindi polarità di opposti fra forma e contenuto, ma indissolubile coesistenza dei due termini nell'oggetto architettonico. Se così non fosse, se i contenuti dell'architettura fossero di volta in volta o solo espressivi o solo funzionali, fare architettura dovrebbe significare, nel primo caso, costringere la forma entro un ideogramma funzionale o uno schema, e nel secondo caso caricare la forma di un significato diverso da quello che la fruizione dell'oggetto indica o significa, di un significato 'altro' da simbolizzare. Se quindi l'architettura è un linguaggio, essa, identificandosi con l'uso, lo significa e diventa quindi un significato; ma, al contempo, esprimendo dei rapporti umani mediante una forma, li designa diventando un significante o un segno o anche un simbolo. Funzione e simbolo non costituiscono pertanto in architettura i due termini di una dicotomia, ma al contrario sono i due poli di un unico processo.

2.1 SEMIOLOGIA DELL'ARCHITETTURA: GLI ELEMENTI DEL LINGUAGGIO

Se è vero che un progetto di architettura costituisce la sintesi di requisiti che attonano alla sfera costruttiva funzionale e formale, ed in questo senso non è scomponibile, è altrettanto vero che esaminando lo stesso progetto come processo, allora si potrebbero effettuare successive scomposizioni che dalla unità finale portano a parti discrete sempre più semplici ed elementari. Per progettare, ed operare una sintesi creativa, occorre saper leggere e capire, e quindi analizzare. Progetto e analisi seguono in senso inverso le stesse tappe di un percorso logico, il primo in modo empirico e soggettivo, la seconda in modo razionale ed oggettivo.

Se allora si esamina con atteggiamento analitico il percorso che porta al progetto, o meglio, l'opera architettonica nelle parti che la compongono, si può forse accedere alla conoscenza di quelle relazioni logiche, a volte esplicite a volte occulte, che distinguono la buona dalla cattiva architettura. Non si vuole qui suggerire un metodo progettuale che proceda dal particolare verso il generale: sarebbe meccanico e fuorviante, poichè spesso l'invenzione architettonica agisce dominata da una predeterminata capacità di sintesi; ma schematizzando o generalizzando se necessario, si può suggerire un approccio al progetto non diverso da quello che naturalmente

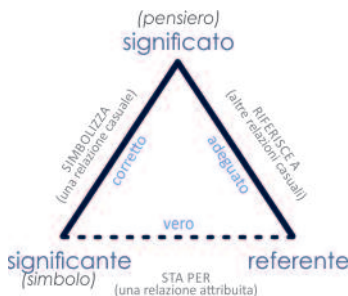
1. C.K. Ogden. I.A. Richards, *Triangolo di Ogden-Richards* in U.Eco, *La struttura assente*, Bompiani 1968.

si compie quando si approfondisce la conoscenza della propria lingua, sempre sospesa tra uso e norma, fantasia e regola, dimensione individuale e collettiva.

Come tutti i comportamenti, i gesti, le espressioni verbali o scritte, come per le creazioni artistiche e le invenzioni tecniche, esiste nell'agire dell'uomo un momento che potremo definire processuale che consiste nell'atto costruttivo del gesto, della creazione o dell'invenzione. Un momento che non coincide ancora con il risultato finale di quest'atto, ma lo prepara, lo costruisce, con procedure, convenzioni, consuetudini e leggi che provengono dalla natura, cultura o fantasia del suo artefice. Così un architetto, quando progetta, segue un determinato processo logico che lo porterà a definire l'opera architettonica nel disegno finale e, se il caso, nella realizzazione. Questo processo, ma anche i materiali di questo processo, costituiscono il significante dell'architettura, che si può rapportare anche ad un precedente concetto espresso da Vitruvio, la ratiocinatio, la capacità cioè di elaborare in termini intellettuali e tecnici. "Generalizzando momentaneamente il problema, si può dire che il significato è la materializzazione finale dell'atto significante, è la conclusione di un processo, è la cosa in sé. Come per un pittore un dipinto finito o per uno scienziato una invenzione, per l'architetto l'opera compiuta rappresenta il fine e la fine di un gesto: questa compendierà in sé il processo, l'atto creativo, il significante, ma lo esprimerà in significato."¹⁹

L'accostamento dell'architettura alla semiologia (lo studio dei segni) può avere valore proprio andando al di là del semplice contenuto che le forme architettoniche esprimono nella loro presenza, per il fatto cioè di esistere come realtà fisiche, legate ai bisogni individuali o collettivi, ed espressione di necessità dell'uomo, ed entrando nel campo teorico della cultura architettonica, della sua storia e dei problemi che regolano la composizione.

Così mentre l'utente potrà godere dell'opera di architettura semplicemente perché corrisponde al soddisfacimento di un bisogno vitale, il progettista che vuole capire l'architettura come processo ed acquisire gli strumenti di controllo di questo processo, che vuole cioè operare all'interno di una disciplina, dovrà tornare indietro dall'oggetto significato sino all'analisi del processo significante. E proprio da questo punto di vista è possibile allora interpretare l'architettura come linguaggio, o meglio, cogliere le analogie possibili tra modi di costruire il progetto e modi di costruzione di un linguaggio.



“In particolari accezioni il termine linguaggio può coincidere con la parola stile. Questa, nella sua etimologia greca e latina (*stylus*) aveva un doppio significato: da una parte indicava un corpo rotondo, come una colonna, dall'altra un punteruolo usato per incidere scritti e disegni su foglie preparate con vernice di cera. E' subito possibile notare la coincidenza tra oggetto rappresentato (significato) identificato nell'archetipo della colonna, e strumento rappresentante (significante) identificato nella penna o matita che lo disegna. Viene cioè, attraverso una operazione di metonimia, fatto coincidere lo strumento con l'operazione intellettuale e creativa che lo strumento stesso rende possibile, e cioè il fine con il mezzo.”²⁰

Tornando al parallelismo tra architettura e linguaggio, è utile provare a tessere questo confronto analizzando i modi attraverso cui si costruisce un linguaggio. Si deve innanzitutto accennare alla differenza concettuale tra lingua e parola, ovvero alla dimensione collettiva, globale e sintetica di un linguaggio, distinta dai termini individuali, singolari ed analitici che vanno a comporre il linguaggio stesso. Evidentemente non c'è lingua senza parole, non è possibile cioè costruire un linguaggio architettonico senza le opere che lo rappresentano; e non è possibile per lo storico di un linguaggio (o di uno stile) comprenderlo se non attraverso lo studio delle singole architetture, così come non è possibile per l'architetto progettare se non attraverso la conoscenza della dimensione complessiva in cui la sua opera si inserisce.

Completata questa riflessione sul significato generale del concetto di lingua e sulla particolarità del progetto come parola, è possibile concentrarsi segnatamente sulla costruzione del progetto vedendone i nessi con la costruzione del linguaggio, ricordando sempre che queste schematizzazioni sono valide nella misura in cui restano finalizzate all'acquisizione di una corretta strumentazione progettuale.

Un linguaggio parlato può essere scomposto secondo una progressione che dal massimo della unità (testo) procede verso i periodi, le frasi, i sintagmi, le parole, sino al massimo di segmentazione, e cioè i morfemi e i fonemi. Questi rappresentano una ulteriore scomposizione di quel livello minimo di sintesi che è rappresentato dalla parola, o vocabolo.

Seguendo per l'architettura il cammino opposto, partendo cioè dal dato analitico e procedendo verso la sintesi finale (progetto), ci si domanda quale possa essere l'elemento minimo in architettura, e se sia possibile anche in tale disciplina individuare fonemi, morfemi e vocaboli.

Si deve cioè introdurre il concetto di elemento architettonico. La defi-

nizione di elemento in architettura non può essere univoca almeno per due ragioni: la prima è che, essendo connaturato al concetto di progetto il concetto di scala (ogni opera viene pensata in relazione alle diverse dimensioni dei problemi, dei contenuti e delle finalità, ed in un determinato rapporto dimensionale viene rappresentata sulla carta), la scomposizione dell'architettura in elementi è un procedimento di valore relativo. Così una costruzione, che di per sé non è un elemento, può essere scomposta in parti sempre più piccole ed elementari; ma una costruzione se letta all'interno della città può a sua volta essere considerata una parte elementare, un elemento appunto, di quella città. La seconda ragione è che la lettura in parti discrete dell'opera architettonica può essere effettuata da angolazioni diverse che privilegiano ora il parametro costruttivo, ora quello funzionale e spaziale. "Potremmo cioè parlare di elementi costruttivi dell'architettura (il muro, il pilastro, il solaio, la copertura, l'infisso, ecc...); oppure di elementi funzionali (ingressi, scale, logge, ambienti, ecc.) che si esprimono attraverso configurazioni formali elementari."²¹

L'elemento architettonico, dunque, è la forma lessicale elementare dell'architettura, parola che entra a far parte di un vocabolario; così si può utilizzare in architettura il termine vocabolario architettonico per intendere quel complesso di segni ancora analitici e scomposti che non costituiscono un progetto di architettura, ma un repertorio che caratterizza quell'opera e che la rende confrontabile ad altre.

Questi elementi vengono elencati come glossario di parole architettoniche. Parole ora semplici, ora composte, talvolta etimologicamente complesse, altre volte nuove. Parole che cominciano ad essere declinate, coniugate ed aggregate secondo una grammatica, la cui prima elementare sintesi porta alla costituzione di sintagmi elementari. Gli elementi infatti si possono combinare in orizzontale ed in verticale, costituendo due categorie di sintagmi: la prima declina, coniuga e collega colonne, pilastri, muri, porte e volte distendendo in orizzontale una sequenza logica; la seconda fa altrettanto, ma in verticale, costruendo elementari aggregazioni tettoniche. Il passaggio successivo è verso la complessità degli insiemi architettonici, e cioè degli edifici.

A questo punto è opportuno introdurre il concetto di sintassi architettonica proprio per definire quell'insieme di operazioni, a vari livelli di complessità, che collegano logicamente le parti dell'edificio dando forma al progetto di architettura. Il confronto con il linguaggio parlato è con il periodo, e cioè con l'aggregazione di proposizioni coordinate o subordinate

tra di loro, ma sempre collegate secondo una gerarchia. E' bene ricordare che la sintassi in architettura tratta delle relazioni dei segni tra di loro, cioè si occupa delle "combinazioni dei segni prescindendo dalle loro specifiche significazioni e dalle relazioni con i comportamenti in cui hanno luogo."²²

In questo senso perciò gli aspetti sintattici della composizione architettonica non sono esaustivi della complessità del progetto, dovendo essere integrati dal controllo del rapporto tra i segni ed il comportamento

degli utenti (pragmatica). Andiamo ora ad osservare il linguaggio architettonico moderno e cerchiamo di ritrovare anche in questo, la stessa logica compositiva che ci può portare dalla parola architettonica sino al progetto finale. Possiamo pensare, come elementi, agli innumerevoli sistemi di tamponamento murario (pareti in calcestruzzo, in mattoni o pietra a vista, in rivestimento lapideo, in pannellature metalliche o sintetiche); ma anche ai modi diversi di configurare i pilastri (sottili in acciaio, più pesanti in cemento armato, a sezione quadrata, a setto, più massicci così da costituire piloni); oppure alle molteplici variazioni di aggetti e sbalzi che caratterizzano tante opere contemporanee, sino alla varietà di bucatore con relativi infissi.

Osserviamo come gli elementi lessicali minimi dell'architettura contemporanea finiscano per coincidere con il repertorio degli elementi costruttivi. E' solo nella fase compositiva successiva, quella che abbiamo confrontato con la formazione dei sintagmi e delle proposizioni, che la capacità di sintesi del progettista coinvolge problematiche funzionali e spaziali, e a questo punto necessariamente, intervengono alcune fondamentali differenze espressive. Nel linguaggio moderno infatti, rispetto alle schematizzazioni ottocentesche, la libertà espressiva ed il pluralismo, resi possibili dalla estrema varietà del repertorio costruttivo, rendono possibili procedimenti sintattici di gran lunga differenziati.

2.2_STRUTTURA PROFONDA E STRUTTURA SUPERFICIALE DELLA CONFIGURAZIONE ARCHITETTONICA

Per definire un adeguato processo di analisi delle configurazioni, è necessario specificare i criteri di costruzione, o meglio di generazione delle configurazioni che, in quanto connessione di un contenuto e di un'espressione, hanno funzione nel processo di comunicazione architettonica, cioè

formulando nuove ipotesi a partire dalle regole di base della sintassi linguistica.

Ogni configurazione architettonica è il prodotto di un processo di generazione che, mediante un sistema di regole di produzione (processi creativi e costruzione logica), assegna ad ogni elemento una specifica struttura di segmentazione.”²³ A tale struttura si applica un altro sistema di regole generative che ad essa fanno corrispondere una determinata struttura percettiva mediante uno specifico schema di rappresentazione.

“Il sistema di regole si definisce grammatica del processo di costruzione della forma architettonica e consente di assegnare una configurazione strutturale ad ogni configurazione.”²⁴

La grammatica del processo di progettazione architettonica è quindi il sistema di regole che possono essere iterate per generare un numero indefinitamente grande di configurazioni; il compito della grammatica è quello di definire tutte le sole configurazioni grammaticalmente corrette della lingua mediante un linguaggio formale strutturato nelle tre componenti o nei tre insiemi di regole: sintattico, semantico e di rappresentazione.

Le regole del componente sintattico assegnano una descrizione strutturale alle configurazioni, specificandone le relazioni spaziali e le caratteristiche percettive. Le regole sintattiche permettono, quindi, di generare e costruire logicamente le configurazioni.

Le regole del componente semantico assegnano una rappresentazione semantica alle descrizioni strutturali generate dal componente sintattico; esse consentono, perciò, l'interpretazione delle configurazioni architettoniche.

Le regole del componente di rappresentazione permettono di assegnare una raffigurazione convenzionale alle descrizioni strutturali prodotte dal componente sintattico, cui è stata assegnata un'interpretazione mediante le regole semantiche. Tali regole permettono di simulare le configurazioni, specificando come rappresentare in modo univoco ed esplicativo le descrizioni strutturali assegnate alle configurazioni.

“Il componente sintattico della grammatica associa ad ogni configurazione architettonica una coppia (P, S) dove P ed S sono due livelli di struttura: S è una struttura interpretativa di superficie, immediatamente percepibile, e P è una struttura astratta, corrispondente alla prima mediante un sistema di regole di trasformazione. Tali livelli di struttura si definiscono, rispettivamente, ‘struttura superficiale’ e ‘struttura profonda’ di

una configurazione architettonica.”²⁵ Il componente semantico è costituito dal sistema di regole che associano ad una configurazione architettonica una rappresentazione semantica, ovvero specifica il significato delle strutture generate dal componente sintattico. In questo senso, “il significato di un’opera architettonica risiede nella relazione di interdipendenza tra struttura profonda e struttura superficiale. Questa relazione è una congruenza: si dice che tra due elementi o sistemi di elementi sussiste congruenza se vi è invarianza rispetto alla classe di trasformazione ammesse.”²⁶

Il componente di rappresentazione determina la forma rappresentativa di una configurazione generata dalle regole sintattiche, cioè associa ad ogni configurazione architettonica una rappresentazione simbolico-formale, una struttura di ‘simboli iconici etichettati’, ognuno dei quali è caratterizzato da un insieme di tratti distintivi con valori specifici. Le regole del componente di rappresentazione elaborano una matrice che associa ai ‘simboli iconici etichettati’ le informazioni presenti nelle strutture di superficie.

“Entrambi i componenti semantico e di rappresentazione sono essenzialmente interpretativi: entrambi utilizzano le informazioni fornite dal componente sintattico concernenti i formativi costituenti, le loro proprietà intrinseche e le loro interrelazioni all’interno di una configurazione determinata.”²⁷

“Il compito della grammatica del processo di costruzione della forma architettonica risiede nella generazione della classe di descrizioni strutturali associate ad ogni configurazione, ciascuna delle quali è costituita da una struttura profonda, una struttura superficiale, una interpretazione semantica e una interpretazione (rappresentazione) notazionale.”²⁸

Per la formulazione della grammatica del processo di progettazione architettonica è opportuno fare riferimento al modello di grammatica generativa che si fonda sugli assunti della teoria formale delle strutture linguistiche o sintassi logica. Per sintassi logica di un linguaggio si intende “l’enunciazione sistematica delle sue regole formali e lo sviluppo delle conseguenze che derivano da queste regole.”²⁹ La sintassi del linguaggio architettonico stabilisce, dunque, “le regole di base alle quali è possibile costruire formalmente le strutture soggiacenti le configurazioni prodotte da un determinato architetto-operatore mediante i processi creativi di cui tali regole rappresentano la formalizzazione.”³⁰

La modellizzazione del processo di progettazione deve consentire di costruire le configurazioni a partire dagli elementi di espressione e di con-

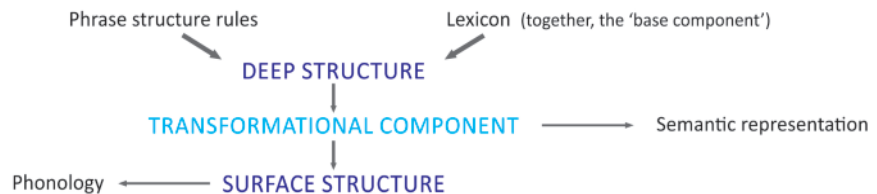
2. Diagramma sintetico del modello trasformazionale di Chomsky. La base del *modello della grammatica trasformazionale* è fondato sui principi della struttura profonda e superficiale di una frase e sulle trasformazioni che collegano l'una all'altra.

tenuto. In una grammatica generativa il componente sintattico fornisce un numero finito di regole o schemi di regole, che sono organizzate in modo tale da generare un numero finito di coppie (P, S), di strutture profonde P e di strutture superficiali S, che rappresentano la segmentazione del continuum del contenuto e dell'espressione, motivata dall'intenzione di veicolare, attraverso una particolare configurazione architettonica, un sistema di funzioni prime e di funzioni seconde.

“Il componente sintattico consiste in regole che generano strutture profonde, combinate con regole che applicano quelle strutture nelle strutture superficiali associate. Chiamiamo questi due sistemi di regole rispettivamente componente di base e componente trasformazionale della sintassi.”³¹

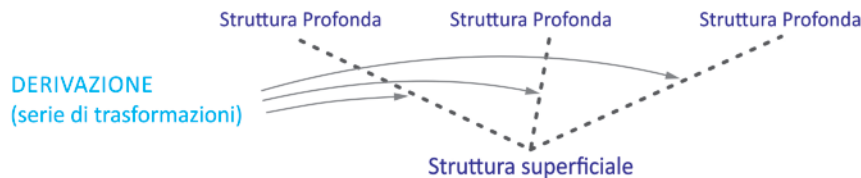
La struttura profonda, generata dal componente grammaticale di base, realizza una particolare relazione tra una forma del contenuto ed una forma dell'espressione, che permette, mediante le regole del componente semantico, di proiettare entrambe le forme in una particolare sostanza del contenuto. D'altra parte, la struttura superficiale, prodotto delle trasformazioni operate sulla struttura profonda mediante le regole del componente sintattico trasformazionale, specifica la stessa correlazione tra forma del contenuto e forma dell'espressione, e può essere proiettata, mediante le regole del componente di rappresentazione notazionale, in una particolare sostanza dell'espressione. L'interpretazione di entrambe le strutture, sia sul piano dell'espressione che sul piano del contenuto, consente di assegnare un senso, un significato alla configurazione cui esse sono associate.

La struttura profonda è quindi un costrutto astratto e in quanto tale non è pertinente al campo della percezione; le regole del componente di base non generano configurazioni architettoniche, ma strutture sintagmatiche astratte che, solo grazie alle convenzioni stabilite dalle regole del componente di rappresentazione, possono assumere una dimensione concreta, come modelli di prima articolazione spaziale, mappe di rappresentazione della struttura profonda.



Le regole del componente trasformatore, operando sulle strutture sintagmatiche di prima articolazione, le trasformano in strutture di superficie, che le regole del componente di rappresentazione correlano a modelli di seconda articolazione spaziale, le configurazioni architettoniche. Si può allora ipotizzare che la stessa struttura sintagmatica astratta, sottoposta a differenti trasformazioni, si possa proiettare in differenti configurazioni architettoniche.

La correlazione tra la forma del contenuto e la forma dell'espressione, corrispondenti ad una data configurazione architettonica, si attua mediante un processo di trasformazione le cui operazioni lavorano su gruppi selezionati di informazioni veicolate da opportune ed eterogenee segmentazioni della sostanza del contenuto e della sostanza dell'espressione: gli schemi di riferimento. Si può, ad esempio, ipotizzare che le trasformazioni vengano operate, in prima istanza, sui sistemi di etichette che specificano le informazioni relative alle funzioni prime associate a determinare regioni del modello di prima articolazione. Ancora, raffigurando le strutture sintattiche, associate a determinate configurazioni, mediante modelli grafici semplificati, si potranno visualizzare le trasformazioni delle relazioni derivate mediante le regole sintattiche, attraverso un numero limitato di convenzioni di rappresentazione grafica.



Allo scopo è necessario definire una "sequenza di operazioni formali che permettono di rappresentare notazionalmente opportune sezioni dei modelli di prima articolazione spaziale e di simulare l'azione delle trasformazioni sintattiche. La famiglia di trasformazioni ammesse su di una determinata sezione del modello di prima articolazione viene costruita in funzione delle caratteristiche delle unità, delle relazioni spaziali e delle etichette associate."³² Le trasformazioni sono infatti classificate secondo la categoria di appartenenza degli oggetti cui si applicano, distinguendo tra trasformazioni che modificano localmente le unità del modello, permettendo la determinazione dimensionale dei tratti di specificazione, trasformazioni che alterano le relazioni operando mediante la sostituzione, la

3. Il metamodello linguistico-trasformatore di Chomsky costituisce una rappresentazione del processo attraverso il quale gli individui rappresentano la propria esperienza e comunicano questa rappresentazione.

Quando gli individui desiderano comunicare questa rappresentazione formano della loro esperienza una rappresentazione linguistica completa, la struttura profonda. Quando parlano effettuano una serie di scelte (trasformazioni), in genere non coscienti, relative alla forma in cui comunicheranno la loro esperienza, cioè la struttura superficiale, che diviene la rappresentazione di una rappresentazione linguistica completa.

permutazione, l'addizione o la cancellazione delle unità dello schema, e trasformazioni sulle etichette che permettono di modificare o integrare le informazioni associate alle unità o alle relazioni spaziali.

Attraverso l'applicazione delle regole di trasformazione agli indicatori sintagmatici di prima articolazione, si costruisce gradualmente la mappa del modello di seconda articolazione spaziale. Operando sulle localizzazioni, sulle relazioni e sulle etichette assegnate agli elementi lessicali, se ne precisano le dimensioni e le interrelazioni, predisponendo la mappa della struttura superficiale all'applicazione di inserzioni lessicali che posizionano nella mappa così definita i contenuti formativi di seconda articolazione.

Dal momento che le regole del processo di trasformazione non sono sempre reversibili e possono essere applicate un numero qualsiasi di volte, la corrispondenza tra mappe non è biunivoca per cui possono esserci trasformazioni distinte che producono un cambiamento analogo e trasformazioni analoghe che mettono in corrispondenza la stessa porzione del modello di prima articolazione con una sezione diversa dal modello di seconda articolazione.

Ciò comporta che, "operando attraverso le regole di trasformazione, ad ogni modello di prima articolazione è possibile correlare molti, o addirittura infiniti modelli di seconda articolazione. In questa caratteristica risiede essenzialmente l'enorme possibilità generativa del modello della grammatica per la costruzione della forma architettonica e, per essere adeguato, ogni modello di grammatica generativa dovrebbe assicurare tale illimitata scelta derivazionale e trasformativa, opportunamente regolata e controllata dalle regole e dalle condizioni definite ed accettate all'interno della grammatica."³³

Lo stesso principio governa l'analisi e l'interpretazione delle configurazioni architettoniche: il modello della grammatica generativa deve assicurare la possibilità di registrare, in modo coerente e non contraddittorio, il maggior numero possibile di entità che hanno funzione rispetto ad una qualche relazione (sintattica, semantica, o di rappresentazione) pertinente, definita dal modello stesso. Ciò, infatti, permette di estendere le costruzioni formali e gli schemi generativi ad un gran numero di diverse esperienze al fine di rintracciare i principi fondamentali del processo di costruzione della forma architettonica.

Il singolo atto progettuale è legato al processo di costruzione del pensiero, dell'idea, della conoscenza, della forma del contenuto correlata alla

sua corrispondente sostanza, di una determinata configurazione architettonica. Ma ogni progettazione è anche un processo di simbolizzazione, di rappresentazione di un concetto attraverso un mezzo materiale, di proiezione di certe proprietà e di certe informazioni registrate in un substrato (concettuale), ad un altro (sensibile). Gli strumenti dell'operatore dovranno dunque consentire l'interpretazione, la rappresentazione e la comunicazione delle operazioni del processo di progettazione e dei loro prodotti.

La correlazione fra la struttura profonda di una configurazione, cioè del modello di organizzazione comportamentale e referenziale corrispondente ad un determinato sistema di bisogni, ed una struttura superficiale, scelta in una classe praticamente infinita di possibili alternative, supporto delle qualità sensibili e veicolo significativo di tutte le informazioni inerenti al processo di costruzione della forma, assume un valore peculiare, perché è in tale correlazione che risiede il rapporto di significazione della forma architettonica, il significato culturale, sociale, economico, artistico e scientifico della configurazione e del suo processo di generazione.

Solo in tale reciproca relazione di corrispondenza e di adattamento è possibile intendere i principi, le intenzioni, l'effetto e l'adeguatezza al contesto ambientale, sociale, fisico-naturale e costruito, che l'operatore e la comunità intendono realizzare nel progettare una determinata configurazione. La costruzione di un adeguato modello del processo di costruzione della forma architettonica diviene dunque la premessa di qualsiasi pratica progettuale. In questo modo si esplicita la pratica teorica dell'architettura, precisata all'interno di un determinato sistema sociale, e ogni singola pratica di trasformazione corrispondente ad una particolare competenza.

Quindi, affinché il progetto soddisfi i bisogni, quali sostanza del suo essere architettura, del suo farsi spazio delle attività umane, la pratica dell'architettura deve poter rispondere all'esigenze di una teoria, quale definizione di un'idea, e di un processo conseguente, compatto, coerente ed inclusivo di tutti gli attributi e le caratteristiche della pratica scientifica; ed è in questo senso che la modellizzazione del processo di costruzione della forma architettonica si è configurata in analogia con il modello della grammatica generativa.

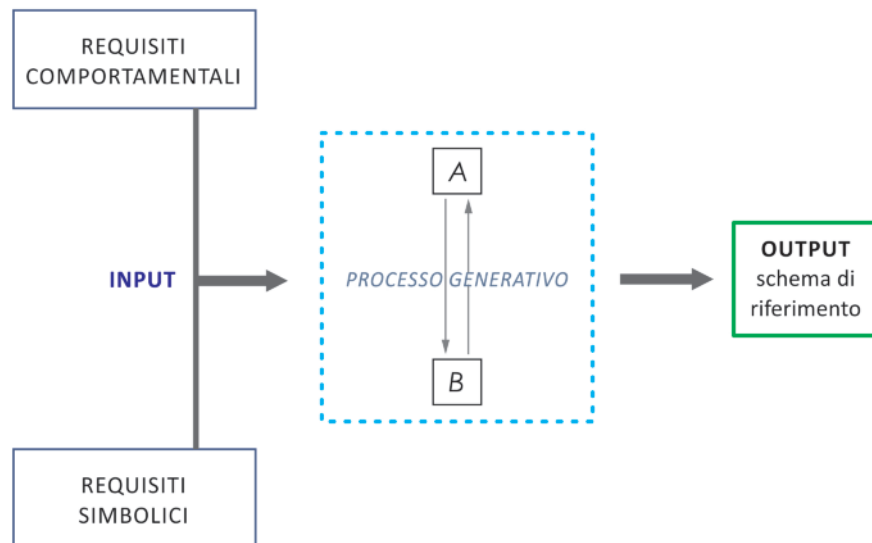
Il processo di produzione dello spazio architettonico sussume il processo di costruzione della forma architettonica e in questo realizza il principio della trasformazione, che è coscienza del dinamismo e del progresso della conoscenza scientifica ed acquisizione dei valori significanti dei comportamenti e delle espressioni di un paradigma culturale storicamente de-

4. Si ipotizzi che ogni processo generativo della configurazione architettonica sia costituito da due componenti: un componente descrittivo (A) e un componente rappresentazionale (B). Il componente A ha il compito di assegnare una descrizione strutturale all'insieme dei requisiti. il componente B assegna ad ogni elemento dello schema di riferimento un'adeguata rappresentazione notazionale: la configurazione così ottenuta si dice generata dal processo generativo.
cfr. R.Scarano, Processi di generazione della configurazione architettonica, Fratelli Fiorentino 1988.

terminato.

Compito del componente sintattico trasformatore – trasformazione – della grammatica è associare ad ogni struttura profonda la corrispondente struttura superficiale. Le regole di trasformazione rappresentano, come tutte le regole della grammatica, particolari processi di manipolazione presenti e sedimentati nella competenza dell'architetto-operatore, attraverso i quali è possibile specificare quelle proprietà del modello primario, e cioè della struttura profonda, che sono date in termini relativi e generali e, una volta verificato se la configurazione, generata mediante le regole sintattiche, soddisfa le richieste alla base del particolare processo di progettazione, operare i necessari cambiamenti.

Tale operazione è fondamentale per il processo di comunicazione e, di conseguenza, per il processo di significazione: infatti, affinché il processo di comunicazione non si esaurisca in un numero ristretto di presentazioni originali, è necessario che ciò che si trasmette non sia una forma concreta, univocamente determinata. Inoltre, essendo il rapporto tra le componenti segniche fondamentalmente arbitrario, in quanto derivato da una specifica decisione comunicativa, ogni processo segnico è caratterizzato da operazioni di interpretazione delle decisioni intenzionali che legano una forma percepita, manifestata, ad una forma concepibile, che può essere simulata cognitivamente e, quindi, di nuovo resa percepibile e manifestabile.



2.3_L'INTENZIONE NEL PROGETTO DI ARCHITETTURA

Numerosi contributi teorici hanno individuato un'analogia fra architettura e linguaggio che ha consentito di trasferire gli strumenti analitici del discorso e del segno linguistico al campo dell'architettura, con l'intento di sviluppare percorsi critici, descrizioni della struttura di articolazione ed interpretazione dei valori estetico-comunicativi dell'oggetto architettonico. Tuttavia, la maggior parte delle teorizzazioni specifiche sull'argomento, appropriandosi della terminologia linguistico-semiologica per proiettarla nell'analisi dell'oggetto architettonico, hanno inteso tale entità come prodotto di una sequenza di operazioni di formazione segnica, un segno, per lo più dotato di due facce, di cui una costituirebbe la componente significato e l'altra quella significante. Il problema centrale di una semiologia dell'architettura non risiede nella dimostrazione della possibilità di un'analisi strutturalista dell'oggetto architettonico, quanto piuttosto, nella spiegazione coerente ed esauriente del processo di trasformazione dei bisogni e delle intenzioni semantico-referenziali espressi da un certo sistema sociale, in una forma ad essi congruente.

L'analisi del processo di costruzione della forma architettonica quale veicolo di informazione pertinente alle intenzionalità e agli obiettivi di un determinato paradigma culturale, espressione di una competenza individuale o collettiva, si dovrà quindi basare sul bagaglio specifico delle teorie dell'architettura, o in mancanza di teorizzazioni sufficientemente sistematiche e compatte, dovrà assumere come obiettivo primario la costruzione di una teoria dell'architettura adeguata agli scopi dell'analisi e della spiegazione del processo di progettazione. Questo approccio ha consentito di interpretare l'analogia tra architettura e linguaggio stabilendo una corrispondenza 'profonda' tra il processo di generazione delle strutture significanti di una lingua, delle strutture di un sistema di pensiero e di espressione, e il processo di costruzione della forma architettonica.

La teoria che vede l'analogia tra architettura e linguaggio, o meglio tra architettura e sistemi lessicali, deve servire a rendere possibile la comprensione delle necessità che l'architettura stessa presuppone, la sua sostanza. Tuttavia la teoria non dovrebbe essere un sostituto dell'esperienza diretta dell'architettura, infatti tale ricerca teorico-scientifica non si prefigge di competere con la percezione, ma può sicuramente contribuire a raggiungere un'esperienza più corretta e più profonda dell'architettura.

La conoscenza teorica afferma che "l'opera architettonica è una fun-

zione di fattori che non sono immediatamente accessibili e al tempo stesso che un esame teorico della sua organizzazione formale ne facilita una corretta percezione. La teoria indica infatti i poli che definiscono l'orientamento adeguato verso l'oggetto. Solo quando si intende realmente ciò che la forma rappresenta come manifestazione di oggetti superiori, è possibile parlare di una reale esperienza architettonica."³⁴

Si presuppone qui che il concetto di architettura trascenda l'aspetto formale, ma è fondamentale chiarire che anche quando si sperimentano proprietà puramente formali è necessaria una conoscenza teorica. Attraverso una particolare attitudine analitica, quindi, è senz'altro possibile percepire l'architettura da un punto di vista formale, in rapporto cioè a certe categorie formali, ma è altrettanto possibile percepire le forme come manifestazioni dei presupposti che le hanno determinate; l'esperienza analitica rappresenta perciò una parte di questo genere più ampio di esperienza architettonica.

Si è visto come una descrizione fenomenologica sia illusoria, in quanto qualsiasi descrizione deve essere fatta in termini di oggetti, per questo motivo soltanto attraverso tale tipologia di analisi si può raggiungere l'attitudine capace di mediare l'esperienza adeguata e solo in questo modo si acquisiscono gli schemi percettivi che sono adatti alla struttura dell'oggetto. In altri termini, ciò che un oggetto architettonico comunica risiede nella relazione tra la struttura della sua configurazione e la struttura di ciò che di essa è percepito. E anche se nell'esperienza architettonica i caratteri presentativi di una configurazione prevalgono, è solo in funzione delle caratteristiche semiologiche, denotative, dei significati culturali prodotti per associazione mnemonica, che si evince il significato di una configurazione architettonica.

La pratica architettonica si sviluppa quindi all'interno di una determinata società, definita da una serie di rapporti e relazioni complesse tra individui o gruppi di individui. L'architetto, per soddisfare particolari bisogni sociali, deve operare su concetti con l'ausilio di particolari pratiche tecniche di trasformazione, ed ha quindi necessità di munirsi di una strumentazione adeguata alla complessità dei problemi che è chiamato a risolvere. In questo senso, l'ideologia, il modo di sentire, il modo di vedere governano il processo di organizzazione delle conoscenze presistematiche che, una volta strutturate, contribuiranno alla definizione architettonica.

Nell'ambito dell'architettura e di ogni altro processo di conoscenza, la strutturazione delle conoscenze presistematiche verso un nuovo para-

digma di progettazione e di interpretazione del costruito, si attua attraverso fasi determinate: c'è un momento in cui nuove posizioni sono proposte, descritte e discusse, e c'è un momento in cui i modelli di teoria che rispondono in maniera più adeguata alle esigenze della società si sviluppano sperimentando i propri metodi, esplicitando e trasmettendo i propri sistemi di regole e costruendo, in senso logico e in senso materiale, i propri prodotti d'uso.

La formalizzazione del sistema delle regole per la costruzione della forma architettonica costituisce una grammatica che genera descrizioni strutturali delle configurazioni, ciascuna con i suoi aspetti notazionali, semantici e sintattici. "Dal momento che si è definita la configurazione architettonica come equivalente, dal punto di vista semiotico, al testo, in opposizione alla definizione di architettura come sistema di segni, il sistema di regole per la costruzione della forma architettonica comprenderà regole di produzione e di strutturazione, di interpretazione e di rappresentazione che assegnano descrizioni strutturali alle configurazioni in quanto complessi unitari, continui, analizzabili in entità discrete non dotate di significato architettonico."³⁵

Ciò significa che l'architetto opera con almeno due sistemi di regole che si trasmettono reciprocamente l'informazione elaborata al loro interno. Tale struttura bipolare rispecchia l'organizzazione stessa del processo di costruzione della conoscenza, individuale e collettiva, cui l'operatore partecipa in una posizione chiave, di mediazione tra i bisogni della collettività e gli strumenti e i nuclei decisionali coinvolti nel processo di produzione degli oggetti d'uso rispondenti a tali bisogni. Tra struttura della competenza del singolo e ordinamento della cultura si scopre così una profonda analogia fondata sul funzionamento di due strutture generatrici complementari. Un sistema comprende regole che operano su elementi discreti e tendono alla descrizione analitica della struttura, dell'interpretazione e della raffigurazione delle componenti individuate; il secondo sistema comprende regole che elaborano elementi complessi, continui, cui viene assegnata una descrizione strutturale che non comporta suddivisione in parti subordinate ma appartenenti allo stesso livello semantico, bensì tende alla individuazione delle funzioni della configurazione, della forma architettonica rispetto alla situazione contestuale in cui è inserita, funzioni che possono essere del tutto generali o inerenti all'organizzazione interna della stessa configurazione rispetto alle finalità che l'hanno motivata.

L'architetto opera dunque su concetti, rappresentazioni concettuali o riferimenti culturali, per definire schemi di organizzazione e di posizionamento spaziale: ogni rappresentazione concettuale funziona come un 'simbolo', corrispondente a determinate intenzioni semantiche, e queste, una volta assunte come riferimento, possono essere trasformate in configurazioni di spazi. Perciò il processo di produzione e trasformazione dei 'simboli' dipende dalla competenza del singolo, ovvero dalla conoscenza da parte del soggetto-operatore, che è al tempo stesso ricettore ed emittente, delle regole generative dei processi di produzione delle rappresentazioni simboliche.

L'architettura si configura quindi come un particolare sistema di comunicazione descritto come un sistema di configurazioni spaziali che veicolano un contenuto architettonico; tale contenuto-significato è la sostanza dell'oggetto architettonico caricato di valenze socio-culturali in esso impresse dall'operatore che si esprimono attraverso un sistema complesso di configurazioni spaziali. In altre parole il motore che spinge e sottende il processo di progettazione è l'intenzionalità che finisce con il coincidere con la struttura profonda dell'architettura stessa; il sistema grammaticale di rappresentazione, e quindi il linguaggio, non è altro che il mezzo attraverso cui la struttura profonda viene descritta per mezzo delle strutture di superficie.

Quindi così come il linguaggio ha un aspetto interno ed uno esterno, anche l'architettura può essere studiata dal punto di vista di come esprime un pensiero o dal punto di vista della sua forma fisica, cioè dal punto di vista della interpretazione semantica o di quella sintattica. La prima è perciò la struttura profonda astratta sottostante che determina l'interpretazione semantica dell'architettura; la seconda è l'organizzazione superficiale di unità che determina l'interpretazione sintattica e che è in relazione con la forma fisica dell'enunciato effettivo, cioè con la sua forma percepita o capita. Le regole trasformative, che convertono le strutture profonde in strutture superficiali, possono differire da una lingua all'altra e quindi da un processo progettuale generativo all'altro. Naturalmente, la struttura superficiale risultante da queste trasformazioni non esprime direttamente le relazioni di significato ma è la struttura profonda sottostante all'enunciato effettivo – una struttura puramente mentale – che è portatrice del contenuto semantico dell'architettura.

NOTE

- ¹⁰ Lucchini M., Bogoni B.; *Architecture, context, culture*; Alinea – Firenze 2011;
- ¹¹ De Saussure F.; *Corso di linguistica generale*; Laterza – Bari 1967;
- ¹² Koenig G.K.; *Architettura e comunicazione*; Libreria Editrice Fiorentina – Firenze 1970;
- ¹³ Eco U.; *La struttura assente*; Bompiani - Milano 1968;
- ¹⁴ De Fusco R.; *Architettura come mass medium. Note per una semiologia architettonica*; Edizioni Dedalo – Roma 2005, prima edizione 1967;
- ¹⁵ Brandi C.; *Struttura e architettura*; Einaudi – Torino 1967;
- ¹⁶ ibidem, nota 15;
- ¹⁷ Coppola Pignatelli P.; *Funzione e simbolo nell'opera di architettura*; in Rivista di Psicologia Analitica - 1975;
- ¹⁸ Gregotti V.; *Il territorio dell'architettura*; Feltrinelli – Milano 1972;
- ¹⁹ Eco U., *Le forme del contenuto*, Bompiani – Milano 1971;
- ²⁰ Hjelmslev L., *I fondamenti della teoria del linguaggio*, Einaudi – Torino 1968;
- ²¹ Norbeg-Schulz C., *Intenzioni in architettura*, Officina Edizioni – Roma, 1983;
- ²² ibidem, nota 19;
- ²³ Scarano R., *Processi di generazione della configurazione architettonica*, Fratelli Fiorentino – Napoli, 1988;
- ²⁴ Chomsky N., *Saggi Linguistici*, Boringheri – Torino, 1979;
- ²⁵ ibidem, nota 23;
- ²⁶ Chomsky N., *Le strutture della sintassi*, Laterza – Bari, 1980;
- ²⁷ ibidem, nota 24;
- ²⁸ ibidem, nota 23;
- ²⁹ Carnap R., *Linguaggio e sistemi formali*, Einaudi – Torino 1974;
- ³⁰ ibidem, nota 23;
- ³¹ ibidem, nota 24;
- ³² ibidem, nota 23;
- ³³ ibidem, nota 23;
- ³⁴ ibidem, nota 21;
- ³⁵ ibidem, nota 23.

PARTE TERZA

**EFFICIENZA ENERGETICA E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE
NEL PROGETTO DI ARCHITETTURA**

L'ESPRESSIONE DELL'EFFICIENZA ENERGETICA NELL'ARCHITETTURA MODERNA E CONTEMPORANEA

Nella seconda metà del XIX secolo, sotto la spinta del capitale e dell'industria, si realizza la trasformazione in senso moderno della città. La grande città europea scavalca prepotentemente le mura che ne contenevano il perimetro, liberandosi anche psicologicamente da quella recinzione che in un certo senso costituiva il ricordo del passato e la separazione del nuovo dall'antico e si apre quindi verso una espansione all'esterno, simbolo delle libertà acquisite dalla borghesia e della fiduciosa speranza nel progresso. Anche l'architettura vive questa stessa apertura, sia in senso simbolico, sia metaforico che pratico. Anche se in questo periodo l'architettura si esprime attraverso un linguaggio revival ed eclettico, invischiata nel neogotico e nel neoromanico, che accompagnano i primi prodotti dell'ingegneria ottocentesca, esistono nel processo costruttivo alcuni caratteri profondamente innovatori.

Stranamente, però, la critica architettonica, anche se ha analizzato questa situazione da tutta una serie di angolazioni per poterne cogliere i modi e le cause delle successive trasformazioni, ha sempre omesso di considerare un aspetto che invece a ragione può essere ritenuto fondamentale per la trasformazione in senso moderno della città e dell'edificio. L'impiego del supporto energetico ha infatti condizionato in maniera determinante tanto il momento progettuale che quello costruttivo dell'edificio, provocando così una decisa trasformazione dell'assetto urbano. I modelli critici adottati saltano però l'esame di tale episodio dato che hanno eseguito sull'oggetto architettonico prevalentemente una analisi di tipo formale e solo a volte hanno esteso la lettura ad aspetti di tipo tecnologico, ma fermando in ogni caso l'attenzione soltanto su elementi più tipicamente costruttivi. E' vero, come ha opportunamente sottolineato Dardi, che "una ricerca progettuale in architettura propone inevitabilmente la sospensione di altre possibili indagini e la rinuncia al ricorso ad altri parametri di giudizio, e il convenzionamento delle più diverse manifestazioni del reale sotto l'unica specie della loro immagine formale, anche perché è uno dei carat-

5. Victor Horta, *Hôtel Tassel*; Bruxelles
1892-1893.



teri precipui della scienza moderna l'aver individuato e legittimato per ogni disciplina la possibilità di definire autonomamente la determinazione del proprio campo d'indagine, ritagliando, entro la fenomenica complessa del reale, solo quegli aspetti che interessano la disciplina in questione.”³⁶ Ma questa operazione di astrazione deve avere soltanto un carattere sospensivo e deve quindi risultare temporanea, perché “una corretta metodologia progettuale deve avvalersi anche del momento della verifica, che non può prescindere dal particolarissimo contesto in cui si realizza un'operazione di architettura, disciplina nella quale arte e tecnica coesistono e sono strettamente collegate ad altre arti e altre tecniche.”³⁷

Puntando invece su un diverso impiego dello strumento tecnologico e volendosene appropriare in maniera sostanziale, si può effettivamente pervenire ad una reale trasformazione dell'architettura, modificandone le forme simboliche esistenti e proponendo un nuovo messaggio, tecnologico ed architettonico allo stesso tempo. Ma poiché non possono trascurarsi le caratteristiche ambientali dei luoghi, per poter fare uso contemporaneamente dell'ambiente e della tecnologia probabilmente si dovrà impiegare un altro tipo di tecnologia ed altre forme di energia. Questa ritrovata attenzione a tale tematica può ribaltare le tradizioni ambientali e demolire il repertorio delle forme simboliche di cui si è schiavi, facendo inoltre comprendere come fino ad oggi la spinta dell'architettura verso l'appropriazione tecnologica sia stata deludente perché si è trattato di vecchia tecnologia travestita, mentre invece operando secondo l'ottica della tecnologia ambientale, oltre ad apportare vantaggi all'ambiente abitato, si potrà operare una effettiva rivoluzione nell'architettura, e così la nuova architettura potrà, come quella millenaria del passato, risultare ancora convincente.

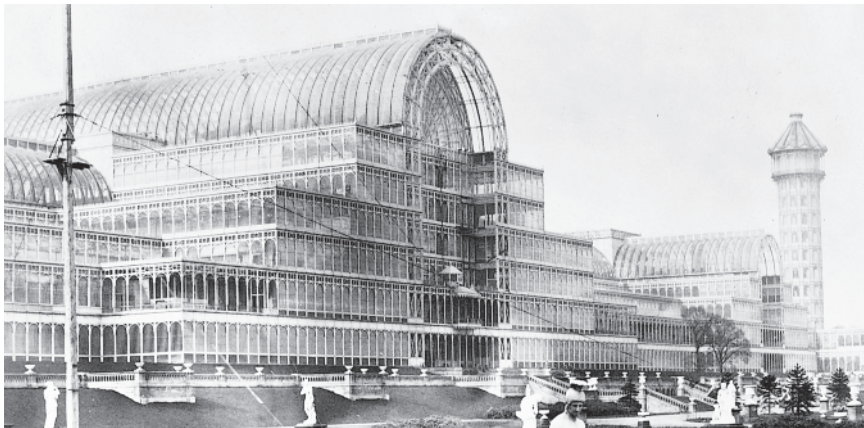
Del resto già in passato i materiali e le tecniche hanno operato in parallelo in questo processo, tanto da rendere del tutto artificiosa una suddivisione tra queste componenti, le quali in effetti non sono altro che aspetti diversi di un unico problema, quello della tecnologia edilizia, che soltanto attraverso una visione unitaria ha potuto essere riscoperta in tutta la sua potenzialità ed essere poi correttamente riversata all'interno del processo di progettazione.

L'episodio più evidente è stato fornito dalle modifiche introdotte nelle strutture portanti: le murature di sostegno, impiegate non solo per realizzare l'involucro esterno ma anche la partitura dei vari ambienti dell'edificio, cominciano a cedere il passo a membrature isolate, che scandiscono ver-

ticalmente volumi e spazi concentrando pesi e resistenze ed individuano quella tessitura di linee forza che poi rappresenterà il linguaggio architettonico degli strutturisti del diciannovesimo secolo. Proprio nell'ultimo decennio dell'Ottocento sarà l'Art Nouveau con Van de Velde e Horta a collocare anche in facciata gli episodi strutturali ed a porre in evidenza le colonne e le travi in ferro, precedentemente annegate nelle pesanti pareti di pietra degli edifici realizzati secondo i canoni dell'Accademia. Questa lenta ma progressiva modificazione della struttura portante conduce verso una atrofizzazione ed una successiva sostituzione della parete che viene così gradatamente eliminata.

Queste trasformazioni portano ad un altro elemento di novità, la trasparenza dell'edificio, ora possibile anche su ampie superfici in facciata ed in copertura. Il contatto tra lo spazio esterno e quello interno può dunque avvenire in maniera continua e la luce, penetrando nell'involucro in grande quantità, contribuisce a dissolvere la massa scatolare dell'ambiente, come già era avvenuto nel Palazzo di cristallo di Paxton, precursore delle superfici in curtain-walls.

6. Joseph Paxton, *Crystal Palace*; Londra 1851.



“Realizzare involucri di vetro senza porre in vista gli impianti tecnologici ha chiaramente soddisfatto una delle principali ambizioni estetiche dell'architettura moderna, ma allo stesso tempo ha contraddetto uno dei suoi fondamentali imperativi morali, ossia quello di esprimere con onestà la funzione, e nel discorso edilizio e architettonico dei primi anni Cinquanta si può avvertire un vero conflitto di intenzioni. Eppure la storia dell'architettura, così come è stata finora trattata, non ha ritenuto necessario giustificare o spiegare una tale suddivisione, che costituisce un non-senso se

6. In alto Louis Kahn, *Richards Memorial Laboratories*; Philadelphia 1957-1960.

7. In basso Frank Lloyd Wright, *Larkin Building*; Buffalo 1904-1906.

confrontata al modo in cui gli edifici vengono costruiti e usati dagli uomini: una divisione tra struttura architettonica, che viene considerata valutabile e degna di discussione, e servizi meccanici, che sono stati quasi del tutto esclusi fino ad oggi dalla critica storica.³⁸ Ha perciò destato scalpore, all'epoca, il caso clamoroso del Richards Memorial Laboratories di Louis Kahn a Philadelphia che forniva alla sistemazione dei servizi meccanici un volume esterno monumentale. Per quanto profondi fossero i cambiamenti determinati nell'architettura dall'elettricità o dal soffitto sospeso, il fatto che questi cambiamenti non si siano manifestati nelle forme esterne ha negato a questi, finora, un posto nella storia dell'architettura. Eppure ciò che era evidente nei Laboratori Richards, era stato altrettanto evidente e manifesto, più di mezzo secolo prima, nell' Edificio Larkin di Frank Lloyd Wright a Buffalo. Ben pochi tuttavia si sono preoccupati di quelle forme monumentali e vigorose con cui Wright ha racchiuso il suo pionieristico sistema di servizi meccanici, se non per citarle come la fonte, puramente formale, dei blocchi di servizio dei Laboratori Richards.

Dal punto di vista storico, infatti, il punto di vista privilegiato è sempre stato l'aspetto riguardante il vincolo estetico; l'architettura che proponeva i servizi ambientali in evidenza ha dovuto attendere che si realizzasse una modifica del gusto estetico, nonostante il considerevole aumento delle difficoltà incontrate nella ricerca di posti adatti dove nascondere i condotti e gli impianti, anche perché questi divenivano sempre più voluminosi e complessi. In questo cambiamento di gusti l'influenza di Le Corbusier costituì il fattore determinante: l'aver abbandonato le superfici lisce, anonime, ed aver crescentemente preferito le forme voluminose, plastiche e non necessariamente regolari contribuirono insieme a creare un clima che ha reso possibile una più ampia libertà di espressione architettonica, ed in questa situazione i servizi tecnologici hanno fornito spesso l'impulso o il pretesto per nuovi esperimenti formali. I suoi camini di aereazione eroici e scultorei sul tetto della Unité d'Habitation a Marsiglia devono essere considerati storicamente importanti solo se visti come il primo riconoscimento esplicito del fatto che i servizi ambientali possono essere una funzione rappresentabile dell'edificio, e che questa è anche suscettibile di espressione architettonica. Nulla di nuovo se confrontato con le Torri del Vento dell'architettura spontanea medio-orientale e, più in generale, con tutti i sistemi 'naturali' propri dell'architettura mediterranea; in tali esempi, infatti, il problema dell'equilibrio uomo-ambiente è stato risolto dall'architettura tramite la ricerca di soluzioni e materiali che garantissero all'interno degli



ambienti condizioni di vivibilità accettabili indipendentemente dal variare delle situazioni esterne. Si trattava prevalentemente di architetture spontanee, nate più dall'esperienza diretta che da studi particolari, nonostante ciò si teneva conto delle caratteristiche climatologiche locali, dei materiali disponibili e, naturalmente, delle abitudini di vita dell'individuo. All'interno dell'ambiente 'domestico' (capanna, abitazione, palazzo) le condizioni di benessere potevano venire mantenute tutto l'anno con necessità minime di apporti di energia da parte dell'uomo (rispetto a quella fornita dall'esterno). Si riusciva così a mitigare i rigori invernali e temperare il calore estivo con soluzioni prevalentemente passive che costituivano elementi architettonici primari della configurazione.

Tuttavia l'esperimento lecorbuseriano ha definitivamente sdoganato il ruolo dei servizi ambientali conferendo loro dignità architettonica e possibilità di modellazione plastica, inserendoli di diritto nella morfogenesi progettuale. Da questo momento in poi l'architettura ha intrapreso nuovi percorsi formali ed estetici sperimentando articolazioni compositive complesse e progressive smaterializzazioni dell'involucro, puntando sulla tecnologia e sull'innovazione come rimedio unico a ciò che l'estetica e l'espressione erano costrette a sacrificare. Già dagli anni '60-70 si è assistito in campo architettonico ad una graduale sostituzione di quei principi che da sempre avevano fatto parte integrante di un oggetto architettonico e alla materialità, al peso delle strutture, alla loro opacità, si è via via in molti casi contrapposta la leggerezza e la flessibilità di elementi immateriali. Il valore di una architettura si è cominciato ad attestare nella capacità di esprimere messaggi, di essere in relazione con l'esterno e di essere tecnologicamente all'avanguardia. Una certa tendenza ha voluto inoltre che in qualche caso, i messaggi divenissero sempre più metaforici, ed i progettisti hanno costruito complessi sistemi di rimandi concettuali, in cui impianti e tecnologia sono stati utilizzati per comunicare sia nel senso teorico che pratico del termine. Così la comunicazione, che rimanda alla dinamica dei flussi, è diventata prerogativa dell'architettura non meno della firmitas in passato e concetti come quelli di flessibilità, fluidità, interattività hanno cominciato a far parte integrante dei progetti. L'introduzione di sofisticati sistemi 'intelligenti' supportati da tecnologie eco-sostenibili hanno inoltre notevolmente amplificate le possibilità di ricorrere in architettura ad integrazioni di tipo altamente tecnologico. Si è così avviato un processo di esteriorizzazione di ciò che generalmente aveva costituito la parte nascosta di una architettura che non si è ancora esaurito. La facciata dell'edificio è con-

8. In alto Le Corbusier, *Unité d'Habitation*; Marsiglia 1947-1952.

9. In basso Torri del Vento iraniane; X secolo a.c.

Reinterpretazione simbolica e formale di uno strumento di controllo passivo della climatizzazione degli ambienti interni. I camini lecorbuseriani, infatti, replicano il funzionamento delle torri per il controllo della ventilazione naturale.



10. A destra Renzo Piano e Richard Rogers, *Centre Pompidou*; Parigi 1977.
11. A sinistra dettaglio della facciata 'tecnologica' del Centre Pompidou.

cepita come una membrana più o meno trasparente, interagente con l'esterno. L'edificio diventa un po' come un testo che si costruisce in relazione alla capacità di inserirvi delle interconnessioni ipertestuali. Con il portare fuori da sé i concetti che l'hanno generata, il progettare diventa un 'proiettare' che aumenta la capacità dell'edificio di rendere il fruitore parte attiva dell'opera.

Il paradigma di questo movimento è il Centre Pompidou a Parigi costruito nel 1977 su progetto di Renzo Piano e Richard Rogers. "L'edificio è chiaramente una realizzazione della retorica tecnologica e infrastrutturale degli Archigram con particolari esiti paradossali che possono essere citati a suo favore. Si tratta di un brillante percorso nel campo della tecnica avanzata che occhieggia universalmente a quelle raffinerie di petrolio che cerca di emulare sul piano tecnologico, è poi particolare l'attenzione decorativa praticamente assente nell'edificio, si presenta infatti come un groviglio di travi metalliche il cui aspetto, simile ad una scultura surrealista; gli elementi portanti, le scale, gli ascensori, le scale mobili, le gallerie di circolazione, i tubi di ventilazione e riscaldamento, le condutture per l'acqua ed il gas sono stati collocati all'esterno delle facciate, il che ha consentito di creare ad ogni piano una superficie libera di 7500 mq. E' stato quindi concepito con attenzione rispetto alla specificità del suo compito ma rappresenta l'approccio progettuale di tipo indeterminato, dotato di un massimo di flessibilità portato all'estremo."³⁹ Non soltanto è stato necessario costruire un altro edificio all'interno del volume delimitato dalla struttura, allo scopo di procurare una superficie di parete e una chiusura sufficiente per le mostre d'arte, ma anche l'impiego ovunque di travi reticolari di 50 metri di luce, allo scopo di assicurare il massimo della flessibilità, sembra essersi rivelato eccessivo. Nel primo caso siamo di fronte ad un sottodimensionamento della parete, nel secondo ad un sovradimensionamento della flessibilità.



E' altrettanto vero, però, che negli anni successivi al dopoguerra il basso costo dell'energia e la tendenza del mercato a richiedere bassi costi e tempi ridotti di costruzione hanno esasperato alcuni criteri progettuali, sviluppando una tendenza, da parte dei costruttori e dei professionisti, a fare sempre più affidamento nell'edilizia, alle tecnologie attive, riducendo la progettazione degli edifici ad un puro atto formale e compositivo. L'abbandono dei criteri di progettazione che tenevano conto dei fattori naturali (sole, vento, acqua, sottosuolo, verde), dell'esposizione e dell'orientamento del manufatto edilizio, l'introduzione massiccia della tecnica costruttiva del cemento armato che si sostituisce, in tutto o in parte, ai materiali locali e alle soluzioni passive e tecnico-costruttive tradizionali per il raffrescamento naturale e l'isolamento termico, non avvengono senza conseguenze sia in termini di impatto ambientale, sia come perdita di conoscenze e saperi tradizionali e di 'profili professionali' legati alla cultura costruttiva locale.

Agli anni del boom edilizio e della crisi petrolifera del 1973 segue, come già detto, un periodo di riflessione e ripensamento rispetto al tema della dipendenza energetica, che investe tutti i settori dell'economia. Questo periodo, caratterizzato dai dibattiti internazionali e dai nuovi fermenti culturali che mettono in crisi il modello economico capitalistico, costringe ad un ripensamento anche dei criteri progettuali che riguardano il comparto edilizio, responsabile del 40% dell'inquinamento ambientale e del consumo indiscriminato di risorse, in particolare delle fonti fossili per il riscaldamento invernale e il condizionamento estivo. Si pone perciò la necessità di superare la divisione radicale tra il progetto architettonico e la tecnologia per il controllo termico degli edifici.

In questi ultimi quaranta anni, il tema della domanda e dell'uso dell'energia ha assunto progressivamente maggiore rilevanza, carattere di interdipendenza fra le regioni economiche del mondo e connotazione di urgenza in relazione allo sviluppo sostenibile delle attività umane. I diversi aspetti del tema – risparmio, sicurezza degli approvvigionamenti, efficienza, ecosostenibilità – costituiscono oggi la sfida forse più importante per il futuro della qualità della vita sul pianeta, "senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi di supporto, dai quali essa dipende."⁴⁰ La politica energetica si è evoluta, da azioni locali e separate, in pianificazione, strategie e interventi coordinati a livello globale e locale. In rapporto a ciò, occorrono tecnologie, ma anche strumenti sociali ed economici, per valutare e indirizzare le ricadute e i possibili scenari. Così il tema dell'energia e del-

12. A sinistra dettaglio della facciata della *Sede centrale della Solar-Fabrik*; Friburgo.

13. A destra Eco-quartiere *Hanham Hall*; Bristol 2009.

Questi due esempi di architettura rappresentano in modo diverso l'interpretazione figurativa dell'involucro edilizio e l'integrazione tecnologica (di elementi attivi e passivi) e paesaggistica del costruito sostenibile.

l'ambiente ha assunto il ruolo di paradigma trasversale a più discipline, arti, culture e società. Ma, soprattutto, pervade ormai la vita di tutti i giorni, coinvolge i cittadini, tutte le attività dell'uomo. È in questo contesto che va ripensato il ruolo dell'architettura nel progettare con l'energia, le risorse e l'ambiente. Un'architettura oggi sempre più marginale nel progetto e nel processo del costruire; sempre più relegata a strumento di immagine; un'architettura senza ideologie e missioni che, tuttavia, in questi temi, sembra ritrovare un ruolo e un senso alle proprie azioni nella contemporaneità e nel guardare al futuro. Intervendendo alle diverse scale del progetto, collaborando con altre discipline, tenendo conto del luogo e del sociale, tornando ad attribuire valore duraturo al costruito, l'architettura può essere un potente strumento di trasferimento nella vita quotidiana dell'obiettivo di una energia sostenibile, praticabile, sicura.

L'architettura, fra fine e inizio secolo, si è valsa spesso dei temi dell'energia e dell'ambiente convertiti in tropi linguistici (metafore, iperboli), quasi sempre concentrati nell'attenzione figurativa sull'involucro. E' anche vero che interpretazioni superficiali e semplificatrici hanno, invece, dato origine a mode, caduche e pronte al consumo, che fanno un uso improprio di pareti vetrate, muri verdi, camini del vento, turbine eoliche e schermi solari, in un'architettura senza stile e senza ragione, ora eco-tech, ora eco-organica, ora eco-ornamentale. Tuttavia, è proprio nella forza significativa del paesaggio, dei quartieri urbani, degli edifici che risiede il ruolo specifico dell'architettura, per una integrazione di tecnologie e sistemi sostenibili di risparmio ed efficienza energetica nel costruito. Ne discende una rinata tensione etica del progetto che indirizza, da un lato, al superamento delle divisioni di ruoli e competenze per un lavoro comune necessario ad affrontare temi complessi; dall'altro, ripropone il valore della bellezza e dell'armonia con il contesto, oltre la tecnica e l'innovazione.



3.1 LA COMPLESSITÀ DELLA STRUTTURA LINGUISTICA ARCHITETTONICA E AMBIENTALE

Molti autori, da Barthes a Eco, da De Fusco a Brusasco, da Gamberini a Koenig, hanno ricercato e sottolineato i parallelismi e i punti di contatto esistenti tra il linguaggio verbale umano e la comunicazione architettonica e, in particolare, hanno dimostrato in che modo ha senso parlare di linguaggio architettonico, classificandone i segni, identificandone i vocabolari ed evidenziandone le relazioni con gli altri linguaggi. Come il linguaggio della parola è un'esigenza primaria dell'uomo, analogamente può dirsi del segno architettonico. L'architettura è una serie di veicoli segnici che hanno permesso all'uomo di liberarsi dall'isolamento e di stabilire rapporti con i suoi simili, né più né meno del linguaggio della parola. Il punto di partenza del processo creativo di ogni architettura è dunque l'analisi, lo studio e l'interpretazione dell'esistenza umana, con particolare attenzione alle relazioni fra l'uomo ed il suo prossimo; lo studio del quanto, come e con chi egli desidera comunicare.

“Una prima classificazione che possiamo operare sui segni dell'architettura è quella che li suddivide in segni architettonici propriamente detti, urbanistici e segni dell'oggetto d'uso. Il segno architettonico, quello comunemente inteso come 'architettura', ha come suoi denotata lo svolgersi delle attività umane nei suoi aggregati elementari: il più tipico di questi aggregati è la famiglia. L'uomo ha come consuetudine lo svolgere certe funzioni sotto uno stesso tetto: sta in famiglia in un luogo, lavora in un altro, e si diverte in altri luoghi ancora. Se pensiamo a tutti i luoghi in cui si svolge la vita dell'uomo vediamo quanto è vasto il campo dimensionale entro il quale può oscillare lo spazio architettonico. Nel campo architettonico comunemente inteso si ha sempre una funzione particolare, che viene espletata mediante uno spazio architettonico, che si esprime con un volume che 'involucra' l'uomo. Questo segno architettonico, traducendo lo spazio interno nel volume architettonico, deve essere capace di caratterizzare, qualificare ogni significatum, senza ausilio di alcunché all'infuori di se stesso. Il segno urbanistico corrisponde a quelle attività umane non primarie, ma più complesse, che implicano molte intrecciate relazioni fra più gruppi di persone. Relazioni che esulano dall'ordine della famiglia, e che nascono ogni qualvolta che si giustappongono almeno due oggetti architettonici. Sia pure embrionalmente, basta una coppia di complessi segnici isolati per creare fra di loro un rapporto fisico, una necessità da soddisfare, un extra-significatum che nasce da questo rapporto sociale che può essere coope-

rativo, competitivo o simbiotico. L'unità del segno urbanistico è il complesso segnico che forma l'oggetto architettonico. Il segno urbanistico non è dato quindi dalla serie di spazi che formano la casa, ma dalla serie di spazi che soddisfano le relazioni che nascono fra casa e casa: la piazza, la strada, il ponte, il verde pubblico, ecc."⁴¹

L'interpretazione semiologica dello spazio interno come significato conferma la tesi di Zevi per cui tutto ciò che non ha spazio interno non è architettura, mentre lo spazio esterno entra nel dominio dell'urbanistica. Essa viene confermato in quanto riconosce lo spazio, o meglio lo spazio-segno, come il protagonista dell'architettura. Bisogna inoltre tener conto dei tratti e delle unità componenti gli spazi che conformano il segno architettonico. Tali componenti possono definirsi le facce interne o 'figure' del significato (ad esempio il soffitto, le pareti, la pianta, ecc.) e le facce esterne o 'figure' del significante (le aperture esterne, i prospetti). Questa doppia serie di 'figure' contiene o si compone di elementi lineari come i riquadri, i profili degli ordini architettonici, ecc.

Mentre il segno comporta almeno tre dimensioni, le 'figure' (sottosegno) sono generalmente superfici bidimensionali, che a loro volta contengono o si compongono di elementi lineari. A questo punto si può intendere vedere il segno architettonico in due modi diversi: o lo si considera coincidente con gli elementi bidimensionali, cioè attribuendo a piante, pareti, facciate, ecc. il valore delle parole del linguaggio, come fece ad esempio Gamberini; oppure si interpreta il segno architettonico come la prima entità portatrice di significato in quanto dotata di spazio interno. Quindi l'unità minima dotata di spazio interno nella struttura di un edificio indica la presenza di un segno architettonico, il quale si può definire come l'unione di un contenuto-significato (lo spazio interno) e di un contenente-significante (la struttura esterna che involucra e conforma quell'interno).

Per quanto riguarda il segno urbanistico De Fusco sottolinea che ogni ambiente vuoto, a cielo scoperto ed aperto planimetricamente su uno o più lati, indica la presenza di un segno urbanistico, il cui significato è dato da questo vuoto, mentre il significante che lo conforma è dato dalla massa del fabbricato al contorno.

Si può allora affermare che tanto i segni architettonici come quelli urbanistici, sono contraddistinti da spazi vuoti, interni i primi ed esterni i secondi; quelli urbanistici si presentano come una concatenazione fluida, dando luogo ad un sistema aperto in varie direzioni, quelli architettonici si presentano alla stregua di un sistema chiuso in tutte le direzioni.

Strutturando il segno urbanistico ci si trova di fronte ad un grado di spazialità superiore a quello dell'architettura, a lavorare cioè con funzioni umane complesse, ma non solo. Introducendo il concetto di funzioni complesse introduciamo anche quello di spazialità complessa e quindi di ambiente in cui tali funzioni si svolgono e strutturano, e di relazione significativa che l'ambiente stesso genera con l'uomo e con l'architettura. L'insieme delle reciproche relazioni o interazioni e l'universo di informazioni che la cultura – la scienza, la filosofia, il linguaggio, l'architettura – hanno introdotto, rappresenta il materiale eterogeneo della complessità. Si è abituati, nella nostra epoca, a considerare la complessità come un predicato irreversibile della nozione di ambiente, alla stregua di un paradigma, così come avviene per la nozione di progresso. In realtà se la complessità rappresenta un problema lo si deve ovviamente alla resistenza che essa oppone ad essere divisa o articolata in modo da poter essere ridotta a materiale analizzabile dagli strumenti cognitivi dei quali i diversi ambiti disciplinari dispongono.

Ma la difficoltà inaggirabile della complessità non risiede solo nella resistenza che oppone ad essere compresa o analizzata quanto piuttosto nella materiale consistenza dei legami-relazioni che ne connettono le parti, ormai incarnati in fatti concreti come il benessere, gli interessi, i modi di vivere. Si è assistito a numerosi tentativi di parzializzare la complessità in sottosistemi, in insiemi ed altro, ma questi tentativi si sono tutti rivelati inefficaci a ragione dell'alto numero di linee di connessione e interazione che si era costretti a recidere per poter isolare e circoscrivere le parti o gli strati presi in esame, poichè queste recisioni interrompono di fatto anche i percorsi di comprensione.

Le diverse componenti dell'ambiente urbano, l'habitat che l'uomo si è costruito, fanno parte di un sistema enormemente complesso di interazioni e relazioni. Anche i pochi fenomeni esaminabili formano un complesso schema che non può facilmente essere rappresentato visivamente e che non trova un'adeguata corrispondenza espressiva nelle diverse tipologie di descrizione verbale o grafica. In qualsiasi modo si sia scelto di operare sull'ambiente per poterne analizzare gli elementi, le parti che se ne sono ricavate non possono continuare ad esistere al di fuori di quel tutto organico che è il più vasto ambiente o sistema. Allo stesso modo non è possibile cambiare uno solo degli elementi senza modificare anche gli altri, così il termine ambiente inevitabilmente tende a coincidere sempre più con la totalità. Ciò suggerisce che se la struttura del linguaggio architettonico si

complica per la continua contaminazione tra segni e simboli, e tra significato e significante; la struttura linguistica ambientale nel considerare la totalità complessa dell'oggetto di indagine, o meglio la sua definizione, introduce anche la componente variabile della 'trasformazione'.

L'ambiente che, in quanto nozione processuale e dinamica integra in ogni caso trasformazioni, manifesta le interazioni tra abitante e contesto, naturale e artificiale - all'interno delle quali entrambi, uomo e contesto, in qualche modo si trasformano - esigendo tuttavia, ad ogni stadio del suo divenire, di permanere nell'essenzialità dell'ordine e della misura. Quest'ultima considerazione lascia aperta la possibilità di pervenire ad una definizione del 'linguaggio ambientale' per tutti quei parametri, seppur vastissimi, che interagiscono con l'oggetto architettonico sia nella sua morfogenesi sia nel suo ciclo di vita, contemplando le variabili che condizionano l'architettura e quelle che, viceversa, condizionano o impattano sull'ambiente, nel tentativo di pervenire ad una equazione in cui uomo, ambiente e architettura bilancino positivamente i propri interessi.

Se la qualità di un progetto dipende, anche se solo in parte, dalla complessità che si raggiunge, diventa necessario operare in modo da dominarne, e controllarne, la crescita. Soprattutto quando, dando inizio al progetto, si innesca un processo evolutivo dell'idea con una specifica e caratterizzante dinamica di sviluppo. Operazione non del tutto semplice se si intende anche affrontare, e dominare progettualmente, le transizioni tra momenti diversi, tra diverse ipotesi successive. Queste rappresentano, nello sviluppo, proprio i cambiamenti di regime, di paradigma, i momenti evolutivi nei quali quindi si genera la complessità e nei quali si opera direttamente sulla crescita dell'immagine caratterizzante, sulla formazione della riconoscibilità compositiva dello stesso progetto.

Il modello/paradigma indiziario che si va a costruire per controllare il farsi del progetto, e che permette di procedere linearmente lungo lo 'sviluppo normale', deve pertanto avere due classi di requisiti. Può e deve, innanzitutto, essere una esplicitazione del soggettivo bisogno concettuale di architettura, quindi riflettere il retroterra culturale/soggettivo/umorale/casuale/contingente. Proprio questa carica di soggettività, e quindi di labilità/variabilità lungo il tempo del progetto rappresenterà una carta vincente nella sfida verso la complessità come capacità di risposte multiple, imprevedibili ed intersoggettive, cioè verso una crescita/accumulo di significati/risposte possibili, quindi verso una forma 'aperta'.

Il secondo campo di valutazione di ogni paradigma indiziario che si

adotta deve essere quello della adattabilità. Il paradigma deve possedere una disponibilità a crescere ed a cambiare estremamente alta. Ciò può anche significare che questo modello non debba tendere a caratterizzarsi strutturalmente in base al piano delle funzioni contingenti. Queste infatti, per il loro carattere fortemente pratico, possono generare un modello categorico ed assiomatico, quindi poco disponibile a sopravvivere ai cambiamenti ambientali/culturali ed alla soggettività ed imprevedibilità delle richieste alle quali il progetto dovrà rispondere.

“Un riferimento più consono per la costruzione del paradigma può essere il piano delle forme/funzioni simboliche che potranno successivamente essere riempite, ogni qual volta il contesto di riferimento cambia, di contenuti contingenti. E questo mantenendo comunque, nonostante queste variazioni, una riconoscibile capacità autonoma di caratterizzazione.”⁴² Queste scelte costruite sul piano simbolico, infatti, non comprimo l’adattività del modello. Ciò non può né deve negare la capacità del modello di produrre risposte pertinenti alle richieste funzionali di base. Tutt’altro. Ciò significa solo che la forma del modello non deve derivare (deduttivamente o induttivamente) da specifiche richieste contingenti, ma deve solo comprenderle.

La capacità di risposta alle singole richieste diviene un attributo necessario, scontato, ma non strutturante. “La reale crescita di complessità del progetto è funzione dell’acquisizione della capacità di autoriorganizzazione continua: la capacità che il modello acquisisce nel suo farsi/trasformarsi, di cambiare virtualmente modi di comportamento al variare delle condizioni contingenti.”⁴³ Il che significa, in pratica, che anche se si cambia improvvisamente punto di vista, codice di lettura, il progetto saprà virtualmente adattarsi attivamente al cambiamento, non perdendo la sua capacità di affascinare, di soddisfare in modo pertinente le improvvise, ed imprevedibili richieste soggettive.

Si parte quindi dal presupposto che l’aumento di complessità in un sistema (ambiente naturale/artificiale, città in evoluzione, architettura od oggetto in evoluzione progettuale) corrisponda anche ad un aumento di capacità di risposta, quindi di flessibilità ed adattività. Se ciò è accettabile, nasce la possibilità di valutare, ogni qual volta operiamo una scelta, se ci stiamo avvicinando o meno all’obiettivo prefissato.

Tutti questi fattori, contemporaneamente, garantiscono che il processo di incremento della complessità possa procedere. Ma ciò non è sufficiente. Uno dei requisiti essenziali perché questo processo di crescita di comples-

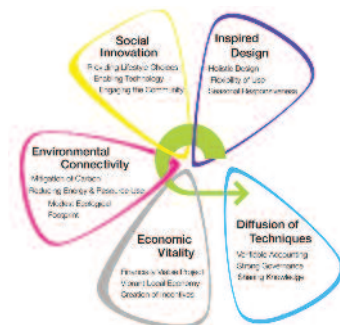
13. Diagramma della sostenibilità nel progetto di architettura.

sità possa avere luogo è connesso alla presenza di un particolare tipo di dinamica evolutiva. Per strutturare e consolidare la capacità di auto-organizzazione è necessario che il processo non sia sempre lineare, ma attraversi una serie di discontinuità, passaggi da un paradigma di riferimento ad un altro. Ossia lo sviluppo deve presentare delle biforcazioni strutturali concernenti la stessa organizzazione del progetto, ed ogni evoluzione possibile, anche se opzionabile arbitrariamente perché intercambiabile nel momento della scelta, diverrà, una volta operata, caratterizzante irreversibilmente il singolo progetto.

In termini di crescita di complessità, il passaggio da un paradigma di riferimento ad un altro (così come avviene ad ogni biforcazione del processo non-lineare), favorisce il permanere delle scelte capaci di rispondere simultaneamente ad una pluralità di domande, mentre accelera l'eliminazione dei detriti di categoricità, delle scelte che si consumano nel breve volgere di un'ipotesi, degli eventi che, finito il loro ruolo contingente (ma indispensabile) di catalizzatori del processo, devono venire sollecitamente rimossi.

L'accumulo di significato che lo slittamento progressivo da un contesto/paradigma ad un altro genera è, già di per se, complessità. In quanto non solo propone stratificazioni multiple di letture simultanee dell'evento complessivo, ma, mediante la selezione evolutiva sopra descritta, acquisisce la capacità di rispondere a contesti sempre diversi, pur procedendo simultaneamente ad un aumento di caratterizzazione. Acquista quindi la capacità di auto-organizzazione che garantisce che l'ambiente, l'architettura, l'oggetto industriale sappiano presumibilmente rispondere a soggettività, a culture, a contesti futuri imprevedibili. In altri termini, che sappiano rispondere al loro specifico: ai bisogni molteplici, simultanei ed in trasformazione, della vita dell'uomo al di là dei suoi confini, contesti e culture.

Alla luce di questo progressivo incremento di complessità, il concetto stesso di progetto vede estendere i propri confini per abbracciare un insieme di attività che non è più riconducibile alla sola fase di 'studio' e 'disegno' dell'oggetto architettonico. Esso assume una dimensione più ampia che comprende non solo analisi preliminari e valutazioni di fattibilità economica, ma anche capacità di pianificazione, di integrazione dell'intervento in un programma di opere più articolato e di analisi sul ciclo di vita esteso trasformando radicalmente l'accezione tradizionale del progetto. Quest'ultimo diviene espressione di una complessità che, a vari livelli, rappresenta una delle caratteristiche chiave della sostenibilità. Una complessità che se



da una parte descrive una nuova dimensione progettuale, dall'altra diviene obiettivo finale della stessa integrando nel processo edilizio nuove fasi e nuovi protagonisti. Delineare le traiettorie verso cui sviluppare il progetto per favorire un approccio sostenibile alle costruzioni appare, perciò, un compito estremamente difficile che non ha ancora trovato condivise ed esaustive linee di indirizzo. Tuttavia, alcuni ambiti e modalità di intervento possono essere individuati tra quelli che, da un punto di vista strategico, agiscono in modo immediatamente riconoscibile nei processi di sviluppo dell'ambiente costruito.

Per quanto riguarda il tessuto urbano esistente, ad esempio, le sue modalità di sviluppo e trasformazione rappresentano uno dei primi ambiti in cui la sfida per il raggiungimento di una più sostenibile dimensione del costruito può essere consumata, non solo in relazione alle politiche di salvaguardia del territorio, ma anche ad un più equilibrato uso delle risorse e del suolo.

L'altra faccia di 'città in trasformazione' non può che essere il raggiungimento di una qualità edilizia della nuova costruzione che sia in grado di divenire espressione di un diverso modo di pensare l'architettura e il suo relazionarsi con nuovi bisogni e nuove sfide. L'opera di alcuni architetti di fama internazionale non deve allora essere semplicemente assunta come modello iconico da trasferire nell'edilizia diffusa, ma analizzata alla luce di percorsi di ricerca e soluzioni innovative dall'esito sperimentale.

La ricerca di una dimensione sostenibile nelle costruzioni, attualmente al centro di un intenso dibattito su scala nazionale ed internazionale ri-

14. Tengbom Arkitekten, Ecoquartiere *Hammarby Sjöstad*; Stoccolma 1990-2015.

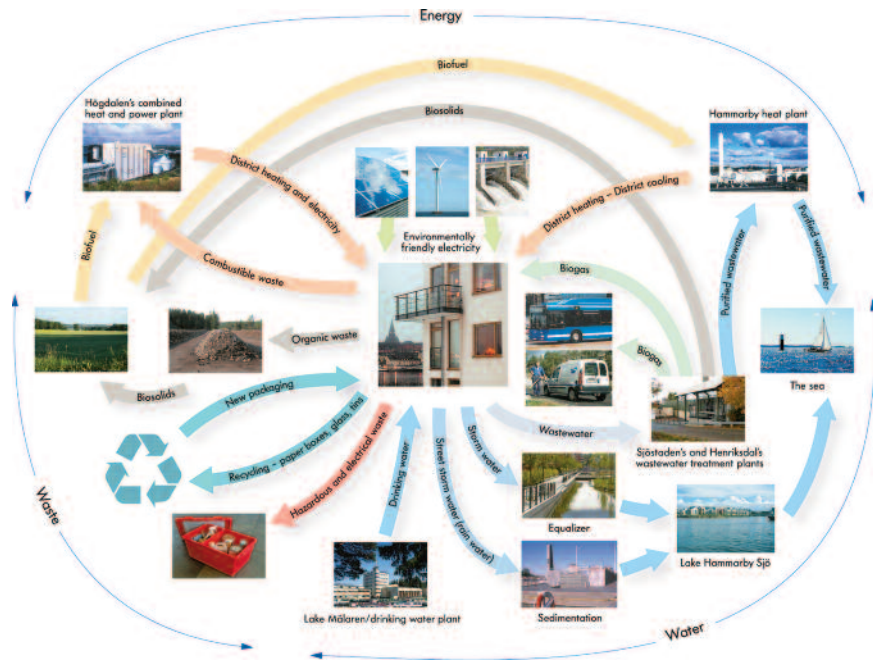
Il quartiere nasce all'interno di una strategia di sviluppo urbano che ha come obiettivo principale il riuso e la riqualificazione delle aree industriali dismesse inglobate nel tessuto urbano durante le varie fasi di espansione della città. Il nuovo quartiere è il risultato di un progetto di trasformazione e bonifica di una vecchia area portuale e industriale riconvertita in zona residenziale, commerciale e terziaria. L'aspetto più interessante di Hammarby Sjöstad è l'incredibile sforzo compiuto per ridurre al minimo l'impatto ambientale e rendere il quartiere autosufficiente dal punto di vista energetico grazie allo sfruttamento di fonti pulite e rinnovabili.



15. Tengbom Arkitekten, *Hammarby Model*.

Diagramma sintetico che illustra le strategie innovative adottate per il comportamento sostenibile dell'intero quartiere.

guardo agli obiettivi da perseguire e le metodologie da attuare, non è riconducibile, per l'articolazione delle tematiche coinvolte e la molteplicità degli attori che partecipano al processo, all'esame di un insieme limitato di problematiche risolvendo le quali sia possibile ottenere un edificio 'sostenibile'. Al contrario, sembra richiedere una continua estensione dei confini del progetto andando a comprendere temi che, almeno apparentemente, non appartenevano alla cultura costruttiva del passato più recente.



Temi come il contenimento della dispersione termica, della riduzione dei consumi, del controllo energetico, sono, in un certo senso, sempre stati presenti nell'attività di progettazione di un edificio, assumendo però un'importanza strategica solamente dopo l'acquisizione da parte della coscienza collettiva della consapevolezza sia del carattere limitato delle risorse naturali ed energetiche, che degli effetti di trasformazione prodotti dall'attività antropica. Nell'antichità l'esigenza di difendersi dalle variazioni climatiche veniva assolta, in base alla localizzazione geografica, da soluzioni tipologiche e costruttive affinate nel corso dei secoli e intrinsecamente presenti nella natura stessa dell'edificio. Solamente con il progresso nel

campo della tecnica, della produzione dei materiali e dei componenti, tipici dell'età industriale, è stato possibile scindere i diversi aspetti che concorrono alla definizione della configurazione di un manufatto architettonico. L'età della macchina ha profondamente cambiato i modi e i materiali della costruzione inaugurando stagioni di profonda ricerca e innovazione. Tuttavia, le nuove possibilità hanno per certi versi inibito una cultura progettuale attenta a raggiungere il massimo potenziale con la minima spesa in termini di risorse compensandola con un'incondizionata fiducia nella tecnologia e, a monte, nella progettazione consapevole.

Oggi la crisi energetica ha riportato l'attenzione verso strategie e tecniche progettuali capaci di sfruttare guadagni energetici passivi e fonti alternative, ma soprattutto tese ad ottimizzare l'uso di quelle risorse che inevitabilmente vengono impiegate in una costruzione. In relazione a ciò è cresciuta anche l'attenzione dedicata alle caratteristiche climatiche/morfologiche/sociali del luogo in cui è destinata a sorgere la costruzione indipendentemente dal fatto che si tratti di un contesto naturale o urbano. Gli svariati parametri ambientali hanno determinato nuovi requisiti dei quali è necessario tenere conto durante le fasi di concezione di un'opera: il progetto diviene, pertanto, un'attività complessa che non si esaurisce nella sola definizione del manufatto edilizio, ma che opera anche a monte e a valle dell'attività di realizzazione.

3.2_L'INTEGRAZIONE TECNOLOGICA COME OPPORTUNITÀ PER LA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE

Negli ultimi anni, il concetto di sostenibilità è gradualmente uscito da uno spazio di riflessioni ristrette ad una comunità di specialisti, per entrare sempre più diffusamente a far parte del mondo del mercato e dell'opinione pubblica. La sua progressiva estensione di valore e spazio di azione ha assunto una duplice e dialettica valenza: da un lato è divenuto la strategia sempre più condivisa per declinare i comportamenti e le azioni di programmazione e gestione della produzione (nel campo dell'architettura e dell'urbanistica, della produzione edilizia e della trasformazione del territorio); d'altro canto questa estensione del suo raggio di azione rischia di determinare una perdita dei limiti del suo significato, che assume connotazione spesso sempre più vaghe e generiche, spesso più legate ad esigenze di mar-

keting e comunicazione del prodotto (sia esso un bene di consumo o un pezzo di territorio) che ad azioni necessarie e realmente capaci di incidere non negativamente nel consumo dei risorse ambientali ed energetiche.

Nel campo dell'architettura, a fianco al termine stesso 'architettura' vengono poste, con sempre maggiore enfasi aggettivazioni quali ecologica, sostenibile, bioclimatica, come ad affermare una qualificazione accessoria e di complemento al suo senso stesso. Lo stesso concetto di ambiente ha acquisito connotazioni tali da far credere che esista un'architettura corretta, quella conforme dal punto di vista ambientale, ed una scorretta, cioè non conforme dal punto di vista ambientale. In realtà sembra opportuno ricondurre il discorso al senso dell'architettura come atto di trasformazione dell'ambiente che abbia insite in séquel connubio di etica, razionalità, sensibilità e capacità tecnica, tali da consentire di realizzare un progetto che risulti il più possibile confortevole, appropriato, funzionale e congruo nel rapporto con l'ambiente: in una parola un progetto di architettura.

Fin da Vitruvio era posta la cruciale relazione tra architettura e contesto climatica: "lo stile degli edifici deve essere differente in maniera manifesta in Egitto e in Spagna, nel Ponto e a Roma, e nei paesi e regioni con caratteristiche differenti. Una parte della terra è bruciata dal calore del sole, un'altra è gelata; per ultima esiste una zona affetta da una radiazione solare, però a distanza moderata."⁴⁴

Molti secoli dopo, l'inglese John of Holywood nel *Tractatus de sphaera mundi* (1240), proiettò le cinque zone celesti virgiliane sulla terra e fece coincidere la zona centrale con la condizione 'inhabitabilis' (inabitabili), dovuto al calore del sole, così come le due ulteriori zone coincidenti con i poli della terra, 'inhabitabiles' per l'intenso freddo. Solo le zone temperate venivano ritenute adatte alla vita civilizzata, e la maggior parte del mondo classico coincide con quelle.

La capacità da parte dell'uomo di adattarsi e costruire un rifugio protetto dalle condizioni climatiche difficili, è coincisa con risposte insediative profondamente differenti capaci di definire differenti caratteri locali. Lo studio della progettazione in climi caldi ha percorso di più di trenta anni l'impostazione bioclimatica, oggi diffusamente applicata nel contesto del mondo occidentale. E' stato opportunamente sottolineato come l'approccio progettuale 'sostenibile', che oggi rappresenta un campo ritenuto di innovazione nella cultura progettuale propria del mondo occidentale, appartiene, invece, alla tradizione del costruire, quale risposta intuitiva all'interazione tra ambiente e clima.

Anche durante gli anni dell'involuzione dell'architettura del Movimento Moderno nell'International Style, lo stesso Walter Gropius aveva sottolineato il ruolo del clima e del contesto: "il carattere regionale non può essere conseguito attraverso un'interpretazione sentimentale o limitativa, incorporando antichi emblemi o nuove mode locali, che spariscono tanto rapidamente, quanto appaiono. Però se si adotta un 'differenziale di base' imposto al progetto architettonico dalle condizioni climatiche, si può ottenere come risultato una diversità di espressione se l'architetto utilizza la relazione di contrasto tra l'interno e l'esterno come idea per la concezione del progetto."⁴⁵ Il processo logico di concezione e sviluppo del progetto è consistito, nel lento sviluppo delle culture pre-moderne, quindi, nel lavorare con le forze della natura e non contro di esse, approfittando delle sue potenzialità per creare condizioni di vita adeguate. Quelle strutture che, in un intorno determinato, riducono le tensioni superflue approfittando di tutti i ricorsi naturali che favoriscono il comfort umano, possono essere definite 'climaticamente equilibrate'.

In ambito moderno, è stata sottolineata la sempre più articolata integrazione disciplinare come fattore determinante nella coniugazione di una architettura responsabile dal punto di vista ambientale. Qualsiasi metodo applicabile al controllo climatico per l'architettura deve basarsi su criteri più ampi di quelli utilizzati fino ad ora e, allo stesso tempo, deve essere accompagnato da un'analisi esauriente dell'area specifica. Tale processo implica un succedersi di fasi intermedie. Negli ultimi anni il mercato e le politiche urbane hanno accettato e metabolizzato la questione del risparmio energetico degli edifici e dei sistemi insediativi, attraverso un rigoglioso aggiornamento dell'apparato normativo.

In Italia e nei contesti mediterranei quest'ultimo ancora risente di una condizione di 'importazione' e trasferimento di modelli non autoctoni, ma propri delle aree centro-europee ed anglosassoni, contesti di sviluppo originario di tali modelli. Sotto il profilo costruttivo è stata sottolineata una tendenza in atto nei contesti a sviluppo più avanzato e che interpreta l'opportunità della sostenibilità in architettura, come occasione di declinazione aggiornata dell'edificio come macchina sempre più sofisticata ed eco-efficiente. D'altro canto l'evoluzione delle tecnologie dell'architettura ha riguardato essenzialmente l'ottimizzazione e l'affinamento della produzione, dei processi e dei materiali: in tale senso, se la sostenibilità è una condizione 'necessaria' per l'architettura del presente e del futuro, allora diventa fondamentale interpretare un edificio sostenibile come prima di tutto ne-

cessario e durevole e quindi ripensare e innovare le tecniche dei materiali, componenti e sistemi 'antichi' ed aggiornati, caratterizzati da una comprovata durevolezza; alternative appropriate a materiali 'nuovi' caratterizzati da elevate prestazioni di resistenza, leggerezza ed efficienza, ma per i quali il tema della durata, e di conseguenza dello smaltimento o riciclo, implichi logiche di sistema proprie del prodotto industriale e non del prodotto edilizio.

La diffusione dell'informatizzazione e, più recentemente, dell'automazione, ha fatto sì che le prestazioni richieste a un edificio siano sempre più specifiche e avanzate. La stessa identità dell'edificio, rispetto ai canoni convenzionali che lo associano esclusivamente alla sua destinazione d'uso, risulta superata. Rispetto agli altri prodotti industriali, l'involucro architettonico deve confrontarsi inoltre con problematiche più ampie come quelle energetiche e ambientali. Tutto ciò attualmente ha portato, almeno nei casi di edifici con importanti valenze architettoniche, ad un lavoro molto specialistico di gruppi interdisciplinari che realizzano fasi progettuali con livelli di complessità organizzativa e di efficienza tali da consentire il confronto tra l'edificio e i prodotti di pura tecnologia avanzata.

Un elemento significativo per la comprensione della nuova filosofia progettuale è confermato dalla pianificazione della sua vita 'economica': essendo l'edificio divenuto un prodotto industriale, paragonabile a un'automobile o a un frigorifero, anche per esso sarà pianificata la demolizione e il riciclo, laddove possibile, dei suoi materiali.

Il tema della progettazione sostenibile viene affrontato generalmente da rassicuranti angolazioni specialistiche. Questo da un lato contribuisce ad una maggiore conoscenza di alcuni singoli aspetti, dall'altro conduce ad una trasformazione delle pratiche della progettazione dello spazio, che hanno sempre avuto un ruolo d'impostazione generale e di coordinamento dei vari specialisti, in varianti specializzate dotate di un proprio bagaglio teorico alternativo ed esclusivo, talvolta ispirato a nostalgie regressive. Bisogna chiedersi però se sia possibile affrontare un tema così fortemente caratterizzato da situazioni complesse istituendo ulteriori divisioni e specializzazioni disciplinari e se sia sensato risolvere problemi in cui la dimensione locale è rilevante solo con la standardizzazione di buone pratiche."⁴⁶

L'attitudine alla sintesi propria della progettazione architettonica è uno degli elementi cardine della costruzione di una visione organica, a patto che si abbandonino il formalismo da un lato e l'astrazione teorica dall'altro. Ma mai come ora sono diventate importanti la capacità di mediazione,

l'abilità che permette la coesistenza di aspetti in principio contraddittori, l'attitudine a perseguire un medesimo concetto nella conformazione dello spazio e contemporaneamente nella costruzione di dettaglio. L'ipotesi di modelli di vita sostenibili permette oggi nuove considerazioni sui sistemi insediativi ereditati dal passato e richiede l'invenzione di spazialità appropriate e di coerenti modalità costruttive, proprio come le innovazioni dell'età industriale trasformarono le possibilità ed il linguaggio dell'architettura del secolo scorso.

La necessaria integrazione delle nuove tecnologie, quindi, si offre come elemento manifesto del linguaggio e della morfologia di quell'architettura espressione di una rinnovata coscienza ambientale. Parlare di integrazione, in altri termini, significa riconsiderare l'insieme dei rapporti reciproci che determinano non solo la configurazione dell'edificio in sé, ma anche le relazioni e lo scambio dialettico che esso stabilisce con il contesto e l'ambiente circostante. Tendere ad un bilancio ambientale positivo significa verificare non solo i consumi energetici ma anche le tecnologie costruttive ed i materiali utilizzati per la realizzazione del progetto. Una delle possibilità concrete a disposizione è quella di migliorare la qualità del vivere attraverso l'utilizzo delle risorse naturali; sole, vento, microclima del luogo, capacità termica del suolo e dei materiali da costruzione, trasparenza ed opacità dell'atmosfera alle diverse radiazioni, il raffrescamento dello specchio d'acqua che evapora, la diversa ombra fornita nelle stagioni da alberi e rampicanti, il colore delle facciate e dei tetti, etc.

Tuttavia l'aspetto critico è costituito proprio dalla mancanza di indicazioni certe sulla necessità di integrare nell'involucro edilizio le nuove tecnologie su cui l'efficientamento energetico si basa. Questo approccio potrebbe generare delle creature edilizie completamente sgraziate e poco sensibili alle esigenze linguistiche del contesto in cui si vanno ad inserire. Si tratta di un problema solitamente poco approfondito in quanto spesso le attenzioni delle politiche ambientali e delle amministrazioni sono quasi totalmente rivolte allo sviluppo quantitativo degli impianti e, più raramente, a quello qualitativo.

A fronte infatti di un'indubbia e tanto auspicata diffusione di queste tecnologie nelle applicazioni edilizie e urbane, esiste il notevole rischio, per ciò che attiene l'involucro, di un'indiscriminata applicazione senza regole certe, regole che stabiliscano, in termini di qualità urbana, i vincoli sul linguaggio architettonico. Quindi la grande scommessa del risparmio e dell'efficienza energetica nell'edilizia può esser vinta, ma solo attraverso la

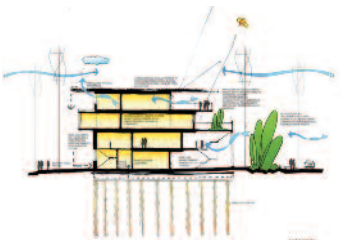
16. Dall'alto Mario Cucinella, *100K € Home*; 2012.

Primo esempio di abitazione capace di produrre energia utilizzando ogni strategia passiva e attiva per rendere l'edificio una macchina bioclimatica.

17. Sezione schematica illustrativa delle strategie bioclimatiche adottate per la *100K € Home*.

18. Foster + Partners, *Faena Aleph Residences*; Buenos Aires 2012.

L'edificio integra la tradizione all'innovazione mettendo in relazione gli spazi interni con l'esterno grazie al gioco dei birse-soleil della facciata.



capacità di ricorrere, in modo integrato e spesso interattivo, all'insieme delle tecnologie e delle metodiche progettuali che costituiscono la sconfinata sfera del costruire sostenibile.

Si parla, ad esempio, della tecnologia che ci consente di sfruttare la differenza di temperatura tra l'atmosfera e il sottosuolo – detta geotermia – consentendo di riscaldare o raffrescare a seconda delle esigenze e delle stagioni; della straordinaria tecnologia della co- e tri-generazione che, recuperando semplicemente l'energia termica diversamente dissipata da una caldaia, produce caldo o freddo; oppure dei numerosi dispositivi bioclimatici inseriti nell'involucro, come le schermature solari, le pareti o i tetti ventilati, i sistemi di coibentazione di serramenti e vetri ad altissima resistenza termica; della domotica e degli utilizzatori ad alta efficienza energetica, fino ad arrivare alle avveniristiche applicazioni edili della cella a combustibile.

In realtà il concetto di integrazione architettonica, in particolar modo per il fotovoltaico, è contemplato ormai in quasi tutte le norme nazionali, regionali e nei regolamenti edilizi comunali con relativi incentivi economici e premi in cubature. Ma in nessuna di queste norme esistono indicazioni certe e indiscutibili su ciò che si intende per 'impianto qualitativamente integrato': in questo senso il rischio è costituito, a fronte di una salutare limitazione della quota dei gas climalteranti, dalla possibilità di realizzare, ancora una volta, elementi di 'discontinuità urbana'.

Il problema non può essere risolto cercando semplicemente di sovrapporre le tecnologie energetiche sulla costruzione o, ancor peggio, di mascherarlo all'interno delle strutture dell'edificio. Occorre piuttosto esaltarne le potenzialità formali e tecnologiche, ponendo addirittura la componente energetica alla base del linguaggio progettuale. Da qui l'esigenza di uno strettissimo connubio tra tecnologia ed edificio.

E' indubbio che tale componente possa apportare interessanti valenze architettoniche da aggiungere a quelle energetiche. Il problema consiste proprio nell' 'inventare' un nuovo linguaggio architettonico di riferimento per l'integrazione delle tecnologie energetiche negli elementi che appartengono alle nostre città come gli edifici, le infrastrutture e l'arredo urbano.

Entro breve sarà possibile che, per esempio, il modulo fotovoltaico possa trasformarsi, opportunamente integrato, in elemento espressivo e caratterizzante per l'architettura come, in periodi diversi, lo sono stati l'acciaio, il cemento, il vetro e l'alluminio. La situazione energetica mondiale fa sì che questa 'rivoluzione' edilizia sia, in tempi brevi, inevitabile. Con

essa dovranno confrontarsi, direttamente o indirettamente, tutti i progettisti e l'industria edile, ma anche i politici e le amministrazioni pubbliche. Si tratta di un cambiamento che inciderà profondamente su tutti i livelli del processo produttivo edile. Forse la trasformazione più evidente è quella generata dall'avvento del solare attivo, fotovoltaico e termico.

Dal punto di vista più strettamente progettuale, infatti, l'integrazione del fotovoltaico presuppone, rispetto alla semplice sovrapposizione dei moduli sugli edifici, uno studio più approfondito dei dettagli costruttivi e una maggiore attenzione esecutiva e di montaggio dei singoli componenti. In questi ultimi, infatti, coesistono requisiti strutturali ed elettrici che non devono reciprocamente ostacolarsi. Una volta garantiti i requisiti tecnici, l'integrazione fotovoltaica consente all'architetto la massima libertà di espressione progettuale: la componente fotovoltaica potrà essere esaltata o nascosta aprendo, come si è già accennato, nuove opportunità di linguaggio architettonico e tecnologico.

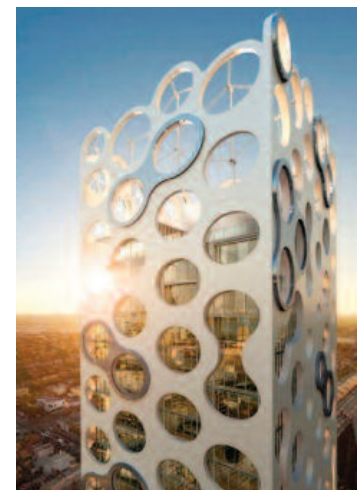
La ricerca sistematica sull'applicazione di nuove tecnologie, materiali e processi operativi sta trasformando la costruzione edile in un procedimento tipico della produzione industriale. Gli edifici che sono stati maggiormente oggetto di questa ricerca sono quelli legati al terziario, ai sistemi di trasporto, alle nuove funzioni urbane. Si pensi agli edifici multipiano, alle stazioni ferroviarie e agli aeroporti, alle ampie strutture destinate alle esposizioni o a quelle per la grande distribuzione commerciale.

Questa nuova identità di edificio tecnologico presuppone, da un punto di vista progettuale, due elementi basilari. Da una parte la costruzione edile si trasforma in un'operazione di vera e propria industrializzazione: dalle prime esperienze della seconda metà dell'Ottocento, infatti, quando la standardizzazione presupponeva la semplice ripetizione dei singoli componenti edili, si è passati alla realizzazione di sistemi più complessi con veri e propri componenti prefabbricati, fino ad arrivare a sistemi industriali integrati che presuppongono un alto contenuto tecnologico. Dall'altra il progetto si basa su una metodologia sistematica che sintetizza tutte le componenti tecnologiche dell'intervento: in tal modo tutti i problemi legati all'organizzazione dello spazio, le prestazioni strutturali e le esigenze impiantistiche debbono essere affrontati in modo simultaneo e nell'ambito di ogni fase progettuale. Ciò sta rivoluzionando radicalmente la logica della progettazione convenzionale attraverso la ricerca di una nuova metodologia di progettazione che, basandosi sulla conoscenza delle singole discipline settoriali, consenta di affrontare, in modo interattivo e approfondito, l'in-

19. In alto Philippe Samyn, *Houten Fire Station*; Houten 2000.

20. In basso Chad Oppenheim, *Cor Building*; Miami 2011.

Esempi di integrazione architettonica di tecnologie attive per la produzione di energia da fonti rinnovabili.



tero iter progettuale.

A distanza di oramai più di venti anni dall'introduzione e diffusione del termine 'sviluppo sostenibile', si osserva come questo sia progressivamente gradualmente uscito da uno spazio di riflessioni ristrette ad una comunità di specialisti/pionieri, per entrare sempre più diffusamente a far parte del mondo del mercato, dell'apparato normativo e dell'opinione pubblica. La sua progressiva estensione di valore e spazio di azione ha assunto una duplice e dialettica valenza: da un lato è divenuta la strategia sempre più condivisa per declinare i comportamenti e le azioni di programmazione e gestione della produzione e della trasformazione del territorio; d'altro canto questa estensione del suo raggio di azione rischia di determinare il paradosso della perdita o una confusione del suo significato, che assume connotazioni spesso sempre più vaghe e generiche, più legate ad esigenze di marketing e comunicazione del prodotto (sia esso un bene di consumo o un pezzo di territorio) che ad azioni necessarie e realmente capaci di incidere non negativamente nel consumo dei risorse ambientali ed energetiche.

Di fronte al fallimento del modello economico della crescita illimitata per gli equilibri ecologici del pianeta – ormai unanimemente riconosciuto vengono rilanciate e riconsiderate ipotesi di segno opposto rispetto al binomio crescita/sviluppo (Latouche, 2007), tese ad evidenziare la necessità di recuperare il pianeta attraverso obiettivi molteplici caratterizzati tutti dalla riduzione di consumo di ambiente/energia: rivalutare, ricontestualizzare, ristrutturare, rilocalizzare, ridistribuire, ridurre, riutilizzare, riciclare.

Per raggiungere tali obiettivi la rivoluzione dei comportamenti sociali ed economici degli individui, attraverso un processo di alfabetizzazione e responsabilizzazione, ha un ruolo e un peso maggiore delle promesse di qualsiasi innovazione tecnologica e del suo riposizionamento in chiave ecologica.

Il binomio energia/ambiente e la sua assimilazione ad unico sistema interdependente e olistico, risulta un tema cruciale nel ridefinire i comportamenti umani all'interno di un rinnovato il paesaggio, dal territorio all'oggetto di uso quotidiano. Ma ogni approccio settoriale della cultura ambientalista da parte di specialisti antagonisti – tecnologici, impiantisti, fisici tecnici, fisici nucleari, economisti, giuristi, ecologisti – ha un duplice effetto problematico: da un lato infatti, offre soluzioni prevalentemente quantitative, facilmente assimilabili dal mercato, di rado realmente efficaci in una visione sistemica.

“L’attuale settorialità antagonista, rappresenta inoltre un limite alla capacità di penetrazione del valore della coscienza ambientale sui comportamenti, sulle relazioni antropologiche e sulle azioni quotidiane, che interpretino invece il paradigma ‘sostenibilità’ come una straordinaria opportunità di arricchimento culturale e qualitativo dell’habitat e non come ‘punizione’ o necessaria riduzione a fatto ‘tecnico’ di ogni trasformazione dell’ambiente abitato in chiave di risparmio energetico.

Nel campo edilizio gradualmente si sta acquisendo consolidata consapevolezza sulla rilevanza quantitativa e qualitativa dell’ ‘energia grigia’ o ‘nascosta’ che la realizzazione/smaltimento dei prodotti edilizi comporta; ma non è ancora indagata una interfaccia in grado di comunicare e rendere intelligibili agli utenti questo dato, attraverso la capacità di immaginazione e innovazione proprie di un pensiero progettuale.

Nel tentativo di individuare categorie di declinazione formale, come ambito aperto di creatività e innovazione progettuale, nei dispositivi di produzione di energia (da oggetti a infrastrutture territoriali), siano essi edifici od artefatti quotidiani, possiamo riconoscere due famiglie di atteggiamenti principali: la prima, in continuità con la cultura moderna, accentua l’evidenza dell’ossimoro di macchina/ecologica, quindi attraverso la valorizzazione in chiave espressiva del contenuto tecnologico; la seconda, propria della condizione post-moderna che stiamo ancora oggi attraversando, tende a ‘celare’ il contenuto o la funzione tecnologica, attraverso la definizione di nuove interfacce, mimetiche, analogiche, o capaci di formulare nuovi linguaggi espressivi.”⁴⁷

In tal senso è evidente come un ruolo così fondamentale nel processo di trasformazione e assimilazione di comportamenti corretti dal punto di vista ambientale venga assolto dall’architettura, la quale “elabora progetti complessi, e attua trasformazioni profonde attraverso percorsi apparentemente millimetrici, ma che stanno trasformando dal loro interno anche le nostre città.”⁴⁸

Ed è così che l’innovazione tecnologica entra nel progetto di architettura sostenibile, attraverso una nuova dimensione, quella della consapevolezza, che consente di mettere a sistema le componenti ambientali, tecniche, economiche ma anche culturali e sociali. La tecnologia dell’architettura riveste in questo contesto un ruolo cruciale come veicolatrice di conoscenze, contenuti e metodi che sempre più tenderanno a caratterizzare il progetto di architettura, che oggi mira all’affermazione della valenza sociale e ambientale dell’architettura sostenibile sottolineando l’impor-

tanza dell'integrazione tecnologica nell'edificio e l'integrazione di quest'ultimo nell'ambiente, in un sistema che diventi organico, in modo tale da ottenere un bilancio ecologico positivo. L'innovazione tecnologica va quindi intesa come elemento della grammatica ambientale e pertanto espressione del nuovo linguaggio sostenibile con particolare attenzione all'aspetto qualitativo che l'operazione di integrazione dovrebbe sottendere.

Accostare l'innovazione alla consapevolezza, ovvero la condivisione di responsabilità che si riconduce al valore collettivo dell'architettura, indica la necessità di sedimentare l'innovazione rispetto a un contesto di intervento che nella contemporaneità non è più dettato unicamente dal contingente ma è dilatato anche tramite relazioni immateriali informatiche e relazionali, le quali creano un tessuto sociale economico e produttivo decisamente allargato e globale.

3.3_IL LINGUAGGIO DELL'ARCHITETTURA SOSTENIBILE

L'architettura, fin dalle sue origini, ci restituisce l'immagine della costruzione come modifica del microclima nonché la trasformazione dell'habitat come risposta alle necessità fisiologiche dell'uomo. Con l'avvento della cultura moderna l'architettura è divenuta non più espressione di una cultura socio antropologica localizzata, ma espressione della cultura propria degli attori della produzione; questo fenomeno origina la decontestualizzazione che rende simili tutte le città del mondo. Se da un lato si ottengono effetti positivi (libero scambio di persone, di cultura, di capitali e quindi di materiali) non può tacersi l'abbassamento della qualità della vita per la perdita di tradizione e cultura, soprattutto nelle grandi città.

Attraverso il percorso verso il funzionalismo del Movimento Moderno e l'affermazione della cultura industriale, che porta anche una crescente conflittualità tra le classi sociali, il cambiamento coinvolge anche l'ambiente: esso perde il valore proprio e si trasforma in uno dei tanti dati esterni al progetto da adeguare alle esigenze presenti. L'International Style limitò il problema del rapporto con l'ambiente all'orientamento degli edifici secondo la geometria solare tralasciando l'integrazione sia con l'ambiente naturale sia con quello artificiale, non considerando minimamente la possibilità di modificare l'edificio stesso. Le ricerche che l'architettura razionalista effettuò in quel periodo, ad esempio quelle di Le Corbusier, Gropius e

Klein, anche se ponevano l'attenzione all'esposizione degli edifici ed alla loro disposizione nell'impianto urbanistico in relazione alle reciproche costruzioni, rimangono finì a se stesse poiché non riescono a superare quel gradino che porta alla corretta integrazione con l'ambiente circostante. Anche l'architettura degli ultimi sessant'anni ha progressivamente dimenticato e trascurato a larga scala, nei processi progettuali, le tecniche di risparmio energetico per climatizzare gli edifici con effetti negativi ormai noti quali inquinamento, esaurimento delle risorse, ed altri ancora rispetto ai quali ora si rende necessario intervenire. Emerge infatti la necessità di ridurre i consumi degli edifici e per questo è necessario agire in modo radicalmente nuovo sulla formazione dei progettisti. La prima scommessa è dunque riuscire a progettare in sintonia con i principi bioclimatici ed eco-compatibili ma anche utilizzare in edilizia fonti energetiche rinnovabili.

Il controllo della qualità ambientale è diventato un requisito essenziale nelle fasi del processo edilizio a seguito delle prime crisi energetiche e del crescente decadimento ambientale. Nato in un primo momento con il solo scopo del controllo energetico in funzione del risparmio, con l'evoluzione della tecnologia e dell'inquinamento metropolitano, vi si sono aggiunti gradualmente i controlli di tutti quei parametri fisici collegati alla concezione del microclima, degli spazi confinanti e del confort ambientale nel sistema edificio quali l'acustica, la ventilazione, il raffrescamento, l'illuminazione naturale e le emissioni di inquinanti da parte di materiali impiegati nell'edilizia. Il confronto critico tra le innovazioni tecnologiche e l'architettura tende a mettere in crisi le metodologie tradizionali della progettazione. Con l'espansione del mercato dei prodotti per l'edilizia a seguito dello sviluppo delle nuove tecnologie, il processo edilizio ha acquistato un'estrema varietà di tecniche costruttive con innumerevoli possibilità di integrazione di componenti. Tale ampia possibilità di interventi costituisce il primo limite alla guida regolata dei processi costruttivi in rapporto alle ricadute che i loro effetti hanno nel raggiungimento del confort interno; l'individuazione di migliori prestazioni per ogni componente del 'sistema ambiente' si è sempre più complessificata soprattutto a causa dello sviluppo di nuove tecnologie che hanno ampliato il campo delle tecniche costruttive acquisite dal processo edilizio ma che, di contro, non sono state integrate con una opportuna metodologia.

“Il dibattito sull'ambiente che oggi caratterizza diversi luoghi di discussione e l'evidenza di alcune proiezioni statistiche non lasciano più spazio a dilazioni: la crisi ambientale è il territorio dei prossimi anni di impegno

scientifico, politico, tecnico e progettuale e il suo controllo diventa una sfida di dimensioni macroscopiche che coinvolge la scala planetaria, dove si apre uno scenario di opportunità future. La sfida è trasformare un sistema economico, tecnologico, politico, industriale basato sulla distruzione ambientale, sul collasso delle nostre città, in un altro culturalmente diverso, basato su una tecnologia 'altra' rispetto a quella che ha innescato tutti i fenomeni di aggressione all'ambiente, una tecnologia congruente con le condizioni ambientali."⁴⁹

Il linguaggio dell'architettura sostenibile, in passato poco apprezzato, anzi, spesso criticato, è in fase di forte sviluppo e sta diventando uno dei linguaggi verso cui tende sempre più l'architettura contemporanea. La sostenibilità è entrata a far parte delle discipline che concorrono alla definizione del progetto, a iniziare dalla tecnologia dell'architettura alla fisica tecnica e alla composizione e soprattutto le istanze di carattere ambientale rientrano, sempre più frequentemente, nella formulazione di linee guida per i nuovi insediamenti urbani e nelle normative nazionali ed internazionali. Alla luce di queste ipotesi può essere interessante una breve considerazione sul senso della ricerca formale nel campo dell'architettura e sul rapporto grezzo fra tecnologia e progetto che ne connota la struttura.

Guardando complessivamente lo sforzo di indagine del movimento moderno e delle evoluzioni successive del progetto di architettura si ha la sensazione di un dibattito difficile e frustrante, alla ricerca di significati intuibili poeticamente, ma praticamente poco accessibili, come se gli architetti fossero giunti a una strana barriera insuperabile e nello stesso tempo invisibile: un conflitto non risolvibile tra la strumentazione tecnologica e l'immaginazione compositiva. Se si confrontano il ritmo e la portata delle innovazioni tecniche e concettuali che hanno connotato altri campi della tecnologia e della produzione industriale (aviazione, elettronica, informatica, biologia, chimica, comunicazioni, chirurgia, bioingegneria, ecc) con quanto, invece, è cambiato nella costruzione edile e nella architettura, l'evidenza del ritardo è macroscopica. Andare, oggi, verso questa direzione può essere interessante per dare un contributo ad un progetto autentico e ambientalmente coerente.

“Focalizzare l'attenzione su di un approccio colto al progetto di architettura deve significare la ricerca di quegli equilibri in grado di stabilire una alleanza e simbiosi con l'ambiente presente e ancora parzialmente riscontrabile in tutto il bacino Mediterraneo fin dall'era pre-moderna. Allo stesso modo di altri materiali nel passato, si tratta di sperimentarne ora, in modo

paradigmatico, le potenzialità e possibilità d'uso, dando nuova espressività alla progettazione di una 'architettura energetica' così attuale e futuribile nell'ottica della sostenibilità delle scelte di sviluppo della qualità edilizia. La stessa forma degli edifici si traduce in uno strumento che produce e dissipa energia attraverso particolari organizzazioni morfologiche. L'energia è a tutti gli effetti una componente che non solo imprime forma ma che si rivela efficace anche da un punto di vista estetico.”⁵⁰

Tuttavia, finora, ci si è concentrati sulla logica insediativa e sulla morfogenesi sostenibile dell'insediamento urbano, mentre si è volutamente trascurata la considerazione sull'apporto fondamentale che le tecnologie innovative offrono al raggiungimento dell'obiettivo di sostenibilità. Ciò nasce dalla precisa esigenza di voler trattare l'aspetto delle tecnologie rinnovabili sotto un diverso aspetto, e cioè quello inerente la loro configurazione e il loro utilizzo nelle sperimentazioni architettoniche moderne declinate attraverso un nuovo linguaggio sostenibile. “Il problema reale, e probabilmente il vincolo maggiore ad una capillare diffusione delle tecnologie sostenibili per il risparmio energetico, risiede nel fatto che la base di conoscenza scientifica per la loro applicazione avviene in un linguaggio che non è quello dei progettisti quanto piuttosto quello dei fisici o degli ingegneri sistemisti.”⁵¹

Il problema presenta tutte le caratteristiche della complessità e non si presta ad essere risolto o semplicemente affrontato per parti: la diffusione del concetto di sostenibilità ambientale nella progettazione deve integrare nel tempo e nello spazio la divulgazione dell'informazione, la formazione e la rimozione della barriera del linguaggio.

Il fatto che il concetto di ambiente sia divenuto da qualche anno dominante si iscrive in una condizione piuttosto complessa, che ha visto e che vede orientamenti diversi incrociarsi, sommarsi e contaminarsi dando vita a un quadro problematico accidentato e contrastato. Un quadro in costante evoluzione, segnato da improvvisi avanzamenti e da altrettanto rapidi arretramenti, caratterizzato da meditati approfondimenti e da impreviste diversioni, costellato di solide dimostrazioni scientifiche e nello stesso tempo di ipotesi ancora da verificare.

Ciò cui si assiste è un processo di totalizzazione concettuale e di radicalizzazione operativa che ha tra i suoi principali effetti il dissolversi della possibilità di rintracciare un filo diretto tra le scelte che si compiono e le loro conseguenze. In effetti la questione ambientale ha assunto dimensioni così ampie e pervasive da tradursi in una nozione indefinita, se non proprio

generica, nella quale qualsiasi disciplina può essere inclusa, perdendo però gran parte della sua identità scientifica e tematica. “Per questo motivo l’architettura sembra oggi configurarsi come un aspetto secondario dell’ambiente, così come lo sono in qualche modo la storia, la sociologia, la medicina, l’arte, la stessa geografia. Nel suo inarrestabile estendersi, l’idea di ambiente finisce con il sovrapporsi così all’intero arco dei saperi non solo, come si è detto, rendendoli più sfumati e incerti, ma anche conferendo ad essi nuovi elementi comuni, derivanti dall’ampliamento e dalla interferenza dei loro confini. Per ciò che concerne in modo più preciso l’architettura c’è da dire che il suo dissolversi nell’ambiente si traduce in una sorta di prolungamento dei suoi segni nell’intorno, come se i volumi perdessero consistenza trasformandosi in una emissione di pure relazioni contestuali.”⁵² Soffermandosi ora sull’architettura c’è da riconoscere che la prevalenza dell’idea di ambiente è all’origine di una serie di conseguenze di un certo rilievo.

La prima è la defisicizzazione dell’edificio a favore della sua essenza relazionale, vale a dire del suo essere immerso in un insieme di flussi comunicativi e di contestuali e mutevoli situazioni. Ciò che emerge da un’architettura intesa come un fenomeno ambientale non è più la sua costituzione come cosa dotata di una sua forma ma il suo comportamento energetico, la sua attitudine a produrre socialità, il suo proporsi come un sistema di nodi topologici mobili, i quali nelle loro configurazioni variabili cercano di intercettare gli incessanti cambiamenti che si verificano nella città.

La seconda conseguenza dell’idea di ambiente sull’architettura è la perdita di riconoscibilità del senso più propriamente specifico degli elementi di un edificio a vantaggio di una ipervisibilità descrittiva riguardante le prestazioni degli elementi stessi. E’ la loro funzionalità a livello ambientale che si rende evidente, mentre il loro essere oggetti in possesso di una forma, fatti di una certa materia, caratterizzati da un particolare tipo di tecnica di lavorazione diviene del tutto secondario. In qualche modo la funzione ambientale degli elementi è considerata molto più importante del loro ruolo architettonico.

La terza conseguenza consiste nella tendenza dell’edificio a incorporare sempre più estesi frammenti di ambiente nel tentativo di diminuire l’artificialità del costruito architettonico per trasformarlo progressivamente in una porzione di natura, inserita in un contenitore il più possibile neutrale.

La quarta conseguenza della centralità della nozione di ambiente ri-

spetto a quella di manufatto concerne la crescente omologazione dei diversi tipi di edifici. Nel momento in cui gli aspetti ambientali superano notevolmente i contenuti più propriamente architettonici essi si generalizzano sovrapponendosi al carattere dei diversi edifici fino ad annullarli. Il sommarsi di queste quattro conseguenze produce un effetto importante. Un manufatto architettonico non è più pensato come qualcosa di concreto, come una società di materiali di cui è possibile apprezzare la densità, la capacità di durare, il peso e il colore; esso è visto come una sorta di diagramma tridimensionale che traduce le logiche ambientali in linee-forza che si limitano ad alludere a spazi architettonici, più che a costruirli. Questo diagramma descrive campi tensionali che connettono le sue componenti in piani orizzontali e verticali, giaciture direzionate che nel loro insieme generano altrettanti schemi operativi. Alla immaterialità mediatica promossa dall'architettura dell'immagine succede in questo modo un'altra forma di incorporeità, nella quale la concretezza dell'edificio trapassa nella rappresentazione di astratti circuiti funzionali.

All'interno della condizione descritta precedentemente, e cioè che il concetto di ambiente sembra aver fagocitato l'architettura rendendola quasi una semplice articolazione della questione ambientale, di cui è una derivata seppure determinante, appare evidente che, in relazione a questa trasformazione, l'edificio sia stato ripensato come un dispositivo energetico destinato soprattutto a reagire attivamente alle sollecitazioni climatiche utilizzando nel modo più soddisfacente e avanzato le energie rinnovabili. Per inciso questa metamorfosi ha privilegiato l'high tech, proprio quella corrente architettonica alla quale si deve la nascita del problema riguardante quel comportamento energetico degli edifici che si è rivelato dannoso per l'ambiente oltre che poco soddisfacente sul piano dei costi.

La soluzione più idonea per ripristinare la centralità dell'architettura e soprattutto del processo di generazione della configurazione architettonica in chiave sostenibile sembra invece essere quella di sviluppare approcci progettuali più consapevoli e capaci di utilizzare le potenzialità degli strumenti messi a disposizione dalla scienza e dalla ricerca sperimentale. Scientificizzare gli stadi della progettazione può, oggi, portare a interventi meno rigidi nella progettazione architettonica, spesso obbligatori per il rispetto della progettazione stessa. Questo non vuole significare che il progetto tecnologico esaurisca quello architettonico, ma le due parti si trovano a vivere in una stretta connessione gestibile attraverso gli strumenti della cultura e della creatività.

In altri termini, l'intero progetto deve essere caratterizzato da una interdisciplinarietà motivata. L'organismo edilizio rappresenta l'elemento mediatore tra ambiente interno ed ambiente esterno, luogo di sperimentazione e campo di applicazione di quell'insieme di segni ed icone che ne sostanziano i contenuti. La necessaria integrazione delle nuove tecnologie, quindi, si offre come elemento manifesto del linguaggio e della morfologia di quell'architettura espressione di una rinnovata coscienza ambientale. Parlare di integrazione, in altri termini, significa riconsiderare l'insieme dei rapporti reciproci che determinano non solo la configurazione dell'edificio in se, ma anche le relazioni e lo scambio dialettico che esso stabilisce con il contesto e l'ambiente circostante.

Tendere ad un bilancio ambientale positivo significa verificare non solo i consumi energetici ma anche le tecnologie costruttive ed i materiali utilizzati per la realizzazione del progetto, e il controllo di questi elementi non può non influenzare la metodologia progettuale stessa. Dall'applicazione del concetto essenziale ai comportamenti organici degli edifici verso un'architettura ambientalmente coerente, devono essere definiti contenuti progettuali e forme che corrispondano ai nuovi problemi e nello stesso tempo riscontrino valori storicamente autentici dei luoghi e non solo di maniera. Bisogna perciò pensare alla scala globale tenendo in considerazione i veri costi ambientali delle tecnologie.

Confrontarsi con questa sfida richiede un approccio capace di integrare creatività e innovazione tecnologica. Gli strumenti tecnologici oggi sono disponibili, ma occorre una maggiore maturità culturale che porti ad una revisione dei modelli culturali di approccio alla progettazione e alle responsabilità 'metaprogettuali', intese nel senso più ampio del termine.

NOTE

- ³⁶ Dardi C., *Architetture in forma di parole* a cura di Michele Costanzo, Quodlibet – Macerata 2009;
- ³⁷ Trombetta C., *L'attualità del pensiero di Hassan Fathy nella cultura tecnologica contemporanea*, Rubbettino - 1986;
- ³⁸ Banham R., *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna* a cura di Giovanni Morabito, Laterza – Bari 1993;
- ³⁹ Frampton K., *Storia dell'architettura moderna*, Zanichelli - Bologna, 1982;
- ⁴⁰ World Conservation Union, 1991;
- ⁴¹ Tizzano A., *Dal segno al simbolo, risvolti semiotici: per una lettura retorica dell'architettura*, Torino 2012;
- ⁴² Thom R., *Stabilità strutturale e morfogenesi*, Einaudi , Torino -1980
- ⁴³ Scott G., *L'architettura dell'umanesimo*, Dedalo, Bari - 1978
- ⁴⁴ Marco Vitruvio Pollione, *De Architectura*, 15 a.c.;
- ⁴⁵ Gropius W., *Per un'architettura totale* tradotto da Giovanni Alberti, Abscondita - Milano, 2007;
- ⁴⁶ Spanedda F., *Energia e insediamento. Una ricerca interdisciplinare per l'applicazione di principi di efficienza energetica nei centri storici*, Franco Angeli – Milano, 2007;
- ⁴⁷ Paris S., *Ambiente, energia e tecnologia: paradigmi per il progetto, dall'oggetto al territorio* in Biamonti A. "D.a.r.e. un futuro- Design Ambiente Ricerca Energia", Kansa – Milano, 2010;
- ⁴⁸ Branzi A., *Lectio magistralis per conferimento Laura honoris Causa in disegno industriale*, La Sapienza Università di Roma", 2008;
- ⁴⁹ Peretti G., *Rapporto tra Architettura e Tecnologia nell'ambito della sostenibilità* tratto da "Argomenti di architettura 1- Transmitting: la complessità del progetto contemporaneo per un'architettura responsabile", Di Baio Editore;
- ⁵⁰ Scarano R., Piemontese A., *Energia solare e architettura*, Gangemi – Napoli 2003;
- ⁵¹ ibidem, nota 50;
- ⁵² Neri G., Amaro O., *Forme dell'energia*, Kaleidon Editrice – Reggio Calabria 2010.

PARTE QUARTA

**DAL CONCEPT ENERGETICO ALLA CONFIGURAZIONE DELLA
FORMA ARCHITETTONICA**

IL RUOLO DELLE TECNOLOGIE INNOVATIVE NEL PROCESSO DI PROGETTAZIONE SOSTENIBILE

Per diversi millenni la forma dell'architettura è stata condizionata dai materiali disponibili per la propria realizzazione: costruzioni basate prevalentemente sull'impiego della pietra, dell'argilla cruda e del laterizio, realizzate con l'impiego di elementi costruttivi di limitata capacità di resistenza alle sollecitazioni strutturali. Questo livello di condizionamento tecnico-materico ha fortemente limitato l'immagine complessiva dell'opera architettonica ma ciò ha anche portato alla realizzazione di edifici di indubbia qualità formale e anche di qualità costruttiva tali da renderli modello di riferimento ancora oggi.

Solo nell'ultimo secolo, e quindi molto recentemente considerata l'attività edilizia dell'uomo, lo sviluppo di nuovi materiali o il loro trasferimento da altri settori produttivi diversi dall'edilizia hanno consentito all'architettura di oltrepassare il limite formale imposto dai materiali cosiddetti tradizionali e librarsi oltre la statica scatolarità del trilito e dell'angolo retto alla ricerca di forme avulse dalla geometria euclidea e maggiormente in linea con gli input dettati dall'ambiente in cui essa si inserisce. Grazie a queste innovazioni tecnologiche, ai nuovi materiali, ai sistemi di simulazione, valutazione e calcolo assistiti, alla maggiore sensibilità verso ciò che ci circonda, la forma dell'architettura ha perso ogni condizionamento tecnico in favore di una tecnologia che rende possibile ogni sperimentazione. In questa euforia di libertà priva di rilevanti condizionamenti di tipo materico-costruttivo che, nel passato, avevano fortemente guidato la genesi del progetto e i relativi esiti stilistici, appare oggi evidente che la direzione da seguire sia quella di un approccio all'architettura in chiave sostenibile, dove cioè la struttura profonda del fare architettura si sostanzia nella compatibilità tra il sistema naturale e il sistema artificiale che lo trasforma.

Quindi, anche se l'ingresso di nuove tecnologie nel mondo delle costruzioni può essere salutato come una sorta di liberazione del linguaggio architettonico che, superando limiti e regole di vitruviana memoria, può dare spazio alle più diverse espressioni della contemporaneità, una tecno-

logia asservita alla forma senza entrare realmente nel processo progettuale che ha generato tale forma, assume i toni del fraintendimento: viene assunta cioè come strumento che rende possibile ciò che la mente immagina, disgiungendo il processo creativo da quello costruttivo. “Ne derivano progetti in cui la tecnologia è costretta a forzare la natura stessa dei materiali, contrastando le leggi fisiche per seguire voli pindarici che possono dar esito ad interessanti risvolti compositivi ma che si rivelano fortemente contraddittori sotto il profilo statico-costruttivo, quanto decisamente inefficienti sotto il profilo tecnico-funzionale.”⁵³

Questo atteggiamento della composizione architettonica contemporanea, di essere ‘al di sopra’ dell’architettura costruita per incapacità di esserne ‘dentro’ e di separare la sensibilità *beux arts* dalla cultura politecnica, si è definitivamente infranto sui grandi e attuali temi della sostenibilità in tutte le sue accezioni. Il principale aspetto di criticità che accompagna infatti questo processo di forzatura e di adattamento a posteriori del progetto tecnologico a quello architettonico ruota ormai forzatamente intorno all’uso dell’energia. Ciò che nel *De Architectura* appare con straordinaria evidenza è che nell’ideazione della fabbrica e del suo processo costruttivo si debba porre una grande attenzione all’economia che regola i rapporti fra progetto architettonico e progetto tecnologico. Rapporto non inteso nel senso strettamente finanziario del termine, ma in quello del relativo peso delle diverse parti, della loro relazione reciproca anche in termini di coesistenza e durabilità.

Del resto la questione energetica ha sempre rivestito un ruolo centrale nell’attività umana, ancor più nelle attuali condizioni socio-economiche. Appare pertanto paradossale che in una condizione come quella odierna, in cui è possibile controllare con notevole precisione la quantità di energia investita in una costruzione, si possa trascurare il dispendio di risorse che può comportare un’errata percezione del ruolo della tecnologia in un progetto di architettura. “Pensare che la tecnologia possa compensare ogni lacuna lasciata da scelte che si concentrano sul solo disegno della forma comportando un maggior consumo di energia e di materiali significa travisare il senso stesso dell’atto di costruire.”⁵⁴

In un’ottica sostenibile la disponibilità di nuove possibilità tecnologiche non dovrebbe essere intesa come un’assenza di vincoli che genera totale libertà immaginativa, ma come la possibilità di assumere responsabilmente le scelte più appropriate per ottimizzare il processo di costruzione. Più che di tecnologia ‘diffusa’, e cioè indistintamente applicata all’intero organismo

architettonico, sarebbe opportuno parlare di 'elementi tecnologici appropriati', ossia sistemi complessi in grado di svolgere uno specifico ruolo all'interno dell'opera architettonica e capaci, allo stesso tempo, di caratterizzarsi assumendo uno specifico valore configurazionale. Quando ciò avviene e quando i due aspetti si combinano all'interno dello stesso edificio, si realizza una fusione tra gli ambiti del processo progettuale in cui i bisogni ambientali dell'utenza e la tecnologia chiamata ad assolverli collaborano alla definizione formale dell'opera architettonica: i parametri ambientali, tecnici, materici, sociali, culturali collaborano sinergicamente e contemporaneamente alla definizione di un nuovo modo di operare, una nuova metodologia che rende leggibile attraverso tutti i suoi elementi la nuova grammatica ambientale. Si ribalta, perciò, la convinzione ormai radicata che la tecnologia, ed in particolare l'impiego di sistemi che sfruttano le risorse rinnovabili per il raggiungimento dell'efficienza energetica, sia lo strumento finale in grado di 'correggere' processi progettuali che non considerano pragmaticamente la relazione tra l'ambiente biofisico e bioclimatico e l'edificio stesso; che non integrano topologia, morfologia, aspetto funzionale ed estetico; che non contemplanò, in definitiva, la morfogenesi sostenibile dell'opera architettonica.

E' necessario piuttosto affermare che le nuove possibilità di integrazione offerte dalle tecnologie innovative, sia attive che passive, conferiscono dignità architettonica ai singoli elementi componenti e che, pertanto, la progettazione consapevole e rispettosa dei parametri ambientali di riferimento (orografia, morfologia, orientamento, ventilazione ecc.) consente di definire nuovi livelli di comunicazione del linguaggio architettonico soprattutto dal punto di vista formale ed espressivo. Possibilità, questa, già messa in atto dall'architettura spontanea delle prime forme di insediamento in cui l'attività costruttiva traeva le sue motivazioni e la sua genesi proprio dall'ambiente e dal luogo di inserimento: le volumetrie, le articolazioni spaziali, le configurazioni degli elementi predisposti al controllo del confort climatico derivano specificamente dal contesto di riferimento e determinavano un processo progettuale e costruttivo in totale simbiosi con l'ambiente circostante.

Infondo costruire ha rappresentato per molto tempo un'attività specifica di mediazione tra l'uomo e l'ambiente naturale; la costruzione, come rifugio, definiva quella dimensione del meso-ambiente capace di garantire la sostenibilità dell'esistenza umana. In questo senso l'abitare è rimasto per lungo tempo un'attività tutta interna alla sfera della natura; la casa

evolve attorno alle particolari condizioni climatiche, alla disponibilità di materiali locali e all'uso di mezzi tecnici che, anche senza alcuna intermediazione, permettono una trasformazione dell'ambiente naturale in ambiente costruito, secondo modi 'spontanei' ed 'efficaci' rispetto alle esigenze poste. Il costruire si esprime come unicum di mezzi e fini e si traduce nelle forme di una cultura materiale diffusa e condivisa.

“La rimozione della dimensione 'naturale' del costruire, che ha connotato l'era fisiocratica, ne ha trasformato il significato e gli esiti: l'originaria azione di trasformazione si è tradotta in azione di consumo, un'operazione di modificazione che rimuove molte delle condizioni limite e spezza la continuità tra mezzi e fini.”⁵⁵ L'azione 'ancillare' controllata dall'uomo secondo modelli quasi immutabili nel tempo, si traduce in un'azione di produzione controllabile, al contrario, mediante un partner dinamico, la tecnologia, in grado di incidere fortemente sui processi di cambiamento, come anche sulle motivazioni che li determinano.

L'era tecnologica, in cui il costruire diviene una delle tante modalità d'uso di risorse dovunque e comunque disponibili in natura, si mostra attualmente segnata da una disgiunzione fortemente oppositiva tra uomo ed ecosistema; “l'ecosistema, da scenario sconfinato talora amico, spesso onnipotente nemico, sta diventando vittima dell'uomo tecnologico.”⁵⁶

L'uomo prima 'reificatore' della natura, è divenuto 'consumatore' di risorse naturali, cambiando posizione e senso ai rapporti di controllo sull'ambiente: dall'iniziale attività di controllo intesa come difesa, si è passati ad un controllo inteso come gestione; l'homo faber che adatta il proprio modo di vita all'ambiente circostante, si trasforma nell'uomo tecnologico che elabora strumenti al fine di condizionare l'ambiente al proprio stile di vita. Questa fase energivora, che mostra l'evoluzione dell'era tecnologica, richiama la necessità di una nuova e diversa forma di controllo dei processi trasformativi dell'ambiente costruito connotata in termini etici da un principio di responsabilità, attraverso cui ricostruire una nuova metodologia progettuale.

Ci si trova, oggi, nella condizione di un necessario e urgente ripensamento delle modalità di trasformazione dell'ambiente costruito, a fini insediativi e non solo, attraverso un processo di revisione profonda dei rapporti che legano i termini ambiente, tecnologia e progetto, che non si ponga in una condizione di acritica opposizione allo sviluppo, quanto di critica e propositiva organizzazione e gestione di una fase di 'altro sviluppo' o di 'dopo sviluppo'. La tecnologia come dottrina dei processi di trasforma-

zione, volta per la sua stessa natura, quindi, a guidarli e a motivarli, può divenire “una tecnologia della mediazione, una scienza riparatrice in grado di ricercare un nuovo equilibrio tra uomo e ambiente.”⁵⁷

In questo senso il progetto supera la dimensione operativa di processo gerarchico e iterativo di atti normativizzati per divenire prefigurazione e raggiungimento di uno stato di equilibrio mutevole, capace di ricomporre il complesso delle qualità dell’ambiente costruito. E’ possibile pensare a “una forma timorosa di tecnologia, ansiosa di comprensione profonda del fluire delle idee nella transitorietà e silenziosità degli eventi. Servirebbe una scienza tecnica eticamente cosciente di dover restare in attesa della presenza di un esistente che è materia, ma anche pensiero e individui: in questo senso non si tratterebbe di progettare nel o per l’esistente, ma di progettare continuamente l’esistente, scegliendo quelle modalità tecniche che la realtà porrebbe a tutti come già inverte, anche se solo sottese.”⁵⁸ Nella coesistenza di due dinamiche opposte, conservare natura e risorse e innovare processi e prodotti, il progetto diviene l’ambito operativo in cui tentare una declinazione altra del rapporto tra ideazione e costruzione, tra cultura del limite e produzione, tra benessere e ricchezza in funzione delle risorse disponibili e delle possibilità e potenzialità tecnologiche.

“L’interesse del progetto va allora all’attivazione di un processo osmotico tra società e ambiente, tra la cultura tecnologica che questa società produce e l’ambiente nel quale essa vive, in un rinnovato patrimonio di contenuti che delinea, in prospettiva, la condizione umana come progetto, in cui la tecnica sposa le motivazioni dei migliori valori umani e ambientali, capovolgendo il senso della corsa all’accentramento, all’appropriazione totalizzante del supporto naturale, alla standardizzazione indiscriminata dei luoghi, dei beni e dei comportamenti.”⁵⁹

La sostenibilità, in quest’ottica, può quindi primariamente essere intesa come una specifica modalità di controllo che, rispondendo ad un principio etico, sia in grado di assicurare ancora il soddisfacimento delle esigenze umane, secondo un rinnovato criterio di adattabilità dell’uomo all’ambiente, in funzione di un diverso concetto di limite. In particolare nei processi trasformativi dell’ambiente costruito, l’agire sostenibile viene assunto come un principio fondativo di un diverso paradigma progettuale che, mediante un’azione consapevole, sia in grado di orientare unitariamente i diversi aspetti culturali, costruttivi e realizzativi di una particolare attività che consuma risorse e produce scorie, controllandone l’impronta ecologica entro limiti di soglia ritenuti accettabili.

Emerge immediato il rapporto tra l'architettura e la sua tecnologia, quasi fosse possibile e lecito il transfert semantico da un termine all'altro. Nell'ambito dell'ampio dibattito sul tema della architettura, edilizia, costruzione, progettazione bioclimatica, la questione tecnologica sembra assorbire in se tutte le valenze progettuali, funzionali, estetiche, formali, economiche, sociali, contestuali propriamente attribuite al concetto di architettura. Se il concetto di architettura-tecnologia bioclimatica o climaticamente responsabile, si lega alla storia stessa della tradizione costruttiva, il termine viene declinato in maniera specifica nei primi anni '70, in seguito alla prima crisi petrolifera mondiale, come risposta all'esigenza di sfruttare fonti naturali di energia in grado di rendere energeticamente autonome le costruzioni, con particolare riferimento all'energia solare catturata tramite la sperimentazione maturata in quegli anni delle tecnologie solari prima 'attive' (collettori solari, pannelli captanti, pannelli fotovoltaici ecc.) e poi 'passive' (serre accumulo-convettive, muri di Trombe, ecc.).

E' il livello di complessità che regola il ricorso alla parola architettura o alla parola tecnologia, in virtù di una definizione di bioclimatica che riflette una concezione degli edifici molto complessa che prevede il controllo dei parametri climatologici e dell'ambiente esterno attraverso il ricorso alla tecnologia, appunto. Il concetto di bioclimatica è legato profondamente alla consapevolezza che il progresso tecnologico possa trovare un limite nella capacità di sopportazione dell'ambiente e nell'esauribilità delle risorse naturali. E allora tecnologia bioclimatica diventa ogni soluzione che, semplice o composta, abbia come risorsa una fonte energetica rinnovabile e contribuisca non solo all'immediato soddisfacimento di un'esigenza funzionale, ma al più ampio bisogno di limitare l'uso e il consumo dell'ambiente, nell'ottica di una visione sostenibile del processo di costruzione.

L'espressione tecnologia bioclimatica suppone quindi un'adesione al principio di sostenibilità, esposto per la prima volta nel Rapporto Brundtland (1987) della Commissione Internazionale Indipendente istituita in vista della Conferenza Mondiale su Ambiente e Sviluppo di Rio de Janeiro del 1992, declinato però in termini progettuali, ossia "il rapporto tra sostenibilità e progetto si configura come raggiungimento di un più elevato livello di qualità, oltre la sicurezza, la funzionalità, la congruenza tecnico-economica, allo scopo di esercitare il controllo dell'effetto degli interventi sull'ambiente planetario (universale) e sull'ambiente fisico e culturale specifico delle comunità coinvolte dagli interventi stessi".

L'innovazione della tecnologia bioclimatica dell'architettura, quindi,

non è tanto e non solo un processo di riconoscimento dei valori ambientali dell'architettura, ma l'integrazione in architettura delle tecnologie finalizzate ad una parziale o totale autonomia energetica. Ne discende che riferire la tecnologia bioclimatica alla sola applicazione di sistemi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili (solare termico e fotovoltaico), risulta marginale ed incongruente rispetto alla valenza semantica del termine che vede solo nella stretta interrelazione con il disegno e la morfologia architettonica, la presa di coscienza del percorso evolutivo che del termine che oggi configura soluzioni in grado di soddisfare i requisiti di comfort con la possibilità di un controllo passivo del microclima minimizzando l'uso di impianti meccanici e massimizzando l'efficienza degli scambi tra edificio e ambiente.

E ne discende, ancora più significativamente, che una tecnologia non può chiamarsi bioclimatica per il semplice fatto che regola, anche se in maniera spesso innovativa, le performance ambientali ed energetiche dell'edificio, i livelli di comfort dell'ambiente indoor, ma che acquista caratteri bioclimatici solo nel momento in cui si trasforma da mera applicazione di sistemi e componenti, a momento di ricerca, analisi ed studio del progetto, letto in chiave prestazionale, energeticamente consapevole, ambientale e sostenibile.

4.1_L'APPROCCIO BIOCLIMATICO NELLA DEFINIZIONE DELL'ESPRESSIONE ARCHITETTONICA

In passato l'attenzione al clima ha sempre ricoperto un ruolo fondamentale nel costruire. La storia dell'architettura spontanea è ricca di esempi di adattamento al clima che diventano tanto più evidenti quanto più le condizioni climatiche si fanno estreme. Successivamente alla rivoluzione industriale è invece prevalsa l'assurda convinzione che gli edifici potessero essere costruiti indistintamente con identiche caratteristiche per qualsiasi condizione climatica, assegnando esclusivamente agli impianti il compito di realizzare le condizioni di benessere all'interno degli ambienti. La crisi energetica degli anni settanta ha, però, indotto ad un ripensamento sulla necessità di correlare i caratteri tipologici e tecnologici degli edifici con le caratteristiche climatiche del sito e con l'uso di risorse energetiche rinnovabili: infatti a partire dalla fine degli anni '80 l'utilizzo dei criteri bioclimatici è stato oggetto di un'ampia stagione di sperimentazione a livello

21. Facciata di un edificio storico con servizi tecnologici ambientali a vista.



22. Foster + Partners, *Reichstag Dome*; Berlino 1999.

europeo, con scambi intensi di esperienze e finanziamenti da parte dei governi nazionali e della comunità europea.

In termini di sperimentazione architettonica intorno alla metà degli anni '70, quindi, poteva considerarsi di fatto concluso il ciclo del linguaggio razionalista, e il tentativo di ritornare alle forme del passato avviato dal postmoderno si rivelò presto incapace di creare un nuovo linguaggio. Anche altre esperienze avviate sempre dalle avanguardie, come l'high-tech fino al più recente decostruttivismo, hanno tutte intrapreso la strada di cercare il rinnovamento dell'architettura attraverso la sola componente linguistica. Oggi si pone con gran forza il problema della compatibilità dell'architettura con l'ambiente, quasi come se si fosse dimenticato che in passato il rapporto tra architettura e natura era alla base stessa dell'arte del costruire. Ciò non significa ritornare alle pratiche tecnico-costruttive del passato, ma cercare il giusto equilibrio tra esigenze di sviluppo della società e la conservazione delle risorse naturali; da questo scaturisce la garanzia di vedere soddisfatte le esigenze di benessere primarie dell'uomo e quindi la necessità di un'architettura per l'uomo in armonia con l'ambiente.

Questa sperimentazione, che ha coinvolto un numero elevato di progettisti ed operatori dell'edilizia e del mondo dell'università, ha avuto il grande merito di produrre un ripensamento metodologico, recuperando le regole antiche del costruire legate al microclima locale e ad altre risorse locali disponibili, ponendo fine ad una cultura progettuale dissipativa. Nonostante ciò, non si può ancora affermare che il tema energetico abbia trovato un posto abituale nella prassi progettuale ed urbanistica: ancora troppi sono gli esempi di edifici energivori e, comunque, costruiti senza tenere in attenta considerazione le condizioni climatiche del luogo.

“Nell'architettura si presenta oggi l'urgenza di una sempre maggiore aderenza delle tecniche costruttive, dei materiali e dei consumi energetici a quelle che sono le esigenze di un bilancio ambientale positivo. La ricerca sulle nuove tecnologie della produzione di energie alternative da fonti rinnovabili e la definizione di nuove tecnologie costruttive in funzione di una visione ecologica dell'architettura e delle tecniche di ottimizzazione di gestione energetica dello spazio, concorrono alla formazione di una più completa metodologia di progettazione sostenibile.”⁶⁰ La nuova sfida dell'architettura verde quindi su queste tematiche: ripensare all'essenza stessa dell'architettura, trovare una compatibilità con l'ambiente, ricreare la consapevole riduzione dei consumi energetici. Partendo da questi presupposti potremo delineare anche un nuovo linguaggio architettonico che



non sarà il frutto di vuoti canoni estetici o ritrovati nel passato, ma discenderà direttamente dal nuovo modo di fare architettura. Le distanze filosofiche rispetto all'architettura del 'passato' non coincidono, però, con il rifiuto della tradizione e soprattutto dell'architettura vernacolare, la quale, in termini bioclimatici, risultava fortemente all'avanguardia perchè generata dal luogo che la ospitava e adattata alle esigenze dell'uomo in perfetta simbiosi con esso. Così anche il linguaggio architettonico tradizionale, basato sui principi della triade vitruviana e sul rigore della semplicità, ben corrisponde alle esigenze produttive odierne che puntano all'integrazione di sistemi tecnologici anche notevolmente complessi attraverso sistemi configurazionali e processi produttivi votati alla semplificazione degli elementi fondamentali in base alle consolidate teorie sistemiche. Ciò potrebbe generare un'architettura in cui tutte le componenti, da quelle estetiche a quelle costruttive, dal rapporto con l'ambiente alle esigenze di una migliore qualità della vita, siano presenti in pari modo, delineando l'architettura come arte del luogo, in modo che essa possa ricollegarsi ai molteplici caratteri dell'ambiente che, anche se non avvertiti, permangono nel senso comune.

E' bene, tuttavia, precisare che non si vuole affermare che l'architettura debba assumere funzioni mimetiche rispetto ai caratteri del luogo, ma piuttosto che l'organizzazione spaziale debba assumere forme e figure che si rapportino tra loro, sottolineando e confermando il *genius loci*, modificandosi nel tempo, ma al tempo stesso rimanendo coerenti con i valori espressi dal circostante. Nel momento in cui tali condizioni si verificano significa che l'architettura e in particolare la sua 'forma', intesa nell'accezione di diaframma fisico e sociale tra l'ambiente e il costruito, ha stabilito dei rapporti positivi, vantaggiosi per l'uomo, con l'ambiente fisico ed ha ottenuto un vantaggio energetico arricchendo il proprio messaggio espressivo.

La forma, quindi, si traduce in strumento che produce o dissipa energia con risultati autosufficienti o di ausilio ai tradizionali sistemi tecnici di controllo ambientale indoor. Tale approccio energetico è senza dubbio quello che, appoggiandosi al linguaggio, maggiormente influenza l'espressività architettonica. Termini come 'controllo della ventilazione naturale' e 'approvvigionamento energetico solare' indicano che il raffrescamento di un edificio o lo sfruttamento dell'energia solare che lo colpisce sono attuati non mediante sistemi meccanizzati ma attraverso delle particolari organizzazioni morfologiche dell'edificio. La morfologia progettata, ad esempio, può essere tale da attivare dei movimenti dell'aria che abbassano la tem-

peratura di ambienti interni o zone esterne, e questo può essere realizzato in molte maniere, ad esempio traendo vantaggio dai venti dominanti o avvalendosi delle differenze termiche provocate tra masse edilizie esposte all'irraggiamento solare e altre in ombra, e quindi sfruttando i 'salti' energetici che si formano naturalmente.

Recentemente sono state riscoperte le positività di forme e di accorgimenti che appartengono a tradizioni antiche; una rivisitazione che tuttavia è soltanto o soprattutto concettuale in quanto essa deve essere filtrata attraverso la tecnologia e le esigenze attuali, entrambe inconciliabili con quelle del passato. Tra i concetti adottati uno consiste nello stabilire un sodalizio con l'ambiente fisico: interazioni positive tra la forma architettonica e le dinamiche ambientali che favoriscono il benessere fisico dei fruitori; l'altro riconosce le interazioni tra la psiche e la percezione fisica nel determinare la sensazione completa di benessere. Il primo stimola la conoscenza dei parametri fisici dei manufatti e quelli del loro inviluppo ambientale che è costituito normalmente da una miscela di ingredienti naturali come il suolo e la vegetazione e altri artificiali, come i tessuti urbani, comunque misurabili in termini fisico-matematici. Il secondo concetto conduce a dei parametri 'culturali' che pur non essendo quantificabili, contribuiscono anch'essi in modi ineludibili alla qualità dell'architettura, anzi ne rappresentano l'essenza stessa.

L'approccio bioclimatico fondato sui temi del risparmio energetico si basa in ogni caso essenzialmente sulle articolazioni e qualifiche morfologiche delle costruzioni. La forma, nel suo significato geometrico e materico, condiziona l'efficienza energetica di un edificio nel suo interagire con l'ambiente; è quindi molto difficile estrarre e separare i parametri e gli elementi relativi a tale efficienza dall'unità espressiva cui appartengono, anche perchè le risposte ottimali ai problemi di tutela e uso delle risorse naturali solo raramente derivano da un unico genere di strategia mentre più spesso richiedono un intreccio di strategie tra loro complementari.

Non esiste un modo univoco e standardizzato di affrontare i problemi energetici in architettura, perchè ogni progetto ha la sua specifica individualità che gli deriva da un diverso contesto fisico e culturale. L'idea generale, comunque, è di mitigare o incrementare gli effetti dell'energia che colpisce l'edificio dall'esterno attraverso sistemi fisico-psicologici di controllo interattivo con le attività di controllo che si svolgono negli spazi interni. Un altro importante metodo di approccio è quello di assicurare un risparmio energetico attraverso delle forme ottimali che minimizzino l'im-

piego delle materie costruttive. Qualsiasi elemento materiale nell'architettura deriva, infatti, da processi di fabbricazione che richiedono energia e quindi portare all'essenzialità tali elementi e controllarne il ciclo di vita a partire dalla filiera di produzione, può recare vantaggi tecnici, estetici ed economici.

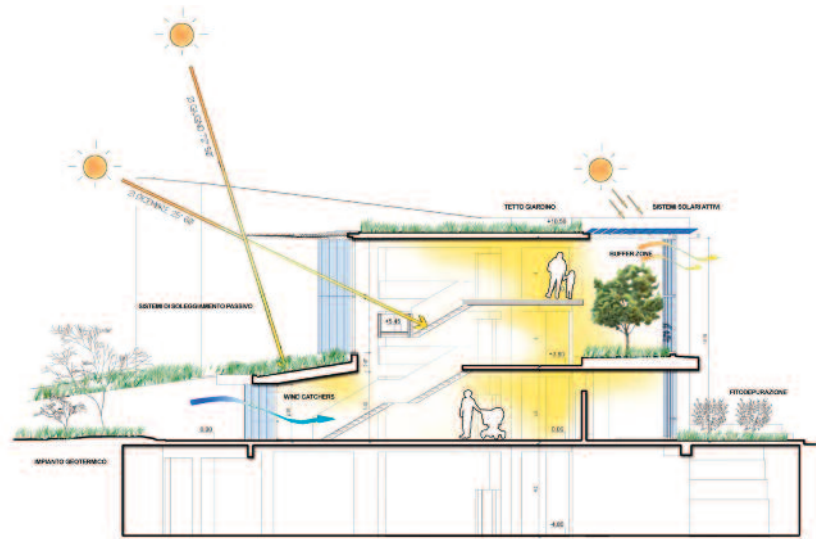
L'architettura bioclimatica ha, quindi, come obiettivo la realizzazione di edifici energeticamente efficienti, adatti a soddisfare al meglio le esigenze fisiologiche degli utenti, mediante lo sfruttamento equilibrato delle potenzialità naturali del contesto ambientale e dei fattori climatici del luogo. Da un simile approccio si possono massimizzare i benefici ottenibili mediante l'impiego delle energie rinnovabili e, in particolare, dell'energia solare, limitando l'uso dei sistemi attivi di climatizzazione sia estiva che invernale e, comunque, l'impiego di energie fossili: infatti, ottimizzando l'irraggiamento solare e l'energia contenuta nell'aria degli ambienti interni, si possono raggiungere notevoli guadagni termici; inoltre, l'attenta progettazione secondo le condizioni climatiche del luogo e lo sfruttamento delle fonti naturali, comporta notevoli vantaggi anche per quanto riguarda l'illuminazione, la ventilazione ed il raffrescamento passivo degli ambienti interni.

Più nel dettaglio, gli edifici bioclimatici sono opere architettoniche caratterizzate dall'utilizzazione di componenti e/o sistemi edilizi che, oltre ad esplicare la loro funzione specifica, sono anche in grado di assolvere funzioni energetiche, ossia quelle di captare, accumulare, conservare e restituire l'energia termica trasportata dai raggi solari o da altre fonti passive di energia termica; è un'architettura attenta all'ambiente circostante, al percorso del sole ed alla direzione dei venti dominanti, all'ubicazione, all'orientamento ed alla forma dell'edificio, alla compattezza o articolazione dei volumi, il tutto in un rapporto simbiotico tra contenuto e contenitore, tra le caratteristiche distributive degli spazi interni e l'involucro edilizio.

Altro obiettivo dell'architettura bioclimatica è quello di raffrescare naturalmente gli edifici, a mezzo di tecniche di espulsione del calore indesiderato verso dissipatori di calore 'ambientali' (aria, cielo, terra e acqua), mediante un attento studio delle caratteristiche distributive e planovolumetriche degli ambienti, oltre che l'analisi della forma, del dimensionamento e dell'ubicazione delle aperture e, comunque, con l'ausilio di metodi naturali di trasferimento del calore. In definitiva l'applicazione di soluzioni tecniche e tecnologiche bioclimatiche, oltre ad essere economicamente vantaggiosa, permette di rendere gli edifici efficienti dal punto di vista ener-

23. Esempio di sezione bioclimatica che illustra le strategie di orientamento, forma e tecnologie integrate di un edificio sostenibile.

getico attraverso il controllo passivo delle condizioni microclimatiche e mediante un'attività progettualmente consapevole nell'uso delle risorse disponibili.



L'approccio bioclimatico in questi ultimi anni registra questi cambiamenti profondi nella domanda di cultura materiale ed ambientale dell'abitare (nuovo rapporto con la natura, con la complessità dei luoghi e degli spazi, sperimentabilità di forme di vita individuale e collettiva basate sulla soggettività, ecc.) e assume alcuni contributi provenienti da diversi saperi con i quali dialoga alla ricerca di strumenti conoscitivi e operativi di tipo ecologico, cioè in grado di ascoltare le ragioni del contesto, di capire le interazioni locale/globale e quindi di porre i problemi di controllo bioclimatico del progetto in termini ecologicamente sostenibili.

Come già accennato, l'interpretazione ecosistemica dell'ambiente costruito è fondamentale per comprendere il rapporto tra metabolismo degli insediamenti ed ambiente fisico; in particolare "l'analogia organismo/ambiente permette di distinguere i livelli trofici degli insediamenti (e degli edifici) e le loro complesse interazioni funzionali (rapporti tra organismi 'produttori', 'consumatori' e 'decompositori') che determinano la struttura del microsistema."⁶¹

E' evidente che quando si considera l'insediamento umano non più solo come consumatore e dissipatore ma anche come produttore, il paradigma che sottende al progetto dell'ambiente costruito cambia completa-

mente ed è pertanto necessario introdurre nuovi strumenti conoscitivi ed operativi in grado di agire sia sul nuovo ambiente costruito, che è assimilabile ad un ecosistema giovane che richiede molte risorse per crescere, sia su quello esistente, che è assimilabile ad un ecosistema maturo la cui crescita strutturale si è fermata e che quindi richiede meno risorse, prevalentemente per la manutenzione.

In questa direzione va sottolineato come l'ambiente costruito moderno sia stato interamente orientato alla crescita, con quegli squilibri colossali di risorse (culturali, geografiche, materiali, energetiche) che hanno fortemente concorso a determinare le attuali condizioni di degrado quasi irreversibile dell'ambiente.

24. Paesaggi mediterranei: la città di Atene vista dall'Acropoli. L'edilizia diffusa ha generato un paesaggio omologato quasi negando la forte matrice storica e culturale che ha da sempre caratterizzato l'architettura e gli insediamenti greci.

4.2_ L'ESEMPIO DEI MODELLI DI ARCHITETTURA BIOCLIMATICA DI TIPO MEDITERRANEO

Il bacino del Mediterraneo, da sempre considerato uno dei più grandi esempi di vivacità culturale, baricentro naturale di tante civiltà costantemente in dialogo tra loro, non si discosta da questa realtà dominata dall'assenza di ricerca di nuovi linguaggi che lascia spazio a trasformazioni che non hanno alcun senso del dialogo con il contesto storico e naturale nel quale si inseriscono, e che generano i 'non-luoghi' e la mancanza di riconoscibilità di tante periferie metropolitane e della maggior parte degli insediamenti consolidati o di nuova edificazione.



25. Paesaggi mediterranei: uno scorcio dell'isola di Procida.

In una piccola realtà come quella isolana gli interventi edilizi non hanno intaccato la matrice architettonica originaria lasciando inalterata la mediterraneità del luogo.



I processi di 'identificazione' e 'orientamento' diventano sempre più difficili, poiché "l'insediamento, quale luogo entro la natura, non esiste più, né esistono i fulcri urbani come luoghi di vita in comune, o gli edifici come sotto-luoghi significativi, capaci di trasmettere sia individualità che appartenenza. Anche il rapporto con la terra e con il cielo è andato perduto. La maggior parte degli edifici moderni esiste in un 'nulla' senza alcun rapporto con il paesaggio o con un insieme urbano coerente: una vita astratta, in una specie di spazio matematico-tecnologico, ove a malapena il sopra si differenzia dal sotto."⁶²

L'intensità delle modificazioni paesistiche operate negli ultimi decenni, ha determinato quindi un'ulteriore perdita del legame con lo spazio e il paesaggio, cancellando gli antichi riferimenti e le antiche memorie con il conseguente smarrimento per chi in esse si era identificato. Questi sono infatti legami determinanti per l'uomo, che ne fanno parte inscindibile, e la cui scomparsa ha effetti negativi sulla psicologia individuale. A questa costante perdita di identità, infatti, si oppone la sempre più evidente ricerca, da parte dei fruitori, di radici e certezze, sostenuta dalla necessità di riconoscere e riconoscersi nei luoghi abitati, dalla volontà di sviluppare un senso comune di appartenenza.

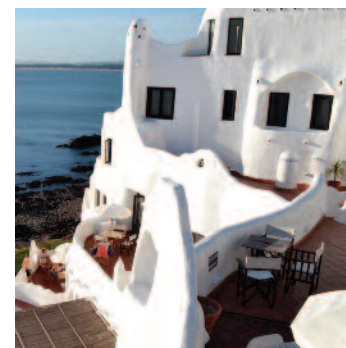
I temi della mediterraneità sono temi perciò che riguardano in primo luogo le capacità dell'architettura di esistere con i luoghi su cui si costruisce, di radicarsi in quei luoghi, e che riguardano in modi contrastanti le mitologie contemporanee, gli usi e gli abusi del termine in questo momento, e le capacità e le difficoltà dell'architettura dell'attuale modernità di ridefinire

i riferimenti a temi e problematiche che fanno pienamente parte delle sue radici ma che sono spesso presenti negativamente nella cultura italiana. “I caratteri di innovazione ovviamente esistono, sono necessari, ma come lo è anche, in un rapporto dialettico irrinunciabile, la ricerca di liberazione dall’accumulo paralizzante degli errori, o semplicemente delle cose fatte, e la rivisitazione di verità fondative, originarie, la ricerca di radici sia proprie che istituite. In quest’ottica l’approccio dell’architettura mediterranea acquista un senso e un’importanza centrali, ribadisce il suo carattere fondativo del lavoro di architettura degli ultimi secoli, è un elemento originario, quasi biologico.”⁶³

Infatti l’ambiente mediterraneo costituisce un eccezionale e fecondo supporto per l’architettura: i suoi elementi fisici e materiali caratterizzanti, dal clima temperato alla vegetazione, alla generosa estensione delle terre in diretto rapporto con il mare, “hanno da sempre sollecitato e determinare le scelte con cui l’uomo è sceso a patti con la natura per poter abitare, trasformandola in paesaggio culturale.”⁶⁴ All’interno di una ricca gamma di variabili, l’architettura propria delle aree geografiche mediterranee, si è caratterizzata nel corso della sua evoluzione per un carattere prevalentemente plastico e murario della sua costruzione, opposto al carattere elastico-ligneo proprio delle latitudini dell’Europa continentale e del Nord. I fattori climatici e materiali hanno avuto un ruolo molto rilevante nel determinare questa attitudine. Lo sviluppo dell’architettura moderna nel corso della sua prima fase di diffusione, privilegiando l’uso di materiali e tecniche innovativi, ha prevalentemente ignorato il rapporto con il contesto climatico, basandosi su una ipotesi di una illimitata disponibilità di energia per definire le condizioni di comfort dell’habitat. Tale modello “rigenerativo”⁶⁵ interpreta, al di là di forme e linguaggi, l’edificio climatizzato attraverso il ricorso esclusivo agli impianti meccanici in grado di produrre artificialmente le condizioni prefissate di comfort indipendentemente dal clima in cui l’edificio è collocato.

La tendenza dell’attuale e rinnovato apparato normativo sulle tematiche del risparmio energetico in edilizia, ancora non recepisce in maniera adeguata il ruolo del controllo morfologico dei manufatti edilizi come fattore capace di determinare scelte adeguate dal punto di vista energetico; pone piuttosto l’attenzione sul comportamento dell’involucro edilizio, con un approccio che tende ad importare, seppur declinati in chiave regionale, modelli di comportamento derivati da contesti dell’Europa centrale, dove la verifica dei comportamenti dei pacchetti di involucro tendenzialmente

26. Tipica abitazione greca che racchiude i caratteri tradizionali dell’architettura mediterranea.



27. In alto: Sassi di Matera; Basilicata Italia.

28. In basso: veduta panoramica dei Sassi di Matera.

29. A sinistra: sezione assonometrica del vicinato 'tipo' dei Sassi di Matera.

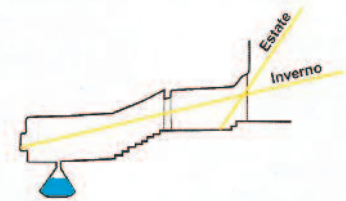
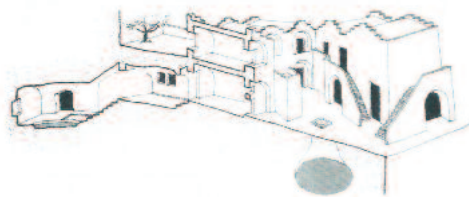
30. A destra: inclinazione delle grotte dei Sassi di Matera rispetto all'altezza del sole, in estate e in inverno.



iper-isolati, è una prassi consolidata e adeguata a condizioni climatiche di tipo continentale.

Nel caso delle aree mediterranee (in cui i picchi di consumo energetico per la climatizzazione sono ormai superiori nel regime estivo rispetto all'invernale) risulta utile sottolineare come sia rilevante ripensare la costruzione in termini di sistemi massicci e conservativi, capaci di funzionare attraverso il funzionamento di masse termiche, piuttosto che sistemi iper-isolati; ciò interpretando l'opportunità di concepire un approccio che immagini scenari innovativi attraverso il rinnovamento e l'aggiornamento tecnologico di tecniche e saperi propri delle tradizioni locali. In ambito mediterraneo vi sono almeno due fattori specifici del progetto consapevole dal punto di vista energetico ambientale, capaci di determinare scelte formali sostenibili dal punto di vista energetico e allo stesso tempo capaci di produrre qualità insediativa specifica e appropriata al contesto mediterraneo, come il grado di compattezza e porosità dell'edificio. Lo studio e la verifica del rapporto di forma e di esposizione dell'edificio, come qualificazione e controllo del carattere morfologico compatto proprio dell'edilizia mediterranea, rappresenta un aspetto fondamentale tra istanza tecnologica e formale. Parallelamente a questo, il controllo e la verifica della porosità dell'edificio (relazione tra aperture e parti opache e orientamento) è un secondo aspetto capace di conferire il carattere morfologico e l'efficienza energetica di tipo passivo all'edificio.

Le culture pre-moderne con declinazioni e risposte variabili in base ad esigenze, tecniche e tradizioni locali, avevano individuato due opposti modelli di comportamento dell'edificio, 'conservativo' e 'selettivo', a seconda delle risposte differenti al necessario rapporto dell'architettura con l'ambiente (clima e luogo). Il modello 'conservativo' appartiene prevalentemente alle regioni dei climi temperati e temperati freddi (tra queste l'ambiente mediterraneo) ed è riferito ai sistemi edilizi massivi e massicci con murature ad elevato spessore: attraverso la massa termica elevata dell'involucro l'ambiente interno confinato si oppone alle condizioni esterne, tendendo a conservare le condizioni climatiche interne.

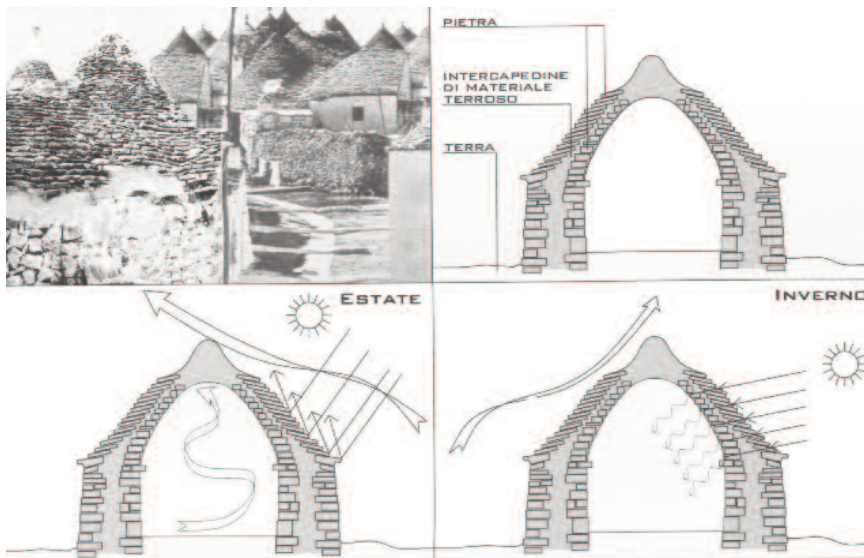


Il modello 'selettivo', proprio di climi caldo-umidi o a forte escursione termica, prevede un comportamento dinamico dei sistemi e componenti edilizi (aperture, schermature), che filtrano e selezionano i fattori ambientali esterni (sole e vento). I due modelli si ispirano a diversi comportamenti passivi dell'edificio e riguardano quindi aspetti costruttivi e morfologici altrettanto diversificati che hanno dato origine a forme di architettura spontanea fortemente identitarie, seppur con caratteristiche di approccio metodologico comuni, nelle diverse aree del bacino del mediterraneo, sia nel caso delle antiche architetture rupestri, sia in quelle urbane di epoca successiva.

Ancora oggi si trovano in Italia alcune tipologie architettoniche tradizionali palesemente sviluppate in rapporto alle condizioni climatiche locali. "Esemplare, nel clima caldo della Puglia, è il caso del 'trullo': la notevole massa muraria funziona come 'regolatore termico', capace di assorbire il calore prodotto dalla radiazione diurna e di restituirlo di notte, livellando le escursioni di temperatura all'interno della costruzione. La morfologia originale della calotta di copertura è lo strumento passivo capace di modulare la circolazione interna dell'aria, favorendo e offrendo condizioni di comfort naturale in estate. Massività, compattezza, porosità, opacità sono i fattori più significativi in grado di incidere sulle forme degli insediamenti e dei manufatti architettonici e sui loro comportamenti energetico/ambientali."⁶⁶

31. A destra: Trulli di Alberobello; Puglia Italia.

32. A sinistra: schema di funzionamento del Trullo.



33. A sinistra: Torri del vento abbinata ad un qanat; Iran.

34. A destra e accanto: schemi di funzionamento di una torre del vento di giorno e di notte in presenza o in assenza di vento.

a) L'aria calda esterna a contatto con le pareti più fresche della torre si rinfresca e aumentando la sua densità tende a scendere lungo il condotto. Nel circolare all'interno dell'edificio richiama a sé l'aria calda presente originando una corrente d'aria.

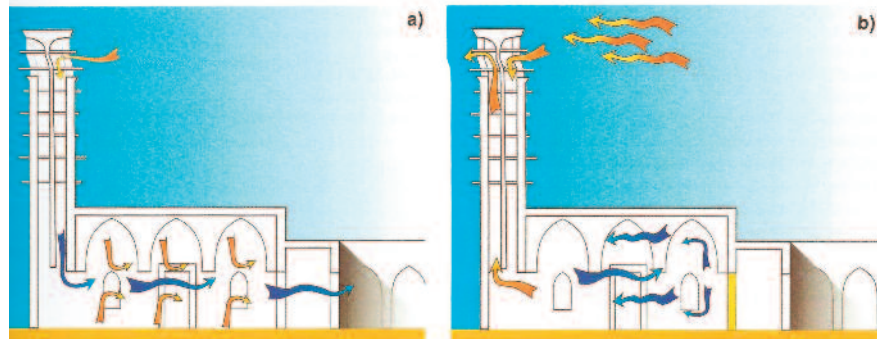
b) In presenza di vento si verificano le stesse condizioni, ma la circolazione dell'aria risulta accelerata. Inoltre la presenza di aperture disposte a coppia (sopravento e sottovento) sulla sommità dà luogo ad una circolazione costante dell'aria.

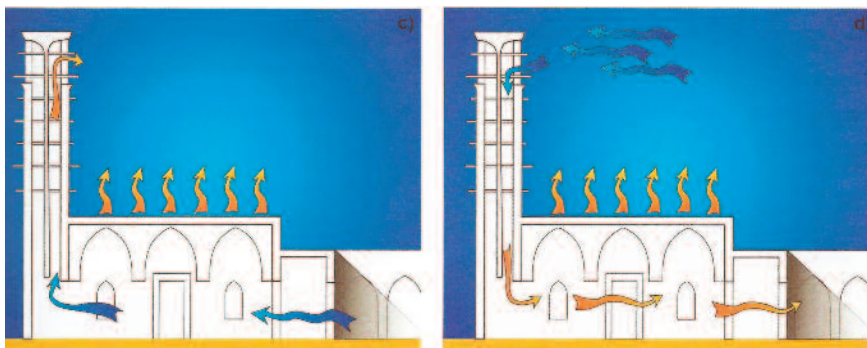
c) La torre funziona come un camino: il calore accumulato durante il giorno viene ceduto all'aria esterna più fresca, riscaldandola. Di conseguenza, diminuendo la densità dell'aria e la pressione in corrispondenza della sommità della torre, si crea un moto convettivo d'aria che tende ad espellere quella più calda degli ambienti interni e a richiamare quella fresca esterna.



Oppure si pensi alla casa greco-romana o alla casa araba: la corte/patio, diventa un elemento caratteristico in area mediterranea non solo dal punto di vista architettonico, simbolico, culturale, ma anche tecnico, in quanto elemento che agisce come un termoregolatore estremamente funzionale per la ventilazione e il raffrescamento naturali. Anche queste tipologie si contraddistinguono per il carattere massivo degli involucri e l'uso di materiali e tecniche costruttive che le isolano termicamente dall'esterno; inoltre in queste tipologie è possibile sottolineare come la scelta del sito non avvenisse in maniera del tutto casuale, ma come essa fosse fortemente legata ai fattori di orientamento, esposizione, soleggiamento, ventilazione, ed altri ancora.

Sia negli impianti urbani greco-romani che negli impianti islamici, infatti, i fattori ambientali assumono grande rilievo. Nelle città islamiche, in particolare, i fattori climatici sono una costante regola insediativa, a cui viene assoggettato il tracciato delle strade e la disposizione degli isolati. I vuoti urbani della città, rappresentati dai vicoli, dai cortili e dalle piazze, sono funzionali a precise esigenze di protezione dell'intimità domestica ma anche e soprattutto di protezione ai venti, alle temperature estreme e alle forti escursioni termiche cui queste regioni sono soggette. Allo stesso scopo servono i dispositivi climatici per il raffrescamento e la ventilazione naturale che costituiscono un grande patrimonio della tradizione costruttiva islamica e che trovano espressione anche in alcuni esempi dell'architettura arabo-normanna italiana. Lo studio dei venti e l'orientamento del tessuto urbano rispetto a questi, l'introduzione dei dispositivi climatici per il raffrescamento e la ventilazione naturale di origine islamica, sono stati ripresi da molti studi scientifici ed ancora oggi trovano applicazione nella progettazione di edifici sostenibili e in molti esempi di architettura contemporanea.





Infatti il terreno di fondazione sul quale venne costruita l'idea di mediterraneità fu accuratamente preparato dalla cultura architettonica europea. Le acute osservazioni dei viaggiatori che si spostarono in questo peculiare spazio geografico e culturale dal carattere fortemente unitario misero in luce paesaggi ed architetture spontanee tali da far rivivere e riscrivere comportamenti spaziali, immagini, simboli e metafore geometriche, costituenti il 'vocabolario' con il quale dovrà confrontarsi il linguaggio del Movimento Moderno.

"Il concetto di mediterraneità in architettura, di per sé una pura astrazione, si è progressivamente incarnato nella realtà attraverso alcune architetture spontanee, ritenute dagli architetti fonti di ispirazione, e l'elaborazione di progetti o prototipi il cui carattere programmatico li ha proposti come autentici 'modelli' mediterranei. In questi esempi è possibile ritrovare quei caratteri che, già codificati in ambito teorico, andranno a costituire un preciso repertorio tipologico, costruttivo e formale."⁶⁷ In questo virtuale 'catalogo' sono contenuti gli elementi più noti che identificano l'architettura mediterranea: il legame intimo con la natura e il paesaggio, l'aderenza al sito, l'influsso determinante dei dati climatici nella progettazione, la perfetta coincidenza delle forme di vita con la struttura spaziale, la semplificazione geometrica nella costruzione.

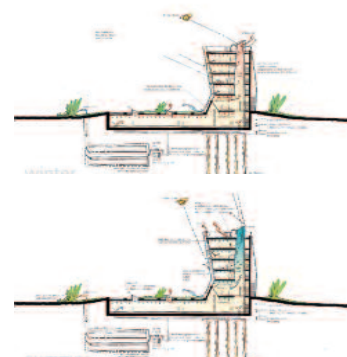
Partendo dai primi anni del novecento, senza quindi citare la tradizione 'romantica' ottocentesca che portò alla riscoperta del mediterraneo, uno dei maestri dell'architettura moderna, Adolf Loos, fu tra i primi a mostrare una predilezione per l'architettura della semplicità e spontaneità. Tra le opere loosiane maggiormente legate alla mediterraneità, è da segnalare il progetto della villa al Lido di Venezia del 1923. Dall'analisi del modello appare in modo chiaro il riferimento ad alcuni elementi distintivi delle case

d) In presenza di vento la circolazione si inverte dall'esterno verso l'interno. Pur riscaldandosi leggermente a contatto con le pareti della torre, l'aria esterna è sufficientemente fresca per raffreddare gli ambienti interni.

35. In alto Mario Cucinella, *Centre for Sustainable Energy Technology (CSET)*; Ningbo 2008.

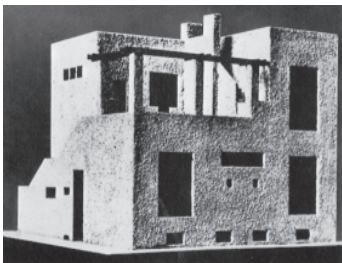
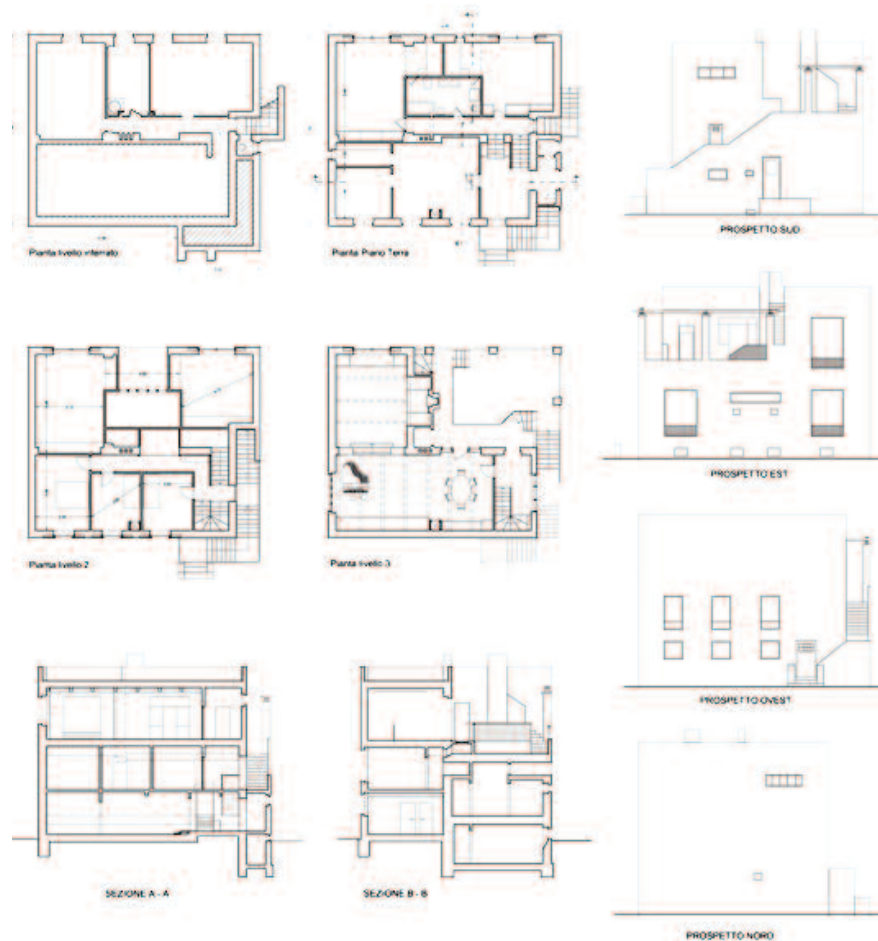
36-37. Sezioni bioclimatiche del funzionamento invernale ed estivo del CSET.

E' evidente che l'edificio è concepito come un grande camino termico che reinterpretava in chiave moderna il funzionamento della torre del vento.



38. Adolf Loos, *Villa Moissi*; Lido di Venezia 1923.
 Plastico di studio, piante, sezioni e prospetti della Villa.

mediterranea, la stereometria dei volumi, il trattamento delle superfici con intonaco bianco e il terrazzo-solarium, sul quale si affacciano le zone di soggiorno e la scala scoperta che porta ai vari livelli. Accanto a questi elementi esteriori, appaiono di estremo interesse anche i fattori ambientali, climatici e paesaggistici. Nella progettazione della villa erano, infatti, stati tenuti in gran conto i fattori naturali ed in particolare l'esposizione: il terrazzo, che presenta un pergolato sorretto da pilastri quadrati, si apriva nell'angolo sud-est verso la laguna, in direzione del sorgere del sole. Esso rappresenta "il vero e proprio perno della casa, ed anche l'elemento compositivo più chiaramente interpretabile come un derivato del modello abitativo mediterraneo."⁶⁸



Le facciate erano quindi disposte per poter usufruire in maniera ottimale della diversa luce offerta dal corso del sole nell'arco della giornata, così come anche la forma e il dimensionamento delle aperture. La maggior parte di esse infatti erano aperte sulle facciate est e ovest, al fine di prendere la luce del mattino e quella del pomeriggio. Sulla facciata occidentale si apriva una duplice fila di finestre regolari ritagliate nel muro; sulla facciata orientale, che guardava verso il mare, c'erano invece dei balconi e anche verso questo punto cardinale era orientato il terrazzo. La parete meridionale, dove si trovava la scala esterna, era quasi completamente cieca poiché di giorno il sole vi batteva maggiormente, mentre nella facciata settentrionale le piccole aperture garantivano l'aerazione, che si veniva a creare a causa della temperatura diversa presente sulle due facciate opposte.

Da queste brevi considerazioni emerge un dato di fatto: la 'scoperta' dell'architettura mediterranea è ascrivibile senza dubbio alla cultura europea che guarda alle architetture minori di area mediterranea come a dei testi esemplari cui ispirarsi, nei quali i dati regionalistici e culturali non rappresentano un ostacolo all'esportazione. In questo fenomeno l'immaginazione mitica ha giocato un ruolo decisivo: nelle case di Capri e della costiera amalfitana, nelle architetture nordafricane e dell'intero bacino del Mediterraneo, si compie ancora una volta la reincarnazione della 'classicità'.

Il ritorno nell'architettura a solidi geometrici semplici senza ornamento fu, quindi, favorito da Le Corbusier come riaffermazione dei fondamentali valori scultorei presenti comunemente negli edifici e nei gruppi di edifici del mediterraneo, dove il loro uso non era tanto una questione di preferenza estetica, quanto piuttosto la diretta conseguenza del bisogno di sistemi strutturali semplici, robusti ed economici, che avrebbero potuto successivamente essere abbelliti da elementi decorativi locali senza attenuare il loro potere. Gli elementi dell'architettura del Mediterraneo che Le Corbusier assorbì nei suoi progetti andarono al di là della semplice purezza formale e si concretizzarono nella relazione organica, ma nello stesso indipendente, del villaggio con la terra; nella coraggiosa, ma nello stesso tempo controllata, espressione delle forme geometriche plastiche e semplici; nel gioco di luce sulle superfici; nell'uso ingegnoso del colore chiaro e nella sempre evidente scala umana dell'edificio.

La grande lezione mediterranea appare ancora più diretta nella Villa Oro di Luigi Cosenza, che fu affiancato dall'architetto viennese Bernard Rudofsky, di fatto entrambi erano grandi estimatori dell'architettura sponta-

39. Luigi Cosenza, Bernard Rudofsky, *Villa Oro*; Napoli 1934-1937. Vista panoramica e prospetto della Villa.

nea costiera e insulare, la cui conoscenza si era consolidata attraverso le continue escursioni e le campagne di rilevamento delle case dei pescatori, effettuate in particolare a Procida. Villa Oro rappresenta un capitolo fondamentale di quella tendenza mediterranea che affiorava a tratti nell'architettura moderna italiana e deve considerarsi il manifesto programmatico dell'opera futura di Cosenza. L'edificio, situato sulle pendici della collina di Posillipo, mostra una sapiente articolazione dei volumi che, seguendo l'andamento della collina, si presentavano come una composizione di cubi semplicemente intonacati di un bianco abbagliante, con ampie vetrate e terrazze che si aprivano sul golfo. Ciò che si evidenzia maggiormente nell'aspetto configurazionale della villa è l'assoluta semplificazione formale e forse è questa la lezione appresa dalle case spontanee dei pescatori. Ma è da sottolineare un ulteriore "carattere dell'opera di Cosenza, ma non solo sua: quello di interpretare un sito, di leggerne la topologia, senza per questo ridurre il proprio linguaggio al contesto: conservando insomma la propria autonomia linguistica e formale. Che è poi questa la forza di ogni buona architettura: si tratti di villa Oro o di villa Malaparte a Capri di Adalberto Libera, per citare due esempi celebri che sono stati una affermazione del nuovo senza divenire una offesa al prodigioso contesto in cui si inseriscono"⁶⁹.

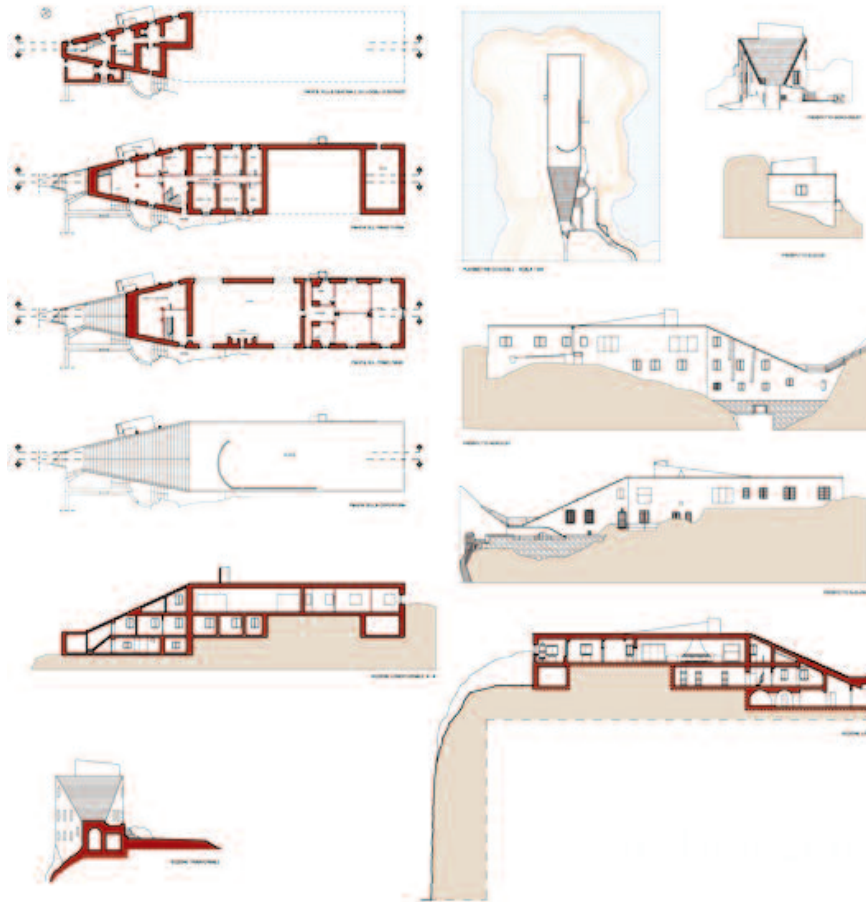


Come ulteriore esempio paradigmatico della mediterraneità, si ritiene utile fare un riferimento alla tanto celebrata Casa Malaparte a Capri. L'elemento di maggiore fascino di questa architettura consiste nella doppia paternità avvenuta per opera di un maestro del Razionalismo italiano, Adalberto Libera e di un famoso scrittore, Curzio Malaparte. Libera elabora un progetto che rientra in una tipologia caratteristica della ricerca razionalista, la casa unifamiliare a pianta rettangolare. L'edificio aveva una rigorosa chiarezza di impianto e si presentava come un volume puro, un parallelepipedo posato sulla roccia e sviluppato su due livelli, con prospetti caratterizzati da aperture regolari. Il livello inferiore era rivestito da bugne



rustiche, mentre quello superiore era trattato con semplice intonaco. Nel progetto si possono ravvisare molti elementi della mediterraneità, anche se opportunamente filtrati dalla raffinata cultura progettuale di Libera: l'assolutezza formale del volume, che si inserisce in un contesto naturale esso stesso altrettanto assoluto; le studiatissime visuali sui faraglioni e sull'intorno tramite il balcone, la loggetta e l'altra apertura, che istituiscono un intenso rapporto visivo con l'ambiente naturale circostante; e, infine, il legame con il suolo per mezzo del basamento bugnato, forse un richiamo alle tecniche costruttive tradizionali dell'isola, cui si allude anche nell'uso delle voltine di cemento, scelte per la copertura del salone al piano superiore.

40. Adalberto Libera, *Casa Malaparte*; Capri 1938-1942. Vista panoramica, piante, sezioni e prospetti della Villa.



Al di là dei numerosi esempi di architettura moderna citabili, bisogna sottolineare che tutt'ora resta aperta la ricerca di termini utili ed attuali per una definizione dell'architettura mediterranea; oggi, infatti, anche a seguito dell'amplificarsi della trattazione dei concetti legati al rispetto ambientale, al risparmio energetico, le formule descrittive e di determinazione di questa architettura si sono moltiplicate: così l'argomento viene affrontato non solo da un punto di vista di espressività formale e stilistica, ma è anche considerato riguardo ai caratteri tecnologici, di dettaglio, e alle prerogative di sostenibilità che esso offre. Le costruzioni nell'area mediterranea dimostrano in questo modo che l'architettura è soprattutto un'arte collettiva, poiché accetta e affronta, con il contributo di diverse componenti tecniche, gli aspetti, le ideologie, le problematiche della realtà e dello sviluppo sociale.

Di sicuro, l'architettura del mediterraneo offre interessanti e alternativi punti di analisi e valutazione della tecnologia costruttiva e pone a confronto i criteri di semplicità con quelli di più avanzata tecnologia, quelli basati sulla tradizione con quelli rivolti alla sperimentazione; rende validi i principi dell'isolamento e dell'inerzia termica, offrendo al progettista una varietà di soluzioni consapevolmente conseguenti, secondo un procedimento di razionalità, affidabili ed efficaci nel lungo periodo. D'altra parte, gli elementi e gli accorgimenti architettonici, che sono oggi alla base di una progettazione sostenibile, come per esempio le serre solari, le facciate o le intercapedini ventilate, le soluzioni d'involucro massive sono in sostanza applicazioni compositive che derivano dallo studio di aspetti e caratteri propri dell'architettura vernacolare.

Lo sviluppo del tema mediterraneo ha prodotto così varie argomentazioni che possono contribuire ad individuare modalità più attuali per interpretare l'architettura sostenibile contemporanea: opere ed elementi architettonici che si configurano nel loro rapporto con il paesaggio, che vivono del panorama in cui vengono inseriti, che si caratterizzano nella semplicità e nella nettezza delle forme e dei colori, che presentano elementi ricorrenti per tradizioni e per opportunità.

In particolare, si affronta la questione della sostenibilità, oggi assolutamente primaria, facendo riferimento a quegli accorgimenti tipici della casa mediterranea (ventilazione naturale, massa e inerzia termica, controllo dell'influenza solare) che dovrebbero essere riproposti nelle costruzioni votate al contenimento dei consumi energetici, per riscaldamento e rinfrescamento, ponendo, inoltre, particolare attenzione ai principi di pro-

gettazione bioclimatica, ai tipi di involucro più adatti a mantenere nell'edificio il comfort termico, ai metodi di costruzione passiva.

4.3_ADATTIVITÀ E SUSCETTIVITÀ COME STRATEGIE DEL LINGUAGGIO SOSTENIBILE

L'attuale contesto socio-economico e tecnologico possiede le capacità operative, tecniche e tecnologiche per attuare una elevata diversificazione della produzione edilizia e della produzione industriale legata ai materiali e ai componenti edilizi. Un'architettura che presenti una varietà dei suoi parametri costitutivi, quali organizzazione, materiali di costruzione e logiche di aggregazione, in risposta alla diversità delle condizioni dei contesti ambientali, è allo stesso tempo un'architettura 'adattiva'. Ciò in ordine a due differenti logiche di interpretazione del concetto di adattività, una nei confronti del contesto ambientale di riferimento nel quale vanno ad inserirsi; l'altra nei confronti dei processi evolutivi delle condizioni ambientali e degli assetti territoriali ed antropici in cui sono inserite.

L'introduzione nei processi di progettazione e produzione edilizia, dei concetti di rispondenza morfologica, formale, materica, alle diversità delle condizioni ambientali e di adattività, che si riconnettono ad un più generale concetto di ecoefficienza, conduce alla definizione di un nuovo linguaggio dell'architettura, in cui non esiste uno stile predefinito, non ci sono dei canoni estetico-formali da garantire a priori, ma piuttosto vi è un linguaggio che scaturisce direttamente dalla necessità di comfort, di benessere ambientale, e di fruizione degli abitanti dell'architettura e degli spazi urbani.



41. ARUP - Sauerbruch Hutton - Experientia, *Low2No*; Jatkasaari 2009. L'ecoquartiere rappresenta un esempio in grado di sintetizzare i principi di adattività dell'architettura in riferimento al contesto ambientale in cui sorge, inoltre propone diversi esempi di integrazione di tecnologie attive e passive per il risparmio energetico nonché attenzione per l'aspetto materico e sociale.

Il concetto dell'intervento tecnologico ed impiantistico che si pone come strategia attuativa, soluzione di ripristino di adeguate condizioni di comfort e fruibilità degli ambienti, consentendo di attuare qualsiasi condizione e situazione edificatoria, a prescindere dalle specifiche condizioni biofisiche e bioclimatiche dei contesti ambientali di riferimento, deve lasciare il posto al concetto di un'architettura in simbiosi con i suoi stessi parametri formali e costitutivi, nonché in grado di minimizzare le problematiche ambientali di livello indoor e outdoor, determinando con la sua stessa strutturazione fisica adeguate condizioni di fruibilità.

Occorre pertanto tener conto della posizione e della forma come meccanismi di risposta tra loro collegati per la progettazione degli edifici, e ciò è particolarmente importante a causa della passata inclinazione a basarsi quasi esclusivamente sull'utilizzazione degli impianti meccanici per mantenere uno stato stazionario all'interno degli involucri edilizi. Tale singolare tipo di risposta è stato possibile in virtù di una capacità, apparentemente illimitata, di produrre energia. "Esso ha avuto il vantaggio di una capacità di risoluzione immediata e di una elevata tolleranza nei confronti dell'incertezza nel far fronte ai fabbisogni energetici delle nostre città in rapida crescita; e finché tutto ciò dava come risultato un sistema funzionante, si potevano ignorare i problemi della posizione e della forma nell'ambiente costruito. In realtà, la gamma e la potenzialità della risposta degli impianti meccanici è limitata come è ora dimostrato dai problemi relativi ai carichi di picco, e sta attualmente raggiungendo i suoi limiti naturali: ci deve essere una diversificazione della capacità di risposta, per includere delle alternative che finora non sono state prese in considerazione."⁷⁰

La capacità di un edificio di mantenere stabili le proprie condizioni indoor sotto l'azione delle perturbazioni ambientali, può definirsi come la 'susceptività' dell'edificio nei confronti delle sollecitazioni indotte dalle variazioni ambientali di ordine climatico: tanto minore risulta la susceptività quanto maggiore è la capacità degli organismi edilizi considerati di mantenere al proprio interno una stabilità delle condizioni microclimatiche. La susceptività dipende, perciò, da diversi fattori tra loro interagenti, quali la forma, la superficie esposta verso l'ambiente esterno, il volume, i materiali costitutivi, ecc.

Volendo ricercare i fattori maggiormente significativi, questi si possono indicare in: materiali costitutivi, morfologia e forma. E' chiaro che situazioni di elevata susceptività degli edifici danno luogo ad una maggiore richiesta energetica, funzionale al ripristino di adeguate condizioni di comfort in-

door: il fabbisogno energetico degli organismi edilizi è quindi funzione di questa caratteristica di risposta alle sollecitazioni climatico-ambientali. Tali considerazioni sono attualmente centrali nelle più moderne strategie di progettazione finalizzate all'ottenimento di edifici sempre meno energivori nonché sempre più performanti dal punto di vista dell'efficienza energetica e le scelte progettuali di ordine morfologico-formale e fisico-costitutivo risultano in questo senso fattori fondamentali.

Del resto è ormai chiaro che "all'interno degli edifici gli effetti dell'interazione involucro/ambiente risultano più o meno rilevanti in funzione delle specificità formali-dimensionali e fisico-costitutive poiché lo stato interno di un edificio cambia in risposta alle variazioni delle condizioni ambientali esterne. Le differenti situazioni di irraggiamento solare, ventilazione, temperatura dell'aria, si ripercuotono, infatti, all'interno degli edifici in funzione delle caratteristiche morfologiche, posizionali, dispositive dell'edificio, nonché in relazione alle specificità fisico-costitutive dell'involucro edilizio (materiali costitutivi e relativa trasmittanza, percentuale di bucaure, di superfici vetrate, ecc.)."⁷¹

Ai fini del comfort ambientale risulta positivo avere condizioni indoor stazionarie e poco sensibili alle variazioni climatiche esterne ma è evidente che raggiungere situazioni di questo tipo costituisce un'operazione complessa, teoricamente possibile ma praticamente impossibile; tuttavia l'aver una situazione ambientale stazionaria, anche se non esattamente sui livelli di comfort richiesti, rende più facile il controllo climatico indoor, diminuendo i costi energetici.

"La suscettività degli organismi edilizi, nella sua accezione più completa e complessiva, risulta essere funzione della reciproca interazione tra forma, dimensione, materiali costitutivi, caratteristiche di involucro (tipologia, dimensioni, quantità delle bucaure, ecc.), quindi ad uno specifico valore di suscettività espresso dal rapporto superficie/volume in funzione delle caratteristiche formali e dimensionali dell'organismo edilizio, le differenti caratteristiche costitutive dell'involucro, legate ai materiali specifici ed alla strutturazione della chiusura esterna nella sua articolazione tra pieni e vuoti e tra superfici opache e trasparenti, conferiscono un livello prestazionale e di risposta ambientale complessivo."⁷²

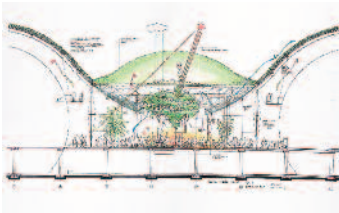
La sensibilità dell'edificio alle variazioni climatico-ambientali è accentuata o diminuita a seconda che le strutture costitutive dell'involucro consentano una più o meno rapida ripercussione interna degli effetti delle condizioni ambientali esterne. Strutture di chiusura esterna che, per la spe-

42. In alto e a destra Renzo Piano, *California Academy of Sciences*; San Francisco 2008.

43. Nicholas Grimshaw, *Eden Project*; Cornovaglia 2001.

44. Stephan Behnisch, sezione bioclimatica del *Genzyme Centre*; Cambridge USA, 2000-2004.

Questi edifici presentano diverse tipologie di involucro capaci di regolare gli scambi termici con l'esterno per ottenere un comfort indoor naturale ma con ridotte dispersioni.



cificità dei materiali costitutivi e per il loro spessore, risultano caratterizzate da elevata capacità termica, tendono a definire una situazione di minore suscettività complessiva. Dove le membrature esterne sono realizzate con materiali a bassa inerzia termica, con spessori minimi e dove la dimensione e la quantità delle bucaure pongono l'interno dell'edificio in elevata interazione con l'ambiente esterno, vi sarà invece una situazione di elevata suscettività ed alta sensibilità alle variazioni climatiche. Ciò in quest'ultimo caso si traduce inevitabilmente in un elevato dispendio energetico legato al controllo delle variazioni interne indotte dalle condizioni ambientali esterne. Occorre tuttavia tener presente ed aver chiaro un concetto fondamentale: anche se intuitivamente potrebbe sembrare che la diminuzione della sensibilità di un edificio alle variazioni ambientali sia un valido obiettivo a prescindere dalla strategia attuativa considerata, questo non è sempre totalmente vero.



Ci sono situazioni in cui determinate strategie attuative, se da un lato definiscono una bassa sensibilità dell'organismo edilizio alla variazione delle condizioni di stato ed una maggiore tendenza alla stazionarietà interna, dall'altro possono inibire qualsiasi tipo di interazione e scambio energetico interno/esterno. E' il caso verificabile in conseguenza dell'utilizzazione di tecnologie di isolamento termico e relativi materiali a bassissima conducibilità. In questi casi il vantaggio di una maggiore stazionarietà delle condizioni ambientali interne e della loro minore sensibilità alle variazioni è di fatto annullato dallo svantaggio costituito dal fatto di non poter contare, all'interno, su una situazione ambientale esterna positiva e di non poter utilizzare i flussi ambientali esterni ai fini di produrre condizioni di comfort nello spazio abitato.

Negli edifici in cui una elevata stazionarietà è ottenuta, ad esempio,

attraverso l'utilizzazione di massa termica, durante il periodo diurno, in presenza dell'irraggiamento solare, le strutture murarie possono assorbire ed accumulare l'eccesso di calore conservando una situazione di comfort termico negli spazi abitati, nel periodo notturno possono cedere il calore all'interno e bilanciare la tendenza ad una minore temperatura dovuta all'assenza del sole, diminuendo la necessità di produzione termica per il riscaldamento. Se l'edificio fosse caratterizzato da un elevato isolamento termico, questa dinamica non sarebbe possibile. Una struttura con un alto livello di isolamento termico è una struttura che non dialoga con l'ambiente esterno e non stabilisce interazioni con esso. "Appartiene ad una concettualizzazione della problematica energetica che pone alla base di una produzione del calore dall'interno dell'edificio, calore che ha un costo, legato alle modalità di produzione (impianti di condizionamento, radiatori, ecc.) e che quindi va il più possibile 'intrappolato', 'contenuto' all'interno del volume edilizio. In questa ottica interpretativa si considera in maniera prioritaria una produzione energetica di natura 'meccanica' e si sottovaluta la possibilità di una vantaggiosa interazione con i flussi energetico-ambientali."⁷³

Altro fattore fondamentale, nell'economia del comportamento ambientale degli edifici, è rappresentato dall'entità delle bucatore e quindi delle chiusure trasparenti dell'involucro edilizio. La superficie trasparente costituisce una soluzione di continuità nelle caratteristiche e nel comportamento prestazionale dell'involucro. Anche se attualmente la tecnologia consente di ottenere chiusure trasparenti efficienti dal punto di vista energetico, con un controllo prestazionale sulle diverse tipologie disponibili molto elevato, la superficie trasparente costituisce sempre una soluzione di continuità nelle caratteristiche e nel comportamento prestazionale dell'involucro, consentendo al tempo stesso una permeabilità data dalla possibilità di una loro rimozione o apertura, ai flussi di vento, anche all'aria esterna. La quantità di superfici vetrate nelle chiusure esterne, espressa in percentuale sulla superficie dell'involucro, la loro qualità, connessa con le specifiche caratteristiche di trasmittanza, tenuta all'aria ed altro, costituiscono fattori da relazionare alle caratteristiche formali e materiali per la definizione del comportamento ambientale degli organismi edilizi e quindi per l'attuazione di scelte progettuali.

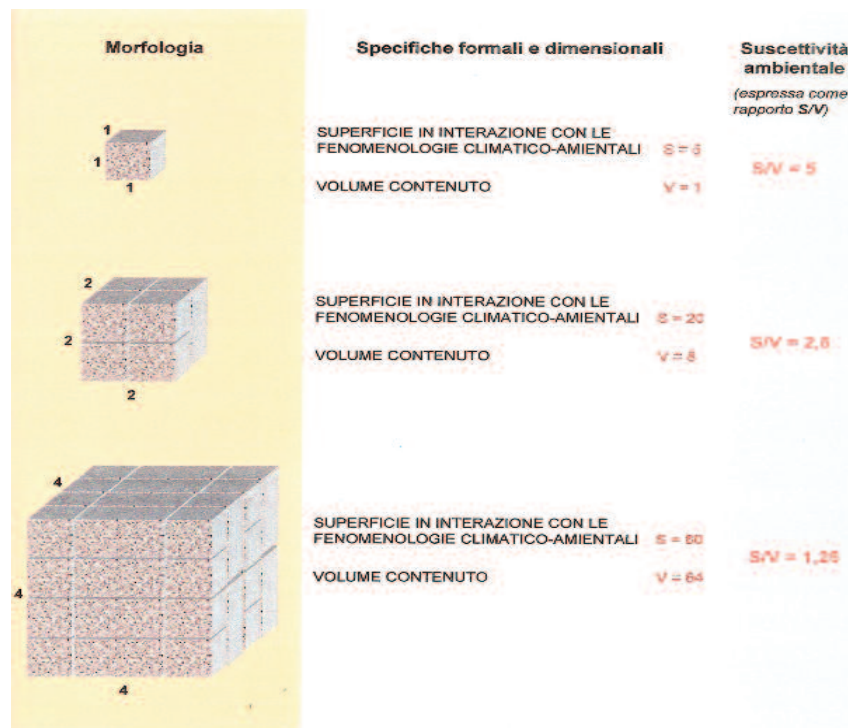
Ampie superfici trasparenti sono correlate ad una maggiore sensibilità dell'edificio alle variazioni di ordine climatico: "il coefficiente di dispersione termica-volumica ne risulta fortemente influenzato, così come il livello del

45. Valutazione della suscettività ambientale in relazione alle variazioni morfologiche e dimensionali - Sviluppo a blocco.

La suscettività ambientale rilevata è la minore tra quelle derivanti dall'analisi delle altre differenti tipologie formali. All'aumentare delle dimensioni il coefficiente di suscettività diminuisce sensibilmente con decrementi proporzionali alle variazioni volumetriche. Tale morfologia risulta elastica dal punto di vista dei possibili attributi fisico-costitutivi e della percentuale di bucatre che è possibile realizzare senza indurre situazioni di disequilibrio nell'efficienza ambientale della forma.

carico termico (particolarmente importante se si tratta di quello estivo in relazione ai possibili problemi di surriscaldamento degli spazi abitati) dell'edificio⁷⁴. L'uso di grandi superfici vetrate deve pertanto avvenire in uno scenario di consapevolezza tecnica e di capacità di operare opportune scelte di livello tecnologico: la tecnologia offre oggi, infatti, la possibilità di risolvere determinate problematiche, abbinando particolari materiali a specifiche scelte progettuali; basti pensare alle diverse qualità di vetro esistenti, dai vetri basso-emissivi ai vetri a basso fattore solare, e ancora molte diverse altre tipologie.

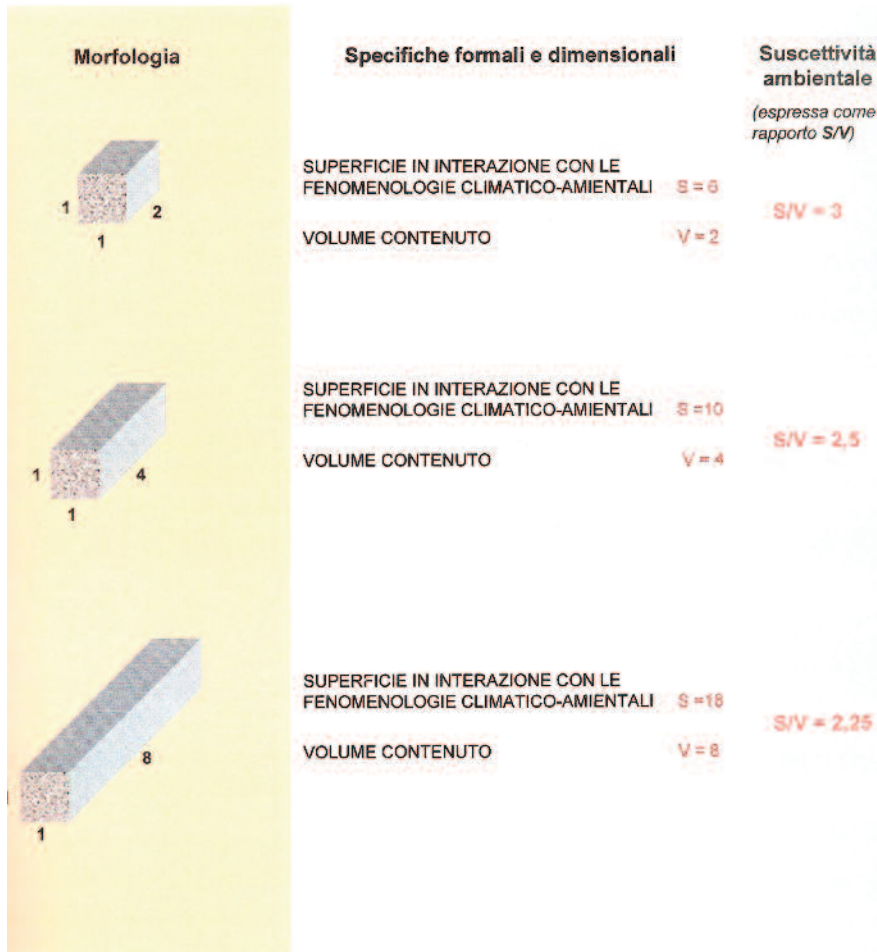
Dall'analisi della risposta della forma alla variazione delle condizioni ambientali, di ordine climatico in particolare, il fattore dimensionale è risultato di grande rilevanza ed incidenza nell'economia del comportamento ambientale degli edifici. Gli studi sperimentali hanno dimostrato inequivocabilmente dei maggiori vantaggi connessi con la grande dimensione. A prescindere dalle specificità tipologico-formali degli edifici, all'aumentare delle dimensioni, la suscettività, ovvero la sensibilità dell'edificio alle variazioni climatico-ambientali esterne, diminuisce.



Le forme del costruito, qualunque sia la loro destinazione funzionale, risultano maggiormente sensibili alle variazioni ambientali quanto è maggiore la loro superficie di interfaccia con l'ambiente, ossia la superficie esposta del loro involucro edilizio. La diminuzione della suscettività dell'edificio alle variazioni di stato ambientale avviene in maniera sensibile nelle volumetrie cubiche, meno sensibile nelle tipologie lineari, ed ancor meno in relazione alle tipologie sviluppate in verticale. Tutte le tipologie-base, quindi, evidenziano una suscettività dell'edificio decrescente all'aumentare delle dimensioni.

46. Valutazione della suscettività ambientale in relazione alle variazioni morfologiche e dimensionali - Sviluppo lineare planimetrico.

La suscettività ambientale risulta minore rispetto lo sviluppo in verticale ma è comunque maggiore rispetto alla forma a parallelepipedo. Nel confronto con analoga volumetria, sviluppata verticalmente, il coefficiente di suscettività ambientale risulta drasticamente ridotto nell'ordine del quasi 50%: gli incrementi dimensionali hanno una influenza detrattiva (sul coefficiente di suscettività) che tende ad essere meno rilevante tanto più le dimensioni aumentano considerevolmente.



La grande dimensione presenta inoltre il vantaggio di una maggiore libertà formale e morfologica che consente una maggiore adattività di parti dell'edificio e delle superfici di involucro a convenienti condizioni di esposizione solare. "L'uso della grande dimensione nelle strategie di progettazione edilizia ed urbana sostenibili riveste un ruolo importante anche nei modelli urbani intensivi e compatti. In una città compatta, gli edifici di grande dimensione possono caratterizzare l'essenza, lo sviluppo, la funzionalità, esaltarne le caratteristiche di intensività e compattezza edilizia, il tutto nell'ottica del raggiungimento di una adeguata efficienza energetica ed ambientale."⁷⁵

E' chiaro tuttavia che esistono dei criteri di sviluppo comunitario ed urbano che rendono funzionalmente improbabile un uso esclusivo di grandi strutture edilizie. In un assetto costruito funzionante a livello urbano, all'interno della struttura urbana è richiesta una varietà di dimensioni e di tipologie formali ed edilizie. La grande dimensione può pertanto costituire un valido approccio strategico-progettuale per affrontare problematiche di efficienza energetica e di conservazione dell'energia proprie di specifici settori urbani, anche se non può essere, ovviamente, prioritaria ed assoluta nello sviluppo dei sistemi urbani.

4.4_FORMA E ORIENTAMENTO DEGLI EDIFICI: INDICAZIONI BIOCLIMATICHE

La geometria di un edificio, o di un ambiente, e il suo orientamento nello spazio sono in genere il risultato di un complesso processo progettuale in cui interagiscono diverse componenti di natura urbanistica, estetica, funzionale, ergonomica, tecnica, economica e ambientale. La scelta della forma costituisce un passaggio fondamentale ai fini della qualità edilizia dell'opera da realizzare, sia in termini di qualità architettonica sia in termini di benessere, efficienza e competitività economica.

Le prestazioni di un edificio sono fortemente influenzate dalla sua forma e dal suo orientamento perché da questi elementi dipendono le numerose interazioni con le componenti ambientali del sito. Il microclima del contesto è infatti determinato dai venti locali, dalla disponibilità di radiazione solare (legata all'esposizione e ad eventuali barriere naturali e artificiali), dalla temperatura e dall'umidità relativa (variabili anche in relazione a fattori antropici). Inoltre, anche l'influenza sull'ambiente interno di fattori

come l'inquinamento acustico e atmosferico può essere in una certa misura controllata attraverso la geometria e l'orientamento dell'edificio. Un corretto orientamento, un'appropriata forma dell'edificio e una razionale organizzazione spaziale e funzionale degli ambienti interni possono consentire risparmi energetici significativi e migliorare sensibilmente le condizioni di comfort termico, acustico, visivo e di qualità dell'aria all'interno degli edifici o degli ambienti più utilizzati.

Forma e orientamento concorrono, unitamente alla località di insediamento, a costruire una 'rendita di posizione dell'edificio' tanto più alta quanto più in grado di assicurare migliori condizioni di benessere degli occupanti, riducendo al contempo le risorse ambientali ed economiche necessarie per la realizzazione e la gestione. In relazione ai possibili vantaggi derivanti da forma e orientamento, gli elementi di input alla progettazione sono costituiti essenzialmente dal microclima del sito, dal soleggiamento, dall'illuminazione naturale, dalla ventilazione naturale, dal clima acustico, dalla qualità dell'aria.

La forma dell'edificio è, quindi, in primo luogo condizionata dal contesto territoriale e urbano in cui esso dovrà essere realizzato; restano tuttavia numerosi gradi di libertà che rendono la forma dell'edificio una variabile progettuale determinante, in grado di influenzarne le prestazioni nell'arco dell'intero ciclo di vita. Per quanto riguarda, in particolare, i rapporti tra forma dell'edificio e prestazioni energetiche, è necessario fare due considerazioni di carattere preliminare: la prima è che non esiste una forma predeterminata in grado di ottimizzare le prestazioni; la forma ottimale, infatti, varia al variare delle caratteristiche climatiche del luogo. La seconda considerazione è che per una data forma dell'edificio, le dimensioni e il suo orientamento costituiscono variabili altrettanto importanti ai fini della ricerca della migliore efficienza energetica.

Forma, dimensioni e orientamento rappresentano pertanto variabili strettamente correlate che devono essere considerate congiuntamente all'interno del percorso progettuale. Dal punto di vista energetico, l'obiettivo è quello di individuare soluzioni progettuali in grado di ridurre le dispersioni termiche invernali e di ottimizzare gli apporti termici solari e la ventilazione naturale, sia in inverno sia in estate.

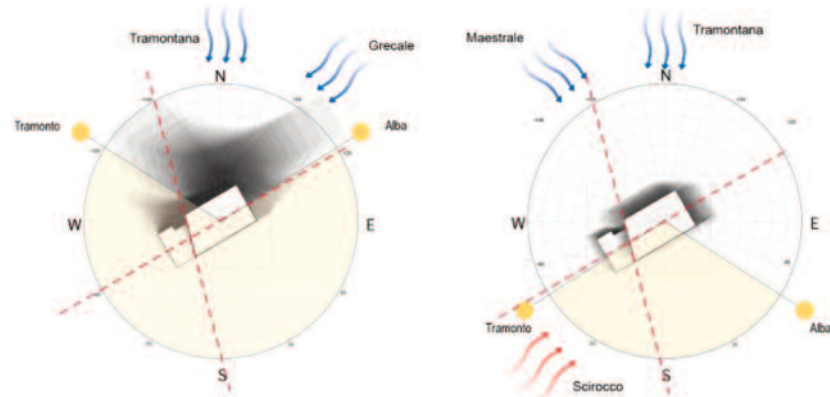
Come per la forma, la scelta dell'orientamento degli edifici dipende da molti fattori: la topografia locale, le eventuali vedute panoramiche, la radiazione solare, intensità e la direzione dei venti, ed altro. L'orientamento del fabbricato e l'esposizione delle singole facciate possono influire note-

47. In basso: grafico che illustra le fasi dell'orientamento solare.

48. A destra: schema del soleggiamento e della direzione dei venti.

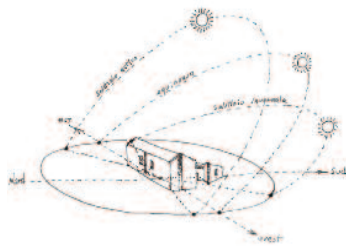
volmente sulle future prestazioni dell'edificio e sul comfort degli spazi interni, contribuendo anche a determinare il valore qualitativo dell'architettura. Dal tipo di orientamento dipendono, infatti, gli effetti termici e luminosi della radiazione solare, la possibilità di beneficiare o meno della ventilazione naturale e la qualità del clima acustico degli ambienti interni.

Per quanto riguarda il soleggiamento, i principi da seguire nella scelta dell'orientamento degli edifici possono essere riassunti in: massima utilizzazione del soleggiamento in inverno e massima riduzione in estate; distribuzione uniforme delle ore di sole sulle diverse facciate; massima considerazione degli effetti della temperatura dell'aria; integrazione di sistemi solari passivi o attivi finalizzati al risparmio energetico.



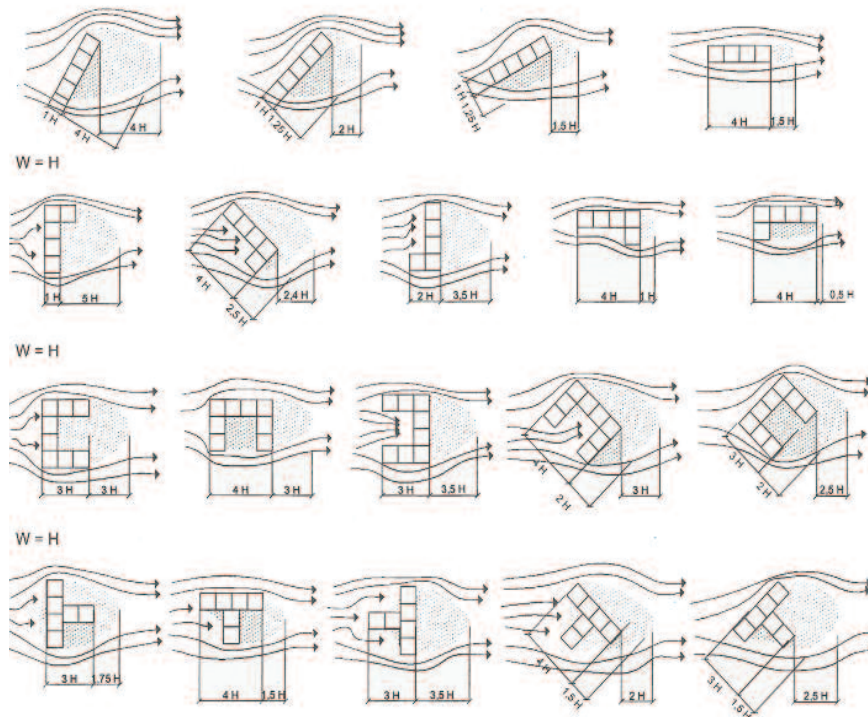
Oltre al soleggiamento, la scelta del miglior orientamento di un edificio deve tener conto di altri aspetti principali come la ventilazione naturale, il clima acustico e la qualità dell'aria. Per quanto riguarda la ventilazione naturale, dal punto di vista progettuale gli obiettivi da perseguire riguardano da un lato la protezione dell'edificio dai venti freddi invernali, dall'altro lo sfruttamento dei moti d'aria per il raffrescamento estivo. Sfruttare o creare schermi può essere utile per ridurre le dispersioni invernali per convezione o per infiltrazione; per ottimizzare la ventilazione naturale degli ambienti è bene, invece, avere aperture esposte ai venti dominanti.

Dovranno, inoltre, essere considerati gli effetti di deviazione di venti, dovuti alla forma e alla disposizione dell'edificio, sugli edifici limitrofi e viceversa. Un edificio investito da una corrente d'aria accumula l'aria in moto sul lato sopravvento, determinando un'aria di pressione relativamente alta; il flusso che avvolge l'edificio crea zone di bassa pressione sui lati adiacenti a quelli sopravvento, mentre sul lato sottovento si produce invece un'ombra



di vento con una pressione relativamente bassa.

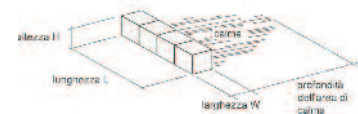
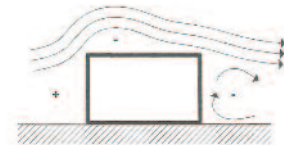
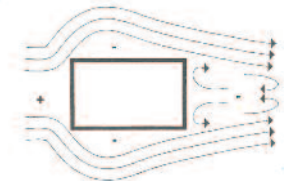
La determinazione delle dimensioni della scia d'aria dovuta alla presenza di un edificio è importante sia ai fini dell'influenza che questa può avere su eventuali edifici a valle, sia ai fini della ventilazione interna agli ambienti. In particolare, all'aumentare della profondità dell'area di calma aumenta la portata d'aria in grado di attraversare l'edificio e quindi le potenzialità di raffrescamento per ventilazione naturale. Ovviamente, per sfruttare la ventilazione naturale le aperture andranno opportunamente posizionate e dimensionate in relazione alla direzione dei venti prevalenti. Gli andamenti dei flussi d'aria che si formano attorno all'edificio sono determinati dalla sua forma volumetrica e dall'orientamento e sono indipendenti dalla velocità dell'aria. In particolare, le dimensioni di ingombro della scia dovuta ad un edificio posto lungo un flusso di vento sono determinate non tanto dalle dimensioni assolute, quanto dalle dimensioni relative: la dimensione della scia cresce all'aumentare della larghezza e dell'altezza dell'edificio e diminuisce con la profondità per effetto del maggior attrito del flusso d'aria sulla superficie del tetto.



49. A sinistra: schema che illustra la profondità della scia al variare dell'orientamento degli edifici.

50. In alto: schema illustrativo dell'andamento del flusso d'aria attorno all'edificio in pianta e in alzato.

51. In basso: schema illustrativo della relazione tra l'area di calma e le dimensioni dell'edificio.



52. Fasi del concept energetico del SIEEB Solar Energy-Efficient Building, Mario Cucinella; Pechino 2003-2006.

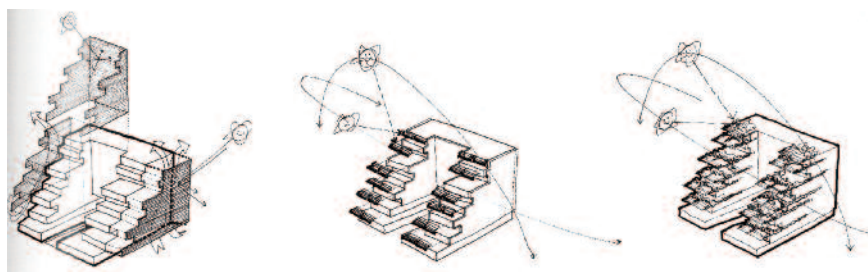
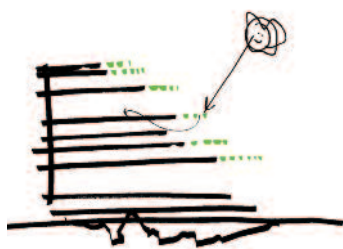
4.5_L'ENERGIA COME GENERATRICE DELLA FORMA ARCHITETTONICA

Il concept energetico è uno strumento che guida l'atto creativo durante tutte le fasi della progettazione preliminare, nel concepire soluzioni architettoniche in grado di soddisfare le esigenze di confort degli utenti all'interno degli ambienti di un edificio, attraverso lo sfruttamento delle risorse energetiche. Tale concept energetico, quindi, non conduce ad elaborare un'architettura caratterizzata da una forma preconstituita e "contestuale"; al contrario orienta il progettista, che consapevolmente lo formula, a mettere a punto di volta in volta soluzioni diverse ed efficaci in relazione alle caratteristiche del sito di riferimento e alle condizioni climatiche del luogo.

Le forme architettoniche che ne derivano possono essere dunque molteplici, proprio perché l'essere creativi si esprime nel saper comporre sinergicamente, secondo la logica dettata dal concept energetico, i dispositivi architettonici e impiantistici di controllo ambientale, integrati nel progetto, per generare le forme architettoniche degli edifici energeticamente efficienti, pensati per soddisfare i bisogni dell'uomo. Infatti, non si tratta di dedurre direttamente la forma delle nuove costruzioni da astratti modelli di ottimizzazione energetica, ma di sviluppare le tecniche compositive in direzione di una progettazione energeticamente consapevole.

La forma di un'architettura, intesa come insieme delle caratteristiche geometriche e volumetriche che descrivono il manufatto costruito, diviene dunque l'unità architettonica in grado di controllare le prestazioni energetiche dell'edificio attraverso la definizione del suo involucro, concepito come sistema in grado di modulare gli scambi energetici tra l'ambiente interno e quello esterno.

In questo senso la concezione della forma architettonica deriva in definitiva dalla comprensione dei flussi energetici, che hanno portato a generarla; così come la sua rappresentazione si può leggere come un diagramma di flussi energetici finalizzati a realizzare condizioni di benes-



sere per l'uomo all'interno dell'edificio. Infatti le configurazioni che si possono descrivere in modo immediato ad un certo livello, il livello degli oggetti, possono comunque trovare una spiegazione migliore in funzione di regole, che agiscono ad un livello più profondo, il livello dei processi.

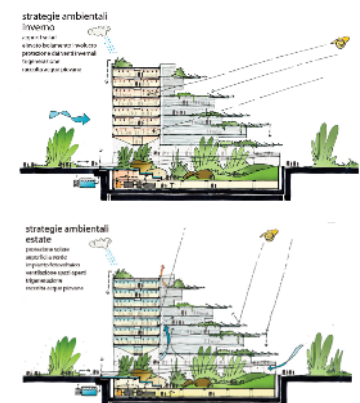
Quindi alla base dello sviluppo della forma di un edificio energeticamente efficiente c'è un concept energetico ad hoc, che ha guidato nella progettazione architettonica l'atto creativo e metaprogettuale a bilanciare, in relazione ad ogni contesto specifico, due strategie generali contrapposte. La prima consiste nel concepire una forma architettonica in grado di ridurre, attraverso i dispositivi architettonici e tecnologici che costituiscono il suo involucro, le perdite di energia nei periodi freddi. Ciò significa adottare una configurazione compatta al fine di perseguire un'efficienza di conservazione nel funzionamento energetico dell'edificio, volto a limitare essenzialmente gli scambi termici tra l'interno e l'esterno della costruzione. La seconda strategia consiste nel realizzare una forma architettonica in grado di sfruttare, attraverso i dispositivi architettonici e tecnologici dell'involucro, le risorse energetiche del sole e dell'aria durante tutto l'arco dell'anno. Ciò significa adottare una configurazione articolata o snella al fine di perseguire un'efficienza di captazione nel funzionamento energetico dell'edificio, volto a captare i flussi energetici esterni quando vi sia la necessità, e impedirne invece la ricezione quando non sono richiesti.

Dal bilanciamento di queste macrostrategie valutate dal concept energetico tenendo conto delle caratteristiche climatiche, geometriche e ambientali del luogo di progetto e delle esigenze dell'utente, l'atto metaprogettuale è guidato a concepire la configurazione architettonica dell'edificio.

Al fine di progettare degli ambienti vivibili, è indispensabile, quindi, conoscere quali siano i valori delle condizioni comfort da ricercare all'interno di uno spazio in qualsiasi fase temporale. Il mantenimento di queste condizioni nell'edificio richiede spesso, sia nel periodo invernale che in quello estivo, un impiego elevato di energia, che nelle costruzioni attuali viene fornita da fonti non rinnovabili di origine fossile, il cui consumo produce ingenti immissioni di gas serra nell'atmosfera con gravi ripercussioni sul clima. Risparmiare energia da fonte fossile negli edifici, senza far venir meno il comfort climatico al loro interno, equivale ad adottare due strategie principali: ridurre durante le stagioni fredde le dispersioni di energia verso l'esterno dell'involucro edilizio e massimizzare durante l'anno l'utilizzo gratuito delle fonti rinnovabili nelle costruzioni. Queste due strategie

53. In alto Mario Cucinella, *SIEEB Solar Energy-Efficient Building*; Pechino 2003-2006.

54. In basso sezioni bioclimatiche che illustrano il funzionamento invernale e quello estivo del SIEEB.



sono infatti alla base delle costruzioni energeticamente efficienti.

La strada da seguire per la loro realizzazione globale sarebbe quella di concepire un edificio in grado di utilizzare le risorse energetiche rinnovabili in maniera attiva e passiva, sfruttandone le potenzialità per creare le condizioni di benessere climatico al proprio interno e per poter disporre, allo stesso tempo, di energia elettrica e acqua calda, necessarie allo svolgimento di diverse attività umane. A tal riguardo la progettazione preliminare di un edificio energeticamente efficiente, che punti ad ottenere buone condizioni di vivibilità negli ambienti interni, è opportuno che segua alcune fasi di sviluppo, l'ultima delle quali è l'espressione architettonica.

Una prima fase consiste infatti nello studio delle caratteristiche climatiche del sito sul quale sorgerà l'edificio: è necessario conoscere i dati climatici del luogo in termini di temperatura, umidità relativa, intensità della radiazione solare, gli effetti del vento e la loro variabilità durante ogni periodo stagionale dell'anno. La seconda fase, poiché un'architettura è destinata a soddisfare i bisogni dell'uomo, consiste nel valutare gli effetti del clima in relazione alle esigenze fisiologiche dell'individuo. Ogni fattore climatico rilevato incide, in misura maggiore o minore, sui livelli di comfort per l'uomo sia nel periodo invernale che in quello estivo, dato che le condizioni climatiche del luogo non corrispondono quasi mai nel loro insieme a quelle di benessere, richieste in un ambiente confinato. Di conseguenza, nella terza fase è indispensabile trovare delle soluzioni volte a realizzare le condizioni di comfort richieste nell'edificio, senza voler ricorrere, o almeno in minima parte, a fonti energetiche fossili.

A tal fine nel progetto architettonico è necessario adottare delle strategie energetiche capaci di intercettare durante l'arco dell'anno gli effetti svantaggiosi del clima, come ad esempio il caldo prodotto dall'intensa radiazione solare durante l'estate, e sfruttare invece quelli vantaggiosi nel momento opportuno e nella quantità adeguata. Tali strategie descrivono le azioni che l'edificio deve svolgere nei diversi periodi dell'anno per soddisfare i requisiti di comfort climatico in un ambiente interno. Il loro insieme definisce appunto il concept energetico, e quindi il funzionamento energetico dell'edificio, volto a concepire il manufatto costruito come un sistema regolatore dei flussi energetici provenienti da fonti naturali e rinnovabili.

Le strategie energetiche si possono quindi considerare come parte della 'tecnologia invisibile', che sta alla base del progetto. In altre parole rappresentano l'insieme di saperi e informazioni che consentono di sfrut-

tare le risorse energetiche per creare edifici energeticamente efficienti, in grado di soddisfare i bisogni dell'uomo di benessere. Tali strategie esprimono "l'intelligenza che ha permesso di stabilire i criteri, le regole affinché quei manufatti fossero ragionevolmente sicuri, ragionevolmente duraturi, ragionevolmente appropriati al problema, che la loro costruzione avrebbe dovuto risolvere."⁷⁶

L'elaborazione di queste strategie è uno strumento di supporto preliminare alla progettazione, perché guida l'atto creativo dell'architetto nel concepire delle soluzioni architettoniche capaci di sfruttare queste risorse energetiche, tenendo conto dei fattori locali quali la geometria del lotto, l'orientamento più efficiente in termini di esposizione alla radiazione solare, la direzioni delle correnti d'aria ed altro. Dopo essere state individuate, queste strategie vengono attuate nel progetto dai dispositivi architettonici e impiantistici di sfruttamento delle risorse rinnovabili e da quelli di protezione dalle stesse fonti. Tali dispositivi rappresentano infatti le soluzioni tecnologiche 'visibili' al problema del comfort climatico e del fabbisogno energetico dell'edificio. Le strategie energetiche elaborate nella progettazione architettonica di un edificio energeticamente efficiente, spiegano quindi come e quando utilizzare razionalmente le risorse per concepire uno spazio in grado di rispondere ai bisogni dell'uomo proteggendolo dalle sollecitazioni climatiche in eccesso del luogo. Per realizzare questo spazio le strategie definiscono un modello di funzionamento energetico che assegna all'involucro architettonico un ruolo determinante: esso diviene una frontiera, un diaframma, in grado non solo di regolare gli scambi di calore, di aria, di vapore, l'irraggiamento solare, i flussi luminosi e sonori, ma anche di convertire la radiazione solare e le correnti d'aria in energia (termica ed elettrica), da utilizzare per il metabolismo dell'edificio.

Tale modello di funzionamento energetico, che attribuisce questo comportamento all'involucro edilizio, è l'evoluzione di quei modelli energetici, brevemente descritti di seguito, che sono stati elaborati per il controllo climatico degli ambienti interni in momenti e situazioni diverse nel corso della storia. A partire dalle prime forme di architettura spontanea fino a quelle del periodo preindustriale, il modello energetico messo a punto nelle costruzioni è quello conservativo, caratterizzato da un tipo di controllo ambientale che adotta un involucro edilizio costituito da masse murarie con poche aperture; anche la forma compatta della costruzione, il suo orientamento, il suo rapporto con il sito, i materiali impiegati, gli eventuali sporti, contribuiscono al controllo ambientale attraverso lo studio di soluzioni di-

verse dell'involucro architettonico, generate dalla disponibilità di sfruttamento delle risorse climatiche locali a seconda dell'esposizione. In seguito, a partire già dal XVII secolo e per tutto il periodo della rivoluzione industriale dell'800, l'involucro architettonico evolve adottando un modello selettivo, caratterizzato da un tipo di controllo climatico degli ambienti interni che riprende in parte alcune soluzioni del modello precedente, come le grandi masse murarie; in parte, invece, adotta grandi pareti trasparenti esposte a sud per favorire l'illuminazione naturale ed il riscaldamento attraverso gli apporti solari. Rispetto agli elementi di chiusura del modello conservativo, l'involucro architettonico selettivo presenta quindi una maggiore anisotropia delle soluzioni, data ad esempio da ampie superfici vetrate a sud e piccole a nord. Durante il XX secolo il modello energetico che si afferma nelle costruzioni è quello rigenerativo, che affida completamente il controllo ambientale agli impianti di climatizzazione ad alto consumo energetico, adottati in questo periodo grazie al basso costo dell'energia ottenuta da fonti fossili. L'involucro architettonico, separato dalla struttura portante, diviene un semplice tamponamento, che divide l'ambiente interno dall'esterno, perdendo la proprietà di temperare le sollecitazioni climatiche del luogo. L'involucro tipico di questo modello è quello trasparente, la cui caratteristica fondamentale è l'isotropia delle soluzioni.

Il verificarsi della crisi energetica del 1973 e, successivamente, l'insorgere del problema climatico, causato dalle ingenti emissioni di gas serra nell'atmosfera derivanti dal sempre più intenso sfruttamento delle fonti non rinnovabili anche nel settore delle costruzioni, hanno portato negli ultimi anni alla necessità di mettere a punto un nuovo modello di funzionamento energetico degli edifici. Tale modello, definito 'ambientale-interattivo' o 'bioclimatico avanzato', caratterizza un tipo di controllo ambientale che adotta l'involucro architettonico come modulatore dei complessi flussi di energia: esso è costituito da dispositivi architettonici e impiantistici fissi e ad assetto variabile la cui regolazione può avvenire manualmente o in modo automatizzato a seconda del tipo di utenza e della complessità dell'edificio.

La caratteristica principale di tale involucro è quindi l'anisotropia dinamica, cioè un insieme di soluzioni differenziate delle superfici in base all'esposizione e, allo stesso tempo, in grado di variare il proprio assetto al fine di regolare i flussi energetici per il benessere degli utenti. Esiste, pertanto, alla base del progetto architettonico, un insieme di strategie energetiche che attribuiscono all'involucro edilizio prestazioni differenziate, al

fine di realizzare in un dato luogo una costruzione energeticamente efficiente, volta a soddisfare i bisogni degli utenti.

Tali prestazioni sono date dalle proprietà fisiche dei diversi materiali impiegati con i quali sono realizzati i dispositivi architettonici e impiantistici che compongono le chiusure verticali e superiori del manufatto costruito. L'integrazione di tali dispositivi conferisce alle superfici dell'involucro architettonico diverse caratteristiche, quali ad esempio la trasparenza, la permeabilità dell'aria, la massa termica, ciascuna delle quali provoca un determinato effetto energetico, che concorre al controllo ambientale degli edifici. Infatti nella maggior parte delle costruzioni i dispositivi architettonici sono generalmente organizzati sul piano dell'involucro che, attraverso le sue superfici funziona come sistema modulatore di flussi energetici; tuttavia la capacità dell'edificio di sfruttare o di proteggersi da tali apporti energetici, può avvenire anche attraverso la connessione di elementi 'filtro' alla struttura dell'involucro.




























La capacità di un edificio di impiegare le risorse energetiche rinnovabili dipende anche dalla sua posizione rispetto al terreno e alle altre costruzioni. Ad esempio un maggior interramento dell'involucro architettonico riduce la possibilità di ventilazione e di captazione dell'energia solare, ma allo stesso tempo comporta condizioni termiche più stabili dovute all'inerzia termica del terreno. Mentre una maggiore superficie dell'involucro addossata ad altri edifici riduce la possibilità di scambi energetici con l'esterno, quindi una minore illuminazione e ventilazione degli ambienti interni. Tuttavia tale posizione fornisce anche una maggiore protezione termica rispetto all'esterno, principalmente a causa della contiguità con altri spazi abitati.

Alla luce di quanto esposto, il concept energetico definisce il modello di funzionamento energetico di un edificio, entro cui dispositivi architettonici e impiantistici di sfruttamento delle risorse naturali rinnovabili e quelli di protezione dalle stesse fonti, si combinano sinergicamente tra loro e si integrano efficientemente nel manufatto costruito. Il modello di funzionamento energetico a cui fa riferimento il concept è quello bioclimatico avanzato, che mira a concepire l'edificio, attraverso il suo involucro 'interattivo', come sistema regolatore dei flussi energetici; esso è infatti in grado non solo di modificarsi per il benessere dei suoi utenti in risposta alle mutevoli condizioni climatiche esterne, ma anche di impiegare le risorse del sole e dell'aria per convertirle in energia necessaria allo svolgimento delle diverse attività umane al suo interno.


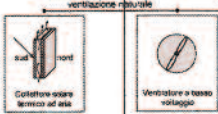
















Nelle pagine successive viene sintetizzato, attraverso una rappresentazione in tabelle, un concept energetico generico, formulato sia per il regime invernale che per quello estivo.









In entrambi vengono individuati quali sono i dispositivi architettonici e impiantistici di controllo ambientale, adottati dal progetto per operare nei due regimi stagionali. Per ciascuno di essi ne viene indicato anche il funzionamento, secondo quanto espresso dalle strategie energetiche messe a punto per soddisfare le esigenze dell'utente.

Concept energetico invernale
















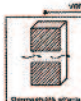


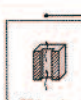

FORTE ENERGETICA	FILTRO	INVOLUCRO	DISPOSITIVO INTERMEDIO	AMBIENTE INTERNO	DISPOSITIVO
 LEGENDA:  radiazione solare  flusso luminoso  ventilazione  radiazione termica  flusso convettivo  energia elettrica  scambio acqua-aria  acqua calda		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Trasparenza - vetro	convezione - convezione - irraggiamento	 non arioso - accumulo di calore diretto	- finestre - serra a guadagno diretto - facciate vetrate
		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Trasparenza - vetro	radiazione solare entrante  Muro ad accumulo di calore con aperture	convezione - irraggiamento  riscaldamento convettivo - radiativo	- serra a scambio convettivo
		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Trasparenza - vetro	radiazione solare entrante  Muro riflettente ad accumulo di calore	irraggiamento  riscaldamento radiativo	- serra a scambio radiativo
		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Muro non sovrato con vetro esterno	irraggiamento	 riscaldamento radiativo	- muro ad accumulo di calore
		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Muro non sovrato con vetro esterno	convezione - irraggiamento	 riscaldamento convettivo - radiativo	- muro di Trombe
		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Semiconduttore	effetto fotovoltaico	 energia elettrica	- modulo fotovoltaico
		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Collettore solare termico	scambio acqua/aria - irraggiamento	 riscaldamento convettivo - radiativo	- collettore solare termico
		CHIUSURE VERTICALI (UNI 5209)  Collettore solare termico	circolazione fluidosensorevole	 acqua calda scaldata	- collettore solare termico









Concept energetico invernale

Fonte Energetica	Filtro	Involucro	Dispositivo Intermedio	Ambiente Interno	Dispositivo
 SOLE		CHILUSURE VERTICALI (UNI 10200)  Collettore solare termico ad aria	 Ventilatore a basso voltaggio	 riscaldamento - Aria calda	- solar wall: parete di collettori solari ad aria
		CHILUSURE VERTICALI (UNI 10200)  Riflettore solare della luce	luce - radiazione diffusa o riflessa	 Illuminazione naturale con luce diffusa o riflessa	- lightshelves
		CHILUSURE SUPERIORI (UNI 10200)  Trasparenza - vetro	conduzione - irraggiamento	 accumulo di calore a basso livello	- finestre - lucernari - caveadi
		CHILUSURE SUPERIORI (UNI 10200)  Coperture con riserva d'acqua	conduzione - irraggiamento	 riscaldamento radiativo	- tetto piscina
		CHILUSURE SUPERIORI (UNI 10200)  Sesticonduttore	effetto fotovoltaico	 energia elettrica	- modulo fotovoltaico
		CHILUSURE SUPERIORI (UNI 10200)  Capillari ad alta termico	scambio acquaria - irraggiamento	 riscaldamento ventilato - radiatori	- collettore solare termico
		CHILUSURE SUPERIORI (UNI 10200)  Capillari solari termico	circolazione fluidotermostabile	 riscaldamento a infrarossi	- collettore solare termico
		CHILUSURE SUPERIORI (UNI 10200)  Capillari solari di luce	illuminazione naturale per riflessione della luce	 illuminazione naturale	- sistema ottico











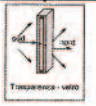















- LEGENDA:
-  radiazione solare
 -  flusso luminoso
 -  ventilazione
 -  radiazione termica
 -  flusso convettivo
 -  energia elettrica
 -  scambio acqua-aria
 -  acqua calda

Concept energetico invernale

Fonte Energetica	Filtro	Involucro	Dispositivo Intermedio	Ambiente Interno	Dispositivo	
 <p>VENTO</p>		 <p>Protezione vento</p>	<p>ventilazione per differenza di pressione</p>	 <p>ventilazione naturale</p>	- torre del vento	
	 <p>Conversione di energia del vento in energia elettrica</p>		<p>conversione energia del vento in energia elettrica</p>	 <p>energia eolica</p>	- turbina eolica	
	 <p>Barriera al vento</p>	 <p>Permeabilità all'aria</p>	<p>deviazione del vento</p> <p>eserzione all'interno di correnti d'aria</p>	 <p>protezione del vento e dell'ingresso di aria inquinata</p>	frangivento	
		 <p>Impermeabilità al vento</p>		<p>deduzione del vento</p>	 <p>protezione del vento e diramamento del flusso</p>	- struttura aerodinamica dell'involucro
 <p>ARIA</p>		 <p>Permeabilità all'aria</p>	<p>ventilazione naturale per differenza di temperatura</p>	 <p>ventilazione naturale</p>	- ventilazione incrociata: aperture su lati opposti	
		 <p>Effetto camino in muro isolato</p>		 <p>assenza di ventilazione interna</p>	- facciata ventilata isolata	
		 <p>Permeabilità all'aria</p>	 <p>Scambiatore di calore</p>	<p>ventilazione naturale</p> <p>ventilazione meccanica a aria calda</p>	 <p>distribuzione di aria calda</p>	- recuperatore di calore
		 <p>Effetto camino</p>		<p>ventilazione naturale per effetto camino</p>	 <p>ventilazione naturale</p>	- camini di ventilazione - doppie facciate

- LEGENDA:**
-  radiazione solare
 -  flusso luminoso
 -  ventilazione
 -  radiazione termica
 -  flusso convettivo
 -  energia elettrica
 -  scambio acqua-aria
 -  acqua calda

Concept energetico estivo





















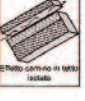

Fonte Energetica	FILTRO	INVOLUCRO	DISPOSITIVO INTERMEDIO	AMBIENTE INTERNO	DISPOSITIVO
 <p>SOLE</p> <p>LEGENDA:</p> <ul style="list-style-type: none">  radiazione solare  flusso luminoso  ventilazione  radiazione termica  flusso convettivo  energia elettrica  scambio acqua-aria  acqua calda 	 <p>luce - radiazione diffusa</p> <p>Filtrazione della radiazione diretta</p>	 <p>Chiusure verticali</p> <p>Trasparenza - vetro</p>	<p>luce - radiazione diffusa</p>	 <p>Illuminazione naturale con luce diffusa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - schermi mobili verticali illuminazione attraverso: <ul style="list-style-type: none"> - finestre - serre - facciate vetrate - doppie facciate
	 <p>Chiusure verticali - con serramenti</p> <p>Vetri con protezione della radiazione solare diretta</p>	<p>luce - radiazione diffusa</p>	 <p>Illuminazione naturale con luce diffusa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - sistemi vetri con schermature interne - pannelli prismatici - pannelli TIM - sistemi vetri a controllo solare - vetri elettrocromici 	
	 <p>Chiusure verticali - alla spina</p> <p>Riflettore scande della luce</p>	<p>luce - radiazione diffusa o riflessa</p>	 <p>Illuminazione naturale con luce diffusa o riflessa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - lightshelves 	
	 <p>Chiusure verticali - luminose</p> <p>Appello orizzontale</p>	<p>luce - radiazione diffusa in estate</p>	 <p>Illuminazione naturale con luce diffusa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - brise-soleil orizzontale (schermatura fissa orizzontale: balconi, gronde tetto) 	
	 <p>Chiusure verticali - BRISOLEIL</p> <p>Appello verticale</p>	<p>luce - radiazione diffusa in estate</p>	 <p>Illuminazione naturale con luce diffusa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - brise-soleil verticale (schermatura fissa verticale: colonne, pilastri, alette) 	
	 <p>Chiusure verticali - luminose</p> <p>Appello orizzontale e verticale</p>	<p>luce - radiazione diffusa in estate</p>	 <p>Illuminazione naturale con luce diffusa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - loggia (schermatura fissa orizzontale e verticale) 	
	 <p>Chiusure verticali - alla spina</p> <p>Muro non subito con vetro esterno schermato</p>	<p>luce - radiazione diffusa in estate</p>	 <p>Intinare accurato di notte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - muro di Trombe schermato di giorno 	
 <p>Chiusure verticali - (UNI 8200)</p> <p>Serbatoio induttore</p>	<p>effetto fotovoltaico</p>	 <p>energia elettrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - modulo fotovoltaico 		









Concept energetico estivo

FORTE ENERGETICA	FILTRO	INVOLUCRO	DISPOSITIVO INTERMEDIO	AMBIENTE INTERNO	DISPOSITIVO
		<p>CHIAVURE VERTICALI (UNI 5200)</p> <p>Capillare solare termico</p>	<p>circolazione fluidotermovettore</p>	<p>acqua calda scottata</p>	<p>- collettore solare termico</p>
	<p>CHIAVURE SUPERIORI</p> <p>Protezione ante radiazioni dirette</p>	<p>CHIAVURE SUPERIORI</p> <p>Trasparenza - vetro</p>	<p>luce - radiazione diffusa</p>	<p>illuminazione naturale con luce diffusa</p>	<p>- schermi mobili orizzontali</p> <p>- illuminazione attraverso finestre lucernari</p>
		<p>CHIAVURE SUPERIORI (UNI 5200)</p> <p>Trasparenza - vetro</p>	<p>luce - radiazione diffusa</p>	<p>illuminazione naturale con luce diffusa</p>	<p>- sistemi vetriati con schermature interne</p> <p>- pannelli prismatici</p> <p>- pannelli TIM</p> <p>- sistemi vetriati a controllo solare</p> <p>- vetri elettrocromici</p>
		<p>CHIAVURE SUPERIORI (UNI 5200)</p> <p>Copertura con massa d'acqua</p>	<p>conduzione - immagazzinamento</p>	<p>scaldamento radiativo</p>	<p>- letto piscina</p>
		<p>CHIAVURE SUPERIORI (UNI 5200)</p> <p>Semiconduttore</p>	<p>effetto fotovoltaico</p>	<p>energia elettrica</p>	<p>- modulo fotovoltaico</p>
		<p>CHIAVURE SUPERIORI (UNI 5200)</p> <p>Capillare solare termico</p>	<p>circolazione fluidotermovettore</p>	<p>acqua calda scottata</p>	<p>- collettore solare termico</p>
	<p>CHIAVURE SUPERIORI (UNI 5200)</p> <p>Castore scene di luce</p>		<p>illuminazione naturale per riflessioni della luce</p>	<p>illuminazione naturale</p>	<p>- sistema ottico</p>
<p>VENTO</p>		<p>CHIAVURE VERTICALI (UNI 5200)</p> <p>Assorbitori vento con ugelli d'acqua interna</p>	<p>raffreddamento per evaporazione acqua</p>	<p>raffreddamento - vento temperatura e umidità relative</p>	<p>- torre del vento con raffreddamento evaporativo</p>

- LEGENDA:
- radiazione solare
 - flusso luminoso
 - ventilazione
 - radiazione termica
 - flusso convettivo
 - energia elettrica
 - scambio acqua-aria
 - acqua calda

Concept energetico estivo

FONTE ENERGETICA	FILTRO	INVOLUCRO	DISPOSITIVO INTERMEDIO	AMBIENTE INTERNO	DISPOSITIVO
 <p>VENTO</p>	 <p>Conversione di elementi meccanici</p>	conversione energia del vento in energia elettrica		 <p>energia elettrica</p>	- turbina eolica
	 <p>Barriera al vento</p>	 <p>Permeabilità al vento</p>	assenza all'interno di correnti d'aria	 <p>protezione del vento e dell'ingresso di polveri, sporcizia</p>	- frangivento
	 <p>Impermeabilità al vento</p>	deviazione del vento		 <p>protezione del vento e diramamento del flusso</p>	- struttura aerodinamica dell'involucro
 <p>ARIA</p>	 <p>Permeabilità all'aria</p>		 <p>aria fresca entra aria calda uscita</p>	 <p>ventilazione naturale</p>	- ventilazione incrociata attraverso le finestre
	 <p>Effetto camino in muro isolato</p>			 <p>presenza di ventilazione esterna</p>	- facciata ventilata isolata
	 <p>Permeabilità all'aria</p>		 <p>aria fresca entra aria calda uscita</p>	 <p>ventilazione naturale</p>	- camini di ventilazione - doppie facciate
	 <p>Coperture permeabili all'aria uscite</p>		 <p>aria fresca entra aria calda uscita</p>	 <p>ventilazione naturale</p>	- finestre - atrio aspirante - esalatori
	 <p>Effetto camino in tetto isolato</p>			 <p>presenza di ventilazione esterna</p>	- copertura ventilata isolata

- LEGENDA:
-  radiazione solare
 -  flusso luminoso
 -  ventilazione
 -  radiazione termica
 -  flusso convettivo
 -  energia elettrica
 -  scambio acqua-aria
 -  acqua calda

Pertanto il concept energetico ha come obiettivo quello di guidare la progettazione architettonica a trovare delle soluzioni, volte a soddisfare le esigenze di comfort dell'uomo all'interno di uno spazio, attraverso l'impiego efficiente delle tecnologie energetiche sostenibili integrate nel manufatto costruito. Il concept energetico è quindi uno strumento di orientamento che accompagna e guida tutte le fasi della metaprogettazione di un edificio energeticamente efficiente, richiamando costantemente l'attenzione di tutte le funzioni coinvolte e finalizzate al benessere dell'utente. Infatti la sua adozione nel progetto di architettura è rivolta ad individuare i problemi di qualità ambientale da affrontare in relazione al contesto climatico di riferimento, e di risolverli attraverso il dispiegamento di un insieme di strategie energetiche che mirano ad ottenere buone condizioni di vivibilità indoor e prestazioni di elevata efficienza energetica.

Attraverso la rappresentazione - spesso giustamente grafica - del concept, che mostra quali sono le azioni (strategie) dell'edificio nel regolare i diversi flussi energetici, vengono quindi riconosciuti e collocati i diversi dispositivi di controllo ambientale, che compongono la forma di quell'architettura progettata per quel determinato sito, caratterizzato da determinate condizioni climatiche e da distinte preesistenze naturali e antropiche. Ne deriva una visione globale del funzionamento energetico dell'edificio, concepito per rispondere in tutte le sue parti ai requisiti di comfort dell'utente. Inteso sotto questa formula il concept energetico può essere visto come "un progetto non disegnato, che prende forma in quella fase iniziale di ogni processo, che guida ogni ulteriore attività."⁷⁷ Pertanto dalla qualità del concept energetico possono dipendere le motivazioni della raggiunta o meno qualità ambientale complessiva di ogni singola iniziativa costruttiva, mirata a soddisfare le esigenze dell'utente e quindi l'efficienza energetica.

NOTE

- ⁵³ Zannoni G., *I limiti della composizione architettonica tra possibilità tecnologiche e aspetti di sostenibilità* in Gaspari J., "Sfide per una dimensione sostenibile del costruire", EdicomEdizioni – Manzano 2009;
- ⁵⁴ Los S., *Processo: progettare e costruire edifici sostenibili* in Barucco M., Trabucco D., "Architettura_Energia", EdicomEdizioni – Monfalcone 2007;
- ⁵⁵ Morganti R., Tosone A., *Processi trasformativi del costruito e sostenibilità. Orientamenti e indirizzi operativi* in Gaspari J., "Sfide per una dimensione sostenibile del costruire", EdicomEdizioni – Manzano 2009;
- ⁵⁶ Sertorio L., *Ex supposizione* in "Storia dell'Abbondanza", Bollati Boringheri – Torino 2000;
- ⁵⁷ Ciribini G., *Tecnologia e progetto*, Celid – Torino 1984;
- ⁵⁸ Giuffrè R., *Prefazione* in Paoletta A., "Progettare per abitare. Dalla percezione delle richieste alle soluzioni tecnologiche, Elèuthera – Milano 2003;
- ⁵⁹ Dierna S., *Architettura biologica: assunti teorici e pratiche di progetto* in Battisti A., Tucci F., "Ambiente e Cultura dell'Abitare", Editrice Librerie Dedalo – Roma 2000;
- ⁶⁰ Gallo C., Nicoletti M., *Architettura Ecosistemica*, ENEA, Gangemi Editore – Roma 1998;
- ⁶¹ Scudo G., *Una nuova alleanza tra natura e tecnologia. L'ibridazione tra bio-ecologia e tecnologia per costruire in accordo con l'ambiente*, in "Ambiente Costruito", ott.-dic. 1999;
- ⁶² Norberg-Schulz C., *Genius Loci. Paesaggio Ambiente Architettura*, Mondadori – Milano 1979;
- ⁶³ Marucci G., *Paesaggi d'architettura mediterranea* in "Architetturacittà - Rivista semestrale di architettura e cultura urbana", Agorà Edizioni – La Spezia 2003;
- ⁶⁴ ibidem, nota 62;
- ⁶⁵ Banham R., *L'architettura dell'ambiente ben temperato*, The Architectural Press – Londra 1984;
- ⁶⁶ Paris S., *Sostenibilità, tecnologia e qualità dell'architettura. L'ambiente mediterraneo*, in Bagnato V., Paris S., "Architettura e Tecnologia. Lectures", RDesign Press - Roma 2010;
- ⁶⁷ Scarano A., *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi Editore – Roma 2006;
- ⁶⁸ Gravagnuolo B., *Adolf Loos, Teoria e opere*, Idea Books - Milano 1981;
- ⁶⁹ De Seta C., *Dalla Mitteleuropa al Mediterraneo*, in "Luigi Cosenza, L'opera completa", a cura di Cosenza G., Moccia F. D., Electa Clean - Napoli 1987;
- ⁷⁰ Knowles R. L., *Energia e Forma*, Franco Muzzio – Padova 1983;
- ⁷¹ Torroja E., *La concezione strutturale: logica ed intuito nella ideazione delle forme*, CittàStudi – Milano 1995;
- ⁷² D'Olimpio D.; *Suscettività degli edifici ed efficienza energetica. Forma, materiali costitutivi e caratteristiche del l'involucro edilizio nella progettazione ecoefficiente*, Ecoedility - 2010;
- ⁷³ Maldonado T.; *La speranza progettuale*, Einaudi - Torino 1970;
- ⁷⁴ D'Olimpio D.; *Forma e dimensione degli edifici nelle strategie per l'efficienza energetica*, Ecoedility - 2010;
- ⁷⁵ Strappa G., *Unità dell'organismo architettonico: note sulla formazione e trasformazione dei caratteri degli edifici*, Dedalo – Bari 1995;
- ⁷⁶ Sinopoli N., *La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie*, Franco Angeli – Milano 1997;
- ⁷⁷ Cornoldi A., Los S., *Energia e habitat*, Franco Muzzio – Padova 1980.

PARTE QUINTA

PARADIGMI SOSTENIBILI PER UN NUOVO LINGUAGGIO

LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE NEL NUOVO LINGUAGGIO DELL'ARCHITETTURA

L'umanizzazione e la spazializzazione sono inseparabili dalle civiltà e dalle loro espressioni culturali. L'immagine della realtà urbana di un insediamento porta i segni inconfondibili dell'appartenenza ad un'area culturale, di una società della quale manifesta le scelte nel corso della storia, i suoi bisogni materiali e spirituali, esplicitati attraverso tecniche e ricerche estetiche particolari. Ogni cultura vive e si definisce in un dialogo continuo con l'ambiente naturale, che incide sull'uomo a livello psicologico: infatti, come a ambienti naturali diversi corrispondono ambienti geografici diversi, possiamo dire che a condizioni artificiali diverse corrispondono reazioni umane diverse. E poichè la somma dei comportamenti individuali orienta i comportamenti sociali, alla diversità di tali ambienti corrispondono culture diverse o varianti particolari di una medesima cultura.

Come sottolinea Paola Coppola Pignatelli, riprendendo la teoria di Alexander, "la sapienza costruttiva dei popoli e le splendide soluzioni che essi ci hanno lasciato dipendono dal processo col quale le diverse società hanno tratto l'ordine del proprio ambiente dal proprio stesso essere, e cioè dal rapporto simbiotico fra identità ambientale e identità del gruppo sociale."⁷⁸ Da tale rapporto dipendono le ragioni dell'uso diverso che, da zona a zona del pianeta, l'uomo fa dell'ambiente terrestre, della varietà delle modificazioni che in esso imprime e dei corrispondenti segni che nel circostante emergono.

Come scrive Norberg-Schulz, "paesi, regioni, paesaggi, insediamenti, edifici (con i loro luoghi subordinati) formano una serie su scale gradualmente discendente, le cui gradazioni possono chiamarsi 'livelli ambientali'. In cima alla serie ci sono i luoghi naturali più comprensivi che 'contengono' i luoghi artificiali di livello 'inferiore'; questi ultimi hanno (...) funzione di raduno e focalizzazione. In altre parole, l'uomo riceve l'ambiente e lo focalizza su edifici e cose. Così le cose spiegano l'ambiente e ne manifestano il carattere divenendo a loro volta significative."⁷⁹

Ambiente inteso quindi come concretizzazione di un modo d'essere particolare che si definisce in un continuo rapporto con l'ambiente naturale circostante, stabilendo un sistema di relazioni che si esplicita in un sistema

di segni. Identificare un paesaggio significa quindi, implicitamente, identificare delle relazioni che si ripetono in uno spazio più o meno esteso, entro il quale il paesaggio esprime e sintetizza le relazioni stesse. Identità di paesaggi vuol dire identità e unicità di relazioni, sottintende relazioni comuni, ed è a questa identità che occorre risalire per circoscrivere l'area di relazioni che investe il processo di trasformazione dell'ambiente naturale in ambiente artificiale, o meglio costruito.

In luoghi fortemente caratterizzati, nessun segno risulta ingiustificabile; non c'è segno che non esprima qualcosa dell'uomo e della società in cui vive. Ciascun segno vive in rapporto e in associazione con altri segni, determinando una coerenza interna al paesaggio identificabile con il suo *genius loci*. I luoghi che si avvertono come più 'comunicativi' sono infatti quelli dotati di particolare armonia interna (intesa come coerenza degli elementi), armonia che si traduce anche in qualità formale (ordine, coerenza, assenza di monotonia) e che è essenzialmente espressione di vita in evoluzione. Nell'ambito delle azioni umane che modificano e umanizzano concretamente l'ambiente si possono individuare dei fattori necessari per ogni cultura, responsabili di segni specifici; si può parlare, perciò, di usi specifici dell'ambiente in rapporto a determinate attività che si traducono in oggetti e forme che segnano in maniera particolare ciò che ci circonda.

L'ambiente si configura quindi come un insieme di segni che richiamano a funzioni, funzioni che si definiscono in rapporto all'esperienza naturale e culturale di una particolare società. Segni di origine utilitaria e funzionale, poiché, come sottolinea Roland Barthes, l'esistenza di una società presuppone che ogni uso sia convertito in segno di questo uso. "Quando un'immagine induce la coscienza ricevente a divenire interpretante, essa ha assunto la natura del segno. Nell'ambiente le opere dell'uomo hanno un loro linguaggio nel quale si esprime tutta una cultura con le sue relazioni latenti, così come essa si esprime strutturalmente nelle istituzioni sociali, nella lingua, nelle attività economiche, ludiche, religiose. Ciò non vale soltanto per chi osserva un ambiente trasformato da una cultura diversa dalla propria, ma vale anche per gli uomini che quella cultura rappresentano"⁸⁰. Nell'ambiente ogni cultura si identifica, trova, rappresentata se stessa: esso comunica all'uomo, attraverso l'insieme dei segni, ciò che egli ha voluto imprimere con il suo agire psicologico e fisico. Si tratta di uno scambio mutuo di messaggi che corrisponde al realizzarsi del rapporto tra condizioni locali e adempimento culturale, rapporto che si instaura nel dialogo tra

ambiente vissuto, strumentalmente inteso, e ambiente contemplato e interpretato culturalmente. Il segno diviene allora elemento che l'uomo riconosce, mediante il quale si orienta e nel quale può identificarsi.

Orientamento e identificazione sono i processi tramite i quali l'uomo esperisce un dato ambiente: infatti, "per acquisire nel vivere un punto sicuro di appoggio, l'uomo deve essere capace di orientarsi, deve cioè conoscere dove egli è, ma deve essere anche capace di identificarsi con l'ambiente, il che significa sapere come è un certo luogo. L'appartenenza vera e propria presuppone che entrambe le funzioni siano sviluppate pienamente."⁸¹ Orientarsi e identificarsi in un luogo significa quindi esperirne la struttura come totalità ambientale, comprensiva degli aspetti del carattere e dello spazio.

L'uomo esperisce l'ambiente costruito come fatto di comunicazione. "Un processo di comunicazione è essenzialmente trasmissione di un sistema di informazioni, o 'messaggio', tra una 'fonte' e un 'destinatario'. Un messaggio può essere formulato o interpretato nei termini di un 'codice', ovvero un sistema di regole che permettono di assegnare ai costituenti del messaggio un significato."⁸² Se la trasmissione avviene senza fare riferimento ad un codice, ovvero il messaggio vale di per sé, per le proprietà che presenta, la comunicazione ha carattere presentativo; se invece la trasmissione implica il ricorso ad un sistema di regole interpretative, di mediazione, la comunicazione ha carattere rappresentativo.

Dall'analisi del processo di comunicazione linguistica si possono ricavare, per analogia, alcune indicazioni operative per la definizione dei modi di comunicazione che si attuano nel processo di costruzione della forma architettonica, e quindi per l'analisi dell'ambiente costruito alle sue diverse scale. Il linguaggio parlato ha un carattere eminentemente rappresentativo; "la cognizione dell'ambiente costruito, e, ad un'altra scala, dell'oggetto architettonico, risulta sì presentativa (l'oggetto architettonico presenta di per se stesso determinate proprietà), ma trova nella rappresentatività il suo compimento, che la distingue da un'esperienza presentativa naturale. Lo spazio costruito è infatti la risposta ad un campo esigenziale, espressione delle necessità funzionali e formali di una società, e veicola informazioni relative alla realtà storica, sociale, ideologica e culturale di quest'ultima. In sintesi, un sistema linguistico è un sistema referenziale, in cui i segni sono strumenti di mediazione dell'informazione, mentre in architettura gli oggetti portatori di significato sono le configurazioni, non gli elementi costitutivi di queste."⁸³

Ogni singolo segno, quindi, assume valore e significato solo in rapporto all'intera struttura. Si può in questo senso affermare che l'ambiente costruito assume la forma di un 'testo'. Il problema è quello di fornire un procedimento di analisi mediante il quale un dato 'testo' possa essere compreso tramite una descrizione coerente ed esauriente. In altri termini, ciò che l'ambiente costruito comunica risiede nella relazione tra la struttura della sua configurazione e la struttura di ciò che di essa è percepito. E anche se nell'esperienza architettonica i caratteri presentativi di una configurazione prevalgono, è solo in funzione delle caratteristiche semiologiche, dei significati culturali prodotti per associazione dalla memoria, che si evince il significato di una configurazione architettonica.

Si può quindi instaurare un'analogia tra struttura del processo di produzione dell'ambiente costruito e struttura del processo di produzione linguistica, tra sistema architettonico e sistema di segni. "Come si evince, ogni configurazione, o sistema di configurazioni architettoniche, contiene una forma dell'espressione e una forma del contenuto, che corrispondono rispettivamente al piano dei significanti e a quello dei significati. Si può quindi distinguere la 'struttura profonda' del 'testo' dalla sua 'struttura superficiale': la prima è la struttura astratta sottostante che determina l'interpretazione semantica del testo; la seconda è l'organizzazione superficiale di unità che è in relazione con la forma percepita o compresa."⁸⁴ Il sistema di regole trasformative, che convertono la struttura profonda in struttura superficiale costituiscono la grammatica del processo di costruzione della forma architettonica, e consentono di assegnare una descrizione strutturale ad ogni configurazione, il che significa che per definire un adeguato processo di analisi dell'ambiente costruito in generale, è necessario specificare i criteri di costruzione, di 'generazione', delle configurazioni. E', infatti, immediatamente dopo un'analisi semantica delle trasformazioni antropiche relative ad una determinata area culturale che è possibile attivare processi di prefigurazione e di modificazione dei luoghi e del territorio.

L'ambiente costruito, complice l'utilizzo sempre più diffuso del cemento armato e del processo di prefabbricazione come presupposto di una maggiore velocità e di bassi costi di costruzione e di urbanizzazione, risente di questi profondi mutamenti sociali: la città e il territorio si trasformano, ed il nuovo non sostituisce la scena urbana tradizionale, ma la assorbe privandola dei suoi significati e configurandone di nuovi, espressione non più di sistemi culturali diversi, ma unicamente delle attuali regole dell'econo-

mia. Nuove forme insediative con una grande forza di omologazione sono sempre più presenti, configurando paesaggi ibridi dove un nuovo invasivo e indifferenziato si mescola con l'antico, in una omogeneizzazione di luoghi anche molto distanti fra loro. Sfuggire all'omologazione è possibile e l'approccio sostenibile che vede l'atto progettuale e configurativo derivare direttamente dalle caratteristiche del luogo completandosi attraverso l'uso di tecnologie innovative appropriate, sembra essere l'unico in grado di rappresentare il nuovo linguaggio architettonico.

I casi studio che di seguito si andranno ad esaminare sottolineano come i paradigmi ambientali influenzano il progetto di architettura, e la trattazione tipologica di tali opere non riguarda un tentativo semplicistico di rinchiudere in rigide schematizzazioni o classificazioni edifici e sistemi tecnologici esemplari, quanto piuttosto sottolineare come la contemporanea considerazione degli aspetti funzionali, configurazionali e tecnologici porti ad evidenziare delle invarianti progettuali che raggiungono la loro massima espressione in tipologie specifiche e con sistemi diversi suggeriti dalla localizzazione dell'oggetto architettonico. E' così, quindi, che emerge come il dato simbolico, qualunque esso sia o a qualunque cosa alluda, si trasformi metaforicamente in landmark urbano negli edifici destinati ad attività culturali, e come tale segno plasmi la materia concentrando i propri sforzi sulle esigenze dei fruitori ed anche sull'aspetto dell'organizzazione funzionale interna conferendo ad ogni ambiente la giusta atmosfera evocatrice. O ancora è possibile apprezzare come negli edifici a carattere amministrativo-produttivo la qualità ambientale globale (del costruito, del circostante, dei fruitori), sia a scala urbana sia architettonica, e l'efficienza energetica complessiva siano il principio modellatore della forma del costruito, forma che quindi viene originata dalle condizioni bioclimatiche al contorno al fine di utilizzare le risorse rinnovabili per generare il giusto comfort indoor. Infine analizzare come, nell'edilizia residenziale, l'alta densità e la sostenibilità energetica e ambientale siano rivolte alla definizione delle relazioni tra spazi privati domestici e spazi collettivi pensando anche alla dotazione di spazi all'aperto privati. Aspetto questo da integrare con la previsione all'interno dell'abitazione di spazio sufficiente per svolgere attività legate alla quotidianità domestica ma anche alle relazioni sociali senza che questo vada a scapito degli ambienti privati. Si determina, così, un livello di sostenibilità 'avanzato', di sostenibilità sociale reale, che consente all'uomo di rivivere il rapporto con il luogo recuperando anche la re-

lazione con la comunità, e sullo sfondo l'architettura reinterpreta, attraverso degli elementi paradigmatici, le tecnologie bioclimatiche tradizionali sottolineando, quindi, espressamente il legame con il luogo.

5.1_EDIFICI PER LA CULTURA: IL SEGNO, IL SIMBOLO, LA FUNZIONE

La tendenza sempre più individualista delle società odierne ha portato a privare quasi del tutto le nostre città di luoghi a carattere collettivo dove poter coltivare interessi culturali di diversa natura e, volendo, avere occasioni di scambio e di incontro con gli altri. La vita nelle metropoli, ma anche nei centri minori, viste le più generali dinamiche territoriali, non può risolversi nell'ambito di relazioni, quasi esclusivamente funzionali, tra casa, lavoro, luoghi del consumo, richiedendo spazi per il tempo libero. Né il tempo libero può essere solo spettacolo, divertimento, sport, ma deve poter trovare anche una dimensione in cui individuale e collettivo si incontrino e si confrontino sulla base di uno spirito di condivisione comune, libero da condizionamenti e soprattutto dall'ossessione del consumismo, restituendo alle città luoghi a carattere pubblico.

La quantità di progetti e di realizzazioni che negli ultimi dieci anni interessano contesti geografici diversi tra loro confermano la diffusione e l'importanza che gli edifici culturali (nello specifico musei, biblioteche, mediateche) stanno assumendo come servizi sociali a carattere polivalente, dove poter accedere liberamente al sistema delle informazioni, e come presenze strategiche nelle dinamiche di trasformazione urbana.

Pur conservando la connotazione culturale originaria, la biblioteca perde, infatti, quel carattere sacrale di luogo unico, preposto alla salvaguardia e alla diffusione delle conoscenze per divenire un luogo di comunicazione informale, con funzione polarizzante la vita e gli interessi comunitari, dalla scala del quartiere a quella urbana e territoriale. Non possedendo una identità riconoscibile in termini formali e tipologici, tende di volta in volta a configurarsi in base alle condizioni contingenti, alle richieste del programma e alle caratteristiche dei contesti in cui si inserisce. Significativa in tal senso, la Surry Hills Library, del gruppo JFMT, una interpretazione particolarmente appropriata del ruolo della biblioteca come 'centro di informazione', sottolineata dalla configurazione formale e dalla articolazione spaziale dell'edificio, nonché dai valori di accessibilità e apertura,

egualitarismo e sostenibilità a cui il progetto dà forma sfruttando, attraverso opportuni sistemi tecnologici, le caratteristiche del sito su cui sorge.

Anche il museo continua a svolgere nella contemporaneità un ruolo importante al livello urbano ma ancora di più assume un valore decisivo nella sfera della comunicazione. Come lo definì Giancarlo De Carlo, il museo dell'iperconsumo si presenta "come nuovo polo attrattore della città globale ma anche come anti-museo che non accoglie più l'opera d'arte come oggetto prezioso, divenendo esso stesso uno scrigno che ha più valore del suo contenuto."⁸⁵

Accanto a questa visione del museo, che ne riduce la dimensione contemplativa per amplificarne quella di spazio informale dello scambio e delle relazioni, di landmark urbano, come, ad esempio, si verifica con il MUSE di Renzo Piano, recentemente ultimato a Trento e già divenuto simbolo di un'audace sperimentazione simbolico-formale all'interno di uno di un contesto naturalistico particolare e mai sperimentato prima. La forma architettonica nasce oltre che dalla interpretazione volumetrica dei contenuti scientifici del museo, anche dai rapporti con il contesto: il nuovo quartiere, il parco, il fiume, Palazzo delle Albere e soprattutto le Alpi che si stagliano alle sue spalle e che il profilo dell'edificio rievoca. L'edificio è costituito da una successione di spazi e di volumi, di pieni e di vuoti, adagiati su un grande specchio d'acqua sul quale sembrano galleggiare, moltiplicando gli effetti e le vibrazioni della luce e delle ombre. Il tutto è tenuto insieme, in alto, dalle grandi falde della copertura che ne assecondano le forme, diventando elemento di forte riconoscibilità.

Questi musei, che esibiscono linee innovative, utilizzano materiali sperimentali e tecniche ardite, sistemi ecosostenibili e paramenti leggeri, sono parte integrante della qualità intrinseca del territorio a cui sono legati attraverso un rapporto di reciproca esaltazione. Quando il luogo, però, non sembra portatore di particolari significati ispiratori ecco che è il museo stesso a divenire determinatamente qualificante: è il caso del Mercedes-Benz Museum di Stoccarda, il progetto reinterpreta il logo della Mercedes esaltandone le caratteristiche positive del marchio e cioè tradizione, appartenenza, innovazione. Il simbolo così si fa materia e diviene segno indelebile sul territorio e nel percorso interno. Il percorso espositivo, infatti, trilobato a spirale, genera un edificio che ripropone in pianta il logo della casa automobilistica (topologicamente trasformato). La promenade conoscitiva avviene percorrendo la lunga rampa inclinata che con fluidità conduce il visitatore durante la percezione della storia, dell'oggetto e

dell'opera. Il moderno spazio espositivo, caratterizzato dalla fluidità funzionale, si realizza tramite un espediente tecnologico estremo che combina una soluzione tettonica, diagrammi compositivi e istanze simboliche.

MERCEDES-BENZ MUSEUM

Stuttgart - UNStudio 2006



Progetto: Mercedes Benz Museum
Localizzazione: Stuttgart, Germany
Tipologia: Museo della collezione automobilistica completa della Mercedes Benz
Area: 35,000 m²
Anno di progetto: 2001 -2006
Committente: Daimler Chrysler Immobilien
Progettisti: UNStudio + Wenzel + Wenzel



Nel corso del Novecento è apparsa evidente la consacrazione del museo come espressione più sofisticata del linguaggio architettonico, manifestazione di modernità e campo privilegiato della ricerca. Il Mercedes-Benz Museum è uno degli esempi di questa evoluzione che va dal Guggenheim di Wright al Centre Pompidou di Piano-Rogers, fino ad arrivare agli esempi più recenti.

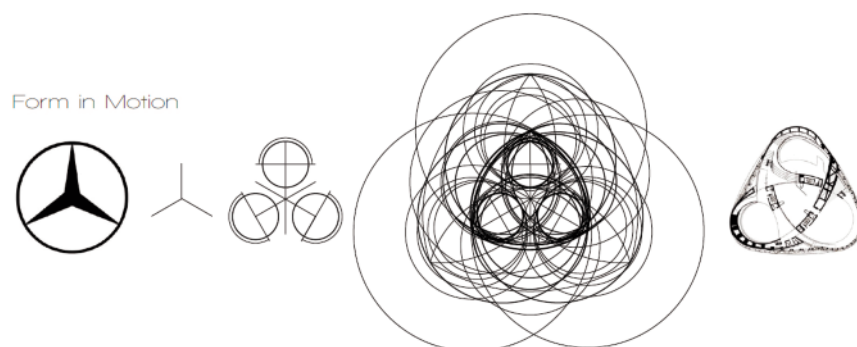
Ben van Berkel procede da un diagramma, in grado di esprimere le esigenze del progetto, e lo adotta come vettore dell'intero processo progettuale: dall'organizzazione degli spazi, al disegno della struttura fino alla realizzazione dei dettagli e delle finiture. All'interno si accede in un ampio atrio triangolare a tutta altezza, per poi salire immediatamente all'ultimo piano dove inizia l'esposizione. L'edificio è concepito come una doppia spirale che ruota attorno alla cavità vuota dell'atrio e forma i piani orizzontali degli spazi espositivi, alternativamente sei a singola e sei a doppia altezza. Ma diversamente da come può sembrare, questa struttura non è composta di un'unica superficie in un movimento continuo. I sei piani sono distinti e leggermente inclinati per unire i dislivelli con l'obiettivo di creare uno spazio dinamico attorno alle auto esposte e contemporaneamente sostenere l'edificio strutturalmente.

Diagramma generativo della configurazione planimetrica a partire dal logo della casa automobilistica Mercedes-Benz.

STRUTTURA PROFONDA

L'intenzione progettuale che sta alla base del Museo Mercedes-Benz è raccontare la storia della casa automobilistica in tutte le sue declinazioni e rappresentare attraverso forme architettoniche sinuose e fluide ispirate ai raccordi autostradali, luogo in cui sorge il museo, la storia della velocità.

Il logo della casa automobilistica diventa il simbolo e il motivo generatore, in senso fisico e spaziale, dell'intero progetto. Il trifoglio stilizzato si snoda e si articola per adattarsi alla particolare geometria del luogo in cui il museo e il parco tematico si insediano, ma diviene anche motivo di genesi configurazionale e spaziale determinando l'organizzazione interna del museo, il percorso espositivo e la volumetria dell'edificio stesso.



Il significato dell'opera è la celebrazione del concetto di dinamismo e cambiamento, caratteristiche presenti nell'uomo e nell'ambiente che mutuamente si adattano, così come accade nel museo progettato da UN Studio che pone il visitatore al centro dell'esperienza museale mentre si pone esso stesso come diaframma dinamico tra l'esperienza interna e il mondo esterno.

L'oggetto architettonico diviene quindi elemento simbolico e veicolatore di significato, un manifesto che, nel caso specifico, esalta la teoria del movimento e del cambiamento positivo nel rispetto delle tradizioni e contemporaneamente alla ricerca di continue innovazioni con l'intento di porre l'uomo al centro della propria esperienza garantendogli i più alti livelli di comfort e sicurezza.

Valori, questi, propri della casa automobilistica e tradotti architettonicamente in un museo che, per rispondere alle esigenze di sostenibilità globale della committenza, si fa modellare dall'ambiente circostante

pervenendo ad una configurazione che rende materiale l'idea simbolica ricercata.

UN Studio, *Mercedes-Benz Museum*;
Stoccarda 2001-2006.

STRUTTURA SUPERFICIALE

Il volume che rende espliciti tali significati è caratterizzato da un forte senso di movimento, di dinamismo, ottenuto tramite la torsione e l'inclinazione dei piani, generati dall'elica, che risultano ben visibile anche dall'esterno.

Se virtualmente si svolgessero i vari livelli per comprenderne la logica aggregativa, ci si accorgerebbe che la struttura pensata per questo nuovo museo è simile a quella del DNA umano, alla catena che definisce i caratteri di ciascuno e che è *summa* di tutte le immagini e frammenti che determinano l'unicità del singolo. Così gli spazi sono alternativamente alti e bassi, comunicativi e contemplativi, opachi e trasparenti, riflettono le luci dell'esterno ed accolgono i colori del giorno e delle stagioni. L'orientamento è semplice, intuitivo e, soprattutto, personale.

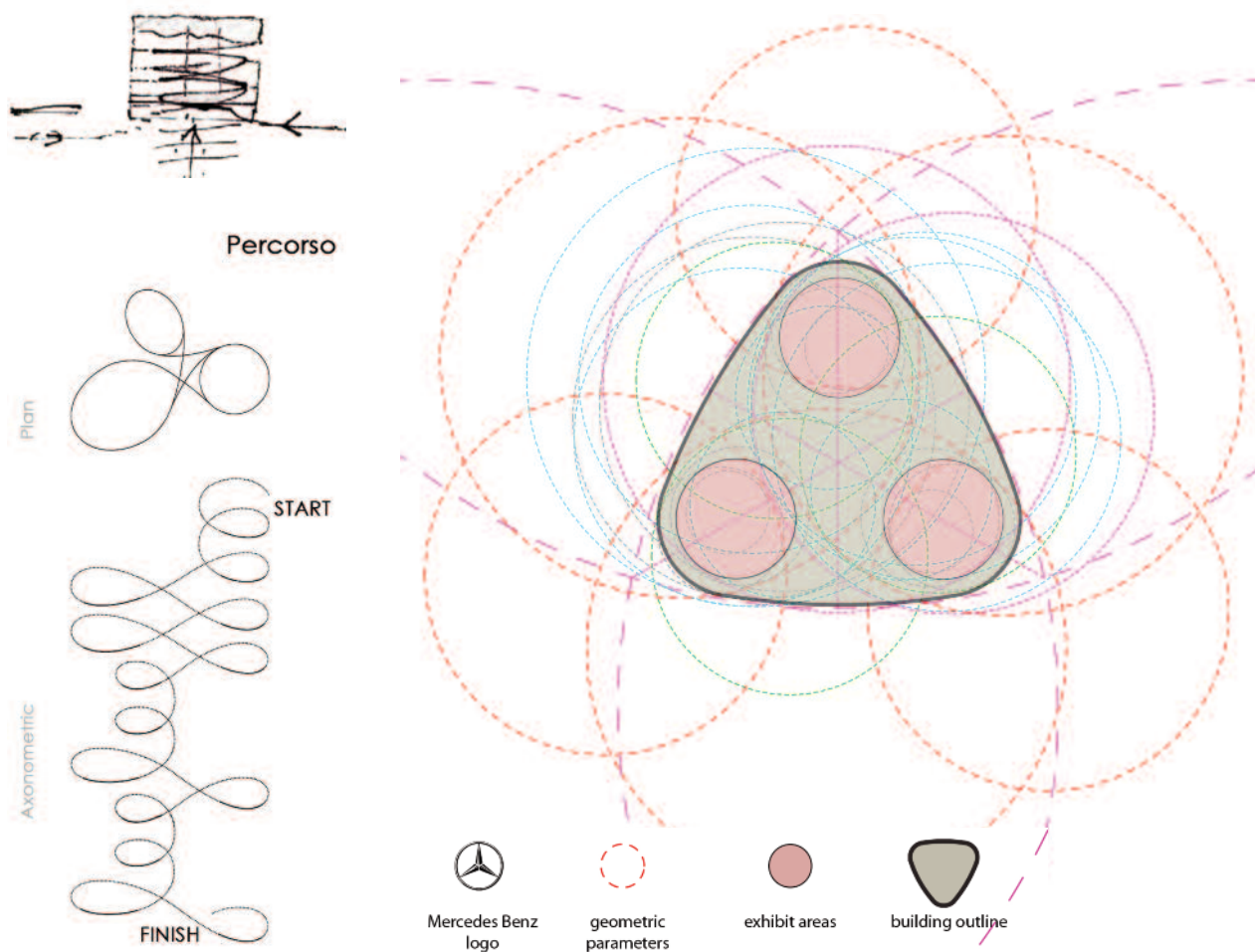
Dal punto di vista della sostenibilità ambientale l'edificio adotta esclusivamente sistemi passivi garantendo un giusto comfort indoor grazie all'atrio centrale che funge da camino termico per una corretta ventilazione.



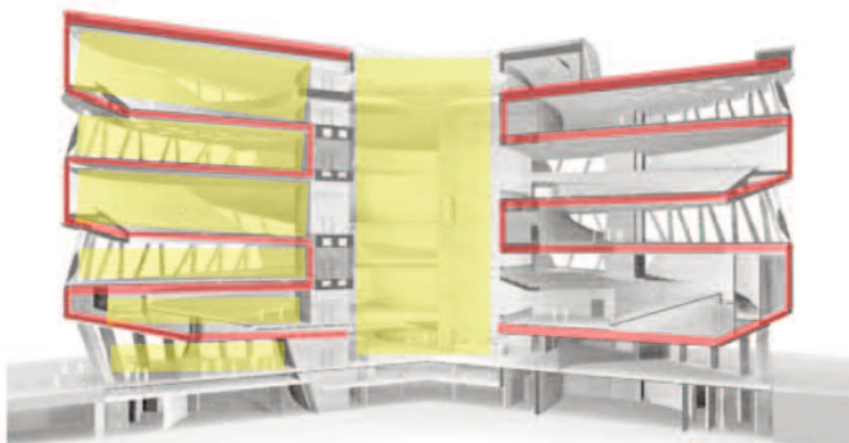
Fasi del concept dell'edificio. Schizzi di studio e genesi del percorso compositivo-distributivo.

CONCEPT DEL PROGETTO

Ben Van Berkel: "La struttura del Museo Mercedes-Benz si basa sull'idea di un trifoglio che crea tre ambienti sovrapposti, e al cui centro si forma un vuoto a formare un atrio triangolare. La struttura è spazialmente complessa, non è possibile visualizzare il trifoglio dal museo. Partendo da questa genesi compositiva abbiamo organizzato l'infrastruttura, gli spazi espositivi, e anche la struttura del programma. Abbiamo organizzato un percorso ordinato cronologicamente con spazi espositivi dall'alto verso il basso, dirigendo il visitatore a seguire la linea della storia, come immersi in una macchina del tempo."



L'elemento dominante nel controllo bioclimatico dell'edificio è rappresentato dall'atrio: lo spazio centrale triangolare funziona come un camino termico che garantisce una corretta circolazione dell'aria. L'illuminazione naturale zenitale, proveniente dalle vetrate a copertura di questo spazio centrale, è schermata tramite elementi in tessuto fissati internamente con un sistema di cavi.



A lato: sezione prospettica del Mercedes-Benz Museum.

In basso: veduta dall'alto del parco tematico Mercedes-Benz.

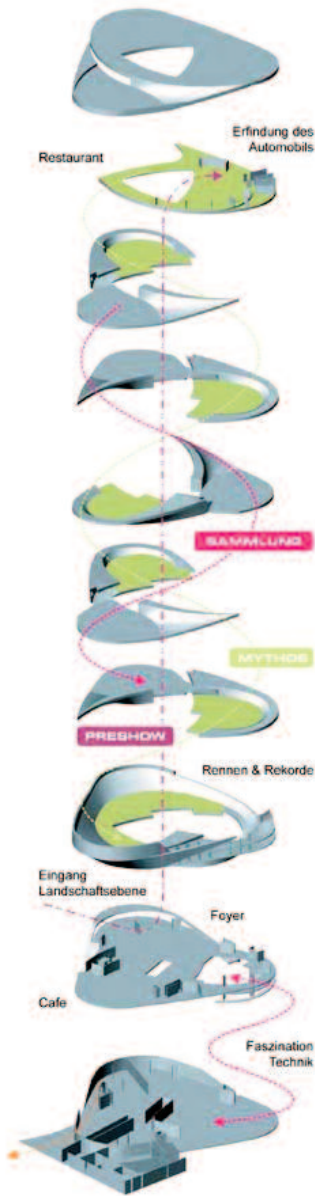
In basso a destra: dettaglio della copertura dell'atrio centrale.

L'atrio è stato attrezzato, inoltre, con un sistema integrato di estrazione di fumi; in caso di emergenza viene generato un 'effetto tornado': il fumo viene fatto evacuare introducendo negli ambienti interni aria a differente pressione, in modo graduale. I fumi vengono, così, incanalati ed espulsi all'esterno, tramite estrattori a ventilazione.

L'insieme delle soluzioni formali, spaziali e tecnico-costruttive dall'evidente carattere sperimentale, messe in atto da UN Studio, inaugura un nuovo corso della progettazione integrata, in grado di cogliere la dimensione globale dell'oggetto architettonico, sia in fase di elaborazione e realizzazione, da parte del progettista, sia nei successivi momenti di fruizione da parte dei visitatori.



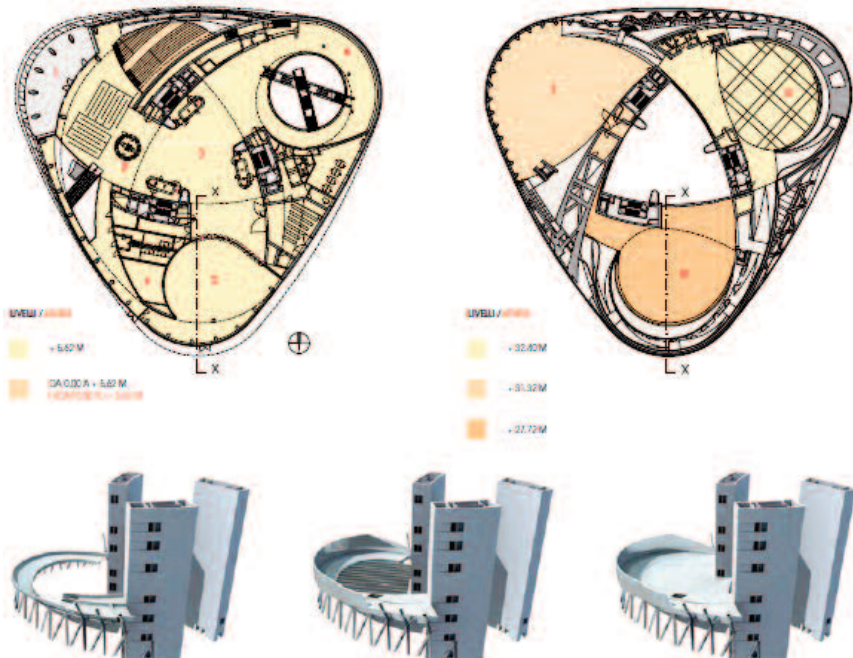
Sviluppo assonometrico che illustra i diversi livelli del Mercedes-Benz Museum.



MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

L'originalità di questo progetto e il suo incredibile fascino nascono dalla complessità del contesto in cui è collocato. È stato necessario spostare su di una grande piattaforma sopraelevata, che assume il ruolo di piede dell'edificio, l'accesso principale, i ristoranti, i parcheggi, il programma di destinazioni d'uso all'aria aperta e le superfici previste per il futuro ampliamento del complesso oltre il tracciato dell'attigua autostrada.

Un luogo in cui il percorso seguito dal visitatore può seguire regole random, dove si è guidati soltanto dall'attrazione prodotta dalla luce e dallo spazio. Un grande loop a forma di elica conduce, seguendo enormi piani-rampa, attraverso la storia della casa automobilistica. Questo movimento rende il visitatore protagonista di tutto quanto accade nei vari livelli dell'edificio. A livello spaziale, l'edificio è strutturato secondo un doppio ellisse ed il programma del museo si sviluppa all'interno di un meccanismo intricato, in cui i vari spazi espositivi, i servizi e le sale pubbliche si relazionano tra loro. La pianta a forma di 'trifoglio' ruota attorno a un asse centrale dove sono collocate le risalite, che permettono al visitatore di vivere un'anticipazione dello show che poi avrà modo di incontrare in ogni livello.



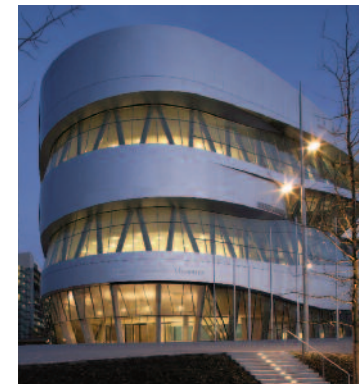
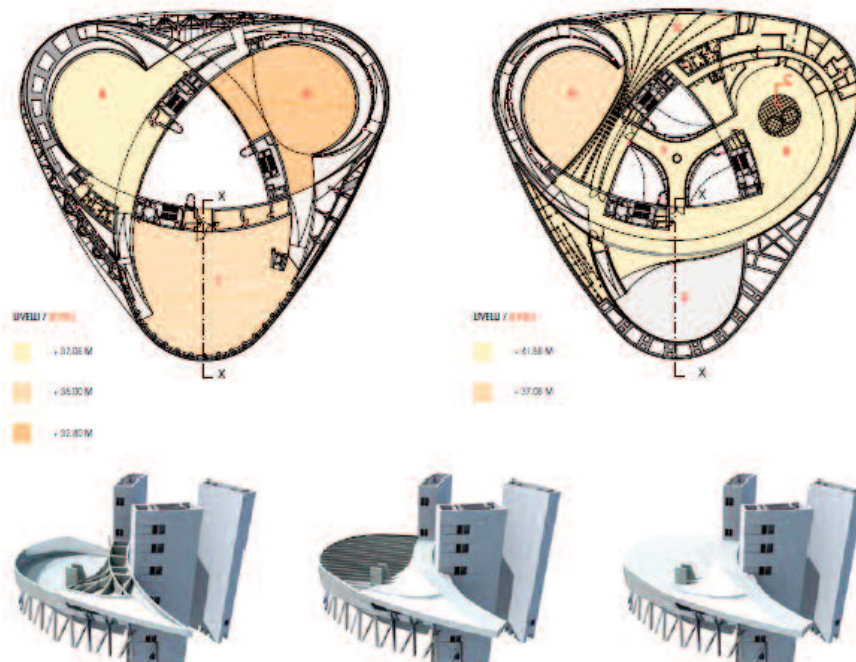
Ma l'articolazione dei flussi e la disposizione degli spazi permettono anche un continuo cambio 'tematico' del percorso tra le differenti collezioni e temi afferenti l'identità di Mercedes. Il visitatore può provare i prototipi e gli ultimissimi modelli di auto fabbricate, riesce ad interagire attraverso differenti display e a vedere secondo infinite angolazioni e prospettive gli ambienti che sta percorrendo.

Si può ben affermare che il progetto per la Mercedes-Benz sia espressione lucida e coerente delle ricerche che in questi anni UN Studio ha portato avanti, frutto di diverse sperimentazioni volte a far vivere gli spazi a partire dalla loro organizzazione.

Appare chiaro infatti che l'intero percorso museale e il sistema di allestimento è totalmente pensato in funzione del visitatore a cui viene garantito il massimo comfort indoor anche nel godimento dell'oggetto espositivo: i sistemi di visualizzazione, illuminazione e areazione delle sale espositive sono calibrati in funzione della loro ampiezza e del loro orientamento rispetto all'esterno in modo da garantire condizioni microclimatiche interne costanti durante tutto il percorso espositivo.

In basso a sinistra e nella pagina accanto: planimetrie e spaccato assometrico di alcuni livelli del Mercedes-Benz Museum.

In basso a destra: vista dell'ingresso del Mercedes-Benz Museum.



Vista dell'esposizione interna dalla rampa dell'atrio centrale.

TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

Spazialmente complesso, il concetto costruttivo che sta alla base dell'intervento richiede una grande efficienza strutturale. Lo scheletro portante è completato da un involucro di pannelli in alluminio per le superfici opache, e di elementi di acciaio e vetro per gli spazi trasparenti, in modo da esaltare i tagli della forma geometrica. Il rivestimento in alluminio è costituito da un pacchetto ventilato, applicato su uno strato di isolamento termico, con finitura superficiale a punzonamento variabile, che crea effetti diversificati di ombreggiamento, in funzione dell'esposizione al sole.



Le superfici vetrate sono caratterizzate da un trattamento superficiale di serigrafia multipla a densità variabile in funzione dell'irraggiamento solare: la finitura è tale da consentire passaggi graduali dalla totale trasparenza alla totale opacità. Oltre all'impiego di particolari sistemi vetrati, che assecondano lo spirito fortemente innovativo dell'edificio, il museo rivela particolare attenzione al controllo del microclima interno anche tramite il complesso sistema impiantistico. In accordo con la filosofia della progettazione integrata, le tubazioni per riscaldamento e raffreddamento dell'aria sono state annegate nel getto di muri e solai, che diventano veri e propri elementi termici attivi di confine degli ambienti.

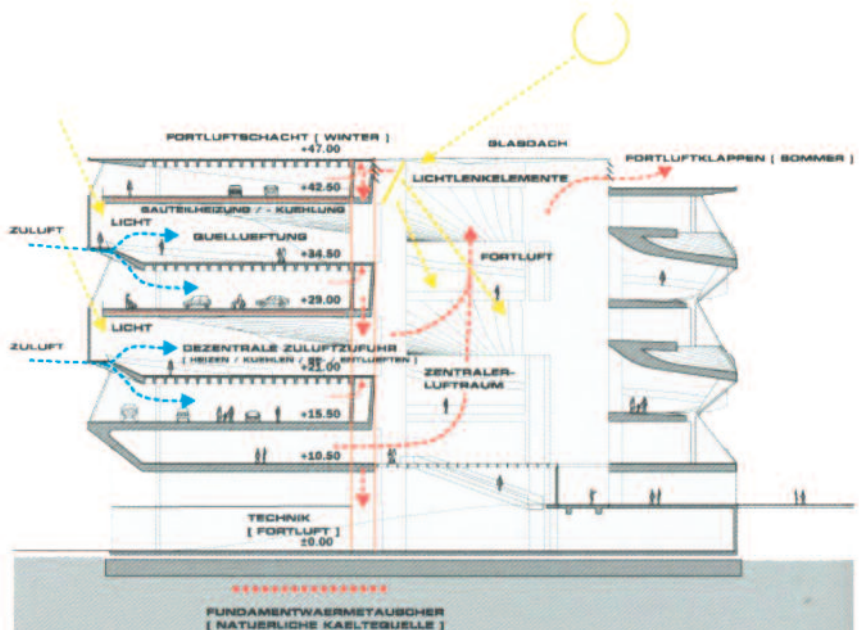
Anche le canalizzazioni per la ventilazione sono integrate nelle curve tridimensionali della struttura, all'interno dei vuoti delle rampe che collegano gli spazi dell'esposizione 'temporale': in questo modo riescono a climatizzare contemporaneamente due livelli.

Particolare della facciata del Mercedes-Benz Museum.



Sezione che illustra il sistema di ventilazione all'interno del Museo.

L'apparato impiantistico è, poi, completato dai sistemi di illuminazione, da una rete di cavi elettrici a scomparsa e dai sistemi sprinkler per le misure antincendio: una serie di soluzioni che sono state integrate nei solai, sfruttando il sistema di travi della struttura a 'twist' per garantire la minima interferenza con l'organizzazione dello spazio espositivo.



SURRY HILLS LIBRARY AND COMMUNITY CENTRE

Surry Hills - Francis-Jones Morehen Thorp 2009



Progetto: Surry Hills Library and Community Centre

Localizzazione: Surry Hills, New South Wales, Australia

Tipologia: Biblioteca civica, centro per l'infanzia ed area ricreativa

Area: 2,497 m²

Anno di progetto: 2007 -2009

Committente: City of Sydney

Progettisti: FJMT Architect



Un edificio pubblico ibrido, capace di rispondere alle eterogenee necessità della piccola comunità cui è destinato e, al tempo stesso, interpretare le aspirazioni e rifletterne i valori. Questo, in sintesi, il carattere della piccola costruzione che riunisce una biblioteca, un centro sociale e un asilo per l'infanzia nella periferia di Sydney.

Il programma funzionale muove da esigenze diverse, sentite però come un'opportunità: un edificio che 'contiene tutto' consente di moltiplicare le occasioni di incontro, amalgamare le differenze e, soprattutto, facilita l'appropriazione da parte della comunità. Accessibilità e apertura, egualitarismo e sostenibilità sono dunque i valori cui il progetto è chiamato a dare forma.

E, in effetti, ci riesce sfruttando proprio il dato ambientale come punto di partenza per la progettazione, abbracciandolo e inglobandolo nell'edificio stesso, sfruttando le potenzialità del circostante per creare un edificio che si apre verso la città e con cui dialoga continuamente diversificando, per questo, gli spazi e la configurazione estetico-formale della propria pelle al fine di garantire il giusto comfort per i fruitori in ognuna delle attività che possono svolgersi all'interno del Centro.

Schizzi di studio del progetto per la Surry Hills Library and Community Centre.

STRUTTURA PROFONDA

L'intenzione architettonica di creare una stretta connessione tra l'interno e l'esterno, tra edificio e città, si realizza attraverso la concezione di un elemento filtro capace di mettere in connessione l'uomo e il circostante in un rapporto di continuo scambio sensoriale reciproco.

L'elemento naturale e paesaggistico diviene, quindi, il motivo fondante dell'intero concept progettuale e quest'ultimo si pone come obiettivo di riversare all'interno dell'oggetto architettonico le qualità ambientali presenti nell'area di progetto e, se possibile, migliorarle.



Per questo motivo il filtro che caratterizza la Surry Hills Library and Community Centre - e su cui l'intera struttura si basa sia esteticamente, sia funzionalmente che tecnologicamente - assume dei significati che vanno ben oltre la sua funzione: è un elemento che funge da manifesto di una filosofia progettuale che abbraccia la sostenibilità ambientale globale e la realizza non solo attraverso sistemi capaci di ottimizzare il risparmio energetico e di ridurre le emissioni inquinanti nell'atmosfera, ma soprattutto creando un nuovo elemento architettonico indipendente e innovativo che mette in connessione il verde, l'aria, il sole e la terra per generare un organismo sostenibile all'interno dell'oggetto architettonico.

Il filtro diviene quindi un elemento autonomo dal punto di vista del funzionamento energetico ma, allo stesso tempo, diviene l'elemento trainante dell'intero progetto anche dal punto di vista compositivo e configurazionale, diviene cioè il segno che sostanzia il progetto di architettura.

La capacità di creare un organismo che sfrutti le fonti rinnovabili per ricercare e ottenere la sostenibilità globale dell'edificio, fa sì che si generi un nuovo paradigma architettonico che diviene testimone del cambiamento in atto nell'ambito del progetto (in particolare nella metodologia

di approccio ad esso) e che vede nella definizione di elementi innovativi ed ecoefficienti la possibilità di definire un nuovo linguaggio sostenibile.

Dettaglio dell'atrio ambientale della Surry Hills Library and Community Centre.

STRUTTURA SUPERFICIALE

L'elemento-filtro si concretizza nella realizzazione di un nuovo organismo tecnologico che viene definito 'atrio ambientale': la pelle vetrata dell'elemento permette la permeabilità visiva che ingloba il parco antistante l'edificio all'interno del Centro e, allo stesso tempo, dall'esterno, consente ai cittadini di leggere le diverse attività che vi si svolgono.

Il solo elemento vetrato, tuttavia, sembra banalizzare un discorso che invece è molto più complesso. L'ambiente circostante entra all'interno dell'edificio non solo visivamente ma attraverso il funzionamento stesso dell'atrio ambientale: il sistema fotovoltaico in copertura alimenta l'impianto di aspirazione forzata che immette l'aria all'interno dell'atrio; questa, a sua volta, viene depurata dalla vegetazione presente nell'atrio ambientale che funge da 'biofiltro' e poi pompata in un labirinto termico che, grazie all'azione geotermica, la immette nell'impianto di ventilazione sia in fase di riscaldamento che di raffrscamento.

Si realizza così un sistema completamente sostenuto da fonti rinnovabili che consente un ottimale comfort microclimatico indoor, e soprattutto si realizza un sistema complesso e indipendente che unisce le diverse tecnologie innovative per configurare un elemento dinamico sostenibile.

L'intero complesso beneficia, quindi, dell'azione dell'atrio ambientale che, oltre a sostenere ecologicamente l'edificio, crea delle nuove spazialità e delle nuove configurazioni.

Si modifica infatti il concetto di facciata ventilata e facciata verde, si uniscono le due tecniche e i relativi benefici, si implementano i sistemi grazie all'inserimento di impianti alimentati da fonti rinnovabili quali il sistema fotovoltaico e geotermico, si perviene oltre che ad un notevole risparmio energetico e alla riduzione di CO² anche alla ottimizzazione della qualità ambientale interna attraverso la purificazione dell'aria.

Inoltre questo nuovo elemento genera anche una particolare spazialità interna, rendendo possibile agli utenti la fruizione dell'atrio e della vegetazione presente come luogo ricreativo aggiunto, come terrazzo affacciato sulla città.

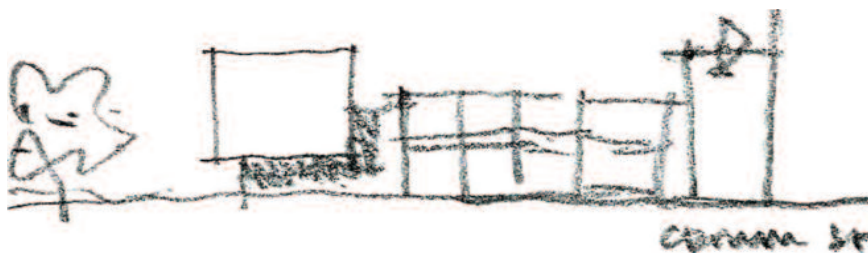


In alto: schizzi di studio del progetto per la Surry Hills Library and Community Centre.

In basso: JFMT, *Surry Hills Library and Community Centre*; Sydney 2007-2009; prospetto est e dettaglio delle lamelle frangisole regolabili.

CONCEPT DEL PROGETTO

Il progetto, per un edificio di modeste dimensioni, aveva il preciso compito di riflettere lo spirito della comunità e soprattutto di essere permeabile, accessibile e innovativo senza mai perdere di vista l'obiettivo primario del comfort per i diversi tipi di utenti. In risposta a tali esigenze è stato concepito un edificio che 'dialogasse' con l'ambiente prima che con la città e che utilizzasse i fattori climatici e paesaggistici per assicurare le migliori condizioni microclimatiche indoor auspicabili.

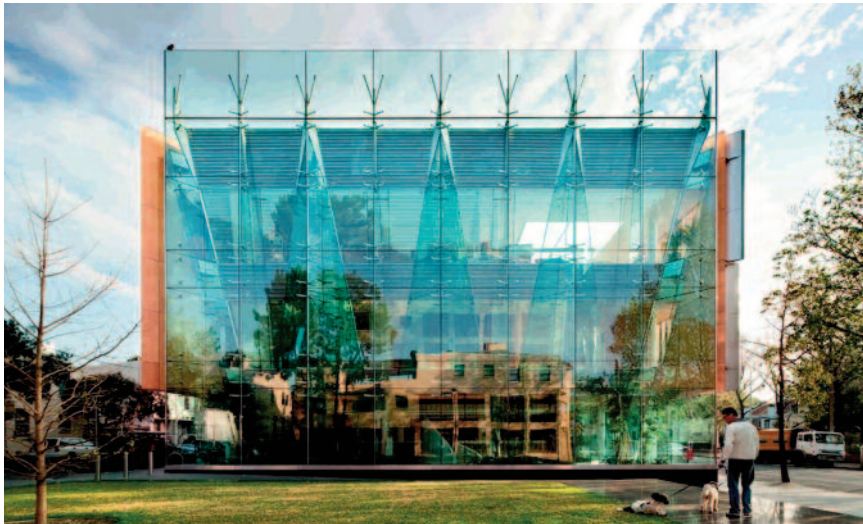


A tal proposito grande attenzione è stata posta nello studio e nella realizzazione dei fronti est e sud, dove il tema della 'trasparenza' è svolto in modi tutt'altro che banali. Sul prospetto est, i progettisti hanno sovrapposto alla parete vetrata della biblioteca una sorta di cornice lignea con due livelli di lame frangisole regolabili con sistemi di tracciamento solare.



A sud, la parete vetrata diviene la pelle esterna di un 'atrio ambientale' - secondo la definizione degli stessi progettisti - che si estende dall'interrato fino al secondo livello. Costituito da una sequenza di prismi vetriati rastremati verso l'alto, questo spazio assolve un ruolo importante, operando un raffreddamento passivo dell'aria esterna che viene successivamente immessa all'interno dell'edificio filtrata grazie anche all'azione di piante appositamente selezionate.

JFMT, *Surry Hills Library and Community Centre*; Sydney 2007-2009; prospetto sud.

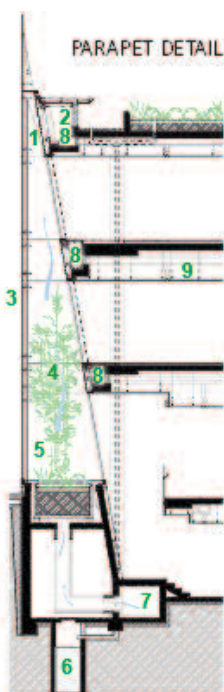


MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

Il lotto che accoglie l'edificio è pressochè quadrato, circondato da strade ad est, sud (dove c'è anche un giardino pubblico) e ovest; mentre, lungo il lato nord, una nuova galleria pedonale passante stabilisce una forte relazione con la strada. Organizzata su due livelli e protetta da una copertura costituita da elementi sagomati ad ala che consentono una suggestiva illuminazione zenitale, essa si qualifica come una sorta di foyer di accesso al complesso.

La biblioteca occupa il piano terra e il piano interrato, tra loro collegati da una scala circolare aperta, ubicata in prossimità della parete trasparente sud. Il primo piano è interamente occupato dal centro sociale e ricreativo, mentre la scuola per l'infanzia è situata al secondo piano ed è provvista di

A lato: sezione dell'atrio ambientale.
In basso: dettaglio dell'atrio ambientale visto dall'interno.



PARAPET

- 1 Outside air
- 2 Geothermal chillers
- 3 Glazed wall
- 4 Plantings filter the air
- 5 Air tempered through atrium
- 6 Stormwater pump-out pit
- 7 Air continues to thermal labyrinth, where it is further tempered and filtered
- 8 Mechanical air plenum
- 9 VAV units adjust air temperature as required

un roof garden, schermabile con una copertura mobile, per le attività all'aperto.

L'edificio nel suo insieme rappresenta, quindi, un punto di riferimento per l'area urbana ed un centro che alimenta la socializzazione e la vita comunitaria. L'elemento comune è l'ingresso mentre le tre funzioni vengono distinte per piano. Le vetrate dell'edificio consentono di cogliere la diversificazione delle funzioni anche all'esterno.

TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

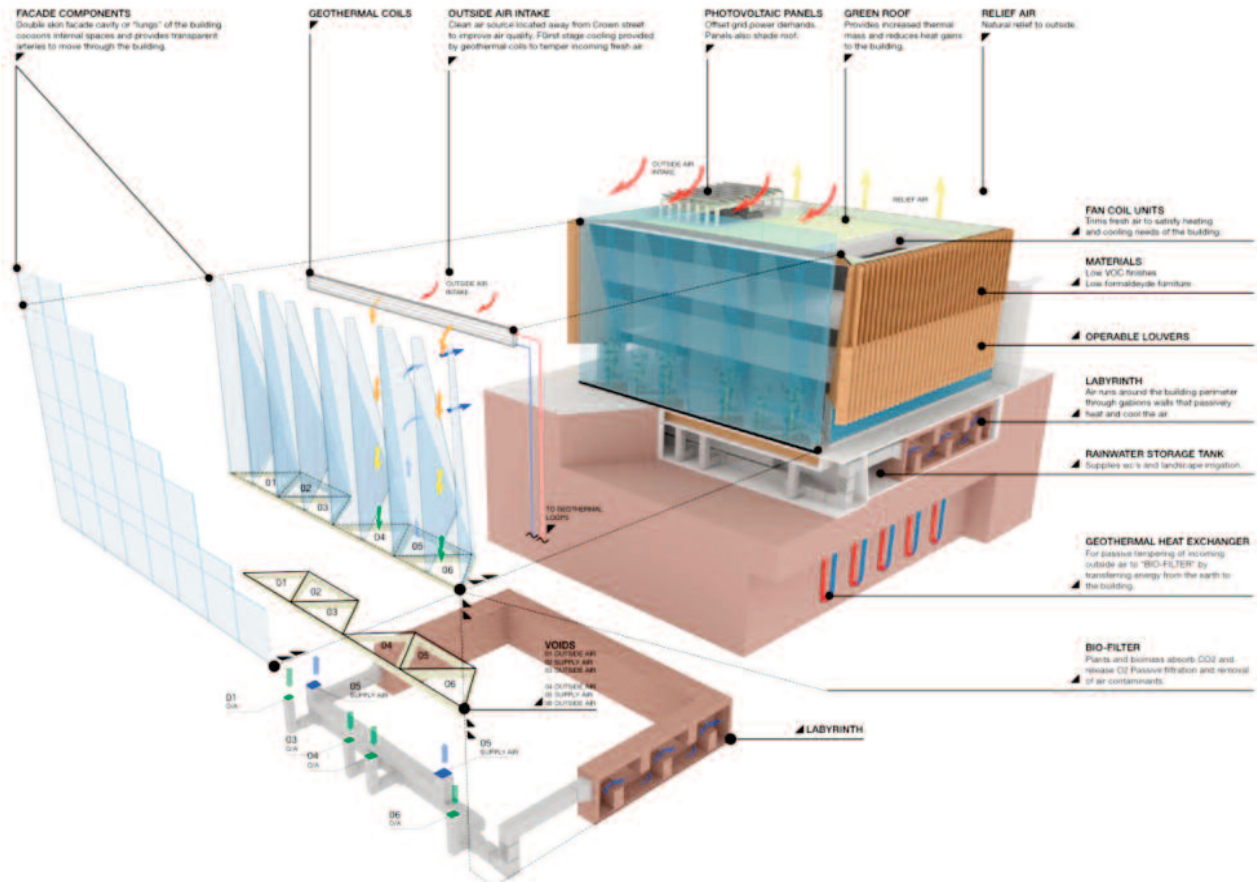
Promiscua dal punto di vista delle destinazioni d'uso, la nuova biblioteca e centro civico di Surry Hills è un edificio ibrido anche dal punto di vista delle soluzioni innovative che impiega per il controllo microclimatico interno e la gestione dei consumi energetici.

Particolarmente interessante e originale è il sofisticato sistema per il trattamento dell'aria indoor. Questo si avvale di un mix integrato di dispositivi attivi e passivi che consentono di abbattere del 50% il fabbisogno annuo di aria condizionata e del 21% la quantità di energia necessaria per la climatizzazione del fabbricato. Tale sistema coinvolge l'intero organismo architettonico e fa capo al cosiddetto 'atrio ambientale' che costituisce il fronte sud dell'edificio: si tratta di una camera di cristallo verticale, a sezione triangolare, articolata internamente da una sequenza di prismi vetrati, rastremati verso l'alto e continui dalla copertura all'interrato, che funzionano da pozzi di ventilazione.



Mediante aspirazione forzata, l'aria esterna viene prelevata a livello del tetto, già relativamente raffinata dagli inquinanti più pesanti sprigionati dal traffico stradale, e sottoposta ad un primo raffreddamento grazie al vaglio di alcune serpentine ad acqua montate accanto alle prese e alimentate da cinque sonde geotermiche affondate nel terreno. Di qui l'aria è aspirata verso il basso e fatta passare attraverso il biofiltro di un giardino d'inverno composto da una selezione di essenze con elevata capacità depurativa. Il flusso d'aria, quindi, è pompato al piano interrato e incanalato lungo il circuito perimetrale di un 'labirinto termico' formato da una successione di gabbioni cavi ad alta massa d'inerzia, dove subisce un ulteriore processo di refrigerazione passiva prima di essere immesso nei condotti che riforniscono la rete di fan coil.

Esploso assometrico che illustra le soluzioni tecnologiche adottate per la sostenibilità dell'edificio.



D'estate è previsto, inoltre, uno speciale trattamento di raffreddamento notturno dei gabbioni termici realizzato tramite quindici ricambi forzati d'aria all'ora. Alcune bocchette motorizzate, distribuite sulla parete interna dell'atrio vetrato ai vari piani, permettono poi di dosare automaticamente l'afflusso d'aria non condizionata nei locali fino a raggiungere un regime di ventilazione completamente naturale, quando i parametri microambientali lo ammettono.

Più in generale, lo spettro di soluzioni 'ecotecnologiche' integrate nel progetto è assai ampio: dal labirinto termico per il filtraggio passivo e il controllo dell'aria ai sistemi di ventilazione in modalità mista, dall'uso estensivo di impianti fotovoltaici al raffreddamento geotermico, dai tetti verdi alla raccolta e riciclo dell'acqua piovana sino alla scelta di tecniche di costruzione e materiali sostenibili, quali ad esempio la post-tensione delle strutture in cemento armato, l'uso ridotto del PVC per gli impianti, l'impiego del legno di provenienza certificata.

Il funzionamento dell'edificio, infine, è continuamente monitorato da sistemi computerizzati. In poche parole un 'edificio intelligente' ma anche architettonicamente sostenibile.

MUSE - MUSEO DELLE SCIENZE DI TRENTO

Trento - Renzo Piano 2013



Progetto: MUSE - Museo delle Scienze di Trento
Localizzazione: Trento, Italia
Tipologia: Museo delle scienze naturali e Centro di ricerca
Area: 12,600 m²
Anno di progetto: 2008 -2013
Committente: Castello S.G.R.
Progettisti: RPBW Renzo Piano Building Workshop



L'architettura del MUSE di Trento presenta un avveniristico profilo che ricorda le vette delle montagne circostanti ed è costituito da spazi e volumi in successione, da pieni e vuoti che definiscono una totale flessibilità, tipica degli spazi museali di ultima generazione, che si adatta anche all'area in cui il Museo è inserito.

Il nuovo Museo delle Scienze nasce all'interno di un contesto, urbanistico e paesaggistico, frutto di un'unica visione progettuale sull'area denominata ex-Michelin, che ha l'ambizione di avviare un'importante riqualificazione urbana di questa parte della città, verso il suo fiume. La concezione urbanistica dell'intero intervento si propone infatti di ricreare, in quest'area, un vero e proprio pezzo di città, con le sue articolazioni, le sue gerarchie e la sua complessità funzionale.

Qui trovano spazio funzioni commerciali, residenziali e di terziario, nonché quelle attività di interesse pubblico che, insieme al parco, 'abbracciano' anche fisicamente l'intero nuovo quartiere divenendo al tempo stesso importanti magneti urbani per l'intera città. Questo abbraccio è sottolineato anche dal tema dell'acqua, che in forma di canale attraversa, da Sud a Nord, l'intera area per poi duplicare, come riflesse in uno specchio, le forme del Museo.

STRUTTURA PROFONDA

Il progetto per il Museo delle Scienze Naturali ha rappresentato l'occasione per tradurre in forma architettonica e sotto forma di percorso museale il rapporto esistente tra uomo e ambiente.

Per far sì che questa intenzione si concretizzasse spazialmente, è stato necessario declinare i vari e complessi significati di tale legame in diverse modalità: dall'uso di elementi simbolici a quelli tangibili, dall'inserimento di elementi naturali a quelli artificiali, dall'organizzazione di percorsi pre-costituiti alla massima flessibilità spaziale. Un organismo, quindi, estremamente articolato che ben interpreta la complessità culturale e fisica di tale rapporto.

In questo modo ogni elemento architettonico ha assunto valenze formali simboliche e caratteri tecnologici sostenibili. Se la forma assunta dal Muse suggerisce immediatamente un chiaro richiamo al paesaggio che lo circonda, altrettanto immediato è constatare che tale metafora determina una spazialità interna in grado di consentire lo svilupparsi di un percorso espositivo scandito appunto da tali volumi ed elementi significativi.

Gli elementi simbolici, inoltre, si modellano in funzione della possibilità di accogliere sistemi tecnologici per l'efficienza energetica da fonti rinnovabili realizzando un sistema integrato ed ambientalmente coerente.

In questo progetto, dunque, si realizza la fusione tra edificio innovativo, sostenibile, ecoefficiente e museo contemporaneo, flessibile, la cui narrazione avviene a scala umana perchè definita all'interno di spazi creati per l'uomo in stretto rapporto con l'ambiente, tema quest'ultimo oggetto dell'esposizione museale.



STRUTTURA SUPERFICIALE

L'espressione del rapporto tra l'edificio e il luogo in cui esso si inserisce viene palesemente esplicitato nella configurazione delle coperture a falde inclinate che richiamano le vette delle montagne retrostanti. Tale effetto viene poi amplificato dallo specchio d'acqua su cui poggia il MUSE e che ne riflette l'immagine in un'atmosfera surreale. In realtà, le falde e l'acqua stanno ad indicare i due elementi fondamentali generatori del paesaggio alpino, nonchè lo stesso paesaggio che ha permesso di conservare i reperti naturalistici presenti all'interno della collezione museale.

Tuttavia entrambi gli elementi si trasformano, nell'architettura, in sistemi sostenibili utili a minimizzare il fabbisogno energetico dell'edificio da fonti fossili compensandolo con l'energia proveniente da fonti rinnovabili, in particolare grazie all'impianto fotovoltaico presente in copertura e grazie all'impianto di recupero e riciclo delle acque.



Le falde inclinate, inoltre, definiscono l'alternanza di volumi che ospita le diverse aree espositive organizzate secondo un itinerario che si sviluppa in verticale, a partire dalla terrazza sommitale per poi proseguire verso il basso, in un percorso ideale in cui il concetto espositivo mira a ricondurre alla forma di museo le attuali tematiche ambientali, a partire dalla sensibilità del naturalista, passando per la preoccupazione per il futuro del pianeta fino alla curiosità del comune cittadino.

A destra: ingresso al MUSE Museo delle Scienze di Trento; ben visibili le falde di copertura e l'alternanza di volumi pieni e vuoti ad esse corrispondenti.

In basso: sezione longitudinale del 'big void' il grande vuoto, un atrio centrale a tutt'altezza con rampe laterali che rievoca la fase preistorica accompagnando il visitatore sulla terrazza sommitale da cui parte il percorso espositivo.

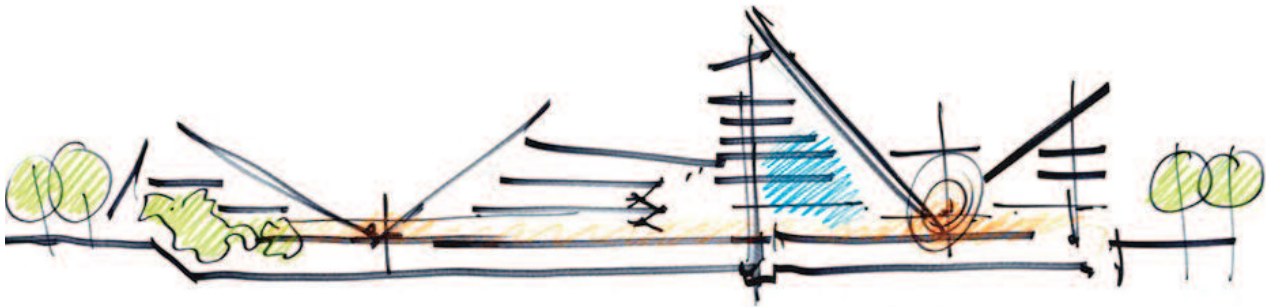


Schizzi di studio del MUSE e del masterplan per l'intero quartiere.

CONCEPT DEL PROGETTO

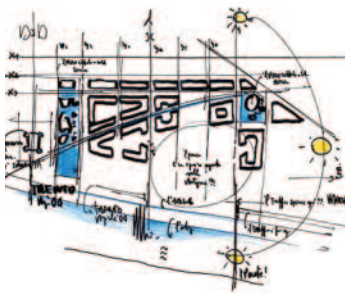
A stretto contatto con il nuovo parco e Palazzo delle Albere, l'edificio è costituito da una successione di spazi e di volumi, di pieni e di vuoti, adagiati su un grande specchio d'acqua sul quale sembrano galleggiare, moltiplicando gli effetti e le vibrazioni della luce e delle ombre. Il tutto è tenuto insieme in alto dalle grandi falde della copertura, che ne assecondano le forme, rendendole riconoscibili anche all'esterno.

L'idea architettonica nasce dalla ricerca di una giusta mediazione tra bisogno di flessibilità e risposta, precisa e coerente nelle forme, ai contenuti scientifici del progetto culturale. Un museo in cui i grandi temi del percorso espositivo sono riconoscibili anche nella forma e nei volumi, mantenendo al tempo stesso un'ampia flessibilità di allestimento degli spazi, tipica di un museo di nuova generazione.



Il percorso di visita si svolge dall'alto verso il basso, attraverso la scoperta di ecosistemi e conformazioni geomorfologiche, per un totale di quattro piani fuori terra e di due interrati. Particolarmente interessante e più che mai attuale, nei piani inferiori, la sezione dedicata al rapporto fra uomo, energia e clima con approfondimenti sullo sviluppo sostenibile, fonti rinnovabili e risparmio energetico.

Dal particolare mix di esigenze e voglia di libertà, soprattutto per stimolare l'interesse di un pubblico giovane e interessato, è nata una serie di volumi apparentemente disarticolati ma intimamente legati da una logica interna (il percorso museale) e una esterna (il rapporto con il paesaggio e il contesto urbano). L'elemento unificatore e di raccordo è sempre e comunque l'acqua. L'acqua, che è fondamentale il regalo più prezioso della montagna e allo stesso tempo l'elemento fondante per ogni forma di vita sul pianeta, è in questo progetto - come in molti altri di Renzo Piano -



il fattore aggregante dell'intero Masterplan e del Muse. I volumi, o meglio le superfici spezzate che delimitano il museo, emergono dal grande specchio d'acqua e riflettendosi, acquisiscono una vitalità 'anomala' fatta di vibrazioni e giochi di luce speculare. Alle eteree superfici vetrate e metalliche delle falde, oltre che ai loro avatar riflessi, si contrappongono le solide masse del rivestimento lapideo in verdello bocciardato, a ricordare il rapporto naturalmente armonioso che lega l'acqua alla terra, il ghiaccio alla roccia: in poche parole la montagna.

Il MUSE unisce e conclude metaforicamente l'intero quartiere e diventa allo stesso tempo il nuovo Landmark cittadino. L'abbraccio è sottolineato dall'elemento acqua che, sotto forma di canale, attraversa da sud a nord l'area per riflettere, sulla propria superficie, le forme spezzate del museo. La struttura, con le sue forme volatili, gestisce in modo dialettico anche il rapporto con il preesistente Palazzo delle Albe che ospita il MART.

Vista del Muse da cui è possibile cogliere l'andamento delle coperture e il chiaro riferimento al profilo delle vette elpine.



MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

La forma architettonica nasce quindi, oltre che dalla interpretazione volumetrica dei contenuti scientifici del museo, anche dai rapporti con il contesto: il nuovo quartiere, il parco, il fiume, il Palazzo delle Albe. Tutti questi input prendono poi materialmente forma attraverso una più libera declinazione degli elementi architettonici che costituiscono il resto del quartiere nelle sue altre funzioni, residenziale terziaria e commerciale.

Il concetto espositivo mira a ricondurre alla forma di museo le attuali tematiche ambientali, a partire dalla sensibilità del naturalista, passando per la preoccupazione per il futuro del pianeta fino alla curiosità del comune cittadino.

Le varie funzioni del Museo possono raggrupparsi in cinque principali famiglie:

- funzioni pubbliche: comprendono quegli spazi accessibili al pubblico, ma non direttamente legati alla funzione museale espositiva. Fa naturalmente parte di questo gruppo di spazi, la lobby di ingresso. Concepita come una sorta di "piazza" coperta, rappresenta il naturale prolungamento del principale asse pedonale pubblico del nuovo quartiere e che inoltre permette, attraversandola, di raggiungere lo spazio verde di fronte al Palazzo delle Albere. Vi è poi la Biblioteca/Mediateca, distribuita al piano terra, con uno spazio di "prima consultazione", e su tutto il primo piano del corpo di fabbrica ad Est della lobby. La funzione della Biblioteca è poi completata con uno spazio di deposito al livello -1. Altre funzioni comprese in questo gruppo sono: la sala conferenze di 100 posti, con relativo spazio foyer al livello -1 e la caffetteria al piano terra, con affaccio diretto sulla lobby di ingresso;

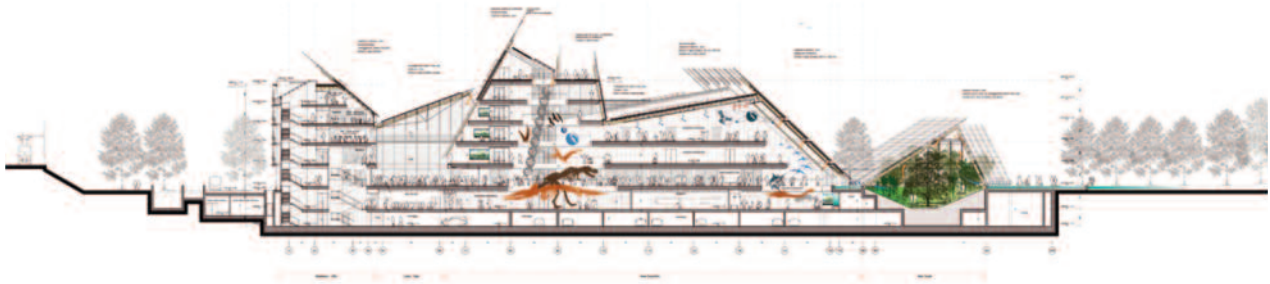
- aree espositive: sono tutti quegli spazi legati all'attività espositiva e che comprendono quindi sia i veri e propri exhibit floors, che le aule destinate ad attività didattiche di complemento alla visita. Gli spazi espositivi sono distribuiti dal livello -1 a quello +4. Vari tagli nei solai, nonché l'inclinazione delle coperture a falda, consentono di avere, lungo il percorso espositivo, alcune aree con altezze libere più generose, utilizzabili per allestimenti che richiedano maggior spazio;

- collezioni e ricerca: comprendono unità ambientali legate a quelle funzioni, di studio e ricerca, che sono parte integrante dell'attività scientifico-culturale svolta dal Museo. Si tratta di una serie di Laboratori divisi per specializzazioni, nonché di spazi per catalogare e conservare le varie collezioni. Sono ambienti, questi ultimi, caratterizzati da specifiche attenzioni tecnologiche ed impiantistiche, per garantire le corrette condizioni per la preservazione delle raccolte. La posizione e la conformazione del layout di alcuni laboratori è stata concepita al fine di consentire un periodico percorso di visita da parte del pubblico;

- uffici: gli uffici sono concentrati negli ultimi tre piani del corpo di fabbrica ad Est. In particolare, il livello +2 è riservato alle postazioni di lavoro legate all'attività di ricerca, mentre ai livelli +3 e +4 si concentra l'attività amministrativa e direzionale. L'accessibilità e la riservatezza di queste funzioni, è garantita da un sistema indipendente e dedicato di scale ed ascensori, nonché da un ingresso "filtrato" dalla lobby ed uno riservato dal fronte Est;

- magazzini e servizi: si tratta di quegli spazi adibiti a contenere i materiali per gli exhibit, le mostre già utilizzate ecc., nonché alcuni ambienti attrezzati per il montaggio, l'assemblaggio e altre lavorazioni per la preparazione degli allestimenti. Questi spazi si trovano essenzialmente al livello -1, a ridosso dell'area espositiva, al fine di assicurare una facile connessione in fase di allestimento. L'accessibilità dall'esterno è garantita da una apposita rampa carrabile, indipendente da quella che da accesso ai parcheggi del livello -2. Di fronte all'ampio portone di ingresso, posto al livello -1 ai piedi della rampa, vi è un'area di manovra in piano con funzioni di 'loading dock'. Uno speciale e dedicato montacarichi è previsto, al fine di facilitare le operazioni di allestimento sui principali exhibit floors.

Al centro: sezione longitudinale del *MUSE Museo delle Scienze di Trento*.
In basso: dettaglio della 'facciata verde' sul fronte est.



I prospetti Nord e Sud vedono l'uso del rivestimento lapideo in verdello boccardato, sostenuto meccanicamente da una sottostruttura metallica, riprendendo una finitura che caratterizza gli angoli di maggior pregio dei vari edifici nel nuovo quartiere, e qui caratterizza la finitura di tutte le superfici opache. Alle 'masse' rivestite in pietra, si alternano poi le superfici vetrate. Ai piani terra, in corrispondenza dei percorsi verticali, a tutta altezza sui fronti Nord e Sud della lobby e della 'rain forest'.

Il fronte Est, corrisponde alla porzione dell'edificio che contiene la Biblioteca e gli uffici, è caratterizzato dalla così detta 'facciata verde'. Il fronte è scandito da una successione di montanti principali in legno lamellare, e ritmato da una struttura secondaria che dimezza il modulo e con un sistema di mensole metalliche sostiene, in corrispondenza di ogni marcapiano, una serie di 'vasi' appositamente disegnati ed attrezzati con sistema di irrigazione e drenaggio, destinati a far crescere lungo la facciata (attraverso appositi sostegni verticali tra vaso e vaso) specie rampicanti, scelte in una studiata miscela, tra perenni e a foglia caduca.



In alto: dettaglio del fronte ovest caratterizzato dall'alternanza delle facciate trasparenti e di quelle in blocchi lapidei.

In basso: particolare delle falde di copertura.



Il fronte Ovest è caratterizzato dalla vista in successione delle falde di copertura, con in primo piano quelle in vetro della serra tropicale. Le coperture sono caratterizzate da una successione di grandi falde, con orientamento Est-Ovest, in parte opache, con finitura in zinco, ed in parte in vetro trasparente. Tutte le falde sono dotate di generosi sbalzi, caratterizzati da un progressivo alleggerirsi del telaio strutturale e un diradarsi, in fasce sempre più strette, del manto di copertura. Le falde con copertura opaca sono finite con un manto in lamiera di alluminio zinco-patinata, completo di accessori, elementi di finitura, sistemi ferma-neve e di sicurezza. Inoltre è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici, con dimensione e passo coerente con quello della struttura di copertura, provvisti di appositi supporti per una corretta inclinazione verso Sud. Le coperture vetrate caratterizzano il volume della lobby e quello della serra tropicale.



La serra tropicale rappresenta un elemento architettonico con complesse dinamiche di funzionamento, destinato quindi a particolari attenzioni, sia tecnologiche che impiantistiche. Questo oggetto è al tempo stesso parte integrante del percorso espositivo, nonché vera e propria 'greenhouse', con il compito di far crescere e preservare un pezzo di foresta pluviale. Per questo motivo, pur provvedendo a garantire, in qualsiasi periodo dell'anno, le condizioni per poter essere visitato dal pubblico, la presenza di esemplari tipici della flora tropicale, con necessità di temperatura ed umidità specifiche, non consentirà a questo ambiente di avere le stesse condizioni climatiche di un normale spazio espositivo.



Vista del volume che ospita la serra tropicale presente all'interno del MUSE - Museo delle Scienze di Trento.

Il volume della serra è la parte del Museo più vicina a Palazzo delle Albere. Si è preferito infatti affidare alla trasparenza ed alla leggerezza, il compito di dialogare più da vicino con il delicato contesto. Lo stesso intento di instaurare un rispettoso confronto con questa importante preesistenza storica, ha suggerito la scelta di far partire il volume interno della serra dal livello -1, così da avere la possibilità di una altezza libera interna di circa 12 m, mantenendo l'altezza del volume fuori terra a circa 8 metri. La geometria, trova la genesi dei suoi allineamenti nel contesto della progettazione dell'intero quartiere ed è caratterizzata da due falde convergenti in pianta, una rivolta verso Nord-Est, ed una verso Nord-Ovest.

Una copertura piana triangolare chiude il volume orizzontalmente, una grande facciata trapezoidale in vetro chiude il fronte Sud, una più piccola,

Dettaglio di una delle falde di copertura in fotovoltaico.

triangolare, quello Nord. Nelle strutture ritroviamo l'utilizzo complementare di travi in legno con elementi in acciaio, che lavorano sfruttando al meglio, ognuno, le proprie caratteristiche statiche. L'involucro trasparente della serra è dotato di apposite aperture, sia in basso che in alto, per consentire la necessaria ventilazione naturale, nonché di sistemi di ombreggiamento per le superfici maggiormente esposte all'irraggiamento estivo.

TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

Le tecniche costruttive perseguono la sostenibilità ambientale e il risparmio energetico con un ampio e diversificato ricorso alle fonti rinnovabili e ai sistemi ad alta efficienza. La certificazione LEED è stata ottenuta attraverso una serie di scelte progettuali: dall'ottimizzazione della produzione e distribuzione generale del caldo e del freddo, attraverso un'unica centrale di tri-generazione per l'intero quartiere, all'attento controllo dell'involucro termico dell'edificio per ridurre le dispersioni; inoltre sono presenti pannelli fotovoltaici e sonde geotermiche che lavorano a supporto di un sistema di teleriscaldamento centralizzato per tutto il quartiere.

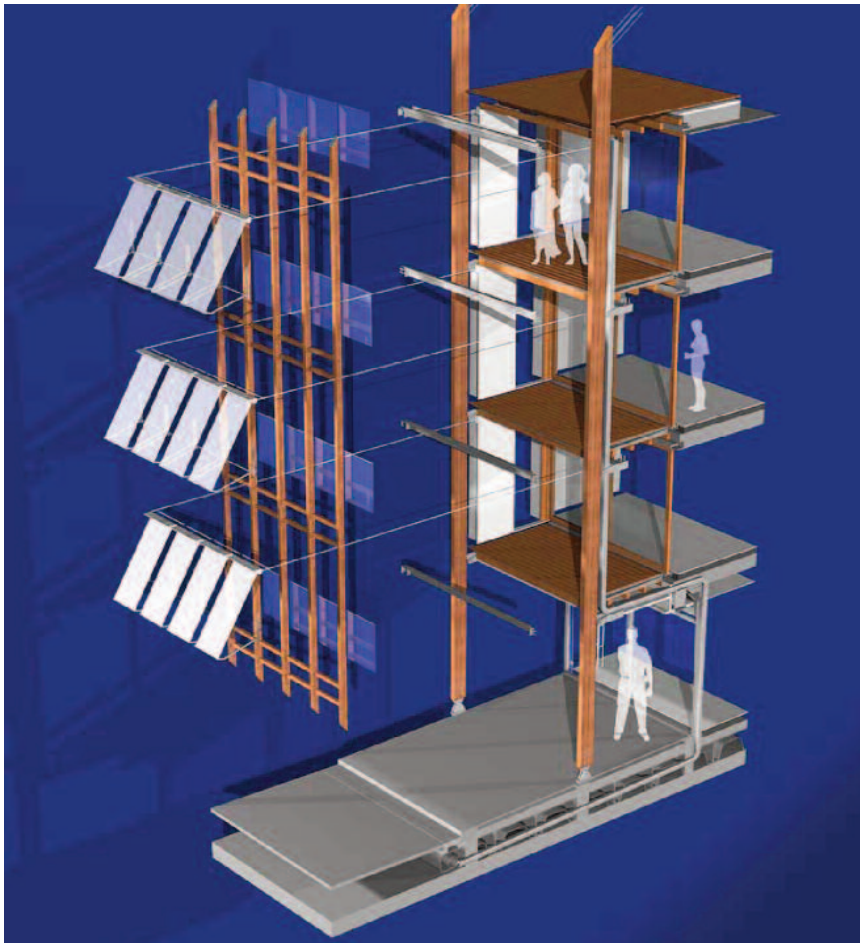
Le coperture opache del Museo sono ricoperte da un totale di circa 340 m² di pannelli fotovoltaici che, con appositi sostegni, sono inclinati verso sud di un angolo di 23° rispetto al piano delle falde. Il segno architettonico è amplificato da un'installazione simile su tutte le coperture del nuovo quartiere.



Il sistema degli impianti è centralizzato e meccanizzato mentre un sofisticato sistema di brise soleil e di tende comandate da sensori di temperatura e di irraggiamento solare viene gestito in automatico per ridurre l'irraggiamento nelle ore estive e facilitarlo durante le giornate invernali.

Le acque meteoriche vengono utilizzate per i servizi igienici, per l'irrigazione della serra, per alimentare gli acquari e lo specchio d'acqua che circonda l'edificio, il risparmio stimato di acqua d'acquedotto è del 50% circa. Il sistema degli impianti per il funzionamento dell'edificio è centralizzato, meccanizzato e sfrutta diverse fonti di energia rinnovabili (in particolare quella solare, con l'uso di celle fotovoltaiche e pannelli solari, e la geotermica, con lo sfruttamento di sonde a scambio termico).

Esplosivo assometrico che illustra il particolare del sistema di brise soleil e tende comandate grazie ad un impianto domotico con sensori di temperatura e irraggiamento solare.

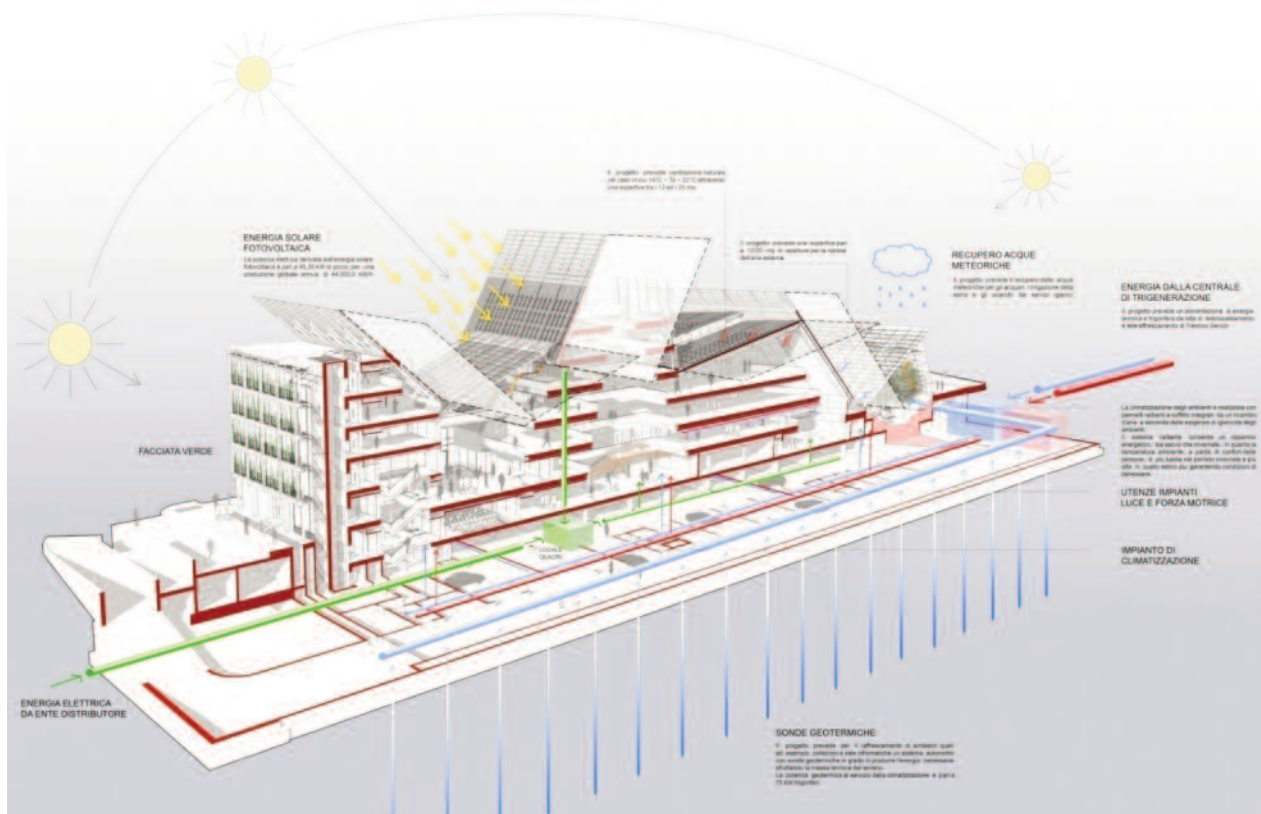


Sezione assonometrica che illustra il funzionamento bioclimatico del MUSE.

Il sistema energetico è accompagnato da un'attenta ricerca progettuale sulle stratigrafie, sullo spessore e la tipologia dei coibenti, sui serramenti e i sistemi di ombreggiatura, al fine di innalzare il più possibile le prestazioni energetiche dell'edificio.

L'illuminazione e la ventilazione naturale, in alcuni spazi, permettono la riduzione dei consumi e la realizzazione di ambienti più confortevoli.

Nella costruzione vengono privilegiati materiali di provenienza locale per limitare l'inquinamento dovuto al trasporto. Il criterio della sostenibilità e del minor impatto trova un'applicazione particolare e per certi versi curiosa nella scelta di utilizzare il bambù (di produzione italiana) come legno per la pavimentazione delle zone espositive.



BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA DI RIFERIMENTO PER I CASI STUDIO ILLUSTRATI

- Mercedes-Benz Museum, Stuttgart - UNStudio 2006

E. Gandolfi, "Museo Mercedes-Benz. Stoccarda", The Plan 14, maggio-giugno 2006;
F. Bucci, "Automobilmorfosi", Casabella 748, ottobre 2006;
L. Aquili, E. Alberg, "Dinamica tridimensionalità / New Mercedes-Benz Museum", L'Arca Plus 51, IV trimestre 2006;
N. Marzot, "Una macchina scenica che celebra il movimento", Rassegna 80, settembre 2005;
F. Panella, "Museo Mercedes-Benz a Stoccarda, Germania", L'Industria delle Costruzioni n. 393 gennaio/febbraio 2007;
www.mercedes-benz-classic.com;
www.unstudio.com;
www.daimler.com;
www.archdaily.com;
www.architettura.it;
www.schwartzryan.files.wordpress.com;
www.archrecord.construction.com.

- Surry Hills Library and Community Centre, Surry Hills - FJMT 2009

M. Mulazzani, M. Biagi, "Biblioteca, centro sociale e asilo, Sydney", Casabella 786, febbraio 2010;
www.fjmt.com.au/projects/projects_shc.html;
www.cityofsydney.nsw.gov.au;
www.greensource.construction.com;
www.architectureinsights.com.au;
www.inhabitat.com/surry-hills-library-australias-new-standard-of-sustainable-excellence;
www.archdaily.com;
www.architettura.it;
www.archideando.info.

- MUSE Museo delle Scienze di Trento, Trento - Renzo Piano 2013

www.muse.it;
www.rpbw.com;
www.archinfo.it;
www.architetturaecosostenibile.it;
www.abitare.it;
www.archdaily.com;
www.greenme.it;
www.rinnovabili.it;
www.it.detail-online.com.

5.2_EDIFICI AMMINISTRATIVI: LA FORMA E LA QUALITÀ AMBIENTALE

Sebbene la recente crisi economica abbia affermato, o almeno rallentato, il tumultuoso sviluppo del settore immobiliare, non si può negare che gli edifici a destinazione amministrativa abbiano vissuto nel recente passato una ritrovata visibilità ed una nuova enfasi progettuale. Il crescente interesse per tale tipologia di edifici è dimostrato anche dai progetti in fase di realizzazione in numerose città europee in contesti urbanistici fino a pochi anni fa considerati inviolabili. I dibattiti nati nelle città interessate in seno all'opinione pubblica sono resi ancora più accesi, oltre che da interessi paesaggistici ed economici, anche da una più complessa valutazione delle ricadute ambientali globali legate alla costruzione di tali edifici. La presa di coscienza, da parte della società, degli effetti prodotti dalle attività antropiche sugli equilibri ambientali della Terra, ha trasformato il tema della sostenibilità in un grande catalizzatore di un'attenzione di massa grazie anche al potere di amplificazione esercitato dai media. Il valore strategico, che l'immagine di sostenibilità ricopre, spinge i progettisti a dotare i propri edifici di soluzioni tecnologiche o impiantistiche in grado di accattivarsi la fiducia dell'opinione pubblica, ma che nascondono spesso fattori di maggior rilevanza nei confronti degli obiettivi di salvaguardia ambientale da raggiungere.

E' però necessario focalizzare l'attenzione sui parametri caratteristici della tipologia degli edifici amministrativi, distinguendoli dagli aspetti generali dell'architettura riferibili a qualunque altra tipologia edilizia. Per l'individuazione dei fattori che svolgono un ruolo fondamentale nella determinazione delle caratteristiche di sostenibilità di un edificio per uffici è, dunque, necessario definire con precisione l'oggetto dell'analisi: "un edificio destinato ad accogliere attività amministrative e sociali è un edificio nel quale i concetti di altezza e complessità funzionale influenzano direttamente le principali scelte di carattere architettonico, strutturale, impiantistico, costruttivo e di funzionamento del fabbricato"⁸⁶.

Obiettivo primario è quindi il raggiungimento di una qualità ambientale complessiva, interna per i fruitori ed esterna intesa come bilancio ecologico positivo con l'ambiente circostante. La qualità ambientale degli edifici amministrativi si pone tra i suoi principali obiettivi quello del raggiungimento di un progettare e costruire inteso come attività di ricerca e sperimentazione che continuamente si affini e si evolva, adattandosi ottimamente alle esigenze umane in coerenza ed in accordo con l'ambiente esterno. Un

accordo che si stabilisce attraverso il controllo delle interazioni fisiche, sensoriali, informative e funzionali che si instaurano tra soggetti utilizzatori - l'ambiente indoor - e gli apparati tecnologici.

Lo sforzo che si sta tentando di compiere nella nostra era si configura proprio nel tentativo di esprimere l'interazione tra le esigenze dettate dall'abitare e le condizioni ambientali all'intorno, in modo tale che risultino allo stesso tempo bagaglio culturale ed input progettuale. Partendo dalla considerazione che occorre ricostruire una cultura diffusa dell'abitare è necessario infatti definire, oggi più che mai, metodi e strumenti di approccio progettuale che siano attenti alla complessa e primaria dimensione uomo-ambiente, individuando gli aspetti qualitativi di controllo ed i possibili trasferimenti di tecnologie e di materiali in modo che possano avvenire secondo un'ottica ambientalmente consapevole.

La progettazione finalizzata ad un'alta qualità degli ambienti indoor e ad una globale sostenibilità fonda la sua essenza su tre principi forti: integrazione, evoluzione ed equilibrio. Programmato ad autogovernarsi, come un qualsiasi organismo vivente, l'edificio tecnologicamente integrato, infatti, sviluppa il suo modo di essere e di 'comportarsi' attraverso una continua interazione con l'esterno (auto-organizzazione), evolvendosi grazie ad un costante adattamento all'interno del suo stesso sistema (auto-regolazione) e con esso mantenendo il proprio stesso equilibrio interno.

Questi sono i caratteri che contraddistinguono i progetti per la Swiss Re Tower a Londra, per l'Unilever Haus ad Amburgo e per l'Education Executive Agency & Tax Offices a Groningen: tutti edifici la cui forma e le cui tecnologie integrate sono state progettate per massimizzare i benefici derivanti dalle influenze climatiche e morfologiche del luogo in cui sorgono, al fine di incanalare tali effetti in una progettazione consapevole che garantisca una elevatissima qualità ambientale indoor.

La forma della Swiss RE Tower, ad esempio, convoglia infatti i venti, di pressione relativamente alta nella zona di Londra, permettendone l'utilizzo nell'intercapedine e di conseguenza l'asportazione del calore in eccesso o il pre-riscaldamento dell'aria in inverno. L'intercapedine funziona in questo modo da regolatore delle temperature, abbassandole in estate e incrementandole in inverno, consentendo un ampio comfort nelle zone perimetrali dell'edificio e minimizzando l'utilizzo della luce artificiale grazie alle ampie superfici vetrate.

Nell'edificio che ospita la sede centrale della Unilever l'attività di riqualificazione si è basata in generale sull'utilizzo di tecnologie innovative per

la riduzione delle emissioni di CO²; ma l'edificio è sostenibile anche per un'idea di dinamismo diffusa, sotto il profilo anche dell'ambiente lavorativo, con un innovativo eco-concept capace di soddisfare le diverse esigenze di oltre 1200 persone impiegate all'interno. Massima l'attenzione al risparmio energetico e al comfort climatico: radiatori regolabili manualmente, elementi schermanti per modulare l'ingresso della luce diretta, sistemi attivi e passivi per la produzione dell'energia all'interno dell'edificio. Interessante, sul piano progettuale e costruttivo, la soluzione adottata per la schermatura in facciata: una struttura tubolare di acciaio fa da sostegno alla pellicola trasparente di Etfè che, pur lasciando passare l'aria, protegge dal vento e dalle intemperie.

Il EEA&Tax Offices di UNStudio si impone come un modello esemplare di progettazione eterogenea e articolata. Prestando infatti una straordinaria attenzione al modo con cui le persone si muovono attraverso l'edificio, dà vita ad elementi di percorso tali da introdurre una sorta di paesaggio nella costruzione. I corridoi distributivi non sono vicoli ciechi, costretti tra sale riunione e postazioni private, ma sono vere e proprie promenade trasparenti, componenti in grado di stabilire una relazione proficua con l'esterno del complesso per uffici. La sostenibilità è dunque sinonimo del grado di abitabilità, ma compare in larga misura anche nella sua accezione più nota: l'edificio è l'esatta coincidenza fisica delle necessità di efficienza energetica e limitazione dell'impatto ambientale con il disegno dell'involucro edilizio esterno. Le morbide bande bianche orizzontali della pelle, che introducono la dimensione scalare nel fabbricato, comprendono l'apparato impiantistico, svolgono la funzione di brise-soleil, di 'pinne' oscuranti che limitano l'abbagliamento solare interno garantendo condizioni di massimo comfort per i lavoratori.

30 ST MARY AXE (SWISS RE TOWER)

London - Norman Foster 2004



Progetto: 30 St Mary Axe
Localizzazione: Londra, Gran Bretagna
Tipologia: Sede inglese della compagnia assicurativa
Area: 64,469 m²
Anno di progetto: 2000 -2004
Committente: Swiss Reinsurance Company Ltd
Progettisti: Foster & Partners



Situata in 30 St Mary Axe, nel cuore della City londinese su un'area che ospitava un edificio storico distrutto da un bombardamento, la torre realizzata da Norman Foster nel 2003 ospita la sede della Swiss Reinsurance Company, una società assicurativa svizzera.

La Swiss Re Tower, con i suoi 41 piani e 180 metri di altezza, rappresenta uno degli edifici più riconoscibili nello skyline della città, non solo per la sua audacia estetica, ma anche per l'adozione di innovative soluzioni a basso consumo energetico. La struttura testimonia, infatti, una profonda sensibilità al tema della sostenibilità ambientale: la forma conica aerodinamica e le facciate ventilate con pozzi di luce che salgono a spirale lungo la costruzione, ottimizzando l'illuminazione naturale e riducendo il consumo energetico dell'edificio (circa il 50% rispetto ad una struttura tradizionale).

L'edificio promuove anche l'integrazione della vita urbana con la costruzione di nuovi negozi, bar e spazi ristorativi. L'edificio ha la pianta circolare: gli angoli del lotto sono quindi stati adibiti a spazi aperti al pubblico e comprendono una piazza pubblica con un piccolo torrente, attraversato da passerelle, che circonda l'edificio.

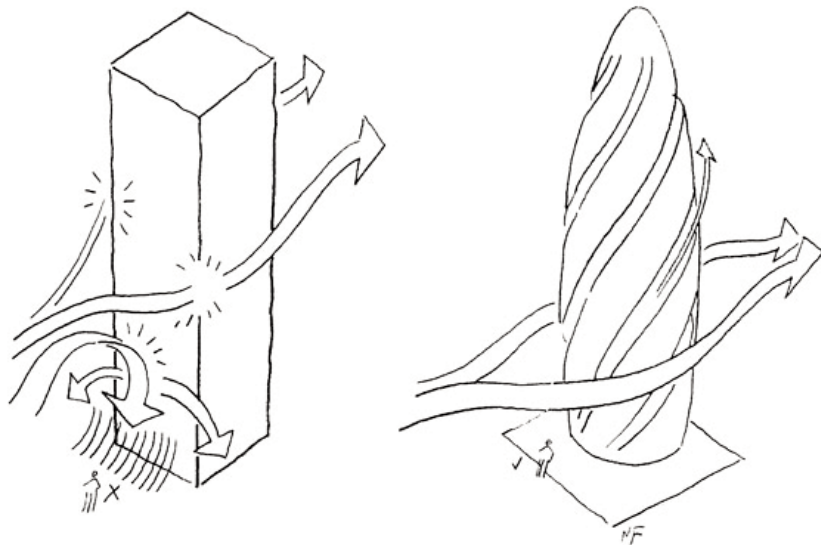
Concept energetico della Swiss Re Tower relativo alla circolazioni delle correnti d'aria attorno all'edificio.

STRUTTURA PROFONDA

L'obiettivo della sperimentazione sostenibile condotta attraverso la realizzazione del grattacielo 30 St Mary Axe, è stato quello di dimostrare come le fonti rinnovabili, in particolare sole e vento, potessero essere integrate nell'edificio non solo attraverso l'uso di sistemi impiantistici ecoefficienti ma, piuttosto, come esse stesse potessero generare la configurazione architettonica definendo spazi, funzioni, e determinando il microclima interno.

Tale intenzione ha portato lo studio Foster and Partners ha condurre una attenta fase metaprogettuale di indagine ambientale al fine di definire i parametri di influenza determinanti per la generazione dell'organismo architettonico. La Swiss Re Tower, infatti, è un edificio vivo, dinamico, che basa il suo totale funzionamento sull'azione solare ed eolica: la prima determina il soleggiamento naturale interno e il funzionamento degli impianti meccanici; la seconda definisce la forma, la distribuzione interna e assicura una corretta ventilazione.

L'innovazione tecnologica raggiunge, quindi, in questo edificio una espressione di alto livello poichè grazie ad un'attento studio preliminare, genera un edificio capace di autosostenersi e di utilizzare le fonti rinnovabili come istinto progettuale e definizione della configurazione.



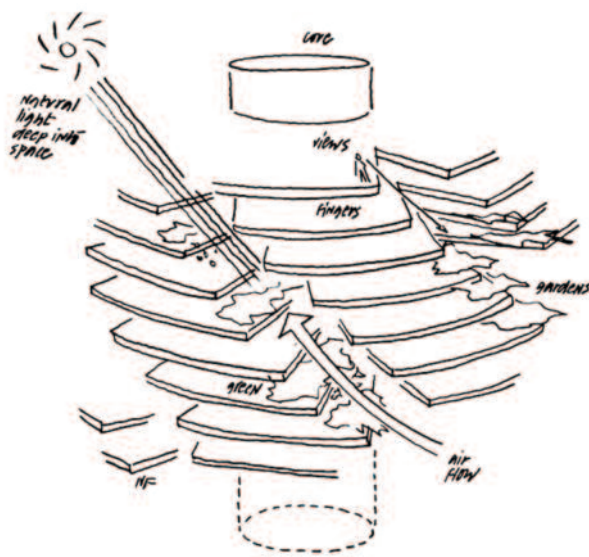
STRUTTURA SUPERFICIALE

Il grattacielo sostenibile di Foster and Partners rappresenta il simbolo delle possibilità costruttive sostenibili degli edifici a torre. L'involucro è costituito da circa 300 cellule dalla forma romboidale, che si compongono di una doppia pelle all'interno della quale viene fatta passare aria esausta dagli uffici.

La forma dell'edificio convoglia infatti i venti, di pressione relativamente alta nella zona di Londra, permettendone l'utilizzo nell'intercapedine e di conseguenza l'asportazione del calore in eccesso o il pre-riscaldamento dell'aria in inverno. L'intercapedine funziona così da regolatore delle temperature, abbassandole in estate e incrementandole in inverno, consentendo un ampio comfort nelle zone perimetrali dell'edificio e minimizzando l'utilizzo della luce artificiale grazie alle ampie superfici vetrate.

La sostenibilità del grattacielo è realizzata oltre che dal doppio involucro anche dalla rotazione dei piani: essi infatti ruotano uno sull'altro di 5 gradi e sono sezionati in modo tale da creare dei tagli in diagonale per incrementare la quantità di luce naturale all'interno degli uffici. In presenza dei tagli sono anche ubicati dei giardini che fungono da 'polmoni' dell'edificio, evidenziati tra l'altro dal trattamento dei vetri, tinti in pasta, che accentuano la percezione della spirale.

Schizzi di studio della Swiss Re Tower relativi alla rotazione dei piani per garantire il corretto soleggiamento e la distribuzione dei flussi d'aria.



CONCEPT DEL PROGETTO

Oltre a 'ricucire' il tessuto urbano di questa area, la realizzazione della torre Swiss Re ha contribuito a rivalutare la tipologia del grattacielo chiuso da un involucro vetrato, considerato da sempre come un edificio 'energivoro' che consuma grandi quantità di energia elettrica per la ventilazione e per il raffreddamento degli ambienti interni. Lo Swiss Re invece è stato concepito come un grattacielo ecologicamente responsabile volto all'efficienza e al risparmio energetico limitando con questa strategia l'immissione di gas serra nell'atmosfera. La torre londinese infatti presenta un fabbisogno energetico inferiore di circa il 50% rispetto ad un edificio di uguali dimensioni ma costruito con criteri tradizionali sia nella concezione progettuale che nella scelta dei materiali.

La forma della torre Swiss Re è stata generata da un concept energetico di base che ha mirato ad unire insieme diverse strategie, in particolare quella di consentire all'aria di circolare attorno all'edificio adottando per la torre una forma aerodinamica, ciò ha evitato, come invece succede di solito nei grattacieli a pianta rettangolare, che il vento venisse convogliato verso il suolo. In questo modo sono state ridotte le spinte del vento a livello del piano terra e allo stesso tempo è stata garantita una maggior sicurezza statica alla base dell'edificio. Tale forma convoglia i venti, di pressione relativamente alta nella zona di Londra, permettendone l'utilizzo nell'intercapedine. L'intercapedine funziona in questo modo da regolatore delle temperature, abbassandole in estate e incrementandole in inverno, consentendo un ampio comfort nelle zone perimetrali dell'edificio.

L'edificio minimizza l'utilizzo della luce artificiale grazie alle ampie superfici vetrate. Le simulazioni prevedono una drastica riduzione dei consumi globali, circa del 40 %, rispetto a un edificio realizzato con tecnologie tradizionali. La sostenibilità del grattacielo è realizzata oltre che dal doppio involucro anche dalla rotazione dei piani.

La torre alta 180 m. si presenta con una pianta circolare, che si amplia nel suo diametro verso la metà dell'edificio e che si rastrema verso la sommità. Questa particolare tipologia risponde alle specifiche richieste dell'area, permette di ridurre la superficie riflettente, migliora la trasparenza e aumenta la penetrazione della luce solare durante il giorno. I piani dell'edificio ruotano uno sull'altro di 5 gradi e sono sezionati in modo tale da creare dei tagli in diagonale per incrementare la quantità di luce naturale all'interno degli uffici. La forma conica aerodinamica e le facciate ven-

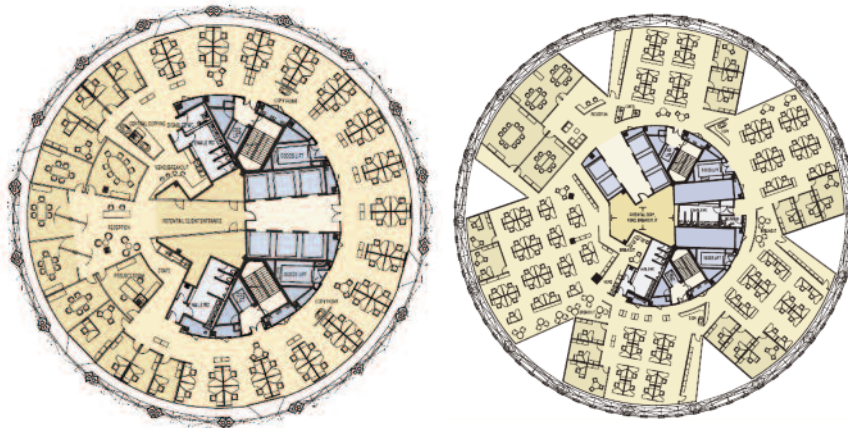
tilate con pozzi di luce che salgono a spirale lungo la costruzione, ottimizzando l'illuminazione naturale e riducendo il consumo energetico dell'edificio

Piante tipo dei livelli uffici in assenza e in presenza dei 'tagli'. Vista assonometrica dell'edificio.

MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

La torre ha una pianta radiale con perimetro circolare, al centro del quale è collocato un nucleo concentrico contenente gli ascensori e le scale. L'edificio ha una struttura perimetrale a elementi portanti di tipo triangolare in carpenteria metallica e calcestruzzo, che libera la pianta di ciascun livello dai pilastri. In facciata, gli elementi strutturali hanno una disposizione diagonale che resiste ai carichi del vento in quanto variano continuamente i piani di irrigidimento connessi al nocciolo centrale.

Il tipico piano dove trovano spazio gli uffici è diviso in sei blocchi rettangolari, inframezzati da aree di servizio dalla forma triangolare. Tale sistema cambia man mano che ci si sposta sui piani più alti, dove la geometria dell'edificio comincia a restringersi, fino a terminare con una cuspide pronunciata. Le circonferenze dei solai variano di piano in piano, determinando una curvatura verticale a ogiva.

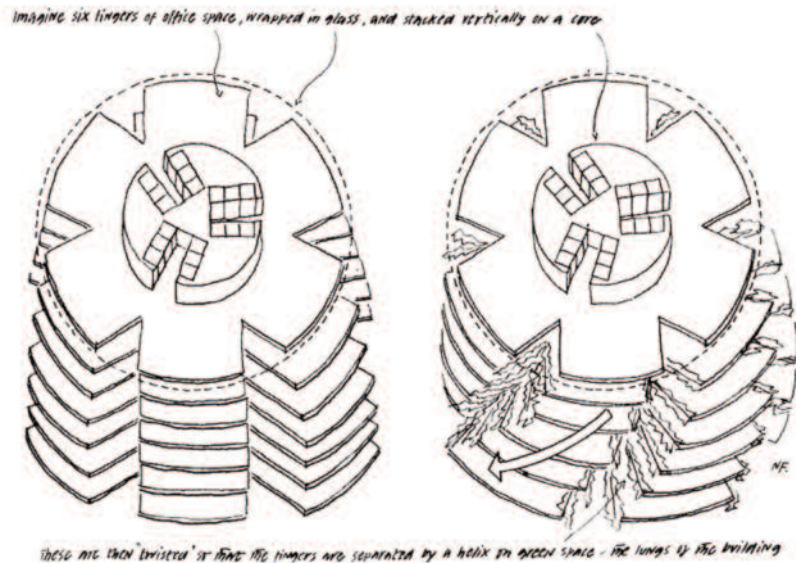


Nello sviluppo verticale, ogni piano subisce una rotazione a spirale di 5° rispetto a quello inferiore. Il movimento è interrotto ogni sei piani per creare delle compartimentazioni stabili all'azione del fuoco. Questa complessa configurazione genera un sistema fortemente diversificato ed estremamente funzionale per la circolazione dell'aria: gli spazi vuoti di ciascun



Schizzo che illustra la definizione circolare del corpo centrale, i tagli effettuati e la rotazione dei piani.

livello sono sfalsati, creando una colonna d'aria che ventila e illumina naturalmente gli spazi interni. In ogni piano sono presenti dei light-wells che, nell'intento di migliorare le relazioni sociali tra i colleghi, sono adibiti a zone di sosta, atri o giardini. La presenza di spazi illuminati naturalmente crea una connessione visiva tra i diversi piani e limita l'uso della luce artificiale che, come dimostrano molteplici ricerche strumentali e statistiche, riduce la produttività dei lavoratori, produce affaticamento visivo e discomfort glare e, negli uffici, incrementa notevolmente il consumo energetico. Il flusso ventilativo interno, invece, isola gli uffici dall'esterno, creando un comfort microclimatico ottimale e minimizzando l'impiego di impianti di riscaldamento e di raffrescamento. In facciata, questi spazi sono definiti attraverso vetri dal colore blu, che segnano un andamento spiraliforme lungo l'intero sviluppo verticale.



L'involucro architettonico è composto di 5.500 pannelli di vetro triangolari a diamante, le cui dimensioni variano nei diversi livelli. I pannelli nell'area destinata agli uffici sono costituiti da doppi vetri nella superficie esterna e singoli in quella interna, che configurano un sistema a sandwich con una cavità centrale che agisce come una buffer zone con il riciclo dell'aria. Per garantire la ventilazione naturale nell'edificio, i vetri possono essere aperti.

I pannelli dei light-wells sono doppi vetri apribili a controllo solare, co-

stituiti da una combinazione tra vetri di colore grigio e una vernice superficiale ad alte prestazioni che riduce gli scambi termici. Tra lo scheletro portante in acciaio e il vetro sono interposti sofisticati dispositivi di controllo dell'irraggiamento solare (detti solar-control blinds). La protezione solare è basata sul sistema di gestione delle facciate dinamiche (GDF) sviluppato da Somfy che, reagendo in tempo reale alle variazioni climatiche esterne, consente di gestire gli scambi ambientali in modo intelligente ed economico. Le lamelle motorizzate e automatizzate sono regolate da sensori che rilevano le condizioni climatiche esterne. Questo sistema, oltre a garantire il comfort visivo e termico e la personalizzazione delle condizioni ambientali in ciascun ufficio, ottimizza anche l'efficienza energetica dell'edificio. La scelta di protezioni solari automatizzate ha contribuito a minimizzare i consumi energetici per riscaldamento e climatizzazione e a ridurre l'investimento negli impianti termici che, per gestire i picchi di temperatura, non necessitano di essere sovradimensionati.

Vista dell'involucro in cui si evidenzia il motivo spiraliforme e dettaglio del sistema di aperture.



TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

La ventilazione naturale avviene lungo cavedii luminosi, ciascuno di sei piani, che avvolgono l'edificio. La loro forma è stata calibrata in relazione al modo in cui il vento colpisce l'edificio. La pressione non varia particolarmente salendo o scendendo nell'edificio, ma si modifica in maniera significativa se ci si muove lungo il perimetro dei piani, poiché si generano

zone a pressione diversa che spingono l'aria attraverso i cavedii con un'intensità superiore di quella che si avrebbe in un edificio a torre.

Per quanto riguarda il comfort interno, è stata progettata una doppia facciata, che permette di far circolare l'aria piano per piano, con il risultato di ottenere un sistema ampiamente decentralizzato. I pannelli nell'area destinata agli uffici sono costituiti da doppi vetri nella superficie esterna e singoli in quella interna, che configurano un sistema a sandwich con una cavità centrale che agisce come una buffer zone con il riciclo dell'aria. L'aria entra nell'edificio attraverso una piccola doppia apertura in facciata e viene immessa in un fan coil che la distribuisce nel piano, fluisce sotto il pavimento sopraelevato e quindi viene incanalata nell'intercapedine tra gli oscuranti e la parete degli uffici. L'aria esausta serve per far defluire l'aria calda che si accumula nell'intercapedine, impedendole di diffondersi negli uffici, si crea quindi uno strato isolante intorno alla facciata.

Tra lo scheletro portante in acciaio e il vetro sono interposti sofisticati dispositivi di controllo dell'irraggiamento solare (detti solar-control blinds). La protezione solare è basata sul sistema di gestione delle facciate dinamiche che, reagendo in tempo reale alle variazioni climatiche esterne, consente di gestire gli scambi ambientali in modo intelligente ed economico. Le lamelle motorizzate e automatizzate sono regolate da sensori che rilevano le condizioni climatiche esterne. Questo sistema, oltre a garantire il comfort visivo e termico e la personalizzazione delle condizioni ambientali in ciascun ufficio, ottimizza anche l'efficienza energetica dell'edificio. La scelta di protezioni solari automatizzate ha contribuito a minimizzare i consumi energetici per riscaldamento e climatizzazione e a ridurre l'investimento negli impianti termici che, per gestire i picchi di temperatura, non necessitano di essere sovradimensionati.



Progetto: Unilever Haus
Localizzazione: Amburgo, Germania
Tipologia: Quartier generale Unilever
Area: 38,000 m²
Anno di progetto: 2006 -2009
Committente: Strandkai 1 GmbH (HOCHTIEF Projektentwicklung)
Progettisti: Behnisch Architekten



Nella grande area del porto industriale, a ridosso del fiume Elba, ad Amburgo, la nuova sede della Unilever, completata nell'estate del 2009, contribuisce a rimodellare il waterfront dello storico quartiere portuale di HafenCity.

Il progetto, firmato da Behnisch Architekten, ha risposto a richieste specifiche della committenza: un edificio che coniugasse alta funzionalità con caratteristiche di elevata sostenibilità ambientale e basso consumo energetico.

Massima l'attenzione al risparmio energetico e al comfort climatico: radiatori regolabili manualmente, elementi schermanti per modulare l'ingresso della luce diretta, sistemi attivi e passivi per la produzione dell'energia all'interno dell'edificio. Interessante, sul piano progettuale e costruttivo, la soluzione adottata per la schermatura in facciata: una struttura tubolare di acciaio fa da sostegno alla pellicola trasparente di Etfè che, pur lasciando passare l'aria, protegge dal vento e dalle intemperie. Ecco la seconda pelle dell'edificio, costituita da un telaio principale in acciaio, fissato alle solette portanti in c.a. dei vari piani e dalla pellicola in Etfè messa in tensione da un sottosistema di funi in acciaio inox.

Schizzo di studia che sintetizza le relazioni e le influenze tra la nuova Unilever Haus e il contesto in cui si insedia.

STRUTTURA PROFONDA

Realizzare un edificio sostenibile in totale simbiosi con l'ambiente è l'intenzione progettuale primaria del quartier generale Unilever. Un quartier generale che sia icona dei valori dell'azienda e che incarni i concetti di flessibilità, trasparenza e benessere.

Questa la missione che è stata affidata allo studio Behnisch Architekten: realizzare un edificio simbolo, in armonia con il contesto in cui sorge e all'interno del quale tutte le categorie di utenti possano trovare l'ambiente ottimale. Per rispondere a tali esigenze Stefan Behnisch realizza un edificio sulle rive del fiume Elba che metaforicamente richiama la prua di una nave, un nuovo mezzo per approdare al nuovo corso aziendale. L'edificio è totalmente trasparente per entrare in perfetta simbiosi con il paesaggio e soprattutto per interagire con i parametri ambientali - vento, sole e acqua - che definiscono il funzionamento bioclimatico dell'edificio.

Le tre azioni collaborano insieme interessando tutto l'edificio completamente esposto per poi essere convogliate al suo interno, attraverso opportuni sistemi tecnologici, e garantire così l'eco-efficienza dell'intero complesso.



STRUTTURA SUPERFICIALE

La completa trasparenza dell'edificio, realizzata non con un rivestimento in vetro ma con una struttura in acciaio ed Etefe, rappresenta il diaframma, l'elemento di dialogo tra l'ambiente e l'edificio; ciò accentuato dal fatto che, a differenza del vetro, l'Etefe, pur garantendo elevati livelli di isolamento, è un materiale sensibile alla variazione climatica e quindi in grado di assumere i comportamenti esterni e filtrarli all'interno senza però mai inficiare le ottimali condizioni microclimatiche indoor.

La scelta della totale trasparenza, risponde, inoltre, all'esigenza di garantire la massima luminosità è il soleggiamento naturale degli ambienti sia nelle zone adibite ad uffici sia negli spazi pubblici. Questo, in particolare, si lega al grande atrio centrale che, oltre ad essere l'elemento di connessione delle diverse aree dell'edificio e luogo di incontro per gli utenti, è anche l'elemento bioclimatico che, combinando l'azione dei sistemi di ventilazione naturale, impianto fotovoltaico, soleggiamento e vegetazione per la purificazione dell'aria interna, determina il livello di massima sostenibilità ambientale raggiunto dall'edificio.

In questo edificio, quindi, la luce diventa l'assoluta protagonista; visibilità esterna e vivibilità interna sono i valori imprescindibili dell'intero progetto.

Vista dle grande atrio centrale bioclimatico con la particolare illuminazione a LED..

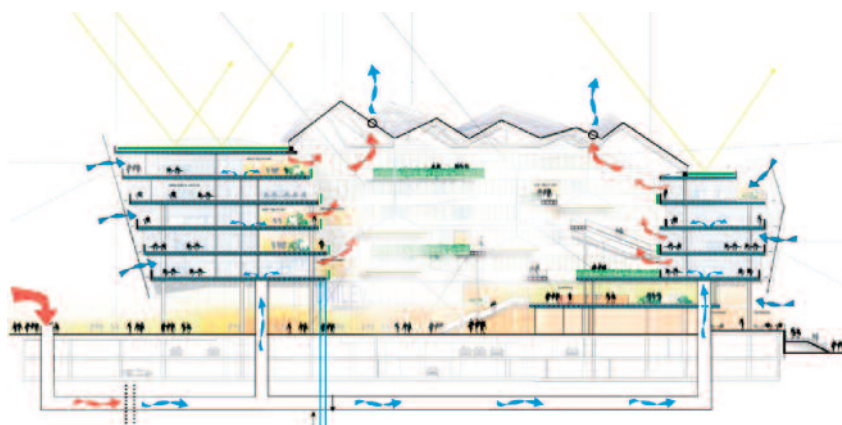


CONCEPT DEL PROGETTO

Le scelte alla base del concept architettonico e ambientale vedono l'integrazione tra la definizione dell'orientamento ottimale, la forma, la trasparenza, le caratteristiche dell'involucro, le strategie passive ed attive tra cui l'integrazione del fotovoltaico in copertura, e soprattutto la definizione dell'atrio bioclimatico che permette il lavoro sinergico tra le diverse azioni.

L'atrio si configura come uno spazio di grandi dimensioni e svolge un ruolo di mediazione tra ambienti interni e spazi esterni, inoltre contribuisce alla soluzione di diversi problemi ambientali che riguardano l'edificio: dall'illuminazione naturale al controllo dei consumi per il riscaldamento e il condizionamento, fino alla ventilazione naturale. Le aperture dell'atrio, laterali e in copertura, possono essere utilizzate per attivare i meccanismi della ventilazione naturale sia per effetto camino, sfruttando l'estensione verticale dell'atrio, che attraverso l'azione diretta della portata del vento. Il suo volume agisce anche come un volano termico, ritardando e attenuando gli effetti delle variazioni di temperatura dell'ambiente esterno grazie all'inerzia termica di una massa d'aria molto estesa in rapporto alle dimensioni dell'edificio. L'atrio costituisce inoltre un serbatoio di aria preriscaldata durante l'inverno, mentre in estate favorisce l'estrazione dell'aria esausta dall'edificio e l'espulsione della stessa verso l'esterno.

La copertura, frammentata e opportunamente inclinata, ospita un impianto fotovoltaico integrato che garantisce il funzionamento degli impianti meccanici, inoltre contiene un sistema di oscuramento in tessuto attivato da sensori di radiazione solare che in grado di filtrare la luce nello spazio centrale senza mai oscurarlo completamente.



MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

La sinergia creatasi tra il developer Hochtief, il cliente Unilever e Behnisch Architekten fin dalla fase concettuale aveva come obiettivo la realizzazione di un'architettura che fondesse insieme alta funzionalità, elevata sostenibilità ambientale e basso consumo energetico. Cuore pulsante del progetto è l'atrio centrale ampiamente schermato da vetrate, una piazza coperta inondata di luce, di grande fruibilità, dove si sviluppa la zona commerciale con negozi, caffè, un ristorante, una spa e un punto strategico di accesso ai piani che ospitano i 1200 dipendenti in openspace arredati con sistemi modulari personalizzabili. Ampie terrazze si aprono alla vista dell'Elba o si affacciano sulla corte invitando a una sosta o a una visita degli shop.

Fulcro del progetto di Behnisch Architekten è l'enorme atrio centrale illuminato naturalmente grazie ad una copertura vetrata: qui visitatori e dipendenti dell'azienda possono incontrarsi, comunicare, sostare. La hall è articolata come fosse una parte di città con ponti, rampe, scalinate e collegamenti che restituiscono una visione ed un'atmosfera fortemente dinamica e vibrante.

TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

L'innovazione tecnologica di questo edificio sta nel fatto che si tratta della prima struttura in acciaio ed Etefe creata utilizzando soltanto uno strato di film polimerico, invece della tradizionale tecnologia dei cuscini pneumatici multilayer. In tutto, 224 pannelli, sostenuti da tre tipologie di elementi in acciaio inox: le travi a sbalzo e i cavi verticali, entrambi intradossali allo strato di Etefe; i cavi orizzontali, esterni al layer e in posizione alternata rispetto alle travi a sbalzo, per contrastare la spinta di sollevamento prodotta dal vento.

L'impiego dell'acciaio ha permesso quindi di preservare la trasparenza della facciata e al contempo di realizzare un'architettura dal profilo dinamico, senza carichi gravosi sull'edificio. L'intercapedine così ottenuta contribuisce alla ventilazione naturale e dunque al 'funzionamento' dell'edificio che, grazie ad altre particolari soluzioni adottate (illuminazione a LED, impiego di materiali ecologici, riutilizzo delle acque grigie e nere) riduce il consumo a 100 KW/h di energia primaria per metro quadro all'anno compresi riscaldamento, raffrescamento e illuminazione.

Particolare della facciata in acciaio ed etefe..



Vista esterna del quartier generale
Unilever.

Oltre alla gestione impeccabile dell'aspetto funzionale, l'edificio è progettato secondo principi di sostenibilità all'avanguardia. Tutte le aree sono studiate per catturare la massima quantità di luce possibile e creare condizioni microclimatiche ottimali. Ogni piano è provvisto di radiatori regolabili manualmente oltre ad elementi schermanti esterni che modulano l'ingresso di luce diretta all'interno degli uffici. Un ulteriore apporto di benessere è dato dai sistemi attivi e passivi per l'utilizzo e la produzione dell'energia all'interno dell'edificio. Per ovviare al problema delle emissioni dei motori diesel delle navi nei terminal vicini, gli ambienti sfruttano sia la ventilazione naturale proveniente dalle facciate sia la ventilazione meccanica che viene pompata con aria compressa nei locali mediante passaggi sotterranei e purificata con filtri. In prossimità del grande lucernario centrale bocchette di espulsione lasciano fuoriuscire l'aria satura in copertura e trattengono il calore mediante scambiatori evitando inutili dispersioni. In facciata, una struttura tubolare di acciaio sostiene il sistema di schermatura formato da una pellicola trasparente di Ete che, pur permettendo il passaggio naturale dell'aria, ha il compito di difendere le aperture vetrate dai venti e dalle intemperie stagionali.

Costruito seguendo i principi dell'architettura sostenibile, il complesso adotta tecnologie che consentono il risparmio delle risorse: le zone adibite ad uffici sono raffreddate mediante controsoffittature dal carattere termico mentre una pellicola applicata sui serramenti della facciata continua crea una prima barriera contro il calore solare. All'interno degli ambienti di lavoro sono stati introdotti sistemi di illuminazione di nuova concezione tramite apparecchiature LED e l'edificio ha ottenuto la nuova etichetta HafenCity Ecolabel Gold.



EDUCATION EXECUTIVE AGENCY & TAX OFFICES Groningen - UNStudio 2011



Progetto: DUO² - EEA and Tax Offices
Localizzazione: Groningen, Olanda
Tipologia: Nuova sede del dipartimento per l'Istruzione e l'Agenzia Nazionale delle Entrate
Area: 48,000 m²
Anno di progetto: 2006 -2011
Committente: Dutch Government Buildings Agency
Progettisti: UN Studio



Negli ultimi anni, UNStudio - che ha ottenuto numerosi riconoscimenti a livello internazionale per il suo approccio allo sviluppo di forme dinamiche - ha maturato notevole esperienza anche verso la progettazione sostenibile, con l'intento di realizzare edifici che rispondessero all'esigenza di ridurre le emissioni di CO² e abbracciare i più innovativi sistemi di risparmio energetico. Con questo obiettivo, UN Studio, attraverso DUO², ha realizzato uno dei più grandi edifici per uffici sostenibili in Europa, sede di due uffici governativi, il dipartimento per l'Istruzione e l'Agenzia Nazionale delle Entrate.

"La progettazione contiene numerose innovazioni relative all'uso di materiali ecocompatibili e ad una progettazione integrata che presenti minori costi energetici garantendo, allo stesso tempo, ambienti di lavoro più sostenibili. Presenta, perciò, un approccio progettuale completamente integrato, intelligente e finalizzato alla sostenibilità globale", ha spiegato Ben van Berkel.

Il risultato è un edificio vibrante e armonioso, un luogo in cui ogni utente trova la sua dimensione e il suo benessere, un ambiente confortevole grazie alla sapiente integrazione di sistemi attivi e passivi che, collaborando tra loro, definiscono un organismo sostenibile.

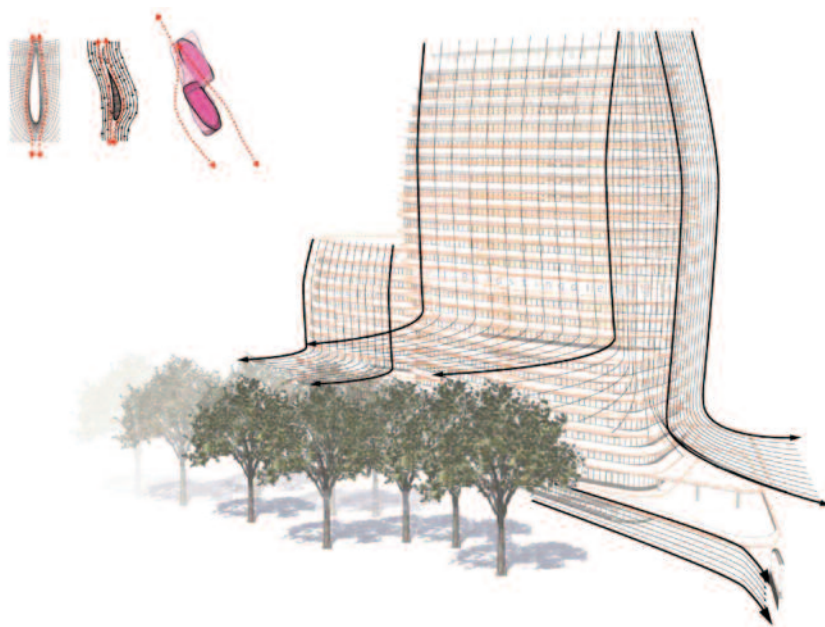
Schizzi di studio che illustrano la modellazione in pianta e in alzato dell'edificio EEA & Tax Offices in base all'azione del vento.

STRUTTURA PROFONDA

Sin dalle fasi preliminari di studio tutti gli esperti del settore sono coinvolti nel progetto, al fine di trovare la soluzione migliore e più rispettosa dell'ambiente, sia in fase realizzativa che per la successiva manutenzione. Gli stessi progettisti hanno ritenuto opportuno verificare *ex ante* il perfetto funzionamento di tutti i sistemi innovativi che compongono l'edificio ed assicurarsi che le prestazioni garantite nei suoi primi anni di vita, siano effettivamente rispettate con il passare del tempo.

Questo approccio metodologico ha permesso che l'edificio si configurasse come l'esatta coincidenza fisica delle necessità di efficienza energetica e limitazione dell'impatto ambientale, requisiti essenziali richiesti nell'investimento per un progetto così innovativo e sostenibile.

Di conseguenza la definizione della configurazione architettonica è partita dalla progettazione di un sistema integrato complesso in cui la sostenibilità si esprimesse sia a livello impiantistico che formale, nella ferma convinzione che la modellazione ambientale dell'involucro fosse il primo requisito per determinare l'effettivo risparmio energetico e che, un progetto così concepito, fosse in grado di ottimizzare l'apporto energetico delle risorse naturali.



STRUTTURA SUPERFICIALE

Vista esterna dell' EEA & Tax Offices.

La forma aerodinamica dell'edificio deriva da accurati studi sulla ventilazione e sul soleggiamento. Lo studio dei flussi d'aria ha determinato la conformazione sinuosa dell'edificio mentre l'esposizione ai raggi solari e soprattutto la possibilità di far penetrare luce all'interno dell'edificio e, allo stesso tempo, sfruttare il sole come fonte energetica, ha modellato le curvature in modo da garantire la massima esposizione.

Ne risulta un'architettura completamente plasmata dall'ambiente e per questo ad esso integrata dal punto di vista innovativo e di utilizzo delle fonti rinnovabili: diversi, infatti, sono i sistemi integrati che oltre a garantire il corretto funzionamento dell'edificio definiscono anche la configurazione architettonica.

Emblematico è, ad esempio, il sistema di ombreggiamento dove le 'pinne' marcapiano rappresentano una nuova interpretazione dei 'brise-soleil' che direzionano la luce solare filtrandola all'interno dell'edificio. Ma la funzione 'tecnica' determina anche il carattere estetico dell'edificio che si lascia avvolgere da tale elemento sottolineando ancora di più la sinuosità delle forme ed evidenziando la configurazione determinata dalle caratteristiche bioclimatiche del sito.



Vista dell' EEA & Tax Offices da cui è possibile comprendere il contesto in cui si inserisce e le azioni climatiche a cui è esposto l'edificio.

CONCEPT DEL PROGETTO

Il progetto presenta un sistema completamente integrato, un approccio intelligente di progettazione volto alla sostenibilità ed al rispetto dell'ambiente. Con queste premesse quest'architettura è riuscita a ridurre i costi energetici e l'utilizzo dei materiali ed a ricreare un ambiente di lavoro sereno e luminoso.

Sostenibilità e risparmio energetico hanno guidato anche la progettazione della facciata, dalle forme morbide ed arrotondate, decisamente differente dalle tipologie alle quali siamo abituati. Ma dietro questo particolare disegno si nasconde un'importante concetto innovativo, forse l'aspetto più importante per quanto riguarda l'efficienza energetica dell'edificio.



Sono proprio gli aggetti orizzontali, spesso paragonati a delle 'pinne', che giocano un ruolo determinante nel controllo totale delle radiazioni solari. Grazie alla loro disposizione, attentamente calcolata da specifici software, questi aggetti permettono alla frazione luminosa di entrare negli ambienti, lasciando all'esterno il calore ad essi associato, riducendo notevolmente il fabbisogno energetico dell'edificio destinato all'impianto di climatizzazione.

Ovviamente trattandosi di un edificio di notevole altezza, l'importanza del controllo dei venti e delle correnti d'aria diventa estremamente importante. Per questo motivo, all'undicesimo piano, sono stati collocati particolari griglie e condotti, che uniscono il flusso d'aria naturale al sistema di ventilazione ad alta pressione, riducendo la necessità di ventilazione arti-

ficiale.

Un'altra caratteristica tecnica della costruzione che contribuisce al suo carattere sostenibile, è la combinazione del nucleo rigido interno della struttura in calcestruzzo con i locali di accumulo dell'energia collocati nei locali sotterranei. Il nucleo interno rigido, oltre ad essere indispensabile per alloggiare tutti i servizi, aumenta l'efficienza energetica riducendo l'altezza della costruzione e liberando gli spazi interni.

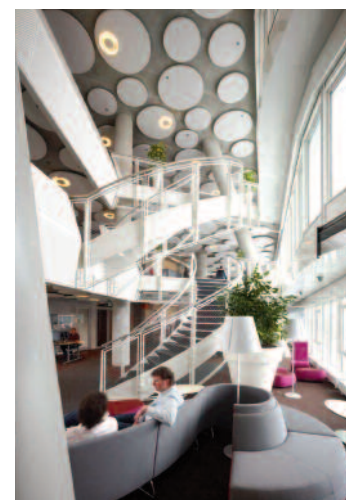
MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

La torre chiamata DUO², si sviluppa per un'altezza di 92 metri e comprende 2.500 uffici, un parcheggio per 1.500 biciclette e 675 auto, il tutto distribuito per una superficie di 48.000mq. Questo odernissimo edificio, che ridisegna le forme dell'iconico grattacielo che ha caratterizzato il XX secolo, si inserisce in una verde area boschiva, presentandosi con un profilo più morbido non dettato dal caso, ma da precisi studi specifici per sfruttare al meglio la luce naturale.

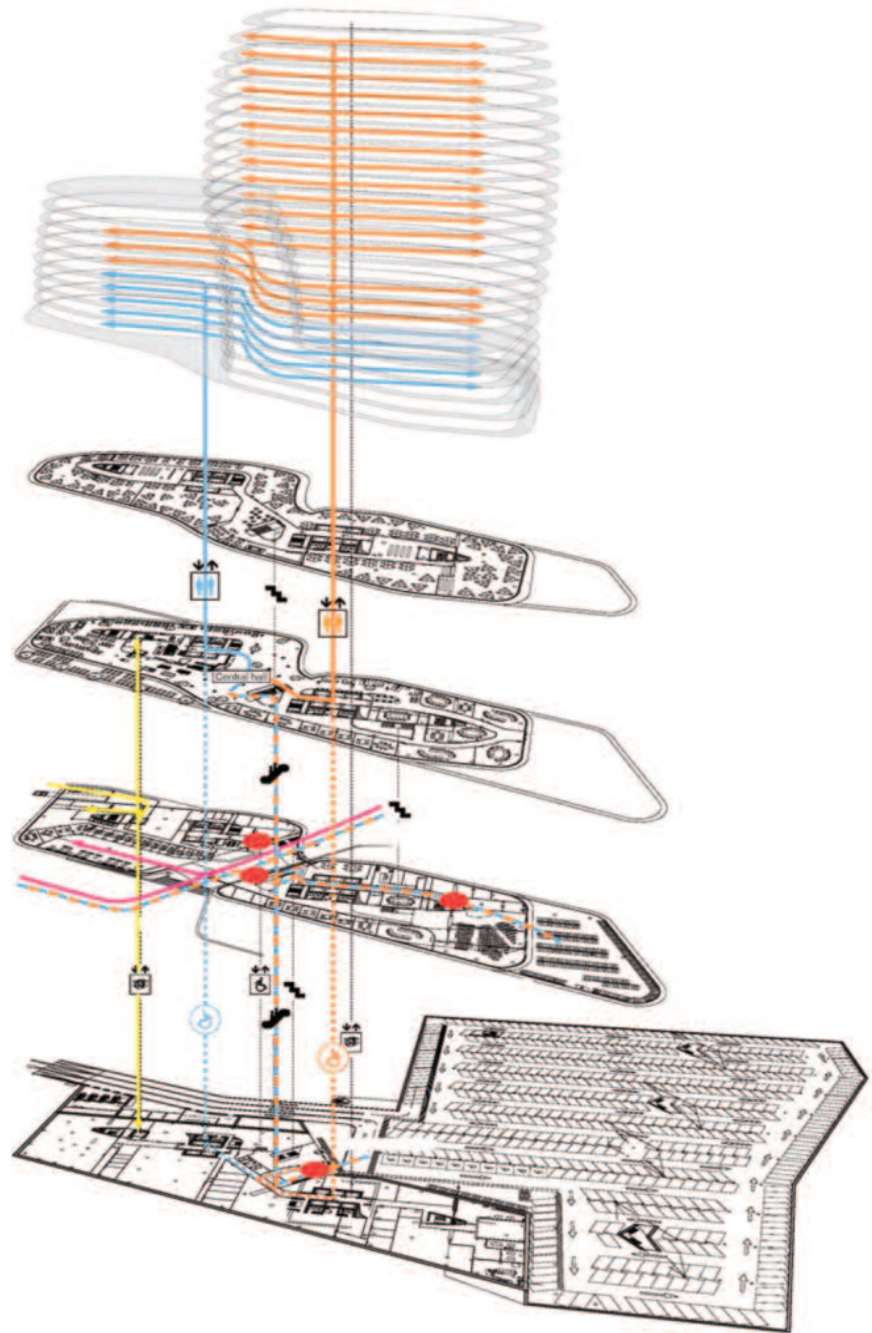
La creazione di un elevato comfort termico interno all'edificio è un elemento importante nella progettazione. Lo stesso Ben van Berke spiegando il nuovo progetto dice: "Abbiamo prestato molta attenzione a come le persone si muovono attraverso l'edificio. Gli spazi ufficio sono stati progettati in modo tale da non creare semplici corridoi lineari a vicoli ciechi, ma ogni corridoio è un percorso che introduce una sorta di paesaggio all'interno dell'edificio. Si possono scegliere infinite possibilità per passeggiare attraverso l'edificio, dove grazie all'elevata trasparenza, anche il paesaggio circostante entra a pieno titolo nella percezione interna degli ambienti."

La percezione interna dello spazio è decisamente personalizzata, forme articolate e colori rendono l'ambiente accogliente ed aiutano la produttività. Non meno importante è la lungimiranza con la quale i progettisti hanno concepito l'edificio, gli spazi sono studiati in modo tale da consentire in futuro, la trasformazione degli ambienti in alloggi residenziali senza la necessità di grandi modifiche strutturali. Così le scale, gli ascensori, i vani tecnici, sono concentrati in un'unica area, liberando la struttura da vincoli. Questa scelta stilistica e progettuale è un'ottima soluzione per il grande problema delle trasformazioni urbane degli ultimi decenni, dove troppo spesso risultava più conveniente abbattere edifici preesistenti e ricostruire da zero, piuttosto che adattarne le strutture.

Particolare delle aree relax interne all'edificio.



Spaccato assometrico che illustra l'organizzazione funzionale di alcuni livelli 'tipo'.



TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

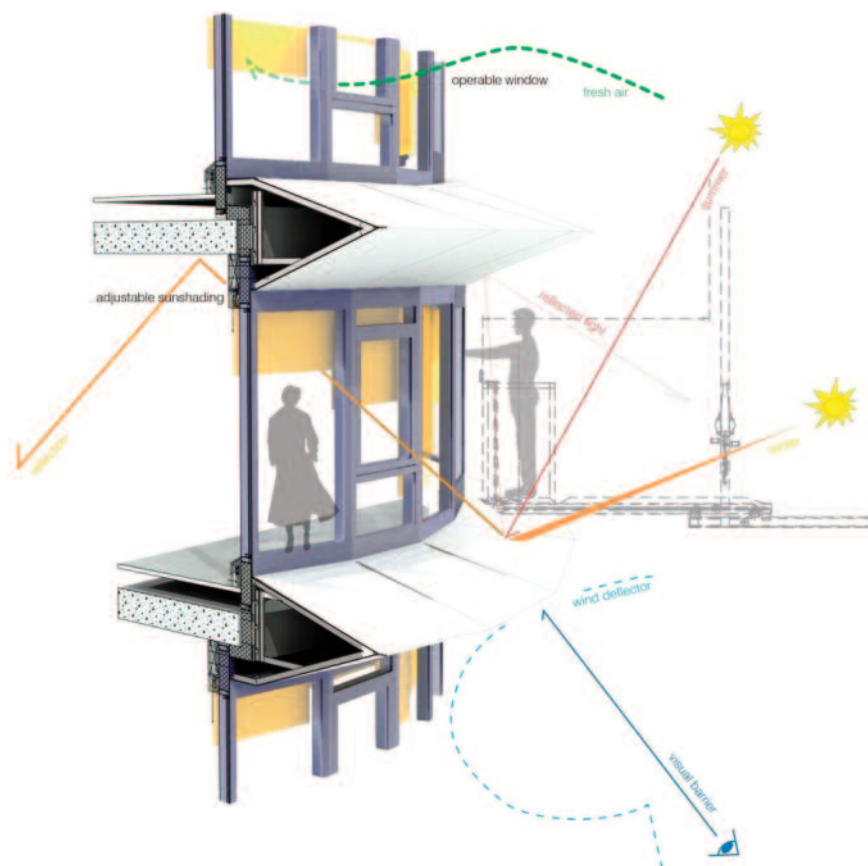
All'interno di ciascun ambiente, speciali sensori, tengono sotto controllo i valori igrometrici di temperatura ed umidità, regolando anche la necessità di illuminazione interna. Grazie alla particolare conformazione della facciata, la luce naturale irradia gli ambienti interni senza abbagliare i dipendenti, ma diminuendo la richiesta energetica. Abbondanza di luce naturale, riscaldamento regolabile per ciascuna postazione, la ventilazione ed il ricircolo d'aria naturale per mantenere gli ambienti ricchi di ossigeno, sono tutti elementi che contribuiscono al benessere delle aree di lavoro dell'edificio.

Particolare dell'involucro dell'edificio e del sistema di 'pinne' per il direccionamento della luce solare in ingresso.



Schema di funzionamento del sistema di ombreggiamento dell'involucro.

Grazie alla rete di controllo e gestione globale della struttura, l'eventuale energia in esubero, recuperata dai sistemi attivi applicati all'edificio, viene abilmente reimpiegata per riscaldare le abitazioni costruite in prossimità dell'edificio. Le soluzioni passive ed attive, l'importanza della progettazione ambientale, l'attenzione riservata agli utenti della struttura, hanno portato questo nuovissimo esempio architettonico a divenire uno più importanti edifici per uffici sostenibili dei Paesi bassi.



BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA DI RIFERIMENTO PER I CASI STUDIO ILLUSTRATI

- *30 St. Mary Axe, London - Foster and Partners 2004*

K. Powell, "30 St Mary Axe: a tower of London", Merrell Publishers Ltd, 2006;
G. Leoni, "Norman Foster", Motta architettura, 2008;
www.fosterandpartners.com;
www.30stmaryaxe.info;
www.arup.com;
www.edilone.it;
www.architectural.com;
www.greatbuildings.com;
www.e-architect.co.uk;
www.lifegate.it;
www.modulo.net.

- *Unilever Haus, Hamburg - Behnisch Architekten 2009*

www.behnisch.com;
www.archdaily.com;
www.europaconcorsi.com;
www.archinfo.it;
www.greensource.construction.com;
www.worldbuildingsdirectory.com;
www.architonic.com;
www.mimoa.eu.

- *Education Executive Agency and Tax Office, Groningen - UN Studio 2011*

www.unstudio.com;
www.arup.com;
www.dezeen.com;
www.archdaily.com;
www.greensource.construction.com;
www.metropolismag.com;
www.ellizoe.wordpress.com;
www.rinnovabili.it;
www.ecofriend.com.

5.3_EDIFICI E INSEDIAMENTI RESIDENZIALI: ELEMENTI D'ARCHITETTURA E SOCIALITÀ

La casa, tema che progettisti e amministratori negli ultimi trenta anni, almeno in Italia, hanno teso a escludere dai loro interessi, è tornata ad essere oggetto di attenzione, inaugurando una nuova stagione di ricerca e sperimentazione. I cambiamenti sociali e politici dell'ultimo decennio e, soprattutto, la più recente crisi economica, hanno messo in evidenza una serie di anomalie che riguardano un bene primario e irrinunciabile per ogni individuo come la casa. Nelle grandi città di tutta Europa, infatti, contrariamente a quanto si pensava, il problema di una abitazione a costi accessibili non si limita alle fasce sociali più deboli ma si estende anche ad alcune fasce del ceto medio, tanto da avere portato a individuare nuove politiche di pianificazione e di sostegno sociale, orientate verso la promozione di interventi misti, con la partecipazione sia del pubblico che del privato.

Il dibattito che si è aperto non è rivolto solamente alla necessità di dare una casa a chi non se la può permettere, allargandosi a questioni di maggior respiro come lo sviluppo dell'edilizia sociale vista quale risorsa per rilanciare sicurezza e inclusione sociale, due tra i problemi più urgenti in molti contesti urbani; il rapporto tra spazio privato e spazio pubblico, con la conseguente ricerca sul rapporto tra tipo edilizio e dimensione urbana; la sostenibilità ambientale ed economica degli interventi edilizi, intesa come ripensamento complessivo sia delle scelte urbanistiche e architettoniche che dei processi e sistemi costruttivi e dei modi d'uso; la questione dell'identità con la sperimentazione sulla flessibilità della casa e sulla possibilità da parte dell'abitante di organizzare e modificare gli spazi domestici. La mutazione dei modi di vivere richiede trasformazioni degli spazi per abitare che si traducono in progetti sperimentali basati sulla modificabilità e la modularità degli elementi che compongono l'alloggio, ed infine la sperimentazioni di sistemi tecnologici ed elementi architettonici che divengono, per originalità evocazione e funzionalità paradigmi di un nuovo linguaggio sostenibile.

Nel caso di VM House i progettisti De Smedt e Ingels hanno applicato un processo di sintesi e di ricerche sulle esigenze abitative di Ørestad, un quartiere di nuova urbanizzazione appena fuori dalle mura di Copenhagen, reinterpretando l'unità residenziale modernista per eccellenza, l'Unité d'Habitation di Le Corbusier. La scelta delle forme è dettata dall'esigenza di evitare che i due blocchi si fronteggino paralleli, togliendosi reciprocamente aria, luce e visuale mentre la piegatura non è un elemento solamente esteriore ma ha prodotto una serie di asimmetrie interne,

generatrici di 76 tipologie diverse di appartamenti, pensati in termini tridimensionali: ad un piano, duplex o triplex. Il secondo edificio è fratturato ulteriormente fino ad ottenere una forma a M allo scopo di guadagnare luminosità e una vista più gradevole per ogni appartamento. Altra particolarità dell'edificio sono i balconi ad aculeo, elementi architettonici creati per incanalare correttamente la ventilazione e permettere agli abitanti di usufruire dello spazio esterno come estensione della propria abitazione. Infine, un altro riferimento a Le Corbusier sono i corridoi centrali, pensati come strade coperte, luminosi e con spazi per la socializzazione.

La volontà di rendere la gente più partecipe della qualità e delle condizioni del proprio ambiente di vita, all'interno delle città, porta alcuni progettisti a promuovere la riconoscibilità e il senso di appartenenza attraverso il disegno di quartieri che uniscono l'innovazione tipologica al recupero dei valori del villaggio o delle tipologie tradizionali, in schemi urbani fondati sullo spazio pubblico dove il rapporto con l'elemento naturale serve anche a migliorare le prestazioni bioclimatiche del complesso edilizio e la qualità della vita. Le innovazioni si pongono, in alcuni dei casi migliori, come sperimentazione di nuovi modi di definire il rapporto tra edificio residenziale e spazio urbano. Densità abitativa, aree verdi e distribuzione delle funzioni, infatti, sono parametri molto sensibili che vanno determinati contemplando le differenti istanze della sostenibilità e della vivibilità. Non solo forma, spazio e tecnica, quindi, nella definizione degli obiettivi prioritari di un approccio sostenibile, ma soprattutto valutazione dell'incidenza che il modo di 'abitare' può avere sull'ambiente circostante e quanto quest'ultimo influenzi il comportamento e le relazioni umane sia in termini di governance che di socialità. E' infatti fondamentale comprendere se la sfrenata corsa al raggiungimento della tanto agognata efficienza energetica e alla realizzazione di insediamenti a 'zero emissioni' proceda di pari passo con la considerazione delle reali necessità degli abitanti che, pur certamente educandosi alla sostenibilità, non dovranno però vedere limitata la propria vivibilità.

I progetti che si inseriscono in questo filone vantano un elevato livello di complessità e l'obiettivo dell'ecosostenibilità è assunto come uno dei focus fondamentali. Tale approccio implica una forte attenzione al luogo e alle sue specificità bioclimatiche, che definiranno caratteristiche fondamentali del quartiere come la disposizione degli edifici, le tecnologie adottate, i materiali scelti ed anche gli elementi architettonico-tecnologici distintivi e caratterizzanti. E' il caso dei quartieri inglesi BedZed di Bill Dun-

ster ed Oxley Woods di Richard Rogers, entrambi pionieri in questo genere di sperimentazioni e perciò entrambi deficitari dal punto di vista del risparmio energetico globale. Tuttavia i 'camini a vento' del primo e gli 'eco-hat' del secondo; i giardini pensili e i terrazzi della filosofia Zed e i materiali lucidi e coloratissimi dell'estro di Rogers, fanno sì che questi insediamenti risultino ancora oggi esemplari e fortemente identitari. Inoltre, se dal punto di vista energetico non sono mai stati risolti i problemi di approvvigionamento, è soprattutto per la possibilità di relazione e socialità che i numerosi spazi pubblici offrono che questi insediamenti sono divenuti paradigmatici di una buona vivibilità.

BEDDINGTON ZERO ENERGY DEVELOPMENT (BEDZED)

London - Bill Dunster Architects 2002



Progetto: BedZed
Localizzazione: Londra, Gran Bretagna
Tipologia: Insedimento residenziale ecosostenibile
Area: 3,000 m²
Anno di progetto: 1999 -2002
Committente: Peabody Trust con Bioregional Development Group
Progettisti: Bill Dunster



BedZED, realizzato nel quartiere londinese di Sutton, è un insediamento abitativo e commerciale su larga scala a zero emissioni di CO₂. Nella realizzazione di questo insediamento, le tematiche dell'Edilizia Privata Sociale si combinano al concetto di città compatta, efficiente dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

È costituito da un centinaio di alloggi in affitto o in proprietà, e da 3.000 mq di uffici, vari negozi, impianti sportivi, una caffetteria, un centro medico-sociale, un asilo nido e ufficio postale. L'insediamento è stato realizzato adottando gli accorgimenti più avanzati nel campo dello sviluppo ambientale sostenibile, con l'assunzione di sistemi passivi e attivi nell'ambito di soluzioni architettoniche e tecnologiche, come l'orientamento degli edifici, la corretta coibentazione delle superfici e l'installazione dei pannelli fotovoltaici, in modo da mantenere basse le emissioni di CO₂, e da utilizzare esclusivamente energia prodotta in loco da fonti rinnovabili. Il tema della sostenibilità è applicato anche a livello sociale, attraverso la promozione di uno stile di vita sostenibile, basato sul risparmio, il riciclo e la mobilità, e sull'offerta di servizi e spazi destinati alle attività socio-culturali.

Vista dei coloratissimi camini a vento che caratterizzano l'insediamento sostenibile BedZed.

STRUTTURA PROFONDA

L'approccio di Bill Dunster nel definire la logica operativa di un piano per ridurre l'impatto ambientale non solo dell'edificio, ma dell'insediamento, può essere definita pragmatico: l'architetto procede innanzitutto dall'individuazione delle migliori condizioni di partenza, cercando il contesto climatico adatto; il massimo comfort ambientale, poi, è perseguito con materiali a basso carbonio incorporato e di grande efficienza energetica e con soluzioni passive che, in qualche caso, diventano anche elementi iconici del suo linguaggio architettonico, come avviene per i camini a vento di BedZed. Una volta ridotto il consumo energetico, l'architetto seleziona vari sistemi di approvvigionamento, i più adatti al contesto e, persino, al singolo edificio e vi ricorre in misura sufficiente a compensare la spesa energetica.

A questi principi, adottati per gli edifici, va affiancata e anteposta un'organizzazione generale degli spazi, delle attività e delle infrastrutture che riducono significativamente l'impatto ambientale del quartiere.

Un secondo elemento fondamentale nei progetti di Dunster è il coinvolgimento sociale di coloro che abitano i suoi insediamenti: attività sociali, coesistenza di funzioni anche negli stessi spazi domestici, alternanza di spazi pubblici e privati e responsabilità condivisa sono i requisiti di una comunità vitale che, come dichiara l'architetto, si ispira alle vivaci città medievali. Nella realizzazione molto spesso questi propositi vengono disattesi, anche perché talvolta in contraddizione l'uno con l'altro, ma la riflessione di Bill Dunster su eco-villaggi e sostenibilità ambientale rimane una delle più originali nel panorama dell'architettura internazionale.



STRUTTURA SUPERFICIALE

Obiettivo del progetto è stato sfruttare fino in fondo le possibilità insite nell'involucro edilizio, elemento chiave per modificare il clima interno. Gli strumenti di simulazione, in aggiunta alle sequenze dei dati meteorologici, hanno definito le prestazioni e gli spessori dei materiali necessari per case a riscaldamento zero. Case super isolate, con vaste superfici di materiali ad alta capacità termica, possono far fronte alle esigenze di riscaldamento integrando l'uso e il controllo del calore solare passivo e di quello prodotto all'interno dagli utenti e dall'attrezzatura a disposizione per i differenti usi. Rendere i tetti "verdi" aumenta l'inerzia termica dell'edificio ma anche il valore ecologico del sito e la capacità di assorbimento del carbonio, oltre a dotare gli abitanti di una maggiore superficie verde privata.

Se il guscio degli edifici diventa sempre più impermeabile per ridurre perdite di calore incontrollate, una ventilazione controllata diviene particolarmente importante, perciò, tanto da un punto di vista configurazionale quanto sotto l'aspetto funzionale, i grandi camini a vento sono un elemento caratterizzante di BedZed: essi consentono una ventilazione interna che rende salubre l'aria interna, aspira il calore in eccesso e crea una ventilazione naturale.

Le serre e le altre coperture in vetro costituiscono gli elementi critici del sistema: costantemente esposte alla radiazione solare, esse sono fabbricate in vetro-camera unito e profilati a taglio termico, per ridurre la condensa e le dispersioni di calore.

Vista dei camini a vento e delle serre vetrate.



Facciata sud degli edifici dove si trovano i *sunspaces* (le serre solari) e le passerelle di collegamento alle aree verdi.

CONCEPT DEL PROGETTO

La sostenibilità viene generalmente considerata un elemento aggiuntivo, causa di costi supplementari sgraditi alla maggior parte dei costruttori. L'approccio di BedZed è invece quello di identificare materiali e sistemi tecnologici che, sebbene considerati di utilità marginale, diventino parte essenziale delle prestazioni del manufatto, all'interno di un sistema integrato in cui tutti i componenti contribuiscono al risultato finale: l'involucro edilizio nel suo rapporto con il contesto ambientale - orientamento, superfici, scambi energetici -, gli abitanti e le loro abitudini, la localizzazione delle funzioni, la produzione e il consumo energetico.

Sono state utilizzate tecniche analitiche di valutazione energetica per indagare le condizioni in cui i sistemi passivi sono sufficientemente efficaci da integrare significativamente i sistemi attivi. Ciò ha portato a una riduzione diretta dei costi e delle risorse impiegate, cioè degli investimenti generalmente necessari per i sistemi tecnici, dei costi di manutenzione degli impianti e dei costi energetici da sostenere.



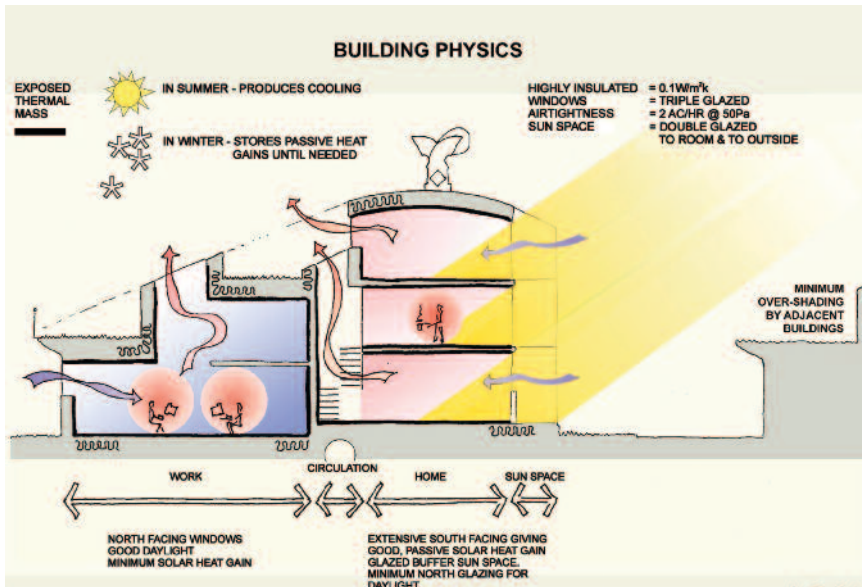
MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

Un lungo e approfondito studio propedeutico ha consentito all'architetto di ricercare l'orientamento più indicato ed efficiente, sfruttando soprattutto il sole, così da garantire illuminazione naturale e da recuperare il

calore della radiazione solare, pertanto gli edifici sono orientati sull'asse nord-sud. Il versante sud ospita le camere da letto e altri ambienti residenziali, così da poter sfruttare l'irraggiamento diurno, mentre gli ambienti di lavoro sono esposti verso nord e illuminati da lucernari. Il quartiere è organizzato, su un asse est-ovest, attorno a percorsi pedonali che confluiscono in un grande edificio comune; lungo il percorso si alternano spazi privati, come i giardini-orti delle singole abitazioni, a spazi pubblici, arricchiti di funzioni di vario genere, soprattutto ricreative.

In alto: schema che illustra il funzionamento fbioclimatico degli edifici realizzati per il BedZed.

In basso: particolare dei sunspaces.



Le soluzioni passive giocano un ruolo fondamentale nella progettazione, a cominciare dal differente tipo di facciate: a sud, dove sono collocate le camere da letto, si apre una vetrata costituita anche di pannelli fotovoltaici semitrasparenti, che consente di accumulare il calore del giorno per migliorare il comfort notturno e che produce energia; le vetrate, inoltre, creano un effetto serra che consente di ospitare, al piano terra, dei giardini d'inverno; a nord, invece, dove sono collocati gli ambienti di lavoro, è il tetto a essere vetrato, per garantire l'illuminazione naturale, mentre la facciata è massiva, in legno di quercia locale e mattoni, e trattiene il calore.



Schema che sintetizza i diversi sistemi tecnologici utilizzati per assicurare l'autonomia energetica del BedZed.

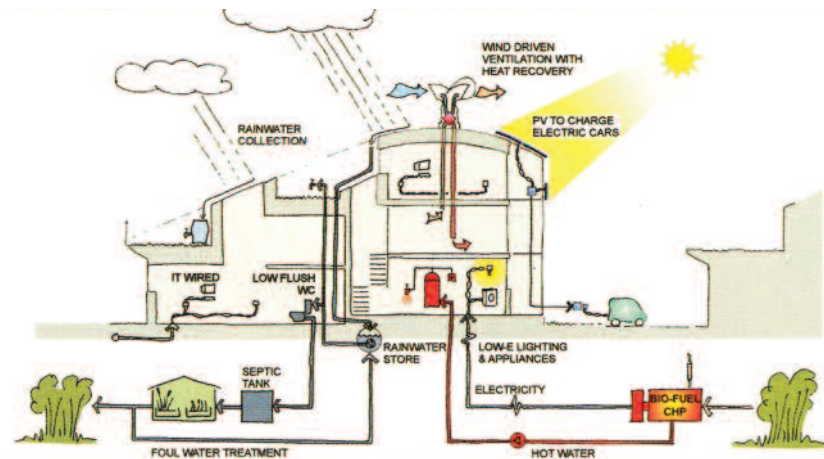
TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

L'efficienza energetica è uno dei capisaldi della progettazione di Bill Dunster, anzi, è l'aspetto preminente del sistema tecnologico del quartiere. Gli edifici sono ottimamente isolati, con una spessa coibentazione di materiale isolante, utile sia a mitigare il calore estivo sia a trattenere il calore in inverno.

L'ampio ricorso ai vetri esige materiali ad alta efficienza, con vetri speciali, alcuni a camera unica (quelli delle serre), altri a tripla camera con riempimenti in krypton.

Le serre giocano un ruolo fondamentale nel riscaldamento delle abitazioni, accumulando calore, massimizzato dall'esposizione a sud, e trasferendolo all'abitazione; schermature regolabili e opportuna ventilazione evitano il surriscaldamento estivo e garantiscono il ricambio d'aria, bonificata dalle piante del giardino d'inverno; i vetri antisfondamento e gli infissi a profilati a taglio termico garantiscono la migliore tenuta del calore e dell'umidità interna. La serra e le altre coperture vetrate hanno anche una funzione attiva, perché parte dei vetri è costituita da pannelli fotovoltaici semitrasparenti, per una potenza di picco di 109 Kw: l'impianto, utilizzato in primo luogo per alimentare le autovetture elettriche, utilizza la rete come accumulatore, cedendo l'energia in eccesso e prelevandone nei momenti di picco di consumo.

La serra lavora in collaborazione con i camini a vento che, grazie agli scambiatori, recuperano il calore dall'aria in uscita e garantiscono il ricambio d'aria, espellendo gli odori e l'aria troppo calda.



Bill Dunster ha impiegato anche le coperture verdi per migliorare l'inerzia termica e corroborare la termoregolazione interna ed esterna, ma anche per conseguire un migliore isolamento acustico, per recuperare e drenare le acque piovane e, ovviamente, per i benefici effetti, anche percettivi, sull'ambiente.

Vista del sistema di spazi verdi in copertura.



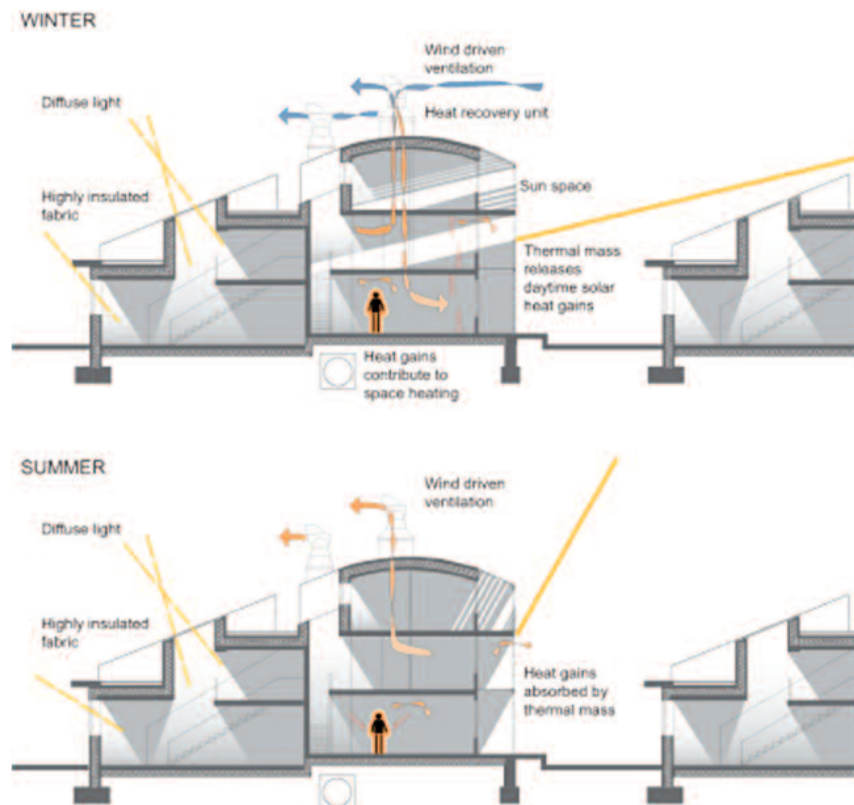
Inoltre, per ridurre di oltre il 50% la domanda di acqua potabile, sono stati installati riduttori di flusso applicati a rubinetti e docce, contatori visibili agli utenti, impianti a norma europea, toilette a flusso duale. L'acqua piovana viene raccolta e immagazzinata in cisterne sotterranee per l'irrigazione e per gli sciacquoni. La fitodepurazione è utilizzata per il trattamento dei reflui in fase secondaria e terziaria di depurazione; il sistema, infine, tratta l'acqua ad un livello sufficiente a recuperarla come fornitura supplementare alle cisterne di raccolta.

BedZed raggiunge l'autonomia energetica sfruttando la potenzialità della cogenerazione a bio-combustibile proveniente dagli scarti del verde urbano, un rifiuto esistente nella comunità locale e reso conveniente dai costi di smaltimento in discarica. L'origine vegetale dei rifiuti assicura inoltre la sua rinnovabilità e, inoltre, il carbonio emesso dalla combustione viene riassorbito dalla continua ricrescita degli alberi. Un gassificatore, infine, converte il legno in un gas adatto ad alimentare l'impianto di cogenerazione che fornisce sia calore che energia elettrica.

Il progetto integra così un sistema edilizio – la cui richiesta energetica

Schema che illustra il soleggiamento invernale e estivo del BedZed.

è ridotta già della metà - a un impianto con un dimensionamento ottimizzato. Infine, la connessione con la rete per importare ed esportare energia viene usata come alternativa economica ai normali boiler. La domanda totale di calore e di acqua calda domestica viene soddisfatta dall'unità di cogenerazione dimensionata in modo da pareggiare la domanda annuale di elettricità dell'insediamento.



VM HOUSES

Copenhagen - BIG + JDS Architects 2005



Progetto: VM House
Localizzazione: Copenhagen, Danimarca
Tipologia: Insediamento residenziale
Area: 25,000 m²
Anno di progetto: 2004 -2005
Committente: Hopfner A/S, Dansk Olie Kompagni
Progettisti: BIG + JDS Architects



Le case VM si trovano a Ørestad, quartiere residenziale di Copenhagen, collegato al centro della città grazie ad una nuova linea della metropolitana. Nonostante si tratti di complessi residenziali, la particolarità risiede nel fatto che gli appartamenti siano differenti gli uni dagli altri, concepiti come loft, il cui interno può essere gestito liberamente da ciascun proprietario.

La V house conta 114 unità abitative e 40 forme diverse di appartamenti; la M house ne ha 95 con 36 differenti alloggi. Le case hanno tutte una doppia altezza sul lato nord, mentre le vedute panoramiche sono su quello sud; il vis-a-vis con il vicino viene eliminato premendo la lastra di vetro nel suo centro, garantendo viste diagonali per i campi circostanti.

Elemento preponderante sono i balconi a forma di aculeo, elemento estetico sicuramente ad alto impatto visivo ma che svolge una duplice funzione: sociale e bioclimatica. Permette infatti la socializzazione e lo scambio tra i residenti offrendo loro uno spazio esterno privato gestibile, mentre, con le sue inclinazioni attentamente studiate, devia i venti dalla facciata esposta assicurando il minimo ombreggiamento per le unità abitative adiacenti così da non influire sul soleggiamento e sulla facciata in vetro per l'accumulo di calore.

Vista dell'esterno del V-building del complesso VM Houses.

STRUTTURA PROFONDA

Julien De Smedt e Bjarke Ingels considerano l'architettura come un processo darwiniano di selezione, nel quale i modelli sperimentano idee diverse. Il progetto non parte mai da una estetica, ma emerge dalla collisione e dalla fusione delle molteplici forze contraddittorie della nostra società. Come architetti si considerano dei mediatori, in grado di "coordinare, tracciare e editare" le energie annidate nelle forze sociali, politiche e commerciali delle città.

Su questa convinzione realizzano il loro progetto, un colosso per accumulare energia, luce e calore, offrendo ai resident non solo il massimo comfort microclimatico possibile, ma spazi nuovi e dinamici per socializzare e per aprirsi alla città. Per questo nascono i balconi 'ad aculeo di riccio' - come suggerisce BIG -, elemento architettonico che si affaccia e si addentra nell'ambiente circostante proiettando gli abitanti verso la città senza, però, mai limitare la visuale o le prestazioni bioclimatiche dell'involucro a danno delle altre unità abitative.



STRUTTURA SUPERFICIALE

Con i loro balconi triangolari che audaci sporgono dalla facciata del complesso come le punte di un riccio, VM Houses suscita un forte impatto sugli abitanti e sui visitatori di Orestad.

La cortina di vetro che copre l'intera facciata dell'edificio, che rende gli interni visibili dall'esterno, come in una sorta di casa delle bambole, è allo stesso modo visivamente sorprendente. Tuttavia, i balconi triangolari a punta e la disposizione dell'edificio a forma di V e di quello a forma di M non sono stati progettati solo per gli effetti visivi. I balconi sporgenti sono stati creati per far penetrare totalmente la luce del sole in ogni casa e per fornire un ulteriore spazio di comunicazione e socializzazione con i vicini che occupano le abitazioni adiacenti.

Il complesso, quindi, non è altro che la giustapposizione di due edifici faccia a faccia l'un l'altro, con l'edificio a forma di M che sembra abbracciare l'edificio a forma di V.

Il progetto si è posto l'obiettivo di assicurare varie prospettive visive diverse per i singoli spazi residenziali e la realizzazione dei balconi audacemente aggettanti ha permesso di raggiungere tale obiettivo ed esprimerlo maggiormente offrendo ulteriori e diversificati punti di vista.

'Comunità verticale' che si realizza con l'uso dei balconi ad aculeo nel VM Houses.



Vista dall'alto dei complessi residenziali VM Houses.

CONCEPT DEL PROGETTO

Nel caso di VM Houses, De Smedt e Ingels hanno applicato un processo di sintesi e di ricerche sulle esigenze abitative di Ørestad, un quartiere di nuova urbanizzazione appena fuori dalle mura di Copenhagen, reinterpretando l'unità residenziale modernista per eccellenza, l'Unité d'Habitation di Le Corbusier.

La linearità è stata spezzata per evitare l'effetto vis-à-vis con l'edificio di fronte, ogni appartamento ha vista laterale sul parco e l'intero stabile è sollevato da terra per dare continuità al giardino. La piegatura non è un elemento solamente esteriore ma ha prodotto una serie di asimmetrie interne, generatrici di 76 tipologie diverse di appartamenti, pensati in termini tridimensionali: ad un piano, duplex o triplex.

Infine, un altro riferimento a Le Corbusier sono i corridoi centrali, pensati come strade coperte, luminosi e con spazi per la socializzazione. Il secondo edificio è fratturato ulteriormente fino ad ottenere una forma a M allo scopo di guadagnare luminosità e una vista più gradevole per ogni appartamento.



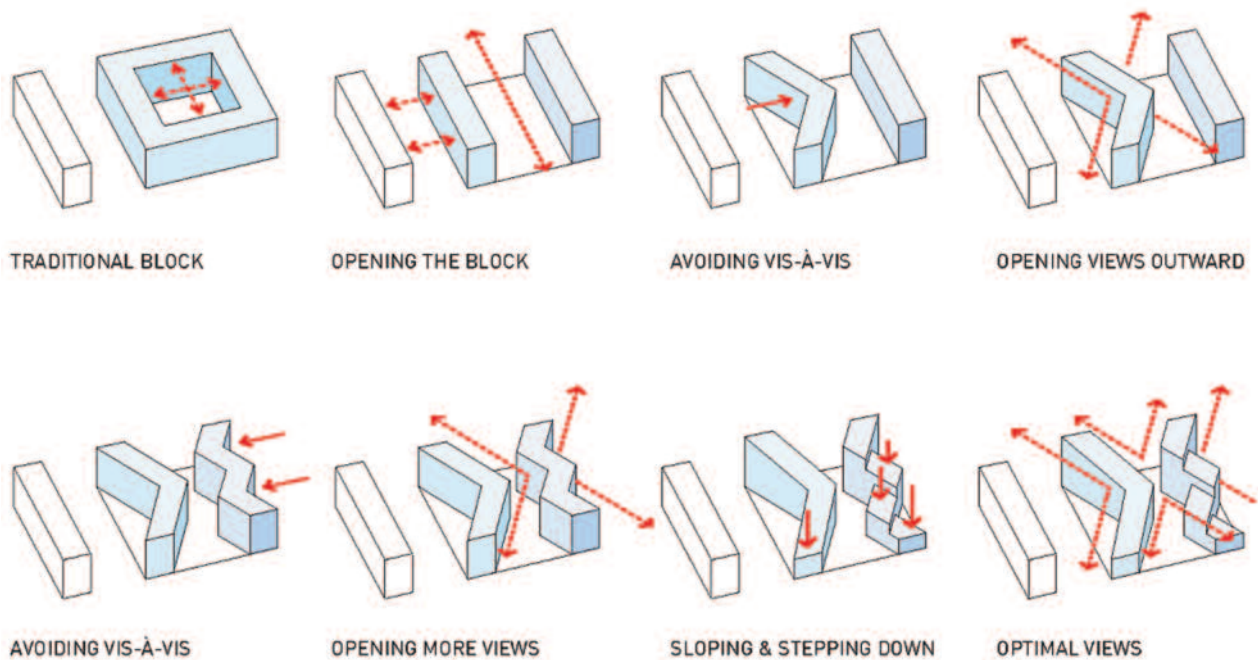
MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

La configurazione degli edifici del complesso residenziale VM viene generata prendendo due strisce parallele e poi piegandole e ruotandole per garantire il maggior numero di vedute sul paesaggio circostante e per evi-

tare che gli abitanti si guardino dentro casa. Il lato ovest dell'edificio, sulla città nuova, raggiunge i 12 piani mentre il lato opposto, sulla periferia, si ferma a 4.

La V house è pensata come un condominio con balconi. La M come un'interpretazione nuova dell'*unità d'habitation* dove i pianerottoli entrano ed escono da un lato all'altro e sono bene illuminati grazie all'andamento dell'edificio mentre le aperture si trasformano in zone di passaggio e socializzazione. Gli appartamenti sono duplex e triplex con pareti mobili per permettere agli abitanti di meglio adattarli alle loro esigenze, le vetrate sono ampie e ci sono 225 unità abitative di cui 80 sono pezzi unici. Il trattamento della facciata con ampie vetrate, legno ed alluminio fa risaltare all'esterno dell'edificio i giochi compositivi che si creano grazie ai diversi tagli degli alloggi come in una sorta di tetris. La facciata sul parco ospita un nuovo tipo di balconi a forma di cuneo che consente un minimo d'ombra con un massimo d'aggetto.

Schema che illustra la genesi configurazionale di VM Houses.



TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

Gli edifici sono stati progettati secondo criteri bioclimatici integrando soprattutto tecnologie passive. Tra i sistemi ricorrenti si sottolinea l'uso massiccio di facciate ventilate con rivestimenti vetrati con triplo vetro LowE, e materiali con funzione isolante e termoregolante. La termoregolazione naturale è garantita dall'ottimale orientamento sia rispetto alla ventilazione che al soleggiamento.

Sono stati integrati, in ogni caso, anche sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili: il sole per produrre energia elettrica e per il riscaldamento e la falda acquifera per il raffrescamento. Il progetto ottimizza l'esposizione degli edifici alla luce del sole, al fine di beneficiarne per l'illuminazione naturale e di utilizzare l'energia solare passiva per il pre-riscaldamento dell'acqua e per la produzione di energia elettrica mediante pannelli fotovoltaici. La cogenerazione, obbligatoria per tutte le abitazioni, è integrata attraverso micro-cogeneratori installati in ogni edificio, e copre il 100% del fabbisogno di energia elettrica e il 50% del fabbisogno di riscaldamento.



Progetto: Oxley Woods
Localizzazione: Milton Keynes, Gran Bretagna
Tipologia: Insediamento residenziale ecosostenibile
Area: 30,000 m²
Anno di progetto: 2005 -2009
Committente: English Partnership
Progettisti: Rogers Stirk Harbour and Partners



Il nuovo quartiere di Oxley Woods nasce da un concorso bandito dal governo britannico denominato “Design for manufactory”, scopo principale del bando era indirizzare l’industria delle costruzioni verso la ricerca di nuove idee e sistemi tecnologici che favorissero lo sviluppo residenziale. Tramite la sperimentazione di nuovi metodi costruttivi, lo sviluppo di un approccio sostenibile e, non ultimo, una evoluzione del target abitativo, si doveva raggiungere una consistente riduzione dei costi, pur mantenendo una elevata qualità costruttiva, obiettivo ottenuto grazie a volumi adattabili ad ogni tipo di orientamento, variazione di scala, e sono concepiti per lunghi periodi di utilizzo e per una continua evoluzione degli stili di vita degli abitanti.

La novità dell’intervento sta nel sistema costruttivo, basato su strutture prefabbricate e assemblate in sito con tecnologia a secco. L’approccio sostenibile ed ecologico è implementato dalla realizzazione degli ‘ecohat’, camini ecologici realizzati in fabbrica e assemblati in base all’orientamento richiesto. Tali elementi sono situati sulla copertura del blocco servizi delle abitazioni e riutilizzano l’aria calda che circola all’interno della canna fumaria e, con l’ausilio di energia solare, riducono il consumo energetico e implementano la produzione di acqua calda sanitaria.

Vista generale del complesso Oxley Woods.

STRUTTURA PROFONDA

Progettare un complesso residenziale flessibile, sostenibile, integrato con l'ambiente ma allo stesso tempo innovativo nelle forme e nei materiali, nonché nei tempi di realizzazione, capace di incarnare l'identità dei residenti e rendersi portatore di un nuovo modo di vivere. Queste le intenzioni che stanno alla base del progetto per Oxley Woods.

La vivibilità e la possibilità di educarsi ad uno stile di vita sostenibile hanno decretato il successo di questo insediamento che, dal punto di vista estetico-configurazionale, mira ad unire diversi sistemi ecocompatibili per generare abitazioni di volta in volta diverse perchè rispondenti sia alle esigenze dell'utente che a quelle ambientali e di autosufficienza energetica.

L'idea forte è, quindi, quella di lavorare con sistemi ed elementi prefabbricati che, una volta giunti sul luogo, possono essere assemblati in modo tale da rispettare il carattere specifico richiesto senza mai rinunciare al benessere proveniente dall'apporto fondamentale delle risorse rinnovabili integrate e catturate sia con sistemi attivi che passivi.



STRUTTURA SUPERFICIALE

Le intenzioni ricercate hanno trovato espressione nella definizione di una particolare aggregazione complessiva del quartiere e soprattutto nelle soluzioni di involucro adottate. Rivestimenti sgargianti e colorati, bucatore

progettate come cornici che inquadrano le campagne circostanti, ‘cappelli’ sui tetti che reinterpretano i tradizionali comignoli inglesi ma che modificano completamente il loro significato: tutti elementi architettonici che, collaborando tra loro, completano i sistemi prefabbricati di realizzazione, introducono sistemi ecocompatibili per la riduzione di CO² e il risparmio energetico.

Con il posizionamento dell’EcoHat in copertura, l’unità di smaltimento aria all’interno dell’unità base diffonde aria fresca filtrata e riutilizza l’aria calda per pre-scaldare l’aria in entrata. Con l’aggiunta dell’energia solare, questo sistema ottimizza il consumo energetico, fornisce aria pre-scaldata dal sole e può essere modificato per fornire acqua calda riscaldata. Il risultato finale è un intervento residenziale i cui benefici hanno superato di gran lunga le richieste espresse dal bando di concorso.

Le diverse tipologie di finitura di Oxley Woods.



CONCEPT DEL PROGETTO

La flessibilità spaziale, la velocità di realizzazione e la sostenibilità ambientale sono stati i concetti fondamentali che hanno guidato la progettazione di Oxley Woods.

Le abitazioni dovevano avere, inoltre, un forte richiamo per quei potenziali acquirenti che fossero attratti da un design architettonico di qualità e nel rispetto delle problematiche ambientali e di sostenibilità, ma, allo stesso tempo, dovevano attirare i compratori locali alla ricerca di qualcosa di nuovo e di innovativo. Questo stimolo è stato tradotto in un progetto dove ciascuna abitazione può essere facilmente adattata alle diverse esigenze (single, coppie o famiglie con figli).

La risposta di Richard Rogers Partnership (RRP) è stata lo sviluppo di una

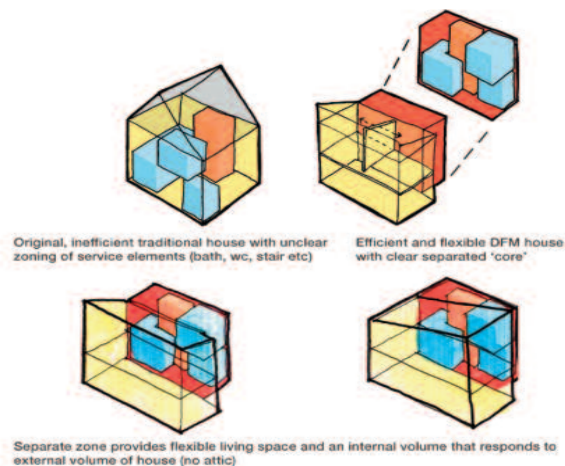
Schema che illustra il posizionamento delle funzioni produttive e la modellazione di un edificio tipo.

tipologia di casa generica che potesse essere adattata ad ogni luogo e che usasse moderne tecnologie costruttive. Molta enfasi è stata posta sull'adattabilità di queste case allo stile di vita degli occupanti e sono state tutte progettate per raggiungere, con elevati livelli di isolamento e di ventilazione controllata, gli obiettivi di sostenibilità imposti dal Governo, come la riduzione di emissioni di carbonio.

L'approccio di RRP unisce parti di casa piccole e complesse in un'unità abitativa estremamente e accuratamente standardizzata e collaudata. Ogni abitazione è stata progettata e suddivisa in due zone distinte: la 'zona di servizio' che comprende bagni, servizi e scale, e una 'living zone' libera da ingombri e strutture che contiene stanza da pranzo, soggiorno e camere da letto.

Gli spazi, unitamente alle facciate e agli 'Eco-Hats' (sistemi che permettono il riutilizzo dell'aria calda al fine di ottimizzare il consumo di energia e produrre il riscaldamento solare passivo dell'acqua), sono prefabbricati e trasportati in situ per il montaggio. Il resto dello spazio è trattato come un guscio estremamente flessibile, libero da servizi e da particolarità strutturali.

Attraverso differenti rivestimenti, le case possono avere molte varianti che permettono loro di adattarsi alle caratteristiche dell'area con l'uso di colori appropriati e texture tipiche del contesto. La flessibilità dei rivestimenti, della distribuzione interna degli ambienti, dell'orientamento dei tetti e della disposizione e dimensionamento di porte e finestre, fa sì che queste case possano essere

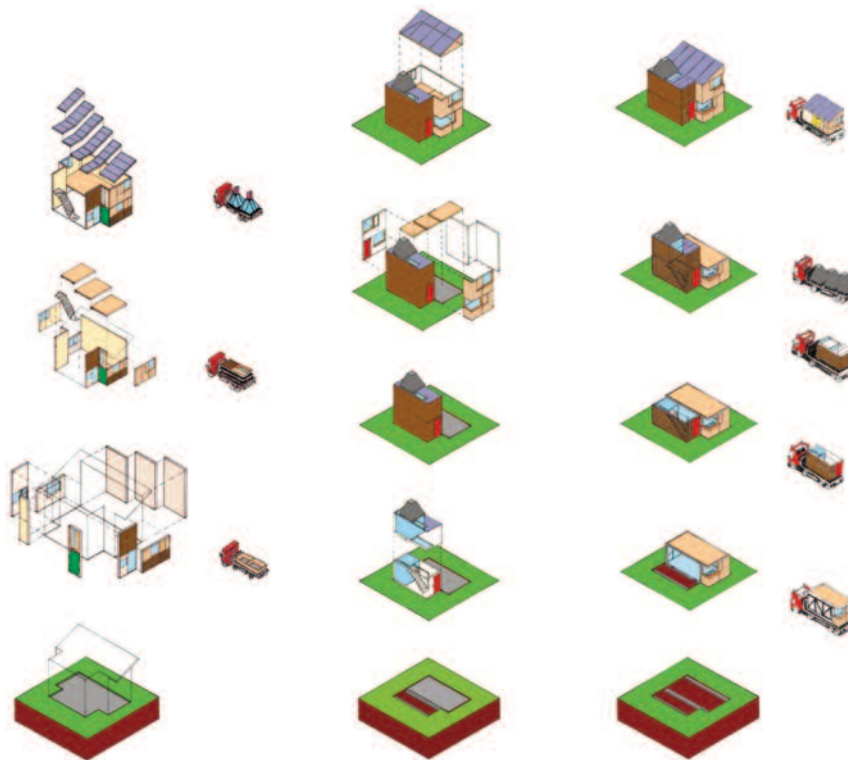


MORFOGENESI E ORGANIZZAZIONE COMPOSITIVO-FUNZIONALE

Il quartiere prevede la realizzazione di 145 unità abitative divise tra residenze sociali e appartamenti in libera vendita. Le abitazioni, raggruppate in edifici con tipologia a schiera e in linea che si sviluppano lungo un asse di viabilità si differenziano in ben undici tagli dimensionali.

L'unità base è progettata dividendo la zona abitativa (soggiorno, pranzo, letto) dalla zona produttiva (scale, servizi igienici, caldaia). Le componenti che si possono definire "produttive" della residenza - scale, sistema di riscaldamento e ventilazione, impianto idrico ed elettrico - sono state pensate e prodotte come unità prefabbricate in modo da poter concepire e trattare lo spazio abitativo al contorno come uno scheletro estremamente flessibile. Queste componenti vengono quindi consegnate in cantiere e assemblate in soli 31 giorni, comportando un considerevole risparmio sui costi di costruzione. La struttura portante di ogni abitazione consiste in un telaio di legno proveniente da foreste sostenibili.

Grafico che illustra le fasi di trasporto e montaggio delle case prefabbricate.



Fasi di montaggio delle case prefabbricate.

Le chiusure sono realizzate con pannelli di tamponamento composti per il 70% da legno dolce proveniente da foreste rinnovabili europee e con agenti leganti inerti e tinture prive di componenti metallici. Per assicurare i livelli desiderati di risparmio energetico e di calore, ogni residenza deve avere una perfetta tenuta all'aria e quindi le finestre sono sigillate e non apribili.

La membrana impermeabilizzante del tetto e il rivestimento di facciata a tenuta d'acqua portano a un incremento dello scorrimento delle acque piovane, che vengono raccolte in bacini ad alta capacità. Le dimensioni dei pannelli di facciata sono state ottimizzate per ridurre gli scarti di produzione, lasciandone soltanto un 15% che viene immediatamente riciclato. I metodi costruttivi quasi interamente a secco non richiedono l'uso di grucce o ponteggi e questo riduce al minimo la durata e il numero delle attività di cantiere. La struttura può essere prodotta in stabilimento in una settimana, poi essere trasportata in cantiere per essere 'spacchettata'. Le chiusure esterne possono essere assemblate in soli due giorni a creare una casa a tenuta stagna. Gli elementi interni vengono completati in due settimane.

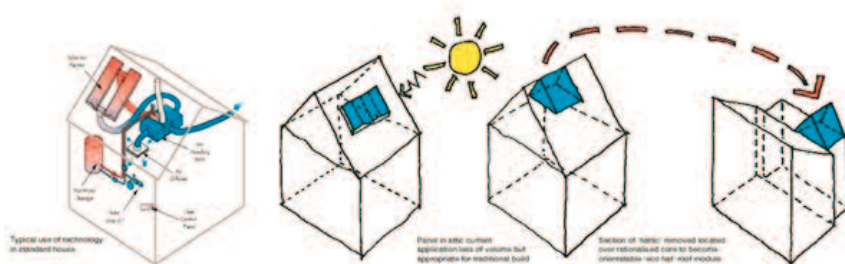


TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA

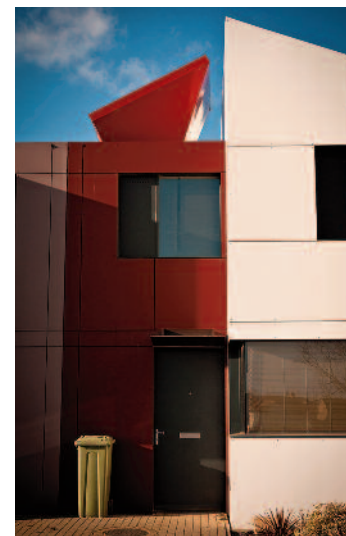
Le abitazioni godono di una riduzione del 40% delle emissioni di CO₂ rispetto a una residenza di tipo tradizionale delle stesse dimensioni. Un terzo di tale riduzione viene raggiunto con il contributo fornito dall'EcoHat. Il 50% delle riduzioni è ottenibile quando l'EcoHat viene utilizzato per fornire l'energia necessaria per la produzione di acqua calda.

Uno scambiatore di calore installato all'interno dell'EcoHat e l'uso di energia geotermica fornita da un pozzo locale contribuiscono a ridurre addirittura del 70% le emissioni di CO₂. Le canne fumarie vengono collocate alla sommità dei cavedi impiantistici e filtrano l'aria fresca proveniente dall'esterno riutilizzando l'aria calda (con l'ausilio di energia solare) che circola all'interno della canna fumaria per ottimizzare il consumo di energia; come elemento aggiuntivo, possono anche fornire riscaldamento passivo per la produzione di acqua calda.

L'EcoHat può essere ruotato per raggiungere l'orientamento verso sud e incorpora un pannello ad assorbenza solare che pre-riscalda l'aria per la ventilazione interna. Il corpo principale contiene i componenti per il sistema di ventilazione e di riscaldamento solare per l'acqua ed è adattabile e potenziabile per fornire elevati livelli di prestazione energetica. Anche senza la presenza dell'EcoHat, le abitazioni di Oxley Wood possono comunque godere di una riduzione del 27% delle emissioni di CO₂, se paragonate a una tradizionale di medesima scala.



A destra: schema di funzionamento e orientamento variabile degli Eco-hats.
A sinistra: dettaglio della facciata di una abitazione di Oxley Woods.



BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA DI RIFERIMENTO PER I CASI STUDIO ILLUSTRATI

- *Beddington Zero Energy Development (BedZed), London - Bill Dunster 2002*

A. Piemontese (a cura di), "Insediamenti sostenibili. Vivibilità e innovazione", Giannini Editore, 2013;
N. Lazarus, "BedZED: Toolkit Part II - A practical guide to producing affordable carbon neutral developments", Ottobre 2003;
C. Twinn, "BedZED" in The ARUP JOURNAL , Gennaio 2003;
POLIMI, "Comfort ambientale e ventilazione" (VMC);
F. Conti, "BedZed, un insediamento esemplare";
G. Cardone, S. Gammella, "Bedzed Social housing: l'evoluzione";
www.zedfactory.com;
www.oneplanetcommunities.org;
www.peabody.org.uk;
www.bioregional.com.

- *VM Houses, Copenhagen - BIG + JDS Architects 2005*

E. Gandolfi, "VM Houses" in The Plan n.13 del 2006;
www.archdaily.com;
www.europaconcorsi.com;
www.jdsa.eu;
www.mimoo.eu ;
www.arcspace.com;
www.architonic.com;
www.big.dk.

- *Oxley Woods, Milton Keynes - Rogers Stirk Harbour and Partners 2009*

www.richardrogers.co.uk;
www.oxleywoodsliving.co.uk;
www.dezeen.com;
www.architectsjournal.co.uk;
www.homesandcommunities.co.uk.

NOTE

- ⁷⁸ Coppola Pignatelli P., *L'identità come processo*, OfficinaEdizioni - Roma 1992;
- ⁷⁹ Norberg-Schulz C., *Genius Loci. Paesaggio Ambiente Architettura*, Mondadori – Milano 1979;
- ⁸⁰ Scarano A., *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi Editore – Roma 2006;
- ⁸¹ Norberg-Schulz C., *Genius Loci. Paesaggio Ambiente Architettura*, Mondadori – Milano 1979;
- ⁸² Eco U., *La struttura assente*, Bompiani - Milano 1968;
- ⁸³ Scarano R., *Processi di generazione della configurazione architettonica*, Fratelli Fiorentino – Napoli, 1988;
- ⁸⁴ Chomsky N., in P. Brondi, *Ferdinand de Saussure e il problema del linguaggio nel pensiero contemporaneo*, G. D'Anna - Messina-Firenze 1979;
- ⁸⁵ De Carlo G., *I musei dell'iperconsumo*, Convegno presso la Triennale di Milano – Ottobre 2002;
- ⁸⁶ Kunstler J.H., Salinger N.A., *The end of tall buildings*, in CTBUH Journal – Fall 2001.

CONCLUSIONI

L'evoluzione tecnologica, il costante e, in apparenza, inarrestabile progredire delle ricerche e delle risorse tecniche, avevano creato nell'uomo l'illusione del predominio assoluto sulla natura, dell'autosufficienza rispetto ai condizionamenti imposti dalla variabilità dell'ambiente naturale. In buona sostanza, la tecnologia veniva ritenuta capace di sviluppare e usare metodi, strumenti, macchine e sistemi al fine di estendere l'abilità umana al controllo e alla modificazione dell'ambiente.

Nei millenni precedenti gli edifici si erano adattati alla conformazione sociale e ambientale dei siti e risultavano rispondenti alle necessità, alle disponibilità di materiali e al gusto locale. Le tecnologie tradizionali derivavano da conoscenze approfondite implementate e trasmesse per generazioni e traevano origine dalle disponibilità locali valorizzando l'uso di materiali naturali con tecnologie consolidate in grado di relazionarsi con l'ambiente circostante. Il rapporto tra contesto ed edificio che si configurava in modo diretto, e la consistenza degli insediamenti abitativi, certamente modesta se paragonata a quelli attuali, determinavano un'intrinseca integrazione tra edificio e ambiente naturale circostante, preservando l'equilibrio ecologico del sistema ambientale interessato dall'insediamento umano. Lo stretto legame tra costruzione e sito, inoltre, comportava una profonda conoscenza del clima locale, il quale diventava elemento costitutivo fondamentale del progetto costruttivo.

Nel corso dell'ultimo secolo, alla diffusione nella gran parte del pianeta di un modello unico di società, è corrisposta la perdita delle forme diverse di vivere e costruire che avevano caratterizzato l'architettura del passato; ed è così che sul finire degli anni settanta, dopo la crisi petrolifera, nell'ambito della ricerca scientifica di matrice ecologista, matura il concetto di risparmio energetico non più come vincolo alla progettualità ma come 'principio' di una nuova prassi organizzativa e compositiva dello spazio volta alla riconciliazione tra uomo e ambiente.

L'impostazione deterministica, basata unicamente sul contenimento

dei costi energetici, appare oggi fortemente limitativa; di contro, è oramai una pratica consolidata affermare che un edificio costruito con criteri di sostenibilità dovrebbe essere quello i cui comportamenti sono conformi alle finalità dell'habitat in cui è inserito e perché ciò avvenga le soluzioni progettuali non possono risolversi solo nella definizione degli elementi che compongono fisicamente l'edificio ma deve estendere il suo interesse a quanto, interagendo con l'architettura e l'ambiente, ne determini rispettivamente qualità e benessere.

Il punto di svolta nell'acquisizione consolidata del concetto di benessere e nel conseguente miglioramento della qualità della vita, avvenne sostanzialmente alla fine dell'Ottocento quando una serie di innovazioni cominciarono ad interessare tutti gli aspetti dell'esistenza quotidiana negli ambienti chiusi; tale miglioramento si accompagnò a un vertiginoso aumento dei consumi energetici, o meglio, fu solo grazie all'energia a buon mercato e alla facilità di incremento dei consumi energetici, al di fuori dei vincoli imposti dai cicli naturali, che poterono aumentare le condizioni di comfort. La novità vera del ventesimo secolo fu, in buona sostanza, quella di aver diffuso le condizioni di benessere rendendone partecipe, tendenzialmente, l'intero genere umano.

E', tuttavia, importante che accanto alle idee di libertà, prosperità, rispetto e tolleranza si diffonda anche una nuova cultura del vivere e dell'abitare, in cui l'uso corretto delle risorse e lo sviluppo sostenibile assumano il valore stesso di idea fondativa, di concetto regolatore nell'ambito di una nuova etica civile. Ciò non significa assolutamente dover rinunciare al progresso, ma piuttosto promuovere uno sviluppo diverso, più armonico con il contesto, più rispettoso della qualità della vita e dei diritti delle future generazioni, in altre parole più sostenibile. Allo stesso modo, anche in architettura, si impone una rivisitazione delle strategie progettuali; un nuovo compito, infatti, attende il progetto, un compito che va oltre il puro benessere dell'abitare dato che è anche necessario tendere al miglioramento delle condizioni complessive del sistema ambientale all'interno del quale si inserisce il manufatto.

L'architettura, modificando lo stato naturale delle cose, non sarà mai un'attività ecologica, ma ciò che è possibile promuovere con indispensabile umiltà non è solo il contenimento dei danni, limitarsi cioè a non peggiorare le attuali qualità urbane, ma è soprattutto importante proporre un diffuso recupero delle condizioni di salubrità e di benessere ambientale. E' necessario, per questo scopo, un deciso passaggio di scala incentivando azioni

integrate sul piano politico e della ricerca, attraverso l'elaborazione di un processo produttivo che consenta all'ecosistema globale di sopportare gli effetti indesiderati delle attività umane e, all'uomo, di sviluppare un sistema socioeconomico in grado di superare quei modelli di produzione e consumo che attualmente causano effetti di degrado ambientale.

Appare chiaro, perciò, che la sostenibilità in architettura è porre particolare attenzione agli aspetti ambientali come nel passato, senza demandare solo alla tecnologia la responsabilità di ottenere ambienti con un alto livello di comfort e a basso o nullo impatto ambientale. Purtroppo, il rapido sviluppo tecnologico ha offuscato nel tempo questo importante aspetto dell'iter progettuale, in grado di mantenere un continuo e diretto contatto tra architettura e natura attraverso l'osservazione e la considerazione di alcuni aspetti fondamentali quali la posizione geografica, il percorso del sole, la disponibilità di risorse naturali come vento, acqua, vegetazione, materiali oltre che il rispetto e la conservazione delle tradizioni locali. Una perdita enorme che ha generato conseguenze dannose sia alla popolazione che all'ambiente stesso.

La sostenibilità implica una complessa trama di cui l'architettura rappresenta solo un filo. E' difficile definire la relazione tra un edificio o un piano urbanistico e le interrelazioni che si vengono a creare con le psicologie individuali, la cultura, l'ambiente, la disponibilità di risorse di un luogo. Lo stesso luogo non è distaccato dal mondo, ma è anch'esso un filo in relazione al grande tessuto della superficie terrestre. Concessa l'attenuante del dubbio, occorre lavorare nella direzione della sostenibilità e far sì che tecniche, sistemi e materiali sostenibili diventino pensieri fondanti del progettare. Non è verosimile invece una 'estetica della sostenibilità': lo stesso concetto di sostenibilità implica un continuo fluire di principi che si differenziano a seconda della funzione e della localizzazione di un progetto. Sostenibilità significa, perciò, 'equilibrio' e come tale è inerente alla stessa definizione di architettura.

Pertanto l'attualità del progetto di architettura oggi risiede nella sua complessità e nella capacità di contemplare al suo interno sia le istanze dettate dall'uomo sia le misure volte alla salvaguardia dell'ambiente. Se il progetto è la rappresentazione dei diversi livelli di conoscenza della realtà architettonica, e quella attuale è una realtà in continua evoluzione, caratterizzata da materiali e soluzioni tecnologiche innovative, forme e spazialità diversificate e dinamiche che non sembrano apparentemente avere un denominatore comune, allora forse è necessario identificare o piuttosto 'ri-

definire' il nuovo linguaggio architettonico attraverso la formulazione di una nuova grammatica generativa della configurazione architettonica.

La nuova definizione e la nuova configurazione dell'oggetto architettonico, quindi, se inerenti ai principi di sostenibilità, determineranno un nuovo linguaggio che sottende una grammatica che vede nei parametri ambientali gli elementi fondativi dei propri componenti linguistici. Il linguaggio così generato comporterà la formalizzazione del sistema delle regole per la costruzione della forma architettonica costituendo una grammatica che genera descrizioni strutturali delle configurazioni, ciascuna con i suoi aspetti motivazionali, semantici e sintattici.

Da qui la necessità di individuare un sistema di regole che permetta da un lato una visione globale del processo progettuale e dall'altro consenta, allo stesso tempo, una decodificazione strutturale che non comporti la gerarchizzazione delle parti costituenti, ma l'individuazione delle funzioni della configurazione, ricercando i fattori che l'hanno generata. Quindi se la configurazione finale di un dato elemento è il risultato di una determinata scelta progettuale operata all'interno di un campo di soluzioni possibili, e se tale possibilità di scelta rappresenta lo strumento con il quale testare e raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale, allora l'individuazione di varianti ed invarianti nell'utilizzo della gamma di soluzioni innovative per il benessere dell'uomo e la tutela ambientale, ed il comprendere come queste vadano ad intervenire e/o ad interferire all'interno del sistema configurazionale, nei modi e nei comportamenti di abitare e vivere lo spazio, porterebbe alla decodificazione di un sistema e all'individuazione delle regole e dei processi che diventerebbero pertanto riproducibili e ripetibili. Ciò rappresenta l'opportunità di verificare l'idoneità delle soluzioni tipologiche, morfologiche e tecnologiche della pratica corrente rispetto a valori, comportamenti, aspettative e bisogni che generano particolari forme di configurazione in modo da individuare le regole a cui sottendono i diversi elementi, attraverso un'analisi critica e di confronto, che come obiettivo ultimo porti all'individuazione formale di un modello di riferimento sostenibile perciò ottimale.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

AA. VV., *Città e ambiente tra storia e progetto. Repertorio di idee, esperienze e strumenti per una pianificazione urbana sostenibile* a cura di Bulgarelli V., Franco Angeli – Milano 2004;

ALBRECHT B., *Architetture per la sostenibilità* in Contal M.H. , Revedin J., *Progettare la Sostenibilità*; Edizioni Ambiente – Milano 2009;

ALEXANDER C., *The nature of order: an essay on the art of building and the nature of the universe*, Center for environmental structure, - Berkeley 2005;

ALEXANDER C., ISHIKAWA S., SILVERSTEIN M., *A pattern language: towns, buildings, construction*, Oxford University Press - New York 1977;

ALEXANDER C., *Note sulla sintesi della forma*, Il Saggiatore - Milano 1967;

ARMIERO M., BARCA S., *Storia dell'ambiente. Una introduzione*, Carocci Editore - Roma 2004;

ARNHEIM R., *La dinamica della forma architettonica*, Feltrinelli - Milano 1981;

AUGÉ M., *Non-luoghi. Introduzione a una antropologia della surmodernità*, Elèuthera - Milano 1993;

AYRES R., *Technology and Environment*, NationalAcademy of Sciences - Washington 1989;

BALZANI M., MARZOT N., *Architetture per un territorio sostenibile, città e paesaggio tra innovazione tecnologica e tradizione*, Skira - Milano 2011;

BANHAM R., *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna* a cura di Giovanni Morabito, Laterza – Bari 1993;

BANHAM R., *L'architettura dell'ambiente ben temperato*, The Architectural Press – Londra 1984;

BERDOULAY V., *Parole e luoghi*, Etas Libri - Milano 1991;

BOGUE D.S., *Sociological research and urban planning*, in *Planning and the Urban Community*, Harvey S. Perloff, University of Pittsburgh Press - Pittsburgh 1991;

BRANDI C., *Struttura e architettura*, Einaudi – Torino 1967;

BRANZI A., *Lectio magistralis per conferimento Laura honoris Causa in disegno industriale*, La Sapienza Università di Roma, 2008;

CAPPUCCITTI A., *Morfogenesi dello spazio urbano: una lettura dei tessuti e delle misure*, nella città di Roma., Università degli Studi di Roma Sapienza, Facoltà di Ingegneria - Roma, 2-3 aprile 2007;

CARNAP R., *Linguaggio e sistemi formali*, Einaudi – Torino 1974;

CASSIRER E., *Filosofia delle forme simboliche*, La Nuova Italia - Firenze 1961;

CECCHINI A., *Al centro le periferie: il ruolo degli spazi pubblici e dell'attivazione delle energie sociali*, Franco Angeli – Milano 2007;

CIRIBINI G., *Tecnologia e progetto*, Celid – Torino 1984;

CHOMSKY N., *Saggi Linguistici*, Boringheri – Torino, 1979;

CHOMSKY N., *Le strutture della sintassi*, Laterza – Bari, 1980;

CHOMSKY N., in P. Brondi, *Ferdinand de Saussure e il problema del linguaggio nel pensiero contemporaneo*, G. D'Anna - Messina-Firenze 1979;

CLEMENT G., *Manifesto del terzo paesaggio*, traduzione di de Pieri F., Quodlibet - Macerata 2005;

COPPOLA PIGNATELLI P., *Funzione e simbolo nell'opera di architettura*, in *Rivista di Psicologia Analitica* – 1975;

COPPOLA PIGNATELLI P., *L'identità come processo*, OfficinaEdizioni - Roma 1992;

CORNOLDI A., LOS S., *Energia e habitat*, Franco Muzzio – Padova 1980;

DARDI C., *Architetture in forma di parole* a cura di Michele Costanzo, Quodlibet – Macerata 2009;

DE CARLO G., *I musei dell'iperconsumo*, Convegno presso la Triennale di Milano – Ottobre 2002;

DE FUSCO R., *Architettura come mass medium. Note per una semiologia architettonica*, Edizioni Dedalo – Roma 2005;

DE PASCALI P., *Città ed energia. La valenza energetica della organizzazione insediativa*, Franco Angeli – Milano 2008;

DE SAUSSURRE F., *Corso di linguistica generale*, Laterza – Bari 1967;

DE SETA C., *Dalla Mitteleuropa al Mediterraneo*, in “Luigi Cosenza, L'opera completa”, a cura di Cosenza G., Moccia F. D., Electa Clean - Napoli 1987;

DIAPPI L., *Sostenibilità urbana: dai principi ai metodi di analisi, forma urbana, energia e ambiente*, Paravia Scriptorium - Torino 2000;

DIERNA S., ORLANDI F., *Buone pratiche per il quartiere ecologico. Linee guida di progettazione sostenibile nella città della trasformazione*, Alinea – Firenze 2005;

DIERNA S., *Architettura biologica: assunti teorici e pratiche di progetto* in Battisti A., Tucci F., “Ambiente e Cultura dell'Abitare”, Editrice Librerie Dedalo – Roma 2000;

ECO U., *Semiotica e filosofia del linguaggio*, Einaudi - Torino 1997;

ECO U., *La struttura assente. La ricerca semiotica e il metodo strutturale* – Bompiani - Milano 2002;

ECO U., *Trattato di semiotica generale*, Bompiani - Milano 1975;

FRAMPTON K., *Storia dell'architettura moderna*, Zanichelli - Bologna 1982;

- GALANTI A., *Forma urbana, sostenibilità, pianificazione*, Aracne – Roma 2009;
- GALLO C., *La qualità energetica e ambientale nell'architettura sostenibile*, Il sole 24ore – Milano 2000;
- GIUFFRÈ R., *Prefazione* in Paoella A., "Progettare per abitare. Dalla percezione delle richieste alle soluzioni tecnologiche, Elèuthera – Milano 2003;
- GRAVAGNUOLO B., *Adolf Loos. Teoria e opere*, Idea Books - Milano 1981;
- GREGOTTI V., *Il territorio dell'architettura*, Feltrinelli – Milano 1972;
- GROPIUS W., *Per un'architettura totale* traduzione a cura di Alberti G., Abscondita - Milano 2007;
- FORLANI M.C., *Cultura tecnologica e progetto sostenibile*, Alinea - Firenze 2010;
- HABRAKEN N., *The structure of the ordinary*, Teicher - Londra 1998;
- HEIDEGGER M., *L'arte e lo spazio*, Il Melangolo - Genova 1997;
- HERTZBERGER H., *Lezioni di Architettura* a cura di Furnari M., Laterza – Bari 1991;
- HJELMSLEV L., *I fondamenti della teoria del linguaggio*, Einaudi – Torino 1968;
- KNOWLES R. L., *Energia e Forma*, Franco Muzzio – Padova 1983;
- KOENIG G.K., *Architettura e comunicazione*, Libreria Editrice Fiorentina – Firenze 1970;
- KUNSTLER J.H., SALINGAROS N.A., *The end of tall buildings*, in CTBUH Journal – Fall 2001;
- LANZA A., *Sviluppo sostenibile*, Il Mulino - Bologna 2006;
- LAVAGNA M., *Life Cycle Assessment in edilizia. Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Hoepli – Milano 2008;

LOS S., *Processo: progettare e costruire edifici sostenibili* in Barucco M., Trabucco D., "Architettura_Energia", EdicomEdizioni – Monfalcone 2007;

LUCCHINI M., BOGONI B., *Architecture, context, culture*, Alinea – Firenze 2011;

LUHMANN N., *Comunicazione ecologica*, Franco Angeli – Milano 1989;

MALDONADO T., *La speranza progettuale*, Einaudi - Torino 1970;

MARUCCI G., *Paesaggi d'architettura mediterranea* in "Architetturacittà - Rivista semestrale di architettura e cultura urbana", Agorà Edizioni – La Spezia 2003;

MAY J., *Architettura senza architetti. Guida alle costruzioni spontanee di tutto il mondo*, Rizzoli - Milano 2010;

MAZRIA E., *Sistemi solari passivi*, Muzzio Editore – Padova 1982;

MAZZERI C., *Le città sostenibili. Storia, natura, ambiente. Un percorso di ricerca*, Franco Angeli - Milano 2003;

MAZZOLA E. M., *La città sostenibile è possibile*, Gangemi - Roma 2010;

MERLAU-PONTY M., *Fenomenologia della percezione*, il Saggiatore - Milano 1965;

MINGUZZI G., *Architettura sostenibile: una scelta responsabile per uno sviluppo equilibrato*, Skira – Milano 2008;

MONTI C.n(a cura di), *Costruire sostenibile*, Alinea Editrice – Firenze 2000;

MORGANTI R., TOSONE A., *Processi trasformativi del costruito e sostenibilità. Orientamenti e indirizzi operativi* in GASPARI J., "Sfide per una dimensione sostenibile del costruire", EdicomEdizioni – Manzano 2009;

MOZAS J. FERNANDEZ PER A., *Density: new collective Housing*, A+t - Álava 2004;

MUSCO F., *Rigenerazione urbana e sostenibilità*, Franco Angeli – Milano 2010;
OLGYAY V., *Progettare con il clima*, Muzzio Editore – Padova 1981;

NERI G., AMARO O., *Forme dell'energia*, Kaleidon Editrice – Reggio Calabria 2010;

NICOLETTI M., GALLO C., *Architettura Ecosistemica*, Gangemi Editore – Roma 1998;

NORBERG SCHULZ C., *Esistenza, Spazio e Architettura*, Officine Edizioni - Roma 1975;

NORBERG SCHULZ C., *Genius loci. Paesaggio ambiente architettura*, Mondadori Electa – Milano 1979;

NORBERG SCHULZ C., *L'abitare. l'insediamento, lo spazio urbano, la casa*, Electa - Milano 1984;

NORBEG SCHULZ C., *Intenzioni in architettura*, Officina Edizioni – Roma, 1983;

OTTOLINI G., *Forma e significato in architettura*, Laterza - Bari 1996;

PARIS S., *Ambiente, energia e tecnologia: paradigmi per il progetto, dall'oggetto al territorio* in Biamonti A. "D.a.r.e. un futuro- Design Ambiente Ricerca Energia", Kansa – Milano, 2010;

PARIS S., *Sostenibilità, tecnologia e qualità dell'architettura. L'ambiente mediterraneo*, in Bagnato V., Paris S., "Architettura e Tecnologia. Lectures", RDesign Press - Roma 2010;

PERETTI G., *Rapporto tra Architettura e Tecnologia nell'ambito della sostenibilità* tratto da "Argomenti di architettura 1- Transmitting: la complessità del progetto contemporaneo per un'architettura responsabile", Di Baio Editore;

PIANO R., *Che cos'è l'architettura*, Luca Sossella Editore - Milano 2007;

PORTOGHESI P., SCARANO R., *Architettura del Mediterraneo: conservazione, trasformazione, innovazione*, Gangemi Editore – Roma 2003;

PRIVILEGGIO N., *La città come testo critico*, Franco Angeli – Milano 2008;

RAYMOND L., *La città sostenibile: partecipazione, luogo, comunità*, Eleuthera - Mi-

Iano 1998;

RIFKIN J., *La civiltà dell'Empatia*, Mondadori - Milano 2010;

ROGERS R., *Cities for a small planet*, Faber & Faber - Londra 1995;

ROGERS R., *Urban task force - towards an urban renaissance*, Londra 1999;

ROGORA A., *Progettazione bioclimatica per l'architettura mediterranea: metodi esempi*, Wolters Kluwer - Assago 2012;

ROSSI A., *L'architettura della città*, Marsilio - Venezia 1966;

SALA M., *Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti e tecniche di studio*, Esselibri - Napoli 2001;

SALINGAROS N., *Principles of Urban structure*, Techne Press - Amsterdam 2005;

SCANDURRA E., *L'ambiente dell'uomo: verso il progetto di città sostenibile*, Etas libri - Milano 1996;

SCARANO A., *Identità e differenze nell'architettura del mediterraneo*, Gangemi Editore - Roma 2006;

SCARANO R., PIEMONTESE A., *Energia solare e architettura. Il fotovoltaico tra sostenibilità e nuovi linguaggi*, Gangemi Editore - Roma 2002;

SCARANO R., *Processi di generazione della configurazione architettonica*, Fratelli Fiorentino - Napoli 1988;

SCOTT G., *L'architettura dell'umanesimo*, Dedalo - Bari 1978;

SCUDO G., *Una nuova alleanza tra natura e tecnologia. L'ibridazione tra bio-ecologia e tecnologia per costruire in accordo con l'ambiente*, in "Ambiente Costruito", ott.-dic. 1999;

SCHEER H., *Energia rinnovabile per un futuro sostenibile*, Edizioni Ambiente - Milano 2004;

SERTORIO L., *Ex supposizione* in “Storia dell’Abbondanza”, Bollati Boringheri – Torino 2000;

SHELDRAKE R., *L’ipotesi della causalità formativa*, Red - Como 1998;

SINOPOLI N., *La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell’architettura e le sue regie*, Franco Angeli – Milano 1997;

SIRAGUSA L., *L’energia del sole e dell’aria come generatrice di forme architettoniche*, Cleup – Padova 2009;

SPANEDDA F., *Energia e insediamento. Una ricerca interdisciplinare per l’applicazione di principi di efficienza energetica nei centri storici*, Franco Angeli – Milano 2008;

STANGANELLI M., *Struttura delle relazioni e morfologia degli spazi urbanizzati* in Atti della XXVII Conferenza AISRe, Impresa, Mercato, Lealtà Territoriale, Pisa - ottobre 2006;

STRAPPA G., *Unità dell’organismo architettonico: note sulla formazione e trasformazione dei caratteri degli edifici*, Dedalo – Bari 1995;

THOM R., *Stabilità strutturale e morfogenesi*, Einaudi - Torino 1980;

TIEZZI E., MARCHETTINI N., *Che cos’è lo sviluppo sostenibile*, Donzelli – Roma 1997;

TIEZZI E., PULSELLI R.M., *Città fuori dal caos. La sostenibilità dei sistemi urbani*, Donzelli – Roma 2009;

TIZZANO A., *Dal segno al simbolo, risvolti semiotici: per una lettura retorica dell’architettura*, Torino 2012;

TORROJA E., *La concezione strutturale: logica ed intuito nella ideazione delle forme*, CittàStudi – Milano 1995;

TROMBETTA C., *L’attualità del pensiero di Hassan Fathy nella cultura tecnologica contemporanea*, Rubbettino – 1986;

UYTENHAAK R., *Cities full of space. Quality of density*, 010 Publisher - Rotterdam 2009;

ZANNONI G., *Sfide per una dimensione sostenibile del costruire*, EdicomEdizioni – Manzano 2009.

