



# L'INVOLUCRO ARCHITETTONICO

## DECLINAZIONI DIGITALI E NUOVI LINGUAGGI

GIUSEPPE PELLITTERI

and partners  
**fotograf**





# L'INVOLUCRO ARCHITETTONICO

## DECLINAZIONI DIGITALI E NUOVI LINGUAGGI

GIUSEPPE PELLITTERI

Publicato con i fondi della ricerca PRIN 2005 finanziata dal  
M.U.R.S.T. al Dipartimento di Progetto e Costruzione Edilizia  
dell'Università di Palermo di cui è responsabile il Prof. Giuseppe Pellitteri.

In copertina il BMW Welt di Monaco tratto da  
Feireiss K. (Ed), 2007, *Dynamic Forces. CoopHimmelb(1)au, BMW Welt  
Munich*, Prestel Verlag, Munich.

# INDICE

INTRODUZIONE	6
Benedetto Colajanni IL CONCETTO DI INVOLUCRO	9
Giuseppe Pellitteri LA SEMANTICA DELLE NUOVE FORME	25
Salvatore Concialdi STRUMENTI DI CONFIGURAZIONE	47
Benedetto Colajanni, Giuseppe Pellitteri L'ARCHIVIO	75
Flavia Belvedere INVOLUCRI COMPLESSI	89

## INTRODUZIONE

L'interesse verso le nuove e infinite possibilità che la cultura "digitale" apre all'architettura è stato sempre il punto d'incontro con Benedetto Colajanni, che sin dall'inizio della mia attività di ricerca universitaria e poi nella didattica, mi ha spinto e incoraggiato a tenere sott'occhio le innovazioni che attraversavano il mondo dell'architettura.

La mia formazione e propensione ai fenomeni della contemporaneità venivano quindi costantemente alimentati dalla sua voglia di coglierne i cambiamenti, di appropriarsi delle conoscenze necessarie a saperli comprendere, di utilizzarli in termini progettuali.

Dopo questo lungo cammino fatto insieme, prima tenendomi per mano, poi a poco a poco lasciandomi fare autonomamente e, col passare degli anni, fianco a fianco, non ho potuto fare a meno del suo lavoro, fino ai suoi ultimi giorni, delle sue sempre pronte risposte ai miei interrogativi, dei suoi consigli e delle sue proposte. Improvvisamente questo percorso comune si è bruscamente interrotto e col vuoto lasciato mi ha privato di un enorme sostegno, anche se negli ultimi tempi, con la sua solita ironia, diceva che era ormai lui a dipendere da me.

Tra le tante cose fatte, iniziate e progettate, c'era un fronte di ricerca apertosi, sempre nell'ambito dell'ormai più che ventennale tema comune della "progettazione architettonica assistita", il CAAD (Computer Aided Architectural Design): quello della comprensione critica del fenomeno, ormai pervasivo, dell'uso degli strumenti e delle tecnologie informatici nel progetto architettonico, e della definizione di metodologie progettuali che utilizzassero tali strumenti.

Quale occasione migliore per proporci come fautori di un segmento di ricerca di un progetto più generale, da condurre con altre sedi universitarie Roma "La Sapienza", il Politecnico di Torino e Pisa nella ambito di un argomento quale: "Modello di collaborazione multidisciplinare per la progettazione integrale in architettura" (PRIN 2005, coordinato da Gianfranco Carrara dell'Università di Roma "La Sapienza").

Spinti da questi comuni interessi, ci siamo proposti per occuparci di quell'aspetto progettuale che più poteva farci intervenire sull'architettura, in campo di "Collaborative Design", quello della sua conformazione. Abbiamo quindi individuato nell'involucro il "sistema" più consono per parlare e ricercare dei modi di fare architettura. Il tema di ricerca della nostra unità operativa, dell'Università di Palermo, è stato quello della "Configurazione dell'involucro

architettonico nel processo di progettazione collaborativa multidisciplinare”.

Avuta notizia dell'approvazione e del finanziamento della ricerca, ci siamo messi a lavorare, nello spirito di voler portare un contributo al tema generale della “progettazione architettonica integrale”, mentre le unità di ricerca con noi coinvolte dovevano studiare altri aspetti disciplinari, relativi ad altri sistemi tecnologici dell'organismo architettonico, ed i metodi per integrarli nelle forme di collaborazione più avanzate.

I primi risultati in progress sono stati quelli relativi ad un'analisi critica delle più recenti tendenze dell'architettura influenzate dalle sempre più presente “cultura digitale”. La prima lettura dei progetti e delle opere, all'epoca più segnate dal fenomeno, ci ha fatto constatare, purtroppo, un fermarsi in superficie, proprio alla conformazione dell'involucro, in chiave quasi esclusivamente morfologica. Le possibilità ed i risultati progettuali erano condizionati fortemente dalla limitazione degli strumenti disponibili (software “generativi”, parzialità di quelli “performativi”, funzionalità specifiche di quelli di “modellazione”, etc.). Inoltre, il grosso limite, tranne rari e più recenti casi, era di ricercare in un'interpretazione da parte dei progettisti, molto spesso famosi, dei media digitali come un fatto di tendenza, motivato solo da scelte di rappresentazione, d'immagine e, filosoficamente, lontani da una cultura della complessità del progetto e dell'evoluzione dello spazio architettonico.

La necessità di sistematizzare queste acquisizioni, oltre all'esigenza operativa legata alla struttura “collaborativa”, da collegare con gli altri aspetti del progetto di competenza delle altre unità, hanno reso necessaria la definizione di un “archivio”, dove depositare tutte le caratteristiche e le informazioni utili a descrivere gli involucri e quindi le opere di architettura “digitale” studiate.

Sempre con la super visione critica e l'infaticabile guida di Benedetto Colajanni, oltre al proprio lavoro diretto, insieme a me ed a Salvatore Concialdi, abbiamo sviluppato un sistema di archiviazione, avvalendoci delle preziose collaborazioni prima di Giuseppe Li Puma, per l'implementazione del data base, e poi di Flavia Belvedere, per il suo editing grafico e per la ricerca e analisi dei casi studio. Questi sono stati riportati in un separato capitolo, sotto forma di schede, dove le informazioni su ciascuna opera analizzata, da cui sono state ricavate le caratteristiche architettoniche e costruttive dei relativi involucri, sono strutturate nella stessa logica con cui era stato organizzato il data base dell’*“Archivio”*.

È la parte più consistente del volume, proprio perché sono tante le opere ritenute più significative, emblematiche per i loro *“Involucri complessi?”*, studiate minuziosamente e meticolosamente da Flavia Belvedere, ovviamente sempre sotto l'insostituibile guida di Benedetto Colajanni.

Il materiale così elaborato costituisce le basi per lo scambio di informazioni interdisciplinari con le altre unità, perché è strutturato nella logica dell'interoperabilità del “collaborative design”, ma costituisce anche un notevole patrimonio di conoscenze, che punta



gli occhi su quelli che sono gli scenari dell'architettura contemporanea sotto l'egida delle strategie "digitali".

La conoscenza approfondita di tutto ciò ha dato lo spunto, a conclusione della ricerca PRIN 2005, di sistematizzarla, completandola con un inquadramento culturale. Pertanto Benedetto Colajanni si è prodigato a scrivere un testo introduttivo, sul "*Concetto di involucro*" e sulle mutazioni nella storia degli ultimi anni, anche in rapporto con l'architettura "moderna" che ci lasciamo alle spalle.

Salvatore Concialdi ha illustrato gli "*Strumenti di configurazione*", che le tecnologie digitali hanno offerto e gli scenari che aprono alla progettazione e realizzazione delle forme e dei sistemi costruttivi capaci di supportarle.

Tutto il lavoro mancava di un importante tassello, l'esposizione di quello che aveva animato in definitiva la mia scelta di aderire al progetto di ricerca complessivo. Avevo nelle mani solo gli scritti presentati insieme a Benedetto Colajanni in altre importanti occasioni e avevo già cominciato a lavorarci per mettere a punto una riflessione complessiva, nel tentativo di leggere e interpretare le nuove tendenze in atto e le prospettive, da un punto di vista delle mutazioni e delle possibilità di definire nuovi linguaggi nell'architettura contemporanea.

Il mio lavoro si è interrotto per quasi un anno, non riuscendo più a riprendere in mano il filo del discorso, dopo la perdita inattesa di Benedetto Colajanni. Poi, spinto dalla volontà di non voler "perdere" tutto il lavoro fatto, lasciandolo inedito, ho deciso di concluderlo. Anche e soprattutto per dare una testimonianza di questo suo ultimo lavoro, che va ad aggiungersi in maniera postuma a tutto quanto fatto e lasciato nella sua esistenza "scientifica" e che ho seguito da tantissimo tempo.

Pertanto il capitolo su "*La semantica delle nuove forme*", è frutto in ritardo di una riflessione molto sofferta, su di un discorso già iniziato e purtroppo improvvisamente troncato, con mio enorme rimpianto, fatto anche di pezzi di quel discorso, a cui aveva partecipato anche Salvatore Concialdi, che, sono sicuro, anche lui ha provato la pesante mancanza di Benedetto Colajanni.

*Giuseppe Pellitteri*



Benedetto Colajanni

IL CONCETTO DI INVOLUCRO

## UNA DEFINIZIONE

L'involucro è oggi, l'elemento tecnico su cui si concentra l'interesse di coloro che a diverso titolo operano nel campo dell'architettura.

Gli architetti progettisti ne fanno spesso il principale oggetto delle loro invenzioni cercando in esso il più efficace mezzo di personalizzazione delle loro opere. E il perseguire questo risultato soverchia, in molti casi, quello che dovrebbe essere l'obiettivo primo della progettazione, il "buon funzionamento" dell'edificio. E se la definizione di un oggetto non può non contenere anche la specifica delle categorie di prestazioni cui esso è finalizzato, la modifica delle gerarchie di queste, con il venire in primo piano delle capacità "espressive" dell'involucro, impone una ricognizione sul concetto stesso e quindi sulla definizione di involucro.

## COSA È UN INVOLUCRO

La risposta costituisce, necessariamente, una definizione. Ma le definizioni sono di due tipi, riferibili a due campi operativi diversi. Il primo è concettuale. Esso dovrebbe definire il ruolo dell'involucro nella costruzione di un progetto, le funzioni da affidargli, il peso dei suoi diversi aspetti nel difficile bilancio delle prestazioni richiestegli, le valenze culturali, multiple e talvolta contraddittorie che devono guidare l'architetto nella progettazione di questo componente costruttivo. Insomma una individuazione delle essenziali caratteristiche di questo particolare elemento e delle relazioni che lo legano alle altre categorie di elementi costruttivi anch'esse osservate e definite dallo stesso punto di vista.

È oggi praticamente impossibile fare un elenco delle funzioni cui l'involucro può essere chiamato a svolgere. Ancor più imprevedibili sono i modi in cui tali funzioni dovranno essere svolte. È comunque, una difficoltà che una definizione concettuale può, almeno in parte, superare, puntando su una formulazione che sia quanto più generale ma non generica possibile.

Una definizione "pre-operativa" di questo tipo contribuisce a costruire la rete concettuale di conoscenze necessaria ad ogni operatore nel campo della AEC (Architecture Engineering Construction). La rete si sviluppa su diversi piani di dettaglio. La definizione, per essere coerente, deve inserirsi nel primo livello.

L'altro tipo di definizione è strumentale. Gli strumenti della progettazione sono oggi i diversi software che, a vario titolo, configurano geometrie, calcolano e verificano prestazioni,

guidano i processi della produzione materiale e del montaggio degli elementi costruttivi. E qui tutto quanto è concetto deve trasformarsi in protocollo, in convenzione concordata tra diversi produttori di software. Più che di definire, si tratta di descrivere, di costruire un modello che contenga tutte le informazioni occorrenti ai software che su esso devono operare. In sintesi costruire un modello da inserire nel BIM (Building Information Model).

Si ripresenta l'inevitabile difficoltà di conciliare la formulazione di un concetto che da un lato tende ad una ambiguità, che è ricchezza in quanto molteplicità di possibili interpretazioni, dall'altro ha la necessità di un'assoluta precisione, condizione irrinunciabile per la inter-operatività dello strumento.

In quanto alla cosiddetta "chiusura orizzontale" che, almeno all'origine orizzontale non era, la sua più tradizionale configurazione, la copertura a falde inclinate, nasce da esigenze puramente tecniche e ne diventa il paradigma, il "tetto", anche qui con tutta la connotazione culturale riconoscibile in tutti i significati traslati della parola. La funzione della faccia interna, la delimitazione dello spazio fruibile, tende a ricondursi alla configurazione piana. Infatti, negli spazi interni spesso la presenza di un soffitto orizzontale realizza ed esprime la misura di un'eguale fruibilità di tutta la loro estensione. L'altra forma di "chiusura orizzontale non orizzontale", la cupola, nasce anch'essa dapprima come soluzione tecnica per coprire grandi spazi, e solo successivamente acquista la capacità di esprimere il significato culturale della grandezza dello spazio unificato, realizzando ancora una volta l'unità di funzione e della sua espressione. La cupola di Santa Maria in Fiore era, come scrive Leon Battista Alberti nel *De Pictura*: "*Erta sopra i cieli, ampia da coprire tutti i popoli della Toscana*".

Ma la difficoltà di una definizione, anche se non esaustiva almeno capace di cogliere l'essenza di questo innovativo elemento tecnico, è reale. Ne proponiamo una, forse la più semplice ed insieme più generale: "*involucro è l'elemento tecnico che governa, in modo unitario, i rapporti tra lo spazio incluso e lo spazio dell'ambiente circostante*". Da questa definizione, volutamente, sono esclusi due aspetti che sembrerebbero invece caratteri fondativi dell'idea stessa di involucro. Il primo è l'uso dei concetti di spazio interno e spazio esterno, sostituiti da quelli di spazio incluso e spazio dell'intorno ambientale circostante. Il secondo, è il riferimento esplicito alla materialità dell'elemento tecnico, alla sua tecnologia, alla tecnica costruttiva. L'assenza del riferimento esplicito a questi aspetti non significa, ovviamente, la loro irrilevanza ai fini della

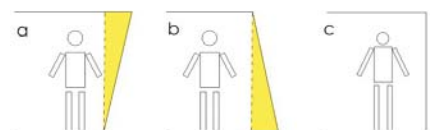


Fig 1 - a) b) Spazi inutilizzabili c) spazio utilizzabile.

connotazione dell'involucro. Si è solo voluto evitare che la loro presenza, troppo autonoma e quindi possibilmente fuorviante, mettesse in ombra la complessità del concetto e soprattutto la valenza di matrice formale che, in particolare nella sua collocazione ambientale, l'involucro esprime. Con l'inciso "in modo unitario", si è poi voluto sottolineare il radicale cambiamento dell'involucro rispetto ai tradizionali elementi costruttivi, l'evoluzione da un'ottica sostanzialmente riduttiva ad una compiutamente di sistema.

L'involucro è attualmente protagonista di una rapida evoluzione, profonda sin quasi a cambiarne natura. Una rapida rassegna di quanto avviene nella pratica architettonica contemporanea sarà certamente di aiuto.

Gli approcci al progetto della configurazione dell'involucro sono fondamentalmente tre. Secondo il primo, il più vicino alla tradizione funzionalista, è la disposizione reciproca, l'aggregazione funzionale degli spazi interni, assemblati secondo le funzioni e intesi come volumi, che genera la struttura formale dell'edificio e, quindi, anche quella dell'involucro che lo delimita. Ad essa, naturalmente va aggiunto tutto il lavoro progettuale che ne articola la superficie, ne definisce i pattern, la dota di "valori tattili"<sup>1</sup>. L'attenzione è rivolta soprattutto alla geometria generale dell'oggetto architettonico, che è quella che ne delinea i connotati generali, piuttosto che all'individualità della superficie involuppo. Il volume dell'edificio ha forma geometricamente ben delineata, autonoma e prevalente rispetto ad accidenti locali eventualmente presenti sulla sua delimitazione di superficie. L'involucro è allora ridotto al rango di un insieme di superfici subordinate alla configurazione generale del volume architettonico.

I suoi mezzi espressivi consistono da un lato nella comunicazione del modo in cui esso assolve le sue funzioni, ivi compresa la commistione con altri sottosistemi tecnologici, (strutturali, energetici, etc.) dall'altro dagli autonomi valori espressivi della sua tessitura. E per tessitura si intende la struttura percettiva della superficie e dei suoi singoli elementi, l'ordine e il ritmo di quella e di questi, le caratteristiche del materiale

Il secondo approccio è il più autonomo. Esso rovescia i ruoli dell'aggregazione degli spazi funzionali da involuppare e della geometria generale dell'oggetto architettonico. È quest'ultima a determinare la prima. La volontà espressiva dell'architetto non accetta il condizionamento a priori della funzione; anche quando vuole dare a questa il rango di primo contenuto da significare, l'architetto intende mantenere il controllo invenzione del segno.

1. Dall'immagine pittorica all'immagine architettonica; Berenson B., 1957, *I pittori italiani del Rinascimento*, Sansoni Phaidon Press, Firenze.

Il terzo approccio si apparenta, anche se in modo assolutamente paradossale, al primo. Esso ammette la possibile esistenza di motivazioni autonome, esterne, della figura dell'involucro. Nel primo approccio è la preminenza della funzione a delineare la forma, nel terzo si ipotizza la partecipazione di agenti esterni, individuati dal progettista ma autonomi nella loro azione, alla configurazione dell'involucro. Agenti particolari virtualmente capaci di in-formare o de-formare configurazioni riconducibili al primo o al secondo approccio. Agenti di natura diversa: dalla struttura, non solo visuale, del paesaggio-ambiente alla dinamica dei movimenti degli utenti all'interno dell'oggetto architettonico; dalla collocazione dei fuochi dell'attenzione di costoro alle modalità d'uso degli spazi funzionali. Il ruolo dell'architetto sta nel cogliere questi campi di virtualità formative, di tradurli in azioni di modellazione degli oggetti architettonici sui quali a questi agenti urge d'intervenire. L'architetto assume la responsabilità della forma dando agli agenti la possibilità di operare. La mantenuta titolarità del processo di formazione-deformazione valida l'autorialità della forma dell'oggetto architettonico.

Ma involucro è parola dai molti significati e più d'uno di essi è d'aiuto per comprendere le molte facce dell'involucro in architettura. Li cercheremo nel dizionario principe della Lingua italiana, il Grande Dizionario della Lingua Italiana a cura di Salvatore Battaglia. Il significato più generico si riferisce alla sua capacità di avvolgere, delimitare e quindi implicitamente definire entità di qualsiasi natura. Riferito all'edilizia, l'oggetto significato può espandersi sino a comprendere l'intera costruzione<sup>2</sup>. È una metonimia che può esprimere implicitamente una gerarchia di interessi propria del secondo atteggiamento progettuale citato più sopra. In architettura il concetto entra in un rapporto dialettico con i tradizionali concetti di muro e tetto<sup>3</sup>, ma di particolare interesse è il significato traslato del termine come contenitore e, quindi nello stesso tempo identificatore, di un insieme di idee, pensieri, di concezioni, di fatti culturali<sup>4</sup>. L'elemento costruttivo involucro, infatti, riflette in modo preminente non soltanto i più avanzati sviluppi tecnologici, ma anche le variegiate scelte funzionali e formali dei diversi approcci all'architettura.

Un tentativo di porre ordine nell'apparente caos delle differenti tipologie di involucri, al fine di comprendere il ruolo che ciascuna di esse gioca nella dialettica tra le varie tendenze presenti sul "mercato dell'architettura", può partire dalla definizione di queste proposta da Benevolo nel suo recente libro, *L'Architettura nel nuovo millennio* (2006).

2. Un esempio: Libero Bigiaretti "L'involucro un pò nazional-socialista dell'Ara Pacis". Naturalmente l'oggetto è la precedente "teca" di Morpurgo e non l'attuale costruzione di Meyer.

3. "*Building envelope refers to the exterior surface that encloses the interior space of a building. It serves as the outer shell to protect the indoor environment as well as to facilitate its climate control. Building envelope design is an application area that draws from all areas of building engineering, especially building science and indoor environment. It focuses on the analysis and design of envelope systems, including material components, durability, heat and moisture transfer, interaction with the indoor, outdoor environments and with the structural shell. Components of the envelope include the roof, walls, and windows*".

4. Esempi di questo significato tratti dal Grande Dizionario della Lingua Italiana a cura di Salvatore Battaglia.

Gramsci A., *Lettere dal Carcere*, Torino 1950 "l'involucro parlato della vecchia storia"; De Santis F., *Il Mezzogiorno e lo Stato Unitario*; F. Ferri (a cura di), Torino, 1960: "Sviluppando il pensiero di Dante dal suo involucro"; Vittorini E., *Diario in pubblico*, Milano, 1957: "Questa letteratura d'inizio che rompe fuori, in pieno rinascimento, dal vecchio involucro culturale".

Benevolo identifica tre approcci nei quali ritiene possano inquadrare almeno i più noti tra gli architetti oggi operanti sulla scena internazionale:

- gli eredi della tradizione moderna europea;
- gli innovatori dell'architettura moderna europea;
- i cercatori di novità pazienti e impazienti e le loro prospettive.

Ipotesi di partenza, tutta da verificare, è che l'involucro giochi un ruolo abbastanza omogeneo nelle intenzioni di almeno buona parte degli architetti aventi lo stesso atteggiamento progettuale. A tale scopo altre differenziazioni devono essere prese in considerazione riguardanti i tre aspetti funzionale, tecnologico e formale. Un elenco delle funzioni affidate all'involucro verrà fatto in altro paragrafo. Sinteticamente esse possono sintetizzarsi nella funzione di filtro e controllo dei flussi di energia, materia e informazioni tra gli spazi che l'involucro separa. Ma la funzione principale rimane sempre la delimitazione e, quindi la configurazione, del volume totale dell'edificio. È soprattutto questa che rimette in ballo l'altro significato della parola involucro. E non solo la forma definitiva dell'involucro, o le forme parziali più o meno autonome nelle quali esso spesso viene articolato. Anche il processo formativo, nella misura in cui è implicito ma riconoscibile nella forma stessa, assume una rilevante funzione comunicativa, diventa talvolta il veicolo privilegiato della posizione culturale di riferimento dell'architetto. Di questa, un elemento costituente è il ruolo assegnato al computer nella genesi della forma e soprattutto il suo grado di autonomia. Emblematica è la posizione estrema di chi è arrivato a parlare di AACD, acronimo di Architect Aided Computer Design, con un rovesciamento, almeno semantico dei ruoli, se non della gerarchia, dei due protagonisti del processo progettuale, il computer e l'architetto.

Non è questo il luogo nel quale affrontare le questioni legate al secondo tipo di definizione, la "definizione-protocollo". Non è, comunque inopportuno fare un cenno delle questioni che essa pone. Un modello deve oggi essere inter-operabile. L'ambiente in cui oggi si ricerca la inter-operabilità è quello proposto dalla IAI (International Alliance for Interoperability): le IFC (Industry Foundation Classes) già adottate dai principali Software in ambiente AEC. Ma in un modello l'universalità, intesa come il possesso degli strumenti aventi implicitamente la capacità di gestire operatività non previste, non può esistere; ogni tipo di informazione deve essere univocamente codificata. Quindi, non di flessibilità o di potenzialità implicite si può oggi parlare, quanto piuttosto di



elenchi più o meno lunghi di possibilità. La ricerca di un ampio campo di inter-operabilità, si può pagare con una complessità del modello che ne può limitare parecchio la reale utilizzabilità. Le IFC rimangono comunque l'unica proposta che, pur soggetta alla problematica evidenziata, ha raggiunto un reale grado di operatività.

## LA STRUTTURA CONCETTUALE

L'analisi della struttura concettuale dell'elemento tecnico involucro può partire dalla definizione che si è proposta nel secondo paragrafo di questa relazione: *“involucro è l'elemento tecnico che governa i rapporti tra lo spazio incluso e lo spazio dell'ambiente circostante”*. Questa definizione dà ragione della grande varietà di forma e di composizione che si riscontrano nei casi reali, evidente conseguenza della altrettanto grande varietà degli spazi tra i quali gli involucri sono collocati. È tuttavia possibile ritrovare in essi un insieme di caratteri comuni legati da un lato alla funzione, dall'altro alla materiale realizzazione dell'elemento tecnico.

I rapporti tra i due spazi che gli involucri gestiscono sono di due tipi. Il primo è il governo degli scambi di energia e di materia. Alcuni di questi avvengono attraverso tutta la superficie dell'involucro; altri, in particolare gli scambi di materia e, tra questi quelli di persone, solo attraverso parti specializzate di essa. La stabilità degli elementi di superficie può ottenersi direttamente collegandoli alle strutture principali dell'edificio, ovvero per mezzo di una sottostruttura specializzata connessa e supportata a sua volta dalla struttura principale. Struttura principale che può anche essere presente sulla superficie esterna. E in tal caso sarà anch'essa elemento di mediazione degli scambi di energia.

Il secondo tipo è la mediazione tra la configurazione degli spazi inclusi e quella con la quale l'involucro contribuisce alla definizione dello spazio-ambiente nel quale esso è immerso.

Una terza funzione è la fornitura di un supporto di informazione destinata ai fruitori esterni all'organismo involucrato.

La descrizione di ogni particolare oggetto edilizio deve potersi intendere come un caso di un modello del tipo cui l'oggetto appartiene. Questo anche perché la struttura concettuale del modello deve potere essere tradotta in un modello operativo, codificato in un formato interoperabile, da inserire in un BIM (Building Information Model).

Un modello che risponda integralmente a queste caratteristiche è certamente assai difficile da formulare. Un'approssimazione, sufficiente in molti casi, considera



l'involucro come un insieme di parti (campi), a loro volta composte da successioni di strati a diversa specializzazione funzionale. Resterebbero esclusi da questo modello i casi, non frequentissimi, in cui l'articolazione non è una successione lineare, cioè quando gli strati si intersecano.

Negli elementi di un modello di un oggetto a prevalente sviluppo in superficie, la componente di superficie dell'involucro ha una propria struttura formale. La prima articolazione è la suddivisione in campi, ciascuno dei quali possiede una propria geometria generale ed è composto da elementi organizzati in un pattern. Ciascun elemento, a sua volta, è caratterizzato dalla sua forma, dal materiale di cui è composto e dalla modalità di collegamento con lo strato successivo. La definizione di strato deve essere intesa in senso abbastanza elastico. Lo strato non è necessariamente continuo. Esso può essere formato anche da una disposizione discontinua di elementi in un "pacchetto" spaziale di spessore modesto rispetto alla sua estensione.

## GLI ANTENATI

Se già è difficile formulare una convincente definizione di involucro, scevra da ambiguità, ancor meno agevole è il riconoscere in edifici del passato qualche prefigurazione di elementi caratteristici degli involucri odierni. In questa rapidissima incursione nella storia dell'architettura si procederà per flash, limitandosi a ricordare qualche esempio precursore contenente in nuce almeno alcuni dei caratteri formali poi sviluppati in tempi nei quali è avvenuta una grande evoluzione tecnologica e contemporaneamente all'aumento del peso delle scelte progettuali riguardanti l'involucro all'interno dell'economia generale del processo produttivo.

Gli aspetti di ogni componente costruttivo sono due: tecnologico e formale. Riguardo al primo, l'involucro va acquistando autonomia man mano che il muro si affranca dalla funzione strutturale e accentua quella di mediatore tra spazi inclusi e spazio contesto. Sotto questo aspetto, in tempi recenti, sempre maggiore attenzione è riservata alle funzioni collegate con i bilanci energetici dell'intero edificio. Anche riguardo all'aspetto formale l'involucro diviene soggetto autonomo di scelte progettuali in quanto esso non è più solo una superficie che delimita un volume globale determinato da altre esigenze. E questa autonomia innesca una continua innovazione tecnologica che si manifesta anche attraverso "uso di una varietà di materiali mai prima utilizzati negli elementi tecnici di chiusura.

Nella ricerca di antenati all'involucro attuale, si possono percorrere due piste. La prima segue l'evolvere del muro verso l'involucro e, con il crescere della sua trasparenza, agli apporti dello spazio esterno, e quindi anche all'aumento della superficie vetrata. La seconda privilegia l'affidamento di proprie valenze comunicative alle superfici che racchiudono l'edificio. Naturalmente le piste si intrecciano e spesso si sovrappongono.

Nell'ovvia scelta di limitarsi a rapidissimi cenni di un argomento di tanto interesse, è alla seconda che qui si è accordata maggiore attenzione, senza peraltro trascurare completamente la prima - anche perché si ritiene che questa scelta formale sia stata lo stimolo alla ricerca tecnologica che ha portato alla specificità degli involucri attuali. Condizione del riconoscimento dello "status di precursore" appare allora la tendenziale continuità della superficie esterna che avvolge l'edificio. Qui si è adottato un criterio più elastico scegliendo quegli esempi in cui l'involucro presenta una forte connotazione formale, anche supportata da elementi ancora riconoscibili sia come pareti sia come copertura. D'altronde se l'involucro è, nella sua espressione più tipica, un componente in cui pareti e coperture si fondono perdendo la loro individualità, è normale che nella evoluzione verso la forma compiuta, sia ora l'uno o l'altro elemento ad assumere maggior rilievo.

Una, anche se breve, rassegna storica non può che partire dalle grandi serre ottocentesche (Fig. 2). Tra le più famose, ampiamente illustrate, sono quelle di Decimus Burton e Joseph Paxton. Sono esempi di perfetta funzionalità. L'involucro unifica la forma esprimendo l'unicità della funzione.

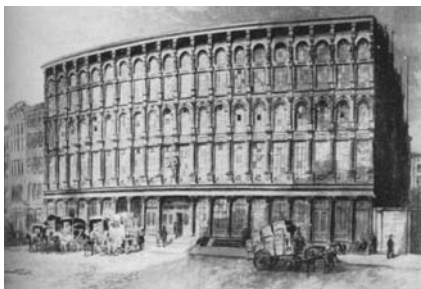
Motore dell'evoluzione del muro è l'affermarsi della struttura metallica che diviene progressivamente egemone negli edifici industriali e, subito dopo, in quelli commerciali (Fig. 3). In questo campo un ruolo di primo piano spetta all'opera di James Bogardus, geniale inventore, che intuì l'importanza di una specifica caratteristica della costruzione metallica, la prefabbricazione, poiché i pezzi sono necessariamente prodotti in officina e solo assemblati in cantiere.

Egli ebbe anche chiara coscienza delle potenzialità decorative insite nei metodi della fusione che consentivano la realizzazione a basso costo di elementi ornamentali consonanti con l'estetica del tempo.

Joseph Paxton realizza, con il suo Crystal Palace un'architettura che presenta già molti dei caratteri che caratterizzeranno le architetture a cavallo tra il XX e il XXI secolo. I pannelli delle pareti e della copertura presentano



Fig. 2- *Leserre nel parco di Schönbrunn, Vienna.*



**Fig. 3** - *James Bogardus. Harper & Brothers Building, New York (1859).*

una sostanziale affinità di materiale e tecnologia costruttiva, ne condividono la costituzione e la modularità. Ma la caratteristica del fabbricato che più precorre le prestazioni degli involucri moderni è l'assoluta trasparenza delle sue pareti e della copertura. L'immagine che ne deriva è di continuità e omogeneità e, quindi, di unitarietà dell'involucro. Ne consegue un intenso rapporto tra spazio esterno e spazio interno, che assimila il secondo al primo, svolgendo in modo efficace quel compito di mediazione che dell'involucro è uno dei compiti fondanti.

Un deciso progresso nella tecnologia degli involucri viene compiuto dagli architetti della Scuola di Chicago, che generalizzano l'uso delle strutture metalliche, liberando, nei loro esempi migliori, le facciate da ogni elemento decorativo. In esse anche l'impatto visivo delle strutture si restringe; le facciate sono uniformi su tutti i lati, si accentua la continuità delle superfici verticali, talvolta resa ancor più marcata dal trattamento degli angoli o da ben raccordate sporgenze e rientranze. Esempolari sono rispettivamente il Tacoma Building di Holabird & Roche e il Reliance Building di Burnham & Root.

Pareti interamente vetrate che avvolgono completamente edifici industriali sono comuni in Germania a cavallo delle fine del secolo XIX. Saranno riprese da Gropius nell'edificio delle Fagus Werke, poi nella Fabbrica Modello per la Esposizione del Werkbund del 1914 e infine, dopo la guerra, nell'edificio del Bauhaus.

La Jahrhunderhalle (Fig. 4), architetto Max Berg (1913), mostra come una grande complessità formale può caratterizzare anche involucri composti da elementi semplici e riconoscibili. La pianta, i volumi degli spazi interni e le strutture avrebbero avuto il loro più ovvio completamento in una cupola. La soluzione adottata è assai più sofisticata. La successione dei cilindri verticali il cui diametro si riduce progressivamente, seppure chiaramente leggibili come elementi parete, suggerisce visivamente un'altrettanto evidente gestaltica cupola virtuale. È un esempio paradigmatico del complesso gioco reciproco dei due tipi di componenti - parete e copertura - nella formazione dell'elemento involucro.



**Fig. 4** - *La Jahrhunder Halle (architetto Max Berg (1913).*

L'immediato dopoguerra vede, soprattutto in Germania, l'affermarsi dell'Espressionismo, la volontà di costruire immagini che devono comunicare intensamente, essere cariche di significati, soprattutto, ma non solo, emotivi. Un atteggiamento apparentemente analogo a quello di molti architetti contemporanei i "cercatori di novità ... impazienti" della tripartizione Benevoliana - in particolare quelli della tendenza dei cosiddetti "new architects". Ansiosi di affidare

agli involucri il compito di esprimere le motivazioni teoriche delle loro scelte formali, spesso fortemente connotate “ideologicamente”, in base a non sempre comprensibili rapporti con la filosofia e la matematica contemporanee.

L'Espressionismo architettonico appare più tardi rispetto a quello delle altre arti. Mentre l'inizio dell'Espressionismo pittorico può farsi risalire al 1906, anno di formazione del gruppo “Die Brücke”, per il suo affermarsi in architettura si aspetterà sino al 1918. Solo con la nascita del Novembergruppe può parlarsi di un non episodico atteggiamento della stessa matrice culturale. Ma, le frammentazioni e le distorsioni degli involucri degli edifici riflettono una profonda risonanza con le sensazioni e i pensieri che agitano la società del tempo.

Frammentazioni e distorsioni informano l'operare di non pochi architetti contemporanei e generano singolari somiglianze tra le immagini di opere e progetti espressionisti e opere e progetti attuali che esasperano l'autonomia dell'involucro, per affidargli compiti espressivi, spesso avulsi dall'equilibrata rappresentazione dello specifico episodio architettonico, e volti piuttosto ad affermare problematiche posizioni teoriche generali.

Alcuni confronti confermeranno quanto sopra affermato.

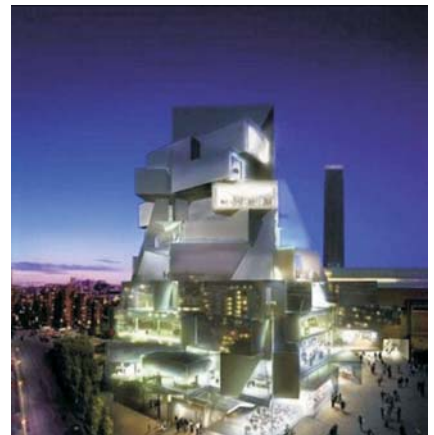
Un esempio particolarmente significativo anche se un pò anomalo è fornito progetto per la Haus der Andacht-Museum di Herman Finsterlin, 1919 (Fig. 5). A parte la continuità delle curvature della superficie involucrante, la successione delle parti vetrate e di quelle piene che le sostengono sembra prefigurare le molte spirali presenti nel panorama dei progetti di architetti contemporanei; uno per tutti il progetto per il Tate Modern Museum di Herzog & DeMeuron (Fig. 6).

Un altro confronto ancora evidenzia la valenza sostanzialmente espressionista degli involucri di molte architetture moderne. È quello tra il Monumento ai Caduti di Marzo (Fig. 7) di Walter Gropius del 1923 e il Denver Art Museum (Fig. 8) di Daniel Liebeskind. È da notare l'affinità tra la forma di un'opera, che ha proprio nella forma stessa la sua ragione di essere e di esprimersi, e l'aspetto di un edificio che dovrebbe raccordare la sua immagine con le esigenze funzionali di un museo. Un'analisi delle piante di quest'ultimo ne evidenzia l'assoluta disconnessione tra le necessità funzionali degli ambienti e le scelte formali dell'involucro. Anche le piante riflettono analoghe simiglianze, si riscontrano anche tra le piante del museo e quelle di edifici degli anni '20.

Figure fantastiche che mostrano forti rassomiglianze con quelle nate in un particolare clima culturale, assai lontano da quello attuale. Personalità dominante del gruppo è

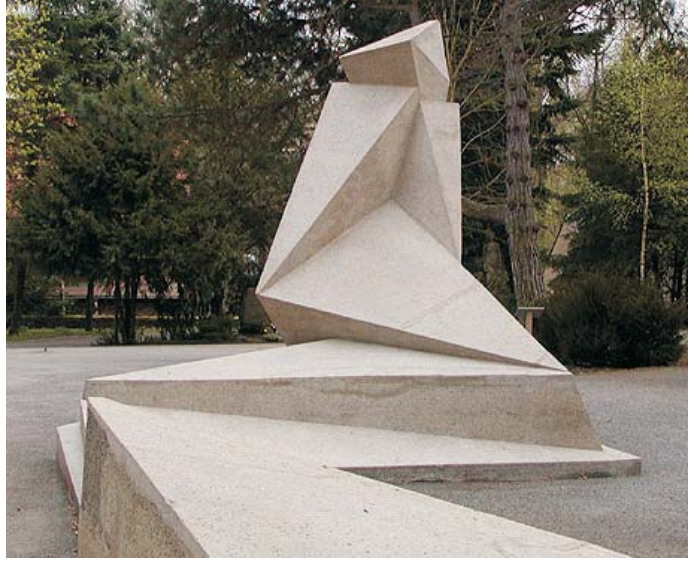


**Fig. 5** - Herman Finsterlin. Progetto per la Haus der Andacht-Museum.



**Fig. 6** - Herzog & De Meuron. Progetto per la Tate Modern.

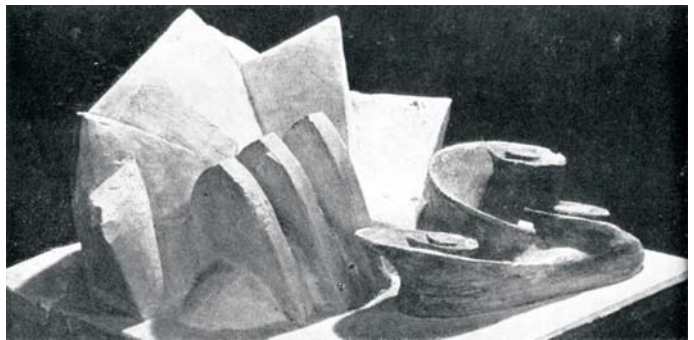




**Fig. 7** - *Walter Gropius. Monumento ai caduti di Marzo Karl.*



**Fig. 8** - *Daniel Libeskind. Denver Art Museum.*



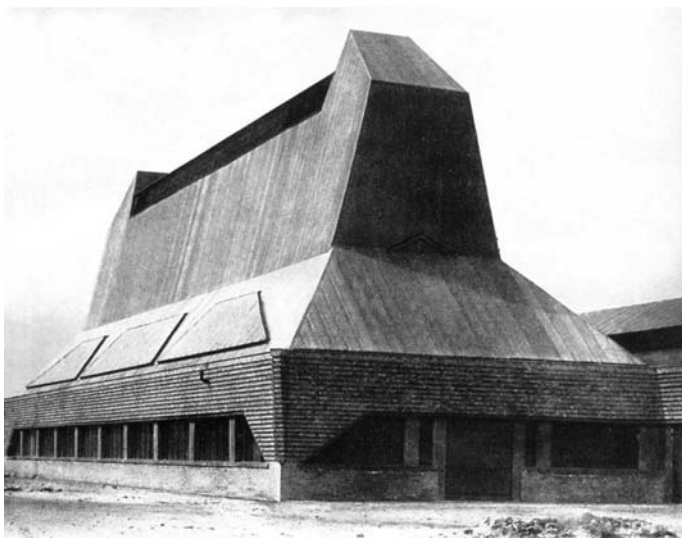
**Fig. 9** - *Hermann Finsterlin. Studio per un edificio.*



**Fig. 10** - *Archigram. Spray Plastic House.*



**Fig. 11** - Eric Mendelsohn. *La Torre Einstein* (1920-1924).



**Fig. 12** - Hermann & Co. *Fabbrica di Cappelli Steinberg* (1921-1923).



**Fig. 13** (a destra) - Bruce Goff.

**Fig. 14** (a sinistra) - Buckminster Fuller. *Padiglione degli Stati Uniti alla Esposizione Universale di Montreal del 1967.*



certamente Erik Mendelson. Ma la maestria del grande architetto gli consente di conservare all'immagine uno stretto collegamento con la natura dell'opera. Due sue architetture esprimono, anche se in modo diverso, questo atteggiamento: la Torre Einstein (Fig. 11) e la Fabbrica di Cappelli Steinberg, Hermann & Co. (Fig. 12).

Il linguaggio architettonico della Torre Einstein è chiaramente espressionista e la continuità della superficie che lo avvolge la connota fortemente come involucro unitario. Ma l'edificio presenta particolare interesse per due ragioni. La prima. L'intensa singolarità dell'immagine gli conferisce una forte autonomia espressiva ma, nello stesso tempo, la forma è assolutamente adeguata alla funzionalità dell'edificio. La seconda ragione riguarda la tecnica costruttiva. Sulla struttura in muratura di mattoni è colato uno strato di conglomerato la cui funzione è appunto il raggiungimento della continuità e della fluidità delle forme. Le funzioni tettonica ed espressiva sono integrate e nello stesso tempo ogni materiale fornisce un apporto singolare; il calcestruzzo collabora solo a quest'ultima funzione.

La Fabbrica di Cappelli Steinberg, Hermann & Co. si colloca in un momento intermedio tra il Mendelsohn espressionista e il Mendelsohn razionalista. Il forte impatto visivo della copertura della Tintoria, la cui forma è determinata dal sistema di ventilazione, allude, soprattutto da un punto di vista diagonale, alla forma di un cappello.

Il successivo periodo, caratterizzato dall'affermarsi del razionalismo, vede il prevalere di volumi parallelepipedi semplici o assemblati. La parete e la copertura riprendono la loro separata identità. Gli involucri continui sono in realtà cupole, geometricamente regolari prolungate sino a terra. Il più rappresentativo di questa tendenza è certamente Richard Buckminster Fuller, maestro delle strutture geodetiche. La più nota delle sue cupole è quella del Padiglione degli Stati Uniti (Fig. 14) all'Esposizione Universale di Montreal del 1967.

Nello stesso periodo vengono proposte diverse abitazioni sperimentali destinate ad una produzione industriale, peraltro poi mai avvenuta, sempre a pianta circolare e involucro unico continuo. Più originale è l'architetto americano Bruce Goff (Fig. 13), autore di progetti "trasgressivi" sia per quanto riguarda i volumi degli edifici che per l'uso dei materiali.

Un contributo importante, anche se puramente teorico, all'emergere di atteggiamenti progettuali più disinvolti lo ha dato il gruppo inglese Archigram (Fig. 10), attivo a partire dai primi anni '60. La sua influenza è testimoniata dall'assegnazione al gruppo della Royal Gold Medal nel 2002. Alcune tra le più note delle loro proposte presentano volumi

unitari involucri da libere forme curvilinee. L'abbandono delle forme a geometria ortogonale è espressamente teorizzato in base ad uno strano assemblaggio di elementi naturalistici e utopia tecnologica.

A partire dai tardi anni 80 si verifica un significativo cambiamento nell'atteggiamento progettuale, dapprima solo da parte di un gruppo ristretto di architetti, ma poi rapidamente diffuso anche a seguito della mostra tenutasi a New York nel 1988. Le cause sono molteplici: l'estenuarsi del rigido lascito formale del movimento moderno; l'insoddisfazione per gli esiti del postmoderno, che comunque aveva aperto la via ad una maggiore autonomia espressiva dell'immagine dell'edificio; e infine, il ricorso al sostegno ideologico alle teorie del filosofo francese Jacques Derrida. La "decostruzione" parola che viene assunta a denotare il pensiero di Derrida, viene spesso interpretata in senso banalmente letterale, come se l'aspetto dell'edificio dovesse esibire l'avvenuta operazione di una de-costruzione, una scomposizione in volumi autonomi.







Giuseppe Pellitteri

LA SEMANTICA DELLE NUOVE FORME

Parlare d'involucro architettonico soltanto come elemento fisico di confine dello spazio architettonico sarebbe notevolmente riduttivo, ancor più oggi, nel pieno della cosiddetta "era digitale". Quando cioè l'età dell'informazione ha attraversato ormai tutti gli aspetti del progetto architettonico, fornendo al progettista strumenti non solo meramente operativi ma anche strettamente concettuali, intervenendo nel pensiero e superandone il linguaggio. Pensiero che si concentra proprio sulle nuove possibilità configurative dell'involucro, attraverso un uso massiccio delle tecnologie digitali nel progetto<sup>1</sup>.

Funzionalmente, l'involucro governa i rapporti tra spazi interni e ambiente circostante. E tra questi vi è l'immagine globale che determina il modo in cui l'architettura si attegga verso il contesto; l'involucro è allora il supporto della volontà espressiva dell'architetto e quindi della sua posizione nel panorama della cultura contemporanea. Le attuali tecnologie accordano una grande libertà all'invenzione dell'immagine, fornendo all'architetto sia gli strumenti per crearla e rappresentarla in forma digitale, sia per realizzarla.

Da semplice elemento di separazione spaziale e di comunicazione verso l'esterno dell'architettura nel suo insieme, l'involucro diventa elemento significativo di "partenza" nella definizione della forma architettonica. Non elemento di "arrivo" di un percorso unificante dello spazio, interno ed urbano, ma nella sua sempre maggiore "inconsistenza", sia materica che ideale, tende a diventare una membrana quasi "virtuale", cui dare forma per interiorizzare uno spazio che deve essere necessariamente continuo col luogo<sup>2</sup>. Un "diaframma" spesso chiamato a dover comunicare più del dovuto: non i soli significati dell'architettura e la rappresentazione dei suoi valori intrinseci, ma veri e propri "display" di informazioni per una società della comunicazione che estende i propri media anche ai fronti urbani<sup>3</sup>.

L'involucro architettonico diventa allora quasi esclusivamente la forma dell'architettura: rappresentazione complessiva dello spazio e strumento di comunicazione verso l'esterno. Si concentrano sulla forma dell'involucro tutte le attenzioni della ricerca di una complessità resa possibile dall'esplorazione di campi in cui domina l'astrazione, percorribile con l'uso di più o meno sofisticati programmi CAD disponibili sul mercato.

Una delle innovazioni dovute all'uso di strumenti di elaborazione digitale è quella della continuità operativa delle fasi di progettazione e costruzione dell'architettura: i software disponibili permettono non solo la rappresentazione, ma anche l'autonoma creazione di forme complesse dell'involucro, mai prima immaginate proprio perché non

1. Il testo di questo capitolo è la continuazione di un discorso iniziato con Benedetto Colajanni, purtroppo improvvisamente interrotto e con mio enorme rimpianto, in alcune parti già presentato, con la partecipazione di Salvatore Concialdi. Riferimenti costanti sono quindi: Colajanni B., Pellitteri G., Concialdi S., 2006, "Which new semantic for new shape?", in Ali A., Brebbia C.A. (ed), *Digital Architecture and Construction*, WITpress, Southampton e Colajanni B., Pellitteri G., Concialdi S., 2007, "The Envelope, Crossroad of Signs, Fashion, Technology", in Greco A., Quagliarini E., *L'involucro edilizio. Una progettazione complessa*, vol. 3.2, Alinea, Firenze, pp. 763-770.

2. Cfr. Meossi M., 2007, "Info-Architecture. L'architettura performativa dell'età dell'informazione" in Meossi M. (a cura di), *Esempi di Architettura*, 3, pp. 5-13; Lucentini M., Pellitteri G., Di Girolamo F., Lucentini G., 2003, "Un involucro: due facce dall'architettura" in Fascia F. (a cura di), *Involucri quali messaggi di architettura*, Luciano Editore, Napoli.

3. Cfr. Pellitteri G., Lucentini M. Di Girolamo F., Lucentini G., 2003, "Architetture del vetro: percezioni, tecnologie", in Fascia F. (a cura di), *Involucri quali messaggi di architettura*, Luciano Editore, Napoli.

compiutamente rappresentabili<sup>4</sup>. Mentre la maggior parte di architetti hanno introdotto senza scosse i nuovi software nelle loro abitudini progettuali, cercando di sfruttare tutte le opportunità strumentali offerte per migliorare la produttività del loro lavoro, alcuni hanno spinto queste possibilità verso la ricerca di soluzioni espressive non ancora potute esplorare con gli strumenti di rappresentazione tradizionali.

Da una parte, l'evolversi del pensiero architettonico segue il "normale" evolversi della cultura contemporanea, innovandosi rispetto al passato ed introitando in maniera quasi inconsapevole la pienezza delle possibilità offerte dall'avanzamento della strumentazione disponibile, tanto da poter parlare di una ormai decretata fine inesorabile del "moderno". D'altra parte, invece, come avviene sempre nel caso della nascita di una "moda", più che di un'avanguardia, alcuni architetti hanno cercato di coniugare le nuove possibilità strumentali date dalle attuali tecnologie digitali con l'interesse a cogliere il senso dell'evolversi solo di alcuni aspetti della cultura contemporanea, focalizzando le loro attenzioni soprattutto agli aspetti scientifici e filosofici. Taluni hanno proclamato la nascita di un nuovo paradigma architettonico, quello che, nella loro opinione consente oggi di "pensare architettura". L'affermazione di Gregg Lynn: "*The nineties started angular and ended curvilinear, In architecture started Deconstructivist and ended Topological*"<sup>5</sup> riassume bene questa posizione.

Un paradigma tanto "fondamentalista" negherebbe ad architetti come Renzo Piano o Tadao Ando, che rappresentano a pieno titolo la contemporaneità, il diritto di esprimere un riconosciuto quanto mai valido approccio alternativo a queste nascenti forme di architettura. Questa pretesa di esclusività è ben difficile da condividere. Alcuni argomenti portati a sostegno della tesi del "nuovo" pensiero architettonico, la cosiddetta "New Architecture", sollevano importanti questioni teoriche e meritano quindi attenta considerazione<sup>6</sup>.

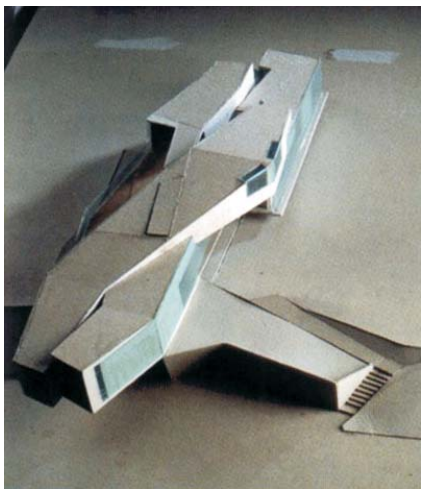
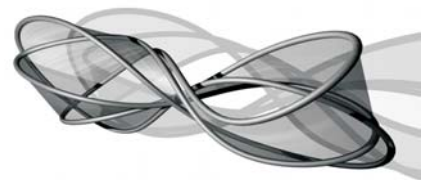
Tralasciando la prima critica scontata rivolta verso un atteggiamento di astrazione puramente formale, che nella storia ha sempre negato il vero significato dell'architettura e ne ha segnato i momenti di maggiore deriva, concentriamo per ora l'attenzione esclusivamente all'approccio scientifico e filosofico che segna il taglio formalista di questa nuova tendenza.

Si sa che la geometria ha avuto nella storia costanti relazioni con l'architettura. Relazioni fruttuose, fino a quando i concetti della prima venivano tradotti in applicazioni reali, in ambiti spaziali piuttosto che in oggetti fisici. L'interesse attuale per

4. Cfr. Colajanni B., Pellitteri G., Concialdi S., 2006, "Which new semantic for new shape?", in Ali A., Brebbia C.A. (ed), *Digital Architecture and Construction*, WITpress, Southampton.

5. Cfr. Lynn G., 1993, "Architectural Curvilinearity. The folder, the pliant, the supple", in *Architectura Design*, 3.

6. È l'argomento centrale, di critica alle nuove tendenze della "New Architecture", con cui ho aperto i lavori della "First International Conference on Digital Architecture & Construction" tenutasi il 19-21 Settembre 2006 all'University of Seoul. Cfr. Colajanni B., Pellitteri G., Concialdi S., 2006, "Which new semantic for new shape?", op. Cit.



**Fig. 1** - UNStudio. Möbius House, Amsterdam (A. Betsky, "UNStudio"; [aedesing.wordpress.com](http://aedesing.wordpress.com))

7. Questi e altri termini sono definiti nel glossario di "Lessico", in "Diagrams", di Lotus International, n. 127, 2006.

8. Una geometria non euclidea è una geometria costruita negando o non accettando alcuni postulati euclidei, come quelli del parallelismo o della possibilità di ridurre su piani le superfici curve. Viene detta anche "meta geometria". Cfr. Agazzi E., Palladino D., 1978, *L'Euclidea e i fondamenti della geometria*, Edizioni Scientifiche e Tecniche Mondadori.

questa scienza sembra aver un carattere alquanto differente. Alcuni concetti geometrici astratti e convenzionali, piuttosto che venire concretamente usati, vengono molto liberamente attribuiti, in modo difficilmente riconoscibile, a pretese proprietà degli spazi architettonici. L'entusiasmo per il loro uso è tale da sfiorare l'infatuazione.

Concetti e principi geometrici sono il fondamento degli attuali e ormai diffusissimi software per la grafica. Il corrente uso di questi software può avere rafforzato indirettamente in alcuni architetti l'idea o quasi la sensazione di essere entrati come protagonisti in un ambiente culturale nel quale la geometria, insieme con la filosofia, ne sono il fondamento. La relazione culturale, però, è più metaforica che reale. E le metafore, è noto, non sono vincolate da una precisa corrispondenza che imponga un'altrettanto profonda comprensione dei concetti messi in relazione. Queste metafore consentono immotivatamente di appropriarsi dell'"aura" della più attuale scientificità e delle presunte conseguenze positive.

Il lessico delle parole chiave della "New Architecture" comprende certamente le seguenti parole chiave: "geometria non-euclidea", "topologia", "dinamica", "morphing", "imprevedibilità", "non formal", "fluidità", etc.<sup>7</sup> Alcune di queste sono usate come metafore piuttosto che per il loro comune significato. Una concisa analisi di alcuni tra questi termini consente di comprendere meglio il modo in cui questo lessico viene articolato.

La concezione della forma architettonica nella storia è stata basata sui principi della geometria "euclidea", dalle entità geometriche elementari utilizzate nelle architetture egiziane, greche, romane e, proseguendo, fino al movimento moderno. Tutto il software di modellazione solida disponibile nel ventesimo secolo ha utilizzato entità geometriche, "primitive", in quanto archetipi derivati da principi euclidei. Una non corretta interpretazione di studi di fine ottocento ha portato a pensare che possano esistere entità geometriche, basate su relazioni "non-euclidee", che caratterizzano superfici spaziali non soltanto curve ma anche multidimensionali<sup>8</sup>.

La rappresentazione dell'architettura, anche attraverso i mezzi di modellazione digitale, è sempre possibile in uno spazio geometrico tridimensionale, quale quello cartesiano, e anche la costruzione di geometrie che potrebbero essere "non-euclidee" non può avvenire in spazi virtuali multidimensionali. L'interpretazione del concetto di geometria "non-euclidea", con una geometria a quattro o più dimensioni, si scontra con i limiti della computer grafica che

permette il disegno di proiezioni bidimensionali di entità geometriche, sebbene a più dimensioni, che resteranno sempre e soltanto proiezioni su un piano. I software CAD attuali, e per lungo tempo certamente anche in futuro, lavorano tutti su principi basati su geometrie “euclidee” e rappresentazioni cartesiane. Anche entità geometriche digitali quali le NURBS<sup>9</sup> (Non Uniform Rational B-Splines) generano superfici costruite, manipolandole e rappresentandole, per le quali l'affermazione che la loro geometria non sia “euclidea” è una pura banalità.

Talvolta la quarta dimensione cui ci si riferisce è il tempo. Bruno Zevi storicizza la chiave di lettura temporale sin dall'origine del Movimento Moderno, come caratteristica del mutamento delle condizioni spaziali in un'architettura, tale da conferire ad essa una percezione dinamica continua. La quarta dimensione è quindi un concetto già usato e non sarebbe comunque una novità. Guillaume Apollinaire, Marcel Duchamp e i Futuristi italiani, già agli inizi del '900, parlano della quarta dimensione come la matrice dello spazio delle loro creazioni.

Perché, allora, tirare in ballo spazi a quattro dimensioni che non potranno mai diventare architettura reale e parlare di “New Architecture” ogni qualvolta si faccia uso di superfici curve complesse? Se poi la costruzione analitica e digitale di queste avviene con metodi concettuali del tutto tradizionali e la rappresentazione viene sempre fatta attraverso un sistema di assi cartesiani, confondendo a volte l'ortogonalità di alcune architetture come conseguenza dell'ortogonalità degli assi di un sistema di riferimento di coordinate cartesiane<sup>10</sup>. E come se il termine “cartesiano” venisse usato come sinonimo di “razionale” e questo, a sua volta, come riferimento all'architettura razionalista, vecchia, incapace di rappresentare la cultura contemporanea. Mentre il termine “non-euclideo” diventerebbe sinonimo di architettura “curvilinea” e, quindi, la sola titolata a rappresentare la cultura contemporanea, la sola in assonanza con le attuali concezioni scientifiche e filosofiche.

Un'altra nozione, oggi molto usata, è quella di “topologia”. Essa è particolarmente importante in architettura, perché enfatizza il legame tra le relazioni spaziali e le espressioni configurative dell'edificio col e nel contesto. Secondo la sua definizione matematica, la “topologia” studia le proprietà delle figure e delle forme che non cambiano quando viene effettuata una deformazione che non causa strappi, sovrapposizioni o incollature<sup>11</sup>.

Una configurazione iniziale voluta per rispettare, ad esempio, un determinato programma funzionale e distributivo dello

9. “NURBS provide for an efficient data representation of geometric forms, using a minimum amount of data and relatively few steps for shape computation, which is why most of today's digital modeling programs rely on NURBS as a computational method for constructing complex surface models and, in some modelers even solid models” Cfr. Kolarevic B., 2003, “Digital Morphogenesis”, in Kolarevic B. (Ed), 2003, *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*, Spon Press, New York, p. 15.

10. Una sintesi delle basi teoriche della “New Architecture,” può trovarsi nell'affermazione di Branko Kolarevic: “The defining element of the topological architecture is its departure from the Euclidean geometry of discrete volumes represented in Cartesian space, and the extensive use of topological (rubbersheet) geometry of continuous curves and surfaces, mathematically described as NURBS”, (Kolarevic B., 2001, “Back to the future”, *International Journal of Architectural Computing*, Vol. 01, Issue 02).

11. La topologia o studio dei luoghi è una delle più importanti branche della matematica moderna, “le proprietà topologiche, che sono di tipo qualitativo, degli oggetti restano invariate se sottoposti a piegamenti o stiramenti, senza però tagli o strappi. Per esempio un cubo e una sfera sono oggetti topologicamente equivalenti (cioè omeomorfi), perché possono essere deformati l'uno nell'altro senza ricorrere a nessuna incollatura, strappo o sovrapposizione; una sfera e un toro invece non lo sono”. (Cfr. Di Cristina G., 2001, *Architettura e Topologia. Per una teoria spaziale dell'architettura*, Editrice Librerie Dedalo, Roma, p. 15).

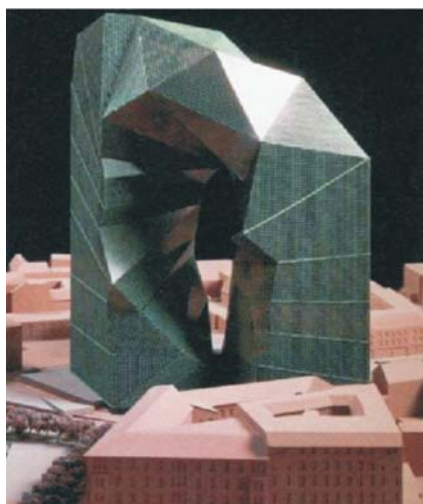


spazio interno, se subisce inevitabili trasformazioni per adattarsi alle caratteristiche del sito, senza mutare le relazioni tra gli spazi stessi, subisce delle deformazioni che generano forme identiche dal punto di vista topologico, cioè “omeomorfe”. Quindi la topologia studia le proprietà intrinseche e qualitative della configurazione spaziale, che non sono interessate da cambiamenti di dimensione o di forma. Ad esempio, quando essa rimane invariata per effetto di una trasformazione continua o di una deformazione elastica, come lo “stretching” o il “twisting”. Una stessa struttura topologica potrebbe essere resa geometricamente in un numero infinito di forme, tutte espressione di una stessa concezione spaziale.

Attraverso le possibilità, anche interattiva, di manipolazione delle forme offerte dai nuovi software, ciò che interessa agli architetti è la capacità di deformare forme in senso “topologico”. Lo scopo è arrivare a disporre di superfici altrimenti non costruibili, né rappresentabili e nemmeno pensabili, se non come risultato di un processo generativo di esito imprevedibile. L'obiettivo è la superficie deformata, il controllo della qualità del risultato finale e non la procedura seguita. Nella “New architecture” l'enfasi è sull'effetto della trasformazione-deformazione tracciata in termini topologici. Le forme non devono essere usuali, semplici, riconoscibili, primitive, devono essere inequivocabilmente riconosciute come effetto di una trasformazione-deformazione. Occorre che l'effetto della deformazione sia evidente per poter affermare la natura topologica dell'architettura e quindi lucrare delle connotazioni positive che a tale natura si sono volute convenzionalmente attribuire.

Ancora più evidente è questa volontà quanto il riferimento è ad enti geometrici che sono paradigmi della topologia, come l'anello di Möbius.

Paradigmatico è il linguaggio della Möbius House (Fig. 1) di Ben Van Berkel e Caroline Bos, dove una delle classiche superfici topologiche come il “nastro di Möbius” viene manipolato per generare una superficie di cui confini tra lo spazio interno ed esterno sono realizzati da un involucro, senza soluzioni di continuità o cesure tra elementi opachi e trasparenti. Ciò che rende accattivante quest'architettura non è la complessità della forma, ma il primato sulla forma stessa della struttura e della qualità delle relazioni che si sviluppano sia internamente che esternamente al contesto del progetto, integrando funzioni e circolazione, interno ed esterno. I due studi, le tre camere da letto, la sala riunioni, la cucina, il soggiorno, la serra in cima e il paesaggio si susseguono e intrecciano dinamicamente senza soluzioni di continuità.



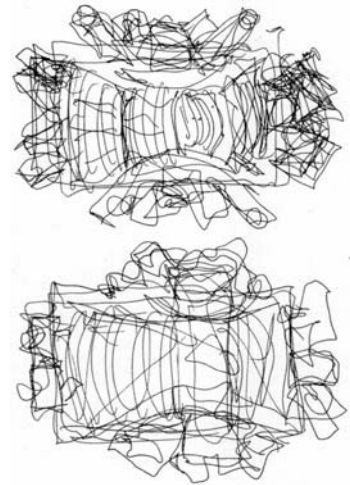
**Fig. 2** - Peter Eisenman. Max Reinhardt Haus, Berlino: plastico del progetto (P. Eisenman, “L'Architettura, i Protagonisti”, 7)

Un altro significativo riferimento al linguaggio della topologia, altrettanto paradigmatico, è il progetto della Max Reinhard Haus di Peter Eisenman (Fig. 2). Nell'edificio, una trasposizione tridimensionale del nastro di Möbius, la superficie continua, curvandosi e piegandosi in sé stessa, determina una distinzione degli ambiti spaziali, senza che questi siano separati. La "piegatura" (folding) è il mezzo con cui Eisenman riesce a separare le parti funzionali dell'architettura mantenendone tuttavia la continuità spaziale, che tradizionalmente avrebbe visto sostanziali differenze tra gli elementi verticali e orizzontali.

Quanto interviene la procedura digitale nella struttura concettuale che dà forma al progetto architettonico? Le superfici di Gehry sono create con un metodo sostanzialmente artigianale, potremmo dire classico. Non "deformando", ma direttamente "formando" il modello architettonico del plastico. Le superfici possono apparire deformate ad occhi che le vogliono vedere tali, ma non lo sono. Le forme ottenute sono simili, ma il processo creativo non lo è. Allora, se la connotazione positiva deriva dal processo di deformazione, essa non può essere attribuita a queste forme, che comunque sono assolutamente simili a quelle ottenute per deformazione digitale. Esaustiva è la testimonianza di Jim Glymphs, dello studio di Gehry, sui primi disegni per il "Los Angeles Walt Disney Auditorium" (Fig.3): "Study models were generated very quickly, spontaneously, around the basic ideas of the project. The development of sail-like forms and that kind of imagery was all done in physical model. There was no computer modeling at all. In fact, at that time, there were no computers in the office"<sup>13</sup>.

Dunque la natura delle forme di Frank O. Gehry non dipende dall'uso del computer e l'affermazione che queste sono "topologiche", cioè che esse hanno un'ontologia topologica, non è affatto dimostrata. Proprio il contrario dell'opinione di Michele Emmer su un'altra opera di Gehry, il "Manhattan Museum". Emmer lo considera "un progetto ancora più topologico del nuovo Museo Guggenheim a Bilbao"<sup>14</sup>. William Mitchell considera il processo iterativo multimediale di Frank O. Gehry di gran lunga il più rivoluzionario<sup>15</sup>. Tesi contestata da Lenoir e Alt che affermano invece: "he is in fact doing nothing revolutionary"<sup>16</sup>.

Le procedure digitali per ottenere le trasformazioni topologiche a partire da una configurazione geometrica iniziale non sono solo interattive, ma ne sono state sviluppate alcune, per mezzo di software di modellazione dedicati. Una di queste è il "Morphing"<sup>17</sup>, che in effetti è un insieme di procedimenti strumentali di deformazione della forma, di



**Fig. 3** - Frank O. Gehry. *Walt Disney Concert Hall, Los Angeles: schizzi di progetto* (Casabella, 673-674)

12. "The same topological structure could be geometrically manifested in an infinite number of forms" (Kolarevic B, op. cit., p. 13).

13. Cfr. Jim Glymph, 2003, "Evolution of The Digital Design Process", in Kolarevic B. (ed), 2003, *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*, Spon Press, New York, p. 105.

14. Cfr. Emmer M., *Visibili armonie. Arte Cinema Teatro e Matematica*, Bollati Boringhieri, Torino, 2006.

15. Cfr. Mitchell W. J., 2003, "Design Worlds and Fabrication Machines", in Kolarevic B. (ed), 2003, *Architecture in the Digital Age. Design and Manufacturing*, Spon Press, New York, 73-79.

16. Cfr. Lenoir T. Alt C., 2003, "Flow, Process, Fold: Intersections in Bioinformatics and Contemporary Architecture", in Picon A., Ponte A. (Ed), *Architecture and the Science: Exchanging Metaphors*, Princeton Architectural Press, Princeton, p. 333.

17. "A particularly interesting temporal modeling technique is 'morphing', in which dissimilar forms are blended to produce a range of hybrid form that combine formal attributes of the 'base' and 'target' objects" (Cfr. Kolarevic B., 2003, op. cit., p. 22).



derivazione cinematografica. Il modo parametrico di generare la deformazione consente la produzione di soluzioni alternative di transizione e quindi di introdurre la dimensione temporale nel processo di trasformazione, la tanto ricercata quarta dimensione, a volte rappresentabile direttamente attraverso l'animazione.

La caratteristica fondante del "Morphing" classico è la scelta, da parte del progettista, delle forme iniziale e finale del processo. Il software produce parametricamente quante si vogliono forme intermedie. In qualche modo è possibile prevedere il tipo di forme che si otterranno: i risultati dipendono dalla maggior o minore somiglianza delle forme iniziale e finale. Se quest'ultima è una semplice trasformazione topologica della prima, lo scopo dell'operazione è la scelta della sfumatura più adatta in un campo di soluzioni sostanzialmente omogeneo. Se invece le forme iniziale e finale sono del tutto differenti, lo scopo è una vera esplorazione di risultati, eventualmente inaspettati, che possono nascere dalla reciproca reazione di forme fortemente divergenti. Questa seconda modalità procedurale ha due varianti. Il punto di partenza per ambedue è una forma di tentativo.

La prima variante affida la deformazione a un insieme di regole procedurali puramente geometriche. La seconda affida la deformazione ad un sistema di "forze" che agisce direttamente sulla forma. Per questo scopo il modello su cui si svolge la simulazione non può essere soltanto geometrico, ma deve possedere proprietà "meccaniche" per potere reagire e deformarsi sotto l'azione del sistema di forze. Le "forze meccaniche" sono virtuali, possono essere anche possibili metafore di influenze non fisiche, ma culturali, e produrranno deformazioni "meccaniche" virtuali. L'obiettivo è ambizioso ed è la simulazione dell'effetto che il conteso, inteso in senso lato, esercita sulla forma.

Nascono subito spontanee alcune perplessità. Ci si riferisca alle parole di Bernard Franken *"Admittedly, we cannot grasp forces directly with our senses, but can only infer them through their effects. Our experience, however made is very sensitive to deformations that correspond to a natural play of forces. Our perception is thus conditioned toward forces, and uses them to interpret shapes. Deformed forms carry information about the forces at their origin"*<sup>18</sup>. Sostanzialmente Franken afferma l'impossibilità di comprendere a priori il sistema delle forze esercitate dal contesto, prima della loro azione sull'oggetto. L'effetto di quest'azione comporta solo una maniera "euristica" di definire le forze stesse. Infatti le informazioni sull'origine delle forze possono essere dedotte solo interpretando le deformazioni con la nostra sensibilità.

18. Cfr. Bernard Franken, "Real as Data", in Kolarevic, 2003, op. Cit., p. 125.



**Fig. 4** - Frank O. Gehry. *Walt Disney Concert Hall, Los Angeles (l'Arca 186).*



**Fig. 5** - Frank O. Gehry. *Experience Music Project, Seattle (www.sboestringcentury.com e Lotus International 123).*

**Fig. 6** - Bernardi Franken, Padiglione "Bubble", Francoforte ([www.franken-architekten.de](http://www.franken-architekten.de)).



**Fig. 7** - Bernard Franken, Padiglione "Dynaform", Francoforte ([www.franken-architekten.de](http://www.franken-architekten.de)).



Se il cuore del processo progettuale è l'effetto deformante di un tale sistema di forze, è difficile evitare il sorgere di qualche dubbio. Come prevedere il sistema di forze cui si vuole sottoporre la forma, se la sua origine si può conoscere solo dall'avvenuta deformazione? E, soprattutto, come tradurre influenze non fisiche in termini di modelli "meccanici" di azioni e reazioni? La determinazione del sistema di forze, che si suppone rappresenti l'influenza del contesto, non è largamente soggettiva e, in definitiva, arbitraria? E come decidere il grado di deformabilità virtuale delle forme? Come, infine, valutare e dare alle forze esercitate dal contesto quella valenza culturale che è l'anima dell'architettura, senza produrre eccessive semplificazioni che la possano banalizzare?

Come nel famosissimo Guggenheim Museum di Bilbao, anche nella Disney Concert Hall di Los Angeles (Fig. 4), Frank O. Gehry modella plasticamente, in maniera quasi scultorea, volumi che si deformano e sembrano essere in continua trasformazione, organizzati secondo un ordine che dal nucleo centrale s'irradia con forza centrifuga in direzioni determinate da flussi dei "campi di forza" presenti nel luogo. L'approccio è sempre inverso: dal modello fisico in scala, si passa al modello digitale, intervenendo interattivamente nella definizione della conformazione, per effetto delle deformazioni indotte alle superfici esterne ed ai rapporti tra le varie parti.

Nell'Experience Music Project di Seattle (Fig. 5), per definire gli spazi dedicati a tutti i musicisti ai quali la città ha dato i natali, lo stesso Gehry ricorre ad un campo di forze, costituito non da elementi fisici, ma "culturali", che sottopongono le deformazioni del modello ai ritmi ed all'energia della musica rock. Le forme frammentate e ondulate così ottenute s'ispirano quindi alla cultura hippie e rimandano, nell'immaginario collettivo, al mito di Jimi Hendrix, oltre che direttamente, con la forma della sua chitarra elettrica Fender Stratocaster, anche con l'uso di colori e trattamenti superficiali ad effetto psichedelico<sup>19</sup>.

Anche una procedura interattiva, che generi una serie di soluzioni progressivamente raffinate, non può sfuggire all'arbitrarietà della valutazione del sistema delle forze contestuali. A dispetto di tutte le incertezze Bernard Franken non ha dubbi: "*The forms we generate are never arbitrary, they can be explained and are subject to rationalization*"<sup>20</sup>. Il limite delle procedure seguite è sempre quello della parzialità dell'approccio, nella scelta dei campi di forze che devono interpretare un contesto complesso, in maniera quindi necessariamente riduttiva. Quasi sempre ne viene fuori una

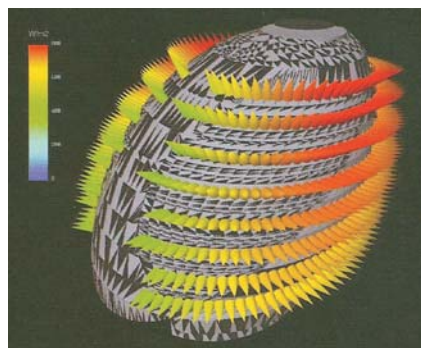
19. Cfr. "Frank Gehry. 1987- 2003", *El Croquis*, 2006, 117, p. 132.

20. Cfr. Bernard Franken, "Real as Data" in Kolarevic B., 2003, op.cit.

lettura solo formale, fatta in chiave neo-funzionalista, che lascia poco spazio a tutte quelle che sono le rimanenti variabili del progetto architettonico. Pur rispondendo ad alcune esigenze reali, i risultati inoltre sono difficili da interpretare e possono essere pericolosi per la discrezionalità nell'interpretazione delle forze: possono essere, ancora una volta, il tentativo di giustificare nuovi formalismi.

Fortunatamente alcune esperienze dello stesso Bernard Franken si muovono al di fuori dell'imperante ed esclusivo formalismo, interpretando in forme nuove istanze da sempre connaturate alla progettazione. In un primo approccio il contesto è interpretato in senso lato, nella sua fisicità e nella dinamica dell'uso che ne faranno i fruitori. Nei BMW's Exhibition Pavillions, per l'IAA 99 Auto Show, Franken con ABB Architekten concretizzano le architetture "dinamiche" da tempo teorizzate. L'aggettivo "dinamico" indica non solo un'architettura flessibile, in grado di modificarsi nel tempo, ma qualifica il processo creativo dell'opera, proiettandolo anche in una continuità del flusso di lavoro progettuale, fino alla costruzione. Il volume del padiglione "Bubble" (Fig. 6) è stato generato con il sistema "Blob", cercando una forma che esprime dinamicamente l'azione delle forze fisiche fra due gocce nell'atto di fondersi. I flussi dei visitatori sono stati utilizzati come traiettorie guida nel processo di modellazione. Dalla proiezione del punto di vista del singolo spettatore in cammino, è stata ricavata una traiettoria che ha fatto anche da tracciato per il sistema di illuminazione. Il risultato è un ambiente ibrido, caratterizzato sì da forme libere, ma con spazi fisici ed informativi ben caratterizzati. Il padiglione "Dynaform" (Fig. 7) è il volume rappresentativo di una complessa dinamica consistente nella simulazione di una vettura in corsa all'interno di una matrice di linee parallele. Dalla deformazione delle linee della matrice, per effetto del campo di forze generato dalla velocità, emerge la "master geometry". In questo campo di forze agisce inoltre il contesto esterno, attraverso l'azione di "forze di disturbo" che simulano l'effetto degli edifici circostanti, che imprimono alla "master geometry" un sistema di curvature in senso trasversale rispetto al fascio generatore. Nonostante la complessità delle forme, "Dynaform" ha un aspetto minimalista per effetto dell'uniformità del rivestimento in PVC che non lascia intuire dall'esterno le funzioni interne. Inoltre la proiezione di immagini in movimento, sia all'interno che all'esterno, conferisce maggior dinamismo all'architettura. In definitiva si tratta comunque di codici di ricerca morfologica che introducono una semantica capace di esprimere esplicitamente, soprattutto, la libertà dell'architetto





**Fig. 8** - Norman Foster. City Hall, Londra (l'Arca 176 e B. Kolarevic, "Architecture in Digital Age")



**Fig. 9** - Norman Foster. Swiss Re Tower: a destra uno degli "sky garden" (G. Pellitteri).

da ulteriori condizionamenti: sono le cosiddette “Free Forms”<sup>21</sup> a dominare la scena, effetti delle derive “non formal” di un dibattito filosofico che vede smaterializzare l’architettura.

Un altro approccio, in fondo il più tradizionale e per ora più diffuso, rivendica una più diretta influenza della valutazione delle prestazioni sin dalle prime fasi del progetto, anche attraverso automatismi di retroazioni dirette. La “Performative Architecture”<sup>22</sup> è una tendenza legata allo sviluppo di software realmente interattivi, capaci di dialogare in tempo reale con software specializzati nella valutazione delle prestazioni.

Il concetto di “performance” in architettura assume diversi significati in linea con la varietà degli aspetti che caratterizzano l’opera, vista nel suo rapporto con il contesto ambientale. In questo caso il campo di forze derivanti dal contesto è quello esclusivamente fisico, che si esprime in maniera tangibile con azioni come la gravità e gli agenti atmosferici (vento, irraggiamento solare, clima, etc.). Tali azioni vengono utilizzate nello sviluppo della forma stessa, al fine di raggiungere determinati obiettivi funzionali, in genere in termini di efficienza energetica o di eco-sostenibilità.

Norman Foster è uno di coloro che meglio hanno saputo interpretare il ruolo di alcune variabili microclimatiche nella progettazione. Opere come New London City Hall e 30 St Mary Axe (Swiss RE) rappresentano il punto di arrivo più avanzato di studi ambientali, che vedono tra i propri principi fondativi anche il controllo del microclima interno. Innanzitutto, il New London City Hall (Fig. 8) è stato concepito per avere un’alta visibilità ed esprimere l’apertura dei processi democratici del paese verso i visitatori. La forma iniziale che ha ispirato il lavoro è stata quella del “ciottolo”: “*We are doing something by the river. I think it is a pebble*”<sup>23</sup>. Poi, nel successivo sviluppo della configurazione dell’involucro, Foster assume come parametro ambientale di riferimento l’irraggiamento solare. Partendo dal modello digitale di una sfera, modificando le caratteristiche dell’irraggiamento solare ed agendo opportunamente su punti di controllo superficiali, raggiunge la forma che ottimizza le prestazioni energetiche. Essa è compatta e costituita da vari livelli sovrapposti e svasati, con l’asse principale orientato lungo la direzione nord-sud, percorso grazie al quale l’edificio si espone al sole per una superficie minima.

Nella Swiss RE Tower (Fig. 9), la direzione e l’intensità dei venti dominanti hanno rivestito un ruolo fondamentale nella ricerca del migliore rapporto fra morfologia e prestazione

21. Effetti delle derive “Nonformal” di un dibattito filosofico che vede smaterializzare l’architettura e che sarà trattato alla fine del capitolo. Cfr. “Lessico”, *Lotus International*, op. Cit.

22. Cfr. Pellitteri G., Concialdi S., 2006, “The Digital Design for Constructing Architectural Envelope Elements”, in Pietroforte R., De Angelis E., Polverino F., *Construction in the XXI century: local and global challenges*, vol. 1, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli, pp. 264-265; anche Pellitteri G., Concialdi S., Lattuca R., 2008, “Performative Architecture: new semantic for new shape?”, in Nakapan W., Mahaek E., Teeraparbwong T., Nikaew P. (ed), *CAADRIA 2008. Beyond Computer Aided Design*, vol. 1, Pimniyom Press, Chiang Maipp, pp. 300-308 e Pellitteri G., Lattuca R., Concialdi S., Conti G., De Amicis R., 2009, “Architectural shape generating, through environmental forces”, in Tidafi T., Dorta T., *Joining Languages, Cultures and Visions*, pp. 875-886, Montreal.

23. Cfr. Hugh Whitehead, “Laws of Form”, in Kolarevic B., Op. cit., p. 85.

energetica. La caratteristica forma aerodinamica dell'edificio consente di ridurre le turbolenze del vento e la sua pressione sulla struttura portante. Le aree triangolari, "sky gardens", permettono alla luce naturale di penetrare nel cuore dell'edificio; il loro sviluppo a spirale determina delle differenze di pressione superficiale del vento tali da amplificare la ventilazione naturale.

Uno dei riflessi più tangibili dell'approccio topologico nella "New Architecture" è la "fluidità" delle forme. Sembra il sostanzarsi del "Morphing"<sup>24</sup>, nella percezione della sua dinamica, quando cioè tutte, o gran parte, delle fasi dello sviluppo della trasformazione morfologica sembrano rimanere fissate nella soluzione scelta. Il passaggio dal determinismo ad una controllata indeterminatezza è una questione centrale nello sviluppo di questo tipo di configurazione dinamica, che consente la deformazione delle superfici senza che se ne alteri la continuità. L'oggetto può così essere sottoposto ad un'evoluzione continua, mediante l'uso dell'animazione, che permette di inserire all'interno della fase progettuale finalmente la tanto sospirata quarta dimensione, quella temporale.

La fluidità delle forme sembra il destino di un fatto procedurale, che vede nell'uso di uno strumento che riesce a seguire i meccanismi di trasformazione di una forma iniziale, bloccando tutto il processo nelle sue varie fasi successive ed osservandolo nel suo sviluppo spaziale, in modo da mantenere visibile l'intera trasformazione, senza soluzioni di continuità. Il fenomeno affonda le sue radici nello strumento del "keyframing", sistema generico di animazione, in una visione non più per singoli fotogrammi, dove nell'architettura sono visibili singole fasi, scatti, pezzi di un processo compositivo, ma dove è visibile tutto lo sviluppo cinematico.

La "fluidità" può trarre diretto riferimento dalla formazione di alcuni elementi naturali, quali onde, flussi, campi, strutture organiche elementari o processi evolutivi delle forme biologiche, derivando anche da modelli matematici, come la teoria dei frattali, la capacità di rappresentazione geometrica dei fenomeni naturali che li governano. Un esempio sono i "blobs", "blobject" o "metabolls" (isomorphic polysurfaces), termine introdotto da Greg Lynn<sup>25</sup> per indicare oggetti amorfi evocanti un processo di trasformazione continua, la cui forma finale sembra emergere dalle azioni dinamiche da parte di un campo di forze che modella e deforma gli oggetti. I processi di trasformazione biologica ed evolutiva delle forme animali, vegetali, fisico-astronomiche, dal più piccolo microrganismo alle galassie, diventano la fonte dalla quale attingere idee e ispirazione.

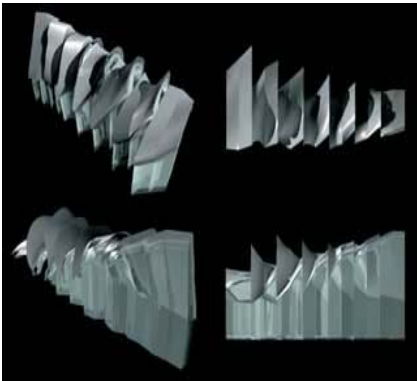
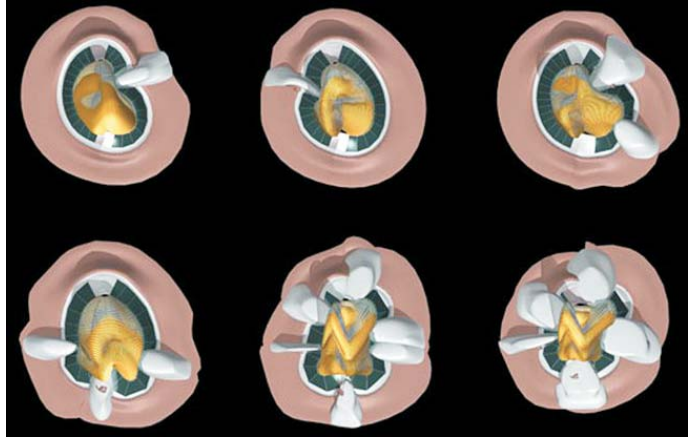
24. Cfr. *Lotus International*, op. cit., p. 15.

25. Le "Blob Architecture" sono il risultato di progetti di forme complesse, concepite e generate con software di modellazione, secondo metodi interattivi usati inizialmente nella School of the Art Institute di Chicago (SAIC) da Greg Lynn, con Douglas Garofalo e Michael McInturf. Cfr. "Lessico", *Lotus International*, op.cit. e Lynn G., "Digital Morphogenesis" in Kolarevic, 2006, op. cit.

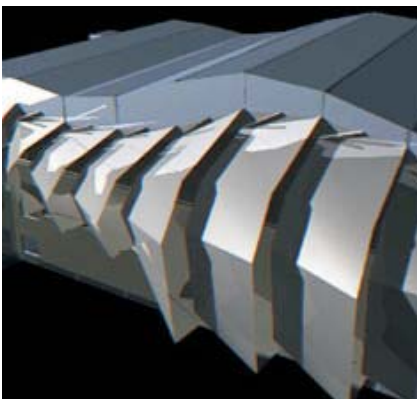




**Fig. 10** - Greg Lynn. *Embryologic House* ([www.sfnoma.org](http://www.sfnoma.org)).



**Fig. 11** - Greg Lynn. *H2 House*, Schwechat, Vienna, Austria ([www.notrosaggio.net](http://www.notrosaggio.net)).



**Fig. 12** - Greg Lynn. *Korean Presbyterian Church*, New York ([Casabella 673-674](http://Casabella.673-674) e [www.time.com](http://www.time.com)).



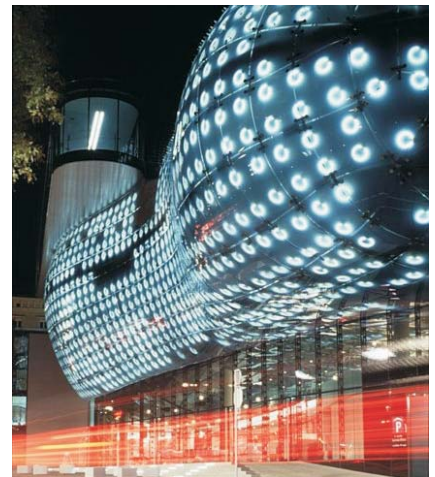
I “blobs” ed i sistemi complessi, in cui la variazione di un solo parametro si propaga a tutto l’insieme, in virtù delle connessioni fra le unità che li compongono, sono le basi del linguaggio di Lynn. Un esempio è il prototipo d’abitazione Embryologic House (Fig. 10), *“employ a rigorous system of geometrical limits that liberate an exfoliation of endless variations [...] The formal perfection does not lie in the unspecified, banal and generic primitive but in a combination of the unique intricate variations of each instance and the ciontinuous similarity of its relatives”*<sup>26</sup>. Il volume di ogni “Embryologic House” è definito da una superficie curvilinea flessibile, nelle cui spaccature o concavità s’instaura un rapporto di corrispondenze con il sito.

La forma del centro multifunzionale H2 House (Fig. 11) è plasmata dal moto delle auto nella strada vicina, che ne increspa la superficie come un’onda. Nella Korean Presbyterian Church (Fig.12), il diagramma iniziale della chiesa è costituito da nodi che rappresentano poli funzionali. Il processo evolutivo, in cui i volumi sono sottoposti a interazioni con l’ambiente circostante, origina un’unica massa nella quale rimangono identificabili le unità iniziali<sup>27</sup>.

La lettura di queste architetture, se da una parte lascia aperta la comprensione della simulazione del percorso formativo, attuato da forze contestuali, d’altra parte fa vedere predominante questa interpretazione e sembra limitare la comprensione di un’ovvia complessità, che spazi di questa portata richiedono.

Nella nuova Kunsthaus di Graz (Fig. 13), Peter Cook e Colin Fournier hanno progettato il loro “blob”, con un linguaggio che fa ricorso anche ad altri media, per esprimere un concetto contemporaneo di spazio espositivo che comunica col contesto esterno, dove la presenza storica urbana interferisce dinamicamente con una forma animalesca, attraverso messaggi lanciati periodicamente. Infatti l’involucro è realizzato con pannelli trasparenti che coprono il sistema “BIX”, fatto di tubi circolari fluorescenti, pixel che compongono immagini proiettate in sequenze sulle superfici curve della Kunsthaus. Il sistema “BIX” rende l’involucro esterno della Kunsthaus un medium dal comportamento simile ad una pellicola osmotica: di giorno è ricettore degli eventi che la circondano, di notte diviene mezzo di divulgazione di prodotti culturali<sup>28</sup>.

Con l’Eden Project, Nicholas Grimshaw (Fig. 14) crea una forma organica che riproduce una sintesi di funzionalità, forma ed economia, tipiche delle forme naturali. L’opera è costituita da una serie di sfere geodetiche, i “biomi”, di dimensioni diverse, autoreggenti e legate tra loro, realizzate utilizzando l’esagono come modulo base per la costruzione.



**Fig. 13** - Cook e Fournier. Kunsthaus, Graz (G. Pellitteri, Wikipedia e [www.architetture.it](http://www.architetture.it)).

26. Cfr. “Lynn G., 2000, “Embryologic House©™”, in *Domus*, 822, p. 12.

27. Cfr. “Korean Presbyterian Church”, in Casabella, 1999, 673-674, p. 62.

28. Per il sistema Bix Cfr. [www.museum-joanneum.at](http://www.museum-joanneum.at).



Fig. 14 - Nicholas Grimshaw. Eden Project, Cornovaglia (l'Arca 164).

29. Questa e le successive citazioni del pensiero di Peter Eisenman sono tratte da Eisenman P., 1999, "Oltre lo sguardo. L'architettura nell'epoca dei media elettronici", in Garofalo L., *Eisenman Digitale. Uno studio dell'era elettronica*, Testo Immagine, Torino.

Enormi bolle, che realizzano la copertura, per piante ed alberi di un esteso ed ininterrotto spazio del terreno, e che sembrano emergere dinamicamente costrette tra le pieghe del paesaggio agricolo.

Una delle questioni fondamentali del significato di queste architetture è collegata ad un concetto, meno procedurale o strumentale se vogliamo, ma più teorico e basilare, è l'imprevedibilità, la ricerca intenzionale dell'indeterminazione, attraverso un intervento diretto delle forze del contesto nel processo progettuale, non mediato da altre riflessioni concettuali.

Una forma, comunque generata, è percepita e la percezione implica la visione che consiste, usando le parole di Eisenmann, nel: "*linking seeing to thinking, the eye to the mind*"<sup>29</sup>. Fin qui niente di nuovo, ma poi, continuando nel suo discorso egli propone di "*detach what one sees from what one knows, the eye from the mind*". Sorge un forte dubbio che questo ulteriore passo sia possibile. Lo scopo di un proposto distacco dal momento cognitivo della percezione è schivare le difficoltà, che la visione di forme non previste, e quindi almeno parzialmente non controllate, può incontrare. "*When the environment is inscribed or folded in such a way, the individual no longer remains the discursive function, the individual is no longer required to understand or interpret space*". Forse è riconoscibile in quest'affermazione un'eco del puro "visibilismo" wölffliniano, ma sappiamo che il meccanismo percettivo fa scattare l'insieme mentale di conoscenze al quale la percezione stessa si riferisce, automaticamente, per comprendere ciò che ha percepito. È un meccanismo che non può essere volontariamente bloccato. Si voglia o non si voglia richiedere all'individuo di comprendere o interpretare lo spazio, questi cercherà di farlo. Lo stesso Eisenmann riconosce "*the imperious demand of the eye and the body to orient itself in architectural space through process of rational perspectival ordering*". Affermazione da condividere a meno di un punto. Per la "New Architecture" l'aggettivo "prospettico" è superfluo e fuorviante. Infatti la critica all'architettura "euclidea", "non curvilinea", "non topologica", "non folding", "fluida", etc. non si è basata sull'affermazione che la visione architettonica è stata sino ad oggi prospettica ed ora non lo è più? Sappiamo che ciò non è vero, e che tantissimi esempi nella storia dell'architettura hanno abituato l'occhio umano a percepire e controllare benissimo organizzazioni spaziali e configurazioni geometriche prospettiche molto più complesse. Ma così la questione viene spostata.

I processi di generazione delle forme possono essere meta-controllati imponendo regole e vincoli. Nell'imprevedibilità



dei risultati, ciò è sufficiente a garantire che essi possano generare forme suscettibili di interpretazioni che conferiscano loro significati? Ad una forma può darsi un senso, un significato, un valore, anche a posteriori, come se fosse un oggetto naturale, non un artefatto, ma questo riduce, non aumenta, l'arco delle sue capacità di comunicazione.

Da un approccio sostanzialmente procedurale e dominato da apporti strumentali rivolti ad una ricerca quasi esclusivamente morfologica, basata sull'imprevedibilità dei risultati, esce fuori tuttavia una semantica che esprime anche significati non rintracciabili solo con esercizi interpretativi fatti artificialmente a posteriori. È forse la stessa natura strumentale, cioè del modo di generare le nuove forme, basato su metodi "all digital", che comunica non tanto significati specifici, a volte irrintracciabili, ma significati che vanno oltre i valori dell'oggetto architettonico stesso. Come nel caso della "fluidità" che caratterizza le nuove architetture, più che una fluidità nella percezione visiva della forma, si tratta della fluidità di un pensiero che è quello della società contemporanea.

La società della comunicazione, che si insinua nella città, nelle pieghe del paesaggio, si deforma e si spinge in avanti verso un futuro che va oltre i confini del luogo tradizionalmente inteso. Flussi di materia e flussi di informazioni, che non servono solo a spiegare i contenuti culturali e scientifici dello spazio architettonico, ma sono utilizzati come strumenti per lanciare messaggi che vanno al di là della fisicità del luogo e si diffondono nell'universo telematico. Fluidità di forme che si intrecciano come intrecciata è la rete che attraversa il globo, realizzando percorsi fisici nella città e percorsi mentali verso l'astrazione della "città virtuale"<sup>30</sup>.

Il MAXXI di Zaha Hadid a Roma o il centro di ricerche tecnologiche della BMW di CoopImmelb(h)au a Monaco o il National Stadium di Herzog & deMeuron a Beijing sono emblematiche per iniziare a comprendere un fenomeno che, per fortuna, sembra essere la chiave di volta verso un passaggio che finalmente riesce a far leggere l'architettura non soltanto in chiave puramente formale, ma con implicazioni più complesse sul piano del suo significato.

Infatti, il Museo del XXI secolo (Fig. 15) s'innesta all'interno della città, assimilandone le geometrie, e trasforma il movimento all'interno dello spazio espositivo in flussi fluidi e dinamici che, estendendosi e intrecciandosi per tutto il sito, coinvolgono il contesto urbano: il suolo, le vecchie caserme, il Tevere, la strada. L'edificio, flessibile e permeabile, ha una dimensione urbana pubblica che "suggerisce contemporaneamente diverse forme d'identificazione"<sup>31</sup>, il che è tipico dell'imprevedibilità

30. Cfr. P. Schumacher, 2009, "Morfologie concettuali nella cornice del parametricismo", in Zaha Hadid, *Zaha Hadid*, Electa, p. 15.

31. Cfr. Hadd Z., 1999, "Centro per le arti contemporanee", in *Casabella*, 1999, 670, p. 36.



**Fig. 15** - Zaha Hadid. MAXXI, Roma  
(Casabella 670 e G. Pellitteri).



**Fig. 16** - *CoopHimmel(l)au*. *BMW Welt*, Monaco di Baviera ([www.ivan.com](http://www.ivan.com)).



**Fig. 18** - *Herzog & deMeuron* - *National Stadium*, Beijing (Jodidio P., *Architecture Now!* 6).





**Fig. 17** - CoopHimmelb(l)au. BMW Welt, Monaco di Baviera (www.invan.com e G. Pellitteri).

della morfogenetica digitale, ma che sicuramente fa leggere la “topologia” delle sue geometrie come un intersecarsi di flussi, metafora della rete che governa i canali d’informazione della società globale contemporanea.

D’altro canto il BMW Welt (Fig. 16), il centro di ricerche tecnologiche della BMW, è un’architettura che “*dichiara la propria complessità, completa un quartiere e propone contemporaneità*”<sup>32</sup>. L’edificio, è generato dal turbinio del doppio cono dell’ingresso, sotto l’azione di un tornado che lo stravolge e lo solleva. Il moto a spirale (Fig. 17), rappresenta la forza e la spinta verso l’alto, verso il futuro. “*In approaching the dynamic sublime, BMW Welt transcends almost all of the criteria that have customarily been associated with architecture - fixity, stability, finitude - and approximates the indeterminate unbounded and labile aspects of an unruly and unpredictable Nature*”<sup>33</sup>. Anche qui, l’imprevedibilità della forma generata riesce a superare il limite dell’arbitrarietà. Lancia il messaggio della casa automobilistica tedesca: la forza della scienza e della ricerca tecnologica che può elevare la società del futuro e della conoscenza, fondata sul potere dell’informazione e della comunicazione.

Nel National Stadium di Beijing (Fig. 18), l’imprevedibilità della forma è tutta giocata nell’intreccio degli elementi dell’involucro, enormi profili metallici intercalati da teli trasparenti di teflon, che realizzano un canestro capovolto, ma nel quale che i cinesi, più realisticamente vedono “il nido”, che attraversato, prima di arrivare ai campi di gioco ed alle tribune, scopre spazi deformati di grande suggestione caotica e coinvolgente dinamismo. Poi, “*i volumi architettonici si aprono ai visitatori dando una sensazione di libertà*”<sup>34</sup>.

Il risultato, volutamente imprevedibile della forma degli elementi che scandiscono lo spazio, non è solo quello ottimale ad una valutazione complessiva della geometria di un’opera così grande rispetto alle presenze del contesto urbano. La sua valutazione va oltre: non ci interessa tanto il significato specifico che Herzog & De Meuron hanno saputo dare al loro stadio, ma è lo specchio dell’era digitale che, come è ormai inalienabile nella disponibilità di mezzi d’uso strumentali nel progetto, così si svela, forse inconsapevolmente, nel suo caotico intreccio di reti e canali di comunicazione.

L’immagine sembra oggi il vero obiettivo del progetto di molte architetture. “Immagine” e non “forma”: è bene non confondere le due locuzioni, dove la seconda non rinvia soltanto a ciò che si vede, ma anche a tutto il pensiero che le ha dato sostanza. Certo, l’immagine, nel momento stesso in cui è percepita assume il valore di segno. Ma segno di quale significato? Spesso un significato stereotipo, estratto da una insieme di valori convenzionalmente dichiarati positivi. Non è

32. Cfr. Pagliari F, 2008, “BMW Welt”, in *The Plan*, 023, p. 78.

33. Cfr. Feireiss K. (ed), *Dymanic Forces. CoopHimmelb(l)au. BMW Welt Munich*, Prestel Verlag, Munic-Berlin-London-New York, p. 12.

34. Cfr. Jodidio P., 2009, *Architecture Now!* 6, Taschen, Colonia, p. 227

facile distinguere quanto di semplice immagine o di vera forma ci sia.

Nello scenario dell'architettura sembra che il problema, come sempre, si ponga in termini di "novità": una forma riesce ad essere tale, e non solo un'immagine di qualcosa, quando è nuova, non un "dejia vu", una diversità rispetto a visioni consolidate. Ma sappiamo che in architettura non è questa l'innovazione, ma essa implica veramente un cambiamento di sapere, un'acquisizione di nuove concezioni, di nuovi contenuti e, quindi, di nuovi significati. L'immagine si ferma in superficie e non è capace di fornire nuovi significati. Molti architetti sembrano invece oggi, come dice Leonardo Benevolo<sup>35</sup>, "i cercatori di novità". Probabilmente cercatori solo di forme non viste, e quindi di immagini da scattare per riviste patinate, e non cercatori di innovazione.

Le premesse teoriche sulle quali essi pretendono di aprirsi alla scena della "New Architecture" destano non poche perplessità. Fondamentalmente esse sono: il preteso valore autonomo delle figure, che è possibile creare e rappresentare con i software CAD, ed in particolare di quelle in qualche modo collegabili alle nuove acquisizioni scientifiche ed agli sviluppi della filosofia contemporanea. Ambedue riflettono una pretesa ancor più generale: il ritenere che solo queste posizioni siano in sintonia con la cultura contemporanea più avanzata. Nasce il dubbio che l'insieme di queste affermazioni, insieme alla evidente capacità di "épater les bourgeois" di certe architetture, generi un consenso che possa rivelarsi effimero, così come lo è stato per l'architettura post-moderna e decostruttiva<sup>36</sup>.

Da una lettura superficiale del pensiero di Jacques Derrida negli ultimi anni del secolo scorso sono derivate forme che cercano di smaterializzare l'architettura, nelle sue geometrie tradizionali, attraverso sconessioni, tagli, rotazioni, sfalsamenti, etc., che hanno così inteso rappresentare il significato profondo del "decostruttivismo" nell'architettura. Nella logica post-moderna la nuova forma architettonica viene addirittura articolata con frammenti della forma esistente, fino ad arrivare al "collage", alla ricomposizione. Derrida intendeva l'essenza dell'architettura come un gesto svincolato da fatti contingenti e propedeutici al progetto, quali la costruzione, l'uso e soprattutto il significato, in opposizione alla tradizione funzionalista moderna e quindi costruttivista<sup>37</sup>. È stato facile passare ad un'interpretazione del suo pensiero, negativa, in chiave esclusivamente formale, con gli effetti banali che conosciamo.

La stessa estraneità alle logiche interne e profonde dell'architettura la ritroviamo in certe motivazioni che

35. Cfr. Benevolo L., 2007, *L'Architettura del Nuovo Millennio*, Edizioni Laterza. Alcuni architetti emergenti, che abbiamo incontrato in questo racconto, vengono classificati come "I cercatori di novità pazienti e impazienti e le loro prospettive". La definizione è quasi un interrogativo, che vuole domandarsi se i risultati ed i fenomeni cui stiamo assistendo siano più o meno effimeri o segnino una svolta nell'immediato futuro dell'architettura.

36. Cfr. Brusatin M., "Stati liquidi dell'architettura", in *Lotus International*, n. 133, 2008.

37. Cfr. Vitale F. (a cura di), 2008, *Jacques Derrida, Adesso l'architettura*, Libris Scheiwiller, Milano.

giustificano scelte solo formali, in riferimento a teorie filosofiche, come l'interpretazione del “pli” di Gilles Deleuze<sup>38</sup>. La “piega” è una curva continua che attraversa lo spazio metafisico della cultura moderna, a partire dalla filosofia di Leibniz e dal barocco, per arrivare fino alla contemporaneità, in un continuum temporale in cui tutto si piega, si dispiega e si ripiega e coinvolge tutti gli aspetti dell'esistenza, dalla scienza, all'arte e quindi all'architettura.

La prima banalizzazione del pensiero di Deleuze è allora quello di applicare alla morfogenesi dell'architettura una continuità geometrica, che si traduce innanzitutto nell'uso di un lessico elementare, fatto di superfici curve, come opposto agli spigoli frequenti all'epoca della decostruzione di Derrida. Poi la sua filosofia diventa supporto concettuale a tutta la serie di declinazioni della “New Architecture”, già viste nel corso di questa trattazione, quali la “fluidità”, lo spazio “topologico”, la “flessibilità”, la “dinamica”, il “non formal”. Non ultimo l'improprio riferimento, puramente nominalistico, è il concetto di “non-euclideo”, a volte usato per riproporre forme sempre esistite nell'architettura o, a volte, non utilizzabile perché talmente astratto da non poter essere tradotto in caratteristiche progettuali.

L'era “digitale” per ora ha dato quasi esclusivamente questi prodotti, linguaggi che sembrano emergenti più da fatti strumentali e procedurali, con riflessioni quindi limitate soprattutto alla forma, e non con un'attenzione alle necessità dello spazio, in tutte le sue articolazioni esistenziali, comprese quelle veramente filosofiche. Prova ne sia che la forma, in quanto non diretta espressione di una completa ricerca spaziale, rimane o diventa molto spesso “immagine”, nella continua ricerca di una visibilità ad ogni costo. L'involucro, anziché interfaccia dell'architettura ed espressione della sua conformazione, diventa supporto mediatico di comunicazione e solo strumento rappresentativo di questa<sup>39</sup>.

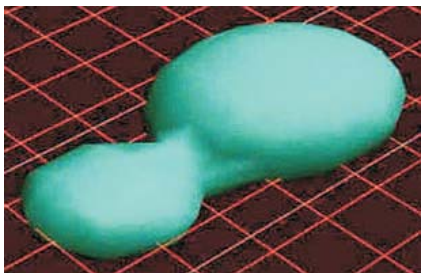
38. Cfr. Gilles Deleuze, 1988, *Le pli, Leibniz et le baroque*, Minuit, Parigi.

39. Cfr. Renato De Fusco, “Rappresentazione e conformazione nell'era informatica”, in Sacchi L., Unali M. (a cura di), 2003, *Architettura e cultura digitale*, Skira, Milano, 2003.



Salvatore Concialdi

STRUMENTI DI CONFIGURAZIONE



**Fig. 1** - Bernard Franken e ABB Architekten. Bubble, padiglione espositivo BMW, LAA '99 Auto Show, Francoforte.

Nella concezione e rappresentazione dell'architettura gli strumenti informatici hanno introdotto una dialettica tutta nuova. Se si chiede a Gehry come comincia un progetto risponde: "attraverso il disegno". Una ragione fondamentale del ricorso da parte di Gehry all'uso degli strumenti digitali è dovuta alla crescente difficoltà di descrivere al committente le più recenti evoluzioni progettuali. Le sue complesse forme tridimensionali, se rappresentate con le tradizionali piante, sezioni e prospetti bidimensionali, apparivano ancora più complicate. Per Zaha Hadid l'approccio alle tecnologie informatiche ha consentito un nuovo modo di rappresentare le proprie idee, che gli strumenti tradizionali rendono impossibile.

È indiscussa la capacità degli strumenti informatici di descrivere forme complesse, permettendo di dare rappresentazioni più precise ed efficaci, di qualsiasi tipo esse siano, plasmandole sia direttamente, agendo sulle loro visualizzazioni, sia indirettamente, attraverso la scelta di regole e procedure di trasformazione. Un'ulteriore tematica di ricerca viene alla luce: qual'è il contributo dello strumento informatico di modellazione nella fase di ideazione del progetto architettonico? L'"architettura digitale", per certi aspetti definita "metamorfica", viene spesso identificata come un'architettura completamente nuova e quindi rivoluzionaria, indicando nella tecnologia digitale, specialmente in quella della rappresentazione, lo strumento e soprattutto la causa di questa rivoluzione.

Il paradigma del "digitale" abbraccia tutto l'arco del processo edilizio. Ma le tecniche della modellazione geometrica e della rappresentazione interessano anche il momento del primo prendere corpo del pensiero architettonico. Sono il linguaggio nel quale l'idea architettonica si esprime. Come tutti i linguaggi, possono condizionare i pensieri che con essi si manifestano. In realtà da sempre, i mezzi espressivi condizionano il nostro pensiero: nella logica, per esempio, sono imbrigliate le regole della scrittura; nella prospettiva i modelli compositivi dell'architettura rinascimentale; nella rappresentazione digitale la fluidità e le pulsazioni delle complesse configurazioni di involucri della più recente architettura contemporanea.

Alla luce di queste considerazioni, un campo di ricerca di estremo interesse riguarda i modi di generazione delle nuove forme. Se nuovi sono i modi della rappresentazione, cioè il linguaggio in cui esse sono comunicate, se è vero che quest'ultimo non è solo uno strumento inerte ma contribuisce alla costituzione stessa del pensiero che deve rappresentare, allora i modi di generazione delle forme architettoniche



reagiscono su tutto l'arco del processo che viene anche a valle del progetto, dalla costruzione, all'uso, alla manutenzione.

La possibile "emersione" di forme nuove dalla manipolazione di forme note, è presente nell'ambito del CAAD (Computer Aided Architectural Design, inteso nell'ampio senso anglosassone della parola), almeno dagli anni 80, in particolare ad opera del gruppo di studiosi del "Key Centre of Design Computing and Cognition" dell'Università di Sidney coordinati da John Gero. Ma il passaggio dallo stadio di ricerca a quello di pratica professionale è assai più recente. Esso è collegato ai molteplici modi di generazione di forme attraverso criteri di costruzione o di trasformazione di forme semplici, cioè la generazione di forme attraverso la scelta di meta-forme, criteri astratti pre-formali.

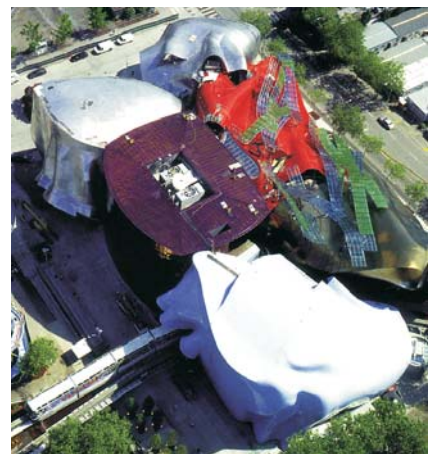
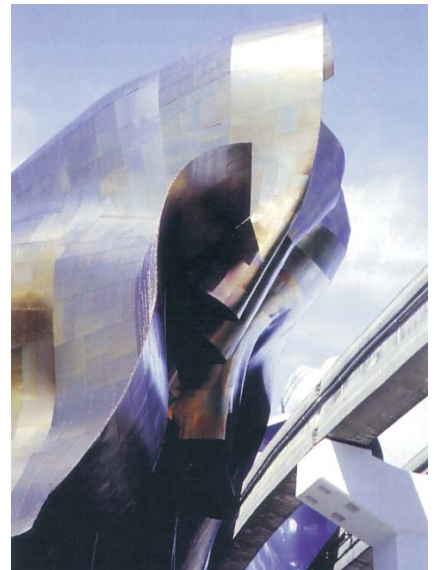
È nata negli ultimi anni una generazione di progettisti "free-form", indistintamente architetti e designer. Molte delle forme da loro proposte sono molto simili e ci riportano allo studio della nascita delle forme tridimensionali e della loro modellazione. Alcuni esempi sono i "blobject" abitabili come il padiglione-goccia per la BMW di Bernhard Franken (Fig.1) o l'Experience Music Project di Frank O. Gehry (Fig.2).

Queste concezioni geometriche sono rese possibili da "motori" di modellazione delle forme che permettono di determinare, controllare e realizzare tali oggetti.

La geometria topologica, che permette di trasformare geometricamente forme deformandone elasticamente la superficie ed esplorando diverse configurazioni; il modello strutturale (lo schema spaziale geodetico o quello a reticolo di sezioni) permette di organizzare il sistema delle sollecitazioni che agiscono sull'oggetto; l'analisi e modellizzazione del comportamento dell'oggetto fisico, che in generale potremmo indicare con il termine di "simulazione", nelle sue varie accezioni. Sono questi i tre fattori che determinano il rapporto tra la forma dell'oggetto reale e, in senso più vasto, tra l'idea e la sua materializzazione, sia essa in forma di oggetto o in quella di architettura.

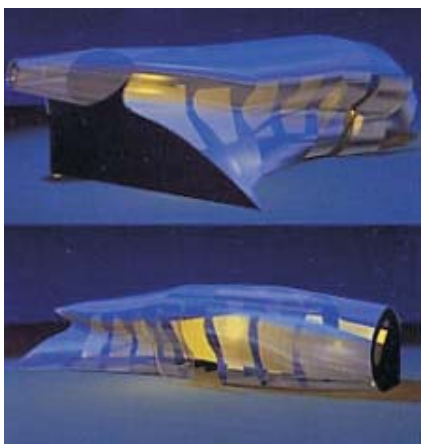
Con l'impiego delle "NURBS" (Non-Uniform Rational B-Splines) si sfrutta la versatilità di equazioni polinomiali per individuare con precisione ogni punto delle superfici complesse.

"NURBS" è un acronimo che sta per curva o superficie "B-Spline" (Spline Base), cioè costruita con curve "Spline" che si comportano come linee elastiche soggette all'azione di forze, vettori applicati in particolari punti delle curve (punti di controllo). La distribuzione dei punti di controllo è non uniforme; tali punti sono visualizzati graficamente sul monitor e possono essere spostati arbitrariamente tanto sulle

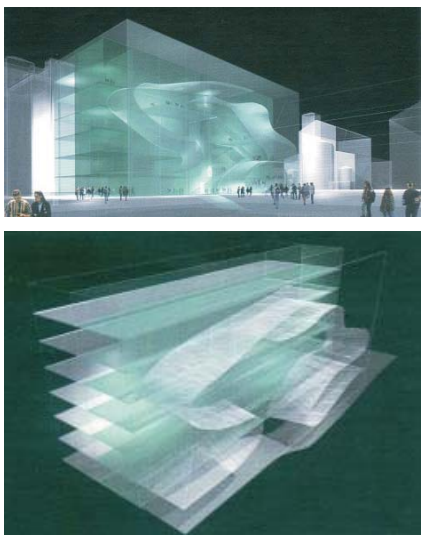


**Fig. 2** - F. O. Gehry. *Experience Music Project, Seattle (1995-2000)*.





**Fig. 3** - NOX/Lars Spuybroek. *Blow Out*, Neeltje Jans, Olanda (1997).



**Fig. 4** - Massimiliano Fuksas, *Sede dell'ASI*, Roma (2001).

curve che sulle superfici; pertanto il loro peso di attrazione sull'ente geometrico è variabile.

“Spline” è un termine preso in prestito dai disegnatori navali, i quali tracciavano le curve degli scafi servendosi di lunghe asticelle flessibili, in legno o metallo, dette appunto “Spline”. A questi regoli venivano ancorati dei pesi, detti metaforicamente “anatre”, che assicuravano la sede della curva soprattutto in prossimità di un flesso, dove avveniva proprio l'ancoraggio.

Nelle “Spline”, la curvatura e l'inflessione sono determinate dalla posizione dei punti di controllo e dal loro “peso”; ciò vuol dire che, data la stessa sequenza di punti, la forma della curva può variare notevolmente al variare di questi parametri. Derivata dalle “Spline”, una superficie “NURBS” può essere costruita, per esempio, facendo scorrere due generatrici (curve piane) lungo due binari, che sono curve che fanno da direttrici.

Rispetto alle superfici costituite dalle tradizionali “mesh”, nella superficie generata da una catena di “Nurbs”, tutte le unità quadrangolari della rete sono sghembe, non potendo costituire dei piani (come nelle “mesh”). Delle geometrie “NURBS” fanno parte le superfici complesse: “skinned”, “swept”, “proporzionali”, “spine”, superfici di “interpolazione bidirezionale”. Le superfici “skinned” o “S(u)” sono realizzate selezionando una schiera di curve giacenti su piani paralleli. “Skinned” è un nuovo termine coniato per definire il “lofting”, ossia quella tecnica utilizzata in ingegneria navale per la costruzione degli scafi delle barche all'interno dei grandi capannoni (loft). Il procedimento prevede la disposizione parallela delle ordinate a distanze prestabilite; si inchiodano i fasciami direttamente sulle ordinate, costruendo materialmente la superficie “skinned”.

Un gruppo di architetti olandesi i NOX si serve delle superfici “swept” per concepire organismi liquidi come nel progetto “Blow Out” (Fig.3).

Le superfici “swept” rappresentano la massima generalizzazione delle superfici di traslazione; esse si ottengono facendo scorrere una curva generatrice lungo una traiettoria di una o due curve o rette, assunte come direttrici. Alle “swept” si affida Massimiliano Fuksas in molti suoi progetti ed in particolare per quello della nuova sede dell'ASI (Fig.4). Le superfici sono generate da direttrici costituite da curve piane che traslano lungo generatrici rette, a creare un volume con all'interno superfici nastriformi sospese nel vuoto.

Le superfici “proporzionali” rappresentano una generalizzazione delle superfici di traslazione lungo due direttrici: rette, curve

piane, curve sghembe. La prima generatrice, scorrendo, subisce una trasformazione sulla superficie sino a coincidere con la seconda generatrice.

La decostruttivista Zaha Hadid utilizza le superfici “proporzionali” nel progetto del padiglione “If One” (Fig. 5). Le pareti vengono utilizzate come lame risucchiate e curvate in punti di fuga ipotetici, rendendo esaltanti le fughe prospettiche. Le “proporzionali” risultano essere le superfici molto adatte anche all’articolazione degli spazi interni che non utilizzano i solai come piani tradizionalmente paralleli.

Nel caso delle superfici “spine”, le curve generatrici da adottare appartengono ai piani disposti perpendicolarmente ad una curva direttrice che costituisce appunto la “spina dorsale” della struttura su cui vengono fatte scorrere le generatrici.

Le superfici di “interpolazione bidirezionale” si ottengono tramite un algoritmo che provvede ad interpolare la rete di curve costituita da direttrici e generatrici disposte lungo direzioni perpendicolari. La superficie che si ottiene è costantemente tangente alle curve intersecanti. Le direttrici e le generatrici, in questo particolare tipo di superficie, possono scambiarsi di ruolo reciprocamente. Il progetto per la Henie Onstad Kunstsenter, di Greg Lynn, ne costituisce un valido esempio: il progetto è modellato con due superfici di interpolazione bidirezionale, per due blob dalla forma tubolare.

Anche lo studio di F. O. Gehry utilizza nei suoi progetti l’architettura “blob”, forme ottenute dalla sovrapposizione su più livelli di piante ruotate (sede degli uffici Ustra, Hannover) e, trattando i volumi con operazioni booleane, si realizzano forme fluide che richiamano delle vere e proprie sculture.

Eisenman utilizza il metodo degli “schemi diagrammatici” che sovrappongono, con processo regolato da una legge matematica, delle figure geometriche perfettamente regolari in modo da ottenere delle forme fluide. Le funzioni vengono individuate attraverso solidi perfettamente dimensionati (parallelepipedi, cubi...) che durante le fasi di animazione, che regolano le funzioni all’interno del software, tendono a fondersi creando quelle forme che hanno reso Eisenman uno degli architetti più importanti del nostro periodo.

Altra procedura di generazione di forme si serve degli “algoritmi genetici”. Essi introducono mutamenti casuali che provocano improvvisi e imprevedibili mutamenti nella sequenza di forme che si sviluppano lungo un percorso di continuità evolutiva. Qui nascono due problemi. Il primo è la codifica della forma in termini che ne consentano sia l’evoluzione che la mutazione improvvisa. È probabile che



**Fig. 5** - Zaha Hadid. padiglione “If One”, Weil am Rhein (1999).



**Fig. 6** - Bernard Franken. Padiglione Dynafom per la BMW a Francoforte.

codifiche diverse di una stessa forma portano ad evoluzioni e quindi scelte finali anch'esse diverse. Il secondo è la scelta del criterio di valutazione della bontà della forma, che deve guidarne l'evoluzione.

Più tradizionali sono certamente le procedure progettuali che partono da modelli analogici con il controllo della forma *ex ante* rispetto alla sua codifica digitale, e usano questa come puro strumento di comunicazione. L'innovazione è in questo caso solo a valle del momento dell'idea architettonica. Essa, come anche per le altre procedure progettuali già citate, trasforma profondamente i modi di produzione e, con essi, i rapporti tra i vari attori operanti nel processo progettuale.

L'operatività dei nuovi software in commercio consiste nella capacità di elaborare dati all'interno di un modello dinamico in continua evoluzione, col fine di individuare delle configurazioni, intermedie o finali, ottenute tramite l'interattività degli elementi in gioco.

Se pensiamo ad un organismo architettonico come ad un'aggregazione di funzioni e ad un insieme di relazioni, è sicuramente stimolante reimpostare i nostri processi mentali, attraverso i quali stabiliamo i rapporti fra queste funzioni e l'entità delle relazioni, nell'ottica di un sistema evolutivo soggetto a modifiche ed alterazioni che si trova in uno stato di quiete apparente. Ciò avviene tramite una mappa sensibile delle interazioni, in cui ogni cambiamento del singolo influenza le relazioni del tutto. Il sistema in questo modo è evolutivo per assecondare le esigenze del momento, come in un vero e proprio organismo ed, allo stesso modo di questo, interagisce, si adatta alle condizioni ambientali.

Un esempio è la tecnica dei "metaball", detti anche "blob". La superficie che si ottiene è il risultato dell'interazione attraverso "campi di forza" degli elementi originari. Una volta create e posizionate nello spazio diverse primitive, si ottiene una forma risultante in funzione delle reciproche posizioni e dei singoli valori dei campi di influenza. È il caso del padiglione espositivo della BMW di Bernard Franken (Fig. 6) nel quale la forma finale è quella generata dall'interazione di due gocce di acqua che si fondono per effetto della tensione superficiale del liquido.

Un'altra tecnica che consente di ricavare nuove forme attraverso un processo evolutivo di una forma iniziale, è il "morphing". Questo permette di trasformare un oggetto assegnandogli diverse configurazioni, derivate dalla deformazione dell'oggetto originale, all'interno di un processo di animazione. Il "morphing" utilizza quindi le configurazioni come momenti chiave che interpolati producono un'unica deformazione continua.

Peter Eisenman utilizza la tecnica del “morphing” per l’ideazione delle forme nel progetto della Biblioteca per la Piazza delle Nazioni a Ginevra (Fig. 7) e in quello della Chiesa dell’anno 2000 a Roma (Fig.8). In quest’ultimo progetto la forma è generata attraverso un parallelismo con il sistema evolutivo del cristallo liquido. Una volta scelto il riferimento, i “diagrammi” sui comportamenti dei cristalli si sovrappongono a quelli tipologici e dalla loro reciproca influenza ed elaborazione nasce l’edificio. I diagrammi indicano come l’edificio nasce dalla terra, formandosi secondo l’ordine delle molecole di un cristallo, attuando quindi un “morphing” su più livelli compresenti nell’evoluzione dell’edificio e del paesaggio.

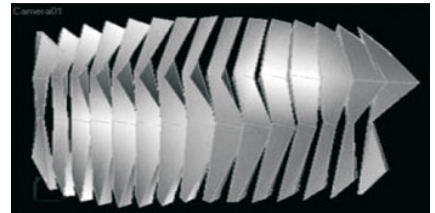
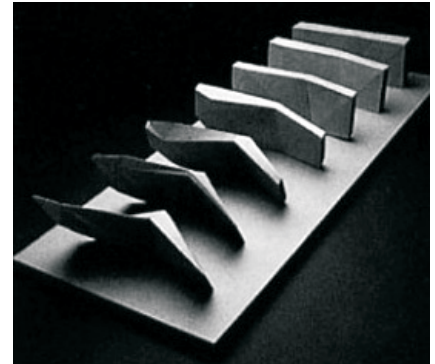
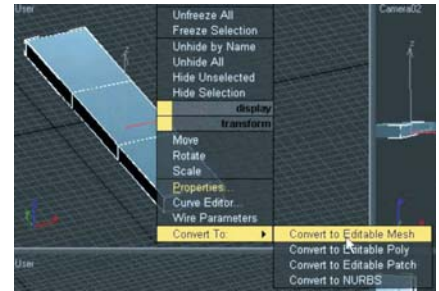
## COMUNICAZIONE E COMPLESSITÀ

Gli strumenti informatici stanno trasformando quindi i modi di concepire e raffigurare l’architettura, offrendo la possibilità di esplorare nuove forme e di comunicare nuove espressività. Le tecnologie informatiche stanno anche trasformando i modi tradizionali di comunicare le informazioni del progetto. La comunicazione tra ideatore ed esecutore muta, da semplice trasmissione di informazioni a forme di interoperabilità strutturata tra i vari protagonisti del processo di progettazione.

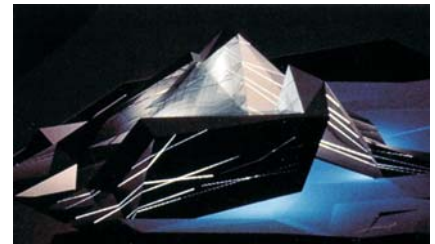
Modelli di rappresentazione e codici di comunicazione riescono a governare la complessità che le più avanzate tecnologie costruttive possono supportare per la realizzazione di quelle forme liberamente ideate. Simulazione di processi produttivi e metodi di controllo delle informazioni del modello digitale riescono ad anticipare e risolvere i problemi esecutivi ed anche di gestione futura dell’edificio.

Il modello digitale, oltre ad individuare ogni punto esatto dell’involucro, viene utilizzato per trasferire all’industria edilizia le informazioni che servono a plasmare e conformare i componenti dei vari sottosistemi, dal più consistente, come quello strutturale, a quelli più minuti dell’involucro. Si possono ad esempio generare traiettorie predefinite che rendono automatico il processo di taglio delle lastre di rivestimento o delle sagome di elementi di sostegno, dimostrando la fattibilità del processo progettuale ancor prima di realizzarlo.

Nuovi sistemi di prototipazione rapida consentono il passaggio dal modello “digitale-concettuale” al modello “fisico in scala”, che si può levigare, rimodellarne manualmente le superfici, per poi essere nuovamente digitalizzato. Oltre questo controllo “manuale” delle forme, molto utilizzato da



**Fig. 7** - Peter Eisenman. Progetto della Biblioteca per la Piazza delle Nazioni a Ginevra (1996).



**Fig. 8** - Peter Eisenman. progetto della “Church of the year 2000 in Rome”, (1996).



Gehry, i sistemi di prototipazione consentono la stampa 3D di dettagli dell'involucro e quindi la verifica in fase di progetto delle soluzioni adottate direttamente sul prototipo. La matrice comune del modello digitale garantisce infatti la perfetta compatibilità dei pezzi prodotti con i diversi sistemi, o comunque una tolleranza compatibile con i sistemi di assemblaggio tradizionale, usati per montare, integrare e rifinire i modelli.

I software 3D attualmente più in uso possiedono un'interfaccia CAM (Computer Aided Manufacturing) per la produzione, che permette di passare direttamente il modello digitale alle "macchine a controllo numerico" (CNC) e di verificare il momento produttivo, monitorando il tempo e il costo necessari a produrre una determinata parte del rivestimento. Il processo viene ulteriormente arricchito con l'uso di macchine a "prototipazione rapida" (RP), che permettono un riscontro fisico, non solo virtuale, di tutti quei parametri che regolano le fasi del processo progettuale. È possibile così una completa ed esaustiva conoscenza del prodotto finale in tutte le sue parti, dalle viste di insieme fino al particolare costruttivo o agli stampi, ancora prima della sua realizzazione.

Un esempio, in cui il modello digitale si è rivelato di fondamentale importanza, è il soffitto della Sala Santa Cecilia dell'auditorium di Roma di Renzo Piano. Il soffitto è costituito da una serie di gusci le cui forme irregolari sono dettate dall'ottimizzazione dell'acustica. Questi gusci, a causa delle loro imponenti dimensioni (il più grande misura 12 x 8 metri) e della necessità di realizzarli con estrema precisione, per non compromettere le prestazioni acustiche, sono stati realizzati quasi interamente con l'utilizzo di macchine CNC. Un modello digitale avanzato ha permesso di scomporre ogni guscio in diversi conci, consentendo di verificarne la perfetta coincidenza dei giunti, al fine di ottenere un assemblato le cui caratteristiche fossero analoghe a quelle di un pezzo unico. Successivamente il medesimo modello è servito a comandare le macchine che hanno realizzato fisicamente i vari conci. Le informazioni venivano trasmesse dal computer ai pantografi (macchinari che lavorano scavando il materiale), utilizzando la tecnologia CNC per controllare utensili, quali frese e punte. Il modello è infine servito al progettista delle strutture per realizzare la struttura metallica di sostegno dei gusci. Grazie alla perfetta adesione tra progetto ed elaborato finale è stato possibile realizzare queste parti contemporaneamente alle altre, riducendo i tempi di produzione e senza introdurre quei margini di tolleranza tra una parte e l'altra che spesso compromettono le prestazioni statiche, termiche e acustiche del prodotto finale.

Involucri arditi, superfici fluide, sagome complesse scaturiscono, oltre che dal cambiamento del gusto architettonico, dallo sviluppo esponenziale dei software, che hanno favorito la costruzione di sofisticate tridimensionalità. Inoltre la notevole ricerca di sistemi e componenti da parte dell'industria, mette oggi a disposizione del progettista non solo prodotti, ma anche un bagaglio di conoscenze ad alto contenuto tecnologico e spesso innovativo.

I modelli che implementano forme complesse e fluide devono necessariamente adottare tecnologie costruttive, che necessariamente in futuro devono affinarsi e progredire, tendendo alla realizzazione dell'opera nel più breve tempo possibile e con costi sostenibili. Infatti il rapido miglioramento delle tecniche di progettazione e controllo industriale dell'opera si scontra con la realizzazione tecnica che spesso non viene controllata direttamente dal progettista ma da operatori, quali fornitori o manodopera specializzata, che a vario titolo intervengono autonomamente ed al di fuori del processo programmato.

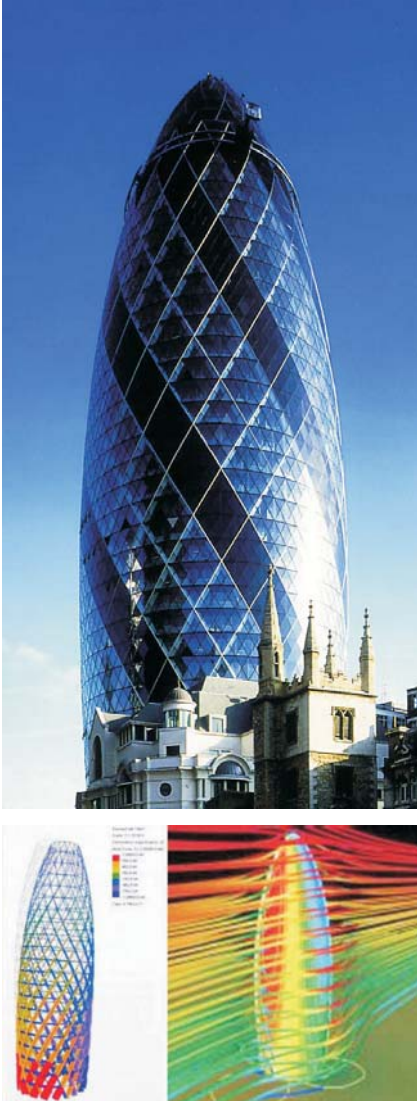
In definitiva, la filiera progettazione, produzione, costruzione è completamente trasmutata dall'evoluzione dei sistemi informatici: se un tempo a progetto definito venivano consultati fornitori e impresa generale, oggi la verifica della fattibilità tecnica avviene in parallelo all'elaborazione del progetto, sin dalle primissime fasi. Le nuove frontiere a cui si apre la realizzazione di forme complesse sono infatti la flessibilità morfologica e tecnologica, la produzione personalizzata, l'integrazione fra gli operatori delle varie fasi del processo edilizio ed il loro coordinamento organizzativo, attraverso l'uso dei diversi software ampiamente disponibili.

## **BUILDING PERFORMANCES**

Nel disegno architettonico contemporaneo, diversi processi digitali e di produzione stanno aprendo nuovi campi di ricerca (concettuali, formali e tettonici), articolando una morfologia architettonica focalizzata sulle emergenti e adattative proprietà della forma.

In un radicale distacco dalle vecchie tradizioni secolari e dai modelli del disegno architettonico, le forme generate digitalmente non sono disegnate o tracciate come il significato convenzionale di questi termini lascerebbe intendere, ma sono calcolate attraverso un criterio selezionato computazionale e generativo. Anziché lavorare per parti, il progettista costruisce un sistema generativo di produzione formale, controlla il suo lavoro nel tempo, seleziona forme che emergono da queste operazioni.





**Fig. 9** - Foster and Partners. *Swiss Re Tower, London (2004)*: in basso, analisi FEA delle tensioni (a sinistra) e analisi CFD del vento (a destra).

L'enfasi si sposta dalla produzione delle forme alla ricerca delle forme, alle quali diverse tecniche generative sembrano approdare intenzionalmente.

Il nuovo, speculativo lavoro di disegno dell'avanguardia digitale, stroncato nel tempo perchè basato sulle tecnologie digitali, sta provocando un interessante dibattito riguardo alle possibilità ed agli scambi della generazione digitale di forme (come ad esempio la morfogenesi digitale).

C'è un'aspirazione per manifestare formalmente gli invisibili processi dinamici che stanno formando il contesto fisico dell'architettura, i quali sono guidati da fattori culturali e socio-economici in un più largo contesto.

In accordo a Gregg Lynn (1999), *“il contesto del progetto diventa uno spazio astratto, con una corrente di forze che possono essere raccolte come informazioni nella ricerca della forma”*.

La complessità formale è spesso intenzionalmente ritrovata, e questa intenzione morfologica è quella che motiva il processo di costruzione, operazione e selezione. Questo cambiamento dinamico nelle tecniche di concettualizzazione, comunque, non dovrebbe essere limitato alle questioni della rappresentazione, come ad esempio apparenza formale. Così mentre possediamo i mezzi per visualizzare le forze dinamiche che sono coinvolte in architettura, introducendo la dimensione del tempo nel processo di contestualizzazione, possiamo iniziare a qualificare i loro effetti, e nel caso di certi aspetti tecnici, iniziare pure a quantificarli.

Esiste un certo numero di strumenti analitico-digitali che può aiutare i progettisti a fissare alcuni aspetti “performativi” dei loro progetti, ma allo stesso tempo nessuno di questi è ancora in grado di fornire capacità dinamico-generative.

Le caratteristiche estetiche di numerosi progetti dell'avanguardia digitale stanno portando spesso il dibattito critico nel più immediato campo dell'espressione formale e lontano dalle possibilità fondamentali che invece potrebbero nascere.

Alcune possibilità includono l'emergenza dell'architettura performativa, nella quale la “performance” delle costruzioni generalmente capite ed accettate, diventa un criterio di guida del progetto. Questo emergente tipo di architettura è generalmente definita di “performance” poiché nasce dalla generazione e modellazione di forme.

La “performance” in questo contesto abbraccia molteplici realtà, da quella sociale e culturale a quella puramente fisica o tecnica.

L'emergenza dell'architettura di performance è largamente dovuta al profondo interesse di come varia il significato stesso di “performance” in architettura.

Il crescente interesse per le costruzioni di “performance” dinamiche, modellate, come un paradigma del progetto deriva in larga parte dalla sostenibilità come caratteristica socio economica e dai recenti sviluppi della cultura e della tecnologia.

Inteso in questi termini, l’architettura dinamica o di “performance” può essere descritta come meta-narrativa con scopi universali che sono dipendenti da particolari aspetti di ciascun progetto.

La determinazione di differenti aspetti performativi in un particolare progetto e la riconciliazione spesso di mete conflittuali in maniera efficace e creativa sono solo alcune delle chiavi di questo nuovo metodo di approccio all’architettura.

Così mentre le dinamiche formali sono incredibilmente interessanti dal punto di vista del disegno, le loro potenzialità generative potrebbero essere basate su aspetti di “performance” qualificabili e quantificabili.

La forma della costruzione è essenziale per la sua prestazione ambientale, così come l’orientamento, la collocazione delle aperture, la scelta dei materiali, la progettazione di vari sistemi della costruzione.

Esiste tutt’ora un’interessante divergenza tra la forma o performance culturale che influenza progettisti come Frank Gehry, Greg Lynn, e quelli il cui lavoro (Herzog, Marcutt) ha come obiettivo la “performance” ambientale.

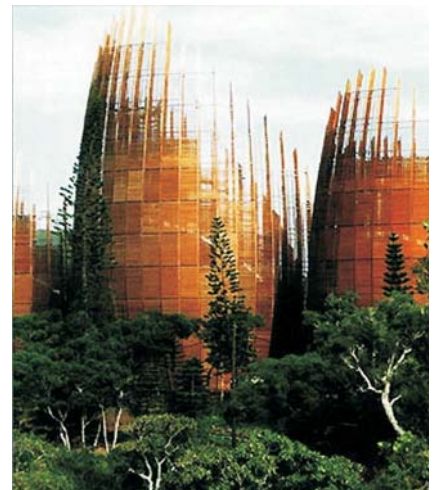
D’altro canto, esiste un altro gruppo di progettisti, gli unici il cui lavoro non è né troppo formalista né “ambientalista” (Foster, Grimshaw, Piano) le strategie nel disegno dei progetti di questi gruppi varia poiché essi appartengono a contesti culturali ed ambientali differenti.

Nel progetto Swiss RE di Foster, la forma aerodinamica (Fig. 9) consente al vento di scorrere attorno alla costruzione, riducendo al minimo i carichi del vento stesso sulla struttura e dunque consentendone un’utilizzo più efficiente.

La forma a spirale del perimetro la quale si ripete per tutta l’altezza della costruzione, è stata modellata per generare differenze di pressione che favoriscono enormemente il flusso delle correnti d’aria.

Inoltre il vento non viene convogliato al suolo, così come avviene nei comuni edifici di pianta rettangolare, aiutando in questo modo a mantenere il comfort ai piedi della costruzione.

Un’interessante esempio di progetto recente che sembra catturare il concetto di architettura dinamica, di performance, è il centro culturale Tjibaou della Nuova Caledonia di Renzo Piano (Fig. 10).



**Fig. 10** - Renzo Piano. Centro culturale Jean Marie Tjibaou, Nouméa, Nuova Caledonia.



**Fig. 11** - Colin Fournier & Peter Cook. *Kunsthaus. Graz.*

Il cono come una superficie è stato troncato per avere un efficiente impatto ambientale, il flusso naturale d'aria all'interno dell'edificio è stato gestito usando un sistema automatizzato di aperture nell'involucro interno, sistema che è stato modellato attraverso tests nelle gallerie del vento e simulazioni al computer dagli ingegneri dello studio di Ove Arup.

Così pure il Kunsthaus di Peter Cook e Colin Fournier a Graz (Fig.11) è caratterizzato da una forma a goccia espressiva, biomorfa, e da un involucro di vetro il cui scopo principale è quello di essere una "membrana comunicativa", uno schermo a bassa risoluzione a gestione computerizzata, la quale attraverso le immagini del display, mostra le attività all'interno dell'edificio.

La forma espressiva non è casuale, l'intento "performativo" è puramente di tipo economico.

L'approccio performativo di Foster al progetto della City Hall (Fig. 12), per esempio, potrebbe implicare un significativo passo avanti su come le forme a goccia sono percepite.

Le sinuose, curvilinee forme potrebbero diventare non solo una espressione delle nuove estetiche, un particolare momento culturale e socioeconomico nato dalla rivoluzione digitale, ma anche un'ottima espressione per la nuova consapevolezza ecologica.

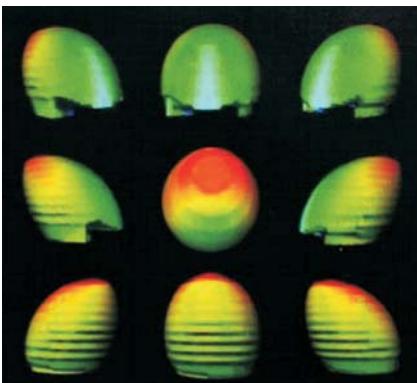
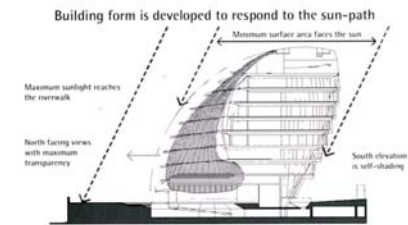
La simulazione digitale è alla base degli emergenti progetti così detti "performative".

La city hall di Londra di Foster richiama una forma iconica, biomorfa che ha una particolare logica di adattamento ambientale. La forma della costruzione deriva dall'ottimizzazione della "performance" energetica cercando di ridurre al minimo l'area di superficie esposta ai raggi solari diretti. La forma della costruzione è una superficie deformata, la quale ha un'area della superficie che risulta essere il 25% più piccola di quella di un cubo di eguale volume; ciò significa avere un riscaldamento solare minore ed un guadagno per il minore calore disperso attraverso la superficie esterna.

Tecniche computazionali analitiche basate sul metodo agli elementi finiti (F.E.M.), nel quale il modello geometrico è suddiviso in modelli più piccoli, elementi Mesh interconnessi sono tutti utilizzati per accurate analisi strutturali, energetiche, fluidodinamiche per edifici di qualsiasi complessità formale.

Queste valutazioni quantitative di specifici progetti possono essere stabilite oggi grazie alle innovazioni delle tecniche di visualizzazione grafica.

Attraverso la sovrapposizione di varie valutazioni analitiche, le diverse alternative di progetto potrebbero essere comparate



**Fig. 12** - Fosters and Partners. *London City Hall:* in alto, diagramma dell'illuminazione solare; in basso, Studio dell'illuminazione solare tramite modello. digitale

con relativa semplicità per scegliere una soluzione che offra un'ottima performance.

Future System, un'azienda di progettazione di Londra ha utilizzato analisi computazionali fluido dinamiche (C.F.D.) in un particolare interessante progetto, ZED: il progetto di un edificio polifunzionale a Londra (Fig. 13).

Il significato del progetto è quello di essere autosufficiente in termini di bisogno energetico incorporando cellule fotovoltaiche nelle aperture e collocando una turbina a vento gigante in un immenso foro al centro dell'edificio. La forma della curva della facciata è stata progettata per ridurre al minimo il carico del vento sul perimetro dell'edificio e per canalizzarlo attraverso le turbine al centro. Le analisi di tipo C.F.D. sono state impiegate per la determinazione della condizione migliore per la progettazione della costruzione. L'originale forma a goccia di Peter Cook e Colin Fournier del Kunsthaus a Graz in Austria è stata modificata a seguito delle analisi strutturali degli ingegneri Bellinger & Grohmann, i quali hanno mostrato che la performance strutturale poteva essere migliorata con pochi aggiustamenti della forma. In particolare attraverso l'estrazione di curve isoparametriche non dalla geometria NURBS ma dalle curve che venivano fuori dalle analisi strutturali.

Analogamente Foster & Partners hanno dovuto effettuare modifiche significative nella sala principale della City Hall dopo che gli ingegneri della Arup avevano eseguito analisi di tipo acustico sulla propagazione del suono attraverso software di simulazione. Importante notare che la "performative architecture", o più specificatamente, il progetto basato sulla "performance", potrebbe non essere solo un criterio per la risoluzione di una serie di problemi pratici. Qui l'enfasi si sposta ai processi di formazione basati su diverse strategie di progetto, o ancora in performance culturali, intangibili nonché in aspetti quantificabili e qualificabili della progettazione di edifici come strutturali, acustici o ambientali.

Questo range dinamico di possibilità potrebbe contenere alla fine una soluzione ottimizzata e d'altro canto una condizione ottimizzata (se compatibile), che però potrebbe anche non essere una proposizione accettabile da un punto di vista estetico o da altri. In questo caso però una soluzione simile potrebbe essere selezionata da tutte quelle che sono state generate con le potrebbe soddisfare ad esempio criteri di performance non quantificabili. Questo nuovo tipo di software analitico conserva la topologia dello schema di progetto ma altera la geometria come risposta all'ottimizzazione di particolari criteri acustici, termici etc..



**Fig. 13** - *Analisi C.F.D. per il progetto ZED a Londra.*



Per esempio, se c'è una particolare configurazione geometrica di superfici poligonali, il numero delle facce, spigoli e vertici dovrebbe rimanere costante (infatti la topologia non cambia), ma la forma (ad esempio la geometria) verrà modificata (e qualche limite potrebbe essere imposto in alcune zone). Il processo di modellazione potrebbe essere animato, ad esempio dalle condizioni date alle condizioni ottimali, con l'intento che il progettista potrebbe trovare tra tutte una condizione o configurazione interessante pur non essendo ancora la soluzione ottimale.

In questo scenario, il progettista diventa un editore della potenzialità morfogenetica del sistema disegnato, dove la scelta delle forme emergenti è largamente guidata dagli obiettivi di performance del progetto e dalle sensibilità estetiche e plastiche del progettista. La capacità di generare nuove forme diventa fortemente dipendente dalle abilità percettive e cognitive, così dai processi dinamici viene fuori la forma in termini qualitativi. Il compito generativo delle proposte tecniche digitali è completato dalla simultanea interpretazione di progettisti e dalla manipolazione computazionale del costruito (la configurazione topologica soggetta a particolari ottimizzazioni di performance).

## I MOTORI DELLA FORMA

Tutti rimaniamo colpiti dalla somiglianza che hanno alcune forme, proposte in maniera pressoché indistinta, da architetti e designer. Poltrone zoomorfiche, come la Alufelt chair di Mark Newson (1993) possono diventare, con le debite modifiche proporzionali, blobject abitabili come il padiglione-goccia per la BMW di Bernhard Franken (2000) ma anche grandi musei, come l'Experience Music Project di Frank O. Gehry (1995-2000). È proprio vero; cosa c'è di simile, e cosa di diverso, in questi concetti formali; ma soprattutto, quali sono i “motori” che permettono di determinare, controllare e realizzare queste forme?

I blobject (vale a dire i “binary large object”) sono oggetti del tutto particolari. Essi danno origine a “prodotti” le cui caratteristiche d'innovazione sono senza precedenti; sia nell'elaborazione delle forme che nell'adozione delle soluzioni tecniche e produttive ma anche nell'uso dei materiali per realizzarli. In generale i blobject sono figure, in apparenza, indefinibili. Interessanti all'aspetto estetico e formale, flessibili e assoggettabili a modificazioni geometriche e tecnico-produttive. Sono molto utili nella modellazione di superfici continue a curvatura multi-direzionale. Tuttavia non sono solo questo.



Così come affermano Martin Veltkamp, un ingegnere, docente del Politecnico di Delft (Olanda), e Marco Nardini, il quale insegna modellazione presso la facoltà di architettura “la sapienza” di Roma, in sostanza, oggi non esiste un’interfaccia tra studio della geometria free-form e ricerca della forma strutturale ottimale, adatta a supportarla; anche se sembra ovvio che per queste forme si possano riconoscere delle proprietà tanto di natura geometrica, quanto nei principi strutturali e nelle tecniche produttive. Non a caso i blobject rappresentano, anche da questi tre punti di vista, una sfida che obbliga il progettista a misurarsi di continuo con il concetto d’innovazione, nel senso più ampio del termine.

### **LA GEOMETRIA “FREE-FORM”**

Per quanto riguarda la geometria dei blobject bisogna fare riferimento al “motore” della geometria topologica, in particolare di quella NURBS. Il termine “topologia” è destinato sempre a preoccupare, soprattutto se pronunciato in un consesso d’architetti. In modo semplice e, speriamo, anche rassicurante, si può affermare che la topologia entra nel CAAD per esplorare forme elastiche basate sul calcolo. Facciamo un esempio per chiarire questo concetto. Un foglio di carta che scorre tra dei rulli si muoverà lungo una traiettoria formata da archi di circonferenza con raggi fissi (quelli delle ruote su cui scorre il foglio) e in cui i punti di connessione si troveranno nei punti di tangenza tra le varie curve. Questo comportamento è legato al fatto che il foglio di carta è indeformabile, a meno di un fattore di deformabilità molto modesto. Se al posto di un foglio di carta, indeformabile, avessimo utilizzato un foglio deformabile, come ad esempio una sottile lamina metallica, la curva di traiettoria non sarebbe più stata un arco di circonferenza ma una curva morbida, in cui i raggi sarebbero stati rimpiazzati da tensori, attraverso cui la curva scorre. Questo tipo di curva si chiama spline (che, in inglese, vuol dire listello). Dal punto di vista geometrico le spline sono curve di “interpolazione”, ciò vuol dire che passano per punti vincolati. In pratica è come se si facesse passare una centina elastica (un listello, appunto) tra un certo numero di punti fissi; come nel caso del fasciame delle imbarcazioni in legno.

Le molteplici forme geometriche assunte dalla curva sono date dal “peso” che i tensori, o vertici di controllo, esercitano sulla linea elastica. Questi concetti geometrici sono propri della topologia. Per un topologo, infatti, cerchi e quadrati sono la stessa cosa, perché possono essere deformati con continuità gli uni negli altri; ed è la stessa ragione per cui

questa geometria risulta così adattabile ai vari tipi di forma. La topologia è caratterizzata da superfici flessibili formate da fasci di spline. Le curve sono orientate in direzioni opposte dette U e V, a formare superfici composte. Le spline sono descritte come vettori, definiti con una direzione nello spazio tridimensionale (in x, y, z).

La topologia è stata definita anche la teoria dei fogli elastici o “matematica della continuità”, in senso più proprio. La deformazione di un vaso da parte del ceramista, ad esempio, è una deformazione continua; ma perché ci occupiamo anche di questo e cosa c'entra con i blobject. La risposta è che la “continuità” è un punto di partenza importante e una condizione necessaria per chi deve realizzare un blob e, d'altro canto, è molto importante anche per chi deve trovare delle regole geometriche che gli permettano di definire, una volta per tutte, una famiglia vasta ed eterogenea di forme geometriche; come fa chi progetta CAAD. Sulla topologia ci sarebbero molte altre cose da dire, proprio perché questa disciplina geometrica rappresenta un metodo per conoscere ed esaminare la realtà delle forme in un modo del tutto diverso rispetto alla geometria delle coordinate: adottando un approccio, appunto, free-form. Un'idea importante di cui tenere conto è che, nella geometria topologica delle spline, la curvatura e l'inflessione sono determinate dalla posizione dei punti di controllo e dal loro “peso”; ciò vuol dire che data la stessa sequenza di punti, la forma della curva può variare notevolmente, al variare di questi parametri. Il grado di variabilità si chiama, appunto, grado della curva.

Abbiamo anche parlato di geometria NURBS. NURBS è l'acronimo per: Non-Uniform Rational B-Spline, ed è un metodo algoritmico per la costruzione di curve e superfici free-form. I programmi CAAD fanno ricorso a questo tipo d'algoritmi per varie ragioni. In primo luogo perché essi permettono, come abbiamo già detto, di costruire praticamente ogni geometria, piana o solida, mantenendo un ottimo controllo della sua forma plastica. In secondo luogo la descrizione NURBS richiede pochissime informazioni, rispetto ad altri algoritmi descrittivi. Questo avvantaggia il software per quanto riguarda la quantità di dati, e di calcoli, che devono gestire per ogni elemento geometrico e, in ultima analisi, permette una maggiore velocità d'elaborazione.

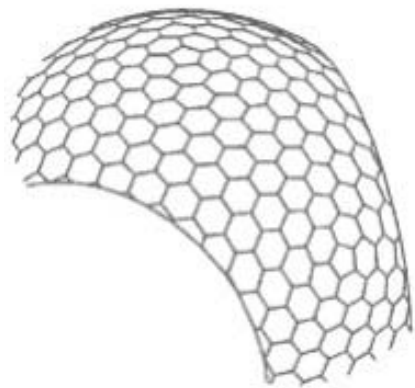
La descrizione NURBS è universalmente riconosciuta, permettendo una gran facilità nel trasferire i dati da un software all'altro. Infine, ma questo è forse il motivo più importante, editare (cioè elaborare) un modello NURBS è molto semplice. Gli elementi geometrici principali delle curve NURBS sono, come abbiamo visto anche nelle spline, i punti

di controllo. Essi stabiliscono la forma della curva e permettono di modificarla. Nel caso delle curve “control point” i punti di controllo non giacciono sulla curva ma formano un poligono, esterno alla curva, che la “attira” ponendola in una condizione di tensione, come se fosse un elemento elastico sottoposto a trazione. Nel caso delle curve “interpolate” i punti di controllo giacciono sulla curva.

Quando si disegna una curva NURBS si tracciano dei punti e, man mano che questi vengono definiti, la curva “scorre” tra essi. I punti di controllo non sono visibili, ma possono essere attivati con appositi comandi. Passando dalla curva alla superficie va detto che una superficie NURBS è formata da una sequenza di curve NURBS, orientate perpendicolarmente tra loro e delimitate da quattro bordi (a loro volta quattro NURBS). Essa si comporta come se fosse una membrana rettangolare. Per la griglia di curve, disposta in righe e colonne, valgono le stesse considerazioni già fatte per una singola curva. Tale griglia è definita da punti di controllo che sono organizzati come una matrice rettangolare. Un insieme di superfici, o polisuperficie, costituisce un solido NURBS. I solidi sono formati da polisuperfici, cioè insiemi di superfici, chiuse. Le superfici chiuse sono quelle in cui i bordi di ciascuna superficie si connettono senza discontinuità con i bordi delle altre. Come si vede il ragionamento è abbastanza semplice. Dalle curve si passa alle superfici e da queste alle polisuperfici chiuse, cioè ai solidi, mantenendo le caratteristiche topologiche delle NURBS. Dal punto di vista della geometria costitutiva i “motori” della forma, tanto nell’Alufelt chair quanto nell’Experience Music Project possiamo affermare che sono gli stessi.

## **GEOMETRIA “FREE FORM” E SISTEMA STRUTTURALE**

Quando si costruisce una superficie free-form con curve NURBS le informazioni che si utilizzano sono abbastanza limitate: le curve di bordo, una serie di sezioni, una sezione e una o due curve-percorso. Il solido risultante è formato da curve isoparametriche, che possono essere più o meno fitte ma che non hanno un legame diretto con i comportamenti strutturali dell’oggetto. Per questo se si volesse trasformare tale forma in un oggetto reale sarebbe necessario compiere delle scelte costruttive. Le scelte, a loro volta, inciderebbero anche sull’aspetto formale dell’oggetto in un rapporto di scambio continuo. Facciamo alcuni esempi. Una possibilità è quella di scomporre l’elemento free-form secondo uno schema a celle piane, che utilizza un modello simile alla



**Fig. 14** - *Nicholas Grimshaw. Eden Project (1999-2001).*

descrizione geometrica wiremesh. Trasformandolo in un reticolo d'elementi che individuano altrettanti piani, l'oggetto sarà formato da una serie di poligoni (in genere triangolari e quadrangolari) tutti piani.

Una disposizione di questo genere si traduce in una struttura spaziale formata da segmenti lineari che formano il reticolo strutturale continuo. Con questo sistema sono costruite le cupole geodetiche e quelle strutture che, in qualche modo, reagiscono al peso disponendo le membrature strutturali secondo una distribuzione omogenea delle forze. Un esempio è la struttura dell'Eden Project (Fig. 14) di Nicholas Grimshaw. Tale copertura è realizzata con una matrice esagonale e pentagonale formata da elementi tubolari in acciaio e giunti in metallo standard. Come vedremo più avanti la realizzazione di un sistema del genere necessita di un controllo in produzione e di un livello di simulazione della struttura ottenibile solo attraverso sistemi digitali.

Il limite di queste strutture è legato principalmente a tre fattori: il carico a cui possono essere sottoposte, visto che possono sopportare quasi soltanto il loro stesso peso; la relativa instabilità a cui vanno incontro a causa di sollecitazioni estreme (come i carichi dovuti al vento, alla neve, ecc.); l'instabilità strutturale dovuta alla grande dimensione. I pregi, viceversa, sono la leggerezza, la modularità, la montabilità (la struttura è autoportante, durante la realizzazione), i minori oneri di trasporto e montaggio.

Un'altra possibilità, per la definizione di queste strutture, è di utilizzare un reticolo formato da sezioni, orizzontali e verticali, che formano la membratura resistente. È il metodo adottato da Bernhard Franken nel Padiglione BMW (Fig. 15) e da Frank O. Gehry nell'Experience Music Project (Fig. 16). Attualmente è il metodo più utilizzato perché garantisce maggiori margini di sicurezza in termini di stabilità e resistenza al carico. Ogni pezzo (elementi della struttura in acciaio, rivestimento in vetro, in metallo o in calcestruzzo armato) deve essere disegnato, calcolato e realizzato su misura. Questo comporta una soluzione produttiva che richiede la realizzazione dei vari pezzi con macchine a controllo numerico e, come abbiamo visto anche nel caso precedente, un sistema progetto-realizzazione gestito con strumenti digitali. Il metodo del reticolo strutturale ortogonale, anche se piuttosto costoso, è quello maggiormente adottato in edifici con rivestimenti "pesanti", come acciaio, vetro e cemento.

Se nel primo caso (quello delle membrature spaziali poligonali), la struttura tende ad essere omogenea, anche in

termini di distribuzione degli sforzi al suo interno, nel secondo ogni elemento strutturale, ogni “arco irregolare”, avrà una sua caratteristica distribuzione delle sollecitazioni.

Comunque, in entrambi i casi, il passaggio dalla forma geometrica a quella strutturale non è immediato, perché non è detto che la matrice geometrica di partenza corrisponda, necessariamente, a quella strutturale. È proprio questo il punto debole del processo progettuale: la difficoltà di far coincidere il sistema delle forme con quello strutturale. Sul piano del comportamento strutturale un settore da approfondire riguarda il rapporto tra forma e resistenza dell'oggetto free-form, nella connessione tra figura geometrica e morfologia della struttura. Oggi, nel migliore dei casi, il modello strutturale viene creato e adattato di volta in volta, procedendo per tentativi. Spesso l'esito finale è quello di una soluzione ibrida che non sfrutta a pieno le opportunità tecnologiche a disposizione. Questo si traduce in una serie di problemi nei vari momenti della progettazione (geometrica, strutturale, tecnologica e produttiva) con il risultato che assai spesso le forme libere “nascondono”, come in un gioco scenografico, delle strutture molto regolari e tecnologicamente tradizionali e, il più delle volte, molto costose. Quest'atteggiamento potrebbe cambiare anche grazie alla disponibilità di un nuovo “motore” della forma, un sistema d'analisi strutturali più raffinate e specifiche per le complesse caratteristiche statico-meccaniche dei blobject. Ovviamente un'interrelazione tra CAAD (computer architectural aided design) e CAE (computer aided engineering) è, a maggior ragione, necessaria anche perché edifici di una tale complessità possono essere realizzati con successo solamente da team in grado di controllare ogni fase del progetto: dalla formulazione dell'idea alla sua realizzazione.

Questa trattazione sarebbe incompleta se non si facesse riferimento al terzo elemento, che triangola gli altri due e che riguarda la progettazione dei blobject: la produzione e l'installazione. La realizzazione di un edificio free-form implica una tecnologia costruttiva che comprende l'ingegneria strutturale e il sistema produttivo al suo interno.

In altre parole non è possibile realizzare un edificio come il Padiglione BMW di Franken o l'Eden Project di Grimshaw, senza poter controllare, già in fase di progettazione, il rapporto tra la forma, la tecnologia costruttiva e la produzione (e i costi di quest'ultima). Le strutture in acciaio del Padiglione BMW, come anche quella dell'Eden Project, sono realizzate con sistemi CNC (vale a dire con macchine a controllo numerico). Il materiale adottato è prodotto (e anche



Fig. 15 - Bernard Franken. Padiglione della BMW.





**Fig. 16** - Frank O. Gehry. *Experience Music Project*.

progettato) in funzione di una risposta strutturale che non può essere standardizzata, vista l'irregolarità della forma e della distribuzione degli sforzi. Da questo punto di vista le tecnologie additive, nella produzione di strutture a scheletro metallico, possono fornire delle performance più elevate rispetto alle produzioni tradizionali. È già nella produzione dei materiali e dei componenti che la tecnologia di questi edifici si differenzia da quella dei manufatti tradizionali. Essa somiglia più ad una produzione industriale che ad un cantiere standard, pur conservando parecchi caratteri "artigianali", soprattutto nello scambio di conoscenze continuo fra le varie discipline presenti sulla scena produttiva (e mi riferisco ad architettura, design, ingegneria, tecnologia, produzione, materiali, ecc.).

Quello che viene definito mass-customization, cioè una produzione mirata a rispondere alle specifiche richieste del progetto, è oggi estesa al campo edilizio, e dei blobject in particolare. Con il ricorso alle tecniche di manufacturing digitale, che si avvalgono, in modo massiccio, di macchine a controllo numerico per la produzione dei componenti dell'edificio, la tecnologia architettonica si avvicina, in modo evidente, alla tecnica di produzione industriale. Per questo i vari elementi dell'edificio, dalla struttura al rivestimento, alle finiture, debbono essere prima "simulati", e poi effettivamente prodotti, in un ambiente computer aided; che permette al team di progettisti di ottimizzare le fasi di razionalizzazione progettuale e d'efficienza produttiva.

Geometria, forza e materiale giocano un ruolo integrato in una tecnologia produttiva avanzata. Tale integrazione porta a ridefinire il progetto in base alle scelte tecnologiche che vengono via via adottate. Questo è il terzo motore della forma: il sistema di controllo e verifica delle soluzioni tecnologiche in rapporto al management del prodotto-edificio.

## **LA RICERCA DELLA FORMA. IL PADIGLIONE "DYNAFORM" DI BERNARD FRANKEN**

I progetti di B.Franken sono, nella loro interezza, prototipi senza alcuna antecedenza, come nel caso della coppa America, sono oggetti speciali, costruiti con un solo obiettivo. Mentre la velocità è il più importante obiettivo nella progettazione di uno yacht, l'obiettivo principale delle costruzioni di Franken è la comunicazione come nel caso del dynaform, il padiglione progettato per la nota casa automobilistica tedesca.

Franken crea i disegni utilizzando un processo generativo, il quale lo differenzia dall'architettura di F. O. Gehry, il quale invece utilizza modelli fisici che solamente dopo vengono trasformati in modelli digitali. La produzione dei disegni di Franken consiste in particolare di cinque fasi : il briefing, la forma, l'esperienza, la produzione digitale, l'high tech.

Il punto di partenza per i suoi progetti sono sempre le istruzioni del cliente. Franken trasforma infatti i desideri e le richieste del cliente in un processo che porta ad una forma generata usando metodi di produzione digitale, sicché le forze del processo di creazione sono chiaramente manifeste nella forma della costruzione.

Il cliente di Franken alla BMW è il marketing, piuttosto che l'edificio, conseguentemente, il suo compito non è stato tanto quello di provvedere alla costruzione, quanto piuttosto ad un servizio di comunicazione tenendo conto che gli utenti stimati che in dieci giorni visitano il padiglione sono circa un milione e che il tempo impiegato per la visita è di circa quindici minuti.

Dunque l'obiettivo di Franken è stato quello di creare una scenografia come in un cortometraggio.

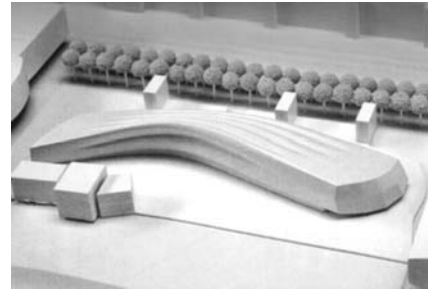
La BMW in particolare si interessata alla prima ed all'ultima fase della catena di produzione cioè il briefing e l'esperienza. Per questi motivi lo staff di Franken ha elaborato metodi di disegno che incorporano software capaci di generare effetti simili a quelli dei film.

I cambiamenti della forma sono stati simulati attraverso l'applicazione di campi di forze sopra strutture di base, le quali sono essenzialmente soggette alle leggi della fisica.

Franken, nel suo esperimento digitale, definisce le strutture di base, le leggi che governano e deformano, condizioni al contorno e forze, in una trasformazione poetica del compito dato e del contesto spaziale dato.

Non è possibile simulare le forze con i nostri sensi, ma possiamo simularle attraverso i loro effetti.

L'esperienza sta dunque alla base delle deformazioni che corrispondono al naturale gioco delle forze. Tutto ciò è un vantaggio quando ad esempio un albero piegato dal vento potrebbe essere visto come un potenziale pericolo. La nostra percezione è condizionata dalle forze, e le usiamo per interpretare le forme. I corpi deformati forniscono l'informazione sulle forze che sono state applicate ad essi. Le forze che si usano nella generazione di forme traggono origine non solo da influenze reali, ma sono spesso estrapolate da contesti che non sono strettamente fisici, in questo modo il visitatore può percepire nell'edificio completo le forze che sono state adottate per la sua progettazione.



**Fig. 17** - Bernard Franken. Padiglione Dynaform. Plastico di studio.

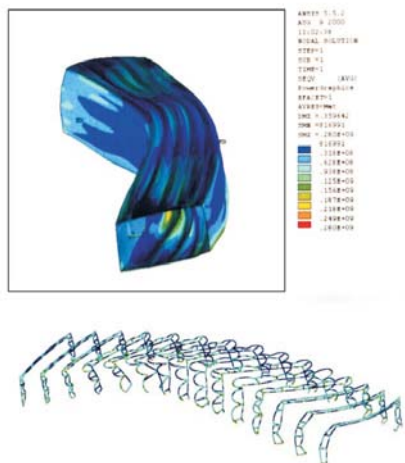


Fig. 18 - Modello agli elementi finiti e sezioni del padiglione Dynaform

Il disegno non riflette una concezione a priori della forma da parte del progettista, ma piuttosto il suo sviluppo attraverso una serie di esperimenti basati su specifiche variazioni dei parametri scelti. Dunque l'informazione diventa una forma attraverso il processo di interazione tra il progettista ed il computer. La simulazione del campo di forze è non solo un modello per la generazione della forma, ma è inoltre usato per la sua capacità di produrre un codice di informazioni spaziale. Le forme che in particolare B. Franken ha generato non sono arbitrarie, possono essere spiegate, giustificate e sono soggette a razionalizzazione

La forma che nasce dal processo di simulazione di un campo di forze diventa la geometria portante, la quale non potrebbe essere modificata manualmente in nessun modo, la geometria master è una superficie doppiamente curvata senza l'attuale spessore.

Da questa superficie a doppia curvatura lo staff di Franken ha generato un certo numero di derivati per creare oggetti adatti alle costruzioni; tutte le manifestazioni del progetto sono derivate dalla geometria master o portante originale, la quale è considerata come sacra cioè non può essere cambiata in alcun modo. Gli oggetti derivati da questa geometria master possono essere immagini renderizzate, i calcoli sullo stato tensionale effettuati dagli ingegneri strutturisti tramite tecniche di calcolo agli elementi finiti, o sezioni bidimensionali come disegni CAD. Altri elementi di progetto rilevanti per la costruzione sono inoltre derivati da linee o strutture già presenti nella geometria master. Prima che l'informazione sia trasformata in geometria derivata nello spazio concreto, deve essere sottoposta a diverse sequenze digitali. L'edificio alla fine è una composizione di numerose forme generate e può essere visto nella sua totalità come una possibile unione della realtà incorporata nella geometria master digitale, in questo caso del padiglione la sua nona geometria.

Anche se le forze utilizzate per la generazione della forma potrebbero non esistere nella realtà fisica, spesso hanno caratteristiche utili alla simulazione delle forze della realtà come la gravità o il vento.

Le geometrie a doppia curvatura sono, in principio, molto efficienti nella distribuzione dei carichi, d'altro canto però le forze che provengono dal mondo dell'informazione che non hanno riscontro nel mondo fisico, spesso si manifestano nelle strutture dell'involucro con momenti flettenti. Questo, normalmente, può essere eliminato attraverso l'uso di materiali da costruzioni altamente resistenti o attraverso appropriate tecniche di costruzione.

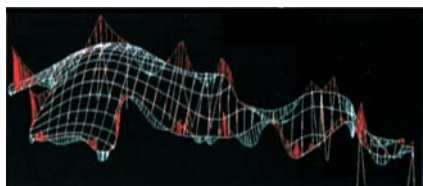


Fig. 19 - Momenti flettenti sull'involucro.

L'approccio richiede dunque un elevato grado di sensibilità nell'ingegneria strutturale ed una capacità di intravedere forze virtuali nel campo interessato, così come richiede abilità a conciliare e distribuire queste forze.

Affinché il sistema strutturale non condizioni la forma, il sistema portante dei carichi è continuamente alterato sino a che viene trovata una soluzione ottimale per la geometria master.

Poiché non esistono, nel settore delle costruzioni, tecniche di produzione utilizzabili che si prestano ai disegni del Dynaform, B. Franken ed il suo staff ha dovuto inventare nuovi metodi di produzione lavorando insieme con gli specialisti della produzione stessa.

Il modello geometrico tridimensionale è la base per i documenti esecutivi così come i disegni che descrivono i dettagli.

Nella fase terminale del processo di progettazione, è stato richiesto alle compagnie che dovevano realizzare l'opera qualsiasi tipo di test su modelli a scala reale utili a comprendere la reale fattibilità dell'opera.

Un processo di produzione è necessario per un team composto da 75 architetti, ingegneri strutturisti, ingegneri meccanici, esperti di comunicazione, specialisti dell'acustica per potere lavorare e collaborare alla realizzazione del progetto.

Tutt'ora non esiste un software che soddisfi tutte le richieste del progetto del Dybaform o meglio ancora del "Bubble".

Lo staff di Franken ha sviluppato i disegni in un programma di animazione, MAYA, mentre i calcoli strutturali e i test sono stati effettuati con ANSYS e R-STAB, i quali sono programmi basati sul F.E.M. calcolo agli elementi finiti.

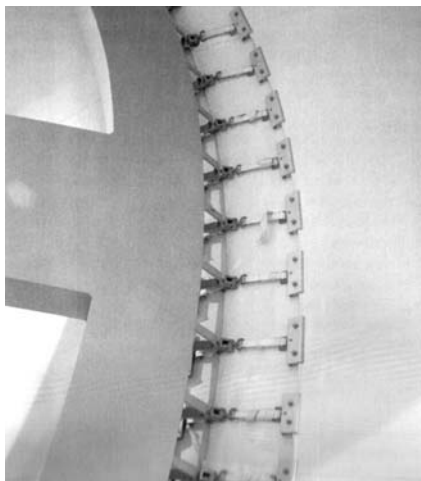
Per lo sviluppo ed il disegno della struttura portante sono stati utilizzati Mechanical desktop, cioè una implementazione di autocad creata per l'ingegneria meccanica, e Rhinoceros, un potente programma per la generazione di superfici di qualsiasi forma. Qualche elemento strutturale è stato progettato in CATIA, il software di modellazione usato da F.O. Gehry. Per i disegni degli interni sono stati usati programmi come VECTORWORKS.

Successivamente i disegni di progetto sono stati codificati con speciali programmi per le macchine a controllo numerico.

A causa della varietà dei programmi e dei sistemi operativi utilizzati, B.F. ed il suo staff ha utilizzato una rete molto simile ad internet per agevolare il flusso di informazioni tra le differenti parti del progetto. Lo studio di Franken in particolare ha usato una interfaccia, come un protocollo, con la quale i programmi speciali potessero comunicare ed un



**Fig. 20** - *Modello di calcolo tridimensionale del Dynaform.*



**Fig. 21** - *Elementi di connessione della membrana del Dynaform.*

browser con il quale ciascuno dello staff avrebbe avuto accesso ai dati. I formati interfaccia sono stati gli IGES, un tipo di formato standard nell'industria, per tutti i modelli tridimensionali e DWG per tutti gli altri disegni. Sono inoltre stati utilizzati file di flottaggio e formati PDF.

RHINOCEROS è stato più che altro utilizzato come un browser poiché è un programma economico capace di modellare forme di qualsiasi tipo.

Il modello tridimensionale completo per il processo è stato immesso sul server.

Questo modello è stato sviluppato da tutti i partecipanti al progetto contemporaneamente e mantenuto alla stesso tempo sul web per poterlo gestire con più semplicità.

L'intera struttura d'acciaio del Dynaform è stata completata e modellata in tre dimensioni.

Il sistema di tubazioni, di ventilazione e di illuminazione è stato completamente descritto nel modello tridimensionale per facilitare la risoluzione di eventuali problemi.

Come risulta comprensibile il modello tridimensionale è risultato essere un file di enormi dimensioni che non poteva essere scaricato su un unico computer sicché ciascun progettista ha lavorato su una singola parte assegnatagli con precisi e definiti riferimenti.

Lo staff di Franken ha usato differenti strategie bi e tridimensionali per realizzare le superfici libere e per renderle strutturalmente e facilmente realizzabili.

Le superfici a doppia curvatura sono, naturalmente, la scelta ideale, ma anche la più difficoltosa e la più costosa da realizzare. Per esempio per il padiglione "Bubble" sempre di Franken, sono stati modellati a caldo su blocchi di gomma fresati con macchine a controllo numerico 305 lastre di vetro acrilico ed in seguito tagliate ai bordi ancora con macchine C.N.C..

Il modello al computer e la superficie costruita sono assolutamente identici, la struttura portante è basata su un set di sezioni ortogonali sequenziali create da lastre di alluminio, introducendo un livello addizionale di astrazione o di derivazione dalla geometria master.

Il taglio delle lastre di alluminio è stato effettuato utilizzando macchine a controllo numerico con frese a getto d'acqua guidate. In questa fase del processo sono stati fabbricati circa 3500 pezzi di alluminio incluse le perforazioni per l'alloggiamento dei bulloni.

Naturalmente, la membrana non forma un'involucro, questa funzione è stata assegnata alla membrana. Il principale problema da affrontare nella costruzione della membrana è la sua legge strutturale interna, la quale attualmente non



**Fig. 22** - *Lavorazione delle travi scatolari.*



permette lo sviluppo di forme libere. Si cerca dunque di trovare metodologie per modellare la membrana nella forma desiderata.

Nel progetto del Dynaform, lo staff di Franken ha creato la prima membrana tesa monodirezionale al mondo. Sono stati inoltre effettuati numerosi test per valutare gli stati tensionali della membrana ed infine sono stati sviluppati nuovi dettagli tecnici, nuovi particolari costruttivi che hanno reso fattibile la costruzione della membrana.

La decisione di utilizzare una membrana monodirezionale come involucro della costruzione del Dynaform ha portato all'uso di curve piane come supporto strutturale alla geometria master. Queste sezioni potrebbero essere state disposte casualmente ma per rendere le forze chiaramente visibili sono state collocate tramite le curve isoparametriche del modello geometrico principale.

La conseguenza è stata che tutti i tubi di connessione (derivati dalla superficie) dovevano avere differenti angoli di giuntura.

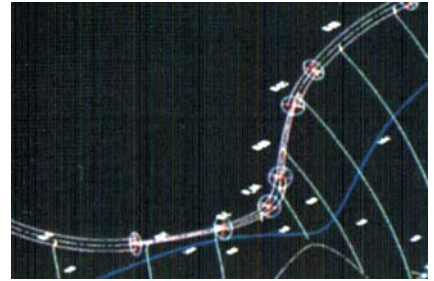
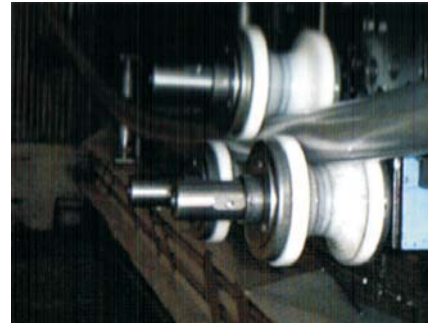
Le travi scatolari maestre d'acciaio sono state lavorate a mano in parallelo a Berlino e nella Repubblica Ceca.

Più di 30.000 pezzi singoli sono stati tagliati utilizzando frese controllate dal computer.

I percorsi di taglio curvi sono stati calcolati utilizzando un programma particolare ed i produttori hanno avuto la necessità di disegni di assemblaggio bidimensionali.

Più di 800 disegni sono stati elaborati dal modello tridimensionale utilizzando programmi di routine.

Poiché non sono disponibili macchine a controllo numerico che lavorano pezzi di dimensioni elevate il lavoro delle frese C.N.C. è stato sostituito con quello dell'uomo con ottimi risultati. In questo modo infine nell'high tech si combinano continuamente processi di produzione manuali ed automatizzati.



**Fig. 23** - *Lavorazione delle travi tubolari.*





Benedetto Colajanni  
Giuseppe Pellitteri

L'ARCHIVIO

La composizione degli involucri presenti nell'architettura contemporanea presenta una vasta gamma di soluzioni sia formalmente che tecnologicamente diverse.

L'“Archivio”<sup>1</sup> che si vuole costruire deve raccogliere in modo organico tutte le informazioni sufficienti a descrivere compiutamente ciascun involucro realizzato.

A questo fine l'organizzazione dell'archivio deve estrarre dalla molteplicità dei casi concreti un modello di struttura concettuale capace di contenere, come casi particolari, tutte le diverse istanze reali.

Le principali finalità cui l'archivio è indirizzato sono:

1. la documentazione dello stato dell'arte dell'elemento costruttivo “involucro” come base di conoscenza per chi deve progettarlo;
2. la rappresentazione dei singoli elementi (modalità e codici descrittivi) in funzione della loro riutilizzabilità e comunicabilità in sede di progettazione collaborativa.

Ognuna di tali finalità richiede la rappresentazione delle singole occorrenze, ma la diversità degli obiettivi comporta differenti modalità di archiviazione.

In particolare la prima finalità induce a prendere in considerazione piuttosto la creazione di una knowledge base. Essa deve fare parte della cultura tecnica dei partner cui, in un processo di Collaborative Design, è affidata la progettazione dell'involucro.

La problematica scelta dei contenuti e della struttura di questa eventuale knowledge base suscita un interrogativo riguardo al grado di riutilizzabilità della conoscenza archiviata. L'involucro è, soprattutto nei suoi caratteri formali, fortemente specifico di ogni realizzazione. Ed è proprio la metodologia della scelta-ideazione della configurazione formale la più importante conoscenza incorporata in ogni involucro realizzato. Della metodologia è possibile archiviare la procedura, intesa come sequenza di operazioni, e l'indicazione del software utilizzato. Problematica resta invece l'archiviazione della ratio dell'operazione progettuale effettuata. Essa può essere tentata solo in termini discorsivi, quindi all'interno di un file di testo.

Ma un altro risultato si è ricavato dalla costruzione dell'archivio. Esso può essere usato come strumento di verifica della proposta struttura concettuale del componente involucro, forse l'elemento tecnico più complesso dell'intero fabbricato. È, infatti, l'unico che deve mediare tra due ambienti aventi caratteristiche intrinsecamente differenti. La mediazione può avvenire in tanti modi diversi, perché diverse sono le qualità dei due ambienti; diversi, perché diverse sono le scelte progettuali degli architetti. Di contro, un archivio è

1. L'“Archivio”, progettato dall'intero gruppo di ricerca, formato da Giuseppe Pellitteri, Benedetto Colajanni e Salvatore Concialdi, è stato dagli stessi sviluppato con la collaborazione di Giuseppe Li Puma, per l'implementazione del data base, e di Flavia Belvedere, per il suo editing grafico, per la ricerca e analisi dei casi studio, riportati poi nel capitolo successivo. Ovviamente a Benedetto Colajanni va il merito della definizione della struttura concettuale e della sua descrizione, oltre che dell'infaticabile guida di tutto il lavoro, parte della cui presentazione in questo volume è postuma, fatta a partire dai testi lasciati purtroppo incompiuti.

uno strumento che ordina le informazioni classificandole e classificare, collocare in classi, significa riconoscere l'esistenza di proprietà e caratteristiche comuni, o almeno tanto simili da consentirne la stessa definizione tipologica.

Il tentativo di costruire l'archivio assume allora il valore di verifica di questa possibilità.

La seconda finalità sopra riportata riguarda le modalità del trasferimento, da un partner all'altro, dell'informazione che, originata dal primo, interessa anche il secondo per le ricadute che essa ha sul suo lavoro. Data la complessità tecnologica dell'elemento costruttivo "involucro", più di un operatore parteciperà alla sua progettazione. E altri partner saranno interessati alle caratteristiche dell'involucro, pur non partecipando direttamente a definirle, per gli effetti che esse potranno avere sulle parti di loro competenza. La procedura prevede che lo scambio di informazioni tra partner non sia necessariamente totale, non riguardi cioè la trasmissione dell'intero insieme delle caratteristiche di un elemento tecnico, ma possa limitarsi a quelle sole che interessino il destinatario dell'informazione.

Di conseguenza la descrizione di ogni elemento tecnico, e in particolare dell'involucro, deve essere articolata in parti la cui informazione possa essere trasmessa separatamente.

Una guida per l'analisi della possibilità di una tale articolazione può esser costituita dalla ben nota griglia di quesiti il cui acronimo è costituito dalle sei W:

**Who, What, Why, hoW, Where, When**

**Who.** Se la sostanza del quesito è l'indicazione dei soggetti che operano sull'involucro nelle varie fasi del processo costruttivo, la risposta può essere data solo quando l'elenco di tutti i partecipanti al progetto sarà completo. Solo i partecipanti potranno individuare le competenze necessarie, peraltro variabili nelle diverse istanze, in funzione della variabilità delle prestazioni richieste, della scelta dei materiali, della molteplicità dei processi produttivi. Il titolare primo sarà comunque l'architetto cui compete il disegno generale dell'edificio.

Il **What** è l'insieme delle prestazioni che l'involucro deve svolgere o contribuire a svolgere. Una definizione sintetica che riassume le funzioni svolte è stata data in un capitolo precedente: l'involucro regola e gestisce la mediazione tra lo ante e lo spazio incluso regolando i reciproci scambi di energia, materia e informazione.

È assai difficile, se non praticamente impossibile, la compilazione di una lista dettagliata e completa degli scambi



da regolare. Se ne presenta un elenco di prima approssimazione, comunque sufficiente per tentare un dettaglio del successivo hoW. Esso può essere il seguente:

### Flussi di energia:

Termica	- per convenzione, conduzione, irraggiamento
Luminosa	- illuminamento diretto, illuminamento indiretto
Acustica	- per trasmissione aerea, per impatto
D'informazione	- supporti vari <sup>2</sup>

### Flussi di materia:

Aeriformi	- regolazione dell'afflusso diretto di aria o immissione in impianti, filtrazione inquinanti
	- permeabilità al vapore (involucro "che respira" o barriera al vapore)
Liquidi	- impermeabilizzazione
Attrezzature	- opportune aperture controllate
Materiali	- " " "
Persone	- " " "

Una più ampia interpretazione delle prestazioni funzionali richieste all'involucro comprende anche le "funzioni seconde"<sup>3</sup> sostanzialmente i significati che la percezione dell'involucro dovrebbe trasmettere. Ma questo porterebbe a invadere un campo dominato dalla doppia soggettività del progettista e del percettore. Vi è allora posto per registrare queste funzioni solo se l'archivio viene personalizzato.

Il successivo **Why** focalizza i motivi che portano a scegliere quali scambi debbano essere regolati.

Nel senso più generale il **Why** è la ricerca e la garanzia delle migliori condizioni ambientali per lo svolgimento delle attività previste negli spazi inclusi. Il modo più semplice e insieme più istituzionale è fare riferimento alle classi di esigenze e dei requisiti che esse implicano regolate dalla Norma UNI 8289. Quelle che più direttamente devono essere soddisfatte dagli involucri sono le esigenze di benessere<sup>4</sup> e sicurezza.

Lo hoW deve rendere conto di due aspetti. Il primo è funzionale: è il progetto dei processi fisici che assicureranno la fornitura delle prestazioni richieste, cioè le modalità di controllo dei flussi e quindi la specializzazione funzionale dei singoli componenti dell'involucro. Il secondo è operativo: è la materiale composizione dell'involucro a mezzo delle sue parti costituenti e dei collegamenti, sia interni, tra le parti, sia tra l'involucro nel suo complesso e gli altri sottosistemi tecnologici, in particolare le strutture. Il primo aspetto riguarda anche il modo in cui l'involucro collabora con altri elementi tecnici per il soddisfacimento delle varie prestazioni.

2. L'informazione è supportata in parte dai flussi di energia; le aperture trasmettono illuminazione (energia luminosa) e informazione su quanto si vede attraverso esse. L'energia acustica trasmessa è spesso un fatto negativo, ma è sempre una informazione su quanto avviene nel contesto. In alcuni casi l'involucro diviene strumento diretto di comunicazione, superando la semplice funzione di supporto di strumenti di comunicazione.

3. Cfr. Eco U., 1978, *La struttura assente*, Bompiani, Milano.

4. Le prestazioni che un involucro deve fornire per soddisfare l'esigenza di benessere variano ovviamente con le caratteristiche dello spazio incluso e quello circostante che l'involucro separa. Poiché i casi riportati nell'archivio sono reali, un giudizio sull'efficienza dell'involucro reale potrebbe darsi calcolando i *Predicted Mean Votes* (PMV) e i *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) nelle prevedibili condizioni ambientali del sito in cui l'involucro è posizionato.

Queste sono infatti ottenute attraverso la sinergia di diversi elementi tecnici e la loro progettazione implica la collaborazione di diversi partner. In questo ambito ricade anche la specificazione dei rapporti interni tra i componenti dell'involucro e quindi delle azioni anche meccaniche che si esercitano tra essi e, soprattutto, tra l'involucro nel suo complesso e la struttura.

Il **Where**, se preso in senso letterale, è banale: è il limite esterno degli spazi interni dell'edificio, limite che peraltro esso stesso costituisce<sup>5</sup>. Un'interpretazione traslata può riferirsi ai "luoghi" dove si svolgono le diverse fasi del processo. Quindi i luoghi virtuali dove operano i vari partner e lo spazio condiviso nella fase progettuale, i luoghi di produzione dei componenti, nella fase della loro costruzione, e infine il luogo della posa in opera. Il quesito può riferirsi anche alla "situazione dinamica" dell'informazione, cioè ai luoghi del suo trasferimento, i canali attraverso i quali essa viene comunicata e condivisa.

Infine il **When** è da intendere nel doppio senso di sequenza logica, di fasi del processo e di programmazione temporale, che di quella sequenza è la realizzazione concreta. La sequenza logica definisce anche la successione degli scambi di informazione come conseguenza delle gerarchie delle competenze dei vari partner nel partecipare alle scelte progettuali.

## L'ARTICOLAZIONE

In questo paragrafo saranno riproposti alcuni argomenti già precedentemente trattati, ma nell'ottica della strutturazione delle categorie di informazione che costituiscono l'archivio.

L'organizzazione dell'archivio deve essere capace di riflettere la molteplicità dei casi ed estrarre, come casi particolari, tutte le diverse istanze reali.

La complessità dell'elemento "involucro" si manifesta in una struttura articolata a livelli diversi.

Il primo livello definisce due aspetti tipologici generali: la complessità formale e la complessità tecnologica.

La complessità formale presenta due possibili varianti.

La prima si presenta come una figura unitaria, una forma senza soluzioni di continuità, un unico involucro che avvolge, delimita e configura tutto il volume dell'edificio.

La seconda fraziona l'involucro in una molteplicità di superfici, ciascuna riconoscibile nella sua autonomia formale. Qui è opportuno ricordare che l'archivio è costruito nel contesto operativo della progettazione collaborativa. È possibile che l'interesse progettuale in una situazione

5. Una situazione particolare si presenta quando un involucro esterno definisce uno spazio esterno secondo (esempio, la nuvola di Fuksas) che è anche il primo spazio interno. Un secondo involucro interpretando appunto il "*primo spazio interno*"-"*spazio esterno secondo*" in questa ultima accezione definisce un "secondo spazio interno" del quale deve essere indicata la collocazione, cioè il "*where*".

concreta si rivolga alla riutilizzabilità di solo una parte di un involucro archiviato. Questo comporta che l'informazione riguardante un involucro complesso deve essere completa per ogni componente distinguibile. E ciascuno di essi può avere proprietà differenti che devono poter essere separatamente trasmesse. L'informazione, a questo livello, è costituita da una variabile binaria: unitario/complesso.

La seconda proprietà tipologica generale riguarda la presenza o meno di componenti di altri sottosistemi tecnologici sugli stessi piani dei componenti specifici dell'involucro. La variabile binaria che la codifica è: semplice/complesso.

Il livello successivo registra la struttura della configurazione geometrica dell'involucro.

L'unità d'informazione del livello è il campo costituito da ognuna delle superfici distinguibili dalle altre dello stesso livello, per l'esistenza di linee di discontinuità di curvatura, spigoli, altri cambiamenti di natura geometrica o di pattern figurativi.

È da osservare che le discontinuità di curvatura non interrompono automaticamente la continuità dei piani tangenti, quindi possono non essere immediatamente evidenti. Inoltre esse devono essere tali da indurre effettivamente la sensazione di una differente individualità figurativa.

Una continua, relativamente costante, variazione di curvatura può essere una caratteristica di un campo piuttosto che un elemento di separazione. È un'altra prova dell'inevitabile soggettività dei criteri di costruzione dell'archivio.

Di ogni campo l'archivio riporta la geometria generale, immagini sufficienti a documentarne l'aspetto.

Il livello successivo registra la stratificazione del campo. Assai di rado un involucro, e quindi ogni suo campo, è composto da un solo strato; la condizione tipo ne prevede una molteplicità.

Di ogni strato si documenta la costituzione attraverso la descrizione degli elementi di cui esso è formato. La disposizione di questi determina il pattern, l'orditura dello strato, particolarmente importante nello strato esterno poiché essa è uno dei supporti essenziali della capacità espressiva dell'involucro. Un apposito record indica la funzione specifica cui lo strato è destinato.

Ogni strato può essere omogeneo, cioè formato da un solo elemento, oppure composito, ed è il caso più frequente, quando sono presenti più elementi costitutivi.

Il livello del singolo elemento è quello più analitico, quello che registra la costituzione materiale di ogni componente dell'involucro. Di ciascun elemento sono riportati la geometria, il materiale, i giunti di collegamento con gli altri

quando l'involucro è composito, quando in uno o più dei suoi strati sono presenti anche elementi di un altro sottosistema tecnologico. Anch'essi sono documentati.

Il modello di archiviazione può allora essere così riassunto. Prescindendo per un momento dagli aspetti figurativi, le informazioni che possono interessare gli altri progettisti collaboranti sono:

- le capacità dell'involucro a contribuire alle diverse prestazioni richieste per soddisfare le esigenze poste dall'uso del manufatto edilizio nella sua interezza;
- le relazioni con gli altri sottosistemi di competenza di altri progettisti. Queste si specificano in:
  - azioni (non solo meccaniche) reciproche con gli altri sottosistemi;
  - elementi tecnici di collegamento, che danno luogo a quelle azioni.

Il soddisfacimento di ogni singola esigenza/prestazione è il risultato degli apporti di diversi elementi tecnici, che, a loro volta, interessano partner progettuali diversi, anche se solo ad uno di questi è affidata la responsabilità del coordinamento di quegli apporti. Ad esempio: le prestazioni che determinano il soddisfacimento dell'esigenza "benessere" sono fornite, in parte dall'involucro, in parte dal sottosistema "impianti".

Lo stesso può dirsi per l'esigenza "sicurezza". L'involucro può contribuire anche alla sicurezza strutturale, come nel caso della torre SWISS RE di Foster Associates a Londra.

La descrizione geometrica e materica dell'involucro riguarda ambedue i punti sopra riportati.

In una prima ipotesi, l'insieme delle informazioni che, a vario titolo, è probabile che siano scambiate tra i vari partner di un processo di collaborative design, sono:

- la geometria, dell'insieme e delle singole superfici nelle quali l'involucro può essere scomposto; essa condiziona le forme degli elementi tecnici che delimitano gli spazi interni;
- le modalità di collegamento con gli altri sottosistemi di competenza di altri progettisti. Queste si specificano in:
  - elementi tecnici di collegamento;
  - azioni (non solo meccaniche) trasmesse agli altri sottosistemi;
  - le prestazioni, per chi deve controllare e garantire la funzionalità generale del progetto.

In coerenza con le precedenti considerazioni il data base degli involucri può strutturarsi secondo il seguente schema:

6. La distinzione riguarda la forma generale. L'aggettivo "composito" non è riferito all'eventuale presenza di più strati, ma alla riconoscibilità di tratti d'involucro visivamente separati da spigoli. L'involucro della bolla di Franken per la BMW a Francoforte è globale. L'involucro del museo Guggenheim di Bilbao è composito.

7. Per campo si intende una superficie chiaramente individuabile come autonoma nel complesso dell'involucro: ad esempio la superficie dell'edificio superiore del centro Nardini è un unico campo; la superficie del Guggenheim di Bilbao è costituita da più campi.

8. Se possibile, l'espressione analitica o almeno il riferimento al tipo di superficie.

9. Per strati si intendono le unità funzionali, ad esempio un involucro con intercapedine è formato da tre strati: strato esterno, intercapedine e strato interno.

10. Ogni strato può essere formato da componenti diversi: può avere un'ulteriore sub-stratificazione oppure incorporare elementi funzionali diversi, come pannelli opachi e trasparenti, brise-soleil e aperture.

11. La funzione sicuramente presente è quella di filtro energetico e informativo. Strati composti possono incorporare elementi strutturali.

12. L'inserimento dei valori delle prestazioni può essere necessario quanto queste sono influenzate anche da scelte di altri partner. Le prestazioni possono essere indicate utilizzando la lista dei *requirements* contenuta nella norma ISO 6241 Tab 1.

13. IFC, *Industry Foundation Classes*, è uno standard aperto per lo sviluppo di software Cad per l'ingegneria e l'architettura, sviluppato da IAI (*International Alliance for Interoperability*).

1. opera;
2. autore;
3. riferimenti bibliografici;
4. relazione;
5. tipo generale : unitario/composito<sup>6</sup>;
6. configurazione degli n campi distinti<sup>7</sup>;
  - per ogni campo (se diversi):
    - a. geometria<sup>8</sup>,
    - b. metodi e strumenti di configurazione,
    - c. numero strati<sup>9</sup>;
  - per ogni strato:
    - numero componenti<sup>10</sup>;
  - per ogni componente:
    - numero elementi diversi;
  - per ogni elemento:
    - a. geometria,
    - b. funzione<sup>11</sup>,
    - e. prestazioni<sup>12</sup>,
    - f. materiale,
    - g. collegamento allo strato successivo,
    - h. azioni trasmesse allo strato successivo.

Quella che precede è solo una prima ipotesi di organizzazione delle informazioni di descrizione dell'involucro. Uno dei problemi è la rappresentazione della tessitura (il pattern) dello strato. Questa può essere modulare, cioè composta dall'accostamento di elementi omogenei ma distinti.

Resta da decidere il modo della rappresentazione geometrica dell'involucro. La struttura della rappresentazione dovrebbe essere ispirata alle convenzioni IFC<sup>13</sup> anche se, allo stato attuale manca un "product: envelope" IFC. Quanto precede riguarda gli aspetti tecnologici dell'involucro. Ancora da decidere è come inserire nel Data Base anche gli aspetti più propriamente "architettonici" e formali dei casi esaminati.

Ovviamente non si può far ricorso a categorie di caratteristiche che consentano una classificazione basata su una gamma ordinabile di informazioni o giudizi. Una parziale soluzione è fornita dall'archiviazione di una selezione di articoli di critica accompagnati da un'analisi fornita dal responsabile dell'archivio. L'apporto tra le matrici geometriche degli involucri e le capacità espressive che ne derivano deve fare oggetto d'impegnative indagini che saranno svolte a partire da una documentazione sufficientemente estesa. L'archivio implementato non comprende attualmente tutte le informazioni sopra elencate. Esso è un primo esperimento utile soprattutto a identificare le difficoltà di strutturazione del modello completo.



## SCHEMA FUNZIONALE

L'archivio è organizzato attorno a due percorsi: l'introduzione di nuovi record e la consultazione (Fig. 1).

Si è già esposta la struttura concettuale articolata sulla successione di livelli di approfondimento: campi, strati, elementi. L'organizzazione delle informazioni non è gerarchica. Le informazioni relative ad ogni livello sono raggruppate in un'unica tabella del data base. La consultazione di una singola istanza d'involucro avviene attraverso una successione di link ai singoli livelli.

La ragione di tale scelta è legata all'uso dell'archivio come ausilio progettuale. Le particolarità tecniche dei componenti ai vari livelli non sono univocamente legate ai singoli involucri; esse possono essere separatamente riutilizzabili e pertanto è opportuno che le conoscenze di ogni singolo livello possano essere autonomamente consultate.

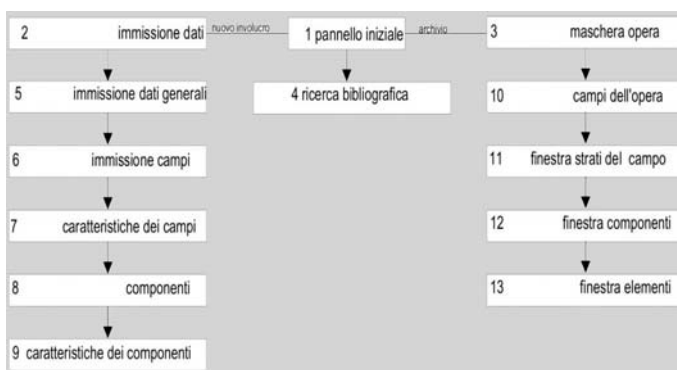


Fig. 1: Schema funzionale dell'archivio informatico.

## L'OPERATIVITÀ

La schermata di accesso all'archivio offre la possibilità di operare in tre modalità diverse:

- inserire i dati relativi ad un involucro (Nuovo Involucro);
- consultare i dati registrati (Archivio);
- effettuare una ricerca bibliografica (Bibliografia).

### Immissione di un nuovo involucro

Una volta selezionata la voce “Nuovo Involucro” nella schermata di accesso, si attiva quella successiva che permette d'immettere i dati di un involucro non ancora contenuto nell'archivio. Nella maschera (Fig. 2) saranno immesse le informazioni generali concernenti: il nome, il numero identificato e i riferimenti bibliografici dell'opera, il tipo (unitario, continuo, discontinuo, ecc.) e il numero dei campi.

Attraverso il comando “Campi” si accede alla finestra (Fig. 3) in cui immettere le informazioni relative al campo: la geometria, i metodi e gli strumenti utilizzati per la sua configurazione (analitica, mesh, swept surface, etc.), il numero degli strati che lo compongono e un'immagine.

Con la schermata successiva (Fig. 4), attivata dal comando “Strato”, è possibile immettere ulteriori informazioni circa la natura degli elementi costituenti il singolo strato preso in esame (superficie vetrata, struttura brise-soleil, rivestimento, etc.), il numero identificativo e il numero degli strati.

Attraverso il tasto “Componente” è possibile specificare il numero di elementi che costituiscono il componente di riferimento (Fig. 5).

La finestra successiva “Elemento” (Fig. 6) permette di specificare le caratteristiche costituenti: la geometria, la funzione, la prestazione, il materiale, il collegamento con lo strato successivo, le azioni trasmesse dall'elemento stesso.

Queste operazioni sono ripetibili per ogni campo costituente l'involucro, ognuno individuato da un numero identificativo specifico. Inoltre, ogni singola schermata visualizza i numeri identificativi di riferimento agli elementi cui è collegato. In tal modo è possibile effettuare una ricerca, e i relativi collegamenti, sia dei campi che degli strati, sia delle componenti che degli elementi, attraverso tali numeri.

### Consultazione dell'archivio

Inseriti i dati, è possibile consultare l'archivio in modo semplice e intuitivo.

Partendo dalla schermata introduttiva e selezionando la voce “Archivio”, si apre il pannello di controllo che permette di cercare le “opere” secondo due diverse modalità, da un elenco a bandiera oppure attraverso lo scorrimento delle schermate

**INVOLUCRO**

OPERA: CENTRO RICERCHE NARDINI

AUTORE: MASSIMILIANO FUKSAS

BIBLIOGRAFIA: The Plan 010 - www.fuksas.it - Molinari L., 2005, Massimiliano Fuksas. Opere

RELAZIONE: Opere/Centro\_Ricerche\_Nardini/relazione\_unità\_locale.doc

TIPO GENERALE: UNITARIO

IMMAGINE: Opere/Centro\_Ricerche\_Nardini/immagine.jpg

N. CAMPI DISTINTI: 1

IDentificativo opera: 11

CAMPO

INIZIO

CERCA

**DATABASE INVOLUCRI ARCHITETTONICI**

Fig. 2 - Schermata per l'inserimento dei dati generali.

**CAMPO**

CAMPO: ELLISSOIDE VETRATO SUPERIORE

GEOMETRIA: SCHEMA COSTRUZIONE ELLISSOIDE

METODI E STRUMENTI DI CONFIGURAZIONE: CONFIGURAZIONI GEOMETRICHE ANALITICHE

N STRATI: 2

IMMAGINE: Opere/Centro\_Ricerche\_Nardini/immagine.jpg

IDentificativo campo: 34

IDentificativo opera: 11

STRATO

INIZIO

CERCA

**DATABASE INVOLUCRI ARCHITETTONICI**

Fig. 3 - Schermata per l'inserimento dei dati relativi al campo.

**STRATO**

STRATO: VETRATE

N. COMPONENTI: 3

IDentificativo strato: 38

IDentificativo campo: 34

IDentificativo opera: 11

INIZIO

CERCA

**DATABASE INVOLUCRI ARCHITETTONICI**

Fig. 4 - Schermata per l'inserimento dei dati relativi allo strato.

**CENTRO RICERCHE NARDINI • ID 11**

<b>OPERA</b>	CENTRO RICERCHE NARDINI
<b>AUTORE</b>	MASSIMILIANO FUKSAS
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	The Plan 010 - www.fuksas.it - Molinari L., 2005, Massimiliano Fuksas. Opere
<b>RELAZIONE</b>	Opere/Centro_Ricerche_Nardini/relazione_unità_locale.doc
<b>TIPO GENERALE</b>	UNITARIO
<b>IMMAGINE</b>	Opere/Centro_Ricerche_Nardini/immagine.jpg
<b>N. CAMPI DISTINTI</b>	1

Opere/Centro\_Ricerche\_Nardini/relazione\_unità\_locale.doc

La distilleria Nardini si amplia con un nuovo auditorium realizzato in uno spazio ipogeo ed un centro ricerche, due corpi a ellisse trasparente sopra uno specchio d'acqua che si integrano con le querce americane piantate negli anni 70' nel terreno antistante. L'intervento si caratterizza per i due ellissoidi sfalsati tra di loro e sospesi nell'aria. Li reggono esili colonne oblique stabilizzanti che spiccano dai muri in c.a. del piano interrato. Ingresso, auditorium e gli altri spazi illuminati dall'alto sono scavati in un banco di ghiaia alluvionale. Si può parlare di due mondi: "uno sospeso", gli ellissoidi trasparenti con vista a 360 gradi sul paesaggio che danno spazio a laboratori di ricerca; "l'altro sommerso", lo spazio scolpito in forma di canyon con un auditorium da 100 posti cui si accede dalla rampa. Gli ellissoidi, con basamento portante e sovrastruttura in profili a doppia T in acciaio cernitani, conferisce la curvatura, sono in vetro trasparente al di sopra del pavimento e opachi alla quota dell'impalcato. Il sistema di fissaggio alla struttura principale del rivestimento trasparente si basa sul concetto di "vincolo". Ogni pannello vetrato non è ancorato alla struttura, ma appoggiato su cerniere tridimensionali, giunti sferici che assorbono le tolleranze di vetri e struttura e dilatazioni differenziali evitando di impiegare gli usuali supporti di sicurezza per le superfici a sbalzo sottoposte a trazione. Il vetro si posiziona in funzione della curvatura ed è indipendente dai pannelli adiacenti e dalla struttura principale. Gli involucri delle bolle, risolte le difficoltà tecniche per la doppia curvatura ellissoidale, sono in vetro camera stratificati, ad elevate prestazioni energetiche e selettivi alla luce solare (trasparenti alle radiazioni luminose ma opachi alle frequenze dell'infrarosso). Lo specchio d'acqua bioclimatico copre il volume ipogeo; l'evaporazione estiva induce raffreddamento al piano sottostante e all'ambiente. L'acqua si mantiene in costante movimento.

Si riportano immagini:

Fuksas 001.jpg  
Fuksas 004.jpg

Opere/Centro\_Ricerche\_Nardini/immagine.jpg

INIZIO  
CERCA

DATABASE INVOLUCRI ARCHITETTONICI

**Fig. 7** - Sequenza di schermate attivate nelle varie fasi di consultazione delle informazioni relative all'involucro del Centro Ricerche Nardini di Massimiliano Fuksas. Sono attivati i collegamenti ipertestuali che consentono il rinvio a testi e immagini illustrativi.

**CAMPO • ID 34**

<b>CAMPO</b>	ELLISSOIDE VETRATO SUPERIORE
<b>GEOMETRIA</b>	SCHEMA COSTRUZIONE ELLISSOIDE
<b>METODI E STRUMENTI</b>	CONFIGURAZIONI GEOMETRICHE ANALITICHE

Schema costruzione ellissoide

The diagram illustrates the construction of an elliptical structure. It shows a large horizontal ellipse labeled 'A'. Below it, a smaller horizontal ellipse is labeled 'B C'. To the right of this smaller ellipse is a horizontal rectangle labeled 'D'. At the bottom, a larger horizontal ellipse is shown with labels 'A' at the top, 'B' at the left, 'D' at the bottom, and 'C' at the right.

STRATO  
INIZIO  
CERCA

DATABASE INVOLUCRI ARCHITETTONICI

**Fig. 8** - Consultazione dei dati relativi ad un campo dell'involucro della stessa opera di Fig. 7. Dalla finestra relativa alla "Geometria" è possibile aprire gli schemi di riferimento.

(tramite frecce), e secondo diverse chiavi di ricerca l'identificativo dell'opera, il tipo di involucro e il numero di campi.

Individuata l'opera, dalla schermata (Fig. 7) è possibile visualizzare oltre che i dati che hanno consentito la ricerca anche tutte le altre informazioni quali: l'identificativo, e il tipo generale d'involucro, anche l'autore, i riferimenti bibliografici, la relazione descrittiva, il tipo generale d'involucro, un'immagine e il numero di campi che la compongono.

Tramite il tasto "Campo" si apre la finestra (Fig. 8) che permette di fare scorrere i singoli campi costituenti l'opera, di ognuno si hanno le informazioni riguardanti: l'identificativo, la geometria, i metodi e gli strumenti utilizzati per la sua configurazione, il numero di strati che lo compongono.

COMPONENTE	
STRATO	VETRATE
N. COMPONENTI	3
IDentificativo componente	42
IDentificativo strato	38
IDentificativo campo	34
IDentificativo opera	11
<input type="button" value="INIZIO"/> <input type="button" value="CERCA"/>	
DATABASE INVOLUCRI ARCHITETTONICI	

**Fig. 5** - Schermata per l'inserimento dei dati relativi i singoli componenti.

ELEMENTO	
ELEMENTO	VETROCAMERA
GEOMETRIA	GENERALE
FUNZIONE	CHIUSURA PERIMETRALE ESTERNA
PRESTAZIONE	OPACO ALLA PRESENZA DELL'INFRAROSSO
MATERIALE	VETRO TRASPARENTE
COLLEGAMENTO	CERNIERE SFERICHE
AZIONI TRASMESSE	VENTO, PESO PROPRIO
IDentificativo elemento	37
IDentificativo componente	42
IDentificativo strato	38
IDentificativo campo	34
IDentificativo opera	11
<input type="button" value="INIZIO"/> <input type="button" value="CERCA"/>	
DATABASE INVOLUCRI ARCHITETTONICI	

**Fig. 6** - Schermata per l'inserimento dei dati relativi i singoli elementi.



Da questa schermata tramite il tasto “Strati” si apre la finestra di selezione dello strato di cui si vogliono conoscere le peculiarità; allo stesso modo, tramite il relativo tasto, si accede alle informazioni inerenti i “componenti” e gli “elementi costituenti” il singolo strato.

### **Ricerca bibliografica**

Sempre dalla pagina iniziale, col tasto “Ricerca Bibliografica” è possibile avviare la consultazione dei titoli dei testi che riguardano le opere archiviate. A partire dal titolo di un’opera o dall’identificativo di un involucro, si potranno visionare i titoli di tutto il materiale disponibile di riferimento, con tutte le relative indicazioni bibliografiche, ed eventualmente, mediante un apposito collegamento ipertestuale, visualizzarne i contenuti.



Flavia Belvedere  
INVOLUCRI COMPLESSI

Nei capitoli che precedono si è visto ampiamente come la diffusione delle tecnologie informatiche abbia aperto la strada a nuovi itinerari progettuali che hanno influenzato soprattutto le strategie di approccio alla creazione della forma dell'involucro, trasformando e connotando decisamente l'architettura contemporanea.

Attraverso i nuovi media, è possibile arrivare alla definizione costruttiva dell'involucro architettonico, di pari passo alla concezione della forma dell'architettura e, quindi, alla conformazione dell'involucro stesso.

È probabile che tale rapidità di approccio, insieme alla possibilità limitate che gli strumenti digitali necessariamente offrono, nel dover affrontare tutti gli aspetti che la complessità del progetto richiede, possano aver portato ad privilegiare soltanto l'aspetto morfologico o, comunque, soltanto alcuni aspetti funzionali. Sembra pertanto alimentarsi la perplessità che la tecnologia possa accrescere l'incompatibilità tra il pensiero scientifico e la cultura architettonica complessiva. Tale trasformazione concettuale, unitamente all'adozione di nuovi materiali e sistemi costruttivi, oltre ad una maggiore valenza comunicativa assegnata all'architettura dalla società contemporanea, definisce nuovi linguaggi architettonici. Essi declinano principalmente la loro morfogenesi, soprattutto di natura procedurale e strumentale, più che frutto di una vera e propria ricerca espressiva e di una capacità di percepire la "reale" complessità del progetto.

Linguaggi che cambiano e manifestano le loro basi, legate molto spesso a fenomeni di tendenza e di facciata, che assegnano all'involucro architettonico un ruolo sempre più importante nell'architettura, sia come elemento latore dell'"immagine" complessiva, sia perché detentore di un numero sempre più crescente di funzioni, fino ad arrivare all'involucro integrale, che assume funzioni e segni sia di chiusura verticale che orizzontale, o meglio senza distinzione tra le due parti.

Il termine "involucro complesso" si riferisce pertanto a quei "sistemi di chiusura", per la cui costruzione i progettisti hanno ricorso non solo a materiali e tecnologie avanzate, ma soprattutto in fase ideativa e di verifica, a strumenti informatici per la modellazione della forma.

Nel capitolo precedente è stato presentato uno strumento operativo, l'"archivio" digitale, descritto nella sua struttura ed operatività nel capitolo precedente, in grado di raccogliere e gestire tutte le informazioni sufficienti a descrivere compiutamente, sia da un punto di vista tecnologico che espressivo, qualsiasi involucro costruito.

In questo capitolo si analizzano alcune recenti opere architettoniche i cui involucri si caratterizzano per la loro dichiarata complessità, emblematici per la loro connotazione “digitale”.

Lo studio di questi casi ha costituito la base delle informazioni che possono servire ad implementare l’“archivio digitale” messo a punto. Pertanto le informazioni di ciascun progetto analizzato sono organizzate e presentate con la stessa struttura logica con cui è stato concepito e strutturato l’archivio.

I progetti sono presentati sotto forma di scheda. Questa, nella prima parte, espone le caratteristiche generali e la bibliografia di riferimento dell’opera analizzata; nella seconda parte, per punti evidenziati da fascette di colore diverso, illustra:

- la tipologia generale dell’involucro;
- la natura geometrica dei campi che intervengono alla definizione dell’involucro;
- gli strati disposti per ogni campo e gli elementi di cui sono composti;
- il pattern, vale a dire il disegno, che caratterizza la superficie esterna dell’involucro.

Le opere scelte e “schedate”, che potrebbero benissimo essere poi immesse nell’“archivio” sono:

- BMW Welt, Monaco di Baviera, Germania.
- Kunsthau, Graz, Austria.
- Kimmell Center for Performing Arts, Philadelphia.
- Swiss Re Tower, Londra.
- Torre Agbar, Barcellona.
- Spazio Eventi e Ricerca “Bortolo Nardini”, Bassano del Grappa.
- Selfridgestore, Birmingham.
- Seattle Central Library, Seattle.
- The Water Cube, National Aquatic Center, Pechino.
- Prada Aoyama Epicenter, Tokyo.
- Istituto Mary University, Blizard Building, Institute of Cell and Molecular Science, Londra.
- Museo Mercedes Benz, Stoccarda.
- Padiglione Audi, Francoforte.
- Centro Informazione, Comunicazione e Media (IKMW), Università Tecnica del Brandeburgo, Cottbus, Germania.
- City Hall, Londra.



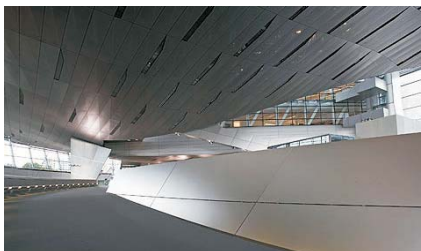
**Fig. 1** - *Il doppio imbuto, ruotato ed inclinato che segna l'ingresso al BMW Welt.*



**Fig. 2** - *La Plaza vista dalla rampa elicoidale.*



**Fig. 3** - *La Premier con gli infopoint interattivi.*



**Fig. 4** - *Ingresso al garage sotterraneo.*

## **BMW WELT - MONACO DI BAVIERA, GERMANIA.**

Il BMW Welt è un sinuoso edificio posto tra l'Olimpic Park e la sede generale del marchio automobilistico. Questo complesso, pensato per essere l'“interfaccia rappresentativa” della casa automobilistica, è coperto con un tetto “a nuvole” che sembra nascere dal doppio cono dell'ingresso (Fig. 1).

Il fulcro del complesso è costituito dalla Plaza (Fig. 2), uno spazio aperto e libero da pilastri intermedi, che, ispirandosi al principio del mercato, è il punto in cui la BMW mette in mostra se stessa ed in cui hanno luogo anche manifestazioni culturali. Cinque metri sopra la Plaza vi è la Premier (Fig. 3), dalla pianta a forma di ellisse, con le stazioni del Product Info Center, punti di informazioni multimediali ed interattivi, in cui la vendita e la consegna dell'autovettura diviene un'esperienza dal carattere esclusivo.

Varcata la soglia del BMW Welt, i visitatori sono veicolati sulla “strada della mobilità” in cui hanno modo di osservare i rinnovamenti della ricerca, dello sviluppo, del design, della produzione e della tecnologia del marchio. Per esempio, nell'“Atelier della tecnologia”, i visitatori possono avere una panoramica del futuro dell'automobile, mentre sulla balconata, possono ammirare un'esposizione di motociclette. Molti degli spazi interni dell'edificio sono pensati per ospitare spettacoli multimediali e mostre.

Il complesso comprende anche: un garage sotterraneo di 580 posti su due livelli (fig. 4); dei negozi; una caffetteria; tre ristoranti; terrazze interne ed esterne; un auditorium multifunzionale, il Business Center, dalla capacità di 800 posti e composto da due sale di dimensioni differenti per meeting di lavoro, convegni e presentazioni; il “Junior Campus”, un'area in cui i ragazzi dai 7 ai 13 anni possono scoprire nel gioco “la mobilità con tutti i sensi”.

Questo vasto complesso è dominato, come abbiamo già detto, dalla copertura unitaria, la cui struttura portante a griglia poggia su 12 pilastri dal comportamento “a pendolo”: i carichi verticali, in corrispondenza dei punti di appoggio della struttura di calcestruzzo, sono stati disposti al di sopra delle travi a cavalletto e dei fissaggi di acciaio. I bulloni consentono così un movimento orizzontale a pendolo.

Per la gestione energetica del complesso vengono utilizzate risorse naturali, per esempio sulla copertura è stato integrato un impianto fotovoltaico (a causa della forma arcuata, è stata costruita una speciale sottostruttura che integra le singole superfici modulari nella copertura del tetto). Inoltre, l'aerazione dell'immobile avviene anche attraverso le ampie superfici delle pareti dell'edificio e le zone verdi esterne. Le



superfici poste nelle vicinanze degli elementi naturali di aerazione, levano la polvere e raffreddano in parte l'aria, senza che abbia luogo uno scambio di calore tra interno ed esterno. Infine, contribuisce al risparmio energetico dell'edificio l'utilizzo di facciate integrate. Queste sono costruite con profili cavi di acciaio, che consentono al loro interno il passaggio di acqua calda o fredda (i profili ospitano anche l'impianto di nebulizzazione antincendio ed i cavi per l'illuminazione) e superfici vetrate, incastrate direttamente sulle travi ed incollate nei giunti, che presentano bassi coefficienti di dispersione termica.



**Fig. 5** - *La copertura "a nuvole".*

### **Bibliografia e fonti immagini**

Darò M., Zamboni B., 2004, *Coop Himmelb(l)au*, EdilStampa, Roma.

Vogliazzo M., 2003, "Coop Himmelb(l)au", in *Arca*, 184, pp. 44-53.

Reboli M., 2006, "Il cliente ha sempre ragione", in *Casabella*, 748, pp. 100-105.

Klaus L., 2007, "Facciate integrate per riscaldare e raffrescare: la facciate del BMW Welt a Monaco di Baviera", in *Detail*, 7+8, pp. 836-844.

Pagliari F., 2007, "BMW Welt" in *The Plan*, 023, pp. 76-93.

[www.bmw-welt.com/web/portal/de](http://www.bmw-welt.com/web/portal/de)

[www.coop-himmelblau.at](http://www.coop-himmelblau.at)

**Progettista**

CoopHimmelb(l)au

**Opera**

BMW Welt. Monaco di Baviera, Germania.

**Cronologia**

2001-2007

**Tipologia generale dell'involucro**

Superficie discontinua costituita da due tronchi di cono rovesciati, una clessidra asimmetrica, e dalla copertura biomorfa.

**Campo 1**

È costituito dal tronco di cono inferiore il cui diametro maggiore è lungo 35 metri, mentre il diametro minore, posto ad un'altezza di circa 12 metri, misura 18 metri.

**Strato 1a**

Protezione dai raggi solari, fatta di lamiera perforata in acciaio inox, posta ad una distanza di 60 cm dalla vetrata ed ad essa collegata mediante un profilo in acciaio a sezione tubolare.

**Elementi 1a**

Pannelli in lamiera di acciaio 3mm su profili a "Z", telaio di sostegno in profili di acciaio a "L" 100x50 mm in vista, telaio in profili di acciaio a sezione scatolare 120x60 mm in vista.

**Strato 1b**

La superficie vetrata è formata da infisso in acciaio con vetrocamera e telaio di supporto in profili di acciaio a sezione scatolare 300x100 mm in vista.

**Elementi 1b**

Vetri: vetro temperato di 8mm di spessore, con 16mm di intercapedine e vetro semi-temperato da 2x6mm con serigrafia nera terminale.

Profilati in acciaio: sono riscaldati con un sistema integrato Gartner ed inoltre ospitano l'impianto di nebulizzazione antincendio ed i cavi per l'illuminazione.

**Pattern 1**

I pannelli triangolari, diversi l'uno dall'altro per dimensione e materiale, sia vetro sia lamiera di acciaio, fanno risplendere il volume durante tutte le ore del giorno, diurne e notturne.



È costituito dalla strozzatura, intermedia tra i due coni.

**Campo 2**

Rivestimento esterno formato da pannelli in lamiera di acciaio.

**Strato 2a**

Vedi Elementi 1a.

**Elementi 2a**

Sistema di collegamento della facciate.

**Strato 2b**

Profili di acciaio a sezione tubolare Ø 60/45 mm, profilo in acciaio a "L" 250x120 mm di sostegno ai profili tubolari, piatto in acciaio, spessore 20 mm, di aggancio del profilo ad "L" al profilo scatolare.

**Elementi 2b**

Vedi Strato 1b.

**Strato 2c**

Vedi Elementi 1b.

**Elementi 2c**

È costituito dal tronco di cono superiore rovesciato, il cui diametro si allarga fino a circa 44 metri, punto in cui termina con una trave anulare di raccordo al tetto.

**Campo 3**

Vedi Strato 1a.

**Strato 3a**

Vedi Elementi 1a

**Elementi 3a**

Vedi Strato 1b.

**Strato 3b**

Vedi Elementi 1b.

**Elementi 3b**

È analogo a quello del cono inferiore, però è stato utilizzato vetro laminato per rispondere alle direttive in materia di sicurezza.

**Pattern 3**

**Figg. 6 e 7** - *L'intelaiatura del doppio imbuto durante la costruzione.*



**Campo 4**

Copertura a doppio guscio.

**Strato 4a**

Costituito da lamiere in acciaio inossidabile tutte diverse tra loro.

**Elementi 4a**

Pannelli in acciaio di rivestimento, doppia membrana impermeabilizzante, pannello isolante 110 mm, pannello isolante 180 mm, piatto in acciaio 3 mm, lamiera recata 180 mm tubolari di acciaio a sezione rettangolare 200x100 mm.

**Strato 4b**

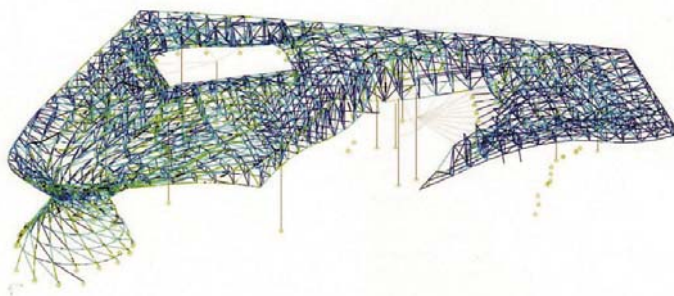
Nell'area gastronomia, sopra il lounge e nel sottore incisioni, la copertura inclinata di 3° è in vetro e poggia su una struttura di profili scatolari di 400x120 mm senza appoggi per un oggetto che raggiunge i 20 metri.

**Elementi 4b**

Infisso in acciaio con vetrocamera isolante antisolettole 8+16/8/8 mm, telaio principale di sostegno alla copertura formato da profili a sezione scatolare in acciaio 400x130 mm telaio secondario in profili di acciaio a sezione scatolare 275x100 mm.

**Pattern 4**

Il tetto, che ricorda un banco di nuvole, sembra illusoriamente sospeso sopra il sottostante edificio in vetro ed acciaio.



**Fig. 9** - *Studio della struttura portante della copertura.*

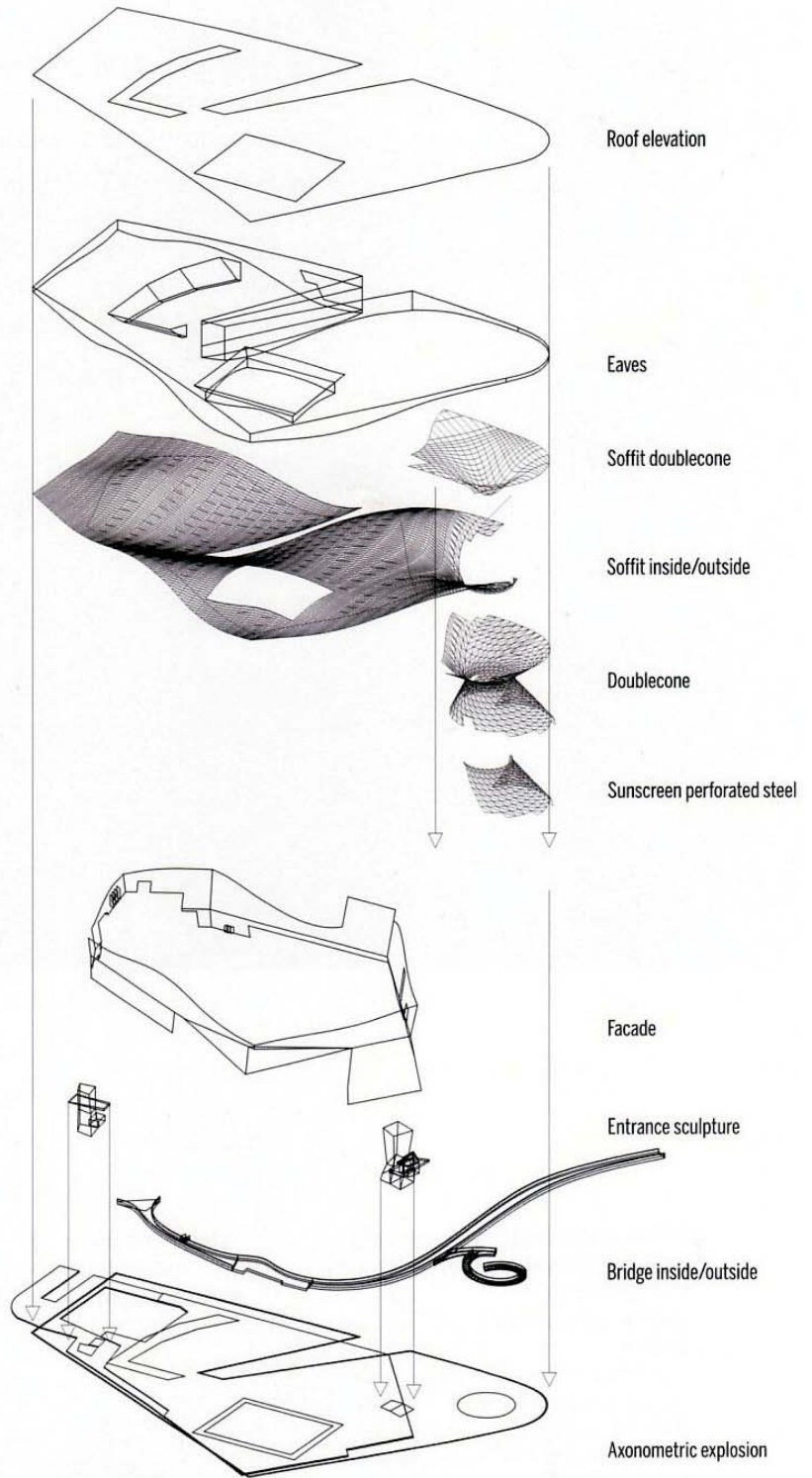


Fig. 10 - *Esploso assometrico.*





Fig. 1 - La bolla della Kunsthaus che fluttua sopra gli antichi tetti di Graz.

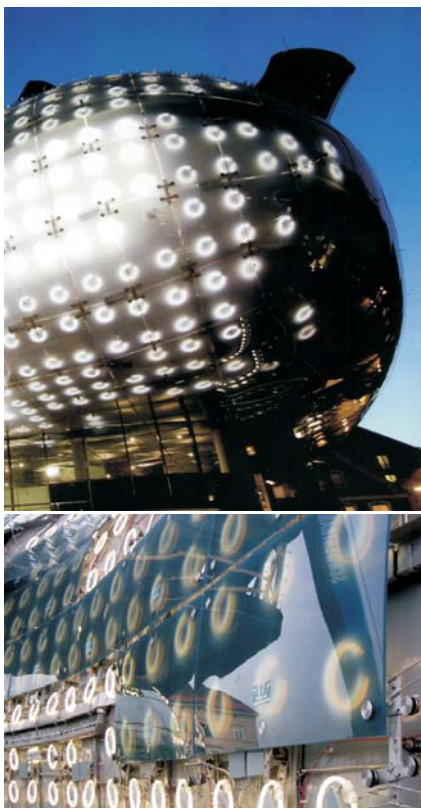


Fig. 2 - Il sistema BIX trasforma la superficie in resina in uno schermo a bassa risoluzione.

## KUNSTHAUS - GRAZ, AUSTRIA.

L'antica città asburgica di Graz, investendo nella realizzazione della Kunsthaus, un oggetto architettonico indefinibile da un punto di vista semantico, linguistico, formale e funzionale (*“È un centro per la cultura dell'esposizione, non organizza esposizioni permanenti, non colleziona opere né le deposita, è un nuovo veicolo di diffusione delle produzioni artistiche contemporanee”*), ha dimostrato come si possa innescare il cambiamento economico mediante una vigorosa, innovativa e coraggiosa politica culturale.

La Kunsthaus si inserisce nel tessuto storico della città (Fig. 1), tra le rive del fiume Mur e la Torre dell'Orologio, come un nuovo e forte segno di contemporaneità, non solo per l'organicità della sua forma, ma anche per la medialità, interattività, del suo rivestimento esterno. Questo, infatti, è una pelle sensibile e mutevole, un'installazione multimediale cangiante, un'interfaccia comunicativa che, grazie all'ausilio di anelli fluorescenti integrati nell'intercapedine esterna (ogni anello di luce ha la funzione di un pixel e può essere controllato da un elaboratore) trasforma la superficie, realizzata con pannelli in resina sintetica, in uno schermo automatico a bassa risoluzione (Fig. 2).

Il volume biomorfo blu “fluttua” e si integra con l'Eisernes Haus (Casa del Ferro) (Fig. 3). Un diafano edificio di quattro livelli in ghisa e ferro. Costruito nel 1847 con elementi prefabbricati, è stato restaurato nei materiali e ne sono state ridistribuite le funzioni: l'ingresso principale si apre sulla Südtiroler Platz; il piano terra ospita la biglietteria e lo shop; al primo piano accoglie un laboratorio di arte, la sede della rivista fotografica “Camera Austria” e gli uffici amministrativi.

Dal foyer una rampa mobile penetra all'interno della bolla, supera un'area dedicata alle opere degli artisti più giovani ed arriva direttamente al terzo livello che ospita la prima sala espositiva e un laboratorio di arte equipaggiato con stazioni informatiche interattive. Una seconda rampa automatica conduce alla sala espositiva superiore (Fig. 4), dove le pareti dell'involucro si aprono in cima con dei “camini” orientati (Fig. 5), all'interno dei quali sono disposte luci al neon concentriche (*slimlines*), regolabili su valori di intensità luminosa indipendentemente le une dalle altre. Al termine del percorso vi è una galleria vetrata a sbalzo che si affaccia sullo spettacolare panorama circostante.



**Fig. 3** - L'Eisernes Haus è il primo edificio in ghisa e ferro costruito in Europa.



**Fig. 5** - I "camini di luce" che increspano la superficie della Kunsthaus.



**Fig. 4** - La sala espositiva posta all'ultimo livello della bolla, illuminata dalle "slimlines" poste all'interno dei camini di luce.

### Bibliografia e fonti immagini

Jodidio P., 2004, *Architecture Now! 3*, Taschen, Colonia.

Paganelli C., 2004, "Il neoplasma incantatore. Kunsthaus Graz", in *l'Arca*, 188, pp. 50-59.

*Detail*, 2003, 11, pp. 1252-1253.

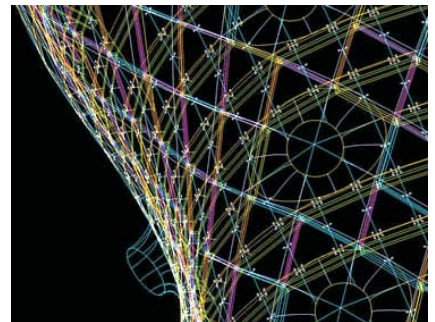
Casciani S., 2003, "Atterraggio a Graz", in *Domus*, 865, pp. 54-65.

*The Plan*, 2004, 005, pp. 22.

[www.bix.at](http://www.bix.at)

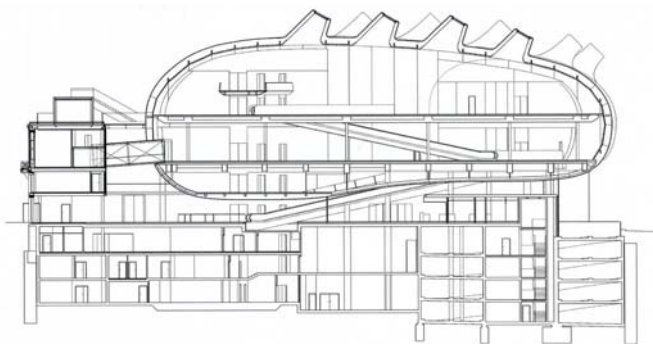
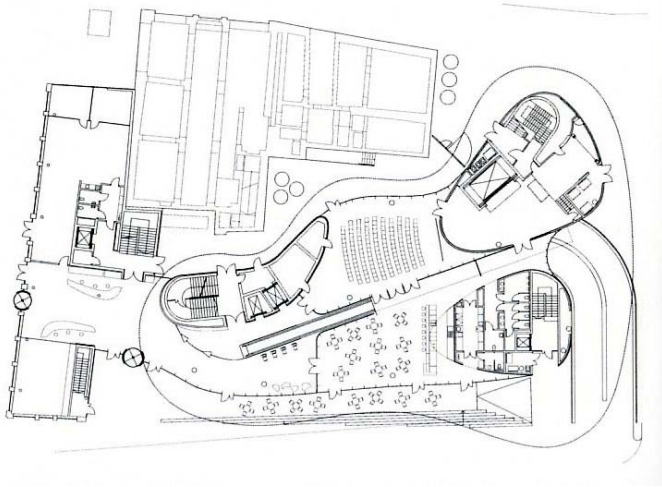
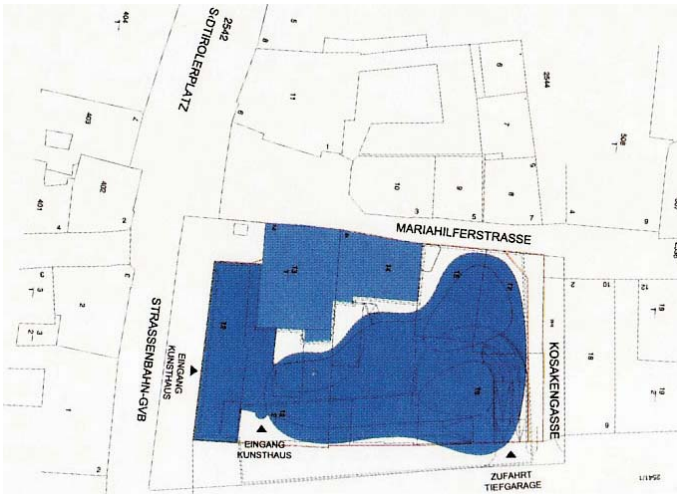
[www.kunsthausegraz.steiermarkt.at](http://www.kunsthausegraz.steiermarkt.at)

[www.realities-united.de](http://www.realities-united.de)



**Fig. 6** - Superficie NURBS Non-Uniform Rational B-Spline.

<b>Progettista</b>	Peter Cook and Colin Fournier - Spacelab.
<b>Opera</b>	Kunsthhaus, Graz, Austria.
<b>Cronologia</b>	2000-2003
<b>Tipologia generale dell'involucro</b>	Involucro continuo dalla forma biomorfa.
<b>Campo 1</b>	È definibile mediante una superficie NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline), metodo algoritmo per la costruzione di curve e superfici free-form (Fig. 7).
<b>Strato 1a</b>	È composto da circa 1250 pannelli in plexiglas, curvati singolarmente e fissati sopra una membrana impermeabilizzante. I pannelli, prodotti per resistere al colore ed al fuoco, sono stati realizzati utilizzando stampi fresati a controllo numerico da blocchi di schiuma. Dopo il processo di deformazione, il pannello, ancora nello stampo, è stato rifilato secondo le dimensioni richieste, quindi, lo stesso blocco di schiuma è stato riciclato per realizzare un nuovo stampo per il pannello seguente. In alcune zone, il rivestimento diventa trasparente per consentire la vista esterna.
<b>Strato 1b</b>	Facciata elettronica BIX, concepita e sviluppata dallo studio berlinese <i>realities:united</i> , è costituita da 930 lampade fluorescenti, di 40w e dal diametro di 40 cm, integrate nel prospetto in plexiglas rivolto verso est.
<b>Strato 1c</b>	Intercapedine che permette la ventilazione naturale dell'edificio e l'installazione della facciata multimediale BIX.
<b>Strato 1d</b>	È costituito dalla struttura formata da travi trasversali in acciaio, combinate con una griglia triangolare secondaria, la cui geometria dipende dalla forma e dimensione dei pennelli in plexiglas che ad essa stanno agganciati in sei punti flessibili, per compensare le tolleranze dell'edificio e permettere la libera deformazione termica.
<b>Campo 2</b>	Nella parte sommitale, dalla superficie continua sporgono dei camini, "bocche di luce" orientate verso nord, che consentono alla luce naturale di entrare all'interno della sala espositiva.
<b>Strato 2a</b>	Vedi Strato 1a.
<b>Strato 2b</b>	Vedi Strato 1d.



**Fig. 7** (dall'altro verso il basso) - *Pianta della copertura; pianta del piano terra; sezione longitudinale.*





Fig. 1 - *Vista esterna.*

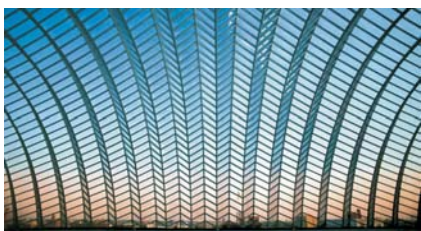


Fig. 2 - *L'intradosso della volta.*

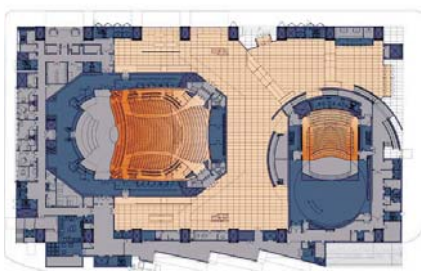


Fig. 3 - *Pianta del primo livello.*



Fig. 4 - *Il Perelman Theater (di scorcio in primo piano), la Verizon Hall e il sistema dei collegamenti.*

## KIMMELL CENTER FOR PERFORMING ARTS - PHILADELPHIA.

Il complesso (Fig. 1), posizionato lungo la Avenue of Arts, asse privilegiato su cui si affacciano i più importanti impianti legati allo spettacolo e che si collega a nord direttamente con la City Hall, è stato progettato per divenire il centro emblematico della tradizione culturale della città di Philadelphia. Gli elementi del complesso, disposti all'interno di un recinto rettangolare coperto da una grande volta a botte corrugata (Fig. 2), presentano un carattere urbano, una specie di città nella città, dotata di modalità d'uso, condizioni di spaziali e di scala sue proprie, in cui piazze e vuoti interstiziali, di consistenza e ampiezza diversa, ne costituiscono il materiale connettivo (Fig. 3). Il recinto, con l'intenzione di modulare i rapporti tra gli edifici in esso contenuti (collegati da passerelle e ponti aerei) con gli edifici della città, alti palazzi verso nord e basse costruzioni residenziali a sud, è costituito da un imponente muro in mattoni che si eleva per circa due piani (Fig. 4). La facciata di ingresso su Avenue of the Arts è una superficie vetrata continua che consente ai passanti di vedere la piazza pubblica interna. Ai suoi lati due ascensori panoramici consentono di accedere al ristorante al terzo piano ed alla terrazza sul tetto. Il centro comprende vari edifici: la Verizon Hall, una sala concerti da 2500 posti, sede della Orchestra; il Perelman Theater con una capienza di 650 posti, è dotato di un palcoscenico girevole e modulabile ed ha il tetto giardino pensile raggiungibile direttamente dall'ascensore vetrato esterno; la "black box", uno spazio flessibile; un ristorante per 235 persone; spazi accessori destinati agli attori, agli orchestrali, ai servizi generali, al guardaroba, ai bar, ecc. La Verizon Hall, la cui copertura ripropone le sinuose curve di un violoncello, all'esterno è rivestita in legno Macore, mentre all'interno le superfici sono rivestite con lamelle ricurve in mogano, non solo per migliorare le prestazioni acustiche della sala, ma anche per rafforzare l'immagine dello strumento musicale. Infine, per ottenere la varietà tipica degli spazi pubblici è stata riservata molta attenzione alla scelta dei materiali (mattone bruno, intonaco levigato, granito, quarzite, legno in diverse essenze e cromattizzazioni, profili metallici e vetro).

### Bibliografia e fonti immagini

Vogliazzo M., 2002, "La città dello spettacolo. Performing Arts in Philadelphia", in *l'Arca*, 173, pp.26-35.

[www.kimmelcenter.org](http://www.kimmelcenter.org)

[www.rvapc.com](http://www.rvapc.com)



Raphael Viñonly

Kimmel Center for the Performing Arts. Philadelphia

1998-2001

Involucro unitario dalla forma di un semicilindro, costituito tre campi: la volta a botte corrugata ed i due timpani.

La volta a botte .

Il supporto della volta, dal raggio di 25 metri, è costituito da travi Vierendeel in acciaio, poggianti su un basamento in cemento. Gli archi sono costruiti con due tipi di tubolari in acciaio a sezione rettangolare: uno, in direzione dell'arco misura 127 x 127 mm, l'altro, in direzione della piega misura 100 x 127 mm. I pannelli in vetro laminato misurato approssimativamente 177 x 76 mm.

Le fasce accostate le une alle altre e disposte a zig-zag corrugano la volta trasparente.

Le pareti di chiusura (timpano) della volta a botte.

Le lastre in vetro laminato sono congiunte mediante una guarnizione in silicone nero e sono fissate le une alle altre mediante un morsetto posto negli spigoli delle stesse. Attraverso questi morsetti passano dei sottilissimi cavi in acciaio che costituiscono la maglia strutturale della facciata (Fig. 5).

Il sistema costruttivo adoperato mira a trasmettere la massima trasparenza non solo per consentire la massima permeabilità visiva tra l'interno e l'esterno, ma anche per dare risalto alla forma della copertura voltata.

**Progettista**

**Opera**

**Cronologia**

**Tipologia generale dell'involucro**

**Campo 1**

**Strato 1**

**Pattern 1**

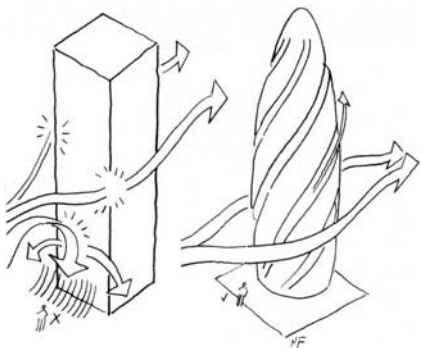
**Campo 2**

**Strato 2**

**Pattern 2**



**Fig. 1** - Il London Bridge (in primo piano a sinistra e la Swiss Re Tower (sullo sfondo a destra).



**Fig. 2** - Studio della forma dell'edificio.



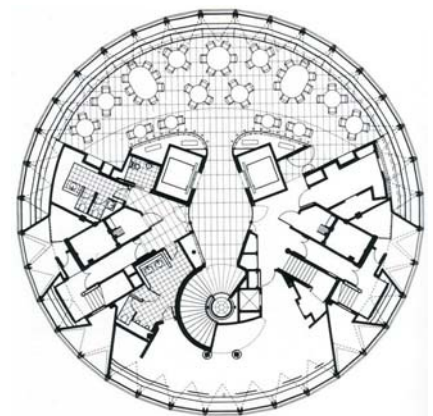
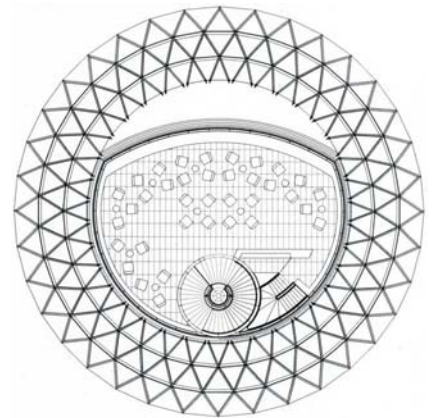
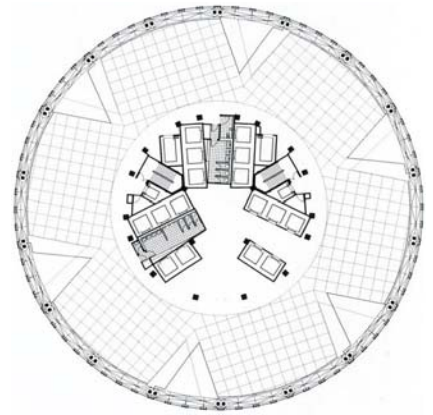
**Fig. 3** - Uno degli sky garden su cui si affacciano gli uffici, ogni piano è sfalsato di  $15^\circ$  rispetto al precedente

## SWISS RE TOWER - LONDRA.

Questo edificio è stato costruito nel cuore del quartiere finanziario di Londra, al numero 30 di St. Mary's Axe, sul luogo dove si trovava l'edificio del Baltic Exchange, società che gestisce il mercato di moli marittimi e vendite di navi, danneggiato gravemente (1992) dall'esplosione di una bomba dell'IRA (Fig. 1).

La forma dell'edificio a pianta circolare si sviluppa per quarantuno piani e per 180 metri e risponde ad esigenze specifiche legate all'area ristretta in cui sorge. Grazie al profilo affusolato riduce le rifrazioni, migliora la trasparenza, fa affluire un grado di luce diurna maggiore, anche al piano terra, e consente al vento di circolare liberamente sulla facciata, riducendone l'incidenza (Fig. 2). Infatti, a differenza di ciò che accade negli edifici dalla stereometria squadrata, il vento non viene dirottato verso il piano terra, garantendo così ai pedoni un transito più sicuro e confortevole. La sua forma aerodinamica è stata modellata tramite dei software che generano modelli per serie di curvature progressive a loro volta ottimizzati attraverso l'uso di simulazioni digitali: attraverso il sistema Fluent sono state analizzate le correnti d'aria che scorrono attraverso l'edificio e sono state scelte le precise localizzazioni per l'immissione/emissione delle stesse; i sistemi FEA sono stati usati, invece, per disegnare l'aspetto dei carichi e delle forze sulla struttura.

L'impianto dell'edificio è di tipo tradizionale, al suo centro vi è un nucleo circolare che contiene i servizi ed i collegamenti verticali. Lungo il bordo perimetrale nove grandi *sky gardens* (Fig. 3), ottenuti ritagliando sei settori triangolari, sfalsati e ruotati rispetto all'asse centrale di  $15^\circ$ , salgono a spirale. Questi pozzi di luce, che si interrompono ogni sei piani (in tal modo creano dei blocchi compartimentali che impediscono la propagazione del fuoco lungo tutto lo sviluppo in altezza dell'edificio), portano luce naturale ed aria nell'atrio centrale; funzionano come camino di aerazione per gli uffici, riducendo il consumo energetico dell'edificio; offrono una vista verso la città anche a quegli spazi più interni che sarebbero altrimenti "isolati"; disegnano il volume all'esterno. La torre non ospita solo uffici, ma anche, su due piani, negozi e caffè che si affacciano su una piazza interna. Il piano tipo è diviso in sei blocchi rettangolari. Sulla cima dell'edificio, al 40° piano, c'è un bar per gli affittuari e per i loro ospiti; al 39° piano vi è un ristorante esclusivo mentre il 38° piano ospita sale da pranzo private (Fig. 4).



### Bibliografia e fonti immagini

Asensio P., 2002, *Foster and Partners*, TeNeves, Sabadell, Spagna.  
 A.A.V.V., 2001, "Il grattacielo responsabile", *Domus*, 840, pp. 52-57.  
 A.A.V.V., 2003, "Un nuovo segno urbano", in *Domus*, 865, pp.84-87.  
 Di Marco A., 2006, "Swiss Re Tower", in A.A.V.V., *I capolavori dell'architettura moderna*, White Star, Vercelli, pp. 36-41.  
 Guardagli D., 2004, "Un grattacielo eco-consapevole. Swiss Re Headquarters, London", in *l'Arca*, 197, pp. 8-17.  
 Compagno A., 2003, "Innovative Hochhausfassaden: Swiss Re Konzernzentrale und Westhafen-Tower", in *Detail*, 7+8, pp.820-825.  
[www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)  
[www.30stmariaxe.com/home.asp](http://www.30stmariaxe.com/home.asp)

**Fig. 4** - Pianta piano tipo (in alto); pianta del 40° piano (al centro); pianta del bar al 39° piano (in basso).

**Progettista**

Foster and Partners

**Opera**

Swiss Re Tower. Londra.

**Cronologia**

2000-2004

**Tipologia generale dell'involucro**

Involucro continuo dalla forma a fuso.

**Campo 1**

Si sviluppa per due elevazioni, alla base dell'edificio, ed ha il rivestimento che si interrompe in relazione agli accessi alla hall interna (Fig. 5).

**Strato 1a**

È costituito da doppi vetri montati su telaio.

**Strato 1b**

Struttura: elementi in acciaio, di colore bianco e nero, che si intrecciano in una griglia dal disegno diagonale con traversi orizzontali posti ogni due piani.

Intercapedine: vi sono collocati i dispositivi, lamelle perforate mobili, per il controllo dell'irraggiamento solare che consentono al microclima interno di adattarsi alle condizioni climatiche esterne.

**Strato 1c**

Vetri stratificati con deposito basso emissivo.

**Pattern 1**

È costituito da pannelli triangolari e romboidali, posti sulla stessa superficie, le cui dimensioni variano ad ogni livello dell'edificio. Le unità in vetro sono sostenute da una struttura reticolare, a sviluppo diagonale, rivestita di lamiera piegata d'alluminio verniciato a fuoco nero-blu o bianco. Un nastro vetrato di colore grigio disegna sulla superficie una spirale ascendente che accresce l'impressione di leggerezza e dinamicità dell'edificio (Fig. 6).



**Fig. 5** - *L'accesso alla torre.*



È la regione del fusto cilindrico, il cui diametro cresce nello sviluppo verso l'alto, fino a metà della sua altezza, per poi diminuire nell'avvicinarsi alla sommità della punta.

Costituito da doppi vetri montati su telaio. In particolare i pannelli nella zona uffici sono fissi, mentre quelli posti nelle zone "light wells" (atri, zone di sosta, aree di relazione) sono apribili automaticamente per consentire la manutenzione della facciata. La vetrata intorno a questi pozzi di luce è fissata ogni due piani al traverso d'acciaio del telaio ad "A" e, nell'interpiano, al tubolare d'acciaio poligonale orizzontale, ed è composta di una lastra esterna singola di tonalità grigia.

Vedi Strato 1b.

Vedi Strato 1c.

Vedi Pattern 1.

È la copertura voltata che culmina con un unico vetro curvo (Fig. 7).

L'intelaiatura e il copertura costituiscono un unico rivestimento complanare.

**Fig. 6** - *Il pattern a nastri ascendenti.*



**Campo 2**

**Strato 2a**

**Elementi 2a**

**Strato 2b**

**Pattern 2**

**Campo 3**

**Strato 3**

**Fig. 7** - *La copertura voltata.*







Fig. 1 - La torre.

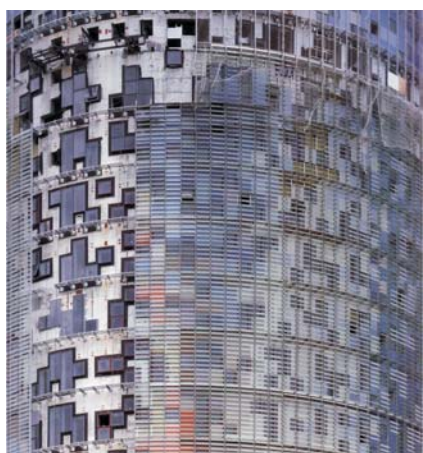


Fig. 2 - La torre durante la realizzazione: il cilindro in cemento armato forato dalle finestre, le passerelle per la manutenzione e il brisé soleil di rivestimento.

## TORRE AGBAR - BARCELLONA.

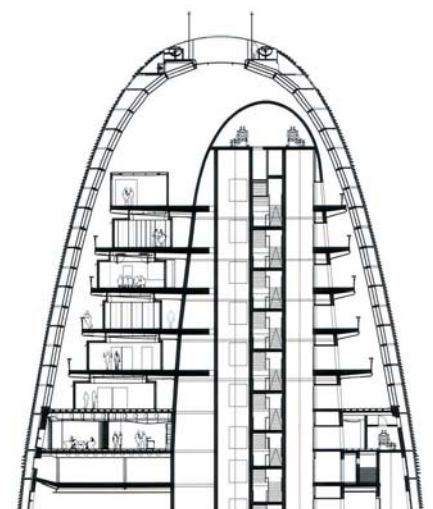
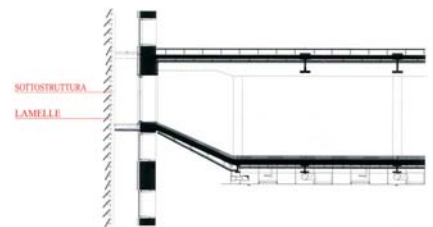
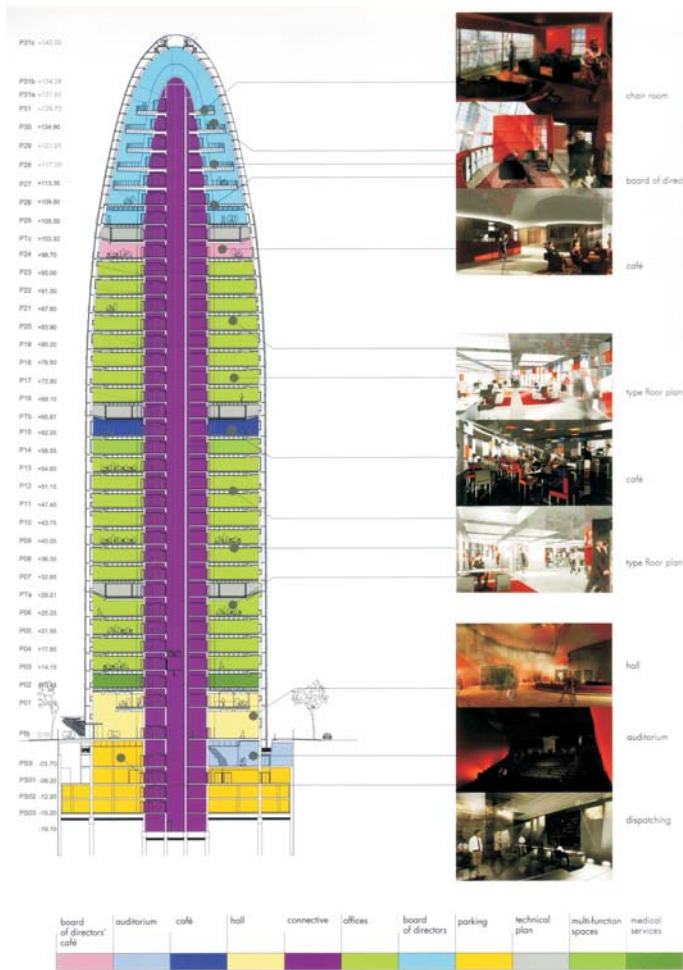
La torre (Fig. 1), alta 142 metri, è costituita da un nucleo portante centrale in calcestruzzo destinato a raccogliere tutti i servizi ed i collegamenti verticali (a causa della struttura curvata gli ascensori esterni arrivano soltanto ai piani 24 e 25, da qui altri due ascensori percorrono la torre fino alla cima) ed un cilindro esterno in calcestruzzo forato da 4400 finestre quadrate (92,5 x 92,5 cm) organizzate e disposte apparentemente in modo casuale, ma che in realtà consentono di dosare la luce naturale e permettono di privilegiare determinati assi visivi. Il rivestimento esterno è costituito da una doppia pelle multicolore ispirata dall'immagine dell'acqua (Fig. 2): *“La superficie dell'edificio evoca l'acqua: fluida e ininterrotta, scintillante e trasparente, i materiali si svelano in sfumate ombre di colore e luce. Un'architettura della terra senza la pesantezza della pietra, una lontana eco delle antiche ossessioni formali catalane, che un vento misterioso porta dalle alture del Montserrat. Le ambiguità di materiali e luce conducono la Torre Agbar (n.d.r. Agbar sta per Aguas de Barcelona) ad entrare in risonanza con il profilo di Barcellona, notte e giorno, come un miraggio in lontananza”*. I pannelli di rivestimento sono di diverse colorazioni, dai toni rossastri della terra, in basso, ai toni del blu, in alto, e sono abbinati tra loro secondo una texture a pixel.

Le pareti cilindriche del nucleo e della facciata sono state costruite con tecnologia auto-rampicante PERI ACS-P (la progressione verso l'alto della cassaforma si effettua senza gru, con la cassaforma di ripresa autosollevante fino al 25° piano) che permette sia un adattamento alla forma ovoidale della facciata e del nucleo con quattro diversi raggi di curvatura, sia di adeguarsi ai differenti spessori delle pareti variabili. Gli ultimi sei piani, racchiusi da una cupola con struttura parabolica in acciaio che poggia mediante piastre ancorate al perimetro esterno, sono realizzati con solai in calcestruzzo post-teso vincolati al nucleo centrale in cemento armato completamente a sbalzo, consentendo l'affaccio diretto ai piani sottostanti.

Le funzioni all'interno dell'edificio (Fig. 3) sono così distribuite: i quattro piani interrati ospitano un negozio per i dipendenti e il parcheggio; al piano terra si trova la hall a doppia altezza; al secondo piano la guardia medica; il 14° piano ospita uno spazio multifunzionale; il 15° ed il 24° piano sono destinati alla ristorazione, più specificatamente il livello superiore è riservato ai dirigenti; dal 25° piano al 31° vi sono gli uffici della direzione. Infine, tre interi piani sono destinati agli impianti tecnici.

**Bibliografia e fonti immagini**

Patarini S., 2001, "Trans-apparenza", in *l'Arca*, 162, pp. 30/35.  
 Paganelli C., 2006, "Vicino al cielo", in *l'Arca*, 215, pp. 10/19.  
*Area*, 2004, 77, pp. 106/115.  
*Area*, 2006, 89.  
*The Plan*, 011, 2005, p. 28.  
*Detail*, 2007, 9, pp. 968/970.  
 www.jeannouvel.com



**Fig. 3** (a sinistra) - *Distribuzione funzionale.*  
**Fig. 4** (in alto a destra) - *Il sistema di ancoraggio delle lamelle.*  
**Fig. 5** (in basso a destra) - *Sezione della*

**Progettista**

Jean Nouvel (in collaborazione con lo studio b720 Arquitectura S.L.)

**Opera**

Torre Agbar, Barcellona

**Cronologia**

1999-2006

**Tipologia generale dell'involucro**

Involucro continuo a forma di cono ovoidale.

**Campo 1**

Superficie cilindrica che si sviluppa in verticale fino al 18° piano

**Strato 1a**

La struttura a brise-soleil è realizzata con 59619 lastre in vetro laminato, aventi dimensione 120 x 32 cm, a diversi gradi di trasparenza ed inclinate secondo angoli diversi a seconda dell'orientamento dell'edificio e del soleggiamento.

Per consentire le operazioni di manutenzione e l'accesso dei vigili del fuoco, sulla facciata sono previsti 35 moduli apribili.

**Elementi 1a (Fig. 4)**

Lamelle: orientabili, in vetro stratificato ed ancorate ai supporti con silicone strutturale e trattenute da un angolare avvitato ai supporti stesi.

Sottostruttura: sottostruttura incernierata e dotata di staffe di regolazione per mantenere l'inclinazione delle lamelle di vetro.

**Strato 1b**

Supporti di collegamento, ancorati alla parete in calcestruzzo, reggono i montanti verticali a geometria variabile formati da una doppia lamiera in acciaio su cui si aggancia la sottostruttura che sostiene il brise-soleil. L'intercapedine posta tra il muro in calcestruzzo e il rivestimento esterno ospita le passerelle tecniche per la manutenzione e funge anche da cuscinetto termico, consentendo il passaggio dell'aria di ventilazione.

**Elementi 1b**

Passerelle per la manutenzione: mensole di supporto, profili in alluminio estruso anodizzati, piattaforma in acciaio galvanizzato.

**Strato 1c**

È costituito da un sandwich comprendente: un doppio strato in pannelli Pladur (15 + 15 mm); un doppio isolamento, esterno ed interno, in lana di roccia (40 mm); parete in cls. con spessore variabile per i piani fuori terra dai 40 ai 32 cm; intercapedine areata (15 mm) e rivestimento esterno in pannelli di alluminio ondulati colorati dello spessore di 1,2 mm, fissati ad una struttura metallica sottostante ancorata mediante fissaggio puntiforme al cls.

Rivestimento: lamiera piegata in alluminio anodizzato con finitura lucida.

Finestre: realizzate con profili a taglio termico in alluminio laccato, con guarnizioni perimetrali in EPDM, gomma estrusa, e profili esterni di tenuta in alluminio verniciato.

Telai fissi: alluminio anodizzato.

Vetri: SGG Planilux, vetro chiaro multiuso. SGG Planitherm, vetro chiaro ad elevata trasmissione luminosa, su cui viene depositato uno strato di metalli nobili per polverizzazione catodica sotto vuoto; questo strato presenta una forte riflessione nella zona dell'irraggiamento infrarosso a grande lunghezza d'onda (bassa remissività), cosa che riduce notevolmente le dispersioni termiche per irraggiamento e conferisce alla vetrata isolante un isolamento termico rinforzato.

Superficie cilindrica che, dal 18° piano in poi, s'incurva verso l'interno.

Vedi Strato 1a.

Vedi Elementi 1a.

Vedi Strato 1b.

Vedi Strato 1c.

Vedi Elementi 1b

Cupola (Fig. 5).

Struttura, di forma parabolica, indipendente dai solai intermedi, che poggia sull'involucro esterno alla quota del 25° piano. Le vetrate isolanti sono poste tra i profili strutturali in acciaio. Nella parte inferiore della cupola i vetri sono colorati, per attenuare la transizione tra la parete in calcestruzzo e la cupola.

L'inclinazione delle lamelle in vetro e la percentuale della serigrafia realizzata su di esse, sono determinate dallo studio dell'orientamento e del soleggiamento. A sud alcune lastre sono state sostituite con pannelli fotovoltaici. Di notte, l'illuminazione è realizzata con led inseriti in prossimità delle finestre. Ogni modulo d'illuminazione è costituito da 18 punti luce (6 rossi, 6 blu e 6 verdi) ed è protetto da un corpo in alluminio che comprende un sistema di direccionamento dell'illuminazione ed un dispositivo di controllo cromatico.

## Elementi 1c

## Campo 2

### Strato 2a

### Elementi 2a

### Strato 2b

### Strato 2c

### Elementi 2c

## Campo 3

### Strato 3

## Pattern





**Fig. 1** - I due “alambicchi in vetro sospesi sopra lo specchio d’acqua.



**Fig. 2** - La gradinata che porta all’auditorium e che funge anche da platea all’aperto.



**Fig. 3** - Lo spazio polifunzionale nella “bolla superiore”

## SPAZIO EVENTI E RICERCA “BORTOLO NARDINI” - BASSANO DEL GRAPPA.

Questo progetto è stato realizzato sia per celebrare, attraverso un’opera architettonica, il prestigio imprenditoriale dell’azienda che festeggiava il 225° anniversario della ditta Bortolo Nardini produttrice di grappa, sia per provvedere alla necessità della ditta stessa di spazi per la ricerca e di un auditorium in cui ospitare eventi ed accogliere i viaggiatori del turismo enogastronomico. Il progetto, posto accanto al vecchio fabbricato, all’interno del parco ideato nel 1981 da Pietro Porcinai, noto paesaggista italiano, intende non solo rappresentare le capacità imprenditoriali della committenza, ma vuole altresì inserirsi nel territorio, dominato dal Monte Grappa, senza alterarne gli equilibri. Da qui la scelta progettuale di interrare l’auditorium e di librare nell’aria, sopra uno specchio d’acqua, due “alambicchi” in vetro (Fig. 1).

Si discende nell’auditorium attraverso una gradinata aperta tra due pareti in cemento a vista che, ricoperta di prato verde, funge anche da platea all’aperto (Fig. 2).

Sospesi sopra lo scenografico specchio d’acqua, posto sulla copertura dell’auditorium, vi sono i due corpi ellittici: quello superiore è pensato come spazio polifunzionale (Fig. 3), quello inferiore ospita il laboratorio di analisi. L’auditorium, illuminato dall’alto, è uno scavo dalle pareti inclinate e sfaccettate in calcestruzzo faccia a vista.

Lo specchio d’acqua, profondo appena cinque centimetri, “crea uno spazio di riverberi e bagliori nella zona di ingresso posta sotto le due bolle che sembrano fluttuare ‘sospese’ nell’aria” (Fuksas). Il suo fondale è bucato da dei lucernari (Fig. 4), di forma variabile, che, di giorno diffondono una “luminescenza marina” ai sottostanti spazi dell’auditorium e di notte illuminano il cortile.

Si accede alle “bolle” sospese attraverso vari passaggi: dalle rampe che scavalcano lo specchio d’acqua, tramite un ascensore a corsa inclinata oppure attraverso la scala in vetro, racchiusa entro un tunnel protettivo anch’esso di vetro chiaro, che collega anche l’auditorium (Fig. 5).

Per quanto riguarda i dettagli tecnici il Centro Ricerche si eleva su una platea di fondazione in calcestruzzo di forma irregolare, realizzata su un disegno libero di travi e di cordoli strutturali a luce variabile. La struttura perimetrale verticale è invece costituita da una superficie continua di muri di contenimento in cemento armato a spessore variabile. La struttura del primo livello interrato è costruita con una lastra in cemento armato completamente a vista, sostenuta da una serie disomogenea di setti portanti, anch’essi in cemento



armato, non allineati tra loro che fungono da innesto per un secondo intricato disegno di travi e cordoli di larghezza variabile (spessore 30 cm) in cui sono predisposte 9 forature circolari ( $\varnothing$  da 50 a 160 cm) aperte negli alleggerimenti in corrispondenza degli oblò che al piano terra costituiranno i lucernai subacquei.

Il vano ascensore è importante oltre che da un punto di vista tecnologico anche da un punto di vista strutturale. Infatti, ognuna delle bolle è sostenuta, da questo e da tre tralicci che spiccano dai muri in cemento armato del piano interrato.

I progettisti sottolineano l'importanza e la “delicatezza” dell'ancoraggio tra il vano ascensore e la struttura dei due ellissoidi, e il posizionamento esatto delle colonne (profili tubolari  $\varnothing$  323.9 x 65 mm) atte a sostenerli. Queste, infatti, fondate a quote diverse tramite scassi e tasche armate realizzate ad hoc, sono posizionate all'interno del muro in cemento armato, che a sua volta ha un'inclinazione e una posizione altimetrica variabile. Da questi innesti murari, le sei aste raggiungono le due piattaforme calpestabili a quote differenti (+ 3.096 m l'uno e + 6.246 m l'altro) dei due corpi vetrati.

Le scale in vetro sono state motivo di numerosi esperimenti e valutazioni. Infatti esse si presentano come una sequenza di mensole strutturali in vetro stratificato (spessore 30 mm con fogli in PVB interposti) “a sbalzo” dallo scheletro metallico portante inclinato, a sua volta rivestito con pannelli calamitati in legno (spessore 18 mm) rifiniti con fogli di acciaio (spessore 2 mm) che consentono una facile manutenzione.

In generale comunque la scelta di lasciare a vista sia gli elementi in cemento armato che quelli in acciaio ha richiesto una progettazione ed un'esecuzione, di tutti i dettagli strutturali, molto accurata.

### Bibliografia e fonti immagini

Molinari L, 2005, *Massimiliano Fuksas. Opere e progetti 1970-2005*, Skira, Milano.

Grandi G., 2005, “Acciaio e Vetro. Massimiliano Fuksas Architetto, 2004: Cardini Research Et Multimedia Center”, in *Costruzioni Metalliche*.

Guardagli D, 2005, “Creatività più immagine” in *l'Arca*, 200, pp. 20/33. *The Plan*, 2005, 010, p. 80.

[www.fuksas.it](http://www.fuksas.it)

[www.nardini.it](http://www.nardini.it)



Fig. 4 - I lucernari che illuminano l'auditorium sottostante.

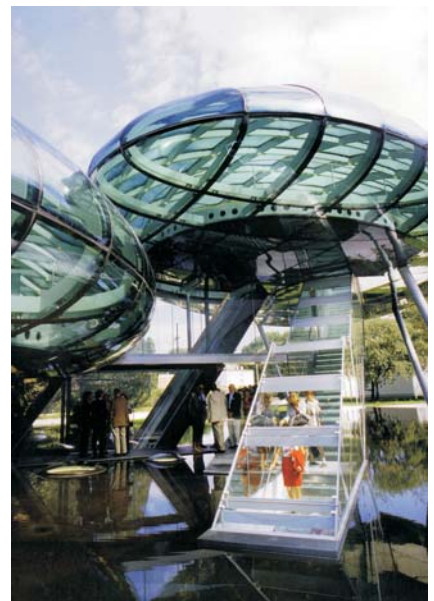


Fig. 5 - La scala in vetro che collega la “bolla” superiore con l'auditorium.

**Progettista**

Massimiliano Fuksas

**Opera**

Progetto “Bolle”, spazio eventi e ricerca della ditta Bortolo Nardini. Bassano del Grappa.

**Cronologia**

2002-2004

**Tipologia generale dell'involucro**

Unitario di forma ellissoidale.

**Campo 1**

Mezzo ellissoide nella parte superiore

**Strato 1a**

È costituito da pannelli vetrati trasparenti (vetrate a doppia curvatura SUNGLASS doppia lastra 8 + 8 mm di vetri ricotti con camera interposta) che non sono fissati ma solo appoggiati su cerniere tridimensionali, giunti sferici, concepite per assorbire le tolleranze di fabbricazione. Il vetro, così, si posiziona in funzione della sua curvatura in maniera indipendente dai pannelli adiacenti e della struttura principale.

**Strato 1b**

È costituito dalla struttura realizzata con centine arcuate, 180x20 mm di spessore, accoppiate a 110 mm di distanza e saldate con un interasse tra coppie di elementi di 1390 mm (Fig. 6). Queste avvolgono lo spazio alloggiando gli impianti tecnici per l'illuminazione, i fissaggi puntiformi delle lastre e, almeno da progetto originario, le predisposizioni dei vaporizzatori per il controllo climatico interno.

**Fig. 7** - *La struttura dell'ellissoide costituita da coppie di centine arcuate.*



**Fig. 8** - *La struttura del “vassoio” costituente la parte piana delle “bolle”.*



Un quarto di ellissoide, uno per lato, nell'emisfero inferiore.

**Campo 2**

Tranne che per la qualità del vetro, opaco, si compone come lo Strato 1a.

**Strato 2a**

Vedi Strato 2a.

**Strato 2b**

Superficie a vassoio che unisce i due quarti di ellissoide tra loro (Fig. 7).

**Campo 3**

In entrambi gli ellissoidi un reticolo di profili composti a doppio T (tipo HEB 550 nel caso dell'E1 e HEB 600 nel caso dell'E2) adeguatamente sagomati e bordati da un profilo calandrato (tipo UPN 280).

**Strato 3a**

Lamiere (tipo ISOLPACK mod. E/S 4000 AM 7/10 H 9 cm) coprono le luci calpestabili circondando le ampie forature per l'approdo al piano di scale e ascensore.

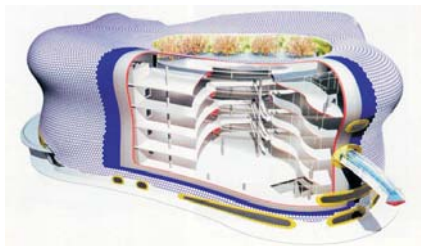
**Strato 3b**

**Pattern**

I volumi vetrati, sfalsati e sovrapposti, sono dimensionalmente diversi fra loro (E1:12 x 22 m circa ed E2:14 x 26 m) ed inclinati di 44°. Le generatrici della maglia di costruzione formano fra loro un angolo interno di 72°, e sono ruotate di 54° sull'asse maggiore dell'ellisse; l'unico asse di simmetria genera 572 coppie differenti di pannelli vetrati. Le tipologie di vetro sono due: trasparente nell'emisfero sopra il piano di pavimentazione ed opaco in quello inferiore. Le due "bolle", come due diafani alambicchi, poggiano su esili sostegni inclinati.



**Fig. 1** - Vista generale della piazza pedonale con il volume del centro commerciale (a sinistra) e la chiesa vittoriana.



**Fig. 2** - La struttura dell'edificio: un'immagine di cantiere (sopra), spaccato assonometrico (sotto).



**Fig. 3** - Il ponte aereo che mette in collegamento diretto il piano del ristorante con il parcheggio.

## SELFRIIDGE STORE - BIRGMINGHAM.

Il progetto di questo edificio fa parte di un piano di rinnovamento, economico ed urbanistico, per il centro di Birmingham. Esso sorge al posto di un grande magazzino preesistente nell'area denominata Bull Ring, tra il mercato e la stazione, dominata dalla presenza di una chiesa vittoriana, un'arteria urbana a sud ed una zona pedonale (Fig. 1).

Considerando proprio la grande varietà degli elementi (formali, linguistici, storici, ecc.) rilevabili sul luogo i progettisti hanno pensato ad un volume scultoreo semplice (non vi sono insegne e le aperture sono limitate al minimo) e che fosse al contempo facilmente individuabile ed il più rappresentativo possibile.

La scelta di rivestirlo con dei dischi di alluminio è così spiegata dai progettisti stessi: [i dischi] “riflettono la nostra convinzione che l'innovazione si attui attraverso la ricerca estetica veicolata dalla tecnologia, non attraverso la mera analisi tecnologica. I dischi sono in alluminio sia per ragioni ecologiche sia di manutenzione. Uno dei loro vantaggi è la possibilità di sostituzione puntuale. Inoltre, l'alluminio ha un interessante riflesso cangiante, enfatizzato dalla forma bombata dei dischi e dai diversi angoli con cui la luce incide sulla superficie. Inizialmente avevamo pensato alla ceramica. Ma anche se sarebbe stata molto resistente agli agenti atmosferici, avrebbe implicato notevoli costi nella realizzazione del colore metallico e per il suo peso”.

Per non rompere la continuità del rivestimento esterno, i canali di gronda per lo smaltimento dell'acqua piovana corrono lungo delle pieghe, non visibili dalla strada, distese sulla superficie del volume o dietro il bordo perimetrale delle aperture.

La facciata curva è stata costruita contenendo i costi grazie all'utilizzo di *calcestruzzo proiettato*: ai solai sono state ancorate le armature a perdere in lamiera stirata, flessibile a sufficienza per simulare la forma dell'edificio ed abbastanza rigide e compatte da fungere da supporto per il calcestruzzo; quindi sopra queste casseforme sono stati montati gli elementi di armatura che contenevano già i fissaggi dei dischi di rivestimento esterni in alluminio. Per cui la funzione principale della struttura portante (Fig. 2) è quella di sostenere l'armatura della facciata. Tale intelaiatura, resistente ai carichi verticali e laterali ed alle reazioni all'attacco del ponte sospeso (collega il giardino e il ristorante sul tetto con il parcheggio pluripiano dall'altro lato della strada), è stata progettata mediante l'ausilio di un sistema computerizzato che ha tenuto conto, sia delle forma libera del sistema di facciata, sia dell'altezza tra un solaio e l'altro (4,5 m), sia del volume a tutt'altezza dell'atrio. Essa è costituita da una serie di colonne, distanti l'una dall'altra



12 m circa, lungo il bordo del perimetro e da un'ulteriore sequenza di sostegni attorno all'atrio principale. Tra le due sono state poste, all'occorrenza, delle colonne aggiuntive o per diminuire la luce delle campate o per sostenere lo sbalzo dei solai.

Per quanto riguarda gli impianti, per garantire la flessibilità negli allestimenti degli interni, è stato adottato un sistema Plug-in (*Collega e Utilizza*) sia per l'approvvigionamento energetico, sia per la climatizzazione sia per l'impianto dei dati e di controllo.

Si accede all'edificio attraverso quattro entrate di cui una è costituita dal ponte sospeso (Fig. 4). Questo, lungo 37 m, è realizzato in acciaio curvato e la sua sezione trasversale ricorda la forma dell'ala di un aeroplano. Per la realizzazione è stato utilizzato un modello 3D che è servito, non solo per studiarne lo sviluppo, ma anche per trarre le informazioni per la costruzione e il montaggio dei singoli componenti: la pensilina in policarbonato, i corrimano, gli agganci a ragno e le parti costituenti il tavolato del ponte.

Anche l'interno dell'edificio propone la fluidità e la sinuosità dell'esterno, sia nella flessibilità dell'organizzazione degli spazi, sia nel modo in cui la luce penetra nei vari ambienti. Gli spazi commerciali, alti 4,5 m, si distribuiscono attorno ad un grande atrio (Fig. 6), definito dai progettisti "canyon urbano" a tutta altezza. La progettazione di ogni singolo compartimento di vendita è stata assegnata a studi di progettazione diversi: Eldridge Smerin (secondo livello), Stanton Williams (terzo livello) Cibic & Partner con Lees Associates (quarto livello). I Future System hanno progettato anche la zona per i prodotti alimentari e le scale mobili, degli oggetti scultorei in plastica liscia rinforzata con fibra di vetro bianca, parapetti giallo acceso e gradini grigi.



**Fig. 4** - L'atrio a tutt'altezza illuminato dal lucernario centrale.

### **Bibliografia e fonti immagini**

A.A.V.V., 2002, *Next*, 8. *Mostra Internazionale di Architettura*, Marsilio, Venezia, pp. 294-297.

*Detail*, 2004, 3, pp. 200/218.

Sudjic D., 2003, "Icona urbana", in *Domus*, 863, pp. 64/83.

[www.future-systems.com](http://www.future-systems.com)



**Progettista**

Future System

**Opera**

Selfridges Store. Birmingham.

**Cronologia**

2003

**Tipologia generale dell'involucro**

Involucro continuo di forma biomorfa.

**Campo 1**

È costituito dall'intera superficie dell'edificio, eccezion fatta per le aperture vetrate.

**Strato 1a**

Dischi di alluminio lucidato anodizzato naturale dal diametro di 66 cm, disposti in file orizzontali rivestono interamente il volume dell'edificio.

**Strato 1b (Fig. 5)**

È costituito dal sistema di ancoraggio allo strato sottostante.

**Elementi 1b**

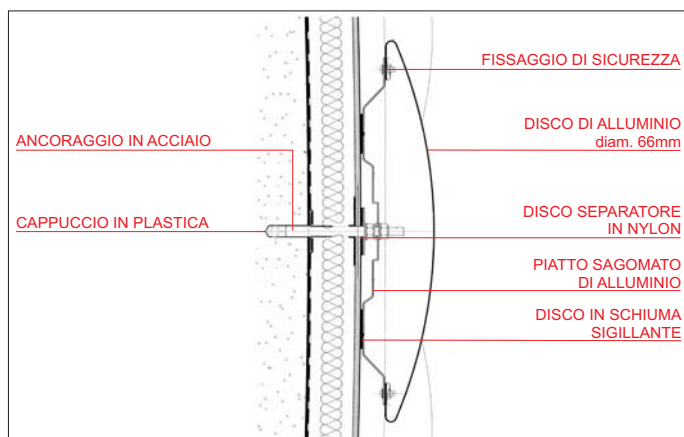
I dischi di rivestimento esterni sono agganciati ad un piatto sagomato d'alluminio anodizzato nero, mediante un sistema di fissaggio di sicurezza. A loro volta questi piatti sono fissati alla parete mediante un sistema di ancoraggio in acciaio, rivestito da un cappuccio in plastica, e dei dischi in schiuma sigillante.

**Strato 1c**

È costituito dalla facciata in calcestruzzo spruzzato con isolamento esterno intonato e colore acrilico Monolastex, rivestimento usato anche nei fari.

**Elementi 1c**

Calcestruzzo spruzzato: intonaco 10 mm colorato con pittura acrilica blu cobalto; fibra di vetro come supporto all'intonaco; isolante in fibra minerale 75 mm; autolivellante sintetico; calcestruzzo spruzzato 175 mm; casseforme in rete metallica a perdere; intonaco interno 2030 mm.



**Fig. 5** - Dettaglio del sistema di ancoraggio dei dischi in alluminio sulla superficie in calcestruzzo.

È costituito dalle aperture vetrate a forma di oblò oblungi, il cui perimetro è opacizzato e colorato con una tonalità gialla accesa per creare una relazione tra la superficie trasparente e lo sfondo blu rivestito dai dischi di alluminio e per nascondere i canali di gronda retrostanti.

I pannelli in vetro laminati con HDF, una resina fredda che resiste molto bene alle sollecitazioni, sono rifiniti con un bordo in acciaio inossidabile. Le lastre sono agganciate ad una mensola per sospensione dell'elemento in calcestruzzo proiettato.

Vetro di sicurezza 9+15 mm.

La parte superiore della lastra “nasconde” il canale di gronda d'alluminio pressato, saldato in loco, con membrana saldata a caldo.

Una lama di vetro temperato a spina, agganciata alla mensola mediante un sistema di fissaggio a bulloni, sostiene il vetro attraverso un sistema di fissaggio puntuale in acciaio.

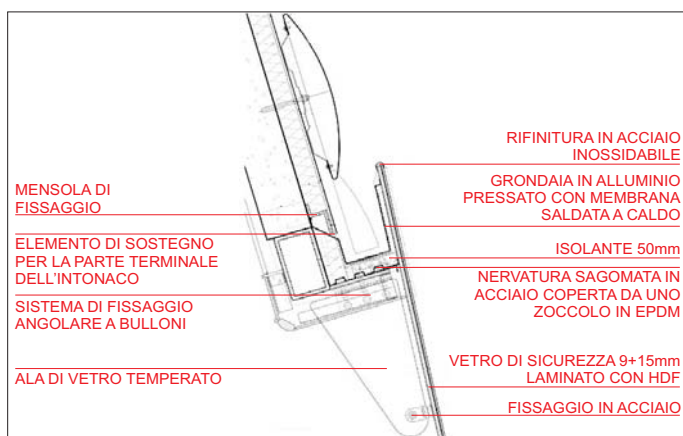
## Campo 2 (Fig. 6)

### Strato 2a

### Elementi 2a

### Strato 2b

### Strato 2c



**Fig. 6** - Dettaglio delle aperture vetrate che nascondono i canali di gronda.



Fig. 1 - Il volume sfaccettato della biblioteca visto dalla strada.

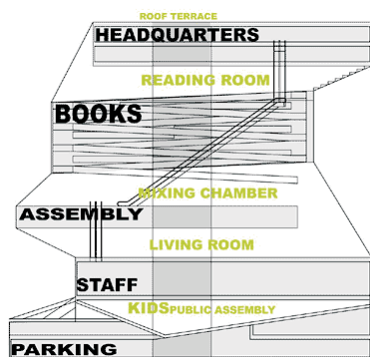


Fig. 2 - Diagramma funzionale.



Fig. 3 - La Book Spiral (a sinistra) ed una delle scale mobili di collegamento.



Fig. 4 - Una delle sale lettura.

## SEATTLE CENTRAL LIBRARY - SEATTLE.

A partire dall'inizio degli anni Novanta, la città di Seattle ha vissuto una rinascita economica e culturale, legata allo sviluppo della locale industria del software e al fenomeno della musica "grunge", divenendo simbolo dell'economia nazionale e luogo di creazione di nuove tenenze. In quegli anni, il downtown, il nucleo storico della città, attirò le attenzioni delle autorità locali, le quali, con il contributo delle grandi imprese cittadine, promossero una serie di interventi atte a riqualificarlo: la costruzione della Public Library (Fig. 1) costituisce una delle opere più ambiziose per la rivitalizzazione del centro.

Il progetto di questo edificio si basa su alcune considerazioni di carattere generale (il crescente ricorso ai supporti informatici in grado di comprimere in pochi chip il contenuto di una intera struttura libraria, la conseguente creazione di una rete interconnessa con le banche dati bibliografiche, la verifica di un progressivo abbandono, da parte dell'utenza, di luoghi visti unicamente come immensi depositi di un sapere settoriale e difficilmente accessibile), e su delle precise scelte strategiche atte a ridefinire la biblioteca come luogo non solo dedicato alla raccolta e custodia della memoria culturale, ma anche luogo di incontro che combina "l'effervescenza del mondo reale con la chiarezza diagrammatici dell'universo virtuale", re-inventandone così l'esperienza.

Il progetto della Seattle Central Library si sviluppa ed organizza per layers funzionali sovrapposti (Fig. 2). Ognuno di queste "piattaforme" si scompone e slitta, adattandosi alle condizioni del sito (luce, ombra, contesto) ed all'organizzazione delle attività della biblioteca. Queste ultime sono razionalizzate secondo una compartimentazione di aree di uso "stabile" - centro direzionale; Book Spiral (Fig. 3); sale di riunioni e sale conferenza; uffici; parcheggio sotterraneo - ed "instabile" - sala lettura (Fig. 4); Mixing Chamber; living room (Fig. 5); biblioteca per i bambini.

La Book Spiral si presenta come un sistema aperto di tipo organico in cui le collezioni (cartacee) sono collocate su un nastro ininterrotto i scaffali; la Mixing Chamber, invece, è un'area per le informazioni dove sono riuniti i bibliotecari specializzati in vari settori per offrire agli utenti un più efficiente supporto interdisciplinare per le ricerche. Tra le piattaforme si sviluppano quattro ambienti aperti dove gli utenti possono incontrarsi, navigare in rete o leggere. La hall d'ingresso (Fig. 6) è concepita come una estensione dello spazio della strada; il suo pavimento in vetro è illuminato dal basso e propone, come un pannello pubblicitario, gli eventi

della biblioteca.

Il rivestimento esterno trasparente, unitamente alle posizioni slittate e sfalsate dei vari piani, permettono d'instaurare un costante rapporto visivo tra le parti interne della biblioteca e la città di Seattle.

Il team che ha realizzato la biblioteca, costituito da architetti, ingegneri ed appaltatori si avvalso di una medesima piattaforma Cad, *Microstation*, della Bentley Systems Inc., che non solo ha permesso di realizzare un modello geometrico 3D indicante anche tutti gli aspetti architettonici, ma anche di determinarne la struttura e disporre gli elaborati necessari agli appaltatori per la sua realizzazione. Il vantaggio di questo modello è consistito non solo nel fatto che i professionisti e le maestranze hanno potuto utilizzare alternativamente il medesimo modello, ma anche che tutte le eventuali le modifiche e variazioni erano, per ognuno di essi, contemporaneamente disponibili.



Fig. 5 - La living room vista dall'alto.

### Bibliografia e fonti immagini

Boccia F., 2006, , "Seattle Public Library" in A.A.V.V., *I capolavori dell'architettura moderna*, White Star, Vercelli, pp. 254-261.

Jodidio P., 2006, , *Architecture Now! 4*, Taschen, Bonn.

AMO-Rem Koolhaas, 2006, *Post Occupancy*, Editoriale Domus, Milano.

Ptzalis E., 2001, "Biblioteca Pubblica, Seattle", in *Area*, 59, pp. 20-39.

Dal Co F., 2004, "Le mosche cocchiere. Rem Koolhaas a Seattle", in *Casabella*, 724, pp. 6-23.

Grima J., Ota K. (a cura di), 2004, "Seattle Central Library", in *Domus*, 871, pp. 16-39.

*El Croquis*, 134-135.

*Lotus international*, 2006, 127, pp. 52-57. [www.oma.eu](http://www.oma.eu)

[www.spl.org](http://www.spl.org)

[www.insideoutside.nl](http://www.insideoutside.nl)

[www.mka.com](http://www.mka.com)



Fig. 6 - Corridoio di accesso alla ball.

**Progettista**

OMA Rem Koolhaas

**Opera**

Seattle Central Library

**Cronologia**

1999-2004

**Tipologia generale dell'involucro**

Involucro discontinuo, la cui forma richiama quella di un bastione sfaccettato, è costituito da  $n$  campi.

**Campo n**

Ogni faccia di questo volume è diversa l'una dall'altra per forma (quadrangolare o triangolare), inclinazione e giacitura.

**Strato 1**

Rivestimento in alluminio anodizzato con fissaggio a vista.

**Strato 2**

Guarnizione in silicone modellato.

**Strato 3**

Doppia lastra di vetro basso emissivo.

**Elementi 3**

Vetro a triplo strato: tra le due lastre di vetro, basso emissivo, esterne è posta una griglia di metallo, un dispositivo per ombreggiare, che riduce il calore formato dall'irraggiamento solare e modula la luce che entra negli spazi interni. Tutti i vetri sono di colore grigio, tranne quelli della facciata nord, che sono invece trasparenti.

**Strato 4**

Intercapedine.

**Strato 5**

Doppia lastra in vetro di sicurezza laminato.

**Strato 6**

Vedi Strato 2.

**Strato 7**

Supporto in acciaio antisismico.

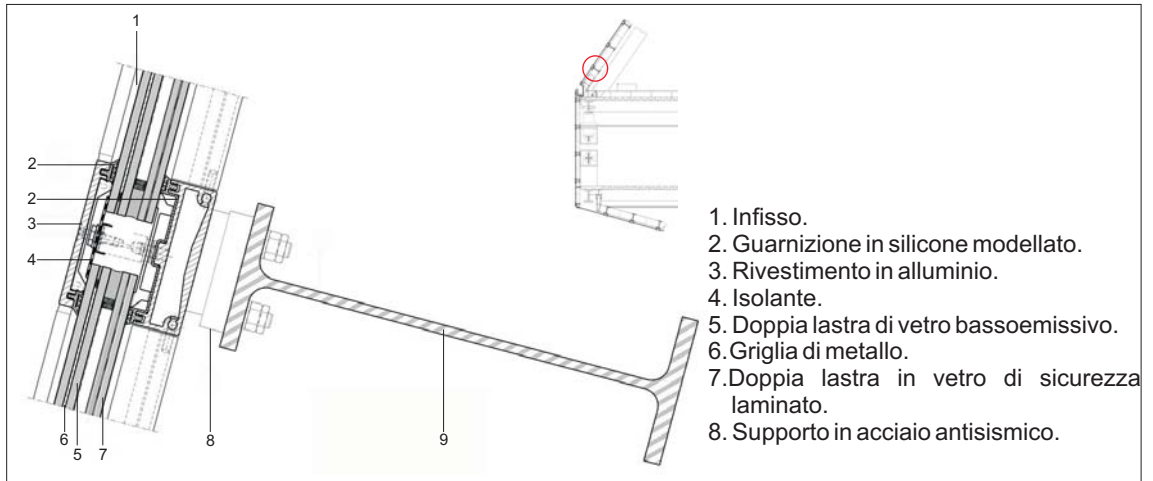
**Pattern**

La facciata è in alluminio anodizzato, un graticcio posto in diagonale, e vetro ad alta prestazione che diminuisce il fabbisogno di luce artificiale e il grado di abbagliamento, sfruttando la luce naturale diurna, di sera, invece, si trasforma in un corpo radiante, mettendo in evidenza la tessitura dei suoi elementi strutturali (Fig. 7).



Fig. 7 - Vista notturna dell'edificio.





**Fig. 8** (in alto) - *Dettaglio costruttivo della facciata.*

**Fig. 9** (a sinistra) - *Dettaglio della superficie inclinata.*



Fig. 1 - L'ingresso.



Fig. 2 - Modello della maglia strutturale.



Fig. 3 - La struttura.



Fig. 4 - Le bolle di ETFE gonfiate.

## THE WATER CUBE, NATIONAL AQUATIC CENTRE - PECHINO.

Questo volume a pianta quadrata, di 200 metri di lato ed alto 35 metri, è definito da un involucro che si presenta come una massa schiumosa cristallizzata (Fig. 1).

La struttura dello “space-frame” ripropone la geometria della schiuma studiata da Weaire-Phelan. Questi due professori irlandesi, nel 1993, costruirono dei solidi a “bolle sfaccettate” realizzati da 14 facce regolari, di cui due esagonali e 12 pentagonali, uniti a dodecaedri (Fig. 4). La struttura del complesso natatorio, nonostante l'apparente complessità, è realizzata con molti elementi uniformati, sono, infatti, utilizzati pochi tipi diversi di nodi ed aste.

Le placche di rivestimento trasparenti, realizzate in ETFE<sup>1</sup>, si costituiscono come una doppia barriera protettiva, all'interno della quale l'aria, riscaldata ed irraggiata dal sole, garantisce un ottimale isolamento termico invernale. Secondo i calcoli di Arup, questo “cuscino d'aria” darà vita a una vera e propria serra a elevata efficienza, nella quale sarà catturato il 90% dell'energia solare, quantità che verrà impiegata per riscaldare l'edificio. Sarà inoltre possibile modificare il livello di illuminazione dello spazio interno permettendo di ombreggiare ogni parte desiderata.

### Bibliografia e fonti immagini

Lenci R., 2003, “PTW Architects. The Water Cube”, in *l'Arca*, 187, pp. 34/543.

*Area*, 2006, 88, pp. 132/145.

*Detail*, 2007, 12, pp. 1469/1475.

[www.arup.com](http://www.arup.com)

[www.en.beijing2008.cnw](http://www.en.beijing2008.cnw)

[www.ptw.com](http://www.ptw.com)

1. Il gruppo Ove Arup aveva già utilizzato e sperimentato questo materiale, l'ETFE, nel complesso The Eden Project di Nicholas Grimshaw. Si tratta di una serie di cupole geodetiche, dette biomi, realizzate nella cava di argilla dismessa nei pressi di St. Austell in Cornovaglia. L'architetto Nicholas Grimshaw dichiara “Il problema era creare un edificio che si adattasse alla cava dal punto di vista ideologico e strutturale. Ho scelto un modulo universale, la sfera, perché ha un feeling organico. Poi l'ho moltiplicata, adattandola al perimetro molto irregolare della miniera”. Il modulo base delle grandi serre emisferiche è costituito da pannelli esagonali e pentagonali. Il progetto è stato elaborato utilizzando un complesso programma computerizzato, CFD (*Computational Fluid Dynamics*), per modelli in 3D. L'architetto racconta che “La scelta degli esagoni non è casuale perché è una forma che si trova in natura, negli alveari e nei nidi delle termiti, e consente di costruire strutture sferiche molto forti perché le forze si distribuiscono su tutti i lati”. Le strutture, alte fino a 60 metri, sono state realizzate con tubi in acciaio galvanizzato ed al loro interno sono state, poi, gonfiate le camere d'aria in ETFE alte più di due metri. Inoltre, grazie al modulo esagonale, è stato possibile adattare organicamente i biomi alla differente topografia del terreno roccioso, senza dover procedere ad interventi atti a livellarlo.

PTW

The Water Cube, National Aquatic Centre. Pechino.

2003-2008

Involucro multiplo, il cui aspetto generale ricorda una massa schiumosa cristallizzata.

Ogni campo rettangolare è costituito da un pacchetto strutturale in acciaio i cui elementi intendono riprodurre l'andamento degli spigoli della geometria spaziale della "schiuma" (Fig. 2).

Costituito da un sistema di aste e nodi è realizzato con scatolari in acciaio che confluiscono su nodi irrigiditi. Le superfici sagomate costituiscono i supporti di ancoraggio delle "bolle" trasparenti di tamponatura che saranno montate sulle due facce del pacchetto strutturale.

Aste e nodi in acciaio.

È costituito cuscini di ETFE gonfiati con aria.

Le bolle sono realizzate con l'ETFE, etilene tetrafluoroetilene, una membrana che viene utilizzata sotto forma di "cuscini in fogli". I fogli di EFTE hanno uno spessore che varia tra i 50 e i 250 micron e possono essere utilizzati in più strati con pressione interna variabile tra i 200 e i 750 Pascal. L'ETFE è un materiale trasparente e molto leggero e sottile, ma anche molto resistente agli attacchi ambientali, chimici e biologici. Infatti ha una durata che varia tra i 25 e 35 anni e poi può anche essere riciclato. Ha buone caratteristiche termiche e d'indeforabilità; inoltre, essendo la sua superficie anti-adesiva, si sporca difficilmente e di conseguenza richiede ben poca manutenzione. Infine, avendo un peso dell'1% rispetto a quello del vetro, consente di ricoprire grandi superfici senza gravare sulle strutture.

La struttura e la "schiuma" costituiscono un unico elemento. Le bolle hanno due forme: tre quarti a 14 lati e le rimanenti a 12, e più di un centinaio di dimensioni diverse le une dalle altre. Nonostante la grande diversità, queste sono ordinate da una geometria regolare: *"patterns are regularly observed in biological cells and mineral crystals, they are probably the most common structure in nature. Also the ductile space frame that is generated from this geometry is ideally suited to the seismic conditions found in Beijing"* (Carfrae T.).

Progettista

Opera

Cronologia

Tipologia generale dell'involucro

Campo 1

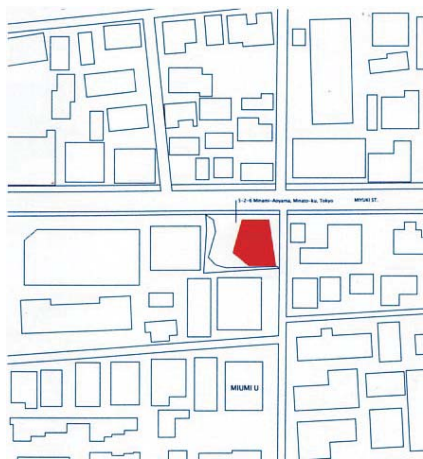
Strato 1

Elementi 1

Strato 2

Elementi 2

Pattern



**Fig. 1** - Nel fitto tessuto urbano di Tokyo il prisma del Prada Aoyama Epicenter non occupa l'intero lotto, ma solo una parte di esso, adibendo la rimanente parte a piazza.

## PRADA AOYAMA EPICENTER - TOKYO.

Il negozio sorge sulla Aoyama-dori, una strada commerciale nel distretto della moda di Tokyo (Fig. 1). Il prisma verticale a base pentagonale occupa solo una parte del lotto, bordato da un muro ricoperto di muschio, adibito a piazza. Questa scelta progettuale isola l'edificio dal contesto circostante, ne propone inedite viste visuali e lo propone come una scultura urbana che di sera diviene un faro fluorescente (Fig. 2).

Lo showroom si articola per sei elevazioni fuori terra più un piano interrato che ospita, oltre che un ulteriore spazio espositivo, anche gli uffici e le zone di servizio per lo staff, depositi e magazzini e un caffè raggiungibile anche mediante una scala direttamente collegata con la piazza.

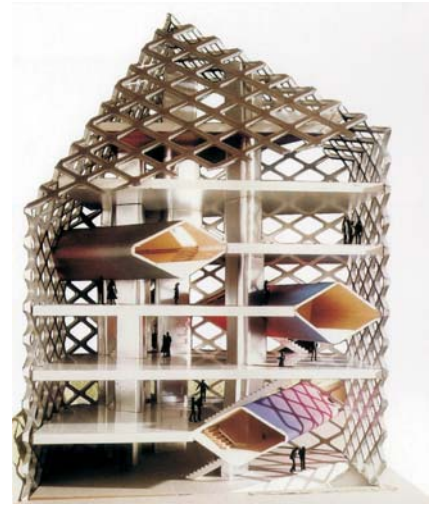
All'interno tre nuclei verticali in acciaio alloggiavano i sistemi di risalita, mentre gli spazi a doppia altezza sono attraversati da volumi orizzontali a sezione romboidale che accolgono gli spazi destinati alle sale prova e per l'esposizione degli accessori (Fig. 3). Questi elementi assieme alla griglia di facciata irrigidiscono ulteriormente l'edificio.

Molta cura ed attenzione è stata dedicata ai criteri espositivi, basati su “vedere, mostrare, apparire, esporre”, per cui gli ambienti sono organizzati secondo percorsi fluidi e tutti gli accessori, le lampade e il mobilio sia per la presentazione dei prodotti che per i visitatori sono stati progettati appositamente per agevolare il contatto, facile e “spontaneo”, con i prodotti Prada: i colori, dal bianco al beige, e gli arredi realizzati sia con materiali naturali (vetro, legno, cuoio) che con materiali sintetici (silicone, resina, fibra di vetro) si fondono e mescolano armoniosamente; gli espositori, per consentire un rapido colpo d'occhio, sono bassi; le sedute sono retro-illuminate; tutti gli elementi di arredo hanno gli angoli arrotondati per assecondare i movimenti attorno ad essi (Fig. 4). Infine, dei dispositivi informatici multifunzionali, gli *Snorkel*, trasmettono suoni, immagini ed informazioni che agevolano l'acquisto.





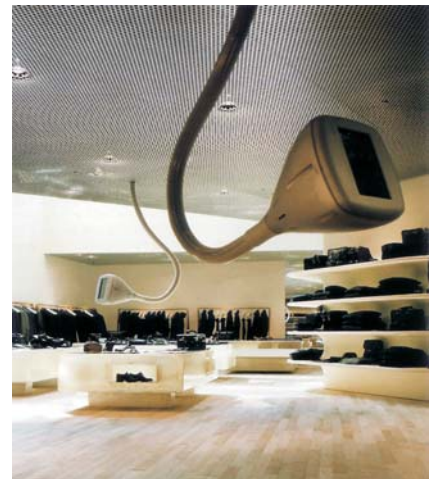
**Fig. 2** - Il prisma si presenta cangiante ed iridescente sotto la luce del sole e luminoso come un faro di sera.



**Fig. 3** - Plastico che mette in evidenza i volumi romboidali sospesi per l'esposizione degli accessori e come camerini di prova.

### Bibliografia e fonti immagini

- Jodidio P., 2002, *Architecture Now! 2*, Taschen, Köln.  
 Jodidio P., 2004, *Architecture Now! 3*, Taschen, Monaco.  
 Vitta M., 2003, "Herzog & de Meuron per Prada. In Tokyo", in *l'Arca*, 184, pp. 70-76.  
*Area*, 2006, 84, pp. 48-55.  
 Matin J., 2003, "Herzog & de Meuron a Tokyo per Prada", in *Casabella*, 714, pp. 78/85.  
*Detail*, 2004, 3, pp. 172/173+227.  
*Detail*, 2004, 10, pp. 1131-1137.  
 Sudjic D., 2003, "Cultura e mercato", in *Domus*, 861, pp.44-61.  
*El Croquis*, 109-110, pag. 286.  
*El Croquis*, 129-130, pag. 208.



**Fig. 4** - Spazio espositivo su cui sono sospesi gli Snorkel.



**Progettista**

Herzog & deMuron

**Opera**

Prada Aoyama Epicenter. Tokyo.

**Cronologia**

2001-2003

**Tipologia generale dell'involucro**

Involucro discontinuo costituito da quattro superfici verticali ed una piana inclinata (copertura) la cui forma globale è quella di un prisma monolitico a base pentagonale.

**Campo 1**

Facciata (Fig. 5).

**Strato 1a**

È costituito da uno speciale vetro romboidale (piano, concavo o convesso) stratificato (3200/2000mm) con interstato e fuga in profilo di silicone. I vetri sono ancorati alla sottostante struttura mediante grappe di ancoraggio in alluminio l=34 mm.

**Elemento 1a**

Vetro float 12 mm fresato con diamante sul perimetro + intercapedine 16 mm + vetro temperato di 2 x 6 mm con interstrato di PVB Butacite® di 0.76 mm PVB.

**Strato 1b**

Sigillatura ad umido in silicone e struttura montanti /traversi diagonali in alluminio.

**Strato 1c**

Rivestimento antincendio della struttura portante (in profili di acciaio 250/180 mm) ai silicati di calcio 25 mm.

**Campo 2**

Angolo.

**Strato 2a**

Profilo in silicone.

**Strato 2b**

Profilo in alluminio incollato alla struttura secondaria in lamiera di acciaio che ancora il rivestimento alla struttura portante.

**Strato 2c**

Struttura secondaria.



**Fig. 5** - La pelle vista dall'esterno (a sinistra) e gli infissi interni rivestiti (a destra).

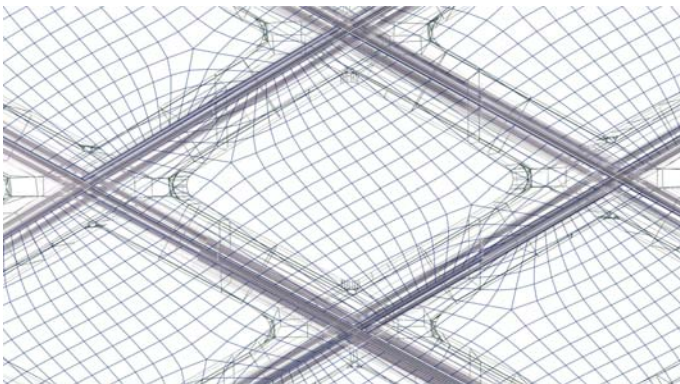
Il rivestimento si presenta come una massa avvolgente uniforme.

La griglia romboidale presenta dei vetri curvi concavi e convessi che si ritirano verso l'interno o che si rigonfiano verso l'esterno e dei vetri piani, i diversi colori di questi vetri e la diversa forma fa sì che dall'interno verso l'esterno, così come pure dall'esterno verso l'interno si abbia una visione cangiante del volume monolitico e dello spazio interno all'edificio stesso e dello spazio urbano.

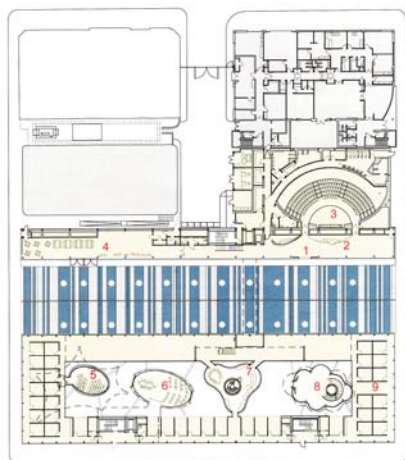
Le diverse geometrie (Fig. 6) generano riflessi sfaccettati e specchianti che consentono agli osservatori, sia all'interno che all'esterno dell'edificio, di vedere immagini costantemente mutevoli e prospettive deformate del prodotto Prada, della città e di se stessi.

L'ingresso all'edificio, di forma pentagonale, avviene attraverso delle porte vetrate trasparenti e si manifesta per l'assenza degli elementi di rivestimento romboidali.

Infine, in corrispondenza dei tunnel romboidali, adibiti a camerini di prova, il rivestimento si presenta opaco per preservare la privacy degli occupanti.



**Fig. 6** - *La geometria degli elementi romboidali di rivestimento.*



**Fig. 1** - Pianta piano terra

1. Ingresso
2. Reception
3. Auditorium
4. Caffetteria
5. Spiky Pod
6. Cloud Pod
7. Mushroom
8. Centre of Cell
9. Uffici

## ISTITUTO MARY UNIVERSITY, BLIZZARD BUILDING, INSTITUTE OF CELL AND MOLECULAR SCIENCE - LONDRA, UK.

Il Blizzard Building è un edificio di notevoli dimensioni che ospita i laboratori dell'Institute of Cell and Molecular Science ed una serie di spazi flessibili ed aperti per la condivisione del lavoro dello staff.

I locali per la ricerca, dovendo essere protetti, sicuri e ben controllati, sono stati isolati dalle altre parti dell'edificio a quota - 1 ed occupano la superficie dell'intero lotto. Circa metà dell'area è coperta da un padiglione in vetro, l'altra metà, per favorire l'illuminazione naturale, presenta delle fasce di vetro strutturale serigrafato nella pavimentazione del piano terra (Fig: 1).

Il padiglione in vetro (Fig. 2) sovrasta uno spazio su cui si affacciano, disposti su due livelli, i ballatoi con gli uffici dei ricercatori scientifici. Il centro di questo spazio è occupato da quattro volumi diversi ed indipendenti, detti *Pods*, che sembrano fluttuare su di esso. *Spykey* (padiglione a punte) (Fig. 3) e *Cloud* (Fig. 4) sono sale per riunioni e seminari che possono ospitare fino a quaranta persone. *Mushroom* (Fig. 5), collegato al piano dei laboratori mediante una scala elicoidale, contiene spazi di riunione informali. Il quarto volume, *Centre of Cell* (Fig. 6), invece non è accessibile ai visitatori, se non con visite guidate, ed al suo interno si articola in due livelli.

A piano terra si trovano la caffetteria, la reception, l'accesso all'auditorium e la scala che conduce al ponte vetrato di collegamento con il *Centre of the Cell*.

Le diverse parti dell'edificio sono sottolineate dal vivace uso del colore: le aree praticabili sono rivestite di moquette rosso magenta; la reception e la caffetteria sono color arancio, così come pure il Centre of Cell; Spykey Pod è nero mentre Cloud Pod è bianco; nell'auditorium predomina il colore verde.

L'artista Bruce McLean ha realizzato le opere inserite nelle facciate vetrate.

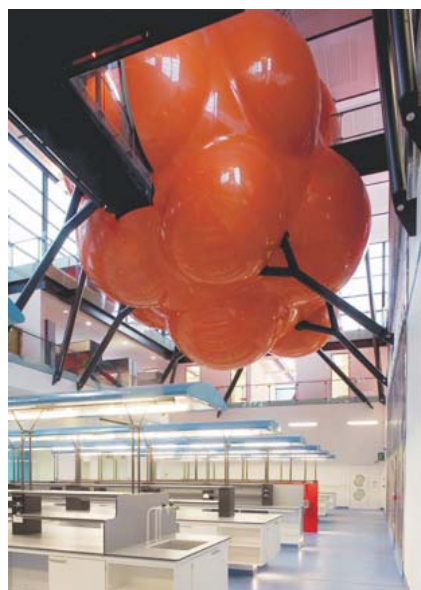


**Fig. 2** - La facciata artistica del padiglione in vetro.

### Bibliografia e fonti immagini

Paganelli C., 2006, "Frammenti di futuro", in *L'Arca*, 210, pp. 18/21.  
 Orlandoni A., 2006, "Queen Mary University, Blizzard Building, Istituto di Scienza Cellulare e Molecolare", in *The Plan*, 016, pp. 66/87.

[www.alsoparchitects.com](http://www.alsoparchitects.com)  
[www.qmul.ac.uk](http://www.qmul.ac.uk)  
[www.wernersobek.com](http://www.wernersobek.com)



**Fig. 3** (in alto) - *Spakey Pod.*

**Fig. 4** (in basso) - *La scala elicoidale collega direttamente il Musbroom Pod con i laboratori.*

**Fig. 4** (in alto) - *La struttura del Cloud Pod su cui è applicata la tensostruttura è costituita di cerchi di acciaio ellissoidali paralleli.*

**Fig. 6** (in basso) - *La struttura di sostegno del Centre of Cell è costituita da aste inclinate che poggiano alla base della galleria vetrata.*

<b>Progettista</b>	Alsop Design
<b>Opera</b>	Istituto Mary University, Blizard Building, Institute of Cell and Molecular Science, Londra, UK.
<b>Cronologia</b>	2001
<b>Tipologia generale dell'involucro 1</b>	Padiglione in vetro: superficie continua.
<b>Campo 1</b>	Facciata rettangolare.
<b>Strato 1a</b>	Superficie vetrata.
<b>Elementi 1a</b>	Vetrocamera 8/16/8 con vetri di sicurezza 3000 x 12540 mm ed infissi in alluminio.
<b>Strato 1b</b>	Colonna in acciaio HEA 200 in vista.
<b>Strato 1c</b>	Tenda avvolgibile motorizzata, azionabile elettricamente supportata da profilo tubolare estruso in alluminio Ø 89 mm.
<b>Tipologia generale dell'involucro 2</b>	Spikey Pod: tensostruttura continua.
<b>Campo 2</b>	Spazio chiuso ondulato con escrescenze appuntite .
<b>Strato 2a</b>	Membrana di rivestimento in fibra di vetro rinforzata, nera all'esterno, argento all'interno.
<b>Strato 2b</b>	Tirante in acciaio Ø 12 mm ed anelli ellittici ad incastro in alluminio di connessione tra le membrane di rivestimento.
<b>Tipologia generale dell'involucro 3</b>	Cloud: tensostruttura.
<b>Campo 3</b>	Spazio chiuso dalla forma elissoideale.
<b>Strato 3a</b>	Rivestimento esterno in tessuto bianco, fissato da un profilo rettangolare in acciaio 40 x 5 mm a sviluppo ellittico.
<b>Strato 3b</b>	Profilo tubolare in acciaio Ø 144 mm a sviluppo ellittico di supporto del rivestimento.
<b>Strato 3c</b>	Pannelli polimerici di isolamento acustico spessore 20 mm.
<b>Strato 3d</b>	Rivestimento interno in pannelli di legno compensato spessore 10 mm, fissati con tasselli metallici regolabili.



Involucro complesso la cui forma ricorda una molecola.

Semisfere.

Fibra di vetro 4 mm di colore giallo acceso.

Isolamento acustico 10 mm.

Rivestimento interno in fibra di vetro 10 mm.

Guscio ellissoidale.

Vedi Strato 4a.

Vedi Strato 4b.

Vedi Strato 4c.

#### Tipologia generale dell'involucro 4

Campo 4

Strato 4a

Strato 4b

Strato 4c

Campo 5

Strato 5a

Strato 5b

Strato 5c



**Fig. 7-** *L'interno del Cloud Pod. I due oblò laterali consentono la vista sui laboratori.*

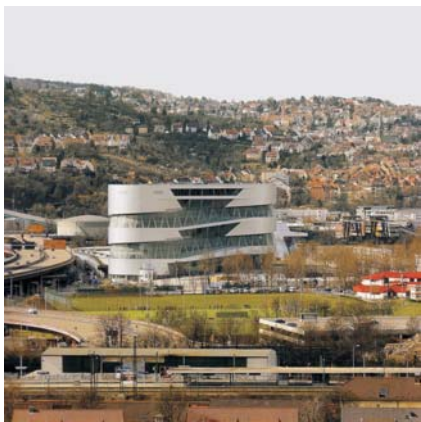


Fig. 1 - Il museo costeggiato dall'autostrada.

## MUSEO MERCEDES BENZ - STOCCARDA, GERMANIA.

Il museo (Fig. 1), posto su una collina in prossimità dell'autostrada davanti ai cancelli dello stabilimento storico di Stoccarda-Untertürkheim, si presenta come un elemento di riferimento paesaggistico (assolve alla funzione urbanistica di porta della città) dalla sinuosa forma scultorea ed ospita, in un unico spazio espositivo, la storia della casa automobilistica, dalle origini ad oggi.

L'architettura dell'edificio simboleggia il "patrimonio genetico" del marchio Mercedes Benz: l'interno, come il DNA (Fig. 5), si sviluppa secondo il movimento della spirale a doppia elica attorno allo spazio a tutta altezza dell'atrio di ingresso (Fig. 2). L'esposizione (curata dallo studio HG Mertz), lungo la doppia spirale e per nove livelli sfalsati, si sviluppa secondo due percorsi tematici: la messa in scena del Mito Mercedes, che racconta la storia del marchio ed espone cronologicamente (in sette sale) i pezzi della sua produzione e le Collection a tema (in cinque sale) (Fig. 3).

Sebbene si acceda al museo dal basso, il percorso espositivo ha principio dall'alto: i visitatori, mediante tre ascensori vetrai risalgono fino all'ultimo livello, posto a 42 metri di altezza, per poi discendere, attraverso le ampie rampe curve, ai vari piani espositivi (che sono alternativamente a doppia e singola altezza) fino a raggiungere nuovamente l'atrio d'ingresso. Lo sviluppo dei percorsi, così concepiti, consente una grande varietà di visuali, interne ed esterne, e di sovrapposizioni di punti di vista da una esposizione all'altra (per lasciare completamente libero lo spazio espositivo i servizi, le rampe di scale e gli impianti sono contenuti nello spessore dei muri).

Il museo, dalla pianta a trifoglio, ospita anche un caffè, un ristorante, diversi negozi, un'area destinata agli eventi accessibile dal foyer, che può estendersi, sia verso l'interno che verso l'esterno, grazie ad un'arena open air ed un garage sotterraneo in cui sono posteggiati/esposti gli *young timer*, autovetture della generazione precedente illuminate ad effetto.

La complessa geometria della struttura (elaborata in collaborazione con Werner Sobec), che consente una superficie espositiva priva di pilastri intermedi, è stata progettata mediante un'elaborazione 3D in grado di simulare la costruzione dettagliata e di generare (non essendo rigida la distinzione tra superfici orizzontali e verticali) piante, sezioni e modelli in sezione.

La struttura portante è costituita dai solai, dai pilastri inclinati che si collocano in corrispondenza della facciata ed hanno



Fig. 2 - L'atrio coperto a tutta altezza di forma triangolare su cui si affacciano i percorsi espositivi.

diverse inclinazioni, lunghezze e sezioni (partono con una pianta triangolare trasformandosi gradualmente in una figura esagonale e terminano in un triangolo al contrario), e dai *Twist* (Fig. 4). Questi elementi, doppiamente incurvati, sono una parete continua che emerge dal centro degli ascensori, si piega in un arco appena accennato verso l'esterno, per poggarsi al vano attiguo dell'ascensore con una sezione inclinata di circa 20°. In corrispondenza delle facciate i twist ospitano una scala piatta che collega, consecutivamente, le sale Collection.

Come afferma lo stesso Ben van Berkel: *“Per noi il Mercedes Benz Museum è un manifesto, è la materializzazione delle ricerche sulle quali lavoriamo da anni. È stata l'opportunità di sviluppare a questa scala il nostro interesse per i sistemi costruttivi integrati. In sostanza ci ha permesso di creare un unico schema in grado di comprendere tutte le esigenze progettuali: dagli aspetti strutturali a quelli formali, e dall'organizzazione dei percorsi museali ai dettagli costruttivi. Inoltre ci ha condotto a sviluppare una tecnologia dal tutto originale di sincronizzazione automatica del processo progettuale, in grado di coordinare l'evoluzione del progetto in tempo reale. Possiamo dire che l'originalità del risultato non è altro che il frutto di queste tecniche innovative”*.



**Fig. 3** - Sale espositive: il Mito dal 1960 al 1982 (in alto) e Colleciton (in basso).

### Bibliografia e fonti immagini

Marotta A., 2003, *Ben Van Berkel. La prospettiva rovesciata di UNStudio*, Testo&Immagine, Torino.

*L'Arca*, 2005, 209.

*Area*, 2002, 65.

*Casabella*, 2006, 748.

Gandolfi E., 2006, “Museo Merceds Benz”, in *The Plan*, 014, pp. 46-60.

*Detail*, 2006, 9, pp. 970/992.

[www.unstudio.com](http://www.unstudio.com)

[www.insideoutside.nl](http://www.insideoutside.nl)

[www.museum-mercedes-benz.com](http://www.museum-mercedes-benz.com)

[www.wernersobek.com](http://www.wernersobek.com)

<b>Progettista</b>	UN Studio - Ben Van Berkel & Bos
<b>Opera</b>	Museo Mercedes Benz. Stoccarda, Germania.
<b>Cronologia</b>	2002-2006
<b>Tipologia generale dell'involucro</b>	Nastri curvati e piegati che si sovrappongono.
<b>Campo 1</b>	Nastri metallici.
<b>Strato 1a</b>	È la parete ventilata in pannelli curvi di alluminio anodizzato e ossidato 4 mm. Le 400 lastre di diverso formato sono curvate a freddo in loco.
<b>Strato 1b</b>	Sistema di irrigidimento del rivestimento composto da corrente metallico ad U 60 x 60 x 4 mm e profili tubolari di verticali 95 x 25 x 4 mm.
<b>Campo 2</b>	Nastri piegati concavo/convessi in vetro.
<b>Strato 2a</b>	Vetrata termica a controllo solare neutra con rivestimento anti-UV.
<b>Elementi 2a</b>	Vetro monolitico 12 mm + intercapedine 16 mm + stratificato composto da due lastre temprate 8 + 8.
<b>Strato 2b</b>	Infissi in profili di acciaio saldati, rivestiti da un profilo di alluminio, spessore 3 mm. Gli elementi verticali ed orizzontali sono uniti mediante speciali giunti di assemblaggio.
<b>Elementi 2b</b>	Montante dell'infisso in acciaio inossidabile 230 x 30 mm in vista. Staffa orizzontale dell'infisso in acciaio saldato spessore 25 mm.
<b>Strato 2c</b>	Tetrapode, pilastro in calcestruzzo armato a sezione variabile, rivestito di lamiera di acciaio.
<b>Pattern</b>	Il rivestimento propone gli stessi materiali utilizzati per le vetture: l'alluminio e il vetro. Questi, intrecciati e sovrapposti in fasce ad andamento orizzontale, consentono di leggere il volume dell'edificio come un rapporto di pieni/vuoti variabile nel corso della giornata: ciò che si presenta brillante (il rivestimento di alluminio) durante le ore diurne, diviene scuro durante quelle notturne, viceversa, le superfici vetrate, "impenetrabili" dall'esterno durante il giorno, divengono trasparenti e luminose di sera.

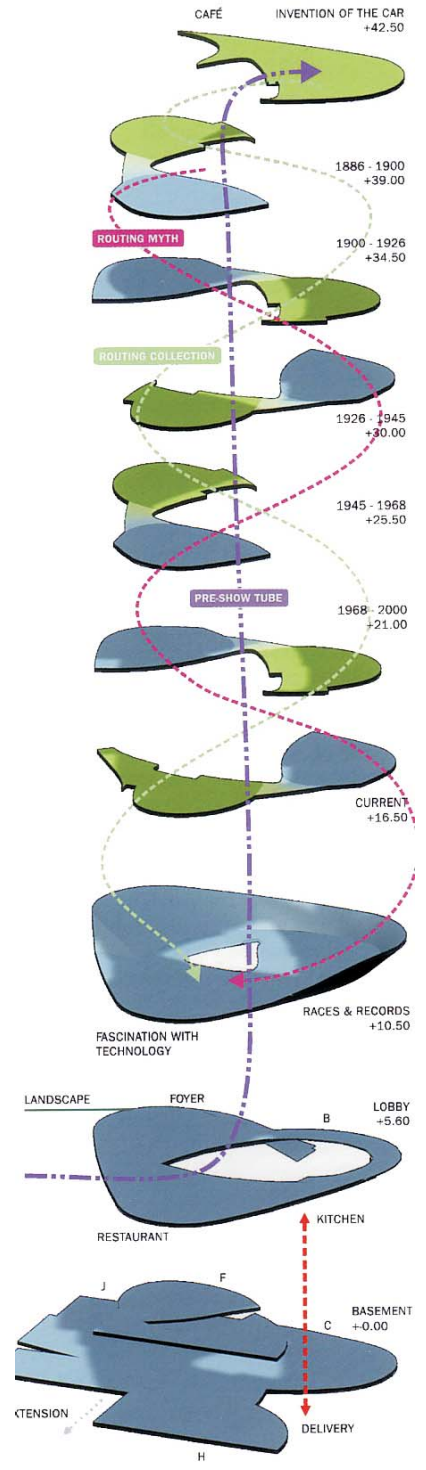
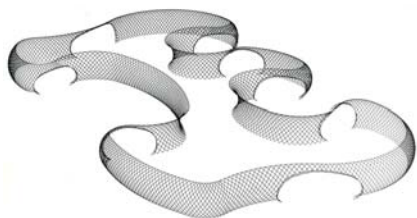
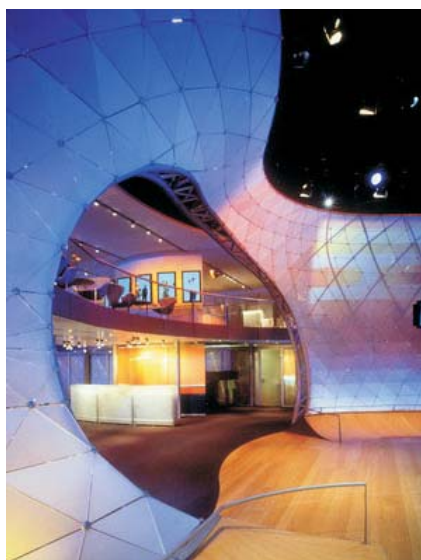
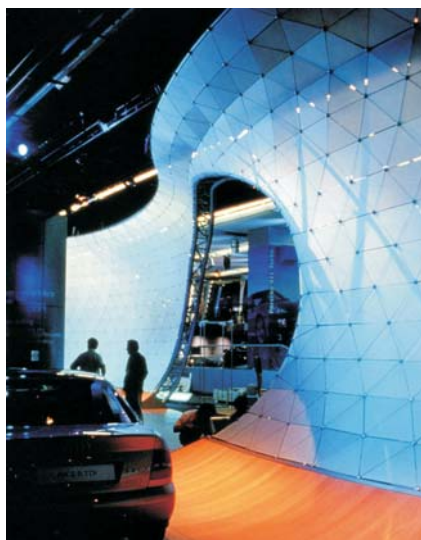


Fig. 4 (a sinistra) - Un twist in costruzione.  
 Fig. 5 - Schema dei vari livelli.





**Fig. 1** - *Assonometria della Struttura reticolare alta più di 6 m.*



**Fig. 2** - *Spazi espositivi (sopra) e spazi per il ristoro (sotto) ricavati nelle anse del Loop.*

## PADIGLIONE AUDI - FRANCOFORTE.

Il padiglione (Fig. 1) si articola in una forma morbida e sinuosa nelle cui anse trovano posto: atri, uffici, stanze per conferenze e aree per la ristorazione (Fig. 2).

L'idea dei progettisti era quella di un corpo avvolgente, che accogliesse l'automobile ma che, contemporaneamente, sollecitasse tutti i sensi del visitatore. Per cui sulla superficie del *Loop* avvolgente, mediante 25 proiettori digitali, vengono trasmessi in parallelo film con sequenze intermittenenti che interagiscono con un complesso di luci colorate.

### Bibliografia e fonti immagini

Vitta M., 2000, "Un corpo ed una superficie", in *l'Arca*, 149, pp. 12/15.

[www.ingenhovenarchitekten.de](http://www.ingenhovenarchitekten.de)

[www.wernersobek.com](http://www.wernersobek.com)

Ingehoven Overdiek Architekten

Padiglione Audi. Francoforte.

1999

Involucro continuo dalla forma biomorfa.

Il *Loop*, la superficie alta 6 metri e lunga tra i 100 e i 300 metri, dalla giacitura curva, sia in pianta che in elevazione.

Struttura primaria in tubi di acciaio di 48.3 mm di diametro (Fig. 3).

Maglia di cavi di acciaio di 3 mm di diametro.

Lastre in vetro, satinato e trasparente, di 4 mm di spessore, ripiegate nelle tre dimensioni e montate in diagonale.

La superficie in vetro, composta da 12000 pannelli triangolari in 3000 differenti dimensioni, è lo sfondo su cui vengono proiettate immagini cangianti, forme astratte e colorate e sequenze di film.

**Progettista**

**Opera**

**Cronologia**

**Tipologia generale dell'involucro**

**Campo 1**

**Strato 1a**

**Strato 1b**

**Strato 1c**

**Pattern**

**Fig. 3** - Dettaglio della struttura primaria in tubi di acciaio e della maglia di cavi.





**Fig. 1** - L'edificio sorge isolato su una collina artificiale ed è un elemento di riferimento per chi accede al campus.

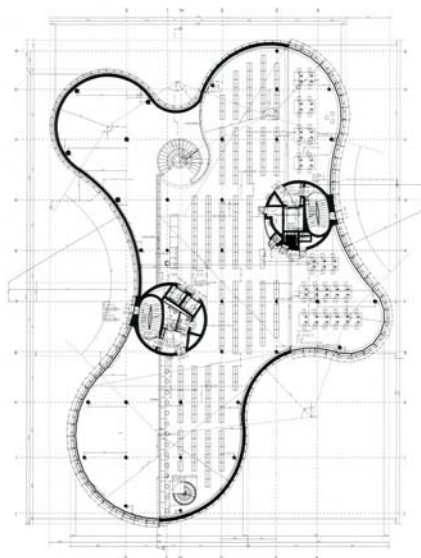
## CENTRO INFORMAZIONE, COMUNICAZIONE E MEDIA (IKMZ), UNIVERSITÀ TECNICA DEL BRANDEBURGO, COTTBUS, GERMANIA.

L'edificio (Fig. 1), caratterizzato da pianta (Fig. 2) e profilo curvilineo simile ad un'ameba che si espande e scorre fluida nel paesaggio, si erge su una collina artificiale, su cui è prevista la realizzazione di un parco alberato, di fronte all'ingresso principale del campus universitario. A seconda del punto di osservazione, il suo profilo assume un aspetto diverso, imponente ed autoreferenziale da est, più snello, quasi una torre solitaria, da nord, "il suo design deriva anche dall'esplicita intenzione di dare al sito una nuova qualità topografica all'interno del contesto urbano".

La libertà formale dell'esterno si riscontra anche all'interno: i solai dei diversi piani (sette, di cui due sotterranei) si riducono ad ogni livello, permettendo di realizzare sale lettura di grandezza diversa, a doppia e tripla altezza, ma anche sale più intime con soffitti più bassi. Sebbene all'interno la biblioteca si sviluppi con continuità spaziale, senza un orientamento privilegiato, il suo "uso" è di immediata comprensione grazie alla presenza della grande scala (sei metri di diametro) dalla forma plastico-scultorea a spirale e dai colori accesi del magenta e verde (Fig. 3), che collega direttamente l'atrio di ingresso con le varie sezioni dell'edificio. La struttura dell'edificio, così come pure i blocchi scale-ascensori, sono in cemento armato.

Sebbene non stabiliscano un codice che espliciti le sezioni secondo i campi di studio, un ruolo importante svolgono i colori (Fig. 4), il grigio e il bianco dominano nelle sale lettura, mentre in tutte le altre aree, quelle del magazzino, delle scaffalature, di distribuzione, i corridoi di passaggio, le scale pubbliche, i desk di informazione e ritiro, ritroviamo il magenta, il verde e il giallo.

Nonostante l'altezza e l'ampia percentuale di superfici trasparenti, è stato possibile soddisfare i requisiti richiesti dal programma di ricerca *SolarBau*, programma sostenuto dal Ministero all'Economia. Il programma limita il fabbisogno annuo termico per il riscaldamento a 40 kWh/mq, il fabbisogno energetico finale complessivo (riscaldamento+ventilazione+climatizzazione+illuminazione) a 70 kWh/mq e il fabbisogno di energia primaria a 100 kWh/mq. L'impianto è costituito da due installazioni di cogenerazione termoelettrica, una caldaia a sedimentazione, una macchina refrigerante ad assorbimento, una pompa termica e quattro sonde geotermiche. Nella biblioteca il riscaldamento a soffitto, convertibile in condizionamento di

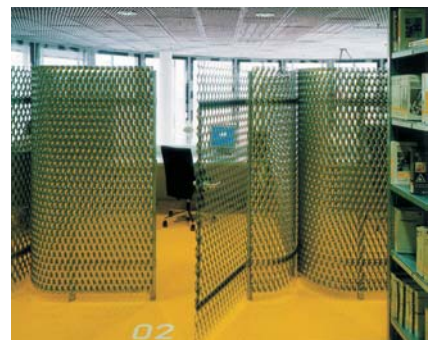


**Fig. 2** - Pianta piano terzo in cui sono evidenti la forma biomorfa ed i due blocchi cilindrici scale-ascensori.

aria fresca durante l'estate, ripartisce un'elevata radiazione nello spazio. Per limitare la caduta di aria fresca lungo le facciate in vetro, sono stati disposti collettori sotto pavimento.



**Fig. 3** - La scala elicoidale magenta e verde.



**Fig. 4** - Una sala lettura dove predominano i toni del bianco e del grigio (in alto) e una postazione per la consultazione informatica dove predomina il grigio e il giallo (in basso).

### **Bibliografia e fonti immagini**

D'Onofrio A., 2003, *Herzog & deMeuron: anomalie della norma*, Edizioni Kappa, Roma.

*Casabella*, 2005, 733, pp. 8-19.

*Detail*, 2005, 3, pp. 182-183.

*Detail*, 2005, 6, pp. 650-65

*El Croquis*, 2005, 60+84, pag. 218.

*El Croquis*, 109-110, pag. 210.

*Lotus international*, 2005, 125, pp. 82-87.

<b>Progettista</b>	Herzof & deMeuron
<b>Opera</b>	Centro Informazione Comunicazione e Media. Università del Brandeburgo (IKMZ), Germania.
<b>Cronologia</b>	1994-2004
<b>Tipologia generale dell'involucro</b>	Involucro continuo dal profilo biomorfo.
<b>Campo 1</b>	È costituito da una doppia pelle in vetro.
<b>Strato 1a</b>	Lastre in vetro temperato (1 x 1 m) e trattamento serigrafico di colore bianco al 40%, sostenute da un sistema di fissaggio puntiforme. La facciata è ventilata con fughe verticali ed orizzontali aperte.
<b>Elementi 1a</b>	Vetro float 6 mm + intercapedine 16 mm + vetro di sicurezza 8 mm.
<b>Strato 1b</b>	È il sistema di fissaggio delle lastre di vetro, costituito da: elementi puntiformi, montante esterno in tubolare d'acciaio galvanizzato, diametro 70 mm; traverso in tubolare d'acciaio galvanizzato, diametro 70 mm; montante interno in tubolare d'acciaio galvanizzato, diametro 127 mm.
<b>Strato 1c</b>	Schermo tessile interno e lastre di vetrocamera bassoemissivo (1.5 x 3.5 m), con possibilità, solo per il piano ospitante gli uffici, di apertura a battente interno e trattamento serigrafico, con percentuale dal 30 al 40%, di colore bianco.
<b>Elementi 1c</b>	Vedi Elementi 1a.
<b>Pattern</b>	La facciata in vetro è a doppia pelle, tranne che nell'area dell'ingresso dove lo stato è monostrato, ed è stampata su entrambi i lati con i caratteri ed i segni di diverse lingue, sia antiche che moderne. Questi sovrapponendosi e sfumando l'uno nell'altro perdono qualsiasi significato, divenendo solo puro ornamento. Inoltre il rivestimento, trasparente in corrispondenza delle sale lettura ed opaco in corrispondenza le parti di servizio e degli archivi, consente anche una lettura delle funzioni e degli usi delle varie parti dell'edificio dall'esterno di questo.





**Fig. 5** (in alto) - Dettaglio del sistema di aggancio della pelle di rivestimento.

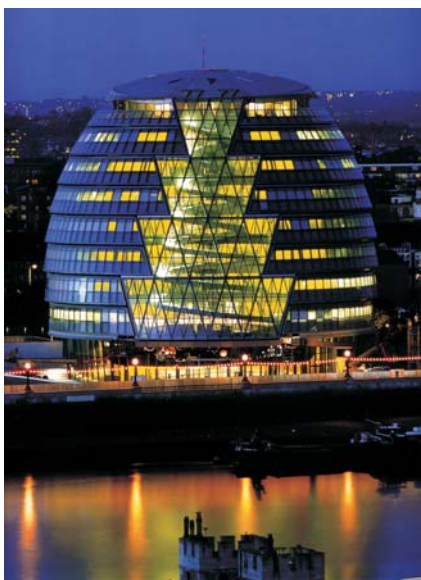
**Fig. 6** (in basso) - Trasparenza attraverso il vetro serigrafato.

**Fig. 7** - (in alto ) - Dettaglio dell'involucro esterno in vetro.

**Fig. 8** (in basso) - La sala lettura attraverso il vetro serigrafato.



**Fig. 1** - In primo piano l'edificio della City Hall con l'anfiteatro incassato e, sullo sfondo, il London Bridge.



**Fig. 2** - Il fronte nord interamente vetrato e, in trasparenza, la rampa panoramica elicoidale.



**Fig. 3** - La sala dell'Assemblea. Il pubblico, posto sulla rampa elicoidale, può assistere alle sedute.

## CITY HALL - LONDRA.

L'edificio, sede della Greater London Authority e residenza del sindaco, è scenograficamente collocato sulla riva meridionale del Tamigi di fronte alla Torre di Londra ed è diventato uno dei nuovi simboli della capitale del Regno Unito (Fig. 1).

La sua forma, che prende ispirazione da quella di un sasso di fiume, in realtà risponde ad obiettivi di sostenibilità ambientale. Mediante un operatore grafico multimediale, una sfera è stata manipolata e deformata: l'asse è inclinato di  $31^\circ$  verso sud, onde potere avere una minore superficie d'esposizione da riscaldare d'inverno e climatizzare d'estate. Il fronte sud dell'edificio presenta i piani sfalsati verso l'interno per offrire una naturale protezione solare, il lato nord, invece, è completamente trasparente e permeabile alla luce (Fig. 2). Allo stesso modo sono stati calibrati l'opacità dei pannelli vetriati e sono state valutate le quantità degli altri materiali per la costruzione.

L'edificio si eleva per 11 piani, compreso un sotterraneo che dà accesso alle infrastrutture di servizio, ed accoglie: la sede dell'Assemblea (Fig. 3), una biblioteca pubblica, le stanze della Commissione, gli uffici amministrativi e dei ristoranti, un centro per i visitatori, con una galleria pubblica di osservazione dei lavori dell'Assemblea al livello più alto. La sua caratteristica principale è la rampa panoramica (Fig. 5), lunga 730 metri, che, avvolgendosi a spirale sale fino alla sommità dell'edificio, offre ai visitatori delle spettacolari viste sulla città.

L'ingresso avviene sia dal pianterreno sia attraverso l'anfiteatro incassato nella piazza. Da qui parte la lunga rampa che conduce fino alla London's Living Room, si accede alla caffetteria e allo spazio ellittico, dedicato alle esposizioni e collocato direttamente al di sotto della Sala Assembleare, che ospita un modello scala 1:1250 della parte centrale di Londra.

Per quanto concerne la struttura (Fig. 4), questa è formata da 14 pilastri in tubolare che assecondano l'andamento dell'involucro e portano gli elementi di rivestimento esterno, e da un fulcro in cemento armato e travi in acciaio che sostengono i solai. Con particolare cura è stato studiato il nodo di connessione tra trave e pilastro (detto *Cotton Reel*, perché ispirato ai rocchetti di cotone) poiché sono diverse le angolazioni dei pilastri tubolari in acciaio.

Per quanto riguarda l'aerazione e la ventilazione queste avvengono attraverso delle griglie poste nel pavimento. Per minimizzare lo spreco di energia, quando gli sfatti della facciata sono aperti, i sistemi di riscaldamento e di

raffreddamento sono disattivati. Durante l'inverno, il calore e l'umidità sono recuperati dall'aria in uscita, mentre delle rotelle termiche igroscopiche condizionano l'aria in entrata. Invece durante l'estate, per il raffreddamento, l'acqua freatica è portata entro fori calibrati; quindi circola negli elementi della struttura vuoti. Inoltre, l'acqua, dopo aver circolato è utilizzata nelle toelette, riducendo così anche il fabbisogno idrico della costruzione. Infine molti degli elementi da costruzione, mattonelle del pavimento e zerbini di gomma, sono fatti con materiali riciclati.

### Bibliografia e fonti immagini

A.A.V.V., 2001, *Norman Foster: Work 1*, Prestel, Monaco, Germania.

Asensio P., 2002, *Foster and Partners*, TeNeves, Sabadell, Spagna.

Dorigati R., 2000, "La testa del guerriero", in *l'Arca*, 149, pp. 62-67.

Arnaboldi M. A., 2002, "Quando la natura spiega", in *l'Arca*, 176, pp. 6/15.

*Area*, 72, 2004.

*Detail*, 2002, 9, pp. 1012+1086.

[www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)

[www.london.gov.uk/gla/city\\_hall/index.jsp](http://www.london.gov.uk/gla/city_hall/index.jsp)

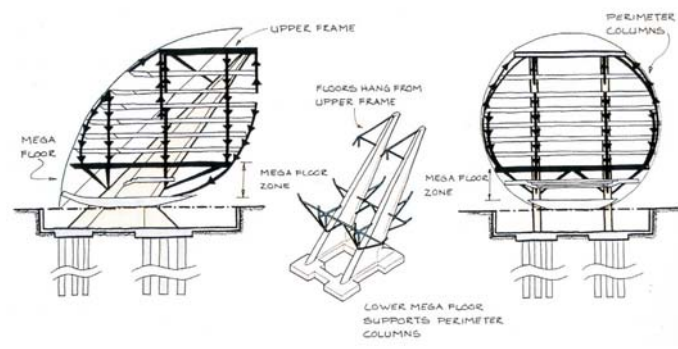


Fig. 5 - Studi del sistema strutturale.

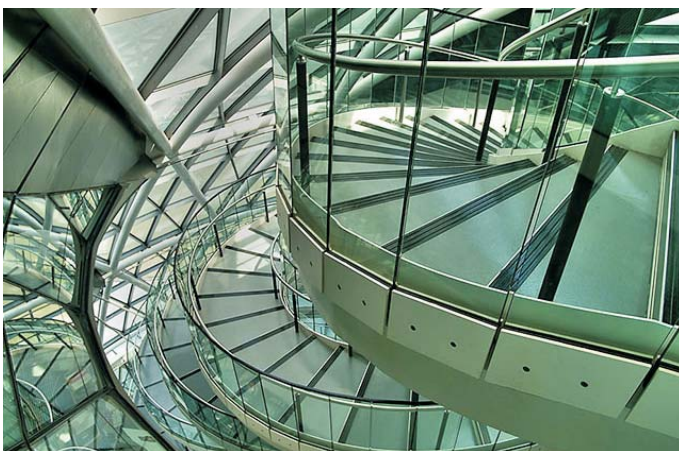


Fig. 5 - La rampa collega tutti gli 11 piani dell'edificio e consente una vista dinamica e panoramica sia verso l'interno dell'edificio sia verso l'esterno.



<b>Progettista</b>	Foster & Partner.
<b>Opera</b>	City Hall, Londra.
<b>Cronologia</b>	2000-2002
<b>Tipologia generale dell'involucro</b>	Involucro multiplo formato da più campi separati da discontinuità.
<b>Campo 1</b>	È costituito dalle fasce orizzontali sfalsate le une rispetto alle altre, in modo da potere schermare dalle radiazioni solari in modo naturale. Ogni fascia è composta da aree trasparenti con vetrate a protezione solare elevata, aperture di aerazione superiore (meccanica) ed inferiore (manuale).
<b>Strato 1a</b>	Vetro di sicurezza 1 mm.
<b>Strato 1b</b>	Protezione solare in lamelle di alluminio stampato traforato 2 mm, con telaio in profili di alluminio.
<b>Strato 1c</b>	Vetrata isolante con vetro stratificato 10 mm + intercapedine 16 mm + vetro float 6 mm.
<b>Strato 1d</b>	Pannello in lamiera di alluminio 2 mm con termoisolante.
<b>Campo 2</b>	È la parte della sfera rivolta a nord e per tale motivo il rivestimento non presenta pannelli vetrati schermati.
<b>Stato 2a</b>	Vetro di sicurezza temperato rivestito 10 mm.
<b>Strato 2b</b>	Intercapedine con Argon.
<b>Strato 2c</b>	Vetro stratificato 8 + 8 con pellicola in PVB trasparente 1.52 millimetri.
<b>Pattern 2</b>	La facciata nord presenta un disegno "scalettato", quattro trapezi decrescenti, dal basso verso l'alto. La trasparenza del rivestimento consente di leggere dall'esterno sia la tessitura della griglia di sostegno (profili in acciaio saldati a T) della superficie vetrata, che quella della struttura portante dell'edificio in tubolari d'acciaio. Inoltre, sia nelle ore diurne che notturne è possibile ammirare, dall'esterno, la rampa ellittica che collega i diversi piani dell'edificio, e dall'interno, il panorama della città.







Finito di stampare da  
Fotograf s.n.c. - Palermo  
Novembre 2010

**Giuseppe Pellitteri** (1954), Architetto e Ingegnere Civile Edile, Professore Ordinario di *Composizione Architettonica e Urbana*, insegna nel Corso di Laurea in *Ingegneria Edile/Architettura* e coordina il Dottorato di Ricerca in *Ingegneria Edile: Tradizione e Innovazione* dell'Università di Palermo. Da parecchi anni si occupa dell'uso delle tecnologie digitali innovative nella progettazione, studiando le trasformazioni nella contemporaneità e l'evoluzione morfologica dell'architettura. Componente dell'International Scientific Committee dell'eCAADe (*Education in Computer Aided Architectural Design in Europe*), è stato responsabile di numerosi progetti di ricerca sull'argomento, pubblicando saggi, monografie, articoli su riviste, anche con Benedetto Colajanni, tra questi: *Multimedia and Architectural Disciplines* (eCAADe, 1995), *Tecnologie informatiche per il progetto di architettura* (BE-MA, 1997), *L'involucro architettonico: un segno tra vecchi e nuovi significati* (Luciano, 2003), *Which new semantic for new shape?* (WIT Press, 2006), *Architectural shape generating through environmental forces* (PUM, 2009). Nel campo della progettazione architettonica e urbana, ha progettato opere ed ha partecipato a vari concorsi, ottenendo premi e riconoscimenti.

ISBN: 978-88-95272-89-4



9 788895 272894