

Introduzione	i
1. L'High-tech di Renzo Piano.....	1
2. Tecnologia Strutturale e Impiantistica: Centre Georges Pompidou.....	18
2.1. Elaborati Tecnici.....	19
2.2. Trattazione.....	23
3. Tecnologia dell'Involucro.....	32
3.1. Tecnologia di Copertura: Museo De Menil.....	34
3.1.1. Elaborati Tecnici.....	35
3.1.2. Trattazione.....	39
3.2. Tecnologia di Facciata: Rue De Meaux Housing.....	47
3.2.1. Elaborati Tecnici.....	48
3.2.2. Trattazione.....	51
4. Tecnologia espressiva: New York Times Building.....	56
4.1. Elaborati Tecnici.....	58
4.2. Trattazione.....	63
5. Appendice.....	72
5.1. Centro Culturale Jean Marie Tjibaou.....	72
5.2. New California Academy of Science.....	75
5.3. London Bridge Tower.....	78
6. Biografia.....	83
7. Opere.....	83
7.1. Opere in corso.....	90
8. Riferimenti Bibliografici.....	91
8.1. Riferimenti dal web.....	92

Introduzione

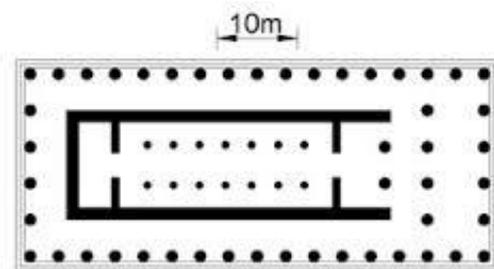
Nel corso della storia, l'architettura ha sempre avuto come fine la costruzione di un riparo dalle avversità naturali, che condizionano i modi della vita personale e comunitaria con l'alternarsi di cicli giornalieri e stagionali spesso ostili. E tuttavia le tecniche edilizie sviluppate dall'uomo non si sono limitate a dare una semplice risposta funzionale a un bisogno di protezione, ma si sono fin dal principio espresse in architettura, ossia in forme edificate capaci di comunicare, attraverso la bellezza visiva e la profondità concettuale, la forza, il prestigio e la specifica cultura dei costruttori.

In particolare, nell'architettura occidentale l'innovazione tecnologica ha da sempre un ruolo ideologico centrale, venendo impiegata – sin dalla pietrificazione del tempio greco arcaico – come un potente veicolo per proclamare il maggiore dei feticci della nostra civiltà, ossia la modernità, il raggiungimento di un'epoca nuova, compiuta e proiettata verso un futuro radioso che è destinato ineluttabilmente a cancellare i mali del passato che continuano ad affliggere il presente.

Il celebre proclama di Arthur Rimbaud, “il faut être absolument moderne”, è dunque un principio che in realtà è stato ripetutamente applicato dall'architettura occidentale sin dai suoi albori: l'audacia tecnologica è stata – ed è ancora oggi – ostentata dagli edifici più monumentali con fini ideali e più spesso ideologici, autorappresentativi, propagandistici e celebratori: in età antica alla sofisticata *tèchnē* dei templi greci trabeati in pietra squadrata, succedono le formidabili esperienze del calcestruzzo

romano applicato a strutture ad arcate, e le temerarie geometrie degli organismi cupolati giustiniani; in età medievale invece, dalle audaci volte costolonate del romanico lombardo-renano e quelle a botte borgognone, si giunge nel volgere di pochi decenni ai telai scarnificati delle cattedrali gotiche francesi, nelle quali la più rigorosa logica statica coesiste in perfetto equilibrio con la più sfrenata visionarietà simbolica e formale. Se ne seguirà in quanto segue alcune tracce, proponendo dei confronti di semplice massima con esempi di tecnologia contemporanea, omettendo del tutto l'età moderna (da Brunelleschi al barocco romano), il cui confronto sarebbe ancora più scontato.

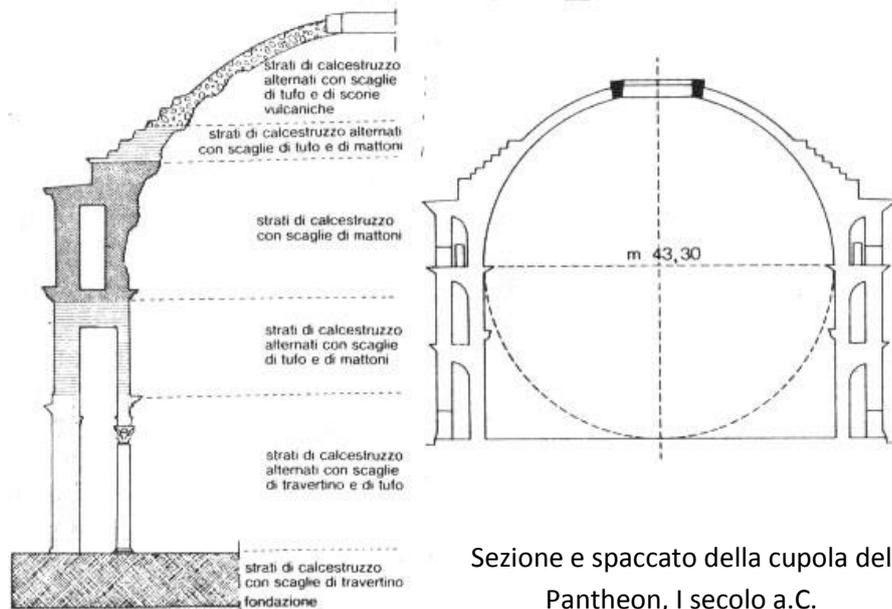
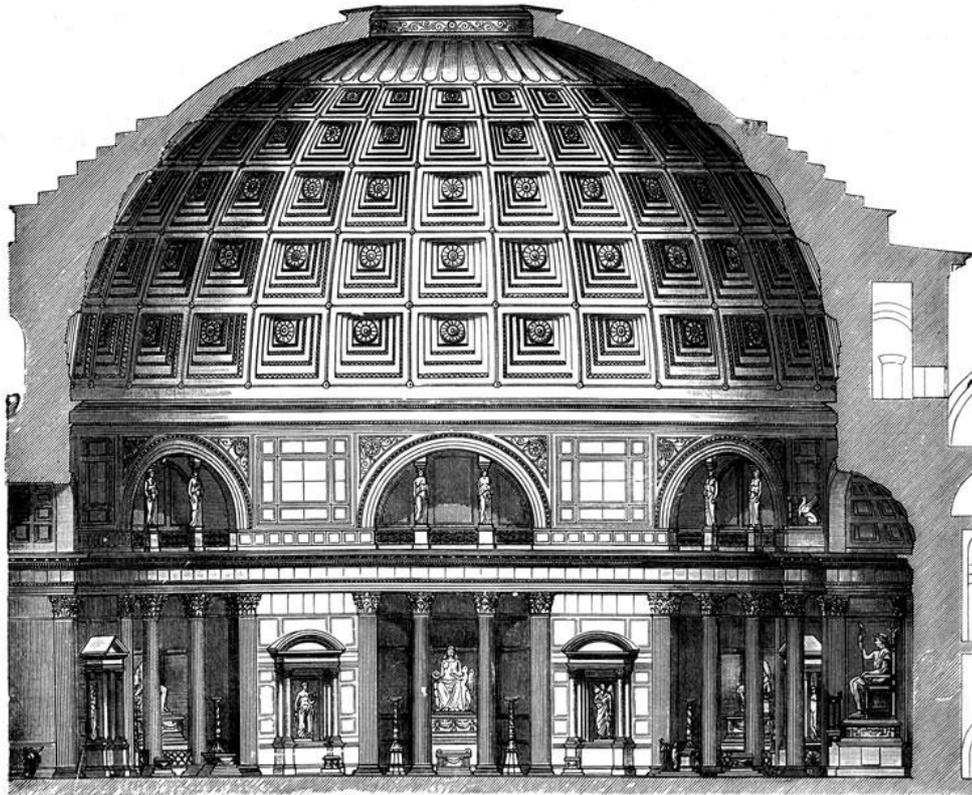
L'architettura templare greca è l'ambito in cui risaltano maggiormente le competenze tecnologiche ed è possibile seguire il loro sviluppo nel corso del tempo: la pietrificazione del tempio greco come oggi ci è pervenuto, è il risultato di secoli di applicazioni che hanno dato vita a edifici ibridi, in cui parti in legno tradizionali venivano accostate a forme in pietra. A seguito del Medioevo ellenico, il mondo greco elabora un'architettura templare in legno piuttosto semplice. Con l'avanzare delle tecniche e della conoscenza dei materiali, quelli più facilmente deperibili a causa degli agenti atmosferici, vennero sostituiti da modelli in pietra. Questo comportò evidentemente anche una notevole evoluzione della tecnologia di cantiere, poiché una volta trovata la cava di pietra più idonea, bisognava trovare il modo per trasportare queste enormi forme in pietra direttamente in cantiere, che spesso si trovava a chilometri di distanza. L'acropoli di Selinunte, ad esempio, dovette attingere alla cava di Cusa, a 8 km dal cantiere.



Modello dell'Apollonion a Siracusa e planimetria del tempio

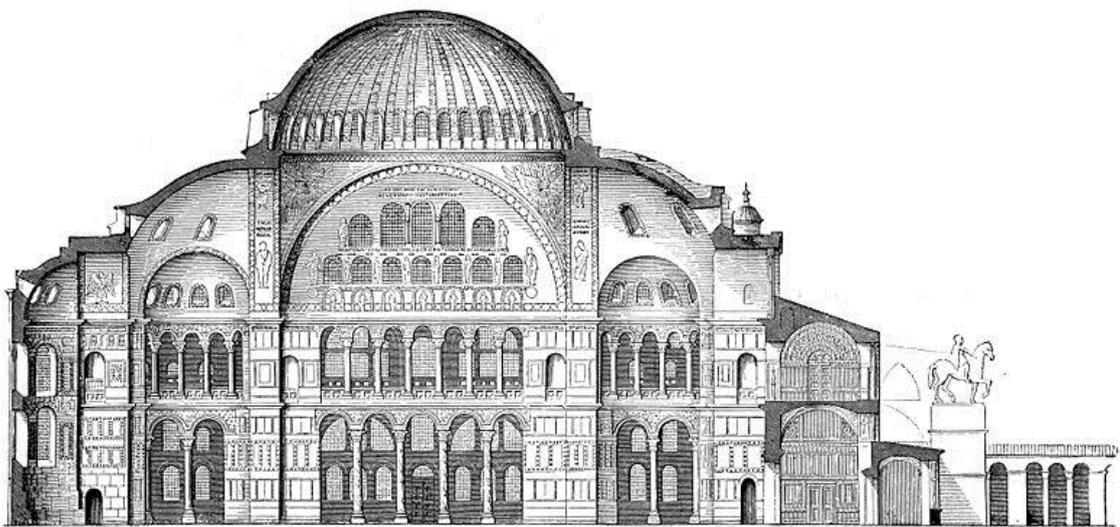
Il Tempio di Apollo a Siracusa (VII secolo a.C.) è chiaramente uno di questi templi ibridi, lo si capisce dalla sua forma allungata (24,5 m x 58 m), il diametro delle colonne è molto elevato ed equivale all'intercolumnio (ciò rende il prospetto particolarmente tozzo). I costruttori probabilmente non erano ancora certi della valenza statica e delle proporzioni giuste di un edificio in pietra. Le colonne inoltre hanno una base stranamente poligonale, priva di scanalature e monolitiche. In ultimo, non per importanza, l'iscrizione sul tempio recita "*Cleomene di Cnido fece ad Apollo. Epicles (fece) le belle opere del colonnato*", a sottolineare il fatto che la progettazione del colonnato era stata affidata a un architetto specializzato e ben distinto da chi si occupò della progettazione del resto dell'edificio. Altri dettagli più strutturali, che riguardano la forma dell'architrave, la disposizione delle file di colonne interne, ecc., indicano il periodo di transizione a cui appartiene questo tempio greco.

Partendo dalle tecniche greche ed etrusche, i romani perfezionarono il procedimento costruttivo delle volte, capendo che queste erano strutture spingenti e che quindi bisognava ideare un sistema in grado di "assorbire" queste spinte. In un primo momento l'architettura romana fece largo uso di archi realizzati con grossi conci di pietra, con il miglioramento delle tecniche costruttive e con l'introduzione di malte pozzolaniche iniziò a diffondersi la tecnica delle volte in *opus caementicium*. Nel corso di tutta l'età imperiale le volte vennero man mano alleggerite e rese più resistenti. Nel Pantheon (I secolo a.C.) venne realizzata per la prima volta una struttura in cui la composizione della massa muraria, in particolare degli inerti, variava all'interno di essa. Ciò permise di ottenere l'ampiezza straordinaria dello spazio interno: l'altezza dell'edificio è uguale al suo diametro e misura 43,44 m per 43,44 m. Questa caratteristica rende il Pantheon inscrivibile in una sfera perfetta, in risposta ai criteri classici di architettura equilibrata e stabile.



Con il trasferimento della capitale da Roma a Bisanzio (330 d.C.) e con la suddivisione politica in Impero d' Oriente e Impero d' Occidente (395 d.C.) si sviluppò anche un nuovo linguaggio figurativo, ricco di influssi ellenistici e orientali, ma soprattutto architettonico. La tipologia più usata era la cupola; questa, impiegata già dai romani, aveva un limite: richiedeva un muro circolare per il suo sostegno. L'importantissima innovazione dei

bizantini fu quella di riuscire a impostare cupole su piante quadrate attraverso l'inserimento di pennacchi. Questo rese possibile la creazione di spazi aperti, con articolazioni spaziali complesse. Inoltre, le volte non venivano più realizzate in *opus caementicium* ma interamente in muratura, garantendo maggiore leggerezza ed elasticità. L'esempio più bello di architettura bizantina è la chiesa di Santa Sofia di Costantinopoli (532 d.C.), nella quale il sistema costruito dalle semicupole e volte a botte e a crociera sottostanti è stato ideato proprio per contrastare la spinta dell'enorme cupola centrale.



Chiesa di Santa Sofia, Costantinopoli 532 d.C.

Proseguendo nella storia dell'architettura ricorrono molti casi simili: edifici sorprendenti che testimoniano i continui studi e aggiornamenti tecnologici.

Nel 1420, a Firenze, inizia la costruzione della cupola di Santa Maria del Fiore, su un progetto di Brunelleschi. Si tratta della più grande cupola in muratura mai costruita.

Questa volta, più che del genio del tempo, bisognerebbe parlare del genio di Brunelleschi. Ma anche questo caso è la prova di come l'architettura, i problemi strutturali o di cantiere, seguissero di pari passo le nuove scoperte in campo tecnico e scientifico, quindi matematico e geometrico. Questo progresso continua nei secoli, fino

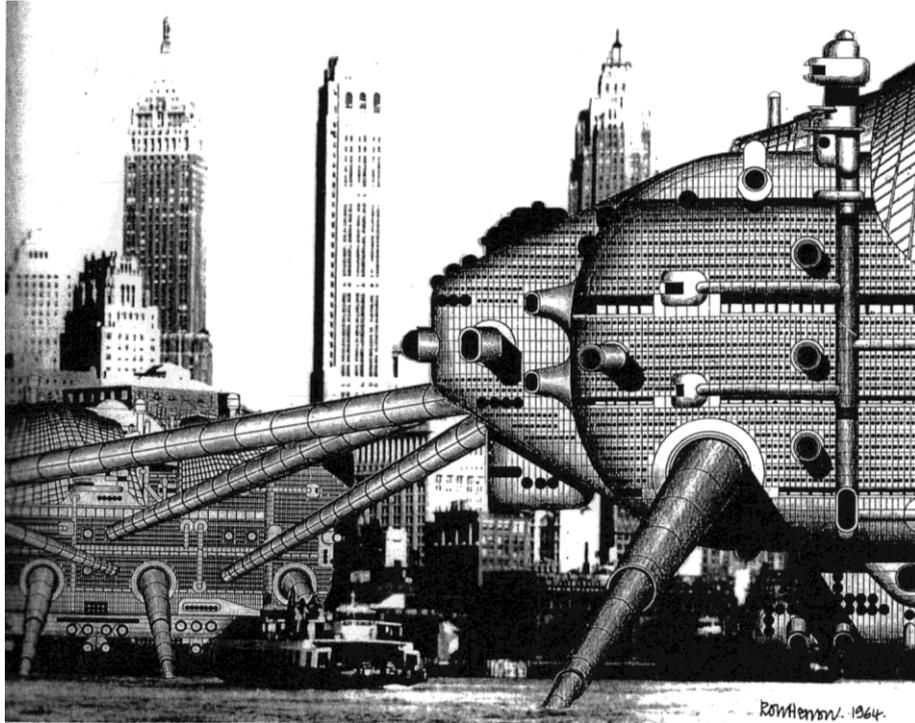
a dare forma a un'architettura sempre più leggera ma al tempo stesso più grande, come le cattedrali fortemente espressive dell'architettura gotica.

Quello che è interessante osservare è l'alternanza, da un punto di vista stilistico e anche strutturale, di un'architettura monumentale e pesante a un'architettura decisamente più leggera e ariosa. Volendo fare un paragone nei secoli, l'architettura gotica come l'architettura radicale del secondo Novecento è paragonabile a un'architettura aliena che atterra su un suolo tradizionale, che sia medievale o degli inizi del Novecento.



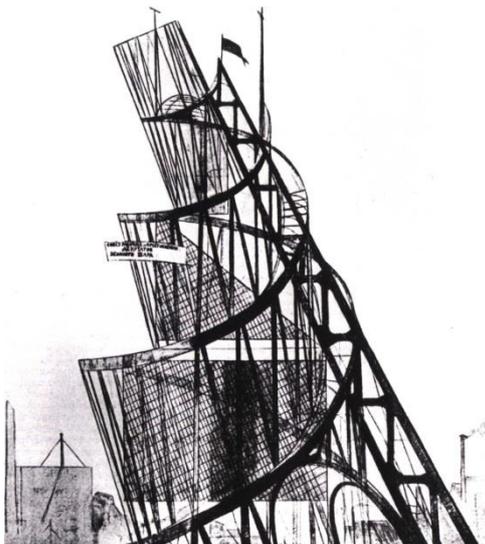
Cattedrale di Sainte Etienne, Bruges, 1195-1270

Questa tendenza verrà ripresa frequentemente anche a distanza di secoli. La novità più originale dell'architettura gotica è la scomparsa delle pesanti masse murarie, e questa non è che una delle applicazioni di nuovi risultati della ricerca tecnologica.

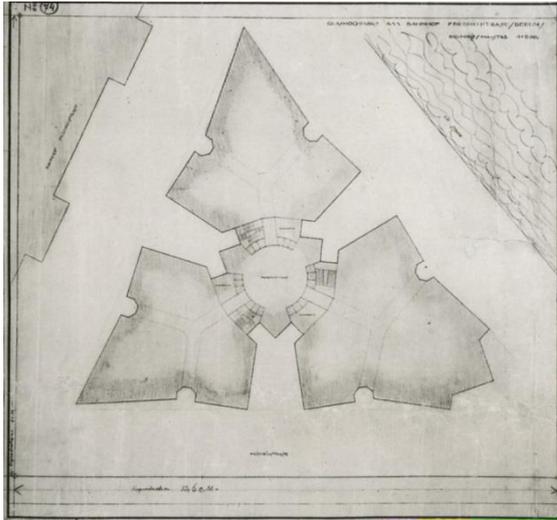


The Walking City, Archigram, 1964

Nel Novecento, il movimento moderno e il mito della macchina assegnano alla tecnica non solo un ruolo strumentale ma anche estetico, puramente formale: a partire dal Costruttivismo russo, in cui prevale l'aspetto pragmatico della costruzione, alle architettura espressioniste di Mies van der Rohe, in cui la superficie in cristallo rende l'edificio evanescente e uno specchio per i palazzi circostanti.



Torre della III Internazionale Socialista, Tatlin, 1919



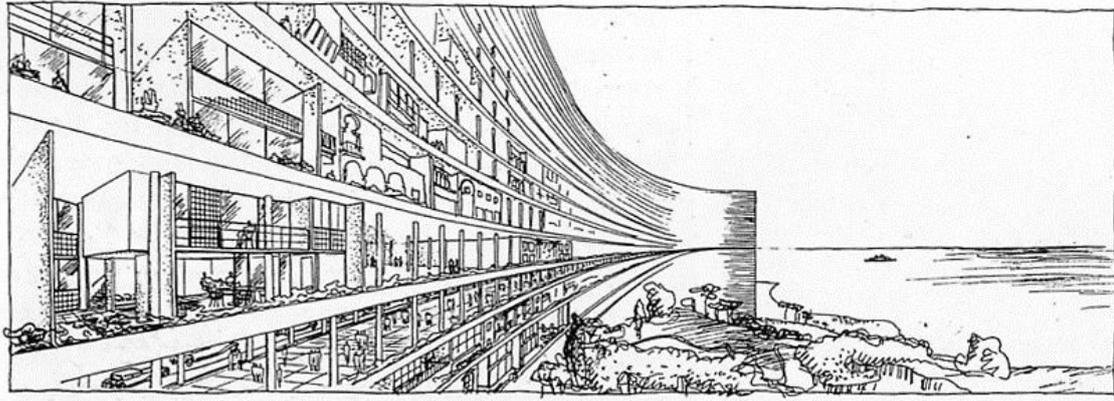
Progetto per il Grattacielo Albanhof,
Mies van der Rohe, Berlino, 1922

Dagli anni '30 Le Corbusier elabora progetti urbani che riflettono l'idea dell'edificio singolo come una grossa *Macchina urbana*.

Del 1930 è il progetto per Algeri, il *Plan Obus*. Questo prevede il collegamento tra la città e la costa mediante un gigantesco viadotto parallelo alla città, al di sotto del quale si distribuiscono gli alloggi. E' un'architettura concepita per essere osservata in velocità.



Plan Obus, Le Corbusier, 1930



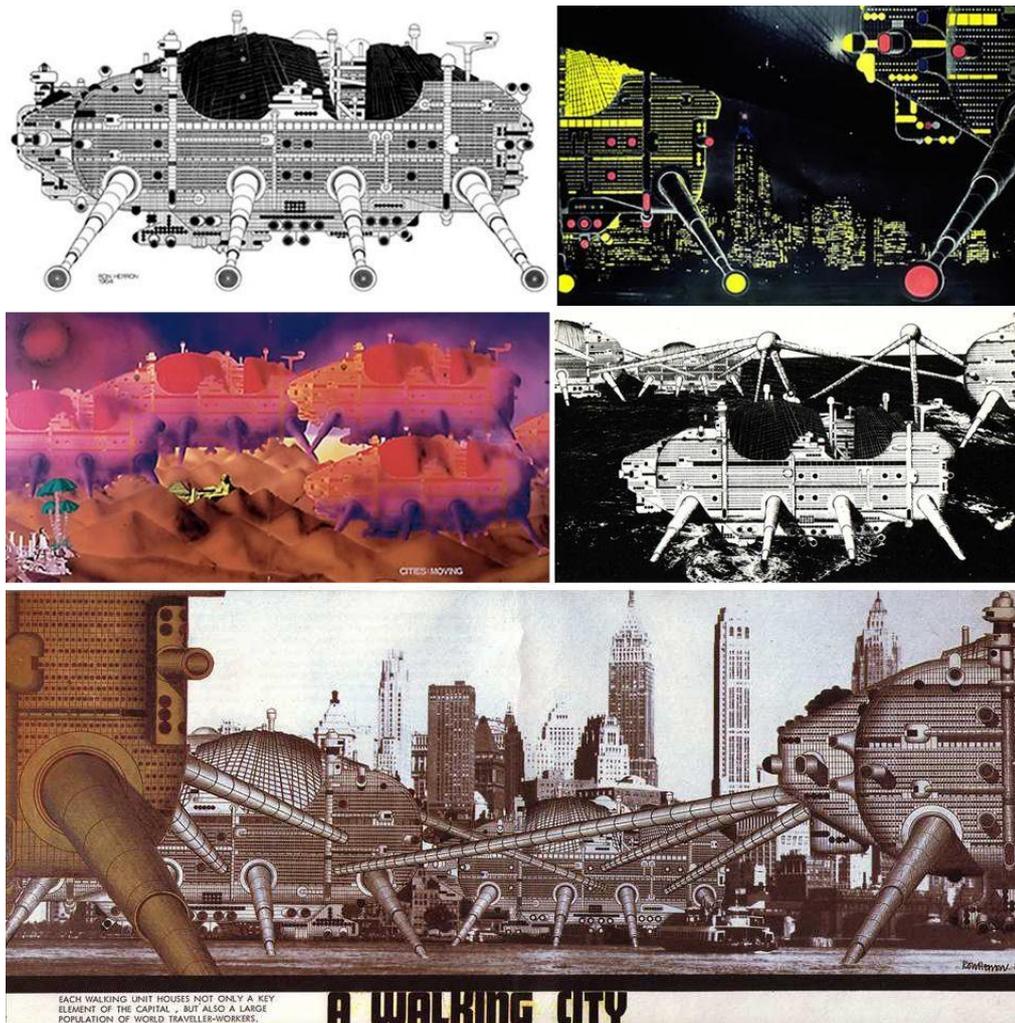
Plan Obus, Le Corbusier, 1930

La concezione delle unità abitative prodotte in serie si propone anche in altre architetture di Le Corbusier: nell'Unité d'Habitation, progetto del 1946, centinaia di cellule abitative identiche, venivano assemblate come elementi costitutivi di una grande macchina urbana, che poteva ospitare fino a 1500 persone.



Unité d'Habitation, Le Corbusier 1946

Negli anni '60, un gruppo di architettura radicale, gli Archigram, si spinge verso un'idea di tecnologia abitativa ancora più audace: partendo dall'idea lecorbusieriana della casa come *macchina in cui abitare*, elaborano The Walking City, il modello di una città abitata da grosse macchine abitative che la attraversano e si spostano con assoluta autonomia sul contesto.



Unité d'Habitation, Le Corbusier 1946

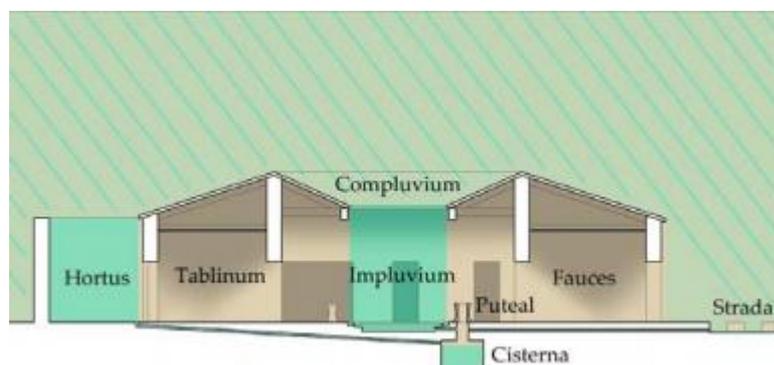
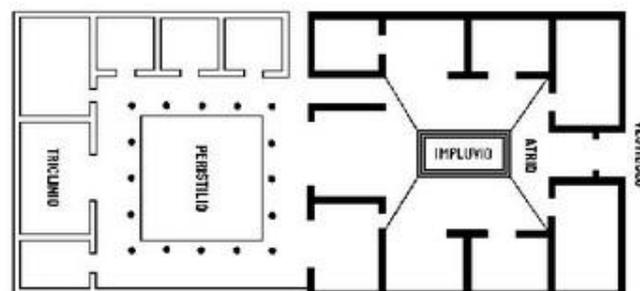
Il progresso tecnologico, da qui in poi, diventa in molti casi uno strumento puramente stilistico, allontanandosi dalla funzionalità degli edifici. Il rischio è quello che la tecnologia diventi un accessorio dell'architettura, e non un supporto al comfort e alla sostenibilità. La veste tecnologica che l'architettura indossa diventa un marchio di

studio, e nella maggior parte delle realizzazioni è assolutamente estranea a ciò che accade all'interno, che non presenta, invece, nessuna innovazione tipologica.

Tale categoria stilistica, puramente percettiva, racchiude una serie di interpretazioni diverse dell'architettura, relativamente alle funzioni che essa deve avere. Le possibilità sono diverse: la tecnologia può assecondare un'esigenza strutturale difficilmente ottenibile con le metodologie tradizionali, può essere portatrice di un nuovo linguaggio stilistico-formale, può anche essere la chiave di ricerca di nuovi sistemi di involucro dell'edificio, responsabili del rapporto dello stesso con l'ambiente circostante.

Il problema del costruire sostenibile, tuttavia, non è contemplato solo nella ricerca dell'architettura recente. Ha anzi origini antichissime. Da quando l'uomo ha imparato a costruire i primi ripari, ha escogitato sistemi di captazione della radiazione solare, di raccolta dell'acqua, di isolamento dell'involucro del suo riparo, seppure un involucro rudimentale rispetto al multistrato tecnologico di oggi.

La casa romana, ad esempio, era costituita da una serie di spazi, tra i quali non mancava mai l'atrio con al suo interno l'Impluvium, il punto di raccolta dell'acqua piovana, che veniva convogliata tramite delle tubazioni fino alla cisterna.



Casa romana, pianta tipo e sezione trasversale

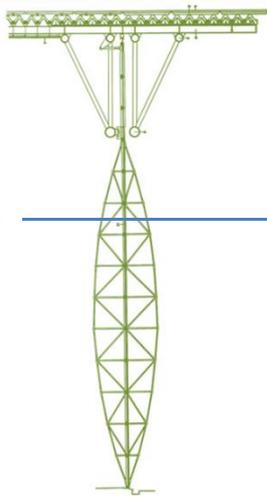
Con l'evoluzione sociale nel corso dei secoli, tuttavia, si è accantonato sempre più tutto ciò che rende poco invasivo l'intervento dell'uomo, fino a che la crisi energetica del 1973 ha costretto i progettisti a interrogarsi sulla questione "ambiente".

Come vedremo più avanti, questo evento è coinciso con una ricerca architettonica puramente tecnologica, con il risultato di edifici che con il loro potere tecnologico fortemente rappresentativo declamano una assoluta ricerca sostenibile.

L'High-tech diventa in questo modo un contenitore di accezioni diverse e spesso collegate tra loro. Nel panorama internazionale sono molti gli architetti che hanno incentrato la loro produzione su questo tipo di ricerca, ma non tutti hanno saputo leggere l'High-tech sotto tutte le sue interpretazioni.

In questo lavoro di tesi si è scelto di analizzare la produzione dell'architetto italiano Renzo Piano, che risulta essere uno dei pochi, nel panorama internazionale, ad aver affrontato il tema dell'High-tech in tutte le forme che esso può assumere.

Il Centre Pompidou dimostra un'interpretazione della tecnologia come forma espressiva, il Museo De Menil vede una tecnologia legata a una ricerca di comfort dell'edificio, e numerosi sono gli esempi di una ricerca più generale di tecnologia legata a criteri di sostenibilità ambientale: gli appartamenti in Rue De Meaux, il New York Times Building, il London Bridge, il Centro Culturale Jean Marie Tjibaou e la New California Academy.



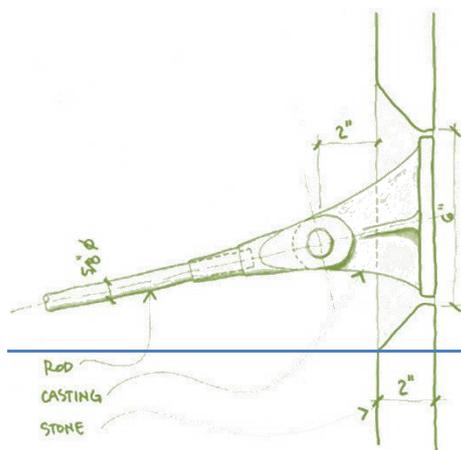
Che cos'è l'architettura High-Tech

L'architettura High-Tech (di alta tecnologia) si sviluppò su molti dei temi propri dell'Architettura Moderna, dei quali si appropriò rielaborandoli e sviluppandoli in base alle ultime tendenze. Il principio dell'architettura High-Tech è la qualificazione dell'ambiente umano attraverso la tecnologia più avanzata, ma nei fatti l'High-Tech si è precocemente trasformato in uno stile, un linguaggio mutuato da altre forme di comunicazione come il cinema (si pensi all'impatto visivo di film come *2001 Odissea nello spazio*) che intendono proporsi come qualcosa di estraneo agli spazi della città reale, e ancor più se storicamente connotati.

Soprattutto agli inizi, questa nuova corrente ha esibito un contenuto sostanzialmente radicale e antagonista con l'architettura della città, basti pensare ai progetti degli Archigram. L'indifferenza al luogo e il contrasto ricercato sono rimasti a lungo i temi caratterizzanti dell'High-Tech: la macchina, il macro-meccano, che viene collocato senza mediazioni nel contesto.

In un secondo momento invece questo nuovo atteggiamento si ridimensiona, e gli edifici sono distinguibili senza dover sembrare creature aliene arrivate all'improvviso in città. Sono edifici caratterizzati da strutture in acciaio visibili all'esterno, impianti non più nascosti all'interno ma esposti in facciata, rivestimenti trasparenti e sottili, spazi flessibili all'interno.

Negli ultimi anni, e in misura sempre maggiore, l'High-tech è il campo di ricerca architettonica che sperimenta di più soluzioni di costruzioni eco-compatibili, tuttavia il risultato non è sempre quello più auspicabile. I nuovi canoni stilistici spesso condizionano non poco le scelte progettuali, rendendo l'edificio confortevole negli ambienti interni, ma poco sostenibile da altri punti di vista.



1. L' High-tech di Renzo Piano

L'architettura di Piano è da molti considerata High-Tech per il suo avvalersi di tecnologie sempre raffinate e profondamente studiate. Tuttavia, se ciò può valere per il Centro Pompidou, non vale certamente per tutta la sua produzione che invece, pur attenta al dettaglio, tiene in grande considerazione i materiali e le tecniche offerte dalla memoria del posto. È sicuramente più giusto analizzare le scelte fatte caso per caso.

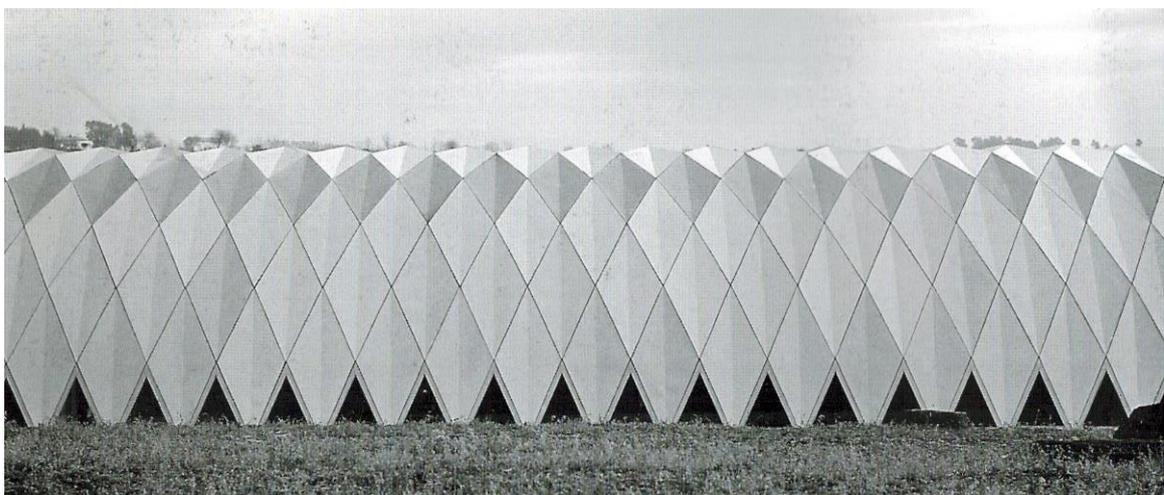
Gli esordi nel campo dell'architettura, di sicuro, hanno visto sin dall'inizio un interesse verso l'aspetto più pragmatico del costruire: l'opera architettonica non è un volume, ma un complesso sistema di pezzi di grande e piccola scala: bulloni, lamiere, profilati. Ogni pezzo è cercato o, nel caso in cui non venga trovato, progettato ex novo. Particolarmente importante è la conoscenza dell'opera di Peter Rice, che da subito cattura l'attenzione di Piano, già proveniente da una formazione molto tecnica e concreta. Peter Rice a sua volta deve i caratteri più rilevanti della sua produzione alla ricerca precedentemente fatta da Richard Buckminster Fuller, uno dei primi promotori di questa visione meccanicista dell'architettura.

Tra i primissimi lavori di Piano, la Fabbrica per l'estrazione dello zolfo a Pomezia, 1966, è un'interpretazione della logica costruttiva fulleriana. L'obiettivo consisteva nell'ottenere uno spazio flessibile, senza forma, un'architettura senza peso, leggera e incorporea. L'aspetto modulare è fondamentale: il risultato finale è fatto di unità

assemblate tra loro e costituite da pezzi ulteriormente piccoli e su misura. Queste unità, sommandosi, portano alla forma definitiva, che può estendersi per pochi metri o per molte decine di metri. Il progetto per la Fabbrica di Pomezia consisteva in questo: montare la struttura e successivamente smontarne una parte e portarla più avanti. Risparmio di materiali e flessibilità di spazi. Come nella Cupola su Manhattan, anche qui la forza espressiva è affidata unicamente alla struttura, nuda e sincera, senza niente di superfluo.



R. Buckminster Fuller, Padiglione americano, Expo 1967



Fabbrica per l'estrazione dello zolfo a Pomezia: prospetto e sezione longitudinale

La stessa tecnologia verrà ripresa e aggiornata per la progettazione del Padiglione itinerante IBM del 1983. Questo progetto ebbe più successo e ricorre quasi sempre nei testi che raccontano il lavoro di Piano. I materiali usati questa volta sono più variegati: legno lamellare per le aste di collegamento, pezzi in fusione di alluminio per i giunti, policarbonato per gli elementi di copertura a forma di piramide¹. La sostanziale innovazione rispetto all'esperienza precedente a Pomezia è l'uso di una nuova resina come materiale di copertura, prova della contaminazione delle nuove scoperte tecnologiche.

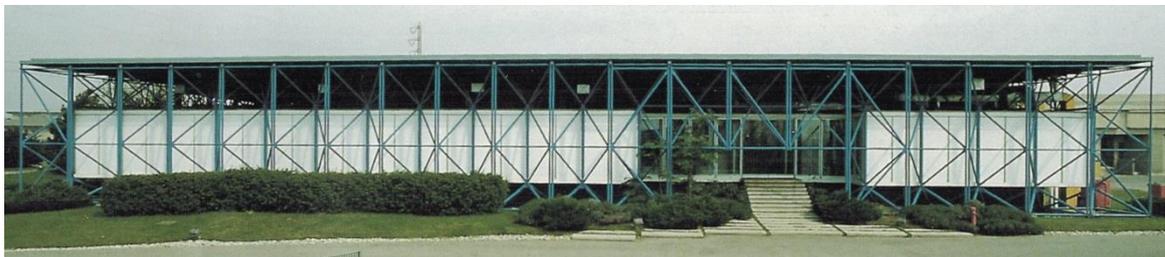


Padiglione Itinerante IBM, dettaglio della copertura

Questa visione componentistica dell'architettura si sviluppa negli anni e assume forme via via più definitive. Di pochi anni dopo, e contemporaneamente alla realizzazione del Centro Pompidou, è il progetto degli Uffici B&B a Novedrate (Como, 1971). Come il progetto parigino, anche questo presenta un largo uso dell'acciaio in maniera

¹ Piano 2005, p.72

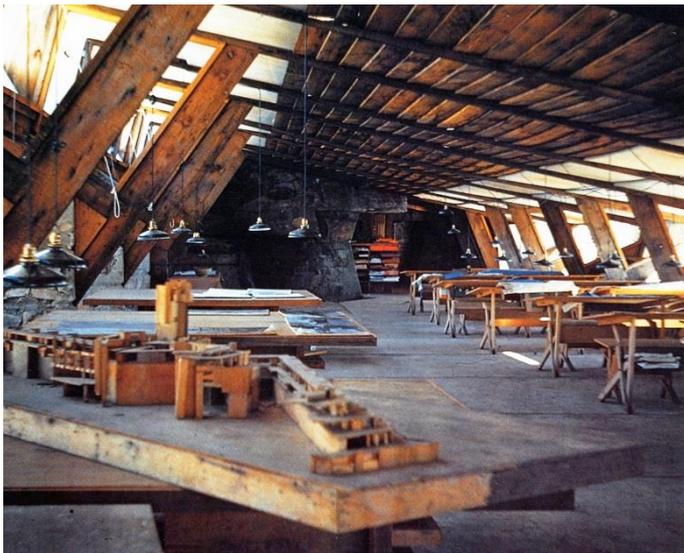
espressiva: il pezzo fondamentale è un tubolare d'acciaio di otto centimetri di diametro, e nessun altro elemento strutturale supera in dimensioni il modulo di partenza. Si tratta logicamente di una scelta puramente formale ma che rende il risultato finale estremamente calibrato. Questi tubi d'acciaio, uniti, formano strutture spaziali autoportanti in grado di disegnare spazi estremamente liberi fino a 40 metri di lunghezza. Il fine è sempre quello di ottenere il massimo rendimento strutturale con il minimo impiego di materiali e di spazio, ancora una volta risalta l'insegnamento di grandi maestri prima di lui: Peter Rice e Richard Buckminster Fuller.



In alto, Uffici B&B Italia, Novedrate. Prospetto principale. In basso, dettaglio della struttura



Nel Museo De Menil (Houston, 1982) viene messo a punto il sistema per captare la luce zenitale in maniera diffusa e non diretta sulle opere d'arte. Tecnica che giunge alla sua forma definitiva dopo vari tentativi. Il primo, nello studio della luce naturale, è probabilmente il primo Ufficio Laboratorio a Genova (costruito tra fine anni '60 e inizio anni '70), oggi demolito. Questo si può considerare un'evoluzione tecnologica di Taliesin West, il Laboratorio-Ufficio di Wright: la luce naturale allora veniva fatta filtrare attraverso una superficie opaca posta tra le travi di legno del soffitto. Nell'ufficio Piano la superficie vetrata è ancora maggiore, poiché la struttura non è fatta da grosse travi in legno ma da sottili tubolari che compongono le solite travi reticolari spaziali. Nell'attuale studio Piano a Genova il sistema di copertura è una riuscita sintesi delle esperienze passate.



Wright, Taliesin West, Scottsdale (1937-39),
dettaglio della copertura

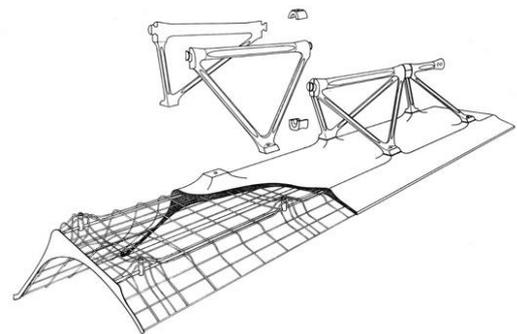
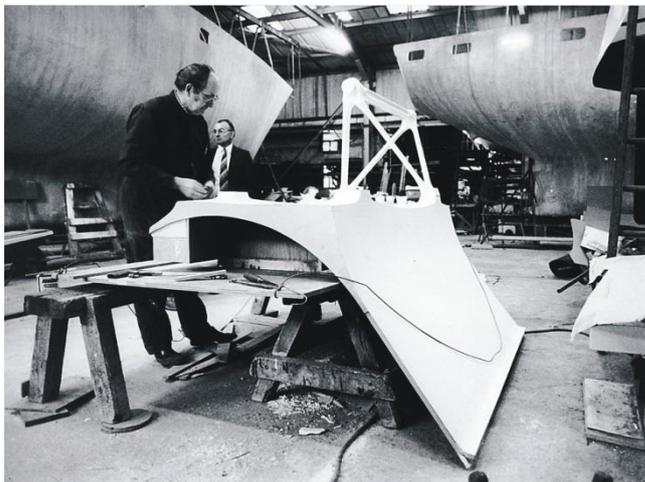


Piano, Studio Punta Nave, Genova (1989),
dettaglio della copertura

Nell'esperienza di Houston la tecnologia di una copertura simile dovette evolversi ulteriormente e per una ragione ancora più indicativa: si trattava di uno spazio espositivo di quadri e opere d'arte, che soffrono aria e luce prima di ogni altra cosa. Non si vuole rinunciare all'illuminazione naturale degli ambienti, non si vogliono avere

ambienti cupi, con luce soffusa, ma si vogliono preservare le opere esposte. Viene quindi brevettato un sistema ad hoc: le opere vengono esposte a rotazione, in modo che la quantità di luce che assorbono quando sono esposte viene ammortizzata con il periodo in cui le opere sono conservate al buio e lontane da correnti d'aria. Questo permette di avere un livello di illuminazione di 1.000 lux². Al contrario, nel caso in cui le opere siano esposte permanentemente, la quantità di luce che le opere possono sopportare deve essere inferiore: nel Padiglione Cy Twombly, vicino al Museo de Menil, la struttura permette l'entrata della luce in quantità di soli 300 lux, il risultato è quindi un ambiente più cupo, con luce soffusa. Come si trasforma questa scelta di avere 1000 lux in termini pratici? Seguendo l'insegnamento di Pierluigi Nervi e la consulenza tecnica di Peter Rice, viene ideata una superficie organica, ottenuta tramite una gettata di cemento su un fitto telaio di rete metallica (il ferrocemento).

L'elemento di copertura così ottenuto, denominato "foglia", permetteva allo stesso tempo la ventilazione naturale e l'entrata della luce naturale in maniera soffusa, mai diretta sulle opere d'arte. Ulteriore compito della "foglia" era una funzione di tipo strutturale, il singolo elemento era parte integrante della travatura del tetto.



La "foglia" in fase di progettazione e realizzazione

² Piano 2005, p.64



Museo De Menil (1982), interno

Il Museo De Menil sorge in un parco a Houston circondato da architettura tradizionale americana: case come quelle dei pionieri, fatte secondo la tecnica del balloon frame, sistema costruttivo prevalentemente prefabbricato. La scelta di utilizzare la stessa tecnica per i tamponamenti del Museo, non solo permetteva un migliore inserimento in un contesto urbano consolidato, ma anche una maggiore traspirazione, fondamentale anch'essa per il buon mantenimento delle opere d'arte esposte.

“Paradossalmente, la Menil Collection, con la sua grande serenità, la sua calma, il suo understatement, è più moderna, scientificamente parlando, di Beaubourg.

La tecnica di Beaubourg è spesso usata in chiave di parodia. Mentre nelle strutture, nei materiali, nei sistemi di controllo della Menil Collection c'è un'innovazione molto spinta, ma tanto raffinata da essere invisibile. E' l'esatto contrario di una certa muscolarità High-Tech: qui la tecnologia non è esibita. Esiste perché serve, e si manifesta come effetto, non come strumento.”

(Renzo Piano, Giornale di Bordo 2005)

Ci si potrebbe domandare, tuttavia, quale possa essere il motivo che ha portato ad “esporre” il sistema strutturale così caratteristico all’esterno della struttura, dove la giusta calibrazione della luce non è più richiesta. E’ possibile che questa scelta sia un omaggio all’architettura di Luis Kahn³, in particolare al Kimbell Art Museum, nel quale la struttura prosegue al di fuori, quasi a voler rendere partecipe lo spettatore di ciò che accade all’interno. Perché un omaggio all’architettura kahniana? Probabilmente per il suo legame con lo studio di Kahn, nel quale Piano ha collaborato per qualche tempo all’inizio della sua carriera, oppure per soddisfare un certo gusto della committenza, che inizialmente aveva affidato l’incarico proprio allo studio di Kahn. Potrebbe essere altrimenti una semplice scelta di tipo formale: perché non prendere l’elemento caratteristico della struttura e renderlo il biglietto da visita di essa?



Museo De Menil (1982), dettaglio esterno della copertura

Un altro tipo di tecnologia sperimentata dal RPBW (Renzo Piano Building Workshop) è quella per la progettazione acustica di sale da concerti o scuole di musica. Sono

³ Curtis, p.661

molteplici le opere che hanno visto questo tipo di progettazione: la Ristrutturazione della fabbrica Lingotto a Torino (1983) tra i primi e il Parco della Musica a Roma (1994) tra i più famosi.

Sin dalla prima esperienza in campo musicale, si è rivelato fondamentale l'apporto tecnico di professionisti come Helmut Müller, Luciano Berio e Pierre Boulez. Lo studio sull'acustica di una sala è molto delicato, poiché i parametri oggettivi di qualità acustica (tempo di riverbero, indice di chiarezza, ITDG, indice di intelligibilità del parlato...) dipendono da una sistema di fattori calibrati in una determinata maniera: la geometria della sala, i materiali scelti, la disposizione dei posti in sala ecc.

Il contributo della tecnologia, oltre che nella progettazione di materiali ad hoc, sta nella diffusione (sin dagli anni '80) di software per la verifica acustica delle sale da concerto.

Per questo tipo di progettazione, la scelta di dare ampio spazio a strumenti tecnologici è una conseguenza naturale dei tempi moderni. E' un campo in cui l'architettura si fa tecnica, e le scelte di natura estetica vengono limitate se non del tutto escluse.

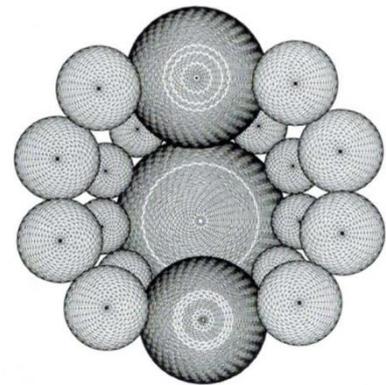
Nel complesso della Banca Popolare di Lodi (1991) viene progettato anche un auditorium, a cui per scelte piuttosto formali viene assegnato un volume cilindrico. Come concilia Piano una scelta formale con esigenze tecniche imprescindibili? Come spiega lo stesso architetto, "una sala circolare di soli 560 metri quadri è un flipper di echi: le onde sonore viaggiano tra le pareti creando interferenze imprevedibili"⁴. Ancora una volta l'apporto di modelli matematici e fisici da parte di Helmut Müller è fondamentale. Per il rivestimento interno vengono scelti gli stessi materiali dell'esterno, il cotto e legno, per le loro qualità acustiche, mentre per la pavimentazione viene scelto il ciliegio americano. Ma l'elemento tecnico ed estetico più innovativo è rappresentato da grandi riflettori acustici sospesi (le "nuvole") nella parte superiore della sala. Si tratta di enormi globi candidi (strutture in metallo ricoperte in gesso) che evitano la focalizzazione del suono, eliminando così gli inconvenienti della pianta circolare. Esteticamente il risultato è molto piacevole, considerando che, una volta illuminati, questi elementi svolgono anche il ruolo di suggestivi diffusori luminosi. L'ottima resa tecnica di questo auditorium è confermata anche da professionisti della musica da

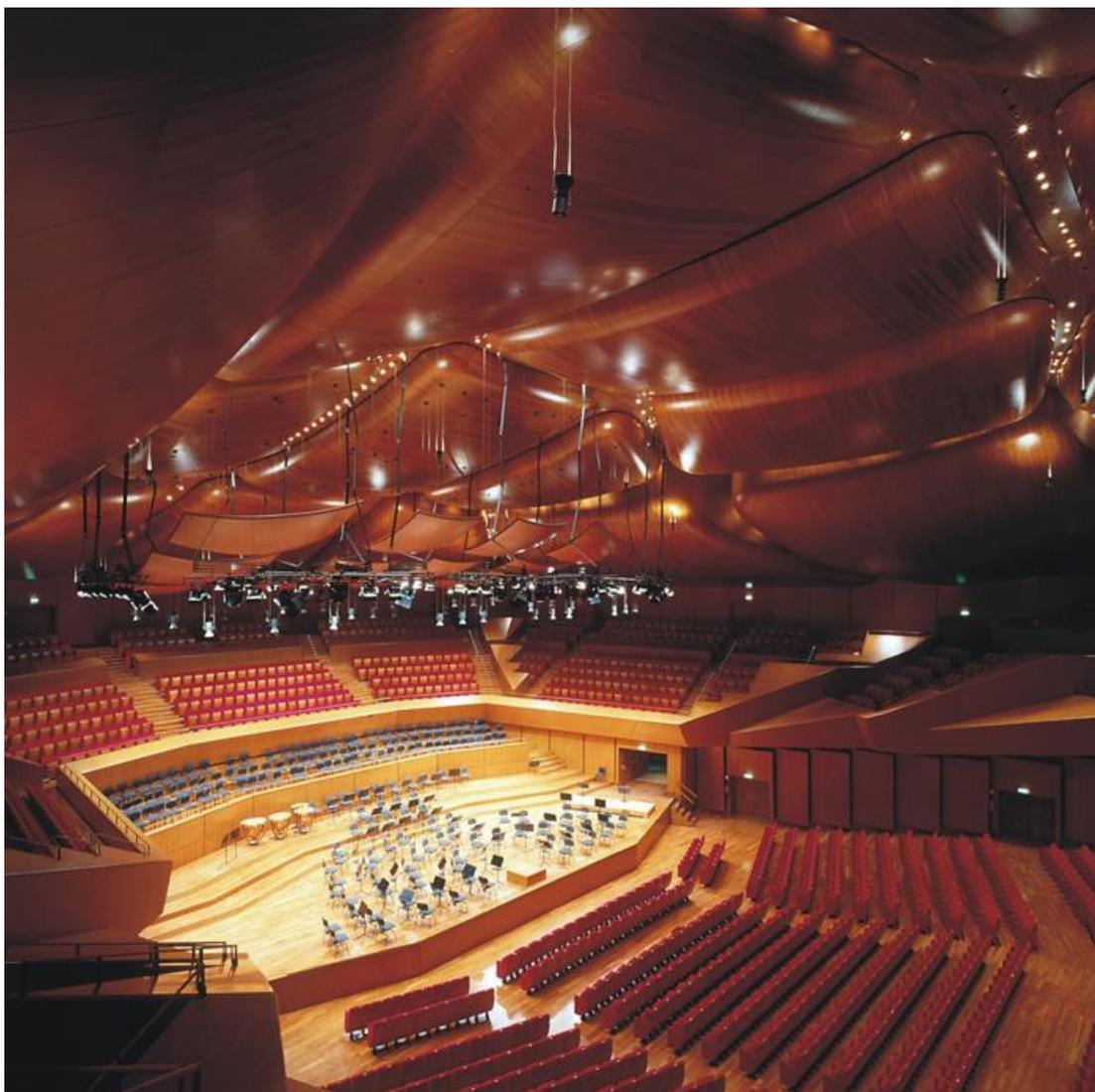
⁴ Piano 2005, p.210

camera. Le realizzazioni di Lione (Cité Internationale), Torino (Ristrutturazione del Lingotto), Lodi (Banca Popolare) e Roma (Parco della Musica), concentrano la loro peculiarità tecnica nel trattamento dei paramenti verticali, prediligendo come materiale il legno di ciliegio, risultato il più consono per i flussi acustici della sala da concerto.

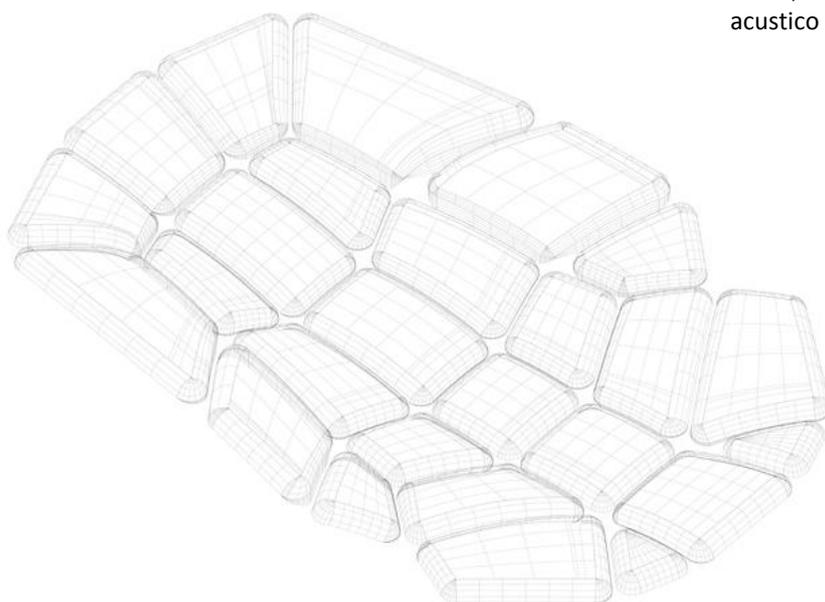


Banca Popolare di Lodi (1991), auditorium. In basso, dettaglio dei gusci che controllano il riverbero del suono e studio della loro volumetria





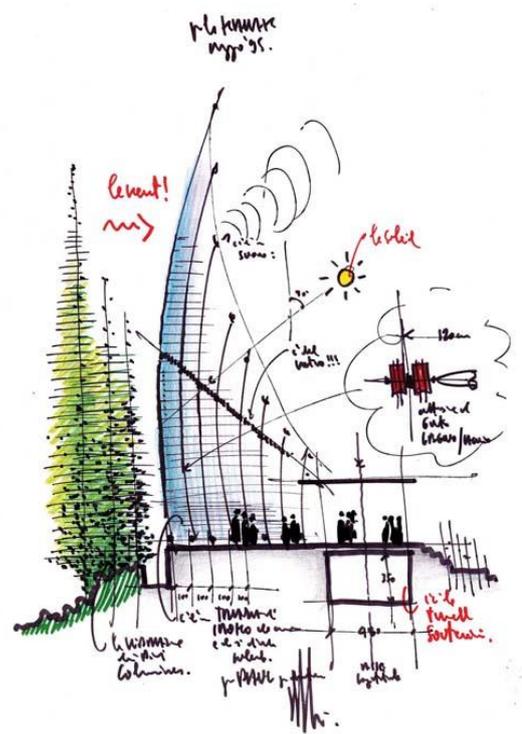
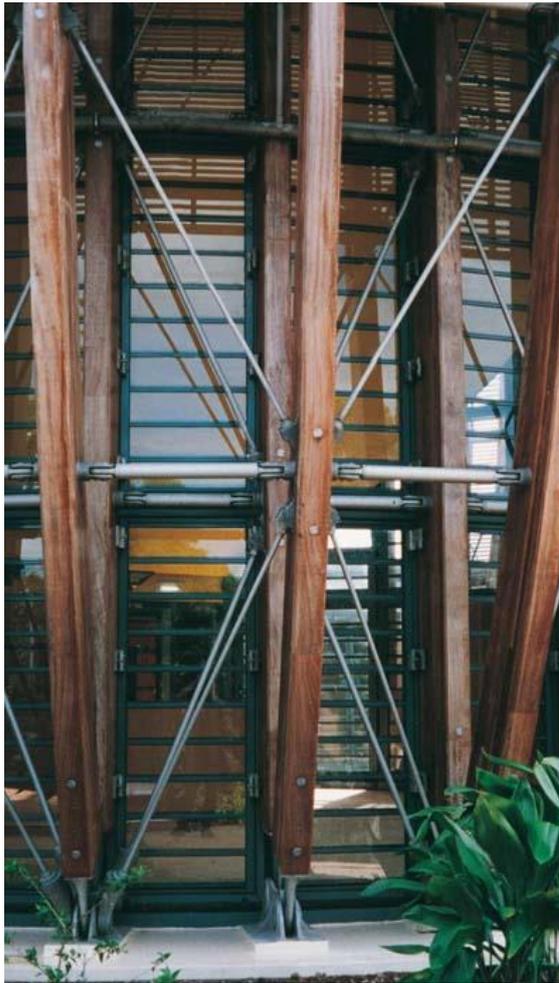
Auditorium Parco della Musica (1994), dettaglio dell'interno. In basso, studio sul rivestimento acustico della sala da concerti



La ricerca tecnologica include anche sperimentazioni sui materiali. Nel progetto per l'Istituto per la ricerca sui materiali leggeri a Novara (1985) è stato approfondito l'alluminio come materiale costruttivo. Esso diventa sistema di rivestimento, montanti, elementi di rinforzo, ma anche elementi più tradizionali come balaustre, corrimano o supporti per i gradini della scala⁵. Oltre alle potenzialità del materiale, viene approfondito il sistema di preassemblaggio: l'incarico iniziale non era il progetto di un edificio, ma di un sistema di facciata polivalente e utilizzabile come modulo prefabbricato. Grazie alla sua modularità, il complesso fu montato in solo quattro mesi. In altri casi, il progresso tecnologico è visto come supporto a parametri di progettazione bioclimatica. Nella produzione di Piano l'elemento che più risente degli influssi della ricerca tecnologica è l'Involucro. La progettazione della "doppia pelle", che entra sulla scena negli stessi anni della crisi petrolifera e dell'affermazione dell'High-Tech, è fondamentale non solo per il raggiungimento di canoni estetici moderni, ma anche per la filtrazione dell'energia termica, quindi come strumento bioclimatico.

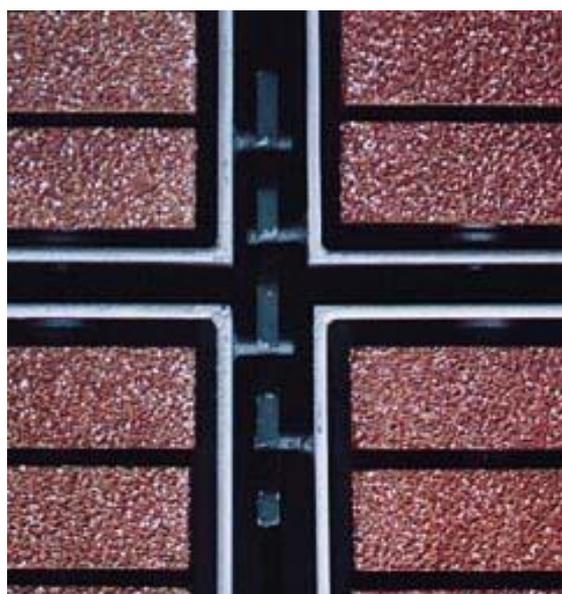
Nei palazzi della Cité Internationale (Lione, 1986), primo lavoro in questo senso, la doppia pelle consiste in un rivestimento in terracotta, un'intercapedine d'aria che funziona da regolatore termico, e un telaio in acciaio e vetro che favoriscono la ventilazione naturale; nel Centro Culturale J.M. Tjibaou (Nouméa, 1991) le famose capanne "Kanak" sono pensate tutte con un doppio involucro, questa volta il vetro è all'interno e all'esterno si trovano elementi verticali in legno che schermano gli ambienti interni dalla luce. In questo progetto il doppio involucro si trova anche sulla copertura: come sistema di ventilazione passiva vengono sovrapposti due strati di rivestimento in legno laminato attraverso i quali l'aria circola liberamente. Ma il salto di qualità sta nella regolazione automatica del sistema di apertura e chiusura dei lucernari: in condizioni di leggera brezza questi si aprono per favorire la ventilazione; all'aumentare del vento si chiudono, a partire da quelli più in basso. Tale soluzione, come racconta lo stesso Piano, è stata progettata con l'aiuto del computer e sperimentata nella galleria del vento grazie a modelli in scala.

⁵ Piano 2005, p.26



Centro J.M. Tjibaou (1991), dettaglio e funzionamento dell'involucro

Sperimentazioni sull'involucro le troviamo anche nel Complesso residenziale in Rue de Meaux (Parigi, 1987). Il progetto è essenzialmente semplice, trattandosi di un programma di edilizia popolare, e così la maggior parte delle risorse vengono impiegate, appunto, nella "doppia pelle" di rivestimento. Nel complesso gli appartamenti si dispongono intorno ad una corte centrale rettangolare. L'elemento a vista delle facciate interne è un pannello quadro di circa 30 centimetri di lato, staccato di 30 dal muro. Lo spazio tra le due superfici garantisce una buona ventilazione della parete. L'elemento che sporge dal muro si compone di una cornice in GRC (cemento rinforzato con fibra di vetro), all'interno della quale viene montato prima uno strato isolante, poi uno strato di rivestimento: ancora GRC, o piastrelle di terracotta nel loro colore naturale.



Cité Internationale (1986) e Residenze in Rue De Meaux (1987), dettagli della parete ventilata
In basso, soluzione d'angolo dell'Ircam

Anche nel caso della Nuova Sede per Il Sole 24 Ore troviamo il sistema di parete ventilata con la combinazione di prodotti modernissimi (il GRC) e tradizionali, ma usati in modo innovativo (la terracotta).

Ugualmente trattato l'involucro adottato per l'Ampliamento dell'Ircam (Parigi, 1988), con piccole differenze stilistiche nell'uso del mattone, principalmente nella soluzione d'angolo. Per il resto il funzionamento del pacchetto della parete risulta grossomodo uguale alle soluzioni precedenti⁶.

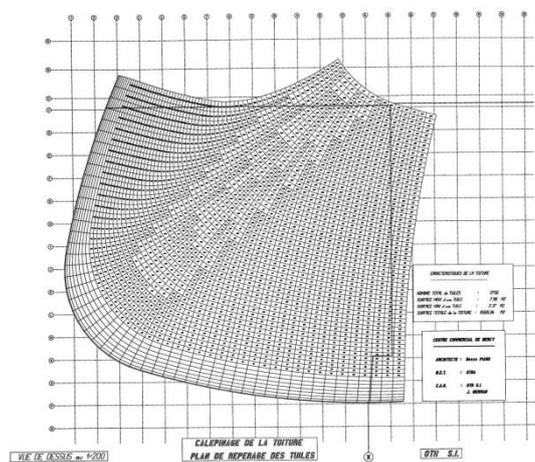
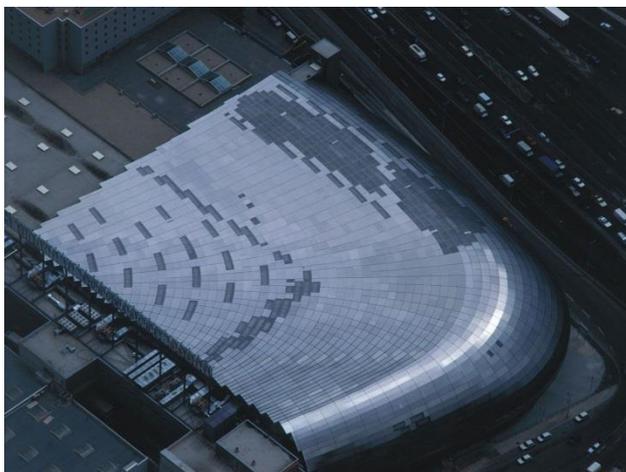
Nella progettazione di grandi edifici pubblici le esigenze aumentano: dimensioni così grandi portano a un'ulteriore ottimizzazione degli spazi e dei materiali usati.

Nello studio del Centro Commerciale di Bercy (Charenton le Pont, 1987), Piano deve affrontare il problema di una



⁶ Torricelli-Marzi

copertura di quasi due chilometri quadri. In un caso come questo, dove la superficie deve rimanere di quelle dimensioni, l'unico parametro che può cambiare in ragione di una maggiore praticità di cantiere e di ottimizzazione di risorse in generale, è la fattura stessa dell'involucro. Ancora una volta la risposta viene data da strumenti di calcolo: attraverso viste tridimensionali e scomposizioni matematiche delle superfici, gli elementi costitutivi della copertura vengono standardizzati in maniera tale che sia abbia una grande superficie modulare. In termini numerici, per i 27000 pannelli di rivestimento utilizzati, grazie al supporto del modello matematico, si sono rese necessarie solo trentaquattro dimensioni diverse.



Centro Commerciale di Bercy (1987), studio del rivestimento di copertura

La sperimentazione in questo campo procede l'anno dopo nella progettazione del Terminal dell'Aeroporto Internazionale di Kansai (Osaka, 1988). Anche questo è il caso di una enorme struttura pubblica, e i pannelli di rivestimento questa volta sono 82000, tutti identici. Ugualmente identici sono gli elementi strutturali secondari. Gli elementi primari sono tutti costruiti con lo stesso stampo, e solo in qualche caso richiedono leggere rifiniture. Anche le affusolate curve delle ali sono il frutto dell'applicazione di una legge di calcolo rigorosa: sono state definite in base a una geometria toroidale (un

lavoro simile è stato anche il progetto del Design Center della Mercedes Benz, Sindelfingen (Stoccarda, 1993). Concettualmente le ali rappresentano la parte superiore di un anello di 16.800 metri, con il raggio inclinato di 68° rispetto all'orizzonte, che passa attraverso la terra ed emerge sull'isola. La curvatura, di fatto, è quasi impercettibile, ma era necessaria per favorire la visuale laterale della torre di controllo⁷.



Aeroporto internazionale di Kansai (1988),
dettaglio di copertura

Questi elencati finora, e molti altri progetti di Piano, indicano la modalità con cui la tecnologia è diventata molto presto, e continua ad essere, un importante parametro di progettazione.

Non è ancora chiaro fino a che punto i frequenti dettagli hi-tech presenti nelle sue architetture siano oggettivamente fondamentali per la resa tecnica dell'edificio, compresi parametri economici, climatici ecc., o se invece siano la testimonianza di un nuovo indirizzo di estetica, una nuova "forma" di architettura, caratterizzata da volumi leggeri, trasparenti, visibilmente tecnologici e futuristici, completamente diversi dalla pesante monumentalità degli edifici tradizionali.

Questo nuovo indirizzo vuole mirare a un'architettura flessibile, pronta ai frequenti cambiamenti della società e a trasformarsi in spazi più grandi o più piccoli (la tanto ricercata modularità degli edifici contemporanei).

⁷ Piano 2005, p.162

“L’architettura moderna – ammoniva Ponti – interpreta la vita in senso progressistico, vuole edifici perfetti, esatti allo stesso modo che la scienza vuole procedimenti perfetti, esatti; poiché è l’architettura che promuove in tal modo l’attività umana: da celebrativa che era in antico, si fa invece profetica.”

Analizzando gli apporti della tecnologia nelle architetture degli ultimi decenni e mettendoli su un piatto di bilancia è lecito affermare che spesso si è trattato di apporti più che altro estetici, come se la tecnologia hi-Tech fosse una moda, un complicato sistema di decorazione, perché l’unicità che dona agli edifici che la presentano è, obbiettivamente, fortemente caratterizzante.

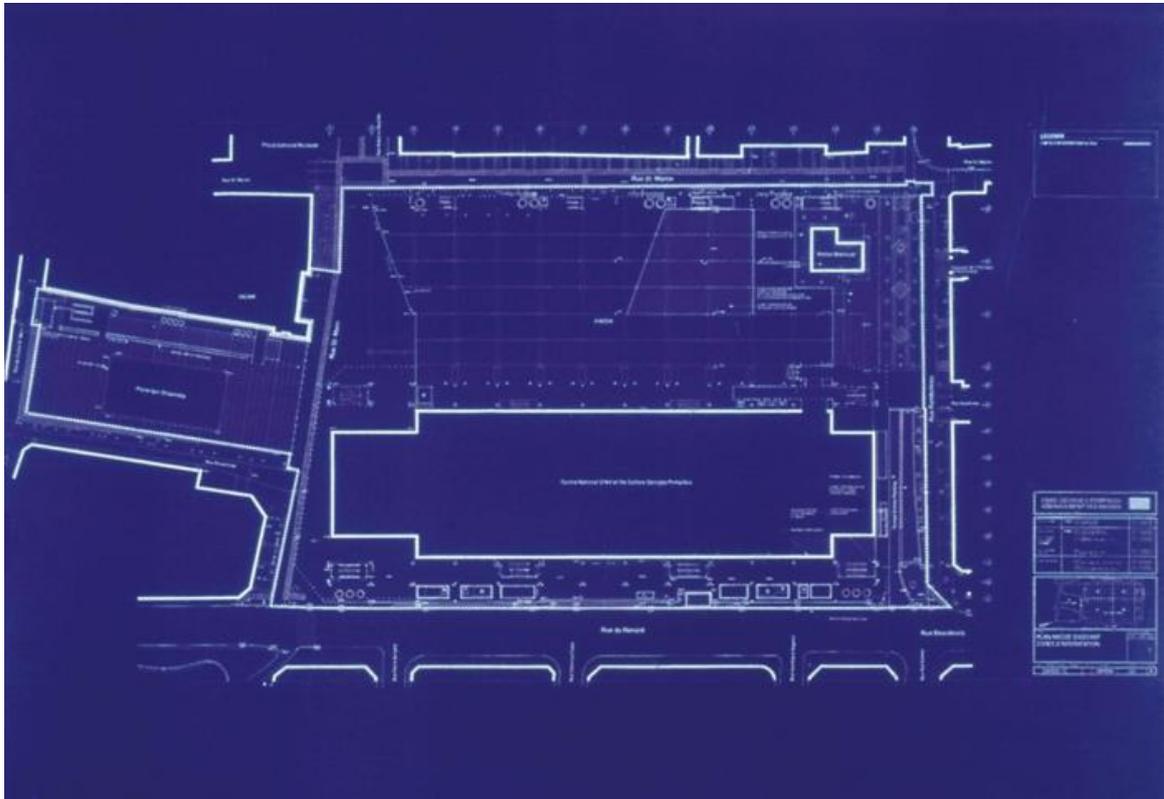
Conseguentemente, è naturale aspettarsi che ogni nuova architettura che manifesti un’alta tecnologia, sia automaticamente il massimo dell’efficienza e della durabilità e quindi della sostenibilità.



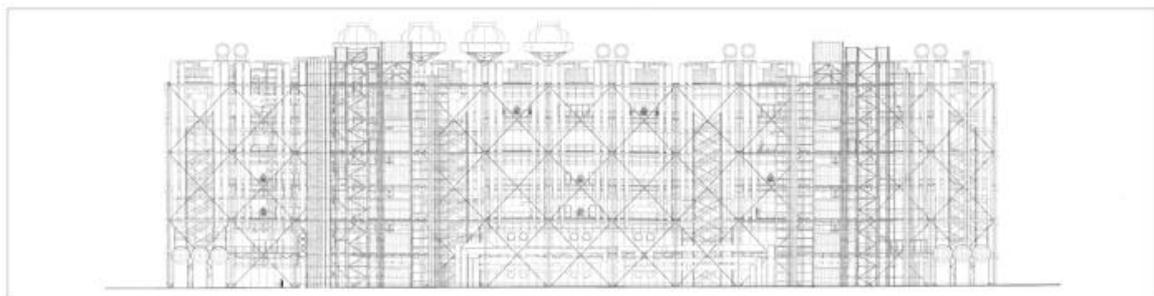
Luogo:	quartiere Beaubourg, Parigi
Committente:	Ministero della Cultura Francese
Progettisti:	Piano & Rogers
Richiesta:	istituzione culturale pluridisciplinare destinato all'arte e alla musica contemporanea
Concorso:	1971, vi partecipano 681 architetti, selezionati da una giuria presieduta da Jean Prouvé
Cantiere:	1972 - 1977
Dimensioni:	superficie complessiva del sito: 2 ettari; l'edificio ne occupa la metà destinando il resto ad una piazza urbana. Edificio: grande parallelepipedo alto 42 m, lungo 166 e largo 60, costituito da 7 piani fuoriterra e 3 piani interrati. Ogni livello è costituito da uno spazio vuoto di 50x170 m a pianta libera ha un interpiano di 7 metri.
Struttura:	acciaio e vetro



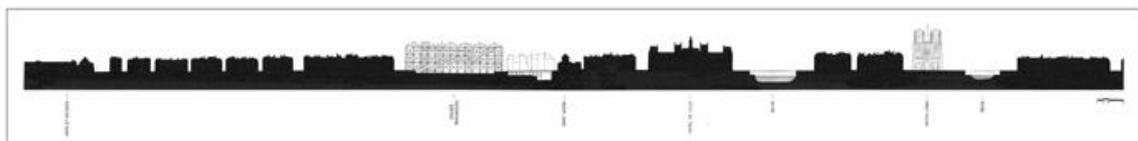
2.1 Elaborati Tecnici



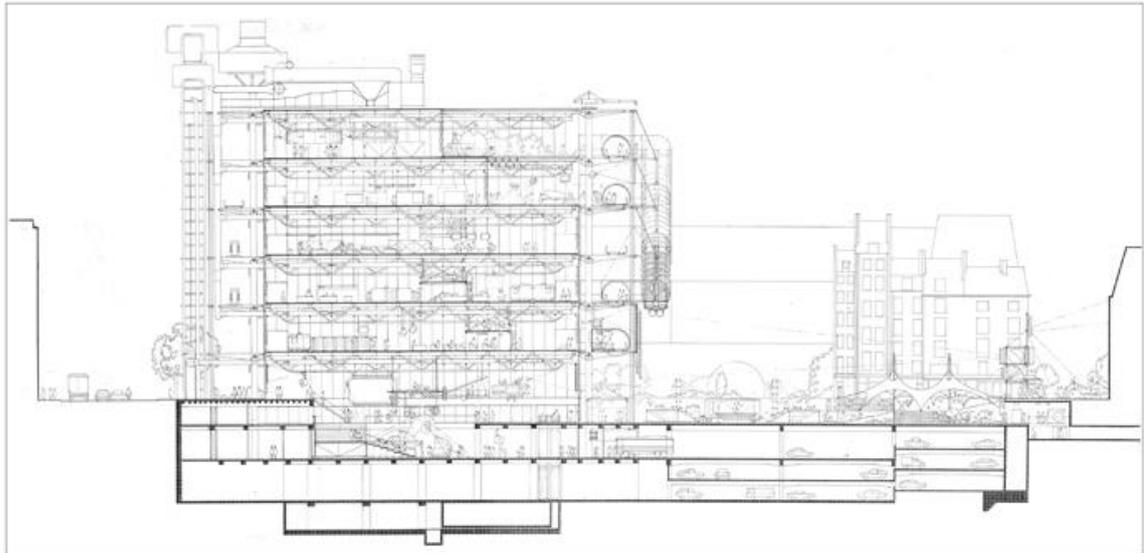
Ingombro dell'edificio nel sito di progetto



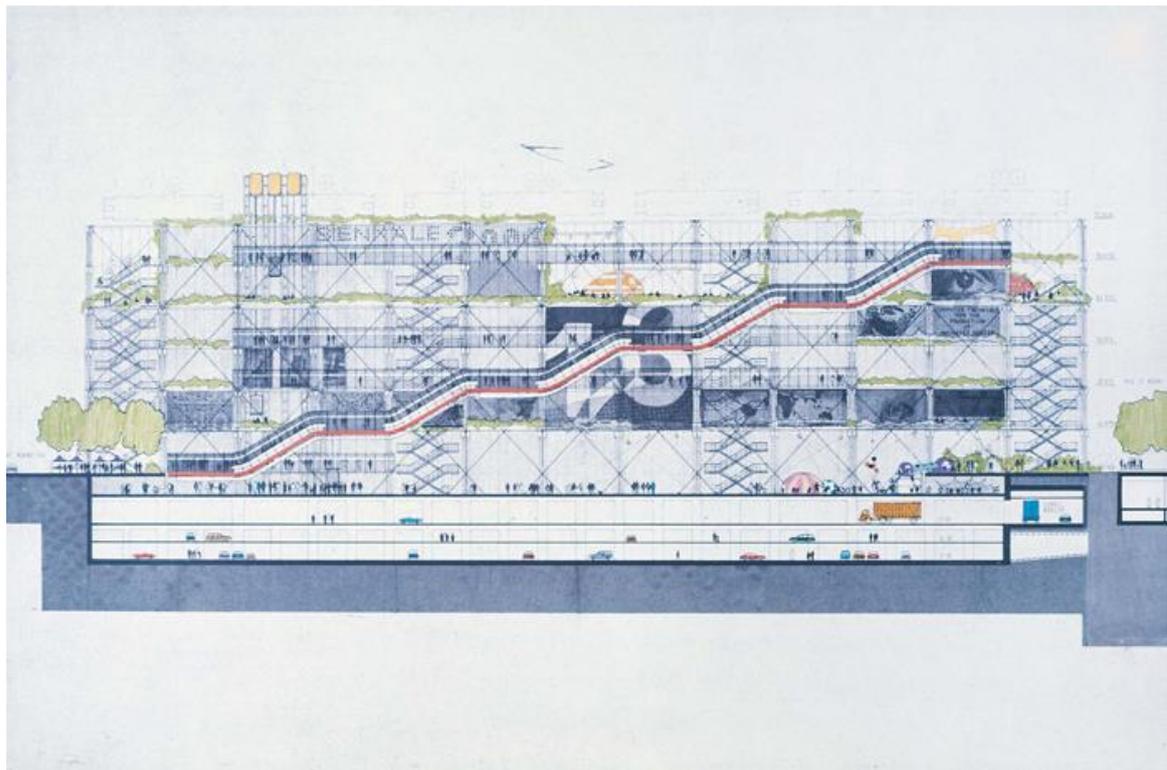
Prospetto secondario



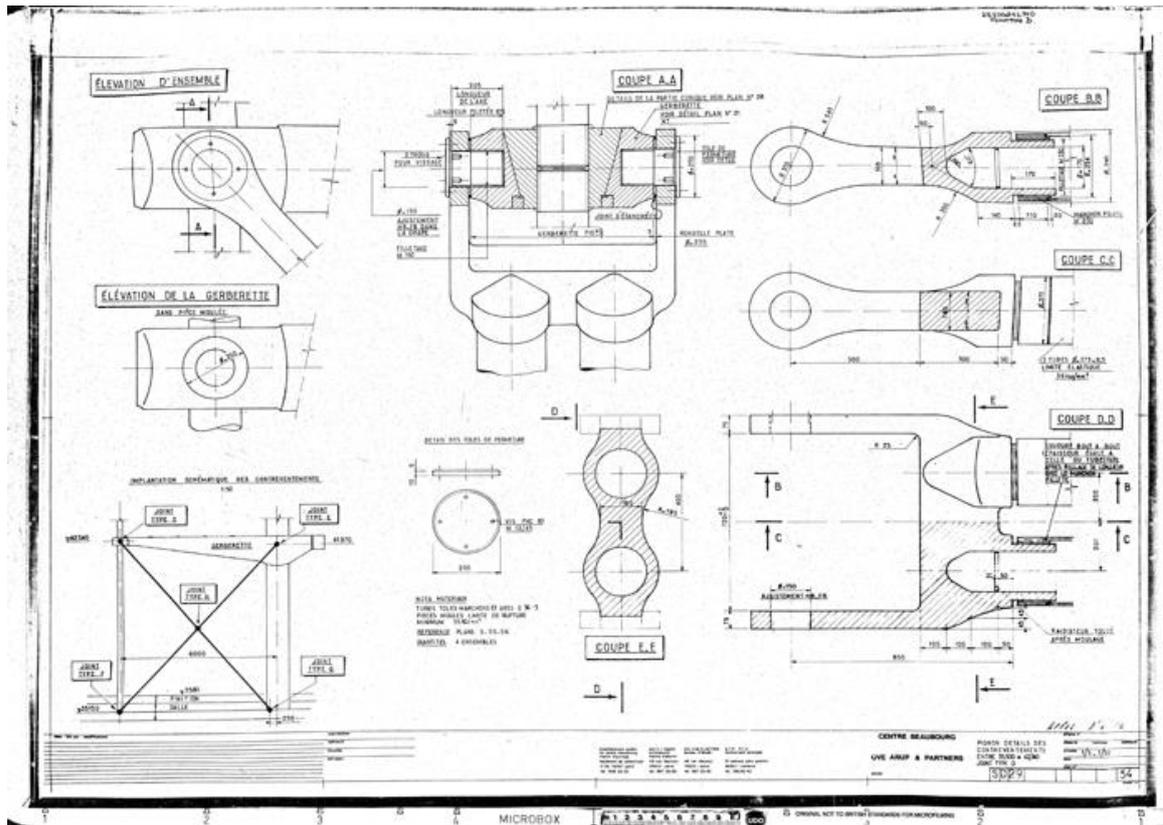
Sezione del contesto urbano del Beaubourg, sulla destra Notre Dame



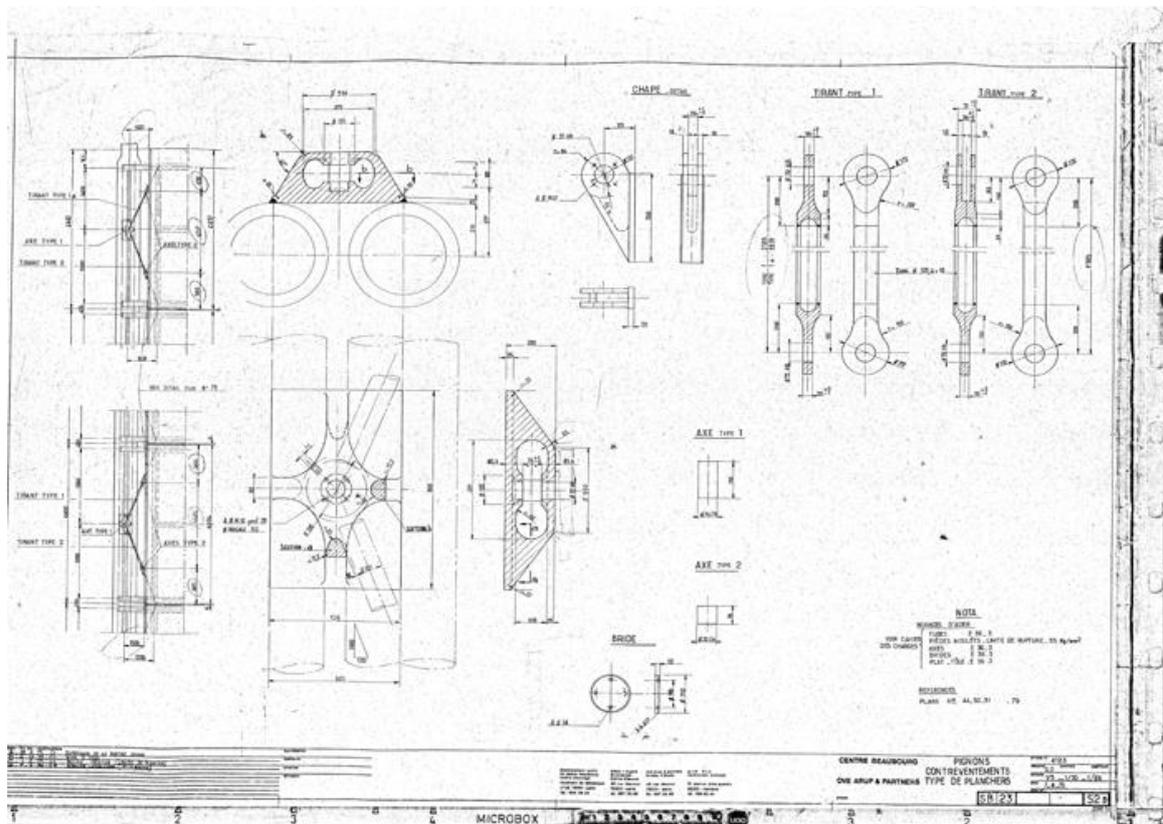
Sezione trasversale dell'edificio



Sezione longitudinale sulla piazza antistante l'edificio



Alcuni dettagli costruttivi



2.2. Trattazione

La proposta progettuale di un centro polifunzionale con la quale Renzo Piano si presenta sul campo internazionale, risponde perfettamente alle esigenze del momento, che volevano una struttura con una varietà di funzioni culturali, tra le quali anche musei e biblioteche, lontana dalle istituzioni polverose che di solito le ospitavano. Il progetto incarna allo stesso tempo una provocazione, una parodia dell'immaginario tecnologico di quei tempi.

Il successo, nel bene e nel male, di quest'edificio dimostra il definitivo cambiamento di rotta nella ricerca architettonica, basta pensare alla severità e alla monumentalità del contemporaneo Kimbell Art Museum di Louis Kahn a Fort Worth, Texas, completamente diverso e subito messo in ombra dal Beaubourg in quanto a modernità e popolarità.



In alto, Kimbell Art Museum di Louis Kahn (Fort Worth, 1972)

In basso, Beaubourg (Parigi, 1977)

La grande macchina del Beaubourg atterra sul suolo parigino noncurante del contesto tradizionale della città, radicandosi ed estendendosi anche nel sottosuolo (le grandi prese d'aria che si vedono sulla piazza antistante il Centro, partono dall'auditorium sottostante e fuoriescono sulla grande piazza).

Questo groviglio di travi metalliche, tuttavia, non convinse tutti: molti sostennero che un'opera del genere in piena Parigi era fuori luogo, e furono molti i tentativi con cui si cercò di impedirne la costruzione. Ovviamente un'opera del genere non avrebbe avuto alcun senso se fosse stata costruita in periferia: essa voleva rappresentare il nuovo volto della città moderna, che certamente non poteva essere visibile al di fuori di un tessuto urbano consolidato⁸.



Vista dei tetti di Parigi e, in lontananza, il Beaubourg

Le influenze della ricerca architettonica in campo "tecnologico" sono chiaramente visibili: la tecnologia viene utilizzata in forma espressiva, ed assume a volte un carattere

⁸ Piano 2005, p.30

utopico, come i progetti del gruppo inglese Archigram, altre volte semplicemente illustrativo della mera meccanica dell'ingegneria, come le teorie di Richard Buckminster. Ma in che termini si esprime la tecnologia nel Beaubourg?

Alcune scelte progettuali, come quella di destinare il massimo spazio alle esposizioni di opere d'arte, hanno portato logicamente alla preferenza dell'acciaio come materiale costruttivo principale, ma era davvero necessario portare all'esterno dell'edificio la sua ossatura così imponente, seguita dal groviglio di tubi impiantistici? Forse la tecnologia, in questo caso, è anche l'ornamento della costruzione, e si distingue in più di una forma: una tecnologia strutturale e una tecnologia impiantistica.



Beaubourg, ingresso

Nel Beaubourg la struttura è portata all'esterno con una certa ostentazione, lasciando così all'interno spazi grandi, a pianta libera, flessibili per futuri cambiamenti. Allo stesso modo, il sistema impiantistico emerge come una nervatura massiccia, che si contraddistingue per l'uso di diversi colori: il rosso per gli impianti di sollevamento (ascensori, scale mobili, montacarichi), il blu per il condizionamento dell'aria, il verde

per l'impianto idrico e il giallo per l'impianto elettrico (la colorazione bianca è l'elemento distintivo degli elementi della struttura primaria).



Dettaglio degli impianti a vista

L'edificio, un parallelepipedo lungo 170 m per 60 m di larghezza e 42 di altezza fuori terra, è suddiviso longitudinalmente in 13 campate di 12,80 m ciascuna, con una luce libera di 48 m. Solo 28 pilastri circolari in ferro per sorreggere sei impalcati da $10.000 m^2$ l'uno. Per realizzare una struttura portante primaria di queste prestazioni ci volle l'invenzione di Rice della *gerberette*, una mensola in metallo pressofuso infilata nel pilastro circolare alla quale è incernierata sulla parte interna la grande trave reticolare (alta 3m) e all'estremità dello sbalzo un cavo metallico che l'attraversa e ne bilancia lo sforzo⁹.

La trasparenza dei percorsi meccanicizzati e di tutto il Beaubourg è stata interpretata molto spesso come citazione dell'High-Tech: ma in realtà non è "alta tecnologia", è un

⁹ Cacella, p.148



Le travi Gerber in fabbrica e in cantiere

gioco fatto con la tecnologia. La struttura, che si compone non solo di tubolari in acciaio, è un insieme di pezzi artigianali e trovare un'industria di lavorazione dell'acciaio disposta a un simile lavoro non fu semplice. Il problema, oltre che l'accettazione dell'opera in sé, compromessa sin dall'inizio, era che l'industria che avrebbe accettato quest'incarico, avrebbe preso parte responsabilmente alla costruzione di una struttura che, a detta di molti, essendo realizzata in pezzi "su misura" non avrebbe retto. Per questo motivo lo studio Piano & Rogers dovette rivolgersi all'industria tedesca, e venne scelta la Krupp, l'industria che produce cannoni.

Ecco in che modo una tecnologia di tipo strutturale non coincide per forza con una di tipo strettamente edilizio. Tale accezione implica l'esistenza di un processo costruttivo che non compromette i tempi di cantiere, che facilita la costruzione in sé e che riduce anche inutili costi aggiuntivi.

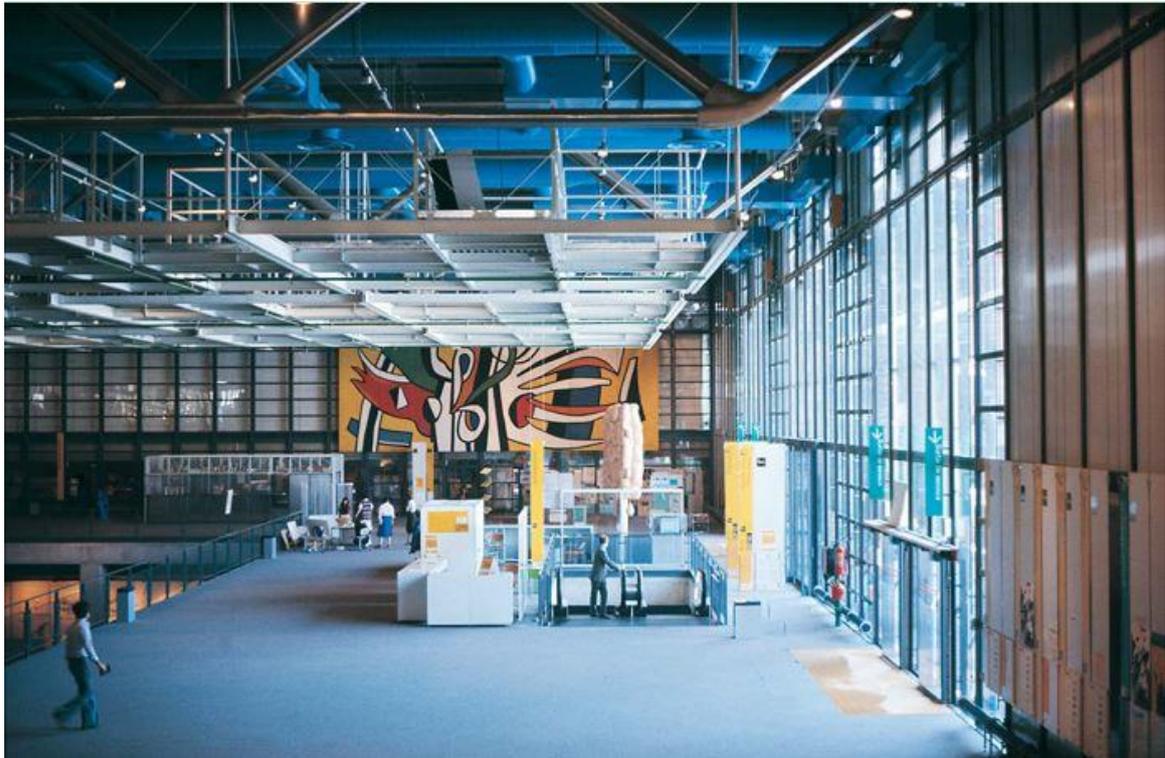
Ciò che emerge nel Beaubourg è una tecnologia strutturale ingegneristica strettamente legata all'idea di "pezzo" artigianale: ogni elemento viene creato su misura, ideato al computer e realizzato in pezzi di fusione. Tuttavia, un procedimento del genere non si dimostra tecnologicamente avanzato e "sostenibile" da altri punti di vista.

Per quanto riguarda, invece, la tecnologia "impiantistica" del Beaubourg, dobbiamo riferirci alle canalizzazioni di servizio che definiscono i prospetti esterni.

Tali condotti rientrano sempre nello schema generale che vuole la forma come espressione della tecnica, della sincerità strutturale. Tutto ciò che doveva essere all'interno, nascosto in controsoffitti o sotto pavimenti galleggianti viene portato al di fuori della costruzione. Come un biglietto da visita, essi anticipano la libertà spaziale degli spazi interni: spazi estremamente flessibili, pronti a ogni cambiamento riguardante flussi di persone, sale di lettura o di esposizione, per quanto una struttura tanto rigida esternamente possa permettere.

Nel corso dell'ultimo restauro, difatti, la flessibilità che Piano e Rogers predispongono alla struttura interna, permette un'estensione dei suoi spazi. Il "plug-in" consiste nell'aggiungere pezzi di solaio come tasselli di un mosaico, il cui telaio permette di giocare, aggiungendo o togliendo, senza che la struttura principale possa risentirne: il

Beaubourg vuole essere modulare, nasce per adattarsi e cambiare con le esigenze del pubblico.



Beaubourg, interno

Dalla fase iniziale di progettazione al prodotto architettonico finale (quello inaugurato nel 1977) cambiano alcuni obiettivi, come il rapporto tra pieni e vuoti all'interno della griglia strutturale o l'idea di utilizzare le facciate esterne del Centro come supporto per grandi schermi di informazione pubblica. Dopo l'intervento di restauro (1996-2000) la superficie interna cambia ulteriormente.

Ultimata la realizzazione del Centro, nel 1977, Piano e Rogers commentano: *Nel progetto la struttura primaria era una grossa griglia occupata soltanto parzialmente, soltanto per il 60% del volume costruito. Cioè non tutti gli spazi erano pieni, e il volume costruito era molto frastagliato, molto rotto. Ma poi, durante la fase di 'avant-project sommair' e di 'avant-project définitif' c'è stata la corsa al volume allo spazio [...] per cui siamo stati pian piano spinti a cedere, ed ora lo spazio è occupato dal volume per l'85%*

*circa. La maglia è quasi piena. Questo eccesso del volume ha determinato una perdita di leggerezza ed una perdita di funzionalità nei riguardi dell'idea iniziale della piazza.*¹⁰

Relativamente all'uso dell'edificio come 'supporto di informazioni', pur avendo predisposta la griglia esterna a tale scopo, non è stato possibile attuare in pieno il programma progettuale, e ciò soprattutto per ragioni di carattere politico, di controllo.

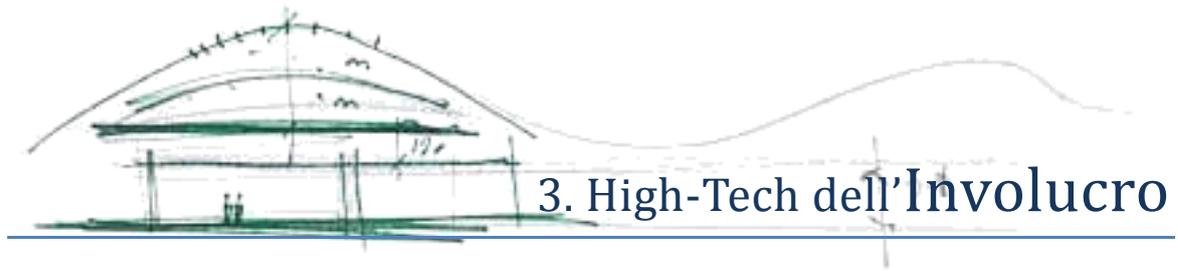
Dal 1996 al 2000 il Centro viene sottoposto a una completa revisione e ristrutturazione.

L'ingresso viene spostato a livello zero, come una naturale prosecuzione della piazza che termina sotto una pensilina di attesa; viene modificato il foyes, che viene messo in asse con l'ingresso principale e mette in relazione i tre piani sotterranei (dove si trovano il cinema multisala), il livello piazza (biglietteria e informazioni), e i due mezzanini pubblici (boutiques e caffè); viene aumentata la superficie utile ma senza modificare il volume: innanzitutto gli uffici amministrativi sono stati spostati in un immobile vicino, sono state eliminate le doppie altezze di alcuni ambienti e razionalizzate le aree espositive. In questo procedimento sono state riportate a vista alcune parti strutturali precedentemente coperte. Vengono, infine, riorganizzati i flussi, e si è dato un ingresso indipendente a ogni attività: museo e biblioteca vengono separati, e quest'intervento è anche oggetto di discussioni tra Piano e Rogers, il quale voleva mantenere il Beaubourg come un centro culturale, non come un insieme di dipartimenti. Tuttavia, le esigenze reali dei fruitori sono diverse: chi cerca la quiete della lettura e dello studio vuole essere protetto dal rumoroso flusso dei turisti, apprezza perciò un ingresso separato.

Nell'osservare il Centro Pompidou non può non risaltare la minuziosa e precisa articolazione degli elementi in acciaio che ne costituiscono la struttura. Le facciate sono, come nel successivo edificio dei Lloyd's a Londra, l'esposizione in primo piano del sistema strutturale. Gli elementi in acciaio sono disposti gerarchicamente seguendo il percorso dei carichi dai solai alle travi reticolare in facciata, alle gerberette – le mensole del peso di 10 t e della lunghezza di più di 8 m – fino alle colonne. Queste ultime furono oggetto di particolare cura nella progettazione, in quanto doveva essere evitata qualsiasi tipo di eccentricità nell'applicazione dei carichi lungo l'asse; si tratta di colonne cave del diametro esterno di 80 cm, realizzate grazie alla tecnica della fusione centrifuga. Gli

¹⁰ Ausiello-Polverino, p.37

elementi di connessione tra gerberette e colonne dovevano essere gli stessi lungo tutta l'altezza, ma questo si scontrava con la necessità di variare il diametro della colonna. La tecnica della fusione centrifuga, nella quale l'acciaio fuso viene colato in uno stampo cilindrico, consentì sia di mantenere lo stesso diametro esterno sia di variare lo spessore della sezione e quindi il diametro interno, in modo da dimensionare la colonna in base a carichi maggiori alla base e minori in sommità. L'adozione di questo sistema ha inoltre permesso di creare all'interno degli spazi completamente liberi, adattabili a qualsiasi tipo di esposizione.



3. High-Tech dell'Involucro

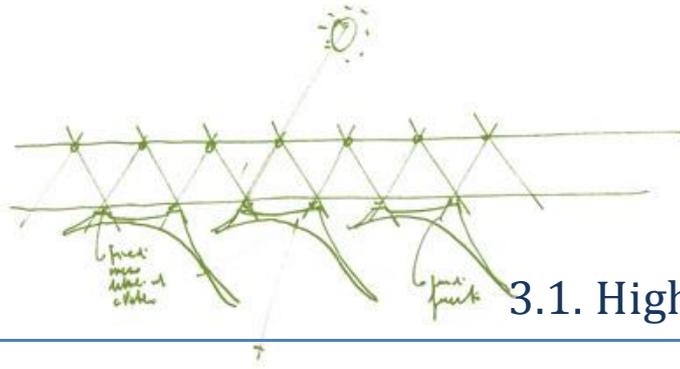
Dalla crisi energetica del 1973 la ricerca tecnologica nell'architettura si è interessata maggiormente alle problematiche legate all'isolamento termico, generando uno sviluppo rapido, maggiormente in Europa, di tecniche di coibentazione dell'involucro opaco.

L'introduzione di materiali artificiali e industriali ha determinato la trasformazione delle murature da elemento portante dell'edificio a parte perimetrale dell'involucro edilizio, dando vita alla progressiva scomposizione delle funzioni in parte portante, pellicola protettiva, isolante termico e acustico ecc.

L'involucro edilizio diviene involucro attivo quando non solo supporta, ma integra nella propria struttura i sistemi impiantistici, quelli per la raccolta e la trasformazione dell'energia solare e per la ventilazione degli ambienti interni. Non sempre però è facile conciliare una libera espressione architettonica nel disegno delle facciate, e di tutto l'edificio, con la modularità dimensionale tipica degli elementi impiantistici.

Nella produzione di Piano l'involucro edilizio è soggetto di continua evoluzione: nel processo di ricerca tecnologico-architettonica si è evoluto da elemento-barriera protettivo a complesso sistema-filtro in grado di ottimizzare le interazioni tra microambiente esterno e interno.

Le soluzioni maggiormente adottate nei lavori di Piano sono la parete ventilata e sistemi di copertura intelligente, ma non meno frequentemente l'involucro diventa un mero esercizio di espressione artistica, indipendente dalla funzione degli ambienti interni. Analizziamo quindi, in alcuni casi studio, in che modo l'involucro diventa caratterizzante di un'architettura, e come la tecnologia supporta questa scelta espressiva e tecnica.



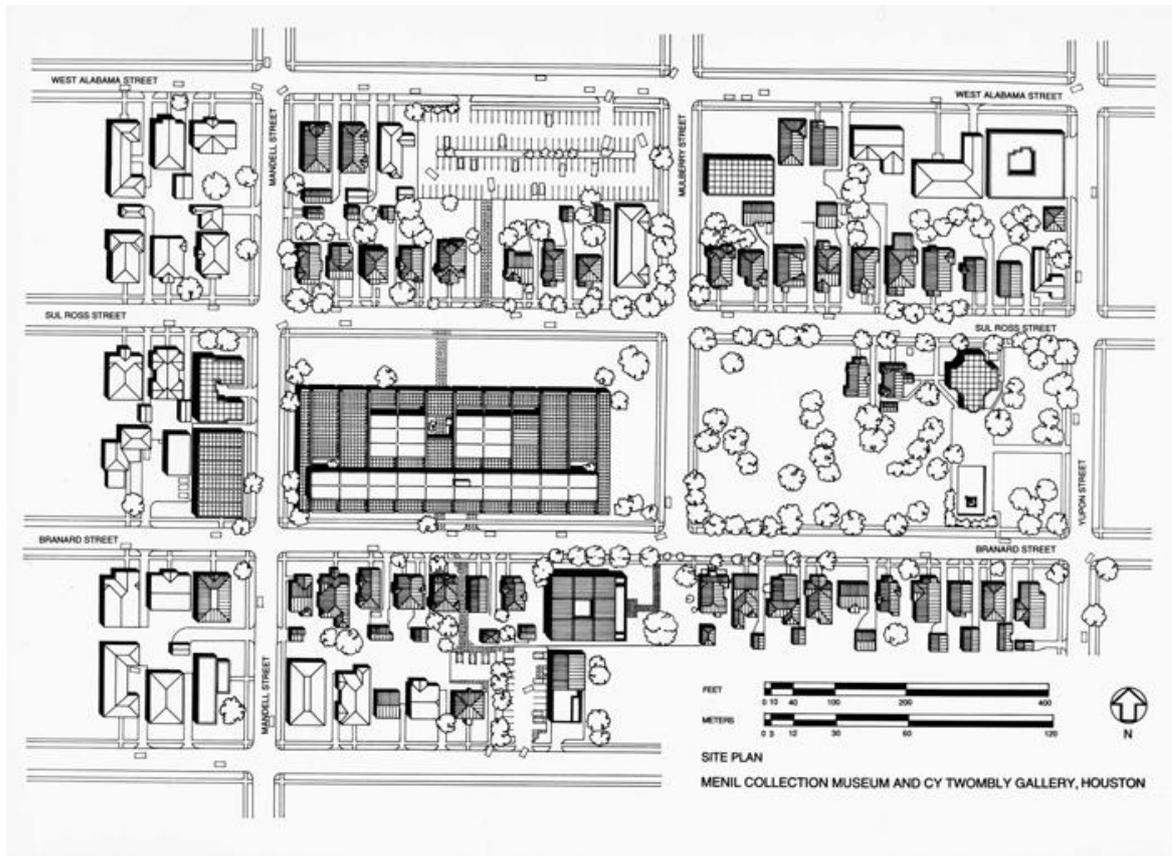
3.1. High-Tech di Copertura

Museo De Menil

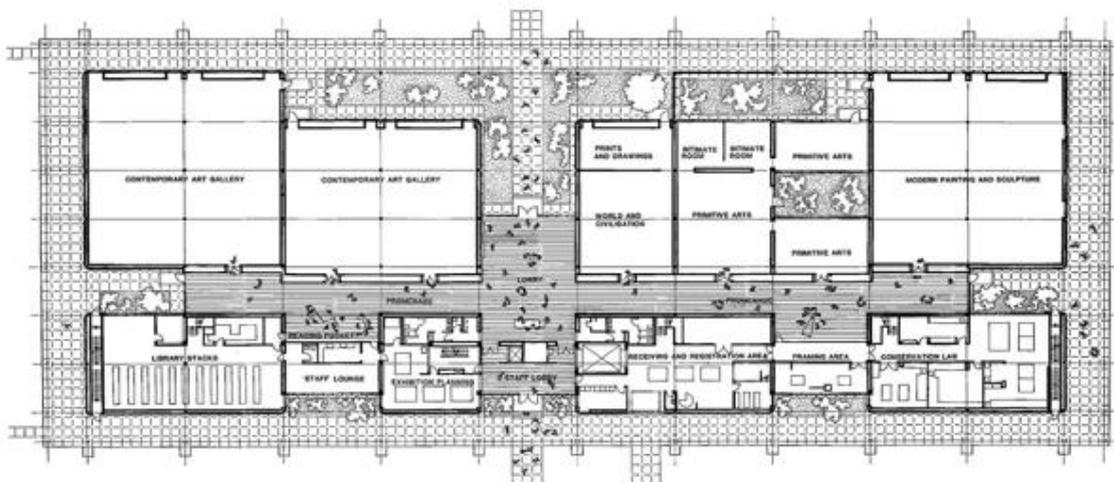
Luogo:	Houston, Texas
Committente:	Fondazione De Menil
Progettisti:	Piano & Fitzgerald
Richiesta:	Museo espositivo per la collezione d'arte De Menil
Cantiere:	1984 - 1987
Dimensioni:	volume compatto di 120 m x 45 m, costituito da un livello zero, uno interrato e uno rialzato, questi ultimi con superficie minore del livello principale
Struttura:	acciaio e ferro cemento



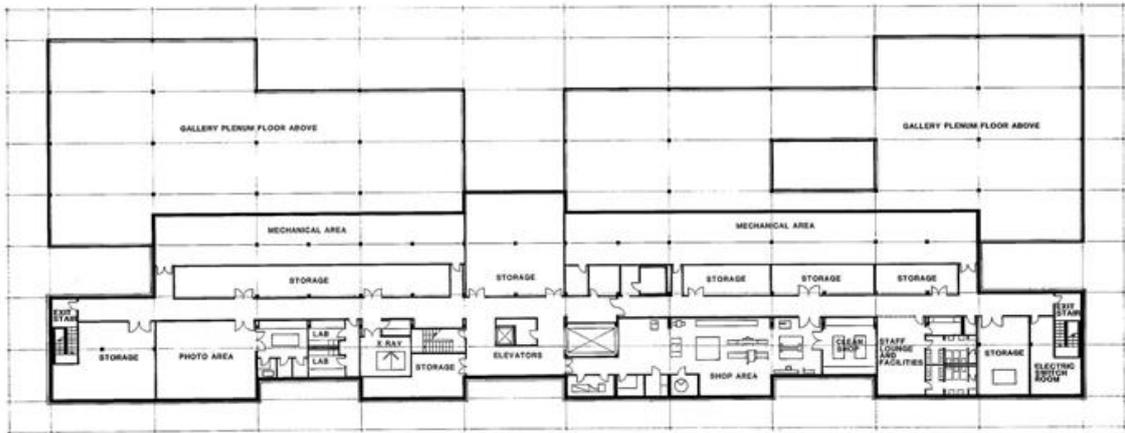
3.1.1 Elaborati Tecnici



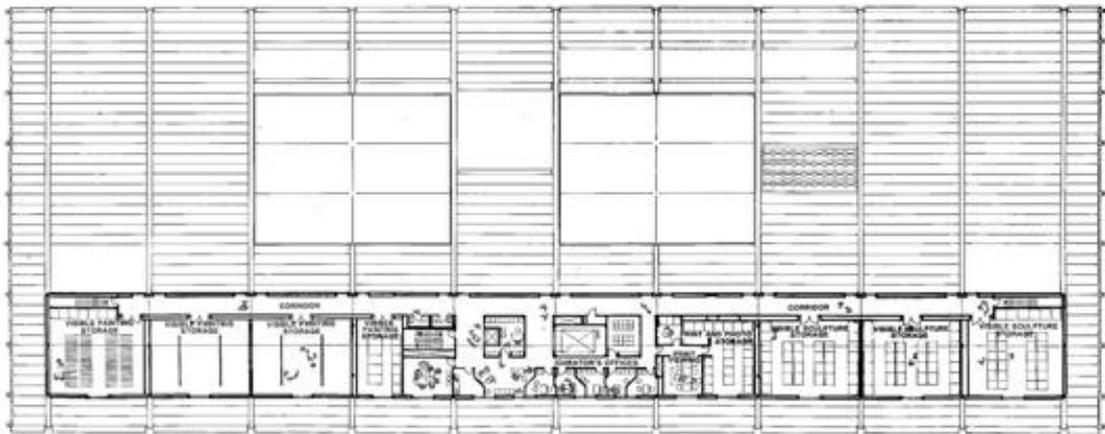
Planimetria generale con il lotto della Menil Collection



Pianta del livello 0



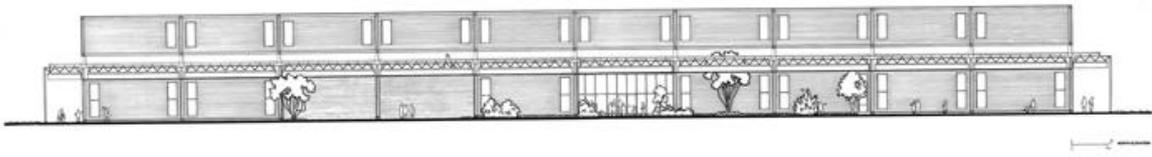
Pianta del livello 1



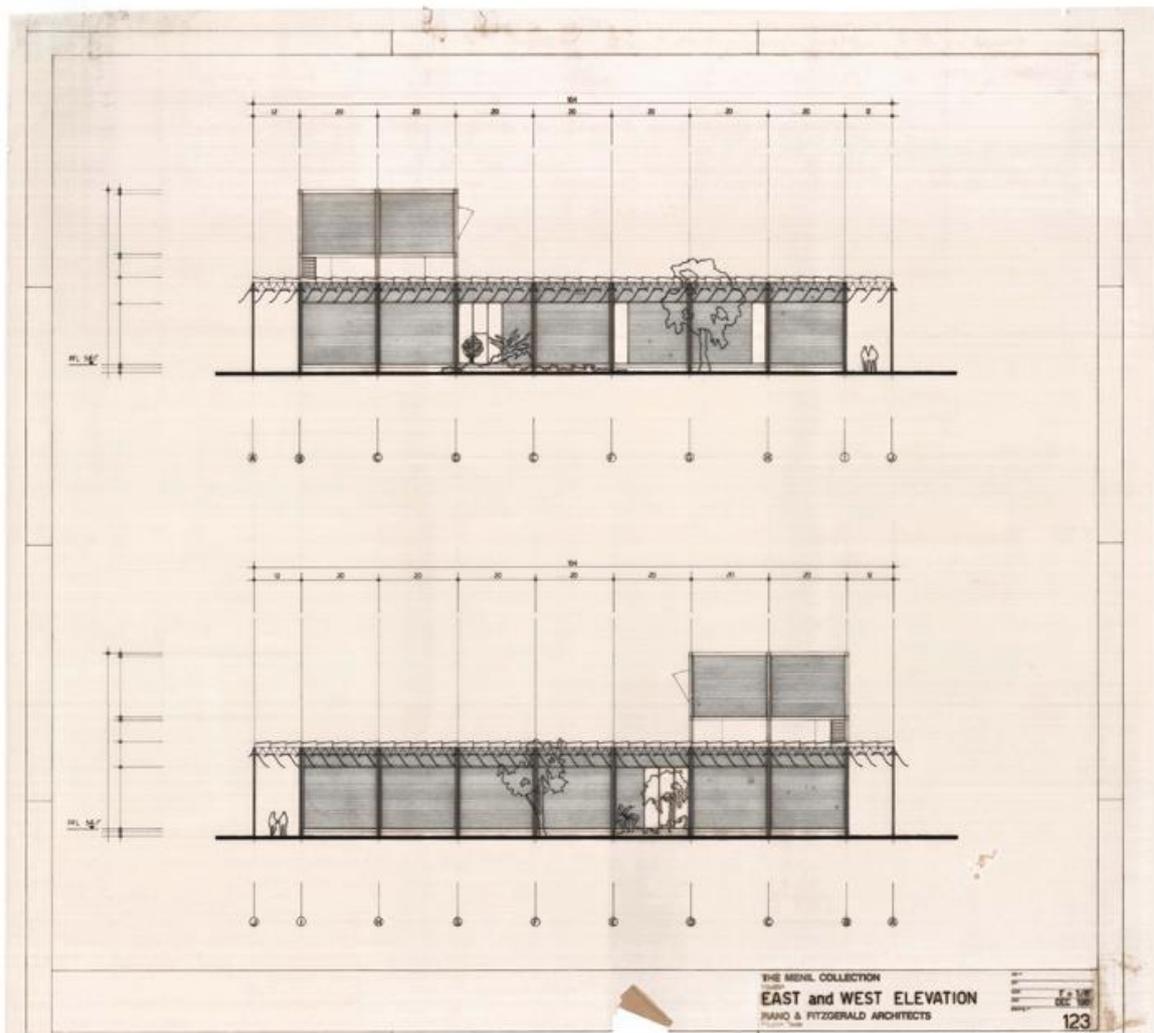
Pianta del livello 2



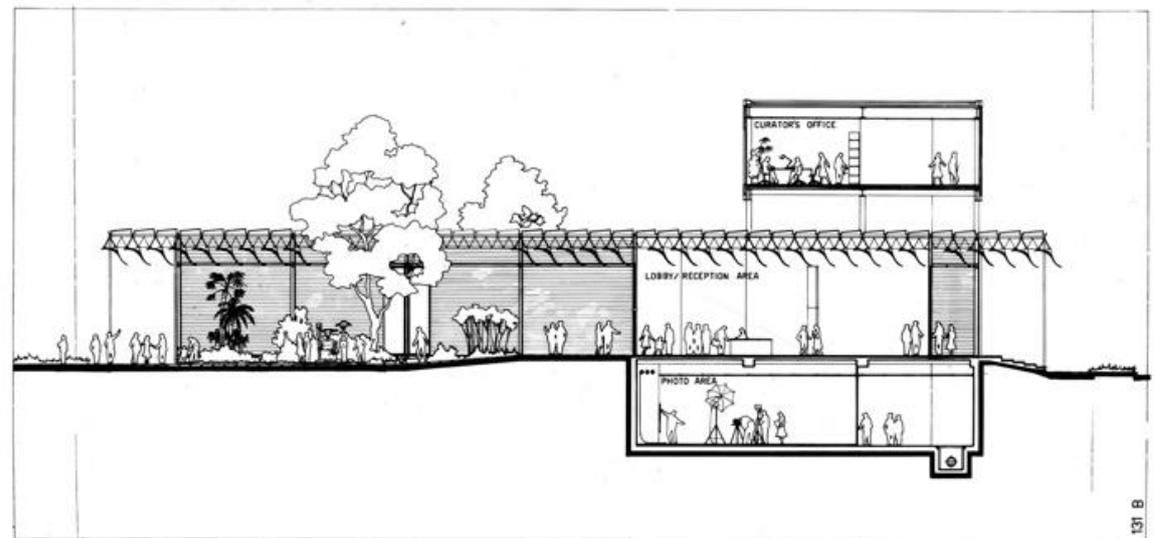
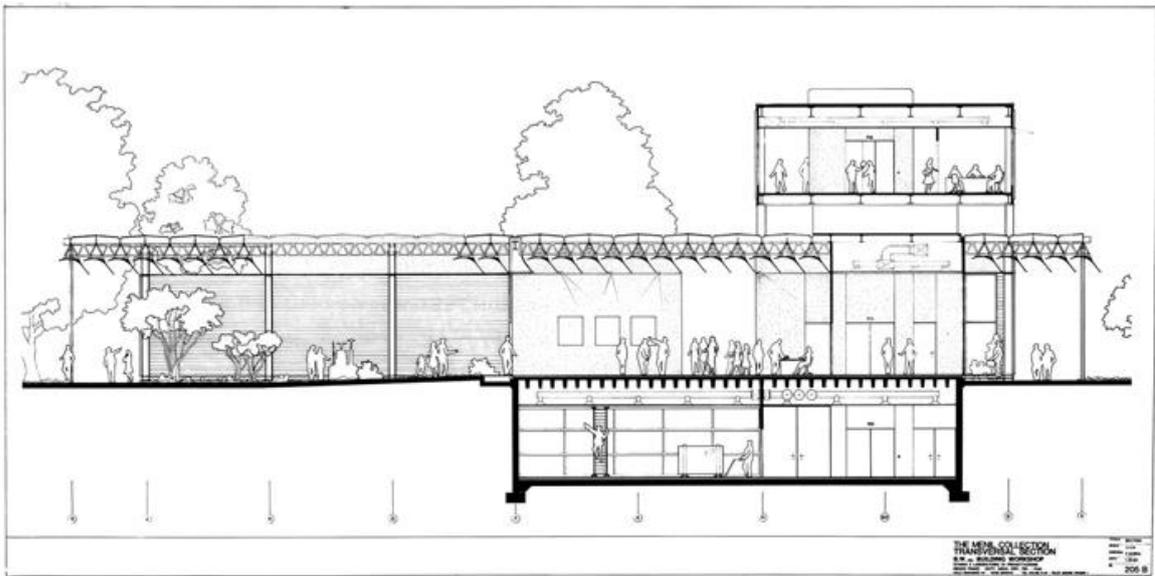
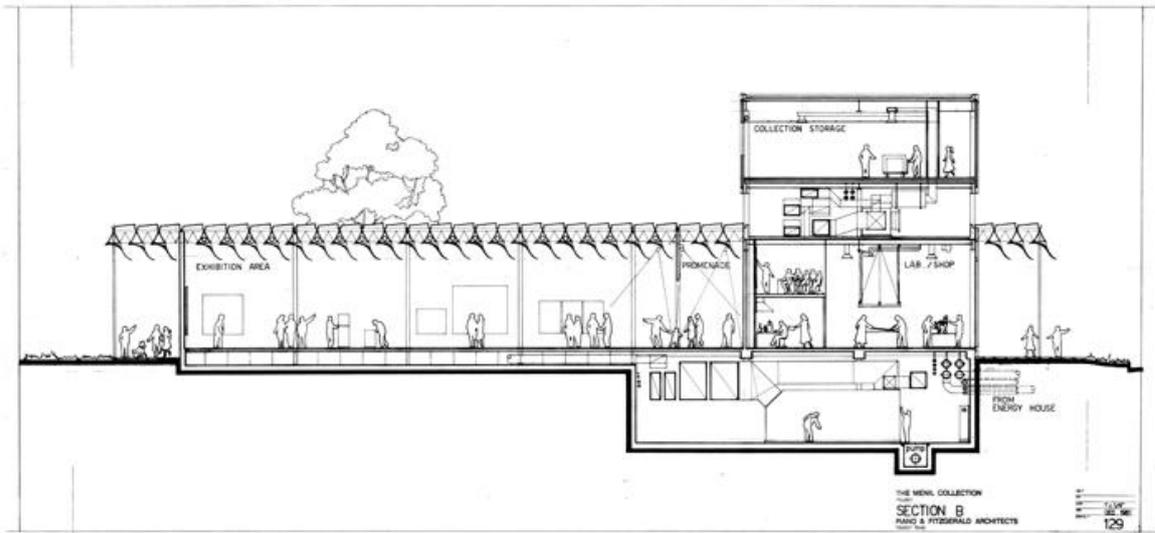
Prospetto Sud



Prospetto Nord



Prospetto Est e Prospetto Ovest



Sezioni trasversali

3.1.2.Trattazione

Il museo sorge in un ampio parco di circa due ettari, nella città di Houston. Il contesto urbano è denso della tradizionale architettura americana: case di legno costruite con la tecnica dei pionieri: il balloon frame, sistema di costruzione in legno che permette una



rapida realizzazione dell'edificio grazie a una prefabbricazione e standardizzazione dei listelli di legno.

La posizione geografica del sito conferisce parametri climatici vincolanti per la progettazione: a questa latitudine i raggi solari sono più diretti e l'umidità è maggiore. Tali caratteristiche sono state la prima richiesta indiretta di questa committenza texana.

La richiesta invece espressa da Madame De Menil era un museo di carattere sperimentale, che fosse al tempo stesso centro di restauro, sito espositivo e villaggio. La committente chiedeva, inoltre, che l'illuminazione fosse quella naturale, in modo da offrire varie letture cromatiche alle opere. L'accumulo eccessivo di luce da parte delle opere sarebbe poi stato compensato da un periodo di "riposo" in una sezione riservata del museo, accessibile unicamente a studiosi e restauratori. In questo modo le opere sarebbero state esposte a rotazione.

Inizialmente l'incarico di tale realizzazione viene affidato a Louis Kahn (1970), che nel 1966 aveva realizzato il Kimbell Art Museum nella vicina Fort Worth; tuttavia, a causa della scomparsa di Kahn, qualche anno dopo l'incarico viene sospeso.



Kimbell Art Museum (Louis Kahn, 1972)

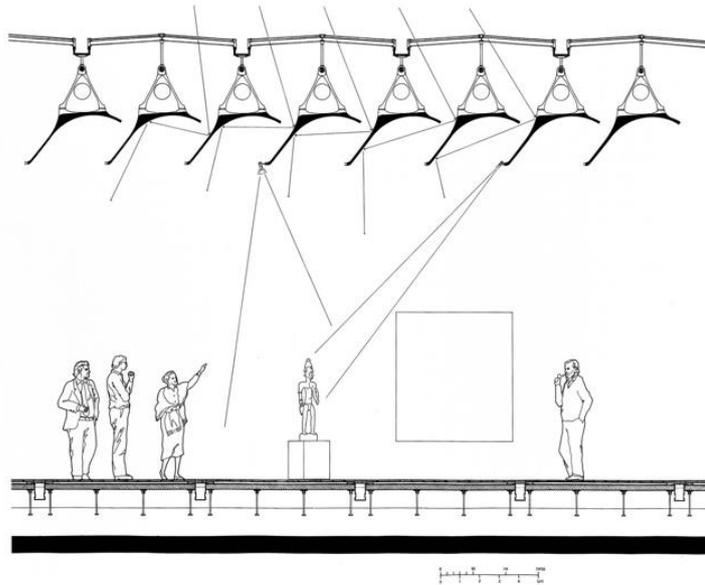
Nel 1980 Madame De Menil fa la conoscenza di Renzo Piano in occasione di una mostra al Beaubourg, e da qui inizia la collaborazione con il suo studio.

Lo studio dell'illuminazione naturale, e in particolare quella zenitale, è la chiave di lettura di questo lavoro, che trova appoggio in esperienze passate come quella del primo studio Piano a Genova. Nel Museo De Menil, però, i veri fruitori sono le opere d'arte, più sensibili dei visitatori alle condizioni di luce, umidità e ricambi d'aria.

Nel progetto di Houston espressione artistica e funzionalità tecnica dettano i parametri di ogni scelta progettuale.

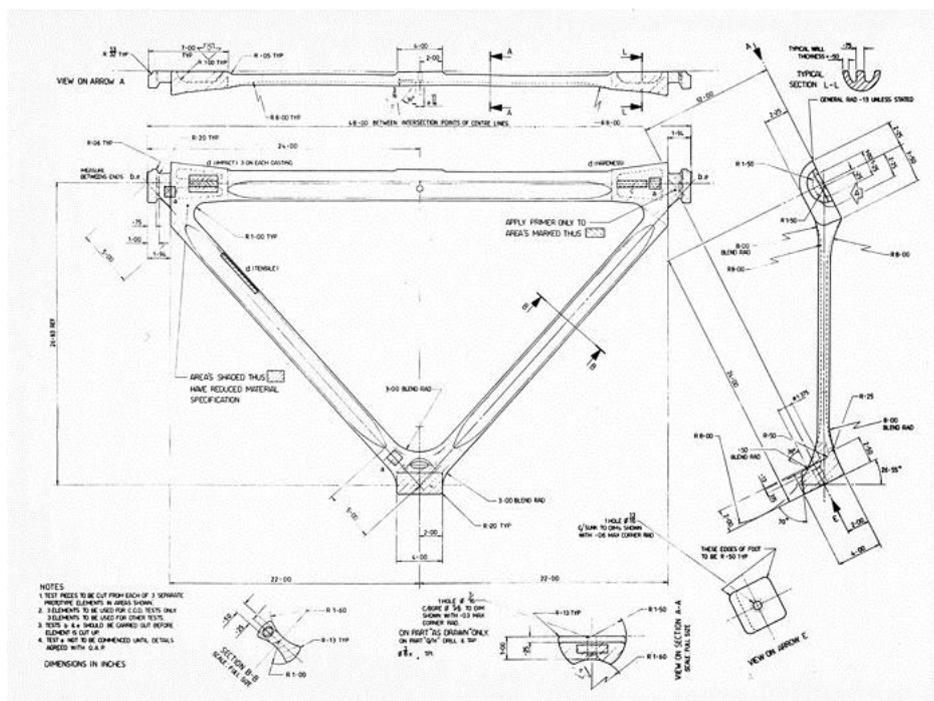
La committente, Madame De Menil, proprietaria di una collezione di circa 10.000 pezzi, voleva realizzare degli spazi sensibili in modo particolare alle condizioni d'illuminazione esterne: l'arte doveva essere ammirata in condizioni naturali. La sfida, per Piano, fu quella di elaborare un sistema di captazione della luce zenitale, che è quella più adatta per un'illuminazione naturale interna, evitando però un eccessivo irraggiamento che avrebbe compromesso il buon mantenimento delle opere esposte.

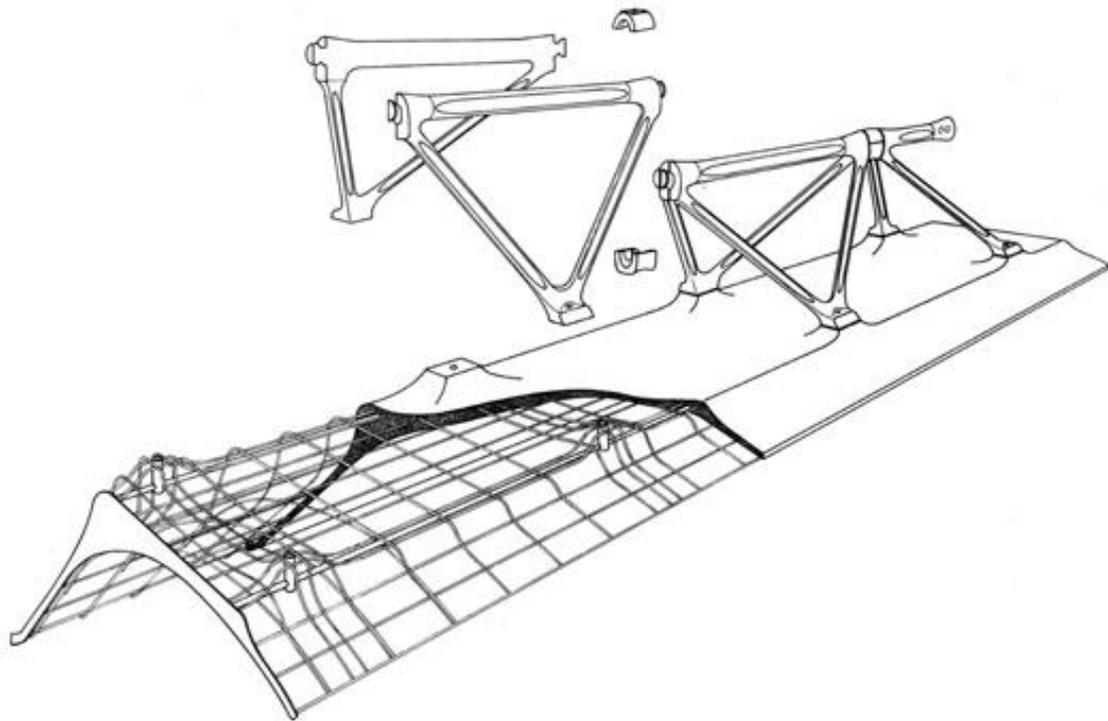
La responsabilità maggiore era, quindi, quella rappresentata dall'involucro di copertura. La proposta iniziale proponeva come *tasselli* del mosaico di copertura degli elementi geometrici che corrispondevano ad un arco di cerchio integrato a un telaio tridimensionale a sezione quadrata. Tale proposta si è modificata gradualmente, con l'ausilio di simulazioni virtuali, fino a diventare la "foglia" che vediamo oggi.



In alto, sezione di una sala espositiva

In basso, particolare costruttivo dell'elemento di fissaggio della "foglia"





In alto, modello tridimensionale della "foglia"
In basso, particolare costruttivo del nodo pilastro - trave

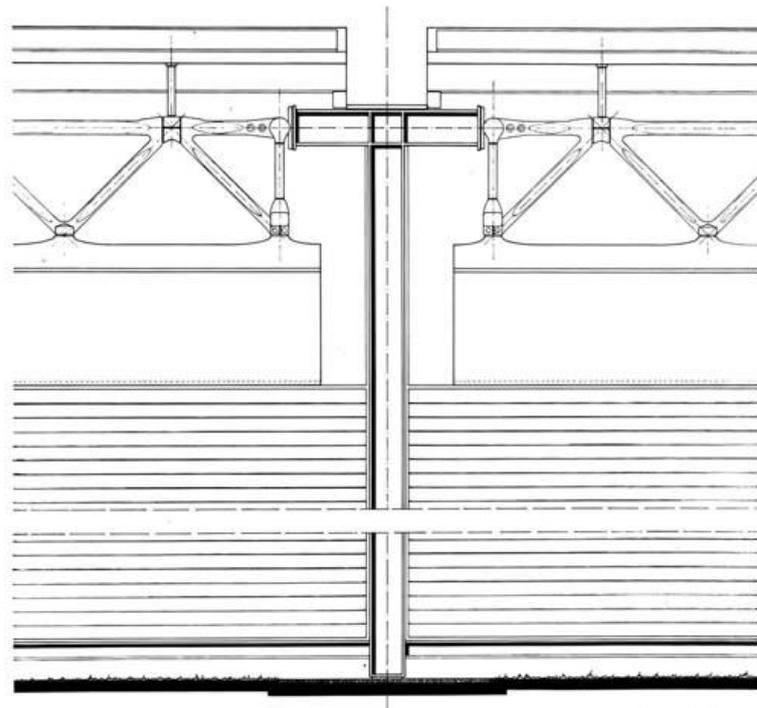


FIGURE ELEVATION DETAIL

Le caratteristiche “foglie” del Museo consistono in elementi in ferro-cemento, materiale particolarmente adatto per la realizzazione di strutture resistenti e sottili.

La componente strutturale dell’edificio non assolve più esclusivamente a un’esigenza di equilibrio statico, ma anche funzionale per l’illuminazione interna delle gallerie ed espressivamente caratteristica per l’architettura dell’intero progetto.



Dettaglio esterno della copertura

Nel lavoro di Piano c’è sempre una forte componente artigianale: il “pezzo” della costruzione, in questo caso la foglia, è il risultato di studi tecnologici applicati al procedimento pratico della costruzione. Da questo punto di vista il Museo De Menil rappresenta il primo caso maturo tra le altre opere di Piano.

Nei lavori successivi che approfondiscono ancora il tema dell’involucro come filtro della radiazione solare, si assiste a una progressiva crescita artistica-professionale dell’architetto.

Nel progetto del Museo della Fondazione Beyeler a Riehen (Basilea, 1991) il ferroceamento viene sostituito da una struttura in acciaio e vetro. La sostanziale differenza dei due sistemi sta nella modalità con cui lo spettatore viene reso partecipe del funzionamento strutturale della copertura: nel Museo De Menil le “foglie” erano l’attrazione permanente delle sale espositive e mostravano sincere la loro essenza. Nel progetto svizzero avviene l’esatto opposto: le foglie di acciaio, oltre ad avere una componente artigianale minore e meno espressiva, si protendono verso l’ambiente esterno, lasciando indifferenti gli ospiti all’interno del museo. Le sale sono infatti coperte da una sottile pelle di vetro opaco che non lascia percepire la complessità strutturale dell’edificio, ben visibile invece all’esterno.



Fondazione Beyeler, interno



Fase di cantiere: la “doppia copertura”



Dettaglio del sistema di filtrazione della luce

Diverso è anche il trattamento esterno del volume: a Houston prevaleva il desiderio di integrare la struttura nel contesto urbano esistente. La Fondazione Beyeler sorge in una porzione di terreno sostanzialmente isolata, e risalta una maggiore libertà espressiva: il richiamo va subito al Padiglione di Barcellona di Mies Van Der Rohe.



Fondazione Beyeler, esterno

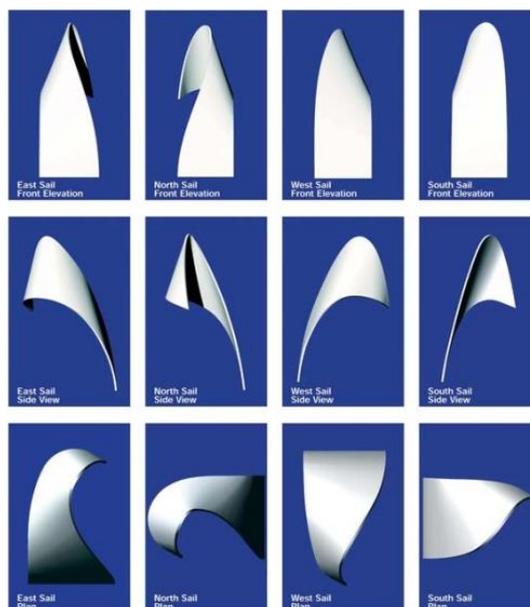
Sistema simile, con elementi ripresi dalle architetture precedenti, è quello del High Museum of Art Expansion (Atlanta, 1999): anche qui lo studio della copertura è stato uno dei temi principali del progetto, con l'aggiunta dello studio della facciata. La soluzione proposta ha voluto creare un unico sistema tra i due elementi, progettando ancora una volta un pezzo artigianale che avvolgesse la struttura in verticale e in orizzontale.

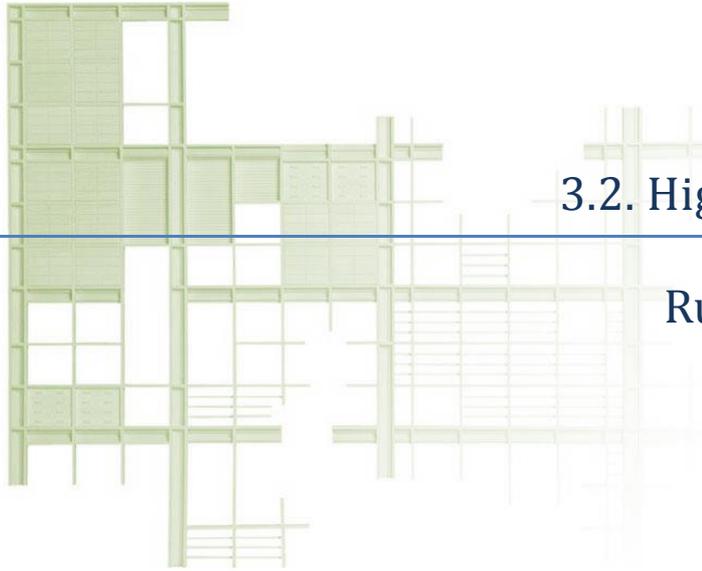


High Museum of Art Expansion (1999), viste significative dell'involucro esterno



Studi sull'involucro





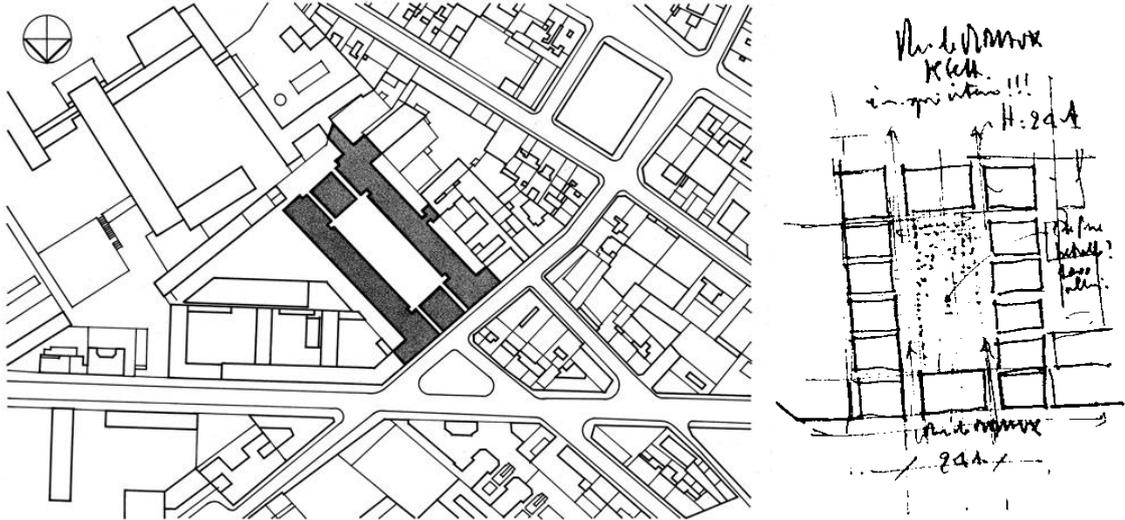
3.2. High-tech di Facciata

Rue de Meaux Housing

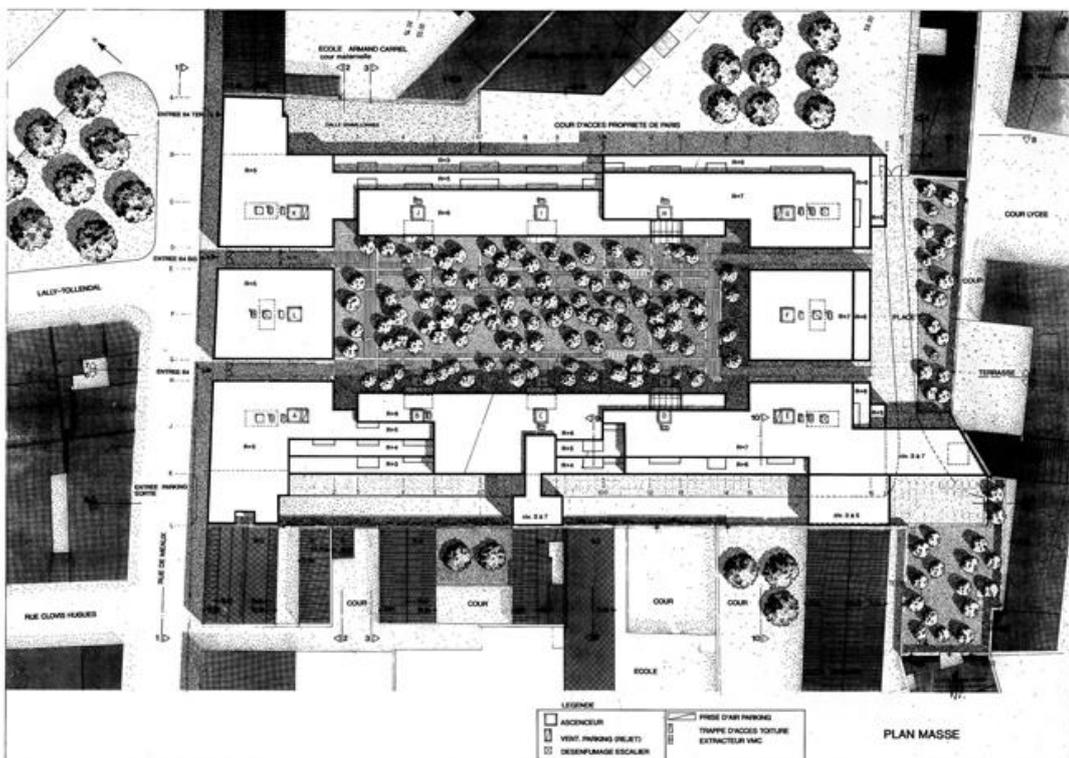
Luogo:	Parigi, Francia
Committente:	19esimo distretto di Parigi
Progettisti:	Renzo Piano Building Workshop
Richiesta:	Complesso abitativo di 220 appartamenti a basso costo
Cantiere:	1987 - 1991
Dimensioni:	Edificio residenziale, dimensioni 130 m x 80 m, con cortile interno, 70 m x 25 m; 6 piani
Struttura:	acciaio

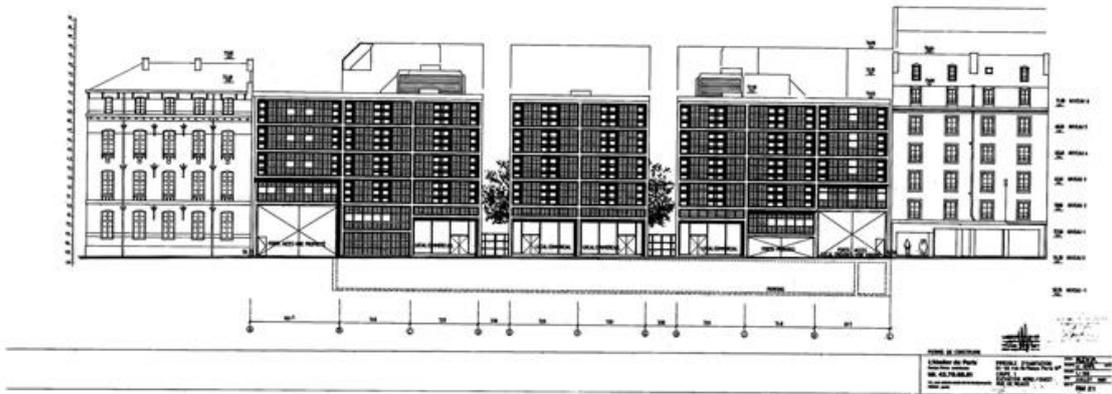
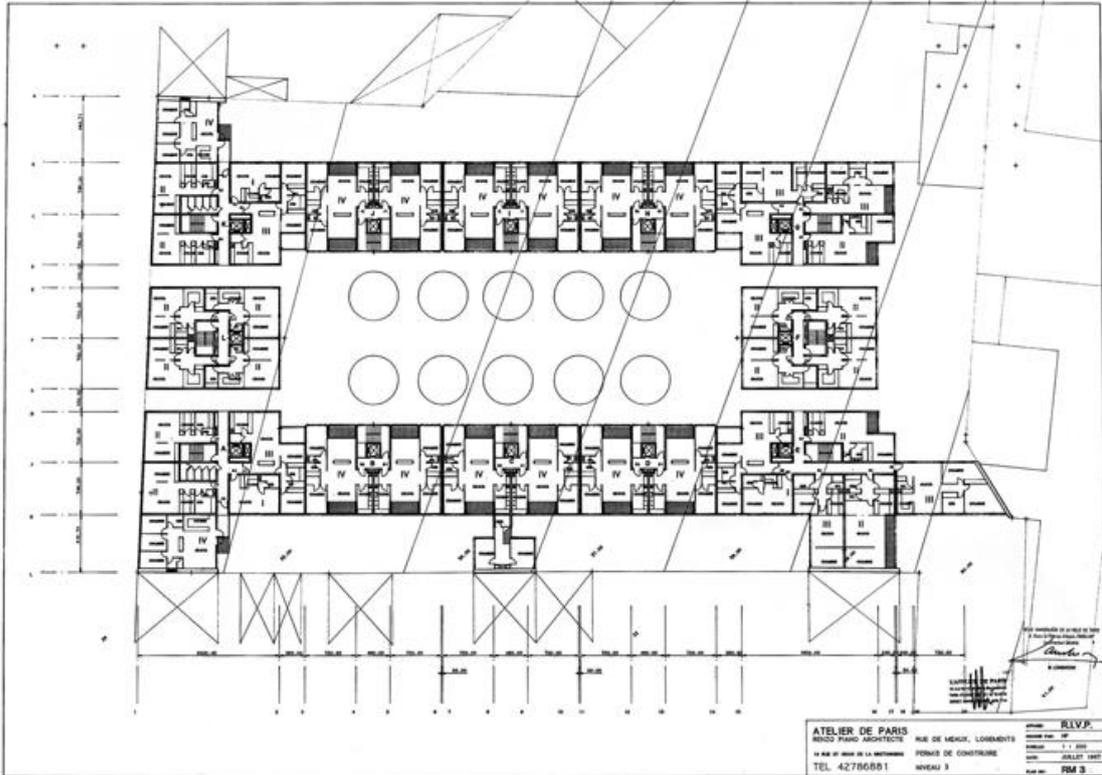


3.2.1. Elaborati Tecnici

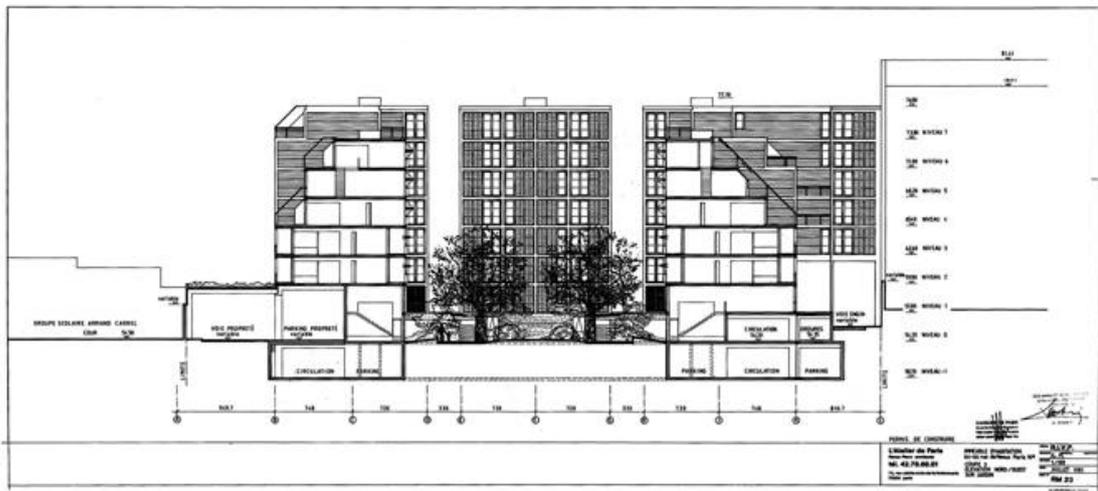


Inquadramento nel 19esimo distretto e planimetria generale

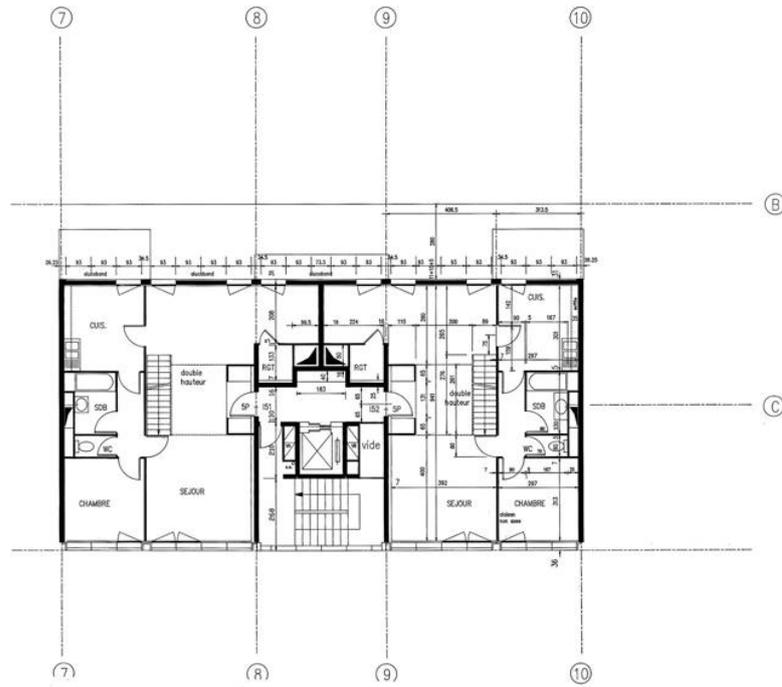




Pianta del piano tipo e sezioni longitudinali



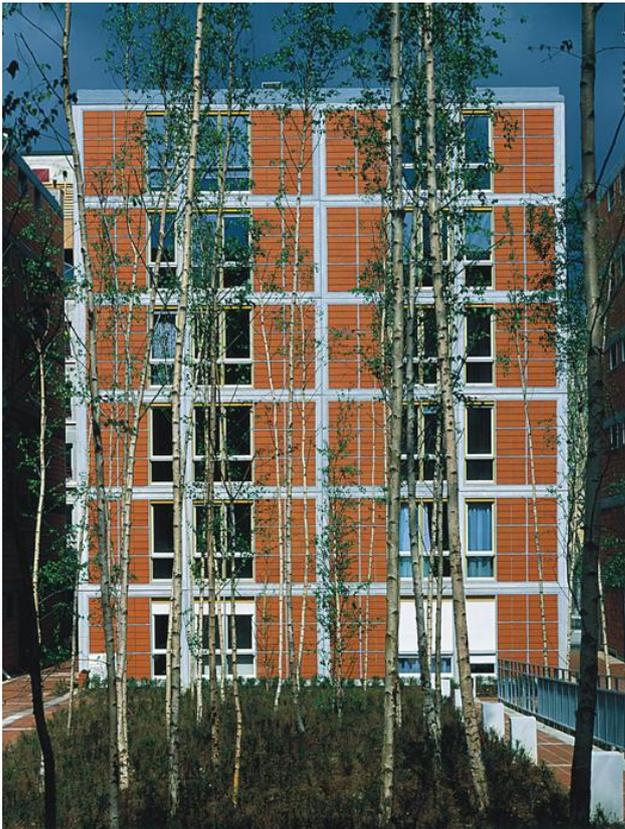
Sezione trasversale del lotto



Pianta dell'appartamento tipo

3.2.2. Trattazione

Rue de Meaux si trova nel 19esimo distretto, zona popolare a nord di Parigi. Trattandosi di un programma di edilizia popolare, lo studio di Piano dovette concentrare le risorse

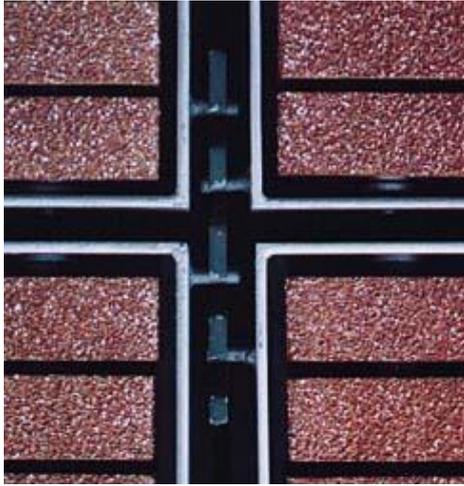


economiche, e si decise di approfondire il tema della facciata. Nessuna innovazione tipologica quindi per il resto della costruzione.

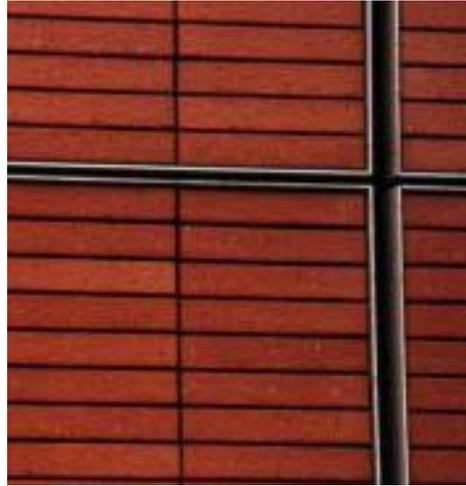
Si tratta del primo caso in cui viene sperimentata l'applicazione della "doppia pelle" rinunciando ai materiali prettamente tecnologici come acciaio e vetro. Anche questo è un sistema innovativo ma, per contro, parte dall'adozione di un materiale tradizionale che è la terracotta. La parete ventilata in cotto è un elemento molto frequente nella produzione di Piano, tuttavia la

modalità di progettazione cambia e si evolve nel tempo.

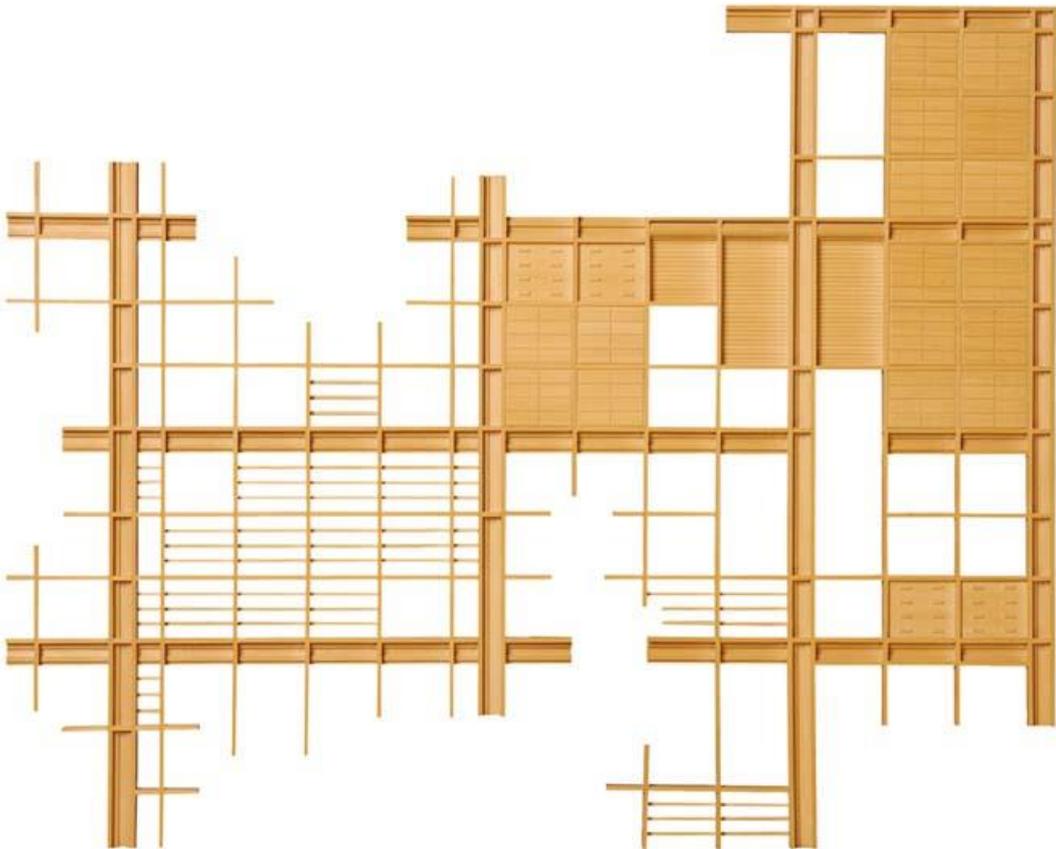
Il sistema adottato in questo caso, simile alla soluzione del progetto delle Colombiadi (Genova, 1985), e ripreso in seguito nel progetto dell'ampliamento dell'Ircam (1988), prevede una facciata composta di due sistemi sovrapposti: il mattone viene montato su una superficie metallica che fa da supporto e fa parte di un sistema gerarchicamente più importante, che consiste nell'apposizione, sulla facciata dell'edificio, di una grande ossatura metallica, alla quale, appunto, si appoggiano gli elementi più piccoli. Il pacchetto finale è dunque fatto di due strati tecnici.



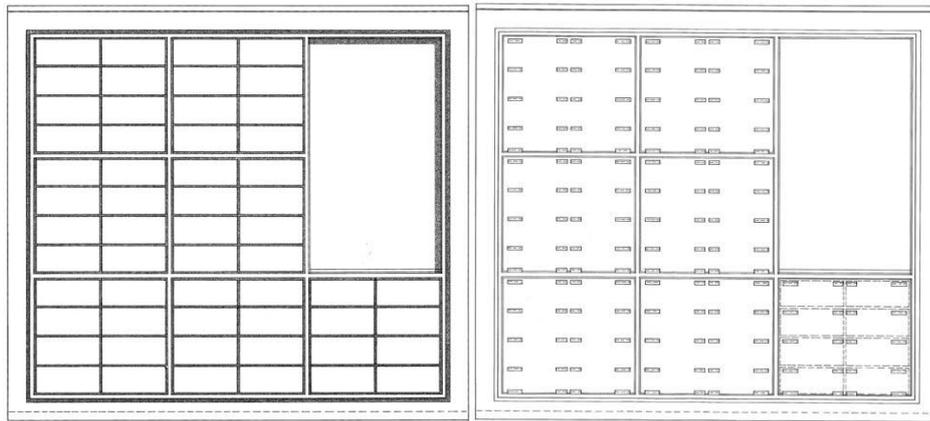
Colombiadi di Genova, dettaglio facciata



Ampliamento dell'Ircam, dettaglio facciata



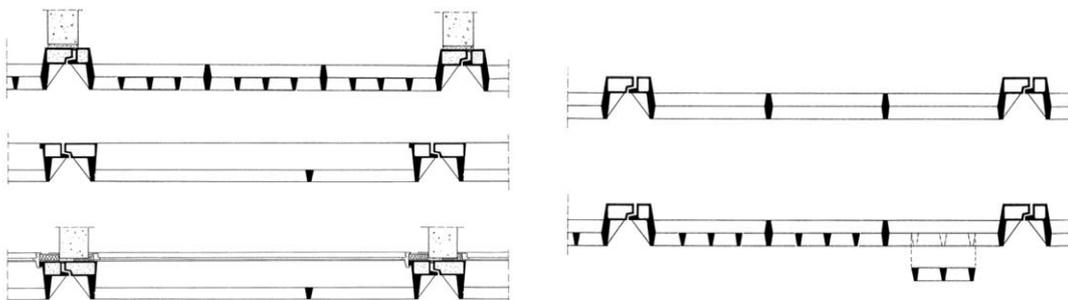
Rue De Meaux, modello di studio della facciata



Modulo di facciata con e senza mattoni

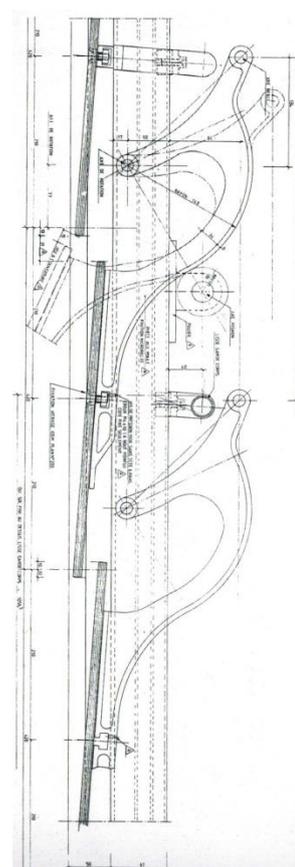


Dettaglio di facciata



Sezioni delle diverse tipologie del modulo

Altra lavorazione è quella della Cité Internationale (Lione, 1986), precedente lavoro sempre in territorio francese. Come sarà anche nel caso di Potsdamer Platz (Berlino, 1992) e della Banca Popolare di Lodi (1991), il rapporto tra superficie originale e il mattone è diretto: esso è portato direttamente dalla sottostruttura.



Cité Internationale, Dettaglio di facciata

Oltre alle diverse proprietà fisico-tecniche che i due sistemi presentano, anche il risultato estetico è diverso: il modulo di mattoni ottenuto dal primo procedimento risulta più compatto, uniforme come un tassello di un mosaico rappresentato dalla facciata dell'edificio; il modulo ottenuto invece con la disposizione dei mattoni direttamente sul telaio metallico conferisce al prospetto una vibrazione ottica differente: non essendoci una superficie che fa da "sfondo" ai mattoni, essi sono intervallati da sottili spazi vuoti. Nelle prime esperienze (Genova, Parigi, Ircam) le parti

vetrate si alternano a quelle piene rispettando sempre la griglia dimensionale, successivamente (Lione, Lodi, Berlino), invece, lo schermo in cotto si trasforma anche in un sistema frangisole, integrando le parti vetrate con continuità rispetto al resto della facciata. Alcune volte, ancora, la parete in cotto si riveste di una pelle vetrata che crea uno spazio, un filtro, una sorta di serra. La doppia pelle in vetro si chiude per riparare dalla pioggia e da un clima rigido e si apre permettendo effetti camino di circolazione dell'aria nel periodo estivo.



Ircam, dettaglio facciata

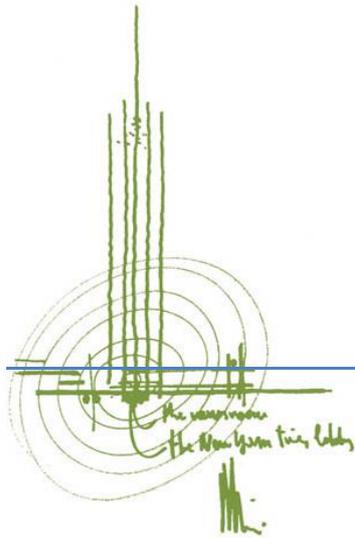


Banca Popolare di Lodi, dettaglio facciata

Concepito come procedimenti costruttivi a secco, successivamente queste facciate si definiscono nel progetto con l'incontro tra progettazione architettonica e progettazione ingegneristica-tecnologica, sia per la verifica su software dei parametri fisico-tecnici dei singoli mattoni sia per la tecnologia del sistema di apertura della pelle in vetro. Tale aspetto della progettazione implica la consulenza di aziende specializzate nel settore. Ciò permette anche di ottimizzare le fasi e i tempi di cantiere: con lo studio di questi sistemi di facciata si è giunti anche a una possibile prefabbricazione dei pannelli intelaiati.

Nelle successive esperienze la scelta fra una soluzione preassemblata o una montata in opera è una decisione della produzione e dipende da valutazioni di opportunità economica costruttiva: competenze della mano d'opera, mezzi d'opera necessari, tempi di montaggio, rischi tecnici.

Ecco perché nel trattare progetti come questi, si può parlare anche di una *tecnologia edilizia*: lo studio preliminare dei pannelli e la progettazione di ogni pezzo permette anche un recupero più semplice dei materiali e quindi minori tempi e costi di cantiere.



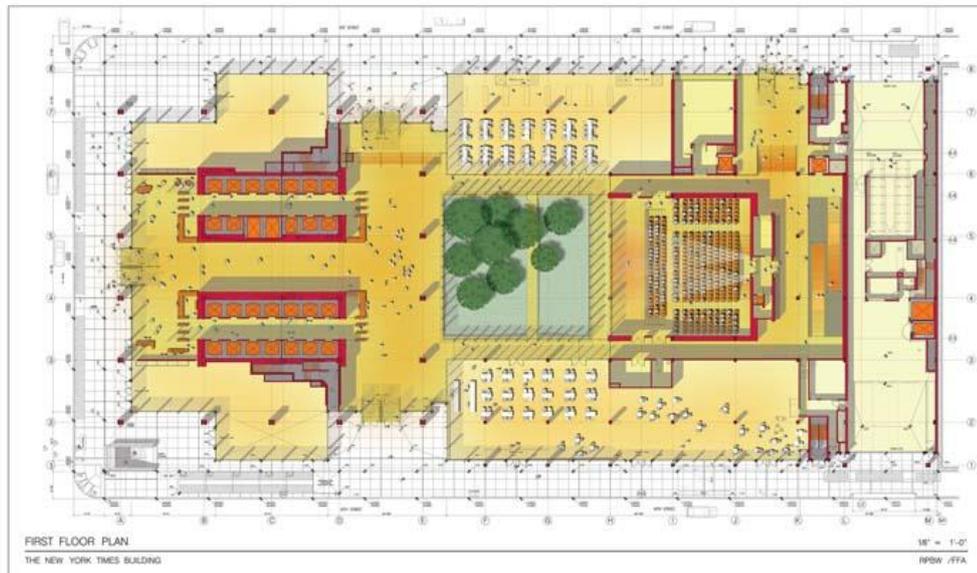
4. High-Tech espressivo

New York Times Building

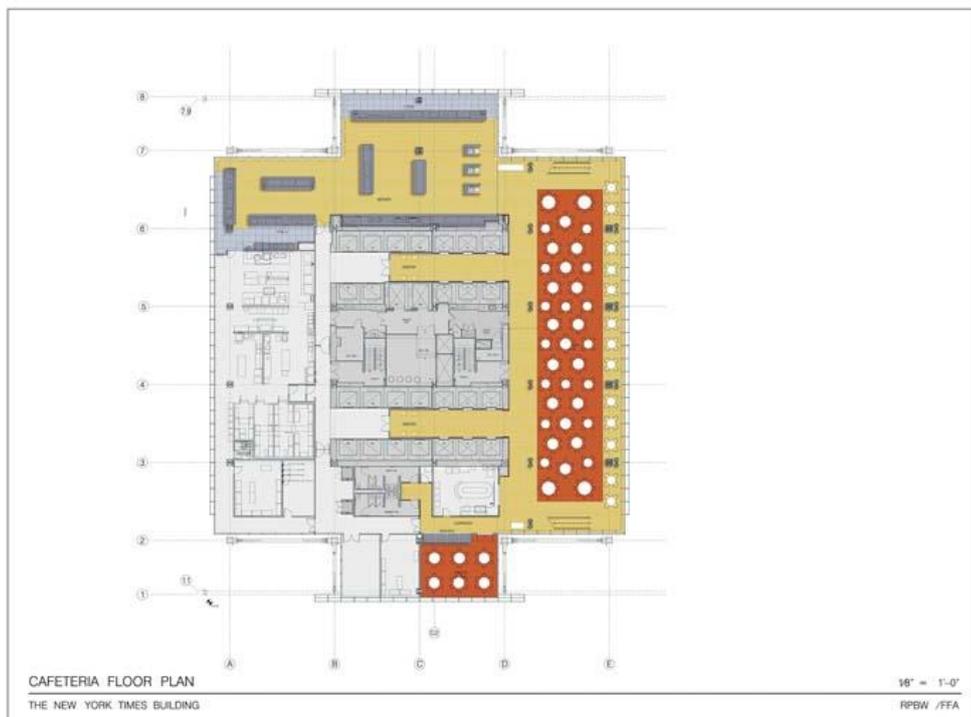
Luogo:	New York City, Stati Uniti
Committente:	New York Times Company
Progettisti:	Renzo Piano Building Workshop
Richiesta:	Nuova sede della redazione del New York Times
Cantiere:	2000 - 2007
Dimensioni:	52 piani, 238 metri di altezza, 79 metri di antenna
Struttura:	acciaio

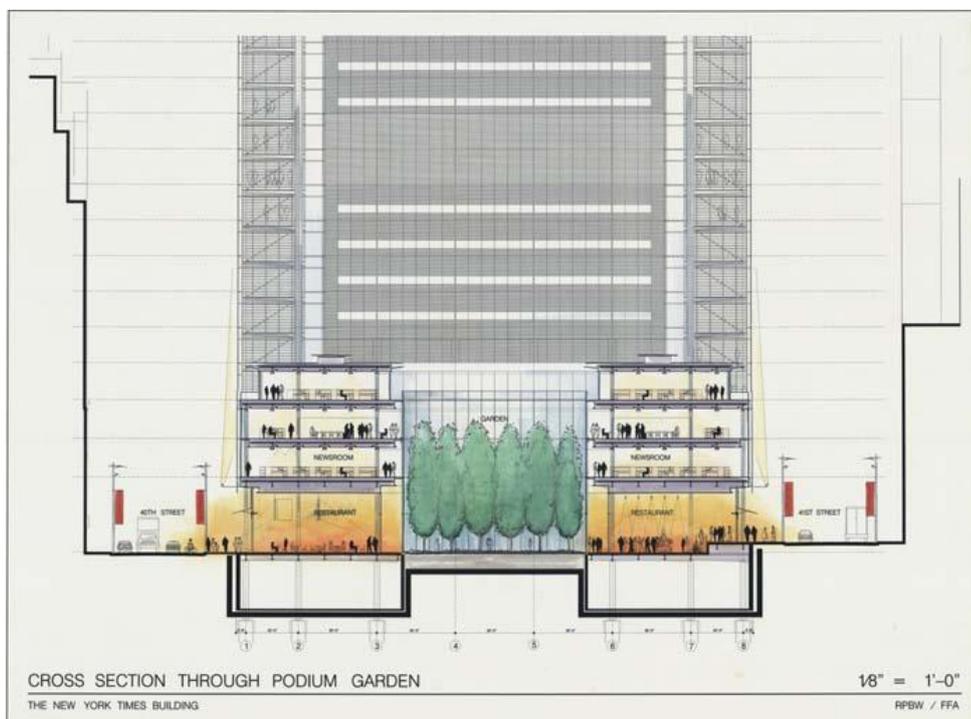
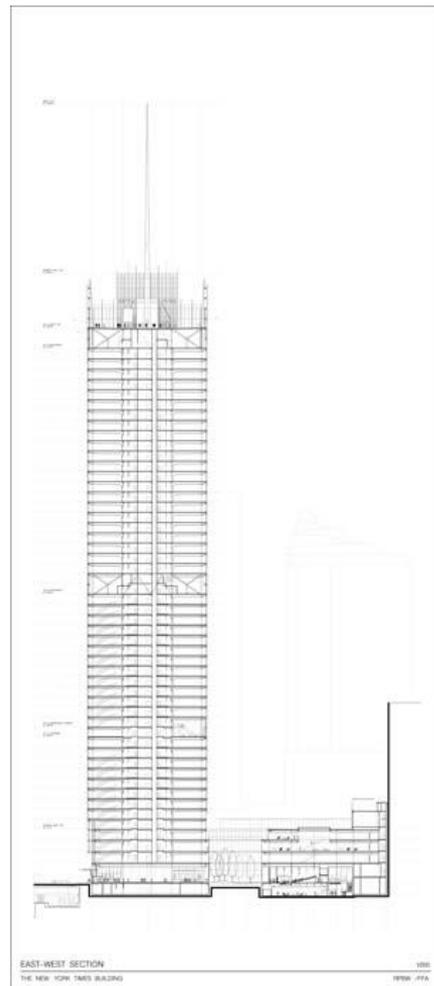
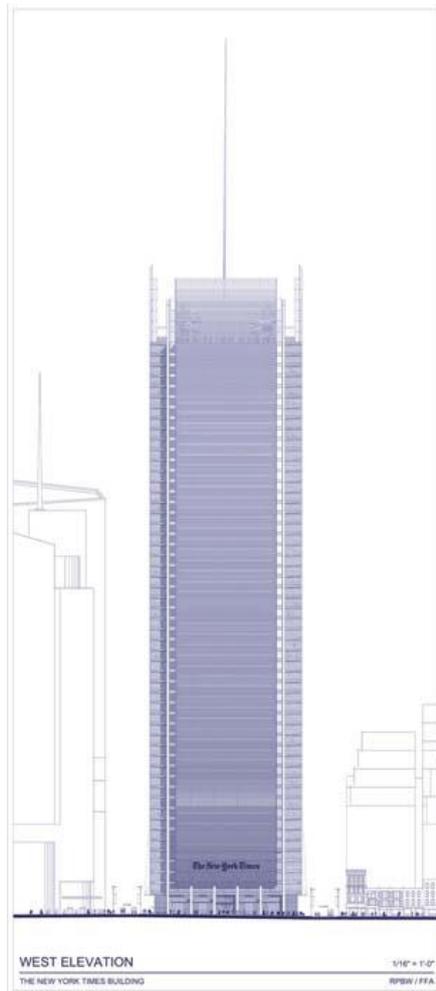


4.1. Elaborati Tecnici



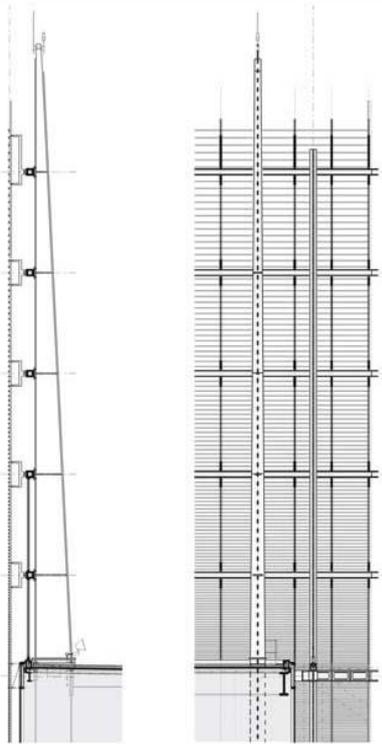
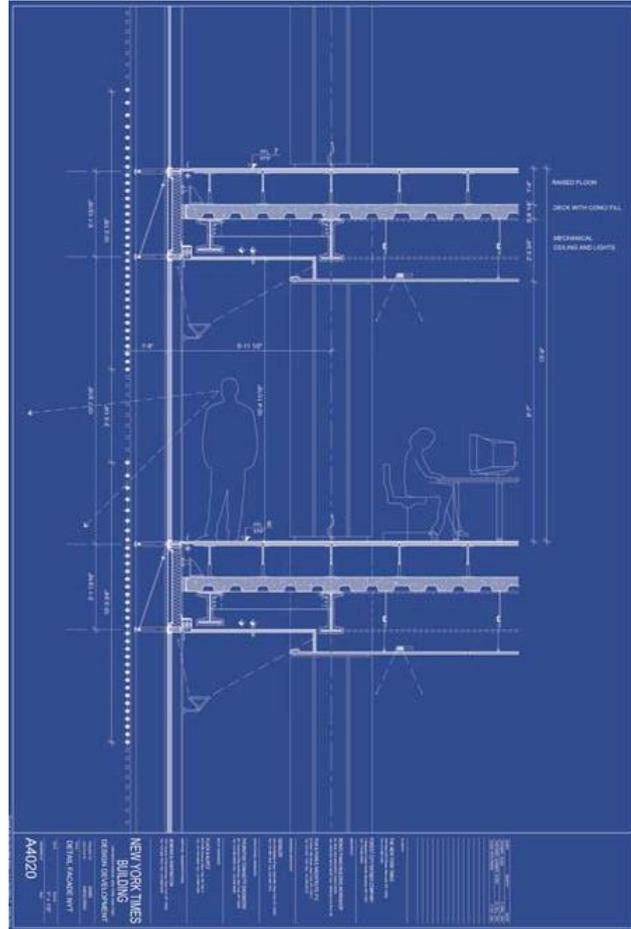
In alto, pianta della Hall
In basso, pianta del piano caffetteria



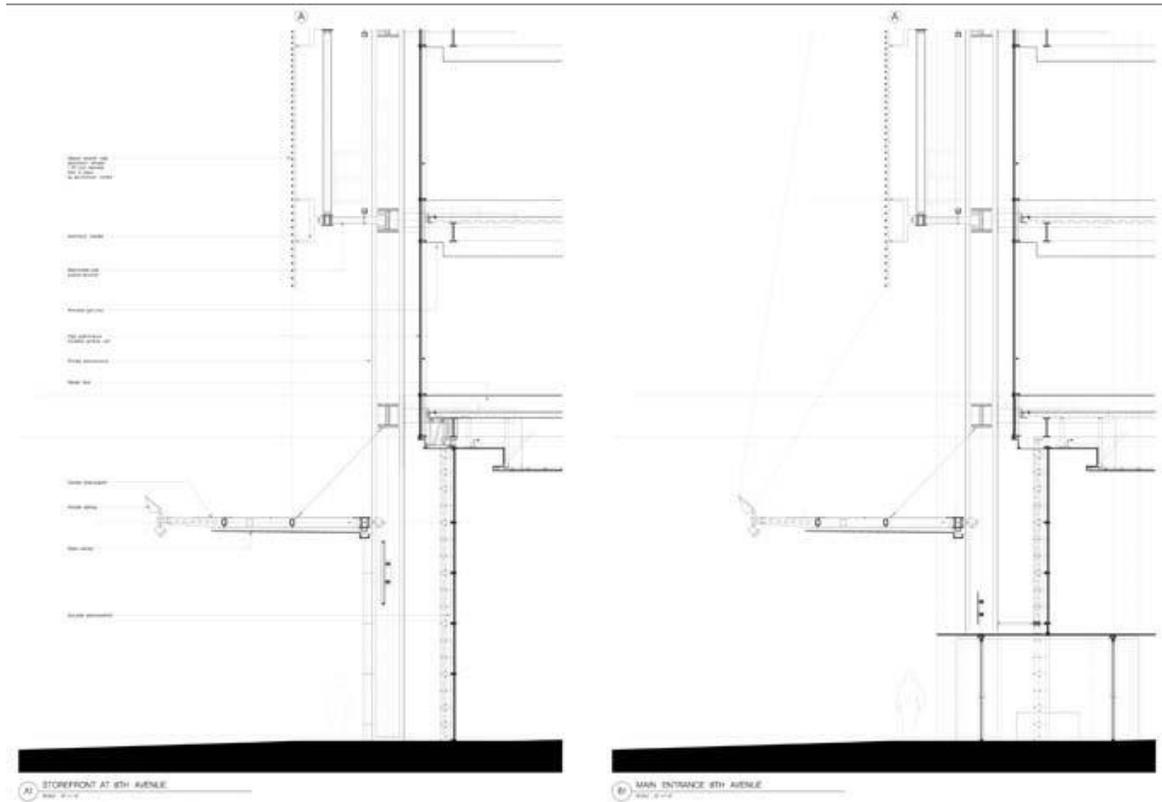


In alto, prospetto e sezione della torre

In basso, sezione a livello Hall



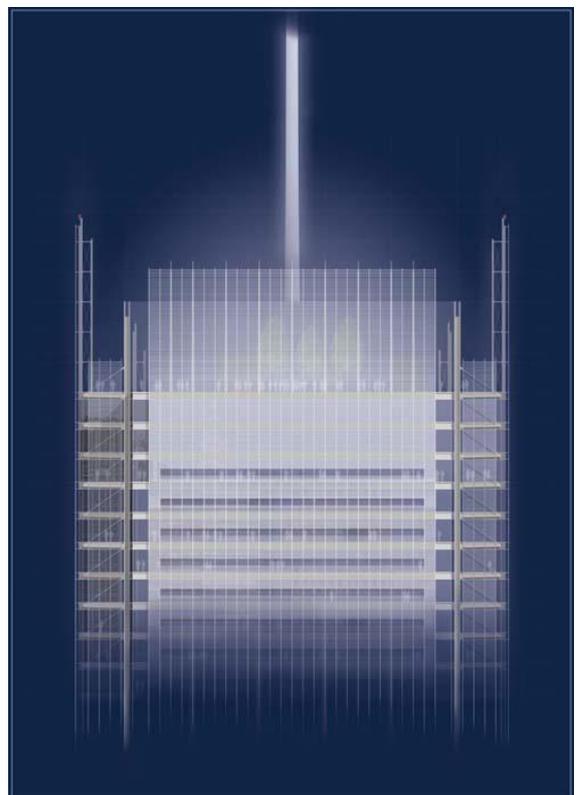
In alto, sezione dell'involucro
 In basso, dettaglio dell'involucro sul tetto giardino



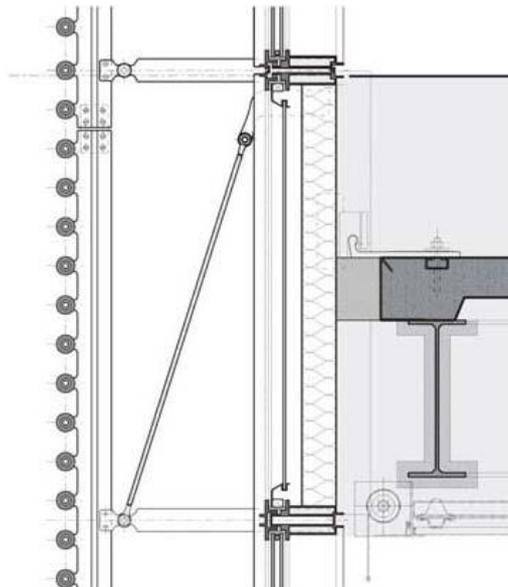
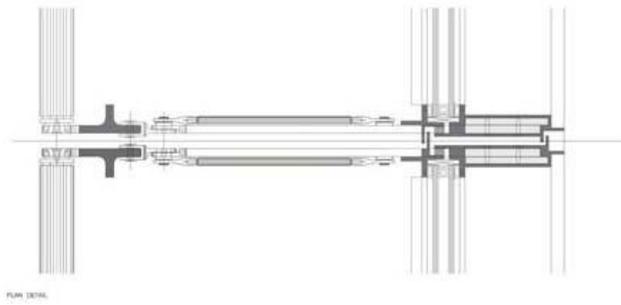
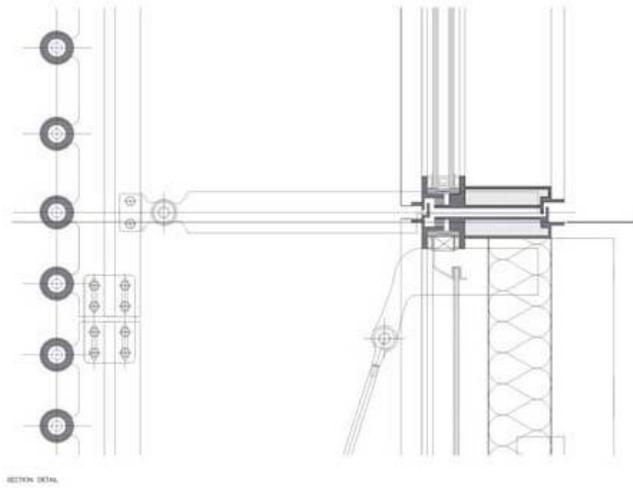
Sezione dell'involucro a livello Hall



Prospetto a livello hall



Prospetto a livello del tetto giardino



Dettagli di facciata

4.2. Trattazione

L'interesse verso un involucro edilizio sempre più moderno e tecnologico porta a una progressiva smaterializzazione di esso e a una maggiore risalto della struttura in sé. Il principio cardine rimane quello di Buckminster Fuller, ovvero quello di ottenere il massimo rendimento strutturale con meno materiale possibile.

L'edificio del New York Times irrompe con assoluta leggerezza nel panorama di Manhattan, dove fino a pochi anni prima era stata protagonista la monumentalità dei grattacieli. Essi volevano differenziarsi a partire già dal loro "attacco" alla realtà urbana: erano l'esibizione del nuovo potere imprenditoriale, di una nuova lobby. Il NY Times, di contro, presenta non solo una trasparenza a livello strada, ma anche nel suo sviluppo verticale.



New York Times, contesto urbano e ingresso



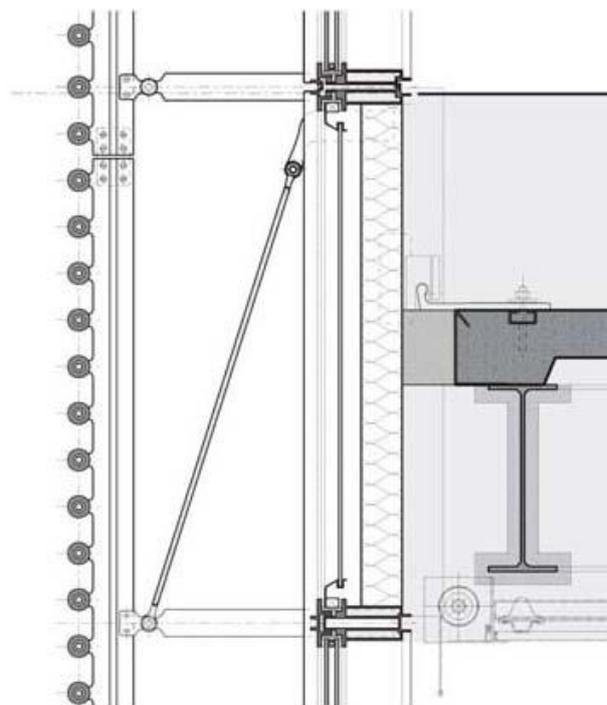
Vista prospettica, dettaglio dell'esterno

La struttura si mostra nella sua essenzialità, e mette in mostra i suoi controventamenti nelle sue parti più alte. L'involucro asseconda questa sincerità strutturale, e diventa una pelle sottile e di assoluta leggerezza.

Tale ingegnosità strutturale ricorda quella ricerca tecnologica con la quale Piano si presentò agli inizi della carriera. Anche qui, come nel Beaubourg, troviamo "pezzi su misura": gli ancoraggi dei controventamenti sono estrusi realizzati con fusioni speciali, saldati ai montanti



verticali e poi levigati. Ancora una volta, come Jean Prouvé fece notare, le opere dell'architetto genovese sono il risultato di scelte costruttive che coniugano processi lavorativi artigianali con l'impiego di tecniche d'avanguardia, e soprattutto, di una attenzione e di una cura inusuali prestate alla progettazione dei giunti.



Dettaglio strutturale della facciata

L'involucro è ancora una volta un multistrato tecnologico: nella struttura portante sono inseriti i moduli vetrati formati da due lastre selettive, accoppiate per ridurre l'assorbimento e la dispersione di calore, che formano un curtain wall continuo. Agganciati a un impalcato secondario in acciaio sono disposti longitudinalmente e a una fitta successione dei tubi in ceramica, lievemente staccati l'uno dall'altro che formano l'involucro vero e proprio dei prospetti. Questo secondo rivestimento, che completa gli effetti di leggerezza prodotti dai montanti principali, incrementa le prestazioni energetiche della costruzione e allo stesso tempo costituisce un elemento formale fortemente caratterizzante.



Dettaglio dell'involucro

Trovandosi in una posizione sufficientemente isolata, la torre viene investita dalla luce proveniente da diverse angolazioni. Riflettendosi sul rivestimento ceramico, la luce crea una piacevole vibrazione cromatica, fattore che contribuisce anch'esso all'idea di levità che caratterizza tutto l'edificio.

Per migliorare le condizioni di illuminazione interna degli ambienti di lavoro, l'involucro si alleggerisce ulteriormente attraverso un diradamento dei tubi di ceramica.

Come è il destino di molti altri grattacieli, anche in questo caso non è andato tutto secondo i progetti iniziali: in copertura doveva esserci un tetto-giardino, sostituito poi da apparecchiature per il raccoglimento dell'acqua necessaria agli impianti antincendio. Queste apparecchiature sono mascherate dal protendersi del rivestimento in ceramica, sorretto da montanti in acciaio che si assottigliano verso l'alto, sia per esigenze di natura statica-strutturale, sia per dare l'effetto di una smaterializzazione dell'edificio e di un normale confondimento con i colori del cielo¹¹.

¹¹ Dal Co, in *Casabella 756*

Tale accorgimento richiama quello simile adottato nel grattacielo Aurora Place a Sidney (1996), dove al culmine della torre si estende il rivestimento verticale come una vela triangolare che si allunga nel cielo.

Atri dettagli dell'involucro di Sidney richiamano sempre l'attenzione verso le potenzialità del materiale scelto, in questo caso il vetro: esso è proposto come frangisole o come elemento parzialmente schermante; viene utilizzato uno speciale vetro serigrafato che incorpora particelle di ceramica color crema e riflette i raggi solari.



AuroraPlace (Sidney 1996), dettaglio della “vela”

La critica spesso si rivolge a edifici come questi, in cui l'espressività architettonica e l'"ornamento" sono affidati al linguaggio tecnologico: l'espressività artistica viene sostituita quasi del tutto da espressività tecnologica.

Trattandosi di un linguaggio estremamente "sintetico", che preferisce, cioè, l'essenzialità dei materiali impiegati, l'High-tech rischia di generare architetture omologate, per la maggior parte dei casi caratterizzate unicamente dal sistema costruttivo in acciaio e dalla "pelle" di vetro .

Critica condivisibile ma non sufficiente per un'analisi approfondita delle opere di Renzo Piano.



In alto, sistema di frangisole in vetro: Cité Internationale (Lione 1986) e Aurora Place (Sidney 1996).

A sinistra, dettaglio del vetro serigrafato utilizzato nell'Aurora Place.

Soprattutto in opere come il New York Times Building, l'Aurora Place e, ancora di più, il caso del London Bridge Tower (Londra 2005), il linguaggio tecnologico diventa predominante nelle forme che l'architettura assume.

Attraverso software informatici è possibile fondere canoni prettamente artistico-scoltorei con i canoni più tradizionali dell'architettura: il grattacielo londinese, soprannominato dallo stesso Piano Shard of Glass, frammento di vetro, è un grande elemento scultoreo fuoriscalda, del tutto estraneo al luogo che lo ospita (come spesso accade con le architetture hi-tech).



Il London Bridge Tower nel contesto urbano londinese

Al di là dei requisiti tecnici che lo rendono uno degli edifici più *green* nel panorama architettonico internazionale, il grattacielo porta con sé una carica espressiva del tutto diversa dal New York Times. A confronto, il grattacielo newyorkese è quasi anonimo, un evoluzione tecnologica del grattacielo americano di Raymond Hood, e come lui, Piano

cambia del tutto il modo di concepire il grattacielo. Piano passa velocemente da una tipologia ormai più che sperimentata del grattacielo newyorkese (fatta eccezione per la scelta dell'involucro) a un grosso colpo d'occhio come lo Shard, che sorprende soprattutto per la dissonanza con l'ambiente che lo circonda.



In generale la progettazione architettonica di grattacieli di Renzo Piano sembra aver accolto da subito l'invito mosso, dopo il 1973, da Kenneth Yang, uno dei primi a teorizzare i Bioclimatic Skyscrapers: edifici intelligenti in grado di dialogare con la natura che, in parte, viene proiettata al loro interno¹². Molti progettisti che, in quel momento, erano impegnati con una visione altamente tecnologica della nuova architettura, capiscono che è meglio orientare l' high-tech verso un soft-tech o eco-tech. Nasce l'associazione "Read" per poter riflettere sull'utilizzo delle energie rinnovabili in architettura. Coloro che aderiscono a questa associazione sono per la gran parte architetti già impegnati, fino a quel momento, con opere dal gusto fortemente tecnologico: Norman Foster, Renzo Piano, Richard Rogers, Thomas Herzog, Françoise-Helene Jourda e Gilles Perraudin. L'associazione viene ufficialmente riconosciuta nel 1993, dopo la Conferenza internazionale di Firenze sull'energia solare nell'architettura e nell'urbanistica , e ricevette il sostegno della Comunità Europea¹³.

Lo studio di Renzo Piano su un'architettura eco-tech continua a dare risultati: il 2015 dovrebbe essere inaugurata la Stavros Niarchos Foundation Cultural Center (SNFC) di Atene, una delle più grandi associazioni filantropiche mondiali. Il progetto punterà alla massima efficienza energetica cercando di ridurre le emissioni al minimo, sia durante la fase di cantiere che una volta ultimata, e coprendo la totalità dei consumi elettrici grazie all'energia fotovoltaica¹⁴.

E' da sottolineare l'obiettivo di un cantiere *sostenibile* anche dopo l'inaugurazione dell'edificio: spesso le architetture che vantano accorgimenti ecosostenibili non considerano, oltre ai costi di cantiere, anche i costi relativi al mantenimento dell'opera. Resta da vedere quanto il Renzo Piano Building Workshop riesca ad avvicinarsi a questo obiettivo, che potrebbe realmente confermare l'architetto genovese come un promotore della modernità non solo hi-tech ma anche eco-tech.

¹² Prestinzenza Puglisi 2004

¹³ Gauzin-Müller

¹⁴ Grieco

5. Appendice

5.1. Centro Culturale Jean Marie Tjibaou

Luogo:	Nouméa, Nuova Caledonia
Committente:	Governo Francese
Progettisti:	Renzo Piano Building Workshop
Richiesta:	Centro commemorativo della cultura kanak
Cantiere:	1993 - 1998
Dimensioni:	Sito di progetto: 8.550 m², superfici degli edifici: 140 m², 95 m² e 63 m², altezze rispettive: 20, 22 e 28 m
Struttura:	legno e acciaio

Il sito di progetto si trova sulla costa orientale (Oceano Pacifico) della Nuova Caledonia, territorio francese d'oltremare.

Si tratta di un centro commemorativo della società tradizionale Kanak. Vari aspetti di questa tradizionale cultura hanno ispirato parti del progetto e il trattamento del paesaggio circostante.

Le parti più vistose e rappresentative dell'intero complesso sono le cosiddette capanne, strutture che emulano le antiche capanne kanak, la popolazione originaria del posto. Il

resto del Centro è meno vistoso e si nasconde sotto tetti piani sui lievi pendii che scendono verso la laguna.

Il materiale predominante è l'iroko, un legno locale stabile, resistente all'attacco delle termiti e disponibile anche sotto forma di laminato; non occorre verniciarlo e quindi non ha bisogno di manutenzione e invecchiando assume un colore grigio argenteo simile a quello dell'acciaio galvanizzato usato per completare la costruzione.

La forma delle capanne segue un aggiornamento nelle successive fasi di progetto. La prima proposta prevedeva delle strutture che emulavano in tutto e per tutto la forma originaria delle capanne kanak, ovvero strutture coniche le cui costole verticali si congiungevano all'apice. Sperimentando varie soluzioni, si giunge alla soluzione finale suggerita dai test della galleria del vento: mantenendo la forma proposta inizialmente, le capanne non avrebbero funzionato correttamente come aeratori dinamici. Rivolgendo invece la loro parte posteriore ai venti principali dell'oceano, ed esponendole al sole da nord, avrebbero potuto svolgere la funzione di camini di aspirazione usando una combinazione di effetto Venturi e di correnti convettive. Il nuovo obiettivo ha comportato per i gusci vegetali una forma più aperta; sono, così, meno facilmente associabili alle capanne tradizionali, ma comunque evocative.

Le capanne, nel progetto finale, sono disposte tutte su una stessa linea, e questo rende meno l'idea del villaggio che si voleva evocare inizialmente, nel quale le capanne erano poste a distanza regolare tra loro.

L'involucro delle capanne risponde dunque soprattutto a criteri aerodinamici e tecnici per la ventilazione naturale. Le vibrazioni ottiche irregolari, che arricchiscono il fascino visivo delle costruzioni in rapporto al fogliame circostante, sono dovute a una diversa larghezza delle doghe. Questo permette di differenziare le capanne una dall'altra, in base alla resistenza all'aria che dovranno sostenere. Tale variazione ottica rende le capanne più o meno "trasparenti", ma ognuna in grado di rispondere alle esigenze di ventilazione nel punto esatto in cui si trovano.

Anche in questo caso, per arrivare alla versione definitiva di questo sistema, che vuole l'equilibrio di diversi elementi contemporaneamente, furono utilizzate simulazioni al

computer e delle prove nella galleria del vento. Tutti gli elementi sono attentamente calibrati.

In basso, dove sono disposte a intervalli relativamente ampi, le assi di legno lasciano passare il vento orizzontalmente, a mezza altezza sono più ravvicinate e catturano il vento formando un camino in cui l'aria è costretta a salire tra i due strati di costole, e in cima, dove sono disposte a intervalli più ampi, favoriscono l'effetto Venturi, che facilita il risucchio dell'aria verso l'alto.

Le pareti interne delle capanne hanno persiane di ventilazione fisse sotto la parte più alta del soffitto, e una zona più ampia di persiane regolabili nella parte sottostante. Altre persiane di ventilazione regolabili sono tra la capanna e la passeggiata, e vanno dal pavimento fino ai 2.31 m di altezza.

In condizioni normali, con l'aliseo predominante che soffia (all'incirca per il 90 per cento del tempo), le persiane regolabili restano aperte (anche se regolate in modo da controllare la ventilazione con il variare della velocità del vento), così la brezza passa tra le assicelle e le persiane esterne, attraverso la capanna e la passeggiata, per uscire dal soffitto perforato dal patio.

Tuttavia la ventilazione naturale è spesso insufficiente, così queste aree hanno anche un impianto completo di condizionamento dell'aria.

Quando il vento è molto leggero, la ventilazione naturale dipende dalla convezione termica. Nelle capanne l'aria calda sale sotto il soffitto inclinato per uscire attraverso le persiane di ventilazione poste in cima alle pareti; tali persiane inoltre hanno anche la funzione fondamentale di equilibrare la pressione interna ed esterna dell'aria durante i cicloni. Quando il vento aumenta d'intensità, i sensori collocati sotto il soffitto della capanna chiudono automaticamente tutte le persiane più in basso. Se il ciclone soffia dal mare creando sul tetto una zona di bassa pressione, l'aria è immediatamente risucchiata all'esterno attraverso le persiane di ventilazione più alte. Se la direzione del ciclone è contraria e crea pressione sul tetto, allora il vento è forzato verso il basso tra i due strati della capanna e verso l'interno attraverso le persiane più alte¹.

¹ Peter Buchanan 2000

5.2. New California Academy of Science

Luogo:	San Francisco, U.S.A.
Committente:	California Academy of Sciences
Progettisti:	Renzo Piano Building Workshop
Richiesta:	recupero del centro originario distrutto da un terremoto nel 1989
Cantiere:	2005 - 2008
Dimensioni:	125.000 mq
Struttura:	acciaio e vetro

La California Academy of Science è un istituto di ricerca di San Francisco e uno dei più antichi, nonché maggiori, musei degli Stati Uniti d'America. L'Accademia venne fondata nel 1853 e subì negli anni diversi terremoti che danneggiarono la struttura. L'ultimo, avvenuto nel 1989, ne causò la chiusura fino al 2008, anno in cui venne inaugurato il nuovo progetto di Renzo Piano.

L'Accademia è visivamente e funzionalmente collegata al Golden Gate Park nel quale si trova e sembra emergere dal tessuto verde proprio del luogo, come un'estrusione naturale del parco in cui nasce. L'elemento fortemente caratterizzante della costruzione

è la copertura: una superficie verde ondulata che si alza e si tappezza di piccole aperture vetrate.

In questo progetto l'involucro raggiunge la sua massima espressione tecnica e artistica, non solo nell'opera di Piano ma in tutta l'architettura internazionale: la pelle esterna dell'edificio si plasma su di esso, e asseconda le funzioni interne, le esigenze ambientali e sociali. L'involucro assume varie forme e risponde a diverse necessità, rendendo la Nuova Accademia il simbolo dell'architettura ecosostenibile².

La copertura è il vero biglietto da visita dell'Accademia. La sua plasticità nasconde un adattamento non solo agli ambienti interni che necessitano, evidentemente, di una simile espansione in altezza, ma anche al contesto climatico del luogo che ospita l'edificio.

Il tappeto vegetale è bordato da circa 60.000 pannelli fotovoltaici, ed è tecnicamente definito come *verde intensivo*, ovvero uno strato isolante naturale in grado di immagazzinare energia solare e restituirla agli ambienti sottostanti o, viceversa, isolare naturalmente gli interni preservando così il mantenimento di una certa temperatura senza molte dispersioni.

La scelta di modellare la copertura asseconda due esigenze: quella di trovare il giusto involucro senza sprechi dimensionali nel caso di ambienti come il Planetario e la bolla che contiene la foresta pluviale, e quella di favorire un mantenimento del microclima interno di tutta la struttura, in modo da ricorrere meno alle soluzioni impiantistiche artificiali. Un volume così organico permette una naturale ventilazione degli ambienti interni, grazie ai fenomeni convettivi che interessano l'aria: essa, raggiunta una temperatura più alta di quella di partenza, si sposterà naturalmente più in alto dove verrà lentamente assorbita dal tappeto vegetale della copertura ed espulsa così nell'ambiente esterno. L'entrata di nuova aria fresca sarà permessa dall'apertura motorizzata di finestre in punti strategici delle pareti vetrate.

Le superfici vetrate ad alte prestazioni garantiscono il mantenimento della temperatura ottimale e riducono l'assorbimento di calore, riducendo così il carico di raffreddamento. La scelta di destinare molta superficie del prospetto a superfici vetrate assolve anche a

² Bucci F.

un'altra funzione, che è quella dell'illuminazione naturale. Circa il 90% degli spazi avranno un affaccio diretto verso l'esterno, questo evita anche l'accumulo di energia termica dovuto ai sistemi di illuminazione elettrica.

I tamponamenti verticali sono un altro esempio di involucro *sostenibile*. L'isolamento è realizzato con blue jeans riciclati provenienti da un'azienda dismessa poco distante dal sito. Questo materiale offre un'alternativa organica ai materiali isolanti carichi di formaldeide. L'isolamento di jeans riciclato immagazzina più a lungo il calore e assorbe meglio il suono rispetto a un isolamento in fibra di vetro filato.

Tamponamenti di questo tipo offrono anche vantaggi di cantiere: i pannelli così fatti sono più facili da maneggiare e, anche se necessitano maggiormente di trattamenti ignifughi e fungicidi, non richiedono accorgimenti come indumenti particolari o respiratori protettivi³.

³ www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano/#

5.3. London Bridge Tower

Luogo:	Londra, Regno Unito
Committente:	Sellar Property Group
Progettisti:	Renzo Piano Building Workshop, Adamson Associates
Richiesta:	edificio polifunzionale che creasse collegamenti positivi con la città, sprovvisto quindi di parcheggi (al di fuori di quelli per disabili)
Cantiere:	2003 - 2012
Dimensioni:	72 piani, 306 m di altezza
Struttura:	cemento armato e acciaio

La torre progettata da Piano, in un quartiere industriale a sud del Tamigi, è il fulcro dell'intervento di riqualificazione del quartiere attorno alla London Bridge Station, nodo nevralgico del trasporto londinese e dove transitano 200.000 persone al giorno. La sua inaugurazione sarebbe dovuta avvenire in occasione dell'apertura delle Olimpiadi, ma ebbe luogo 3 mesi dopo.

Lo Shard, con i suoi 310 metri di altezza, è il grattacielo più alto d'Europa, nonostante altri sedici grattacieli in tutto il mondo abbiano altezze maggiori, comprese tra i 400 e gli

800 metri. L'idea della struttura piramidale non è nuova nel panorama contemporaneo: al di là delle ragioni strutturali classiche che contraddistinguono già gli edifici ottocenteschi (riduzione del peso in altezza), il vantaggio della rastremazione deriva tutto da ragioni aerodinamiche, che si traducono in una eccezionale mitigazione delle azioni del vento. Tuttavia, nel progetto londinese non è corretto affermare che sia la tecnica a dettare le leggi formali dell'architettura, né che la forma della "sheggia" sia stato il concept iniziale e che la struttura fosse la scelta obbligata per pervenire a questo risultato. Lo Shard si inserisce in un terzo filone di conformismo, più sottile e probabilmente inconsapevole: il favoleggiamento delle scelte tecniche.

La struttura portante è concepita secondo lo schema della "scatola dentro la scatola": le fondamenta sono in cemento armato, gli uffici sono contornati da una cornice d'acciaio, le stanze dell'hotel da una cornice di cemento, e un'altra cornice d'acciaio per gli ultimi piani composti da gallerie panoramiche e punti di osservazione.

Un altro elemento dello Shard richiama le grandi scoperte dell'ingegneria strutturale degli ultimi anni: la forma degli spigoli. In esso gli spigoli sono "aperti", nel senso che i piani che costituiscono la facciata non si uniscono sull'angolo, ma rimangono distaccate, come vere e proprie schegge di vetro giustapposte. L'azione aerodinamica prodotta su di esso è strettamente connessa alla "separazione della scia" che si realizza presso gli spigoli.

Aspetti più spiccatamente "tecnologici" rendono lo Shard uno delle pietre miliari dell'architettura di Renzo Piano. Infatti, sin dal concept l'obiettivo è stato quello di realizzare una facciata tanto trasparente quanto energeticamente efficiente. Trasparente al punto da permettere di vedere chiaramente dall'esterno cosa accada dentro questa piccola città verticale. Allo stesso tempo, grazie all'inclinazione delle superfici vetrate la torre doveva essere in grado di riflettere la mutevolezza e i rapidi cambiamenti del cielo londinese, caricandosi delle sue cromie.

La scelta di impiegare *ultraclear low-iron glass*, cioè un vetro float extra chiaro prodotto impiegando materie prime a basso tenore di ossidi di ferro (incolore e privo del tradizionale viraggio cromatico verde), non è stata di poco peso in termini di ricadute sull'intero progetto. Come noto, i sistemi di facciata con vetri a elevata trasparenza e

specchiature di grandi dimensioni possono causare un sensibile incremento della domanda energetica sia in fase di riscaldamento invernale, sia di raffrescamento estivo, oltre a situazioni di criticità in termini di comfort legati alla differenza di temperatura tra la superficie dei vetri e l'ambiente interno. Nonostante tutto, il team di progettisti è rimasto rigorosamente attaccato alle sue scelte durante gli oltre 10 anni di cantiere.

L'involucro dello Shard è tutt'altro che una figura semplice, ed è qui che hanno origine la sua difficoltà esecutiva e la sua bellezza. Infatti non è una piramide perfetta, ma il risultato dell'accostamento di otto macro-schegge di vetro diversamente orientate sul piano. I singoli frammenti sono accomunati da una inclinazione costante di 6 gradi rispetto alla verticale e non si incontrano nemmeno al vertice. Gli irregolari spazi interstiziali risultanti dallo sfasamento delle schegge sono tamponati da una facciata continua, in questo caso verticale.

La facciata a doppia pelle, ingegnerizzata, prodotta e installata da Permasteelisa Group, attraverso il marchio Scheldebouw, era stata in primo tempo sviluppata per incorporare un sistema di ventilazione meccanica dell'intercapedine. L'incremento delle prestazioni di efficienza energetica introdotto nel 2006 dalle normative edilizie locali avrebbero reso però necessario adottare ventilatori a bassa velocità, dotati di canalizzazioni quindi in grado di ridurre significativamente le superfici trasparenti. Per non contraddire le promesse, il team di progettazione, ha così dovuto compiere una vera inversione di marcia rispetto all'idea iniziale, optando per una soluzione passiva.

La stratificazione del pacchetto di involucro trasparente realizzato ha previsto:

- un vetro esterno stratificato da 13 mm di tipo extra chiaro a basso tenore di ossidi di ferro, con *coating* riflettente (24%);
- una intercapedine di 200 mm all'interno della quale è alloggiata una tenda avvolgibile in tessuto di fibra di vetro controllata dal sistema di *building management*, in grado di ridurre dell'85% la radiazione solare;
- un vetrocamera ad elevate prestazioni dotato di *coating* basso emissivo, composto da una lastra esterna semplice, intercapedine saturata con argon e lastra interna stratificata, per uno spessore totale di 34 mm.

Le lastre sono anche in questo caso di vetro extra chiaro. Ogni pannello di facciata misura 1,5 metri di base per 3,80 di altezza e in totale se ne contano circa 10 mila. Per minimizzare a chi osserva dall'esterno l'invasività dei telai in alluminio a taglio termico, i vetri sono montati in sormonto con sistema a silicone strutturale. Data la generosa sezione del pacchetto, la costruzione ha previsto telai indipendenti tra la pelle esterna e quella interna, assemblati prima di giungere in cantiere mediante staffe di connessione in alluminio.

L'involucro dei giardini d'inverno, collocati ad ogni piano in corrispondenza delle fratture tra le macro schegge, si avvale invece di un *curtain wall* con doppi vetri ad alte prestazioni, ma privo di seconda pelle. Apposite portefinestre provvedono alla ventilazione naturale di questi ambienti, destinati a sala riunioni, spazi di interludio tra uffici, serre ecc. A loro volta i giardini d'inverno sono separati dagli interni da una partizione a vetro singolo.

Secondo le informazioni diffuse, il sistema di facciata di The Shard garantisce un basso valore di trasmittanza, in grado di ridurre il consumo di riscaldamento e ottimizzare il comfort termico nel periodo invernale. Durante la stagione estiva, anche grazie al sistema di schermatura, dovrebbe invece corrispondere una drastica diminuzione del guadagno termico e un incremento del comfort attraverso la riduzione della differenza di temperatura tra la parete vetrata e gli ambienti interni. In totale la radiazione solare che passa attraverso la facciata ammonta a solo lo 0,12%, contribuendo a una sensibile riduzione dell'apporto degli impianti di raffrescamento.

Queste prestazioni, secondo i progettisti, consentono a The Shard di superare non solo del 25% le prestazioni energetiche introdotte dalla normativa del 2006, ma anche gli incrementi degli standard già previsti per il 2013 e il 2016, oltre al conseguimento dell'*Excellent rating Breeam*, l'Environmental Assessment Method del BRE (Building Research Establishment). Si stima che The Shard riuscirà a risparmiare il 35% dell'energia normalmente necessaria per riscaldamento e raffreddamento.

Ciò nonostante il progetto non è passato immune da obiezioni rispetto alla sua sostenibilità, così come da critiche rivolte a un involucro che, se meno radicalmente trasparente, avrebbe contribuito ad assicurare prestazioni energetiche più elevate.

Bisogna però sottolineare come la lunghissima gestazione di The Shard sia coincisa con un'epoca di profondi cambiamenti nelle sensibilità, nelle conoscenze tecnologiche e nel modo di costruire. L'accelerazione sulle tematiche energetiche è stata esponenziale. In poco più di quindici anni in Europa si è passati dall'obbligo della certificazione energetica, a quello (previsto per il 2020) di costruire edifici a energia quasi zero.

Così, in poco tempo, quello che solo ieri sembrava rivoluzionario oggi è già superato. E The Shard, nonostante le buone intenzioni e le soluzioni innovative che ha adottato, non può sottrarsi a tutto questo. Bisogna tenerne conto e lasciare che il tempo dimostri la sua effettiva efficienza, attraverso il monitoraggio del suo funzionamento energetico e del suo impatto ambientale⁴.

⁴ Calderini C. – Zappa A.

6. Biografia

Renzo Piano nasce a Genova da una famiglia di costruttori nel settembre 1937. La possibilità di visitare frequentemente i cantieri del padre gli forniscono l'occasione per coniugare esperienza e accademia. Da subito nasce l'interesse verso l'aspetto più pratico del costruire: come a Wright si associano i giochi froebeliani dell'infanzia, a Piano si associa il meccano. Meccano è la parola chiave della produzione di Piano, ogni soluzione è studiata pezzo per pezzo.

Dopo la maturità classica, studia architettura a Firenze e poi a Milano, dove si laurea nel 1964. Diventa assistente di Marco Zanuso, continuando nel frattempo la collaborazione con lo studio di Franco Albini, iniziata nei primi anni di università.

Tra il 1965 e il 1970, alterna i primi lavori sperimentali con il fratello Ermanno a numerosi viaggi di ricerca e di scoperta in Gran Bretagna e negli Stati Uniti.

I primi studi sulle strutture spaziali in acciaio avvengono durante la collaborazione a Londra con Zygmunt S. Makowsky, un esperto sul campo.

A Filadelfia collabora con "il grande maestro" Louis I. Kahn nel progetto della fabbrica Olivetti-Underwood di Harrisburg in Pennsylvania: è la prima occasione di lavorare a un grande spazio di lavoro, in cui sia richiesta l'illuminazione zenitale per gli ambienti di lavoro. Sarà il giovane Renzo Piano a collaborare alla ricerca di una soluzione di copertura: il primo studio dell'involucro come sistema di filtraggio della luce.

Anche la conoscenza con Jean Prouvé sembra confermare il futuro professionale dell'architetto genovese. Prouvé, architetto autodidatta ma operaio metallurgico, voleva portare la tecnologia industriale nell'architettura, senza che questo compromettesse le qualità estetiche. Questi principi affascinano da subito Renzo Piano rendendo Jean Prouvé un suo importante punto di riferimento.

Nel 1971, a Londra, fonda lo studio "Piano & Rogers" in collaborazione con Richard Rogers, con cui vince il concorso per il Centre Pompidou di Parigi, città nella quale si trasferisce. Seppur condiviso l'interesse iniziale verso l'aspetto più tecnologico dell'architettura, i due si separeranno in seguito, dando seguito anche a due interpretazioni dell'aspetto High-Tech dell'architettura moderna: per Rogers è l'High-Tech a dettare i parametri linguistici dell'architettura (Torre Lloyd's a Londra), nella produzione di Piano è l'High-Tech ad essere da il supporto di scelte architettoniche.

Dai primi anni '70 agli anni '90 collabora con Peter Rice, ingegnere strutturista che credeva fortemente nella collaborazione tra il sapere ingegneristico e il risultato artistico dell'architettura. Dal 1977 al 1981 sarà attivo l' "Atelier Piano & Rice". La loro collaborazione confermerà l'indirizzo del lavoro di Piano, che continuerà a ricercare l'equilibrio tra arte e tecnologia avanzata.

Nel 1981 costituisce il "Renzo Piano Building Workshop" con sede a Parigi, Genova e New York. Con loro ha realizzato progetti in tutto il mondo: la Menil Collection a Houston, il Terminal dell'Aeroporto Internazionale Kansai a Osaka, la Fondazione Beyeler a Basilea, il Centro Culturale Jean-Marie Tjibaou in Nuova Caledonia, Potsdamer Platz a Berlino, la riqualificazione del porto di Genova, l'Auditorium Parco della Musica a Roma, il Nasher Sculpture Centre a Dallas, l'ampliamento dell'High Museum of Art ad Atlanta e della Morgan Library a New York, la Maison Hermès a Tokyo, la sede del New York Times, la California Academy of Sciences a San Francisco, la riqualificazione del sito di Ronchamp, l'ampliamento dell'Art Institute of Chicago e dell'Isabella Stewart Gardner Museum a Boston.

Il suo percorso è premiato, fra gli altri riconoscimenti, dalla "Royal Gold Medal" per l'architettura al RIBA nel 1989, dal "Praemium Imperiale" a Tokyo nel 1995, dal "Pritzker

Architecture Prize” nel 1998, e dalla AIA Gold Medal dell’American Institute of Architect nel 2008.

Tra i suoi più importanti progetti in corso troviamo la riqualificazione e ampliamento del Fogg Museum a Cambridge (Massachusetts), il Whitney Museum of American Art e il Campus della Columbia University a New York, l’ampliamento del Kimbell Art Museum a Forth Worth, la London Bridge Tower a Londra, la Torre San Paolo a Torino, il Centro Culturale della Fondazione Stavros Niarchos ad Atene e il Botin Art Centre a Santander, Spagna.

Sposato con Milly, vive a Parigi e ha quattro figli: Carlo, Matteo, Lia e Giorgio.

7. Opere

- 1964 - 1965: Progetti sperimentali sulle strutture leggere e tensostrutture
- 1966: Struttura mobile per l'estrazione dello zolfo, Pomezia
- 1967: Padiglioni per la XIV Triennale di Milano
- 1968: Copertura stabilimento Olivetti, Scarmagno
- 1968 - 1969: Studio Piano, Genova
- 1968 - 1971: Centro commerciale di Fitzroy Street, Cambridge
- 1969: Padiglione dell'Industria Italiana all'Expo Internazionale di Osaka 1970
- 1971 - 1973: Uffici per la B&B Italia, Novedrate
- 1971- 1977: Centre George Pompidou, Parigi
- 1973 - 1974: Ateliér Parigi, Parigi
- 1973 - 1990: IRCAM, Istituto per la ricerca musicale, Parigi
- 1974: Case monofamiliari, Cusago
- 1977 - 1980: Studio e Workshop, Genova
- 1979: Riqualificazione del centro di Otranto (progetto UNESCO)
- 1980: Prototipi della vettura sperimentale VSS per FIAT
- 1980: Progetto di rinnovamenti del centro storico di Genova
- 1982: Quartiere residenziale "Il Rigo", Corciano
- 1982: Mostra retrospettiva di Alexander Calder, Torino
- 1982: Esposizione Universale 1989, Parigi
- 1982 - 1987: The Menil Collection, Houston U.S.A.
- 1983 - 1984: Spazio musicale per l'opera *Prometeo* di Luigi Nono, Venezia
- 1983 - 1986: Padiglione per l'esposizione itinerante IBM
- 1983 - 2003 Stazioni metropolitane "Principe", "Darsena", "Brin" e "Dinegro", Genova

- 1984: Riabilitazione degli stabilimenti Schlumberger, Montrouge
- 1984: Uffici per la Olivetti, Napoli
- 1985: Edificio per uffici per lo stabilimento Lowara, Montecchio Maggiore
- 1985: Restauro degli antichi arsenali, La Canea
- 1985 - 1992: Sede del Credito Industriale Sardo, Cagliari
- 1986: Restauro dell'antico fossato di Rodi, Grecia
- 1986: Restauro della Basilica Palladiana, Vicenza
- 1986: Concorso per il parco di attrazione Jules Verne, Amiens
- 1987: Kandhar Center, Sestriere
- 1987: Sede dell'Istituto Sperimentale dei Metalli Leggeri, dal 2001 sede del Polo Scientifico e Tecnologico di Novara
- 1987 - 1988: Intervento nella città archeologica, Pompei
- 1987 - 1990: Stadio San Nicola, Bari
- 1987 - 1990: Centro Commerciale Bercy 2, Charenton le Pont, Parigi
- 1987 - 1991: Complesso residenziale in Rue de Meaux, Parigi
- 1988: Progetto per Venezia EXPO 2000
- 1988: Progetto "La Nave", Trieste
- 1988 - 1991: Stabilimenti Thomson Optronics, Saint Quentin-en Yvelines
- 1988 - 1994: Kansai International Airport, Osaka
- 1988 - 1999: Centro Commerciale e uffici Meridiana, Lecco
- 1988 - 2001: Ristrutturazione del porto antico, Genova
- 1988 - 2006: Cité Internationale, Lione
- 1989: Mostra *Arte Russia e Sovietica 1870 - 1930*, Torino
- 1989 - 1991: Renzo Piano Building Workshop, Genova
- 1990 - 1991: Mostre *Jean Prouvé*, Parigi
- 1991: Navi da crociera per P&O, U.S.A.
- 1991 - 1997: Museo della Fondation Beyeler, Basilea
- 1991 - 1998: Centro Culturale Jean-Marie Tjibaou, Nuova Caledonia
- 1991 - 2001: Banca popolare di Lodi
- 1991 - 2004: Aula liturgica per Padre Pio, San Giovanni Rotondo
- 1992: Mostra *Manifeste*, Parigi
- 1992 - 1995: Padiglione Cy Twombly, Houston

- 1992 - 1997: Ricostruzione dell'atelier di Costantin Brancusi, Parigi
- 1992 - 1997: Ricostruzione della Potsdamer Platz, Berlino
- 1993: Concorso per l'ampliamento dell'ospedale universitario, Strasburgo
- 1993: Progetto pilota per le stazioni delle Ferrovie dello Stato di Torino, Mestre e Bari
- 1993: Concorso per la riqualificazione dell'area Austerlitz - Salpetriere, Parigi
- 1993 - 1995: Progetto di riqualificazione dell'Île Seguin, Boulogne-Billancourt
- 1993 - 1998: Centro design Daimler Benz, Sindelfingen, Stoccarda
- 1994: Concorso per il Grand Stade, Saint-Denis
- 1994 - 2002: Auditorium Parco della musica, Roma
- 1995: Edificio G6 (Olivetti) Centro direzionale, Napoli
- 1995: Sede della Capitaneria di Porto, Genova
- 1996: Ponte di Ushibuka, Kumamoto
- 1996 - 1998: Galleria del vento della Ferrari, Maranello, Modena
- 1996 - 2000: *Aurora Place*, torri per uffici e residenze, Sydney
- 1996 - 2000: Rinnovamento del Centre Pompidou, Parigi
- 1997 - 2001: Auditorium Niccolò Paganini, Parma
- 1998: Centro direzionale della Banca Popolare di Lodi
- 1998: Concorso per la nuova sede della Bayer, Leverkusen
- 1998 - 2005: Nuova sede de Il Sole 24 Ore, Milano
- 1998 - 2006: Maison Hermes, Tokyo
- 1998 - 2004: Monastero francescano, San Giovanni Rotondo
- 1999: Progetto per il museo di arte contemporanea, Sarajevo
- 1999 - 2003: The Nasher Sculpture Center, Dallas U.S.A.
- 1999 - 2005: Grande magazzino *Peek and Cloppenburg*, Colonia
- 1999 - 2005: Zentrum Paul Klee, Berna (Svizzera)
- 1999 - 2005: Ampliamento High Museum of Art, Atlanta (U.S.A.)
- 1999 - 2006: Ampliamento del centro congress alla Cité Internationale, Lione
- 2000: Torre di uffici della KPN, Rotterdam
- 2000: Estensione del museo della Fondation Beyeler, Basilea
- 2000 - 2009: The Art Institute of Chicago - The Modern Wing, Chicago U.S.A.
- 2000 - 2009: Auditorium della Banca Popolare di Lodi, Lodi
- 2000 - 2001: La Bolla, Genova

- 2000 - 2001: Studio di fattibilità per il nuovo Harvard University Art Museum U.S.A.
- 2000 - 2002: Studio di fattibilità per un museo, Cambridge U.S.A.
- 2000 - 2002: Pinacoteca *Giovanni e Marella Agnelli*, Torino
- 2000 - 2004: Complesso residenziale alla Cité Internationale - Fase III, Lione
- 2000 - 2005: Nuova sede della EMI-Virgin Musique, Parigi
- 2000 - 2006: Ristrutturazione e ampliamento della Morgan Library, New York
- 2000 - 2007: The New York Times Building, New York
- 2000 - 2008: New California Academy of Sciences, San Francisco U.S.A.
- 2000 - 2009: Modern Wing dell'Art Institute of Chicago, Chicago U.S.A.
- 2000 - 2012: Shard London Bridge, Londra
- 2003 - 2004: Progetto per un nuovo Polo Medico, Scientifico e Didattico, Milano
- 2003 - 2004: Masterplan Progetto Leonardo, Genova
- 2003 - 2004: Concorso per la riqualificazione dell'area ex Milano Fiera, Milano
- 2003 - 2007: LACMA - Los Angeles Country Museum of Art, Ampliamento - Fase I - Broad Contemporary Art Museum, Los Angeles
- 2004 - 2006: Genova come potrebbe essere, Genova
- 2006: Riqualificazione e ampliamento dell'Harvard Art Museum
- 2006 - 2010: LACMA - Los Angeles Country Museum of Art, Ampliamento - Fase II - Broad Contemporary Art Museum, Los Angeles
- 2006 - 2010: Residenza di Thomas Pritzker, Aspen U.S.A.
- 2006 - 2012: Astrup Fearnley Museum of Modern Art, Oslo
- 2007: Cantina Rocca di Frassinello, Gavorrano
- 2007: Il Vulcano Buono (*Centro Commerciale, Albergo e Servizi*), Nola
- 2009: Estensione dell'Art Institute of Chicago, U.S.A. con la creazione della Modern Wing
- 2009: Maintenance and Operation for the High Line, New York
- 2009 - 2012: Auditorium del Parco, L'Aquila
- 2010: Uffici e residenze, Saint Giles Court, Londra
- 2010: Columbia School of Arts, New York
- 2011: Riabilitazione del sito di Ronchamp, Ronchamp
- 2011: Ristrutturazione del waterfront di Faliron, Atene
- 2012: Ampliamento Isabella Stewart Gardner Museum, U.S.A.
- 2012: Ampliamento Fabbrica Pirelli, Settimo Torinese

- 2012: London Bridge Tower, Londra
- 2012: Complesso museale a Tjuvholmen, Oslo
- 2012: Auditorium del Parco, L'Aquila
- 2012: Torre eolica
- 2013: MuSe, Museo delle scienze di Trento
- 2013: Ampliamento dell'Acquario di Genova
- 2013: London Bridge Place, Londra
- 2013: Ampliamento del Kimbell Art Museum, U.S.A.

7.1. Opere in corso

Dal 2007:

- Witney Museum of American Art, New York
- Manhattanville Campus, Columbia University, New York
- Grattacielo Intesa Sanpaolo, Torino

Dal 2011:

- Auditorium delle Arti, Bologna
- The Bow-tie Building, New York, U.S.A.
- Entrata alla città di Valletta e la nuova sede del Parlamento Maltese, Valletta, Malta

Dal 2012:

- Nuovo Palazzo di Giustizia di Parigi, Francia

8. Riferimenti bibliografici

- Ausiello G., Polverino F. *Renzo Piano. Architettura e tecnica*, Clean, 2004, pp. 19-84
- Bianco A., Pastorino A, *Controllo e valutazione dei processi di degrado materico e tecnologico nell'architettura High-Tech: Parigi e i Grand Travaux*, Edizioni Centro Stampa d'Ateneo, 2010, pp. 11-20
- Bucci F., *Il richiamo della foresta*, in "Casabella 791", 2008
- Buchanan P., *Renzo Piano Building Workshop. Complete Works*, vol. 1, Phaidon Press, Lodon 1993, (ed. italiana Allemandi, Torino 1993), pp. 140-165, 206-226
- Buchanan P., *Renzo Piano Building Workshop. Complete Works*, vol. 2, Phaidon Press, Lodon 1995, (ed. italiana Allemandi, Torino 1996), pp.190-209
- Buchanan P., *Renzo Piano Building Workshop. Complete Works*, vol. 3, Phaidon Press, Lodon 1997, (ed. italiana Allemandi, Torino 1997), pagg. 190-207
- Buchanan P., *Renzo Piano Building Workshop. Complete Works*, vol. 4, Phaidon Press, Lodon 2000, (ed. italiana Allemandi, Torino 2000), pagg. 86-115
- Calderini C., *Struttura e forma*, in "Casabella 818", 2012
- Casella P., *Bioclimatica: storia, tecnica, architettura*, Chandra Editrice, 2011, pagg. 141-149
- Conforti C., *Levigate artificialità*, in "Casabella 656", 1998
- Dal Co F., *Understatement. Quello che la torre del «New York Times» di Renzo Piano può suggerire*, in "Casabella 756", 2007
- Facoltà di Ingegneria, Università di Pisa, *Architettura e sostenibilità*, Edizioni ETS, 2009, pp. 25-75
- Francesco D., *Architettura Bioclimatica*, Utet, 2000, pp. 13-60

- Gauzin-Müller D., *Sustainable Architecture and Urbanism*, Birkhäuser, 2002, pp.12-18
- Greco L., *Renzo Piano. Dalla macchina urbana alla città dell'informazione*, Marsilio, Venezia
2005, intero volume
- Lanza A., *Lo sviluppo sostenibile*, Il Mulino, 2006, intero volume
- Losasso M., *Architettura Tecnologia e Complessità*, Clean, 1991, pp.11-22
- Maffei P., *Architettura Bioclimatica*, SEU Pisa, 1999
- Mondadori, *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica*, Edizioni Mondadori, 2008
- Nicolin P., *Conflitti: Architettura contemporanea in Italia*, Skira, 2005
- Piano R., *Giornale di Bordo*, Passigli, 2005, intero volume
- Prestinenz Puglisi L., *Richard Rogers: opere recenti*, in "And", 2009
- Ryan R., *Renzo Piano Building Workshop: California Academy of Sciences*, in "The Plan 30", 2008
- Rocca A., *Architettura Low Cost Low Tech: invenzioni e strategie di un'avanguardia a bassa
risoluzione*, Sassi, 2010 , intero volume
- Zappa A., *Trasparenze*, in "Casabella 818", 2012

8.1. Riferimenti dal web

- ArchDaily, *California Academy of Sciences / Renzo Piano*, aggiornato in 2008,
www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano/#
- Gagliostro D., *California Academy of Sciences, Renzo Piano 2008*, aggiornato in 2008
http://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/597_2009_181_7112.pdf
- Grieco A., *L'architettura sostenibile di Renzo Piano. Il centro culturale di Atene ad impatto zero*,
aggiornato in Ottobre 2011

<http://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/in-europa/architettura-sostenibile-renzo-piano-centro-culturale-impatto-zero-atene-364.html>

La Creta R., *La tecnologia dell'Architettura: cronache e storia*,

www.asing.it/docs/atticonvegno/p537-345.pdf

Orazi M., *“Il miglior fabbro”*: Jean Prouvé a Torino, pubblicato il 24 Aprile 2013,

http://www.domusweb.it/it/architettura/2013/04/23/il_miglior_fabbro_jean_prouv_alla_p_inacoteca_agnelli.html

Plebe A., *Renzo Piano: il museo che respira*, 2008, pubblicato il 26 Settembre 2008

http://www.ilsecoloxix.it/p/italia_e_mondo/2008/09/26/ALKd2Q6B-respira_piano_museo.shtml;jsessionid=45E5071E8DC8F991CE7B46480FAE107E

Prestinenzza Puglisi L.,

- *Renzo Piano. Più vicini alla natura*, in “Luminous”, 2009

www.lighting.philips.it/pwc_li/main/shared/assets/downloads/it/luminous_n_3.pdf

- *Grattacieli*, pubblicato a Marzo 2004

www.lighting.philips.it/pwc_li/main/shared/assets/downloads/it/luminous_n_3.pdf

Sustainable Design,

http://www.calacademy.org/academy/building/sustainable_design/

Una nuova fabbrica in America: lo stabilimento di Harrisburg,

<http://www.storiaolivetti.it/percorso.asp?idPercorso=623>

Torricelli M., *Architettura e tecnologie appropriate per l'efficienza energetica*,

http://www.laterizio.it/costruire/pdf/n125/125_02_03.pdf

Torricelli M. - Marzi L., *Le facciate ventilate in cotto di Renzo Piano*,

http://www.laterizio.it/costruire/pdf/n71/71_36_47.pdf