

A fianco: l'esterno del padiglione spagnolo per l'expo di Saragozza.  
Sotto: vista dei pilastri durante le fasi di completamento del rivestimento.

**FLESSIBILITA'  
PROGETTUALE  
UN SISTEMA  
COSTRUTTIVO  
DISASSEMBLABILE  
NON UTILIZZATO PER  
UN RAPIDO  
SMONTAGGIO, MA PER  
RICONFIGURARE  
L'OPERA A UNA  
NUOVA DESTINAZIONE  
D'USO**



## DA PADIGLIONE A MUSEO

**Realizzato per l'Expo di Saragozza, pensato come museo del cinema. Una flessibilità progettuale coordinata alle scelte materiche e strutturali**

Jacopo Gaspari, Giovanni Zannoni



Contrariamente a quanto avviene per la stragrande maggioranza delle installazioni fieristiche il padiglione spagnolo realizzato in occasione dell'Expo di Saragozza, su progetto di Francisco "Patxi" Mangado, nasce con un'aspettativa di vita che non si esaurisce alla fine della kermesse, ma è diretta ad adeguarsi a un uso diverso, compatibile con le future esigenze della città. Questo approccio, che dovrebbe essere perseguito in tutte le costruzioni coinvolte in eventi fieristici, non avrebbe un carattere di straordinarietà se non fosse per il fatto che, pur presentando tutte le caratteristiche proprie di un padiglione (spettacolarità, flessibilità, ecc.), possiede una concezione costruttiva atta a soddisfare un ciclo di vita atteso decisamente più lungo che si oppone alla consueta temporaneità di questa tipologia. Tale concezione fa sì riferimento a un sistema costruttivo disassemblabile, che sfrutta tecnologie a secco e materiali riciclabili, ma non con la finalità di un più rapido smontaggio al termine della manifestazione, quanto piuttosto con l'obiettivo di adattarlo e riconfigurarne per ospitare il museo cittadino per le arti cinematografiche. La scelta costruttiva ha perciò una doppia valenza: superata la fase del primo, breve, ciclo di vita corrispondente alla durata dell'Expo essa predispose la fabbrica a sopportare una serie di modificazioni delle partizioni interne e di alcune chiusure destinate a incrementarne la durabilità nell'ottica di una diversa fruizione, mentre al termine del ciclo di vita più lungo la natura disassemblabile del manufatto consentirà il recupero dei materiali impiegati. Ciò si inserisce in un processo

#### volucro esterno



articolato lungo una pianta a base di trapezio rettangolo, composto di pilastri circolari in acciaio che assolvono la funzione strutturale del

#### ntrollo climatico



pilastri funge da elemento di schermatura dall'irraggiamento diretto. metallici collegati al tetto e alla vasca sottostante creano un vero e proprio mitiga le condizioni ambientali.

#### ostenibilità



zio d'aria forzato è coadiuvato da un sistema di vetrate apribili che, tivo elettronico, permettono di sfruttare i flussi d'aria notturni. Utilizzo i quali pannelli di sughero per il rivestimento interno della copertura e er i pavimenti interni.

virtuoso sul ciclo di vita esteso in cui gli elevati valori di energia incorporata in materiali come vetro e acciaio sono ammortizzati attraverso un tempo d'uso adeguato prima che queste risorse possano essere nuovamente reintrodotti nella filiera. La sinergia tra un'attenta scelta dei materiali e un progetto capace di favorire un'estensione del tempo di vita atteso del manufatto trova la sua massima espressione nello schema statico del padiglione.

### Il sistema strutturale

La struttura del padiglione si basa su un telaio metallico in apparenza piuttosto articolato che, in verità, può essere scomposto in un insieme limitato di soluzioni che collaborano al fine di minimizzare le sezioni dei profili e la quantità di materiale impiegato. Una parte della sua complessità è legata alla conformazione della pianta, riconducibile a un trapezio rettangolo, che tuttavia viene risolta disponendo sull'intera superficie, ad eccezione degli spazi espositivi, una fitta trama di pilastri circolari in acciaio, a maglia variabile, che fungono da strutture di elevazione. Questi pilastri,

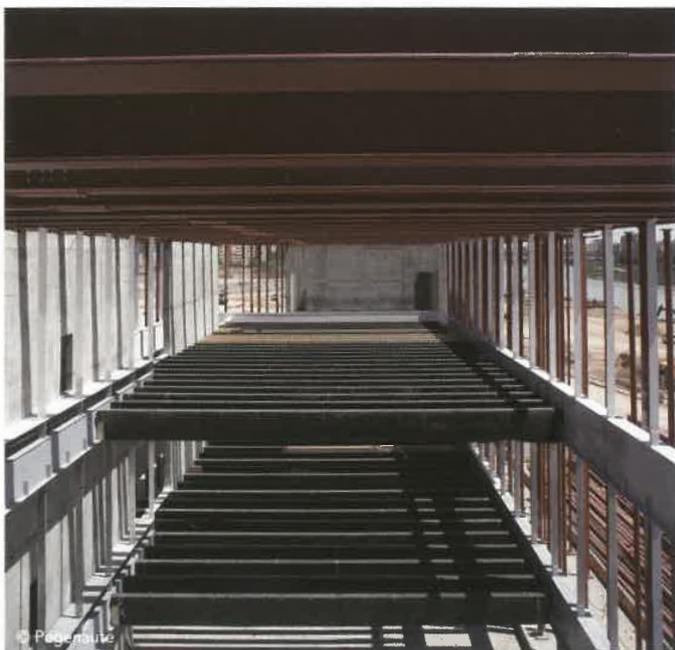


olaio in travi lamellari.

che nelle suggestioni evocate nel progetto sono paragonati a un canneto o a un denso bosco di bambù, costituiscono l'elemento chiave del progetto. Contrariamente a ogni aspettativa, una simile quantità di pilastri non è sfruttata per sostenere direttamente gli impalcati, ma è connessa esclusivamente alle travi di copertura che, rastremandosi nella fascia perimetrale, costituiscono l'ossatura portante dell'ampia lama di chiusura orizzontale. Gli impalcati dei volumi espositivi, costituiti da possenti travi di bordo in acciaio e da una travatura lignea, sono in realtà appesi alla struttura di copertura tramite piattini di acciaio che agiscono come tiranti. Questo espediente consente di rovesciare lo schema statico tradizionale, che vede i pilastri soggetti principalmente a sforzi di compressione, in favore di uno schema che li fa lavorare prevalentemente a trazione. Infatti, l'orditura primaria della copertura, sollecitata dal carico costituito dagli impalcati di interpiano degli spazi espositivi, tende a trasmettere sforzi di trazione ai pilastri a essa connessi. In tal modo l'acciaio lavora al massimo delle sue prestazioni e ciò permette di ridurre le sezioni dei profili tubolari che, tra l'altro, non essendo soggetti a carico di punta non rischiano pericolosi effetti di sbandamento. Non tutti i pilastri hanno però la medesima funzione strutturale e per tale ragione si differenziano per diametro; oltre a quelli deputati alla connessione con le travi primarie, che hanno un diametro pari 220 millimetri, vi sono altre due tipologie di elementi verticali: quelli da 175 millimetri che sostengono la travatura perimetrale e quelli da 110 millimetri che sono invece utilizzati per variare la densità delle restanti parti della "selva". Il telaio in acciaio è opportunamente controventato dai nuclei in calcestruzzo, in cui sono alloggiati le risalite verticali e i cavetti impiantistici principali, mentre un vano tecnico interrato su un'ampia platea in calcestruzzo funge da basamento per l'intera struttura. La "selva" di pilastri non rappresenta, tuttavia, un elemento significativo del progetto solo dal punto di vista strutturale, ma risulta centrale anche sotto il profilo del controllo ambientale e della configurazione formale dell'edificio.

### Strategia di mitigazione

I pilastri sono posti tra due elementi orizzontali di importanza strategica e di immediata rilevanza formale: la lama di copertura e lo specchio d'acqua del basamento. Oltre alle valenze di carattere



**Viste della struttura principale durante le fasi di realizzazione. I solai in legno, sostenuti dalle travi di bordo in acciaio sono appesi alla struttura primaria della copertura che agisce mettendo in trazione i pilastri in acciaio.**

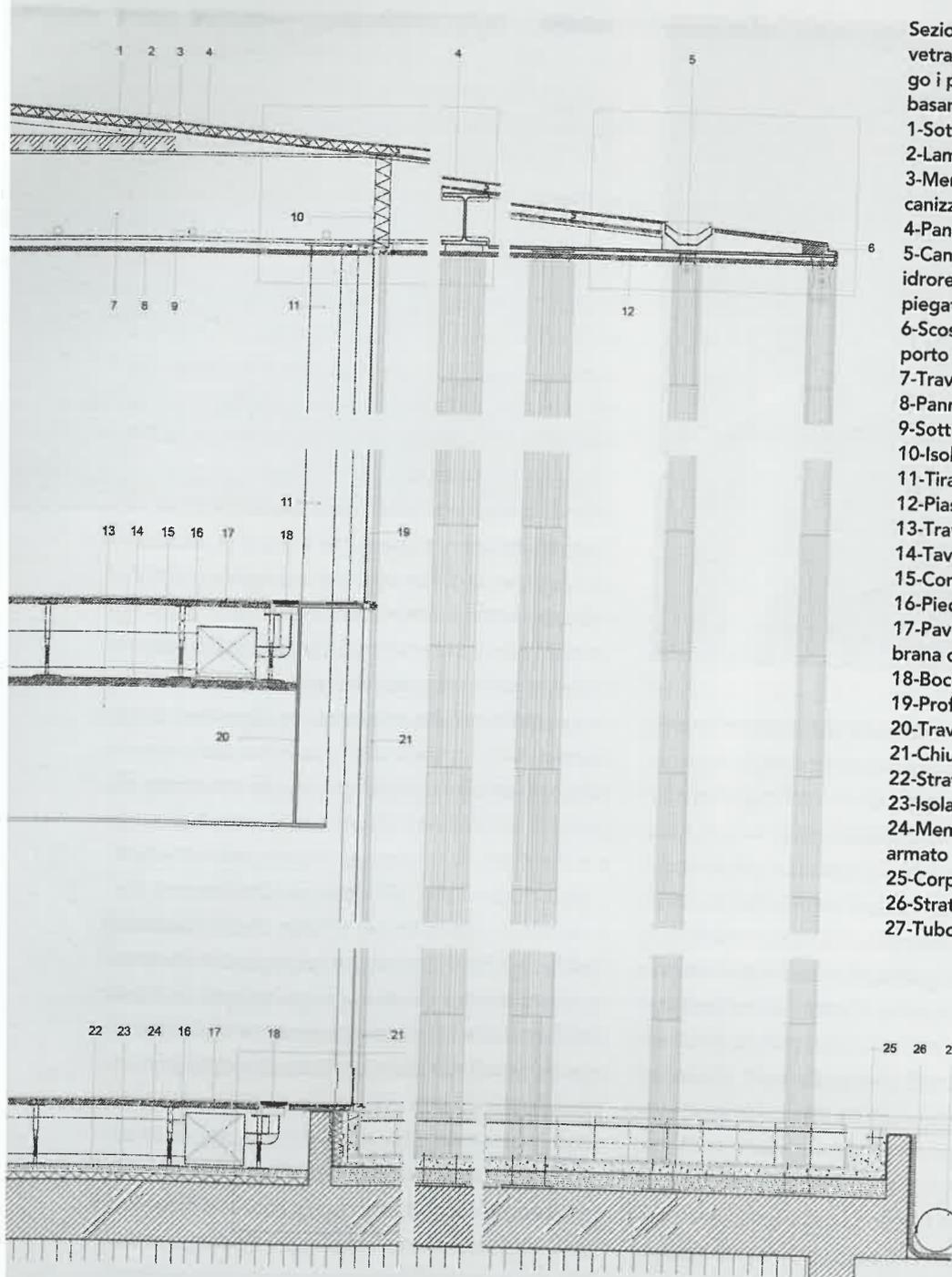
compositivo nella percezione della tettonica del manufatto, ciò trova una più pragmatica ragione in una raffinata strategia di controllo climatico. La fitta disposizione dei pilastri crea, infatti, una cortina che scherma gli spazi espositivi da un irraggiamento diretto, contrastato anche dal pronunciato sporto della copertura. Allo stesso tempo, i tubolari metallici verticali agiscono come elementi di collegamento fisico tra il tetto e la sottostante vasca in modo tale che un virtuoso circuito ad acqua possa essere chiuso. L'acqua piovana, opportunamente convogliata da canalizzazioni e raccolta nel bacino di accumulo, viene fatta ruscellare attraverso i pilastri dove appositi diffusori a pressione creano un effetto di nebulizzazione teso a mitigare le condizioni dell'ambiente. L'acqua termina il suo percorso nella vasca basamentale che circonda interamente gli spazi espositivi propriamente detti, dando luogo a un secondo interessante effetto. I pilastri, infatti, sono rivestiti da semigusci in cotto che terminano sotto il pelo dell'acqua: imbibiti o semplicemente bagnati essi producono un effetto di termoregolazione che si determina in conseguenza dell'evaporazione. La protezione degli elementi in acciaio è affidata, alla base dei pilastri, ad appositi elementi a "bicchiere" in materiale impermeabile, mentre nella parte in elevazione i semigusci in ceramica costituiscono di per sé un'efficace soluzione di rivestimento. Complessivamente l'effetto di raffrescamento prodotto dall'acqua, associato al sistema di schermatura, permette di ridurre l'impiego di dispositivi

meccanici per il controllo climatico che, tuttavia, in una struttura pubblica con una simile utenza appaiono ancora irrinunciabili. Ciononostante un attento bilanciamento di soluzioni attive e passive ha reso possibile una diminuzione dei carichi energetici durante le fasi di esercizio.

### **Sostenibilità della costruzione**

Una prima riflessione sulla sostenibilità di questo edificio non può che derivare dall'esame della sua concezione volta soprattutto all'ottimizzazione dei materiali non solo in termini di prestazione, ma anche di durabilità. A ciò devono però essere aggiunte anche alcune considerazioni che riguardano il comportamento in uso del fabbricato. Esse riguardano da una parte le accorte soluzioni adottate per la dotazione impiantistica e dall'altra l'efficace sistema di ventilazione naturale raggiunto attraverso il sistema di chiusura. Per l'indispensabile ricambio forzato dell'aria è stato adottato un impianto ad alta efficienza i cui terminali sono disposti in un apposito alloggiamento della copertura, opportunamente schermato da una cortina di pannelli fotovoltaici. Questi ultimi contribuiscono a soddisfare la richiesta energetica diminuendo i costi di gestione. Un'ulteriore diminuzione dei consumi è ottenuta per effetto della riduzione delle ore di funzionamento dell'impianto. Durante la notte, infatti, esso giova degli apporti derivanti dal flusso d'aria fresca proveniente dall'esterno che entra nell'edificio mediante apposite aperture previste nel sistema vetrato. Un apposito dispositivo di gestione elettronica garantisce, agli intervalli previsti, l'apertura di alcuni moduli di facciata che permettono così di sfruttare il naturale ricambio generato dagli intensi venti notturni. Non possono infine mancare alcune osservazioni riguardanti l'uso dei materiali che si rivela sempre attento sia alle future opportunità di riciclo sia a migliorare il livello di comfort per l'utenza. La scelta di utilizzare pannelli di sughero per il rivestimento interno della copertura risponde alla necessità di ridurre il rumore da riverbero e, allo stesso tempo, a quella di contribuire a mantenere più a lungo i benefici effetti prodotti dalla strategia di mitigazione adottata. Analoga sensibilità dimostra la scelta di impiegare gomma riciclata per i pavimenti interni al fine di ridurre la trasmissione dei rumori da calpestio. Concezione, materiali, accorgimenti costruttivi, tecnologie fanno di questo edificio un caso esemplare che assume la sostenibilità come vera e propria espressione di qualità.

## Il progetto



- Sezione costruttiva in corrispondenza del sistema di chiusura vetrato. L'acqua raccolta in copertura viene fatta ruscellare lungo i pilastri sino a raggiungere lo specchio d'acqua posto come basamento innescando un effetto di termoregolazione naturale
- 1-Sottostruttura per la formazione della pendenza
  - 2-Lamiera grecata con soletta collaborante
  - 3-Membrana impermeabilizzante in gomma sintetica EPDM vulcanizzata mm 1,14
  - 4-Pannelli sandwich
  - 5-Canale di gronda nascosto (mm 150x300) con scatola in MDF idrorepellente e rivestimento in lamiera di acciaio galvanizzato piegata
  - 6-Scossalina in lamiera di acciaio galvanizzato piegata su supporto in MDF con membrana impermeabilizzante
  - 7-Trave principale in acciaio HEB 600
  - 8-Pannello in sughero mm 1000x500, spessore mm 50
  - 9-Sottostruttura di sostegno in profili tubolari
  - 10-Isolante in fibra minerale
  - 11-Tirante in acciaio
  - 12-Piastra metallica
  - 13-Trave lamellare in legno di pino
  - 14-Tavolato in legno
  - 15-Condotti impiantistici
  - 16-Piedini di supporto regolabili
  - 17-Pavimento in listelli di rovere industriale (mm 20) su membrana di polietilene e strato di supporto in MDF (mm 30)
  - 18-Bocchetta di mandata dell'impianto di trattamento aria
  - 19-Profilo di chiusura in acciaio galvanizzato
  - 20-Trave di bordo in acciaio
  - 21-Chiusura vetrata mm 6+6/15/6+6
  - 22-Strato di livellamento
  - 23-Isolamento termico mm 50
  - 24-Membrana impermeabilizzante e soletta di calcestruzzo armato
  - 25-Corpo illuminante
  - 26-Strato impermeabilizzante
  - 27-Tubo di drenaggio



© Giovanni Zannoni



Il Padiglione spagnolo per l'Expo di Saragozza.

#### IL PROGETTO

**Oggetto:** Padiglione spagnolo per l'Expo di Saragozza

**Località:** Saragozza, Spagna

**Committente:** SEEI (Sociedad Estatal Para Exposiciones Internacionales)

Progetto architettonico e

**Direzione Lavori:**

Francisco José Mangado Beloqui

**Collaboratori:**

R. Kralovic, H. Mónica, J. Ma Gastaldo, C. Chu, C. Martín

**Progetto impiantistico:**

Fondación Cener-Ciemat

(Asesoría Ahorro Energético y Sostenibilidad)

**Impresa:**

Constructora San José

**Cronologia:**

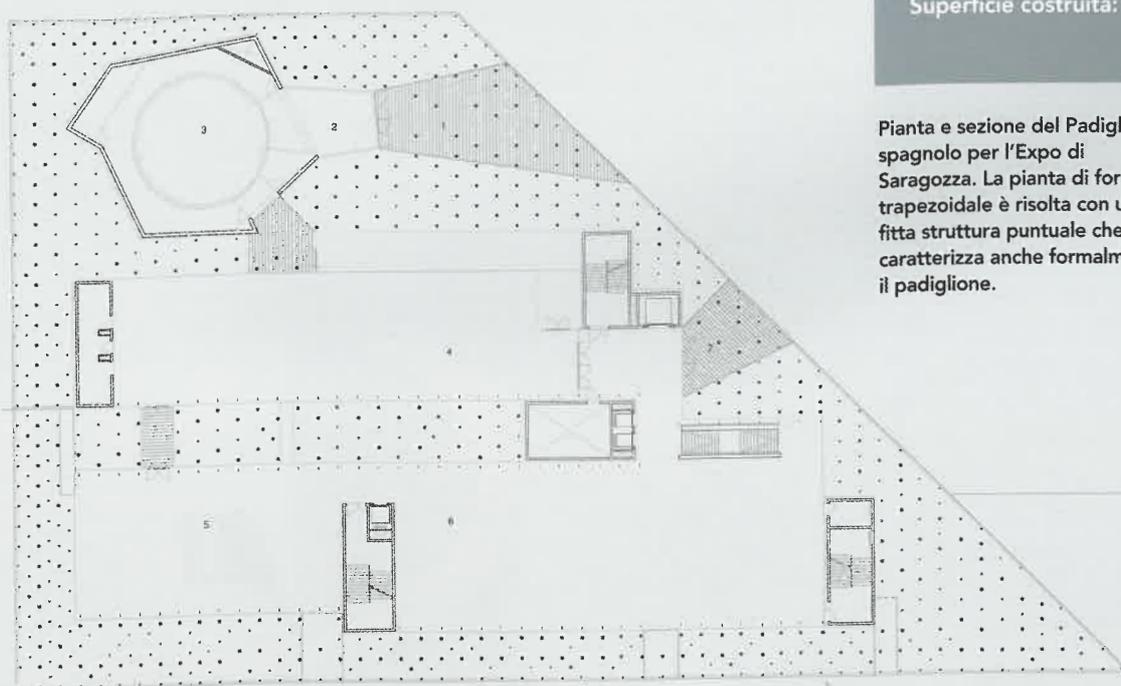
2005-2006 concorso e progetto;

2006-2008 costruzione

**Superficie del lotto:** 4.150 m<sup>2</sup>

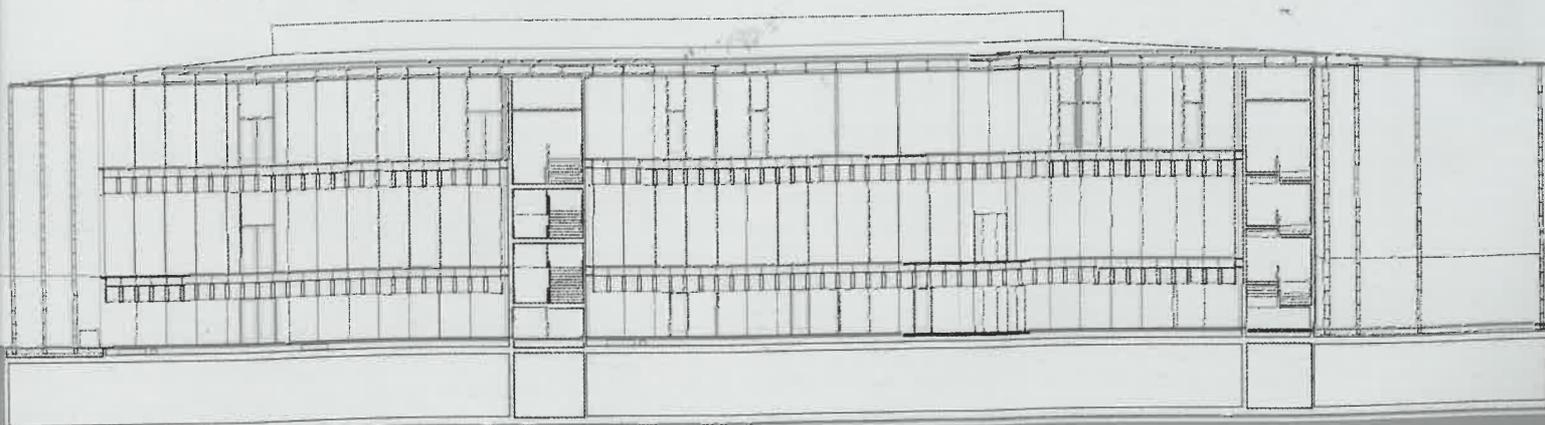
**Superficie utile:** 8.000 m<sup>2</sup>

**Superficie costruita:** 10.570 m<sup>2</sup>



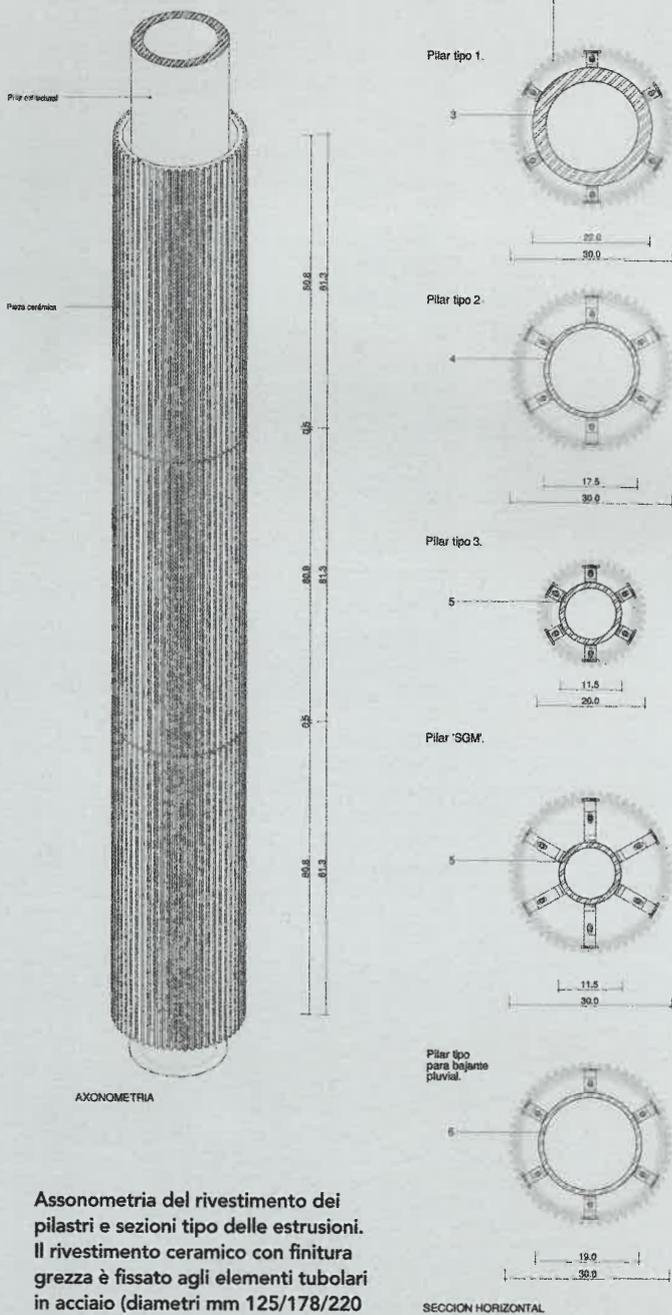
Pianta e sezione del Padiglione spagnolo per l'Expo di Saragozza. La pianta di forma trapezoidale è risolta con una fitta struttura puntuale che caratterizza anche formalmente il padiglione.

© Francisco Mangado



© Francisco Mangado

## Dettagli tecnici



AXONOMETRIA

**Assonometria del rivestimento dei pilastri e sezioni tipo delle estrusioni.** Il rivestimento ceramico con finitura grezza è fissato agli elementi tubolari in acciaio (diametri mm 125/178/220 e spessori tra gli 8 e i 20 millimetri) mediante grappe in acciaio inox.

### Il sistema di rivestimento

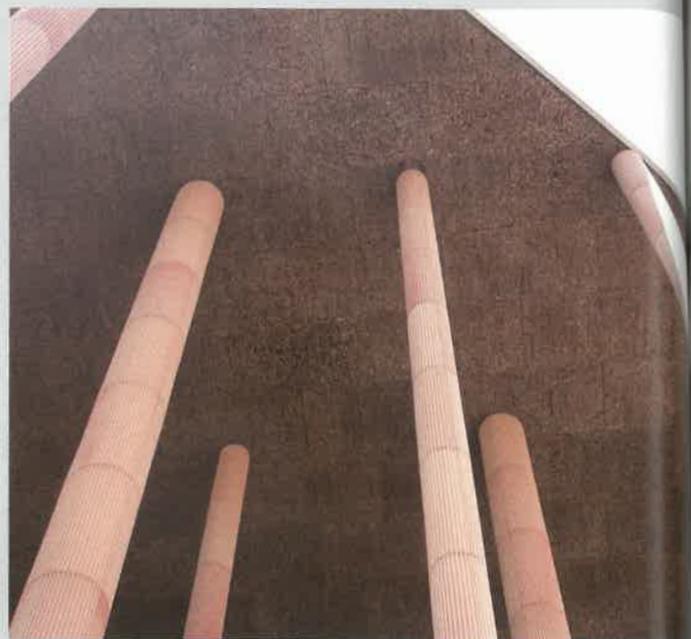
Una buona parte della singolarità, e allo stesso tempo della spettacolarità dell'edificio, si deve al sistema di rivestimento utilizzato per i pilastri che compongono la "selva" che protegge gli spazi espositivi. Si tratta di componenti ceramici ottenuti tramite trafilatura e successiva cottura che vengono ancorati mediante un gancio metallico ai tubolari in acciaio. La necessità di variare la sezione dei pilastri ha ovviamente condizionato la forma dei pezzi in cotto senza tuttavia

incidere in modo rilevante sui costi energetici di produzione. I semigusci di rivestimento, appositamente realizzati per l'occasione, sono il frutto di un intenso lavoro di squadra tra i progettisti e l'azienda produttrice che ha saputo conciliare alcune caratteristiche "artigianali" con i metodi industriali.

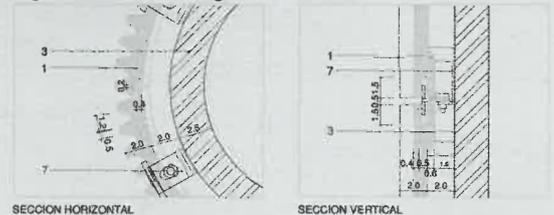
Trafilati in tre diverse sezioni, i semigusci sono prodotti con tre diversi gradi di cottura in modo da differenziarne naturalmente la colorazione. Tuttavia, l'aspetto più complesso di questa tecnologia

è forse rappresentato dal sistema di sostegno che ha richiesto un lungo processo di messa a punto per evitare che, esposti all'intenso vento proveniente da nord, i pezzi iniziassero a vibrare rumorosamente.

La soluzione finale, elaborata e prodotta con l'aiuto di un'azienda portoghese, è costituita da grappe in acciaio inox, avviate al pilastro metallico, che fissano l'elemento, con un dente piatto infilabile nella sezione dell'estruso, alle due estremità, scomparendo dietro allo stesso.



Un dettaglio del soffitto in sughero



SECCION HORIZONTAL

SECCION VERTICAL



Immagini di dettaglio del rivestimento ceramico e del sistema di aggancio a scomparsa in metallo.