

Apple Flagship Store

Elena Magarotto

Una scala di vetro per Apple

Progetto e ingegnerizzazione di scale di vetro per la catena di negozi Apple in diverse città del mondo.



La rete costituita dagli oltre 200 Apple Store sparsi in tutto il mondo, è nata nel 2001 negli Stati Uniti, e si caratterizza per il design innovativo e fortemente tecnologico, che mira a coinvolgere il cliente attraverso esperienze inconsueti.

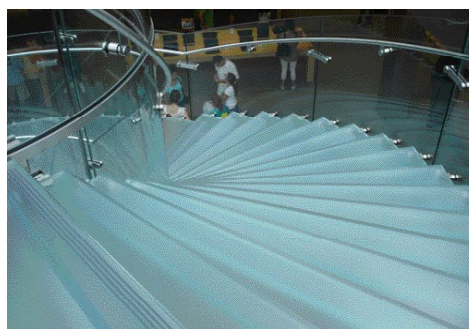
La ricerca di un'immagine che caratterizza-

se gli Apple Flagship Store, ovvero i negozi per la vendita diretta, ha portato all'individuazione di una strategia diversa rispetto a quelle messe in atto dalle principali catene commerciali del mondo, basate sulla scelta coordinata di materiali e arredamenti e sulla organizzazione degli spazi. Apple ha

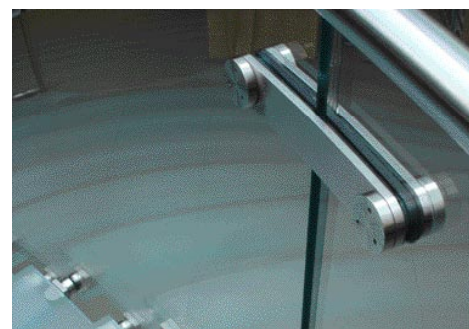
Il cubo di vetro che funge da entrata al sotterraneo Apple Store di New York sulla Quinta Avenue.



Il Flagship Store sulla Quinta Avenue a New York è uno dei più spettacolari, introdotto da un cubo interamente vetrato che si rapporta in modo diretto con i grattacieli dell'intorno.



La scala di vetro che caratterizza lo Store di New York è elicoidale e ruota attorno a un cilindro di vetro che contiene un avveniristico ascensore e che sostiene l'intera struttura.



I gradini e i parapetti sono interamente vetrati, collegati tra loro da connettori in titanio e acciaio inossidabile, studiati appositamente per queste strutture attraverso numerose sperimentazioni.

Identikit

Committente: Apple Computer Inc. - Steve Jobs, Ceo

Architetti Apple Stores: Bohlin Cywinski Jackson, Berkeley, CA

Detentori del brevetto: Steve Jobs, Karl Backus, Rosa Sheng, Ben McDonald, Michael Waltner, Colleen Caulliez, James O'Callaghan, Graham Coult, Damian Rogan, Scott Nelson

Ingegnere strutturale: James O'Callaghan

Fabbricazione, installazione e test sulla sicurezza: Seele GmbH & Co, Gerthofen, Germania

Consulenti: Veroplan Entwicklungs GmbH, Bretten, Germania

Gradini, pianerottoli e passerelle: Depp Glass Inc. Long Island, New York City, Usa.

Vetri curvi (per la scala elicoidale nei negozi giapponesi e di New York): Isoclima (Padova)

Muri vetrati, parapetti e lucernario (New York - Soho e Londra - Regent Street): BGT Bischoff Glasstechnik GmbH of Bretten, Germania

Inserti in titanio: Tripyramid Structures Inc. Westford, MA, Usa.

Interstrati: DuPont

Supporto alla progettazione, test strutturali e calcoli: Dr Steven J. Bennison - DuPont Central Research and Development (Wilmington, Usa)

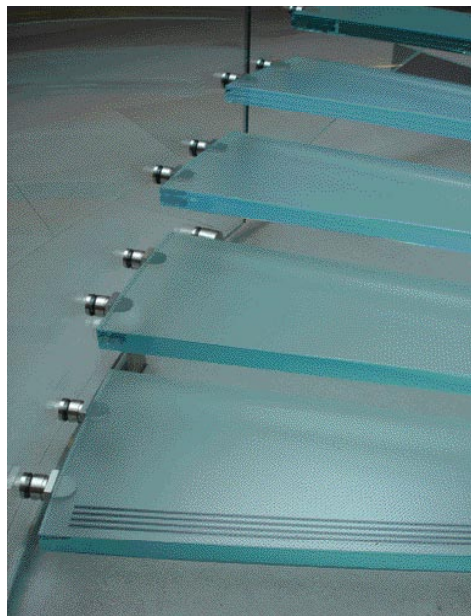


infatti deciso di utilizzare l'architettura come mezzo spettacolare e scenografico per caratterizzare i suoi spazi e stupire la clientela. Essa si esprime nella progettazione e realizzazione di una scala completamente trasparente, una sintesi di materiali e tecnologie all'avanguardia, che incarnano i principi che

da anni spingono l'azienda americana ai vertici del mercato.

La scelta di una scala di vetro nasce dalla volontà di offrire al cliente una "esperienza" nel vero senso del termine, tanto che, per esempio, si è portati a salire e scendere da essa più volte per ammirarla e ammirare

I vetri e gli interstrati utilizzati per la realizzazione dei gradini e dei parapetti sono caratterizzati da un'estrema trasparenza, fortemente voluta per dare un'immagine di leggerezza e innovazione tecnologica.



I gradini sono composti da quattro strati (due vetri centrali da 15 mm e due vetri esterni da 8 mm), legati tra loro da uno speciale interstrato ionoplastico dalle altissime performance e sono trattati con un rivestimento antiscivolo. Essi sono collegati ai parapetti da connettori in titanio inseriti durante la laminazione del vetro.

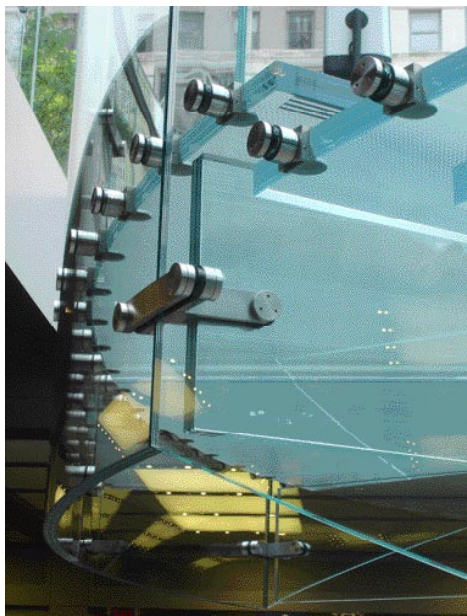
l'ambiente da diversi punti di vista. Il design e la completa trasparenza inducono a soffermarsi sui dettagli, ma soprattutto contribuiscono a dare al visitatore l'impressione di "levitare", rendendo necessario, soprattutto durante la discesa, l'appoggio al corrimano.

Progetto e ingegnerizzazione della scala di vetro

La spettacolare scala in vetro, progettata in funzione degli store in cui viene allocata, è frutto di un brevetto americano depositato nel 2002 con il nome di Steve Jobs, co-fondatore e amministratore delegato di Apple, primo tra gli autori, seguito da un ulteriore brevetto approvato nel 2007.

Le tipologie di scale messe a punto per gli stores sono due: la prima è caratterizzata da un design lineare e più "tradizionale", mentre la seconda, presente, tra gli altri, nei negozi di New York City, Osaka e Shibuya (Giappone), è a spirale.

Dal punto di vista strutturale, la scala è sta-

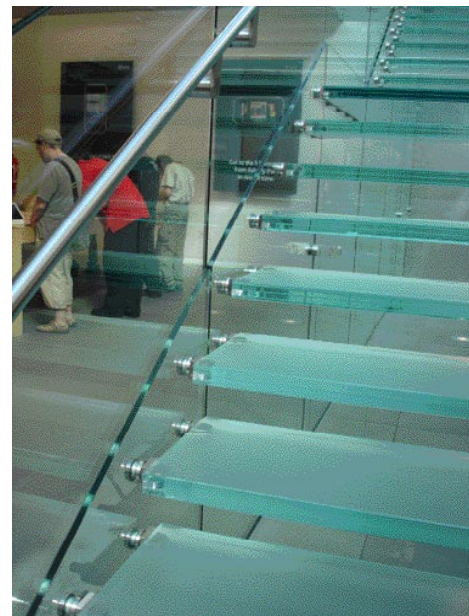


Nella scala del negozio della Quinta Avenue a New York per irrigidire la struttura e contribuire alla funzione portante di alcuni elementi sono state inserite delle pinne, anch'esse in vetro, collegate in prossimità della giunzione tra le due lastre di vetro verticali, che sono posizionate sotto alcuni scalini.

ta progettata dall'ingegnere James O'Callaghan, insieme agli architetti californiani Bohlin Cywinski e Jackson (Berkeley) e utilizza le più avanzate e innovative tecnologie che hanno permesso di realizzare in vetro sia i gradini che la struttura portante.

Durante una conferenza tenuta nel 2005, l'ingegnere O'Callaghan rese noti alcuni dettagli sui requisiti che erano richiesti alle strutture vetrate calcolate e progettate per gli Apple Store, in relazione alla loro funzione e ai materiali con cui dovevano essere realizzate.

Per garantire le prestazioni necessarie, il materiale utilizzato è stato studiato, scelto e testato in relazione al carico minimo che la struttura doveva sopportare (il peso minimo considerato in sede di progetto è stato di 100 pounds/m², equivalente a circa 4,5 KN/m²), ai requisiti di sicurezza al fuoco (affinché ogni elemento fosse in grado di resistere all'azione del fuoco) e ai requisiti di sismicità, dal momento che molte installazioni sarebbero state in città con frequenti terremoti e attivi-



Nel negozio newyorkese a Soho, la scala presenta un design lineare, pur con le medesime caratteristiche strutturali e materiche della scala elicoidale. I vetri perimetrali, quasi dei muri trasparenti, arrivano fino a terra delimitando in modo netto l'ingombro della scala che porta al piano superiore.

tà sismiche. Al fine di prevedere le tensioni globali e locali, agenti su tutti gli elementi della scala, è stata effettuata una accurata analisi degli elementi finiti (Fea - Finite element analysis).

Il progetto aveva dunque come obiettivo la realizzazione di un oggetto di forte impatto, costituito da elementi sicuri e stabili e caratterizzati da uno spessore estremamente ridotto. A questo proposito sono state studiate diverse soluzioni costruttive, che tenessero in considerazione non solo la sicurezza e la statica ma anche la durabilità e l'estetica.

La scala lineare

La scala tipo è stata progettata per superare un dislivello di circa 4,6 m con una lunghezza di 10 m e 27 alzate. I gradini sono larghi 2,45 m e sono composti da quattro strati di vetro, per uno spessore totale di 5 cm circa: due vetri centrali extrachiaro ciascuno dello spessore di 15 mm e due vetri extrachiaro Depp

Glass Diamond Plate dello spessore di 8 mm posti lateralmente, collegati l'uno all'altro da uno speciale strato ionoplastico dello spessore di 1,52 mm, realizzato da Dupont.

Il carico che i gradini devono sostenere è stato considerato nell'ordine di $4,5 \text{ kN/m}^2$, anche se la sua entità può variare in funzione del negozio in cui la scala deve essere inserita e delle normative, diverse da Stato a Stato.

La scelta di realizzare il gradino con queste caratteristiche materiche è stata dettata dal fatto che esso può essere levigato dopo il processo di laminazione, aumentando così in modo significativo l'aspetto tagliente del bordo della lastra. Inoltre, questo tipo di materiale e la sua lavorazione garantisce che il gradino rimanga stabile e sicuro per un ragionevole lasso di tempo, nonostante l'eventuale deterioramento dovuto al passaggio delle persone, senza che sia necessaria la sua sostituzione.

Una scelta importante, dal punto di vista strutturale, ha riguardato l'interstrato posto tra le lastre di vetro. Esso è stato studiato insieme a DuPont in modo che rispondesse ai requisiti di sicurezza insieme a quelli estetici: esso si presenta, infatti, con una rigidità maggiore rispetto a un normale interstrato di polivinilbutirale (Pvb), cosa che permette un migliore trasferimento dello sforzo di taglio presente tra gli strati vetrati, sia nel breve che nel lungo periodo. Questo assicura una significativa riduzione della flessione del gradino, minore rispetto a quella che si presenterebbe nelle medesime condizioni d'uso e di carico con un interstrato in Pvb.

Lo strato scelto, il Sentry Glas Plus, possiede inoltre la caratteristica di poter essere laminato senza assumere la colorazione leggermente giallastra che è comune negli strati di butile; questo è stato di grande importanza in quanto l'estrema trasparenza era la condizione richiesta dai progettisti e dal committente. Infine, la superficie dei gradini è stata resa antisdruciolevole grazie a un apposito trattamento, ottenuto con un disegno che ricorda quello di un diamante.

I muri vetrati

La scala è sostenuta da pannelli, anch'essi vetrati, che si configurano come veri e propri muri perimetrali. Questi sono realizzati mediante un triplo vetro temperato, dove lo strato interno è costituito da un vetro dello spessore di 15 mm, affiancato da due fogli di 12 mm. I pannelli, la cui massima dimensione è di 5,8 metri di altezza per 1,6 metri

di larghezza, ospitano dei fori che servono ai gradini quale collegamento strutturale.

Sono state elaborate accurate analisi Fem al fine di prevedere gli stress globali e locali a cui la struttura e i pannelli sarebbero stati sottoposti una volta in funzione, in particolare in corrispondenza dei fori di giunzione. Gli

Le connessioni metalliche tra gli elementi

La parte più impegnativa del progetto e dell'ingegnerizzazione della struttura ha riguardato le connessioni tra i gradini e i pannelli vetrati, ovvero le parti maggiormente sollecitate, che si voleva fossero differenti e innova-



stress sono stati limitati a 50 N/mm^2 per gli sforzi globali agenti sul pannello, mentre in corrispondenza dei fori gli sforzi sono stati calcolati intorno ai 20 N/mm^2 . La stabilità di queste strutture vetrate verticali è, inoltre, assicurata da una serie di "pinne" in vetro temperato poste verticalmente, composte da un vetro singolo dello spessore di 19 mm e posizionate sotto alcuni scalini e presso la giunzione con il pannello di vetro verticale.

I dischi piani in titanio, inseriti in corrispondenza del terzo strato di vetro che compone il gradino, sono collegati a dei cilindri e inseriti in appositi fori effettuati sulle lastre dei parapetti. Questi sono poi colmati da uno speciale ancorante.

Ad arricchire alcuni negozi come quello di Soho (New York), è stata progettata una passerella vetrata, sostenuta da travi in vetro laminato poste trasversalmente e collegate tramite connettori in titanio alle strutture portanti.



Quello di Soho è stato il primo Apple Store realizzato a New York, ricavato da una fabbrica novecentesca di cui riprende alcuni caratteri morfologici e caratterizzato anche per la presenza di un lucernario che porta luce naturale nel negozio.

tive rispetto a quelle già presenti sul mercato. Per questo motivo sono stati studiati appositi componenti per la connessione, che, diversamente da quelli in legno o metallo, dovendo collegare elementi vetrati, necessitavano una tolleranza ridotta al minimo.

La ricerca progettuale, condotta attraverso continue sperimentazioni, si è dunque spinta verso lo studio di un sistema che integrasse il gradino con il supporto di vetro costituito

dai pannelli verticali, giungendo alla messa a punto di una connessione leggera costituita da un disco piano in titanio, inserito nel terzo strato del gradino. La sua forma è stata studiata affinché tale elemento fosse in grado di trasferire adeguatamente gli sforzi alla struttura e di garantire un facile e rapido assemblaggio degli elementi.

La scelta del materiale metallico da utilizzare per le connessioni è stata frutto di vari

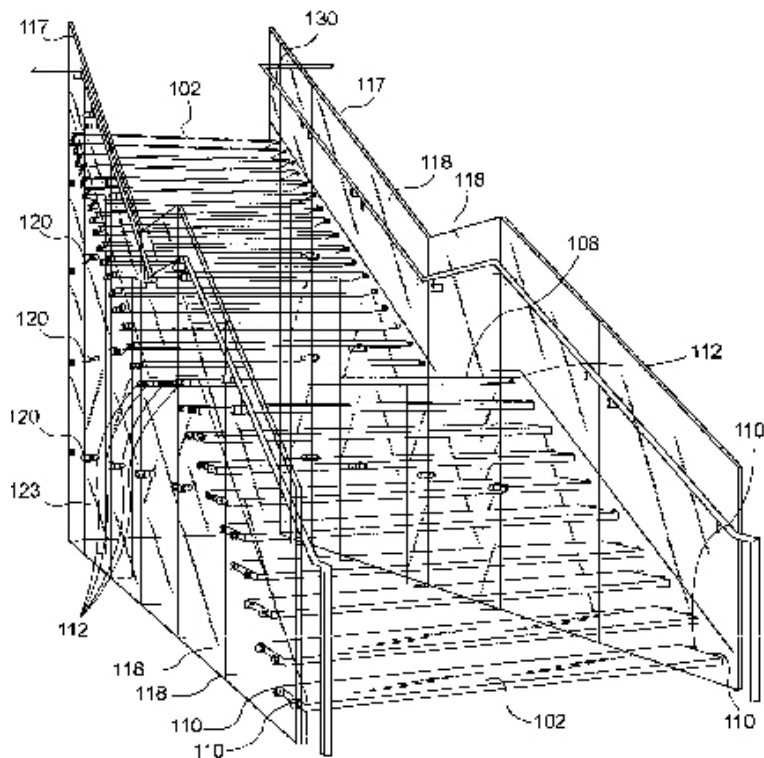
esperimenti, effettuati con la collaborazione di Depp Glass, che ha preparato diversi campioni di prova degli scalini. Nei test, fatti prima con acciaio inossidabile e poi con alluminio, si è subito presentato un problema di compatibilità tra il vetro e l'inserito di metallo: molti elementi, infatti, si rompevano durante la laminazione e le seguenti lavorazioni, mentre altri subivano rotture nelle successive fasi del processo cui erano sottoposte le lastre.

La ricerca si è così spostata verso la sperimentazione di materiali che presentavano espansione termica e conduttanza il più vicino possibile a quelle del vetro, individuando, infine, il titanio quale materiale più idoneo, per via delle sue caratteristiche che permettono di trasferire e sopportare i carichi di esercizio in modo ottimale, integrandosi perfettamente nella struttura vetrata.

Dal punto di vista costruttivo, il disco di titanio è collegato a un cilindro che viene fatto passare attraverso il foro praticato nella lastra, le cui dimensioni sono leggermente maggiori del necessario per permettere una facile e corretta posa dello stesso; il foro viene successivamente riempito con un materiale ancorante Hilti, che una volta indurito è in grado di sopportare carichi nella misura di 20 N/mm^2 .

Infine, molto importanti sono le condizioni climatiche in cui vengono installati i gradini: è risultato essenziale che il gradino finito venga installato e rimanga in un ambiente a temperatura costante. E' infatti successo che in un caso, l'installazione della scala fosse avvenuta in un edificio ancora non concluso e aperto: le escursioni termiche giornaliere e le temperature esterne altamente variabili hanno portato alla rottura di alcuni gradini, nonostante su questi non fosse ancora stato applicato alcun carico.

Insieme allo studio dei gradini e dei componenti della scala, sono state studiate anche delle passerelle pedonali, che collegano ambienti diversi e distanti all'interno del negozio. Esse devono rispondere in particolare a sollecitazioni quali le vibrazioni prodotte dal passaggio delle persone che vi camminano sopra, pertanto l'ingegnerizzazione, la scelta del materiale e delle connessioni sono state studiate



Tratto dal brevetto del gennaio 2007, il disegno della scala lineare ingegnerizzata da James O'Callaghan evidenzia la complessità della struttura e dei singoli elementi che la compongono.

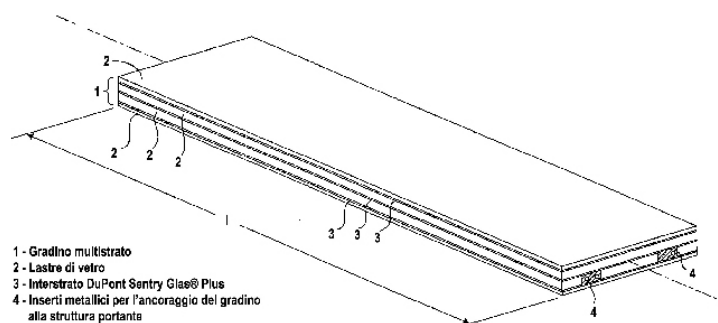
in modo da garantire stabilità al sistema e comfort agli utenti che vi passano sopra.

La scala a spirale

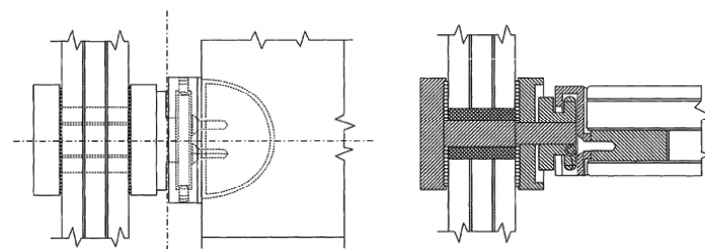
Come accennato, esiste anche una variante della scala di vetro, attualmente presente solo in alcuni negozi come, per esempio, quelli newyorchesi della Quinta Avenue e del Meatpacking District e in due negozi in Giappone. La scala, che gira su sé stessa con una spirale di 180 gradi, in senso orario e antiorario, è un' autentica meraviglia dell'ingegneria che, come quella lineare, presenta oltre ai gradini anche i parapetti interamente trasparenti. Questi ultimi sono curvati per seguire l'andamento della scala e sono costituiti da vetri temprati chimicamente e prodotti da Isoclima. Essi sono composti da un triplo vetro, ciascuno dello spessore di 10 mm di spessore e collegati a quello centrale da interstrati in Pvb dello spessore di 1,52 mm. I gradini, invece, larghi circa 1,80 m, sono composti da quattro strati di vetro laminato e temperato. Questa struttura, apparentemente diafana e leggera, è tuttavia stata testata per resistere ai carichi più ingenti. Basti pensare che, dopo sole due settimane dall'installazione in uno dei due negozi giapponesi, un violento terremoto ha scosso la struttura senza provocare alcun danno.

Gli Apple Store a New York

Il primo dei tre Apple Store presenti a New York è stato aperto nel quartiere di SoHo, zona ricca di tradizioni culturali, artistiche e dedicata allo shopping. Ricavato dalla ristrutturazione di un fabbricato del XIX secolo che ospitava in origine un ufficio postale, di cui mantiene intatti caratteri formali e tipologici, esso si sviluppa su due piani, collegati dall'immane scala vetrata e arricchito da una passerella, anch'essa vetrata, che conduce i visitatori ai diversi reparti. A sottolineare ancora di più la sensazione di leggerezza e di trasparenza di questo spazio commerciale contribuisce il grande lucernario rettangolare, che si apre sulle fabbriche adiacenti e porta luce naturale all'interno del negozio. Spettacolare e di grande impatto è, invece, il più recente Apple Store aperto sulla famigerata Fifth Avenue, tempio dello shopping di lusso e teatro delle ultime tendenze in fatto di scenografie e architettura. Aperto nel 2006, il negozio si staglia sul contesto per via dell'enorme cubo interamente vetrato che campeggia tra due fontane nel vuoto di una inconsueta piazza, circondata da grattacieli e imponenti caseggiati, a ridosso di Central Park. Esso non è che l'ingresso dello store, che si sviluppa interamente nel sotterraneo e a cui si accede tramite la scala



La struttura del gradino multistrato: esso è composto da quattro fogli di vetro dal diverso spessore, legati da speciali interstrati ionoplastici studiati ad hoc. Nel terzo strato, sui lati corti del gradino, vengono posizionati i dischi piani in titanio che permettono l'ancoraggio dell'elemento alla struttura.



Pianta e sezione dell'elemento di ancoraggio in titanio utilizzato per connettere i singoli gradini ai muri perimetrali in vetro. Un disco piano viene laminato nel vetro multistrato e collegato a un cilindro, a sua volta inserito nel foro creato nel parapetto.

di vetro che ruota a spirale attorno a un avveniristico ascensore.

Il terzo Apple Store è stato inaugurato lo scorso 7 dicembre nel quartiere emergente del Meatpacking District, dove si sviluppa su tre piani, collegati sempre da una scala vetrata a spirale, e che si configura come uno dei più grandi e ricchi Apple Store al mondo.

Conclusioni

La progettazione e lo sviluppo della scala e delle passerelle in vetro per gli Apple Inc. Retail Store, pur nascendo con lo scopo di dare visibilità e riconoscibilità a una catena di negozi, hanno di fatto contribuito ad accrescere le conoscenze tecnologiche, in particolare sulla laminazione del vetro strutturale e sulle modalità di connessione tra gli elementi vetrati. La sperimentazione che ha permesso la costruzione di queste strutture, per la prima volta utilizzate in un progetto di così larga scala, è stata frutto della collaborazione con le aziende produttrici di materiali e sistemi, e ha portato a una decisiva apertura nell'approccio al design di strutture in vetro. Ciò ha comportato un allargamento degli orizzonti di applicabilità di queste tecnologie, aumentandone le potenzialità e permettendone l'utilizzo anche in altri campi.