

## Acciaio e architettura trasformabile: copertura a elementi pivotanti per il "Sapporo Media Park", Shigeharu Isaka, Tokyo 2000

Il cuore dell'intervento progettuale del Sapporo Media Park è un edificio ipogeo che raccoglie gli studi di registrazione della Sapporo Television e le più avanzate tecnologie digitali attorno a un grande atrio centrale, completamente illuminato da una vetrata zenitale. Proprio attraverso questa copertura trasparente, l'edificio instaura un dialogo con la natura circostante: gli elementi vetrati che la compongono si schiudono come i petali di un fiore e trasformano un ambiente chiuso in uno spazio a cielo aperto. Si tratta del primo esempio di copertura pivotante finora realizzato e che rappresenta pertanto un importante passo avanti nella messa a punto delle tipologie costruttive per l'architettura trasformabile.

Al centro della costruzione ipogea che accoglie la nuova sede della Sapporo Television Broadcasting, l'architetto Shigeharu Isaka ha realizzato un anfiteatro dalla forma circolare di 32 m di diametro. Tale spazio è adibito a spettacoli diurni e notturni, ma al tempo stesso costituisce il fulcro di un percorso espositivo che si dipana tutt'intorno, tra piazze, aree verdi, giardini, sculture, spazi di proiezione e di avvicinamento ai nuovi media e set cinematografici.

Grazie a una molteplicità di ambienti differenti, il progettista guida i visitatori della cittadella dei nuovi media verso una continua modificazione percettiva, resa possibile dall'alternanza tra spazi all'aperto e ambienti costruiti, tra elementi naturali e proiezioni artificiali.

È nello spazio centrale dell'anfiteatro che culmina la ricerca della duplice matrice naturale e artificiale con la quale Shigeharu Isaka afferma di voler contrassegnare questa architettura, che si pone come simbolo dell'artificiale ricostruzione della città di Sapporo sulle spoglie di una naturalità compromessa dalla guerra, ossia quella dei verdi paesaggi dell'isola di Hokkaido.

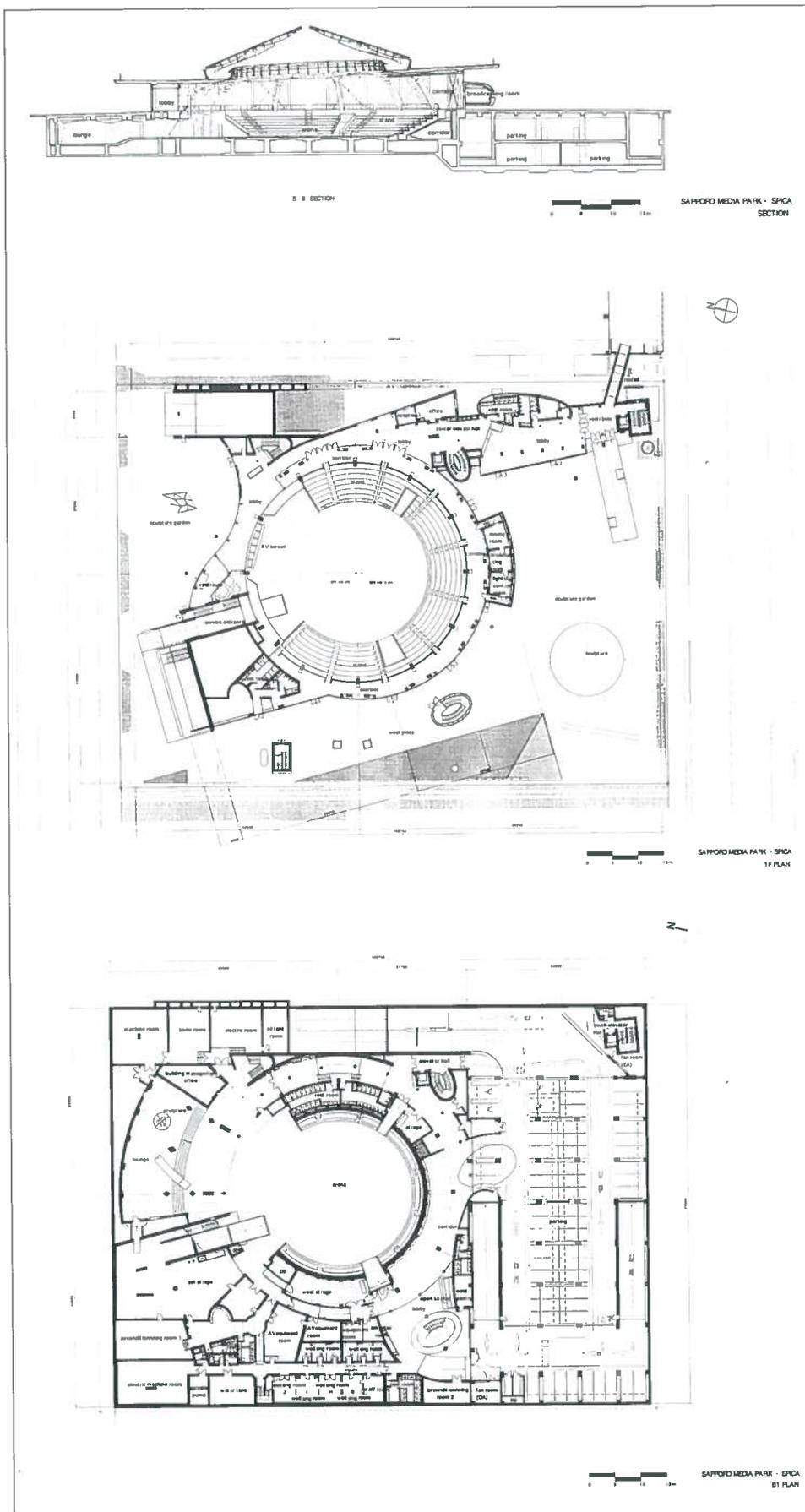
La copertura del Sapporo Media Park, realizzata nel 2000 nell'isola di Hokkaido in Giappone, è rappresentativa delle possibilità formali e tecniche offerte dai nuovi sistemi costruttivi trasformabili. Nel 40esimo anniversario della ricostruzione della città di Sapporo, distrutta dai bombardamenti americani nella seconda guerra mondiale, la Sapporo Television Broadcasting Co. Ltd. affida all'architetto Shigeharu Isaka della Isaka Design Koubou, con la consulenza strutturale degli ingegneri Michiko Sato e Kunio Watanabe, il progetto e la realizzazione di una cittadella dei nuovi media, per la promozione e lo sviluppo di tecnologie digitali innovative. Il Sapporo Media Park, per la sua localizzazione strategica, alla confluenza tra importanti presenze urbane come i musei di arte antica e moderna da un lato e, dall'altra, il giardino botanico della Università di Hokkaido e la vasta area verde dell'Odori Park, è stato pensato come una sorta di città artificiale in grado di riproporre, al contempo, l'armonia della natura. Esso stesso diventa così simbolo della città di Sapporo, artificiale ricostruzione sulle spoglie dell'ambiente naturale preesistente.

### Steel and Transformable Architecture: Pivoted element roofing for the Sapporo Media Park, Shigeharu Isaka, Tokyo, 2000

*The roof for the Sapporo Media Park, built in 2000 on the island of Hokkaido, Japan, is an example of the new formal and technical possibilities for transformable construction systems. On the occasion of the 40th anniversary of the reconstruction of the city of Sapporo, destroyed by US bombing in the second world war, the Sapporo Television Broadcasting Co. Ltd. commissioned the architect Shigeharu Isaka of Isaka Design Koubou, with structural consultancy by Michiko Sato and Kunio Watanabe, to carry out the design and construction of the new media citadel for the promotion and development of innovative digital technologies. Due to its strategic location at the confluence of such significant urban structures as modern and ancient art galleries on one side and the botanical garden of the University of Hokkaido and the huge green space of Odori Park on the other, the Sapporo Media Park has been conceived as a kind of artificial city which at the same time suggests the harmony of nature. In this way, it will become a symbol of the city of Sapporo, an artificial reconstruction on the remains of the pre-existing natural environment.*



Vista aerea del Sapporo Media Park. Al centro, la copertura trasformabile in acciaio e vetro nell'assetto chiuso.



*Piante dei due piani principali, entrambi con sviluppo ipogeo, e sezione verticale longitudinale del Sapporo Media Park. Il complesso, con oltre 13.400 mq di superficie a pavimento, si sviluppa attorno allo spazio dell'anfiteatro di forma circolare dal diametro di 32 metri. La copertura trasformabile in acciaio e vetro garantisce l'illuminazione zenitale dei tre differenti livelli dell'anfiteatro: il piano della cavea, quello del colonnato di distribuzione e di accesso alle gradonate e infine la passerella a ridosso della parte più bassa della copertura, che ne consente la manutenzione.*

La luce zenitale che permea l'anfiteatro grazie alla sua copertura in acciaio e vetro appare come un evidente richiamo all'architettura di alcuni musei contemporanei, in cui lo spazio centrale a più altezze diventa il luogo di avvicinamento visivo alle differenti aree espositive, come nell'ampliamento dello Städel Museum di Gustav Peichl a Francoforte o nel Museo d'arte contemporanea di Richard Meier a Barcellona, e indispensabile punto di orientamento per i visitatori, come nel caso della Piramide del Louvre di Ieoh Ming Pei a Parigi.

La trasparenza del vetro e la leggerezza degli elementi strutturali in acciaio rappresentano la risposta del progettista che ricerca espressamente un dialogo serrato tra lo spazio interno (ambiente costruito) e quello esterno (ambiente naturale). Tale dialogo è rimarcato ancor più dalla scelta di un sistema costruttivo trasformabile, che permette in qualsiasi momento di aprire e chiudere gli elementi vetrati della copertura e di farli scomparire, piegandoli l'uno sull'altro, fino a riportare l'anfiteatro alla dimensione dello spazio aperto e alla completa fruizione della volta celeste.

Entro lo spazio architettonico statico e immutabile dell'anfiteatro, la copertura trasformabile appare come una macchina complessa, capace essa stessa di dar luogo a un evento dinamico e inaspettato. La spettacolarità della trasformazione, della durata di 20 minuti, è stata perseguita in fase progettuale, sia attraverso la scelta di materiali come l'acciaio, in grado di permettere una notevole riduzione delle sezioni resistenti, sia attraverso lo studio accurato della dinamica di apertura e chiusura e il disegno dettagliato dei differenti elementi vetrati che compongono la copertura e che pesano ciascuno 200 kg.

La soluzione di movimento adottata può essere definita trasformabile a elementi rigidi, in quanto coinvolti nel movimento di apertura e chiusura, e consiste in grandi componenti vetrati con telaio in acciaio, a forma di triangolo equilatero con lato di circa 9,8 metri. Il meccanismo che consente la variazione di assetto si basa sulla combinazione di due differenti tipi di movimento, impressi in modo sincronizzato gra-

zie all'integrazione tra parti oleodinamiche e strumentazioni elettroniche di controllo. Un primo movimento, di tipo rotatorio, è reso possibile dalle cerniere che consentono di ribaltare ogni piatto vetrato attorno all'unico dei suoi tre lati che si trova incernierato a un elemento adiacente. Un secondo movimento, di tipo cosiddetto up and down, è reso possibile dall'azione dei pistoni oleodinamici che imprimono una spinta verso l'alto (per l'apertura) o verso il basso (per la chiusura), sul vertice opposto al lato incernierato del medesimo triangolo vetrato.

### ADATTABILITÀ CLIMATICA E SPETTACOLARITÀ DELL'ARCHITETTURA TRASFORMABILE

Si definisce trasformabile quell'architettura che accoglie gradi di movimento e che si caratterizza per un'eccezionale adattabilità a cambiamenti climatici repentini o a mutevoli esigenze.

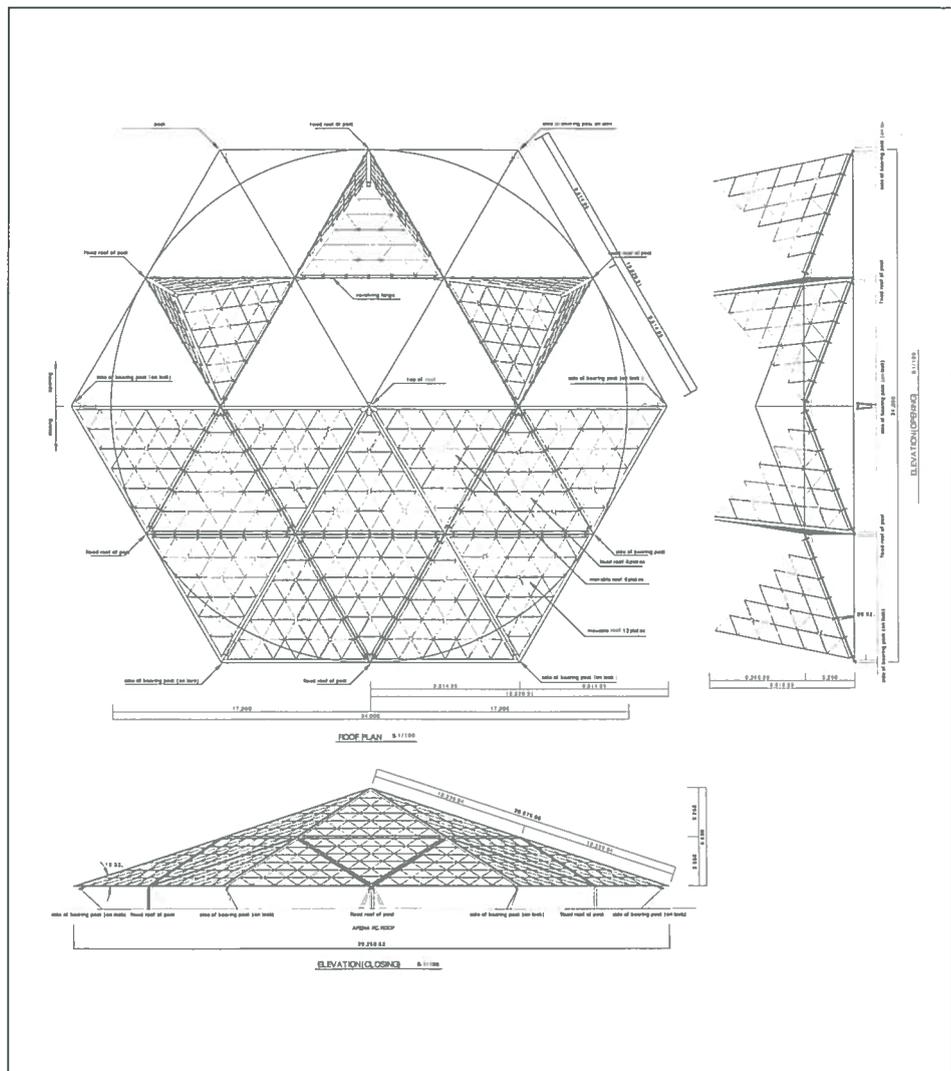
Ogni architettura possiede, in grado limitato, questo tipo di adattabilità, grazie alla dotazione di componenti come le finestre, le porte, i sistemi di ombreggiamento che garantiscono una variabilità di assetti, in relazione alle diverse situazioni climatiche. Ma l'architettura cosiddetta trasformabile è quella che possiede una adattabilità assai più sostanziale, coinvolgendo nel movimento di apertura e chiusura un elemento costruttivo da sempre simbolo della stabilità e della permanenza di un'architettura, ossia la copertura.

Il cambiamento di assetto del sistema di copertura può garantire la sensazione visiva e climatica a cielo aperto durante le giornate estive e di bel tempo, e mantenere inalterate le funzioni di protezione e isolamento proprie di ogni copertura in condizioni climatiche avverse o nel periodo invernale.

Le coperture trasformabili contemporaneamente uniscono la versatilità dei sistemi elettrici ed elettronici di conversione, sempre più precisi, silenziosi e potenti, alla leggerezza del sistema costruttivo, quasi sempre in acciaio, così da poter modificare l'assetto di porzioni di copertura dell'am-



*Vista notturna del vasto complesso che si sviluppa in parte fuori terra, in parte sotto la piazza in primo piano. Al centro, la copertura trasformabile in acciaio e vetro nell'assetto chiuso.*



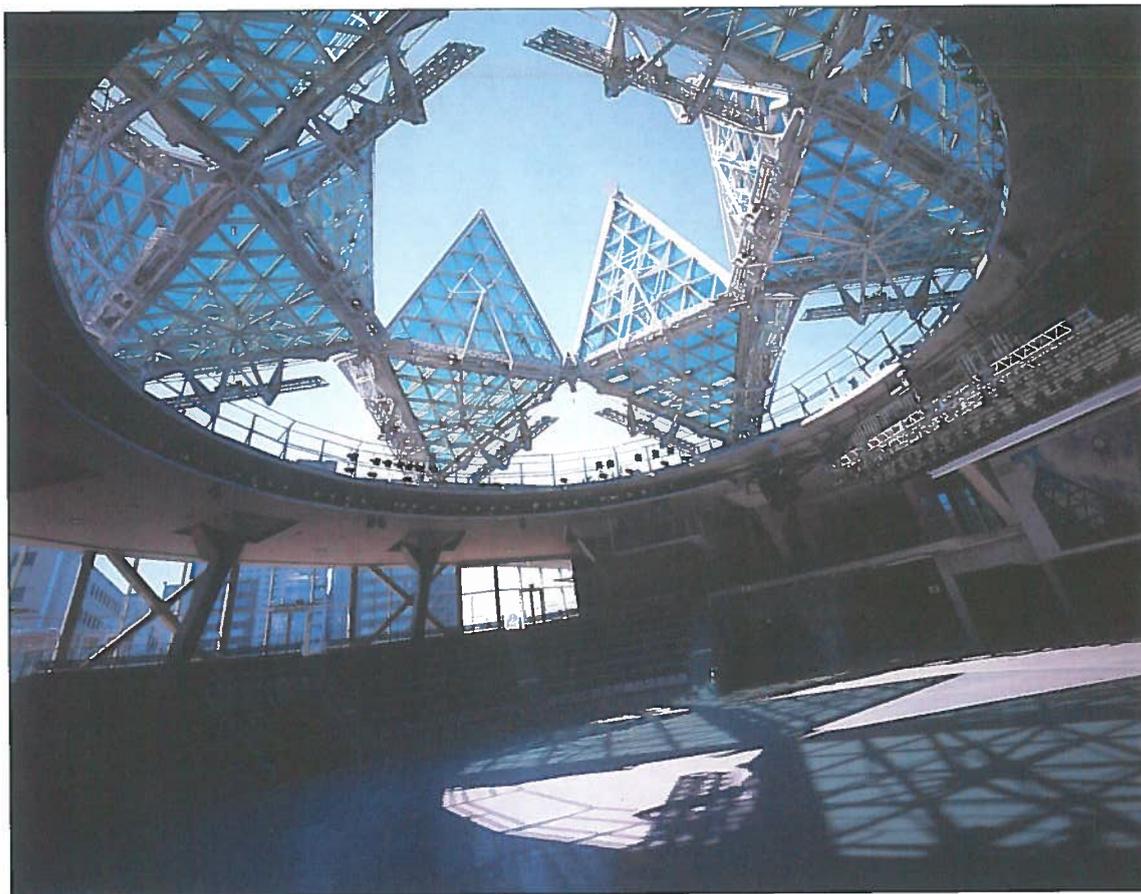
*La copertura trasformabile ha un perimetro esagonale circoscritto a una circonferenza di 34 metri di diametro e si sviluppa con una forma a cuspidi, data dalla convergenza di sei superfici piane di forma triangolare, inclinate sull'orizzontale di circa 21°.*

*Ciascuna superficie piana, a sua volta, è scomponibile in quattro triangoli equilateri con lato di 9,8 metri circa. Come evidenziato nel disegno di ogni gruppo complanare, solo il triangolo posto in posizione centrale è fisso, mentre gli altri tre sono pivotanti ciascuno attorno al lato in adiacenza con il triangolo fisso.*

*In fase di apertura, il movimento sincronizzato di 18 triangoli complessivamente attorno a sei triangoli fissi delinea due differenti tipi di superfici fruibili a cielo aperto: uno spazio esagonale al centro e sei porzioni della dimensione pari a due triangoli, in corrispondenza dei vertici del perimetro esterno esagonale.*

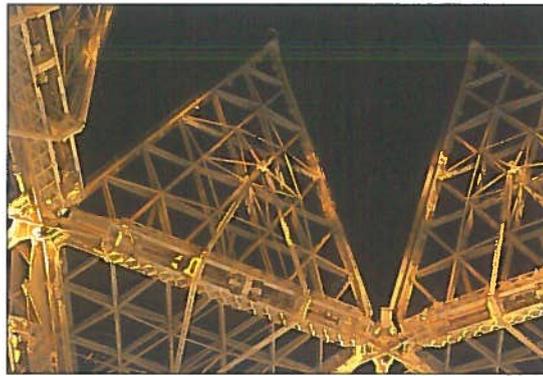
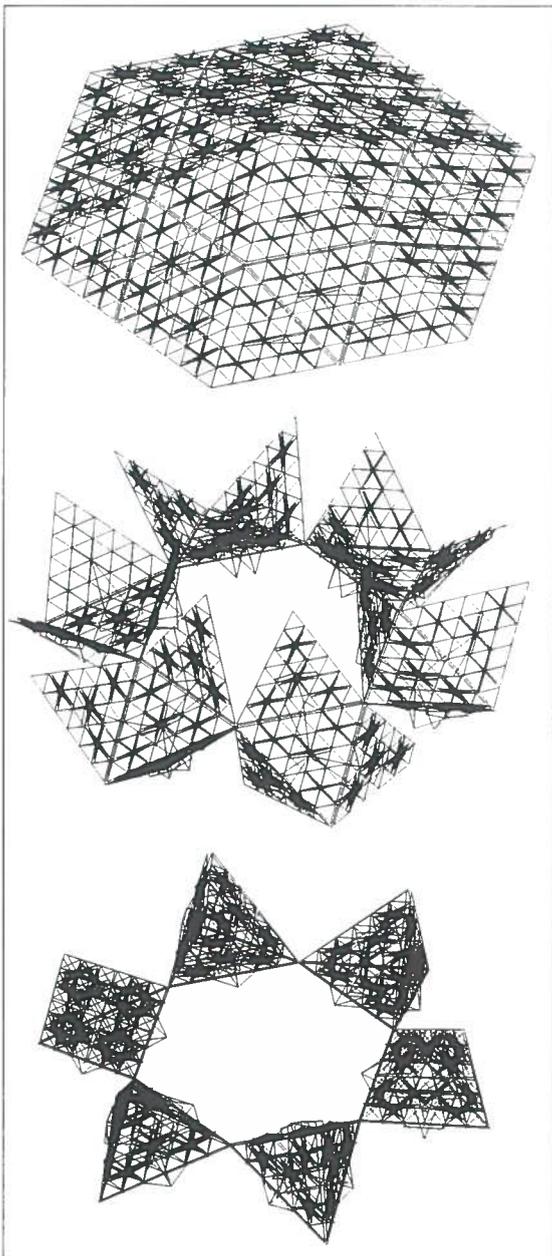
*Vista interna all'anfiteatro durante una fase intermedia di trasformazione. Appare evidente la consistenza delle componenti strutturali che sono chiamate a sopportare carichi statici e dinamici. Ogni triangolo vetrato, di lato pari a circa 9,8 m, è costituito da 36 elementi vetrati ciascuno di circa 1,5 metri di lato e la cui intelaiatura fissa in elementi tubolari in acciaio a sezione rettangolare variabile è collegata all'intradosso da un'ulteriore struttura in acciaio, composta da bracci oleodinamici, differenti per sezione e corsa, responsabili del movimento di ribaltamento di ciascun piatto pivotante. Si possono inoltre notare le sezioni di trave reticolare poste parallelamente a ogni lato dei sei triangoli fissi: esse costituiscono l'asse di ribaltamento e, al tempo stesso, fungono da binario di scorrimento dei bracci oleodinamici che consentono il sollevamento dei vertici liberi di ciascun piatto mobile.*

*Vista dall'alto della copertura durante una fase intermedia di trasformazione dei 18 piatti triangolari pivotanti attorno agli altri 6 fissi.*



piezza di oltre i 30 metri di luce con il minor dispendio di energia elettrica e nel più breve tempo possibile. La competitività di un sistema di copertura trasformabile rispetto a uno a carattere fisso si gioca oggi proprio intorno al tempo ridotto di conversione, che, indipendentemente dalla dimensione degli elementi mobili e dalla funzionalità del sistema, deve essere compreso tra i 10 e i 15 minuti. Con un tempo più prolungato di conversione, una copertura trasformabile non può garantire un'adat-

tabilità efficace ai cambiamenti repentini della situazione esterna (adattabilità climatica), ma si limita a poter differenziare l'assetto in relazione ai cambiamenti di stagione (adattabilità stagionale). Una copertura trasformabile garantisce diversificate possibilità d'uso dello spazio coperto. Per esempio, può permettere che le normali attività svolte all'interno dell'edificio possano aver luogo all'aperto, quando il tempo lo consente, oppure che le normali attività all'aperto vengano praticate al ri-



*A sinistra:  
Disegni in  
assonometria che  
evidenziano le tre  
principali fasi  
della sequenza di  
movimento della  
copertura.*



*A destra:  
Particolari delle  
fasi di  
trasformazione  
della copertura.  
Durante gli eventi  
programmati in  
notturna  
nell'anfiteatro,  
l'atto di apertura  
della copertura  
assume esso  
stesso il carattere  
di evento  
straordinario e  
spettacolare.*

paro, in caso di tempo avverso. Inoltre la variabilità dell'altezza della copertura, così come la presenza o l'assenza della copertura stessa, permettono una modulazione delle condizioni acustiche di uno spazio, in relazione a specifiche esigenze.

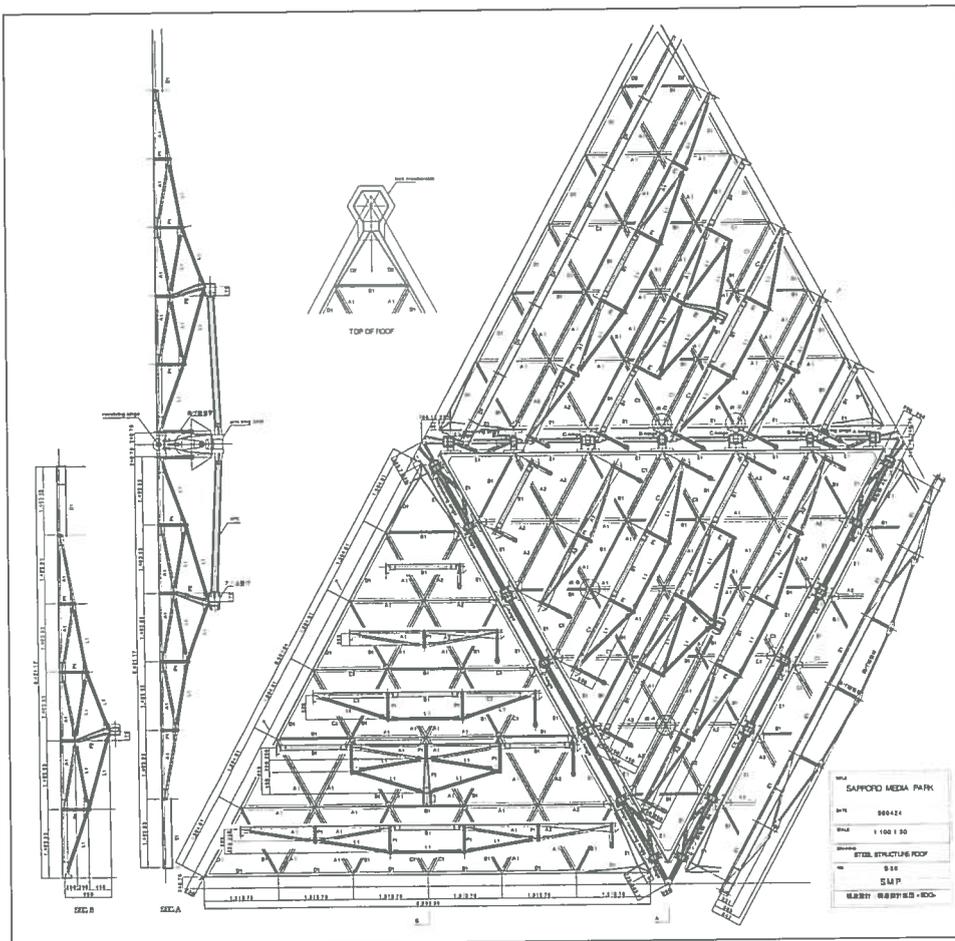
Attualmente il maggior numero di applicazioni si registra nell'architettura per lo sport, dove le esigenze di adattabilità climatica e funzionale sono irrinunciabili e, al tempo stesso, la disponibilità di ingenti investimenti finanziari consente l'impiego dei mezzi tecnici più avanzati e la sperimentazione dei materiali a più alte prestazioni.

L'interesse verso i sistemi trasformabili con movimento elettrificato risale agli anni Settanta, in cui si registrò un'intensa sperimentazione, principalmente nell'ambito dei sistemi trasformabili a membrana, impostati su schemi statici di tipo tensostrutturale (Otto, 1971). Alcuni clamorosi insuccessi e i costi rilevanti di queste tipologie costruttive furono tra le cause principali dell'arresto della loro evoluzione intorno agli anni Ottanta e di una lenta ripresa negli anni Novanta.

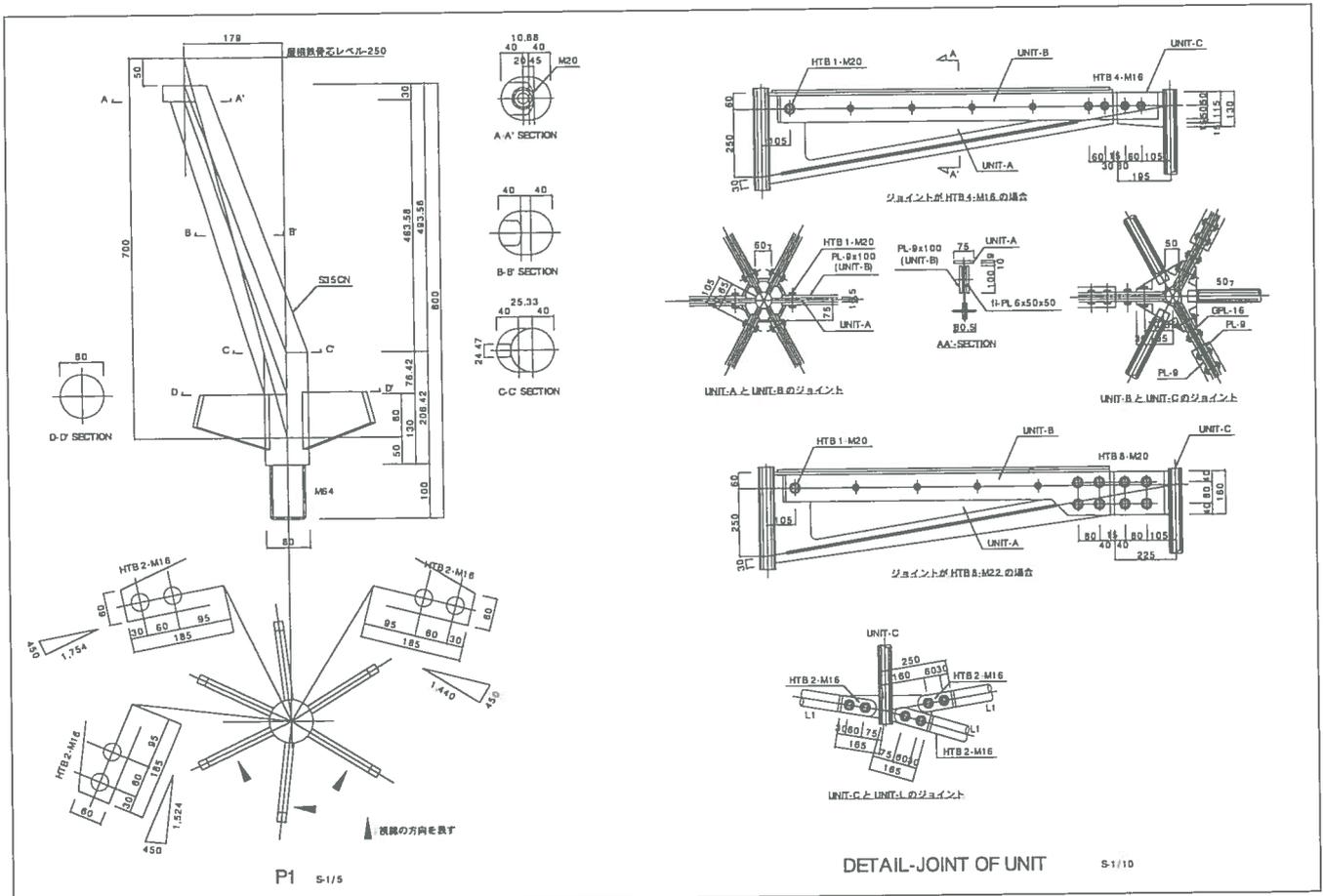
Un percorso autonomo è quello che ha consentito

l'evoluzione dei sistemi trasformabili a elementi rigidi, i cui esordi sono individuabili nella storia della costruzione delle cupole mobili degli osservatori astronomici. Il primo brevetto di copertura con struttura in ferro e possibilità di movimento rotatorio intorno a un perno centrale e di scorrimento lungo il perimetro su cui si imposta la cupola si deve all'opera di Gustave Alexandre Eiffel e Charles Garnier, che nel 1886 conclusero la costruzione dell'osservatorio astronomico di Nizza, in Francia. Da questo primo successo, che permetteva a un solo uomo di aprire una porzione di cupola del diametro di circa 22 metri e del peso di circa 100 tonnellate grazie all'ausilio di sistemi meccanici azionabili manualmente, si è arrivati oggi a poter muovere elementi di copertura di oltre 100 metri di altezza e 400 tonnellate di peso in soli 15 minuti, come nel caso dell'hangar per dirigibili realizzato nel 2000 a Brand in Germania dal gruppo di progettazione SIAT di Monaco di Baviera.

Il continuo affinamento delle possibilità tecniche messe a punto in occasione di grandi eventi sportivi ha favorito la diffusione dei sistemi costruttivi



Particolare costruttivo di una porzione di copertura, corrispondente a un piatto triangolare fisso e ai relativi piatti pivotanti in adiacenza sui tre lati. In sovrapposizione al disegno in pianta di ciascun piatto sono riportate le sezioni verticali delle corrispondenti porzioni vetrate in cui sono evidenti le differenti "muscolature" che ne consentono il movimento. Nella sezione verticale A, si noti la cerniera di collegamento tra un piatto fisso e uno pivotante: lo snodo è collegato a due bracci principali estensibili che imprimono il movimento ai relativi perni P2, posti in posizione baricentrica rispetto a ciascun triangolo. Si noti, infine, il coprigiunto esagonale che è saldato sul vertice di uno dei sei piatti pivotanti che compongono la porzione apribile centrale della copertura. Tale piatto, in fase di chiusura, va ad abbassarsi per ultimo sopra gli altri e garantisce la completa sigillatura della copertura sulla cuspide.

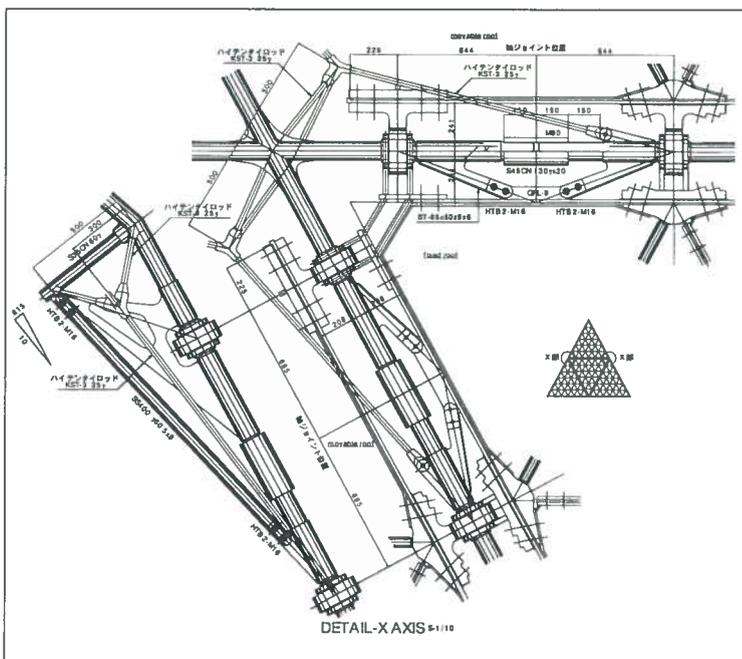


A sinistra, il particolare costruttivo di un'asta verticale P1, sulla quale convergono sei differenti diagonaloni che compongono la struttura reticolare all'intradosso di ciascun piatto vetrato. A destra, il particolare della carpenteria metallica di sostegno dei componenti vetrate più periferici rispetto al fulcro di movimento. La posizione dell'asta P1 e degli elementi sulla diagonale A1 è evidenziata nelle sezioni A e B della figura 9.

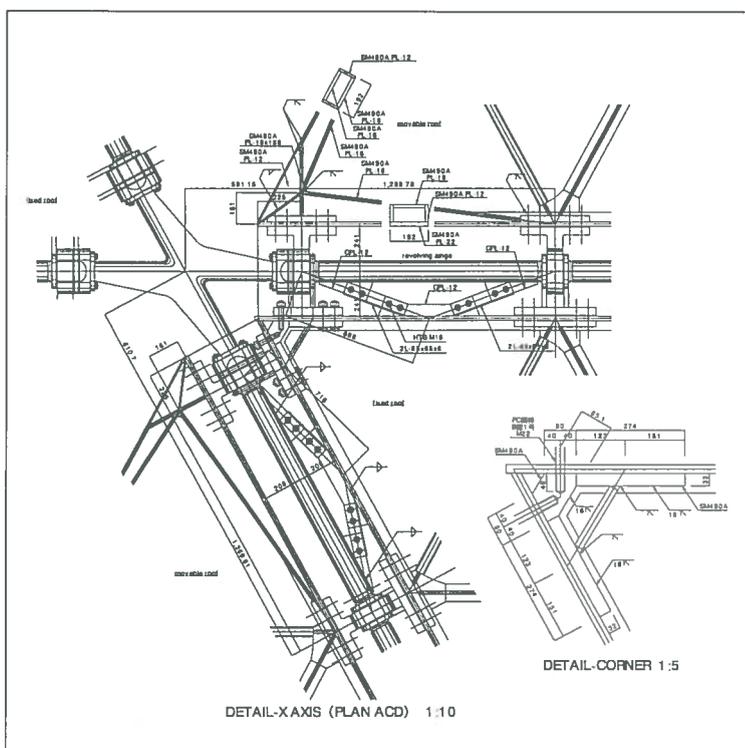
trasformabili a elementi rigidi anche in altri ambiti, come per esempio nell'architettura per il teatro e per l'intrattenimento, ma anche nel settore terziario e commerciale e la realizzazione della copertura trasformabile per il Sapporo Media Park ne è la dimostrazione. A motivare la scelta di un sistema costruttivo trasformabile in questi nuovi settori di applicazione si ritiene che possano aver contribuito la valutazione dei vantaggi legati non solo all'adattabilità climatica che indubbiamente li contraddistingue, ma anche alla possibilità da parte del gestore di azionare le parti del sistema creando episodi spettacolari imprevedibili e di grande effetto scenografico. Nel disegno delle modalità di trasformazione della copertura del Sapporo Media Park si legge espressamente la ricerca di tale componente spettacolare, per cui gli atti tecnici di apertura e chiusura della copertura diventano eventi singolari e al tempo stesso ripetibili, alla stregua degli altri spettacoli mediatici proposti nell'anfiteatro. Con questo obiettivo, l'architetto Shigeharu Isaka e gli ingegneri Michiko Sato e Kunio Watanabe hanno messo a punto un innovativo sistema costruttivo, impostato su un particolare movimento combinato di rotazione intorno ad assi orizzontali e insieme di sollevamento e ribaltamento delle parti. Tale dinamica prende le distanze dalle modalità consolidate di scorrimento e rotazione intorno a un asse verticale e apre la strada a nuove e ancor più spettacolari possibilità di movimento, capaci di scardinare la percezione consolidata del peso di una copertura, mobile sì, ma mai prima d'ora in grado di sollevarsi e scomparire agli occhi degli spettatori al di sotto.

**LA PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA COSTRUTTIVO TRASFORMABILE**

Progettare un sistema trasformabile significa pensare a una costruzione in cui l'apertura e la chiusura della copertura non sono atti costruttivi conclusi, ma piuttosto rapide alterazioni che possono essere ripetute ogni volta se ne presenti il bisogno. Struttura portante e componenti

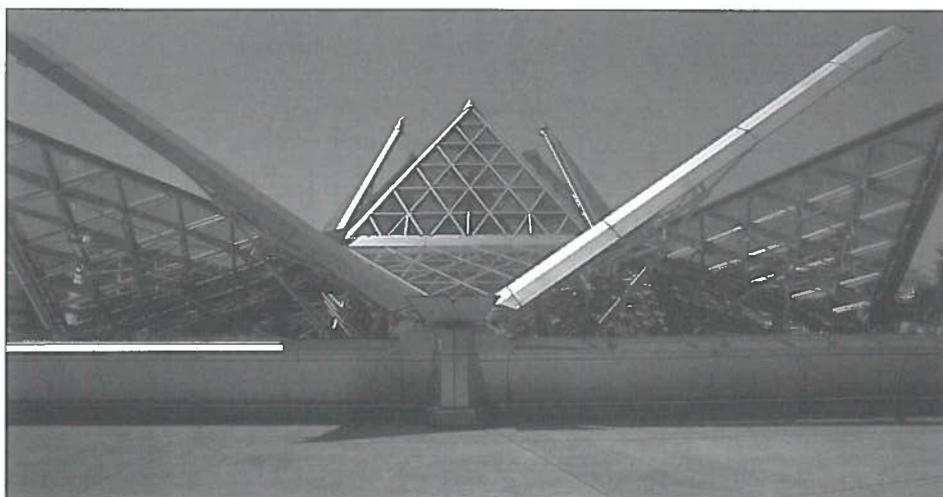


Particolare costruttivo della connessione tra un piatto fisso e uno pivotante. Su ogni vertice del tipo di questo evidenziato sull'asse XX, convergono quattro vertici di differenti piatti pivotanti e un ulteriore vertice di un piatto fisso.



Particolare costruttivo della connessione tra due differenti piatti fissi, in corrispondenza dell'asse XX.

Vista della copertura durante le fasi di cambiamento d'assetto. Le strutture in acciaio all'intradosso sono verniciate di bianco così da rendere visivamente meno incombenti le parti oleodinamiche necessarie per la trasformazione.





Un'altra tipologia di recente applicazione è quello che riguarda i cosiddetti sistemi up and down, che prevedono uno slittamento in parallelo, verso l'alto o verso il basso, della superficie di copertura. Si tratta di porzioni di copertura che, in modo simile ai lucernari, vengono sollevati in un unico pezzo, ma che non consentono la completa fruizione a cielo aperto dello spazio corrispondente alla porzione apribile, pur garantendo in ogni posizione la protezione ai raggi diretti del sole o alla pioggia. Il movimento in questo caso può essere garantito da un sistema di argani e cavi di sospensione o più facilmente da pistoni oleodinamici che sollevano o abbassano il settore apribile della copertura.

Infine, si possono distinguere i sistemi a elementi rigidi pivotanti, che prevedono l'apertura di un settore di copertura per rotazione intorno a un asse. Essi sono stati oggetto di studio e verifica fin dagli anni Settanta, ma la particolare geometria di movimento ha inizialmente compromesso la loro diffusione. L'angolo di rotazione della porzione apribile di una copertura in questo modo è strettamente vincolato alla capacità di estensione del braccio del pistone oleodinamico che imprime il movimento e di rado è stato possibile garantire il ribaltamento di ampie porzioni di copertura e la conseguente fruizione a cielo aperto della superficie corrispondente.

Tale problema risulta attualmente superato grazie all'introduzione di nuovi sistemi, cosiddetti combinati, che abbinano due o più dinamismi differenti, allo scopo di rendere sempre più originali e scenografiche le fasi di cambiamento di assetto e più ampie le dimensioni della parti apribili. Il sistema adottato per la copertura del Sapporo Media Park può essere definito un sistema combinato, in quanto accoppia il meccanismo di movimento tipico degli up and down con quello dei sistemi pivotanti, caratterizzati dalla rotazione intorno a un fulcro. Le applicazioni in questo senso si collocano in un ambito ancora del tutto sperimentale e la copertura per il Sapporo Media Park rappresenta un importante traguardo nella direzione di una sempre maggiore comprensione e diffusione di questi meccanismi di nuova concezione.

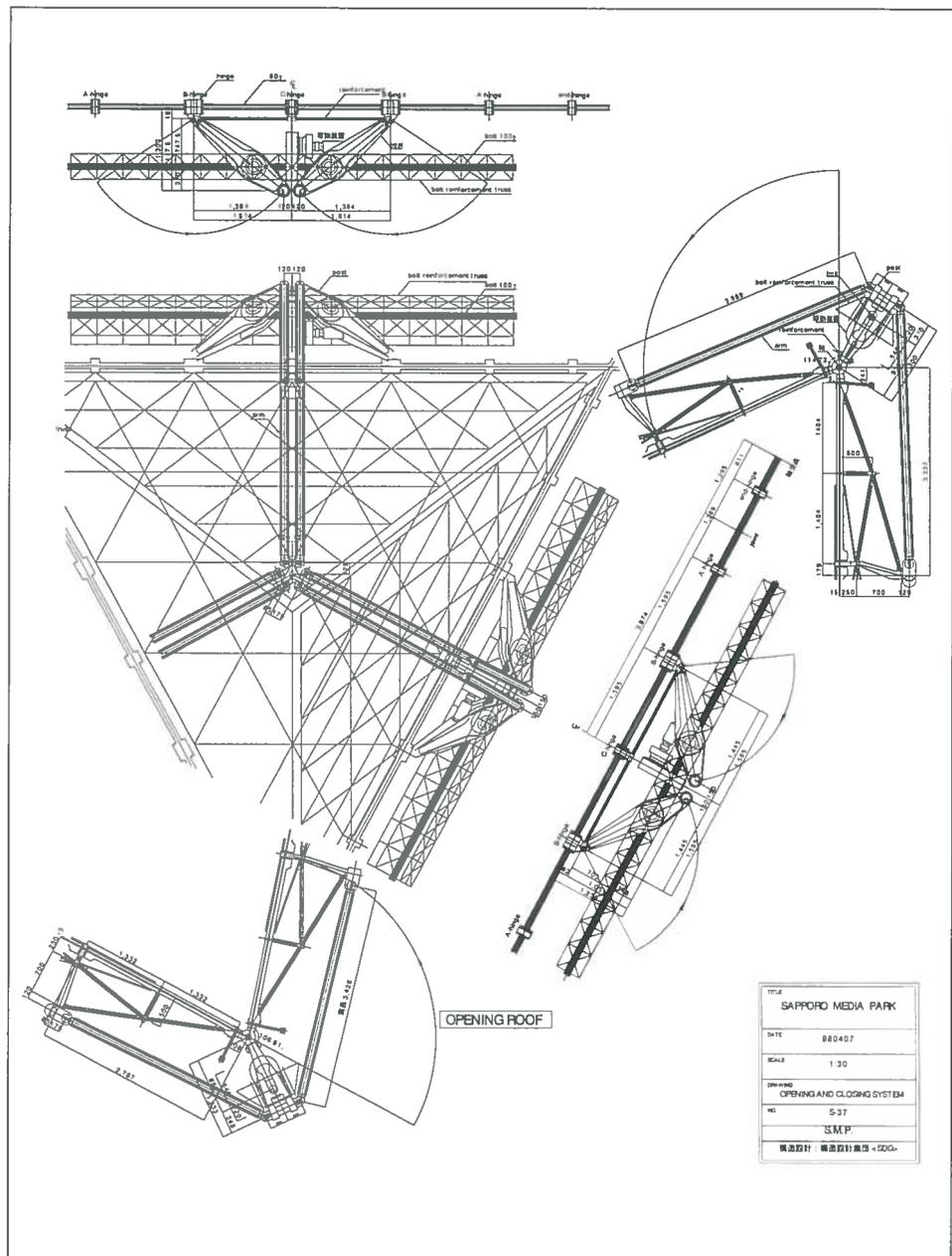
## CONCLUSIONI

La copertura trasformabile in acciaio e vetro per il Sapporo Media Park permette di evidenziare alcune peculiarità dei sistemi trasformabili, con l'obiettivo di ricollocare a pieno titolo nello scenario architet-

tonico contemporaneo alcune modalità costruttive spesso lasciate ai margini e che oggi si crede possano trovare una nuova centralità, in virtù dei criteri di leggerezza, adattabilità e reversibilità a cui si ispirano. Molteplici appaiono gli elementi di interesse di un'architettura che, come questa, si fonda sul concetto di mobilità.

La copertura trasformabile per il Sapporo Media Park reinterpreta il desiderio dell'uomo di osservare il cielo, a partire da un rinnovamento delle modalità costruttive: lo spazio interno viene liberato dalla sua copertura mediante azioni combinate di ribaltamento e sollevamento e un nuovo apporto di conoscenze tecniche viene così acquisito e reso disponibile per ulteriori applicazioni. Una tale architettura può essere considerata come un'esperienza prevalentemente di "coinvolgimento strutturale" (Zevi, 2000) e si colloca entro quel medesimo percorso di sperimentazione dei sistemi costruttivi leggeri - prima in ferro, poi in acciaio - rintracciabile attraverso le opere di Paxton, Eiffel e Buckminster Fuller. In senso più allargato, ogni progetto di architettura trasformabile appare come

*Particolare costruttivo della connessione tra un piatto fisso e i piatti pivotanti adiacenti. Il disegno evidenzia la posizione dei bracci oleodinamici principali e dei relativi snodi scorrevoli lungo gli spezzoni di trave reticolare durante l'assetto di apertura della copertura.*



campo privilegiato di innovazione delle strutture leggere e di quelle in acciaio in particolare.

All'interno di uno scenario tutto rivolto all'approfondimento della forma dell'involucro, un sistema costruttivo trasformabile di questo genere cerca modalità di evoluzione sostanziali, in grado di coinvolgere in modo univoco le parti portanti e le parti portate: la soluzione qui proposta è un'originale maglia strutturale in acciaio, costituita da un intreccio, complesso ed essenziale al tempo stesso, di parti mobili e parti fisse.

La copertura del Sapporo Media Park dà inoltre la misura del progresso raggiunto e dei traguardi ancora perseguibili in tema di integrazione tra architettura mobile e sistemi meccanici ed elettronici. La sapienza costruttiva che nel corso dei secoli ha consentito di affinare le modalità di applicazione a un elemento architettonico di congegni e apparati in grado di consentirne il movimento attinge da quell'ampio campo di conoscenze di meccanica applicata che hanno reso possibile la veloce evoluzione degli strumenti tecnici a nostra disposizione, a partire dagli automi settecenteschi. La fase attuale di evoluzione dei sistemi trasformabili delinea un quadro di progressiva sofisticazione delle tecniche di automazione delle fasi di movimento, grazie alla sempre maggiore efficacia dei sistemi di controllo elettronici.

Dalla considerazione delle molteplici potenzialità

offerte dai sistemi costruttivi trasformabili sono individuabili due principali direzioni di uno sviluppo possibile.

Da un lato, una più spinta integrazione con le componenti elettroniche e di intelligenza artificiale può condurre l'architettura trasformabile ad applicazioni sempre più sofisticate sul piano delle relazioni tra l'involucro dell'edificio e la situazione climatica esterna, permettendo una calibrazione precisa ed efficiente delle condizioni micro-climatiche interne e un'automazione delle parti trasformabili, in relazione ai valori registrati dai sensori esterni.

Dall'altro lato, la consapevolezza tecnica finora acquisita in un campo pur limitato di applicazioni consente già di operare nella direzione di un trasferimento delle tecniche costruttive trasformabili a una più piccola scala di intervento. In questo senso, l'edilizia diffusa appare il terreno privilegiato per la messa a punto di sistemi trasformabili di limitate dimensioni, per esempio per la copertura nel periodo invernale di cortili interni agli spazi edificati, con vantaggi sia sul piano della funzionalità che del contenimento dei consumi energetici.

I disegni di progetto sono stati cortesemente forniti dall'architetto Shigeharu Isaka.

Il copyright delle immagini riportate nelle pagg. 1, 3, 4 e 7 è del fotografo Mitsumasa Fujitsuka, mentre il copyright delle immagini riportate nella pag. 5 è del fotografo Satoshi Asagawa.

#### **COPERTURA TRASFORMABILE A ELEMENTI RIGIDI PIVONTANTI PER IL SAPPORO MEDIA PARK, HOKKAIDO, GIAPPONE**

*Committente:*

Sapporo Television Broadcasting

*Localizzazione:*

città di Sapporo, isola di Hokkaido, Giappone

*Progetto - realizzazione:*

8 aprile 1998 - 8 aprile 2000

*Progetto architettonico:*

Isaka Design Koubou, Tokio,  
Shigeharu Isaka e Michiko Sato

*Progetto strutturale:*

Structure Design Group (SDG),  
Kunio Watanabe, Tokio

*Impianti:*

A&E Kajima Corporation

*Impresa di costruzione:*

Constructor, Kajima Corporation

*Consulenza acustica:*

Technology Research Institute, Kajima Corporation

#### **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

Felix Candela et alii (1993), *Arquitectura transformable*, Publication de la Escuela Tecnica Superior de Arquitectura de Sevilla, Sevilla.

Frei Otto, a cura di, (1971), IL 5. *Convertible roofs*, Institute for Lightweight Structures, n. 5, Druckerei Heinrich Fink KG, Stuttgart.

Kazuo Ishii (2000), *Structural Design of Retractable Roof Structures*, Wit Press.

Alessandra Zanelli (2003), *Trasportabile/Trasformabile. Architetture e sistemi costruttivi*, presentazione di Andrea Campioli, Libreria Clup, Milano, in corso di stampa.

Bruno Zevi (2000), *Capire e fare architettura. Capolavori del XX secolo esaminati con le sette invarianti del linguaggio moderno*, Newton & Compton Editori, Roma.

Relazione di progetto, a cura di Shigeharu Isaka, Tokio.

Sito internet di Shigeharu Isaka: <http://www.c-channel.com/c00352/>

Sito internet di Kunio Watanabe e di Structural Design Group (SDG): <http://www2r.biglobe.ne.jp/~sdg/eindex.htm>

Sito internet di SIAT, General Planning for Architecture and Engineering: <http://www2.siat.de/>

**Dr. arch. Alessandra Zanelli,**

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Ambiente Costruito  
(BEST, Building Environment Science & Technology) del Politecnico di Milano,  
Laboratorio di Sperimentazione dell'Architettura 2*