## Complessità enorme

# L'esperienza degli ingegneri

Hermann Blumer, Franz Tschümperlin

## Imparare da Metz

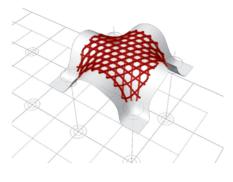
Quando ci siamo confrontati per la prima volta con il progetto del concorso per il Centro Pompidou di Metz, in Francia, avevamo davanti agli occhi uno schizzo di un reticolo esagonale, basato su una pianta esagonale la cui diagonale misurava 100 m. Quattro pilastri, anch'essi formati da un intreccio reticolare, avrebbero dovuto convogliare nelle fondamenta le forze risultanti da questa copertura a forma di telo. Le grandi aperture presenti nel reticolo mettevano seriamente in discussione la possibilità di ottenere l'equilibrio strutturale dell'intera costruzione. Un'ulteriore domanda ci assillava: come avremmo potuto definire la geometria della superficie in modo esatto con un modello matematico, in modo da poter definire un modello numerico per il calcolo strutturale? Il rischio di pretendere troppo dagli specialisti responsabili del proqetto è sempre presente quando si ha a che fare con costruzioni pionieristiche. Nel caso di Metz in questa situazione si trovavano la committenza, gli architetti, gli ingegneri di tutte le discipline coinvolte, l'impresa generale, i singoli artigiani e imprenditori, gli assicuratori e gli strutturisti verificatori. La consequenza di ciò è stata una cooperazione senza sistema dei molti attori coinvolti. Ognuno di loro era perfettamente in grado di risolvere le questioni di propria competenza, ma faticava a inserire il proprio tassello nel complesso mosaico dell'intera costruzione. Ne abbiamo tratto l'insegnamento seguente: se gli architetti proporranno ancora in futuro strutture tanto complesse, le capacità di conduzione e di presa di decisione degli ingegneri – oltre alle loro competenze tecniche – saranno sollecitate in modo estremo.

## Gli alberi in Yeoju

Forti delle esperienze acquisite con il Centro Pompidou, potevamo lanciarci nella nuova sfida rappresentata dalla Clubhouse di Yeoju. Siamo riusciti, in meno di otto mesi, a definire la superficie della copertura, a svilupparne la costruzione, ad eseguire i calcoli statici, a costruire e programmare una macchina di nuovo tipo per la lavorazione a controllo numerico, a lavorare in Svizzera gli elementi di legno, a farli arrivare per nave in Corea dopo un viaggio di sei settimane, e ad assemblarli, terminando il lavoro entro i tempi stabiliti. Questa volta potevamo contare su una squadra ben affiatata di specialisti esperti. La cooperazione con la committenza, come pure con gli architetti e gli ingegneri sul posto, è stata esemplare. Proqetti di questo genere rappresentano un colpo di fortuna per un ingegnere. I progetti di Metz e Yeoju hanno focalizzato l'attenzione sulle superfici spaziali di legno; è immaginabile che questo tipo di costruzioni ispiri ulteriormente gli architetti e i progettisti.

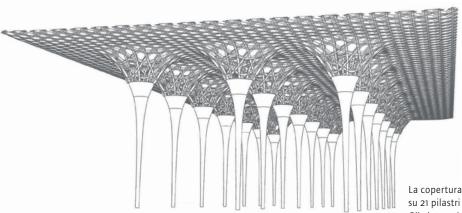
# La progettazione ingegneristica e il flusso dei dati

Come già a Metz, anche per la copertura di Yeoju il nocciolo del problema tecnico risiedeva nella definizione matematica esatta della posizione geometrica della superficie della copertura. Grazie a pro-



grammi realizzati in proprio e dalla ditta "Designtoproduction", i dati relativi a questa superficie hanno potuto essere trasferiti avanti e indietro, usandoli senza problemi, fra le applicazioni per il calcolo strutturale, per la lavorazione e per il montaggio. Grazie alla digitalizzazione completa dei dati, le modifiche nella geometria dei 16.000 metri lineari di travetti di legno hanno potuto essere prese in considerazione fino alla fine. La quantità di dati ha superato tutto quello che avevamo conosciuto fino ad ora: ad esempio hanno dovuto essere calcolati 30 casi di carico su un sistema con 20.000 nodi e 30.000 barre. Il modello strutturale astratto, ma molto dettagliato, ci ha permesso di reagire immediatamente alle continue richieste provenienti dalla progettazione con risposte puntuali. Il nuovo approccio della lavorazione tridimensionale delle barre di legno – al contrario dell'imposizione di una forma finale, che porta sempre a continue divergenze e correzioni - ha permesso di migliorare in modo essenziale la precisione della prefabbricazione. La precisione delle forme fino ai decimi di millimetro ha permesso di procedere al montaggio di entrambe le costruzioni in modo rapido e senza intoppi. Questo modo di procedere ha portato anche a vantaggi economici essenziali; lo sviluppo ulteriore della tecnica di elaborazione dei dati permetterà in futuro un miglioramento ulteriore della redditività economica.

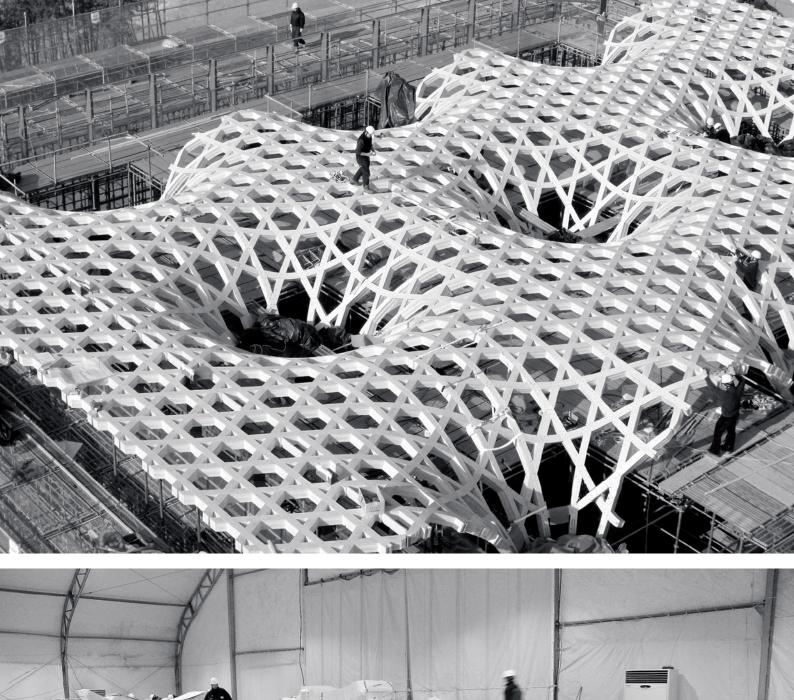
Info Questo testo è la traduzione di un articolo apparso sul numero 38 di "Zuschnitt", zuschnitt.at



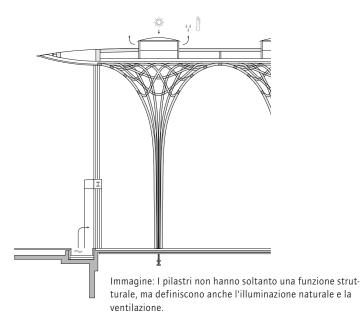
La copertura della Clubhouse è appoggiata su 21 pilastri a forma di tronco di albero. Gli elementi delle corone sono stati montati sui pilastri dopo il preassemblaggio direttamente in cantiere

Hermann Blumer Dipl. Bauing. ETH/SIA Création Holz GmbH Herisau/CH www.creation-holz.ch

Franz Tschümperlin Dipl. Holzbauing. FH SJB.Kempter.Fitze AG Herisau/CH www.sjb.ch







**Luogo** Yeoju/ROK

#### Progetto

Shigeru Ban Architects Tokio/JP shigerubanarchitects.com Kevin S. Yoon KACI International Seoul/ROK www.kaci-int.com

Definizione della forma del tetto e sviluppo del sistema costruttivo – fattibilità strutturale

Création Holz GmbH Herisau/CH www.creation-holz.ch Analisi geometrica e dati numerici per l'esecuzione designtoproduction GmbH Erlenbach/CH

www.designtoproduction.ch

Statica struttura di legno SJB.Kempter.Fitze AG Frauenfeld/CH www.sib.ch

Costruzione di legno Blumer-Lehmann AG Gossau/CH www.blumer-lehmann.ch

### Materiale

315 m³ di legno lamellare a doppia curvatura, 215 m³ di legno a curvatura semplice, 4.500 elementi di cui 467 diversi fra loro

### Principio strutturale

Pilastri incastrati supportano una superficie strutturale a curvatura semplice e doppia

Fine dei lavori Settembre 2009

Charles von Büren

Il complesso del Nine Bridges Golf Resort nella sudcoreana Yeoju è composto da tre edifici: una Clubhouse per i soci regolari, l'ala per i soci vip e i locali
da ricevimento per i VVIPS. Ognuna delle strutture è
costruita in modo diverso. La Clubhouse caratterizza
l'insieme ed è formata da una costruzione di legno,
la cui forma si ispira alla tradizionale "bamboo wife", un tipico cuscino estivo coreano a forma di cilindro e realizzato con bambù intrecciato. La parte
dedicata ai VVIP è principalmente una costruzione
metallica, mentre la parte dedicata ai VIP è formata
fra l'altro da elementi di calcestruzzo. Tutti gli edifici caratterizzano in modo attuale la tradizione architettonica coreana.

La Clubhouse ha l'aspetto di una foresta dalla geometria molto rigorosa. 21 "tronchi" supportano la copertura di 26 per 72 metri di superficie. L'intreccio strutturale dei "rami" della corona continua a sbalzo per 4.50 m, a formare un avantetto. L'altezza complessiva della costruzione è di 13,60 m. Come in natura, anche in questa costruzione non c'è alcun elemento diritto. Tutte le superfici sono

curve, la maggior parte di esse è doppiamente curva. Sulle corone è appoggiato un reticolo di travi principali e secondarie, nel quale sono integrati 21 lucernari a cupola con un diametro di 3 m. La chiusura superiore della costruzione di legno è formata da una pannellatura con pannelli a 3 strati. I tronchi degli alberi fungono da elementi strutturali per il tetto; grazie alla costruzione trasparente, essi permettono alla luce naturale di penetrare nello spazio e ne assicurano la ventilazione naturale. Dopo ogni tappa di montaggio si è proceduto alla verifica e alla stabilizzazione della costruzione. I tronchi sono stati fissati in modo rigido alle fondamenta. Poi si è proceduto alla posa degli elementi della corona, che con la loro moltitudine di rami erano stati precedentemente preassemblati direttamente in cantiere. In questo modo sono state create delle cupole, ognuna delle quali unisce e stabilizza 4 tronchi. La grande precisione ha permesso il montaggio delle facciate di vetro senza problemi. La costruzione non necessita di diagonali

di controventatura, in quanto la struttura è stabile nella sua globalità. La pianta dalla forma rettangolare semplice ha permesso una certa ripetizione degli elementi, semplificandone la realizzazione. Shigeru Ban sottolinea come la costruzione di legno sia stata scelta anche per ragioni ecologiche e come abbia ritenuto importante il fatto di lavorare soltanto con programmi informatici performanti e con una prefabbricazione di alta precisione. Solo in questo modo è possibile eseguire la lavorazione del materiale in Svizzera e procedere al montaggio in loco in modo efficiente. In Corea non sono disponibili macchine per la lavorazione del legno che permettano di realizzare elementi dalle forme tanto complesse. Per questa ragione si è fatto ricorso agli specialisti e alle ditte svizzere per la progettazione, per il calcolo e per la lavorazione. Le loro competenze inqegneristiche erano già note a Shigeru Ban dall'esperienza del nuovo Centro Pompidou di Metz, in Francia. Già in quell'occasione la copertura di legno era stata progettata e calcolata dal team svizzero di ingegneri di Création Holz. Forti delle esperienze fatte allora è stato possibile accettare la sfida ulteriore e nuova della Clubhouse di Yeoju. È stato sviluppato un sistema di giunzione basato sulla sovrapposizione accoppiata degli elementi, che non è soltanto una novità, ma addirittura la chiave per la realizzazione di questo progetto, che all'inizio era stato ritenuto non realizzabile. Per i collegamenti sono stati usati le viti e l'incollatura soltanto per realizzare i nodi e i giunti a taglio delle superfici. Pur non trattandosi in questo caso di collegamenti legno-legno puri,

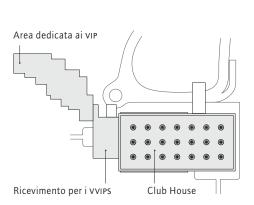
Hermann Blumer è convinto che in futuro si potran-

no realizzare sistemi simili usando cavicchi di legno.

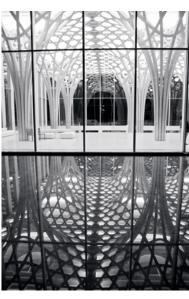
Traduzione: Andrea Bernasconi

Charles von Büren
Autore di letteratura specialistica su temi di tecnologia
edile e di design, giornalista
indipendente e incaricato
per i media, la stampa e PR
della "Comunità Svizzera per
la ricerca sul Legno", SAH,
vive a Berna (CH)









Le corone fungono da supporto per un grigliato strutturale composto da una travatura principale ed una travatura secondaria, nel quale sono integrati 21 lucernari. La chiusura superiore della superficie è composta da pannelli di legno massiccio a tre strati.