

Acciaio in movimento. Copertura retrattile per la piazza del municipio di Vienna.

Silja Tillner, 2000

Le coperture mobili rappresentano una soluzione efficace di protezione temporanea di uno spazio, in quanto uniscono alcuni vantaggi delle coperture permanenti, come stabilità e sicurezza, a quelli dei ripari effimeri, come reversibilità e leggerezza.

Erano già noti agli antichi romani i vantaggi di coperture in grado di offrire limitate condizioni di protezione dal sole o dalla pioggia, salvaguardando al tempo stesso le caratteristiche originarie dell'area da coprire.

A partire dalla metà del I secolo d. C., i più importanti anfiteatri dell'impero romano furono infatti dotati di coperture retrattili dette velari (da *velarium*), realizzate reimpiegando i tessuti di vele dismesse e adottando tecniche di scorrimento anch'esse trasferite dal mondo navale. Per gli impieghi in località altamente piovose, come la Gallia, i romani misero a punto tipologie di copertura appropriate all'effluvio delle acque piovane, con l'accortezza di impermeabilizzare superiormente le vele con strati di grasso, mentre per l'impiego ai nostri climi, vennero studiate tipologie più aperte, in grado di risolvere situazioni di soleggiamento eccessivo durante gli spettacoli diurni, favorendo la ventilazione al di sotto dell'area ombreggiata.

Le prime applicazioni in tempi recenti di queste coperture tessili di grandi dimensioni e retrattili secondo linee di movimento monodirezionali, radiali

L'ampia corte interna al Palazzo del Municipio di Vienna, in stile neo-Gotico è spesso utilizzata per eventi pubblici, come concerti, spettacoli teatrali e balletti. In tali occasioni fino a poco tempo fa veniva eretta all'occorrenza un'ampia tenda, ma questa soluzione comportava alcuni inconvenienti: la tenda era poco pratica da montare e non aveva alcuna relazione con l'edificio attorno; i suoi pali disturbavano lo spazio racchiuso; i canali di effluvio delle acque piovane erano difficili da posizionare. Così l'architetto Silja Tillner ha realizzato una membrana di copertura permanente e mobile al tempo stesso, ossia estensibile fino a coprire gran parte della corte all'occorrenza, oppure retraibile per lasciare l'interno spazio a cielo aperto. Quattro grandi travi reticolari in acciaio lunghe 34 metri ciascuna permettono lo scorrimento della membrana nelle due direzioni.

Steel in movement. Retractable cover for the Vienna Town Hall square. Silja Tillner, 2000

The large neo-Gothic inner courtyard of Vienna Town Hall is sometimes used for public events such as concerts, theatrical performances and balls. Until recently, a large marquee was erected to house these occasions, but the arrangement was far from satisfactory. The tent was clumsy to erect and bore no relation to the buildings that surrounded it. The poles disturbed the space it enclosed and it was difficult to run off the rainwater. The architect Silja Tillner resolved the problem by producing a fabric cover that's permanent and removable at the same time. It can be extended to cover a large part of the courtyard or retracted to leave the entire space in the open air. Four steel trusses, each 34 metres long, are used to slide the fabric in both directions.

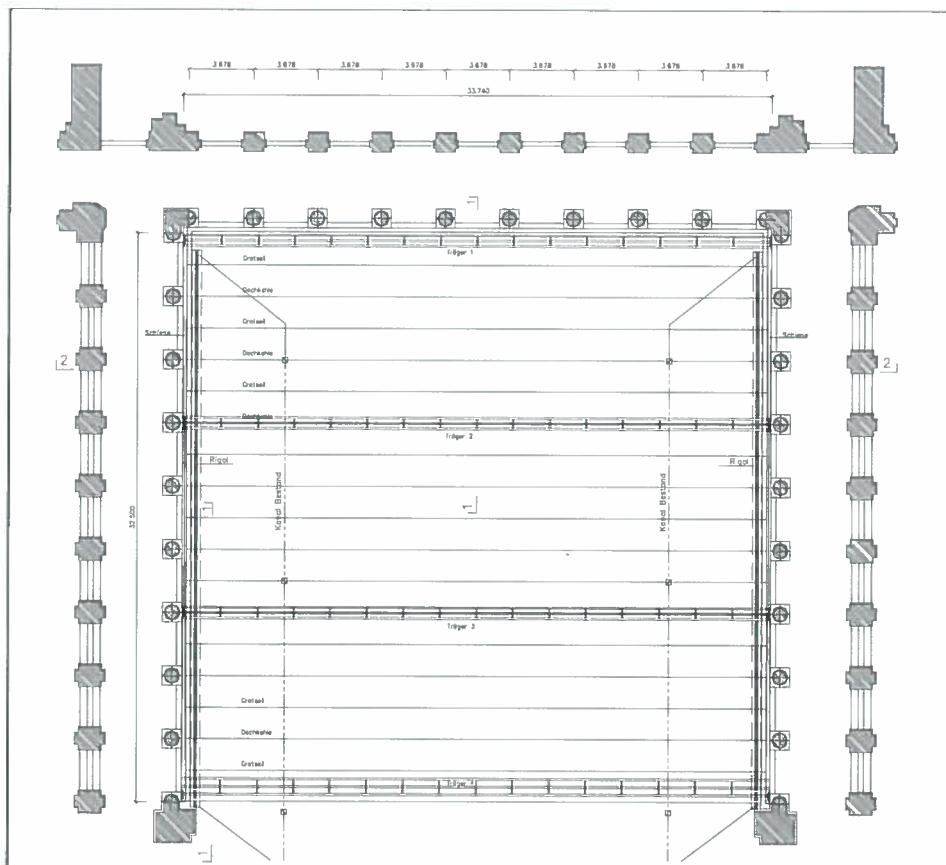


Figura 1
Planimetria della copertura: si noti in una direzione l'indicazione della quattro travi reticolari semoventi e dei teli che compongono la membrana di copertura, nella direzione ortogonale le due travi di bordo su cui alloggiavano i binari di scorrimento.

Figura 2
Sezione 1-1,
parallela alla
direzione di
movimento della
copertura.

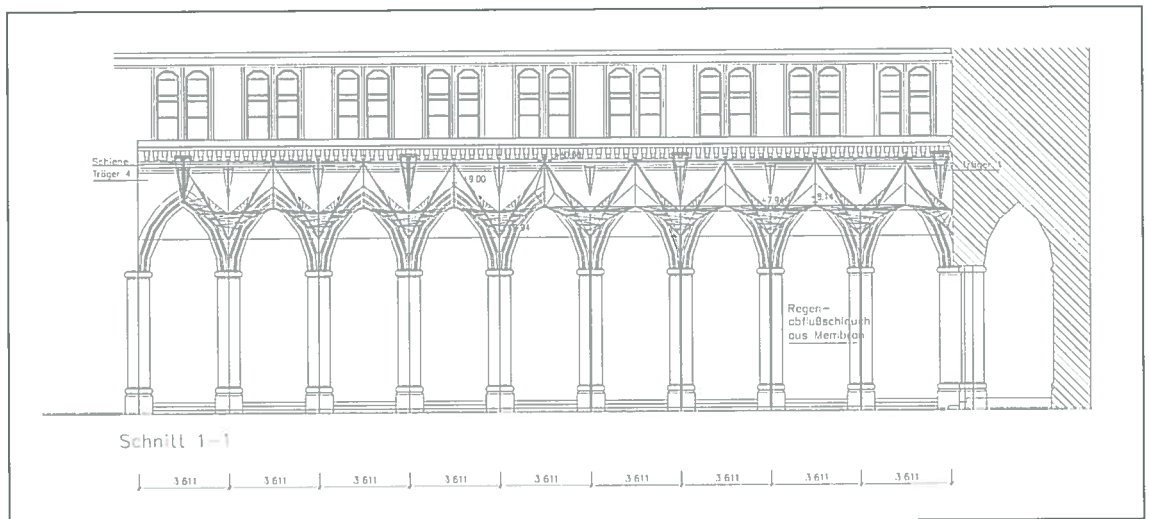


Figura 3
Sezione 2-2,
parallela alle travi
reticolari in
acciaio con
sezione
triangolare
rovesciata. La
forma delle travi
rastremate alle
estremità trova
rispondenza con
l'andamento
sinusoidale della
membrana
sottostante.

o libere, a seconda della specifica morfologia dello spazio da coprire, si hanno tra il 1955 e il 1960: anni di debutto sul mercato dei primi tessuti tecnici a sostituzione del meno performante tessuto di cotone e contemporaneamente anni di intensa ricerca sulle tensostrutture a reti di cavi in acciaio. Per il gruppo di ricercatori guidato da Frei Otto all'interno dell'Istituto di Strutture Leggere dell'Università di Stoccarda gli studi sulle possibilità applicative di forme tese in movimento rappresentarono sicuramente un filone di secondaria importanza, se confrontato con quello che portò alla realizzazione dello Stadio olimpico di Monaco nel 1972, prototipo e archetipo di tutte le tensostrutture leggere contemporanee. Ciò nonostante, già a partire dai primi anni Sessanta si contano alcune rea-

lizzazioni significative per l'evoluzione della tipologia del velarium, ripensato secondo i nuovi materiali e le tecniche disponibili: i primi tessuti di poliestere e pvc, i trefoli d'acciaio, i primi trattori motorizzati per lo scorrimento delle parti mobili delle membrane.

Dalle tensostrutture a membrana permanenti, quelle retrattili ereditano la forma necessaria all'equilibrio: entrambe infatti assumono, in situazione di massimo dispiegamento, la forma a paraboloide iperbolico, ossia a sella.

Differenti sono invece gli elementi deputati a svolgere il ruolo strutturale. Mentre nelle strutture permanenti la membrana e la rete di cavi collaborano

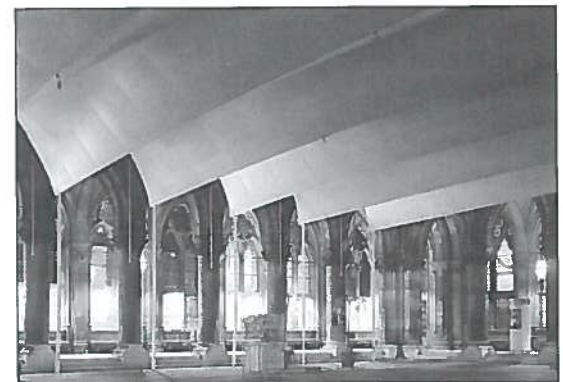
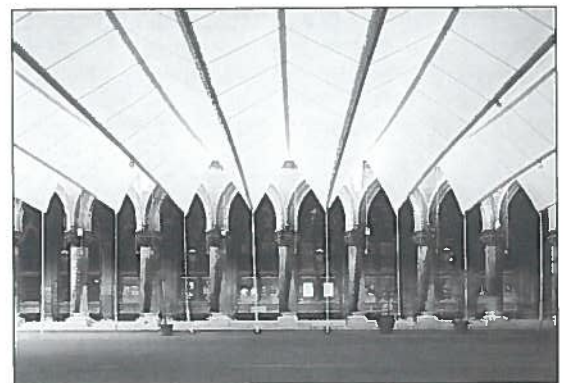


Figure 5 e 6
Le due viste, diurna e notturna, dell'intradosso della copertura mettono in evidenza la traslucenza della superficie membranale in tessuto di poliestere-pvc, l'alternanza delle forme a displuvio e compluvio che realizzano la tensostruttura e, in fondo, i pluviali in tessuto fissati alla pavimentazione della corte, in corrispondenza dei preesistenti tombini.

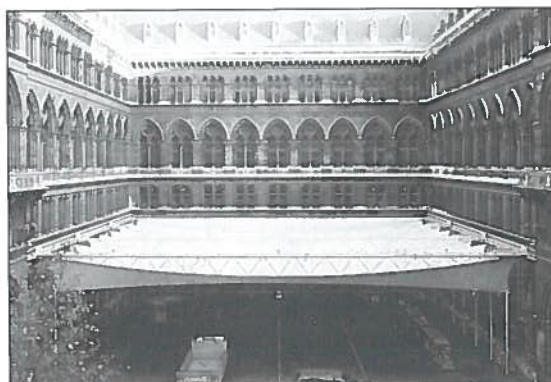


Figura 4
Vista dall'alto
della copertura in
posizione estesa
sulla corte, con
una delle quattro
travi reticolari
semoventi in
primo piano.

alla stabilità dell'insieme, nelle coperture retrattili è necessario progettare due sottoinsiemi portanti, fortemente integrati tra loro, ma ognuno con ruoli ben distinti: un primo capace di tendere e sostenere tutte le parti in acciaio con funzione di binari di scorrimento della membrana, un secondo in grado di tensionare la membrana una volta dispiegata e con essa collaborare all'equilibrio del sistema.

Tra le coperture realizzate secondo questo schema strutturale negli anni 1966-68 e ancora oggi funzionanti si possono citare, per esempio, la tensostruttura retrattile della piscina al Boulevard Carnot a Parigi e la tensostruttura per il teatro all'aperto alle

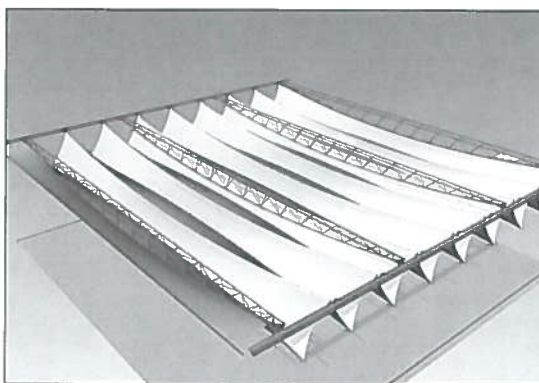


Figura 7
Modello tridimensionale dei componenti fissi e mobili della copertura retrattile.

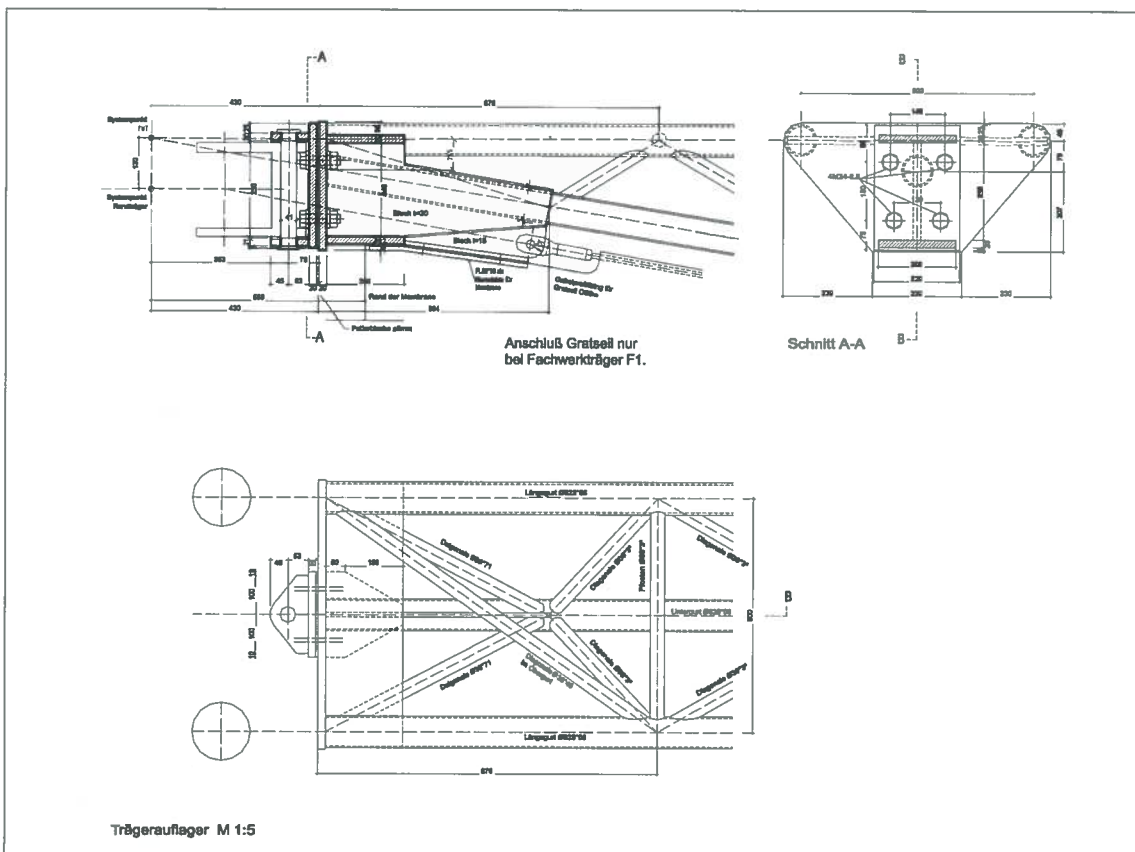


Figura 8
Dettagli della carpenteria metallica della trave reticolare più esterna della copertura (indicata con il n. 4 nella sezione 1-1) in prossimità dell'aggancio al binario di scorrimento. In sezione verticale longitudinale si possono osservare la piastra di raccordo tra il corrente inferiore della trave e il tenditore di regolazione in testa alla fune di colmo del primo segmento della membrana.

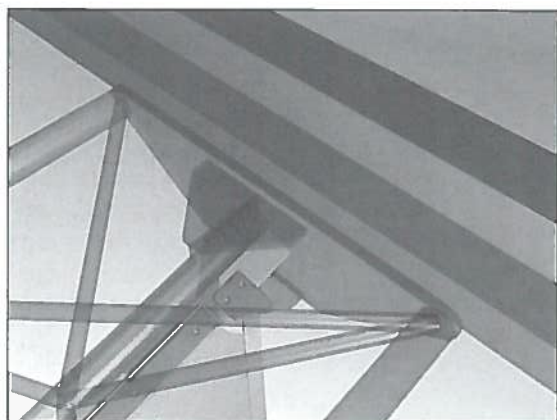


Figura 9
Vista del modello tridimensionale in corrispondenza del raccordo tra una trave reticolare removibile e il binario di scorrimento impostato sulla trave di bordo fissata alla muratura preesistente.

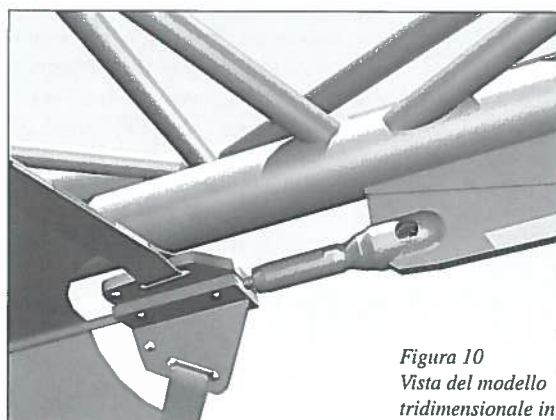


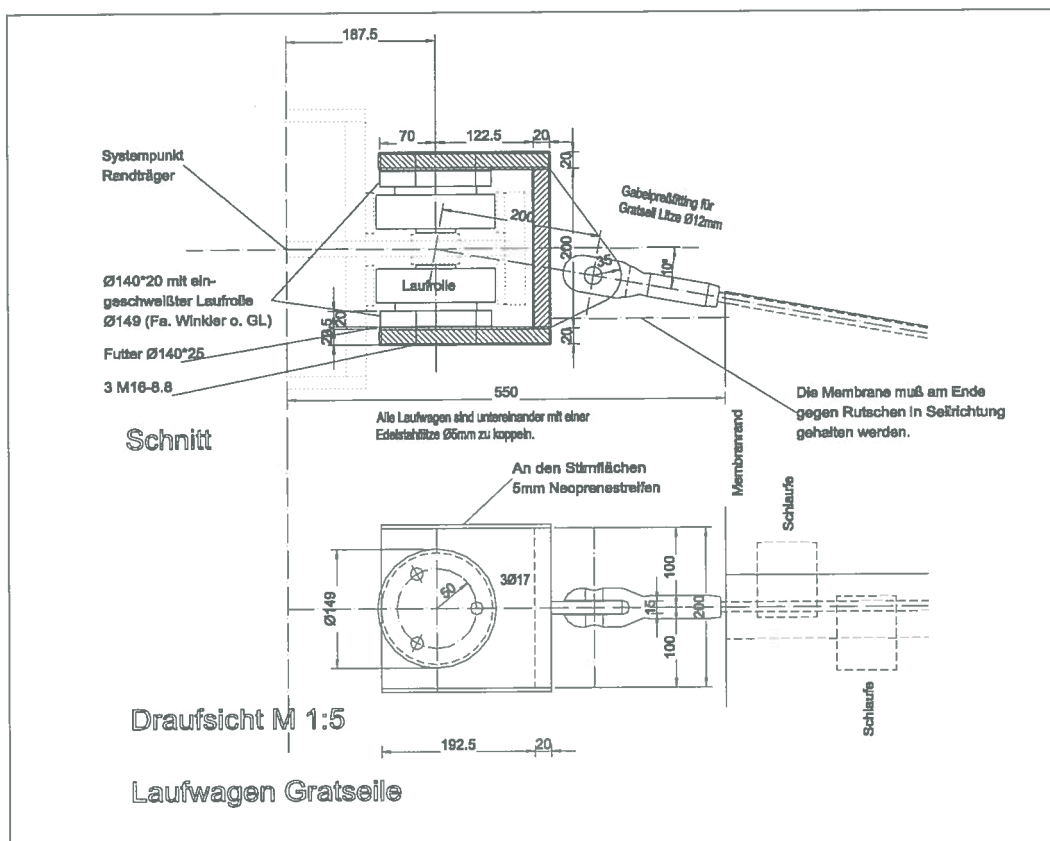
Figura 10
Vista del modello tridimensionale in corrispondenza del nodo tra il profilo tubolare in acciaio del corrente inferiore di una trave reticolare removibile e l'acciaieria della tensostruttura a membrana.

rovine dell'Abbazia di Kloster a Bad Hersfeld in Germania.

Nel 1990 Bodo Rash Jr, neo direttore dell'Istituto di Strutture Leggere di Stoccarda, rivisita la tipologia di copertura retrattile, nel tentativo di risolvere alcuni punti deboli, come il sovraffollamento di cavi-binari al di sopra della membrana, la necessità di

miniaturizzare tutti di elementi in acciaio semoventi come carrucole e trattori motorizzati, infine il problema dell'effluvio delle acque piovane per quelle coperture progettate specificatamente a protezione da improvvisi temporali estivi. Del 1991 è quindi la realizzazione della tensostruttura retrattile a membrana per il teatro all'aperto in prossimità

Figura 11
 Dettagli della carpenteria metallica di un carrello scorrevole intermedio, dotato di cuscinetti a sfera per un facile scorrimento passivo all'interno del binario, ad opera dell'azione di trascinamento imposta dalla trave reticolare adiacente. Nella fase di apertura della membrana, tale tipo di carrello porta in posizione la fune tenditrice del punto di colmo del settore di tensostruttura corrispondente. In fase di chiusura, analogamente, ciascun carrello segue il movimento delle travi reticolari nella direzione opposta, contribuendo alla piegatura ordinata dei nove settori della membrana.



del Castello della città di Wiltz in Lussemburgo, a riconferma della vocazione di queste coperture a un confronto leggero e discreto con preesistenze storiche di rilievo.

L'ORIGINALITÀ DEL PROGETTO

Il progetto di Silja Tillner per la tensostruttura retrattile realizzata nel 2000 a parziale copertura della corte del palazzo municipale di Vienna ribadisce l'appropriatezza di queste soluzioni leggere di copertura in acciaio e membrana, ormai a più di dieci anni di distanza dalla realizzazione della tenda sul teatro di Wiltz.

Nel decennio trascorso si annoverano poche realizzazioni di rilievo, ma importanti avanzamenti, sia sul versante della sperimentazione tipologica (come per esempio la forma lenticolare ottenuta mediante la pressurizzazione delle membrane) e di nuovi materiali sintetici (come l'ETFE ad altissima trasparenza), che sul versante dell'adeguamento normativo, al fine di dotare i progettisti di strumenti di supporto al dimensionamento appropriato di strutture dall'indiscutibile carattere temporaneo. In particolare, in Italia, la recente norma UNI 10949 dell'aprile 2001 in materia di "Tende, strutture tessili temporanee e/o itineranti. Progettazione, costruzione, montaggio e manutenzione" finalmente definisce gli elementi necessari alla costruzione di coperture temporanee di qualità e, soprattutto, svincola la progettazione degli elementi strutturali di tali coperture dal computo dei carichi della neve o del sisma, con la conseguenza di renderle ancora più leggere, quindi più competitive sul piano del rapporto tra peso e superficie coperta, rispetto alle coperture similari a carattere permanente.

Il progetto per la copertura retrattile in piazza del Municipio a Vienna rappresenta uno scarto innova-

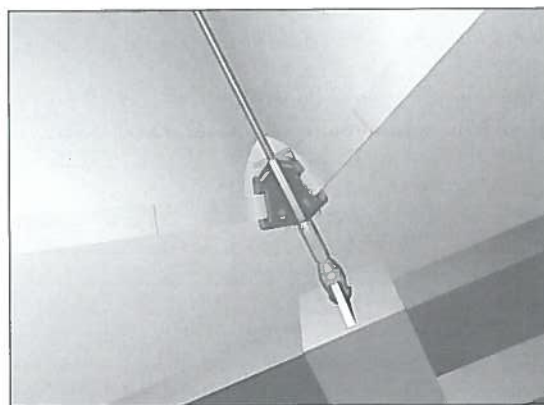


Figura 12
 Vista tridimensionale dal basso del nodo tra il carrello di trascinamento e il tenditore di colmo di un segmento della tensostruttura.

tivo rilevante a molteplici livelli: formale, tecnico e costruttivo.

In primo luogo la scelta di uno sviluppo orizzontale della tenda sospesa immediatamente al di sotto del primo marcapiano dell'edificio storico – tecnicamente più semplice da risolvere rispetto alle tipologie mobili consolidate a forma di tenda – si è tradotto in una sequenza alternata di teli alti e bassi, scandita seguendo il ritmo degli archi neo-gotici del porticato sottostante.

Un altro elemento di originalità di questo sistema retrattile è rappresentato dalla scelta di far coincidere in un unico componente – la trave reticolare in acciaio – sia la funzione portante, esercitata in posizione di equilibrio della tensostruttura, che la funzione di guida delle differenti fasi di movimentazione della copertura stessa.

Quattro travi reticolari semoventi su due travi fisse

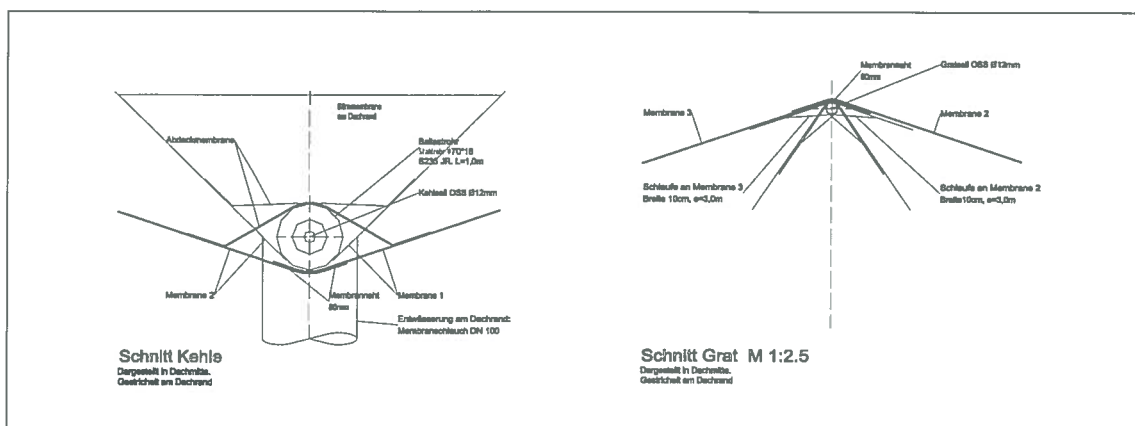


Figura 13
Sezioni verticali di un compluvio con relativo pluviale in tessuto e di un displuvio. In entrambe le sezioni sono visibili sovrapposte le differenti curvature della membrana in posizione di bordo e mediana.

ortogonali e sei carrelli di trascinamento delle porzioni intermedie della membrana rappresentano pertanto un insieme molto limitato di elementi, in grado di sostenere, in tutte le differenti conformazioni, una copertura di circa 1000 mq.

Infine la progettazione e la realizzazione accurata degli elementi strutturali fissi e mobili e delle reciproche connessioni con le parti della membrana ha portato a risultati di evidente e diffusa leggerezza.

GLI ELEMENTI DELLA TENSOSTRUTTURA MOBILE

Lo spazio copribile mediante la membrana retrattile ha una forma quasi quadrata, con un lato di 33,7 metri - pari all'ampiezza del lato più corto del colonnato sottostante - e un lato ortogonale a questo di 32.5 metri, lungo il quale avviene la movimentazione rettilinea della copertura.

Il sistema strutturale è composto da parti fisse ed elementi mobili. Le parti fisse sono le travi di bordo e i binari di scorrimento della membrana, mentre le parti mobili sono le travi reticolari che imprimono il movimento alla membrana e agli elementi a essa connessi, come i pluviali e le carrucole di scorrimento.

Sui due lati opposti dell'edificio esistente, nella direzione di scorrimento della membrana, sono fissate le travi di bordo della copertura, lunghe 32,5 metri e ancorate mediante mensole in acciaio all'altezza del marcapiano tra il colonnato e il primo livello, a circa 10 metri da terra.

Le travi di bordo a loro volta supportano i due binari di scorrimento lungo i quali la copertura può muoversi, spiegandosi sopra lo spazio della corte, oppure ritraendosi fino a costituire un pacchetto sottile in adiacenza al muro di fondo della corte stessa.

La parte strutturale mobile è costituita da quattro travi reticolari in acciaio, di lunghezza pari a 33,7 metri, con sezione triangolare rovesciata e rastremata ai bordi. Alle estremità ciascuna trave reticolare presenta elementi trattori, che, azionati elettricamente e semoventi lungo i binari fissati ai muri dell'edificio, imprimono il movimento alla trave e contemporaneamente trascinano o spingono tutti gli altri elementi della copertura, sia le differenti campate della membrana, sia l'acciaieria che le supporta e le conforma.

Per favorire lo scorrimento di tutte le parti portate, le quattro travi reticolari mobili sono disposte secondo un passo costante - circa ogni 11 metri - in

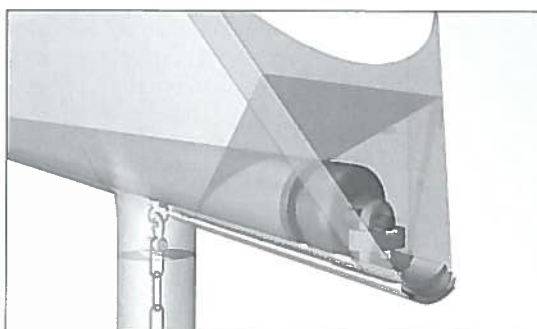


Figura 14
Vista tridimensionale della membrana, in corrispondenza di un compluvio. Il corrente orizzontale, adagiato all'interno della membrana e protetto da un fazzoletto superiore di tessuto, svolge funzione di zavorra dei lembi bassi della tensostruttura ed è collegato alle due opposte estremità a una catena in acciaio che corre all'interno del corrispondente pluviale in tessuto. Le catene di ciascun compluvio vengono poi ancorate a terra, per stabilizzare la tensostruttura e per garantire l'amovibilità del pluviale dalla propria sede, per tutto il tempo di esercizio della copertura.

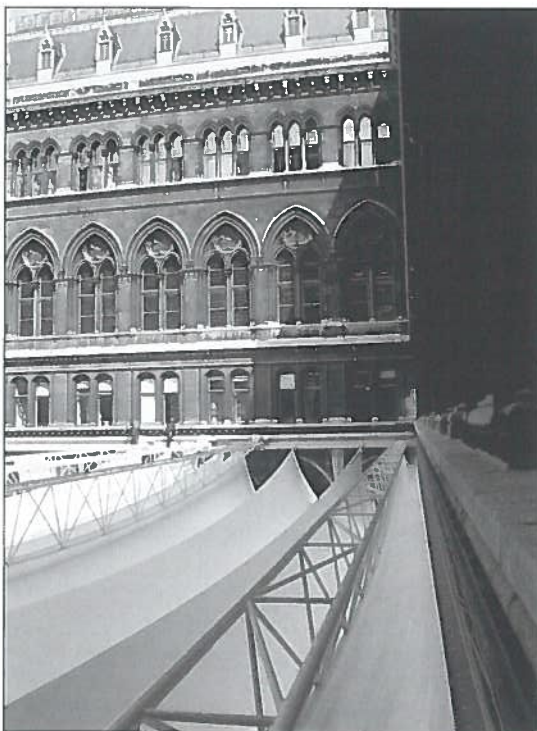
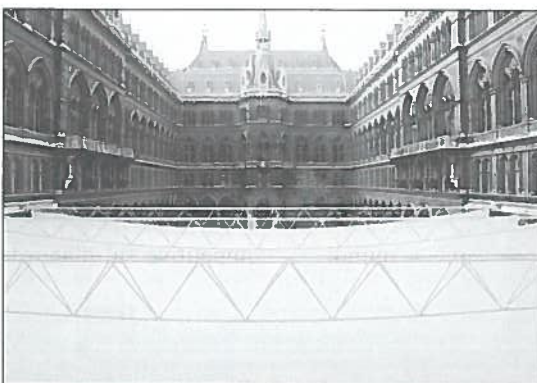


Figure 15 e 16
Viste della copertura retrattile sospesa al di sotto del primo piano del palazzo neogotico. In primo piano si noti la trave reticolare in acciaio: la scelta di profili a sezione circolare di contenute dimensioni e il colore bianco di tutta la carpenteria metallica favoriscono il perfetto connubio tra gli elementi strutturali e il tessuto traslucente.



modo da ripartire la superficie trasportata in tre parti di ugual misura e peso; due travi delimitano i bordi della membrana, mentre altre due sono poste in posizione intermedia.

La membrana, opportunamente appesa al di sotto delle travi reticolari semoventi, rappresenta l'unico elemento visibile da terra di tutto il complesso sistema fisso e mobile di copertura. Ad accentuare la percezione di leggerezza della superficie stesa sopra la piazza concorrono inoltre sia la traslucenza del tessuto in poliestere-pvc utilizzato, che la particolare forma delle nove selle, strette e alte, che scandiscono la tensostruttura a membrana e instaurano un dialogo con gli archi acuti del diciannovesimo secolo del colonnato adiacente.

Le nove selle che determinano la superficie membranale sono tese mediante cavi disposti nel modo tipico delle tensostrutture, così da creare appunto la usuale alternanza di parti di displuvio e di compluvio delle acque piovane. Il requisito particolare di questa tensostruttura, ossia la sua possibilità di scorrimento lungo una direttrice rettilinea, impone il movimento anche al sistema di cavi responsabili della sua forma sinusoidale. Pertanto i punti di displuvio della membrana sono tesi mediante cavi convergenti su carrelli mobili non semoventi come le travi reticolari, ma trascinati da queste ultime lungo i medesimi binari di scorrimento.

Viceversa i punti di compluvio della membrana so-

no tensionati e stabilizzati da catene che, correndo all'interno dei pluviali in tessuto, vanno a fissarsi sulla pavimentazione della piazza, in corrispondenza del raccordo dei pluviali stessi con i tombini preesistenti di scolo delle acque. Ovviamente le catene e i pluviali sono gli ultimi a essere fissati, una volta distesa la membrana, e i primi a essere rimossi così da poter ritrarre la copertura fino alla posizione di completa chiusura.

Altri cavi trasversali stabilizzanti collegano infine le selle della membrana alle travi reticolari, alle quali vengono così trasmesse tutte le forze orizzontali create dal pretensionamento della membrana in posizione di equilibrio, senza che alcuna componente spingente possa andare a compromettere la stabilità della muratura dell'edificio sui cui il sistema di copertura va ad appoggiarsi.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Aldo Capasso, Le tensostrutture a membrana per l'architettura, Maggioli, Rimini, 1998.
- Documentazione di progetto, a cura di Silja Tillner, London.
- Sito internet di Silja Tillner : <http://www.urban-design.at/>
- Sito internet di Schlaich Bergermann & Partner: <http://www.sbp.de/>

COPERTURA RETRATTILE PER LA PIAZZA DEL MUNICIPIO DI VIENNA

Committente:	Città di Vienna
Localizzazione:	Vienna
Progetto e realizzazione:	completamento ottobre 2000
Progetto architettonico:	Silja Tillner, Rudolf Bergermann, Christopher Lottersberger
Progetto strutturale:	Dipl.Ing. Rudolf Bergermann, Schlaich Bergermann & Partner, Stuttgart Vasko & Partner, Vienna
Realizzazione strutture:	Filzamer, Vienna
Progetto e realizzazione membrane:	CoverTex GmbH, Obing
Produzione membrane:	Ferrari, Italia

*I disegni di progetto sono stati cortesemente forniti dall'architetto Silja Tillner.
Il copyright delle immagini è di Monika Nikolic.*

Dr. arch. Alessandra Zanelli,
Dipartimento BEST, Building & Environment Science & Technology, Politecnico di Milano,
Laboratorio di Sperimentazione dell'Architettura 2.