

Norme, diffusione, produzione

A breve diventeranno tecnologie per usi permanenti: si tratta di mettere a punto gli aspetti di comfort ambientale, termo-acustici principalmente, e di individuare riferimenti normativi adeguati al contesto nazionale. Forti di un settore produttivo all'avanguardia

Giuliana Iannaccone - Cristiana Saboia De Freitas *

3ª Parte

In Italia, anche se l'attività costruttiva è caratterizzata dall'uso di tecnologie e procedure operative tradizionali, gli architetti che vogliono impiegare la tecnologia delle tensostrutture a membrana nei loro progetti possono contare sul supporto di una offerta di mercato particolarmente ricca ed articolata. Aziende produttrici di strutture e fabbricanti di tessuti di riconosciuta qualità, tecnici e progettisti - indipendenti o collegati ad aziende - dislocati su tutto il territorio nazionale, costi-

tuiscono una base molto importante per lo sviluppo di tale tecnologia. Secondo Giovanni Bertino - (vicepresidente dell'A.S.L.I., Associazione Produttori Strutture Leggere) - il settore produttivo italiano in tale campo può addirittura vantare il secondo posto in Europa dopo quello tedesco. Pertanto questa condizione così favorevole può costituire una occasione ed uno stimolo per i progettisti italiani alla sperimentazione di nuove forme e di nuovi linguaggi architettonici.

La prima parte dell'articolo sulle tensostrutture è stato pubblicato sul numero 275 Modulo Ottobre 2001. Nella seconda parte, pubblicata sul numero 276 Modulo Novembre 2001, sono stati approfonditi aspetti progettuali e normativi.

**Sezione Tecnologia e Ambiente del Dipartimento di Progettazione Urbana Università degli Studi di Napoli "Federico II".*



Esempio di tenda-struttura, una delle tre tipologie riconosciute da A.S.L.I., con ossatura portante in acciaio.

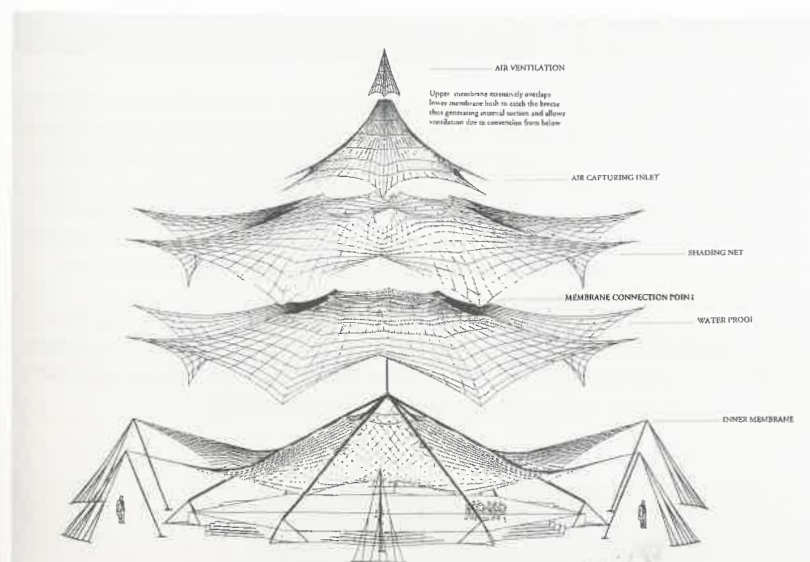
Il controllo ambientale delle tensostrutture

Cristiana Saboia De Freitas

Dopo aver superato le principali difficoltà strutturali e costruttive, scoperto materiali ignifughi e che durassero nel tempo, le tensostrutture a membrana hanno raggiunto una condizione di sviluppo tale da poter essere considerate a pieno titolo una tecnologia per usi permanenti¹. Mancano, però, due elementi fondamentali: una normativa di riferimento per strutture di carattere permanente e la capacità di controllare i livelli di comfort ambientale desiderato, soprattutto nell'ambito di applicazioni in cui la membrana funge da copertura di uno spazio chiuso. In relazione alle problematiche del comfort ambientale occorre fare riferimento ai tre aspetti del benessere: luminoso, termico e acustico.



In alto e in basso a destra: Padiglione del Venezuela all'EXPO di Hannover 2000. In questa struttura la copertura poteva aprirsi o chiudersi al variare delle condizioni climatiche o delle precipitazioni piovose, con lo scopo di creare una interazione tra l'architettura e i cambiamenti ambientali. (Immagine per cortesia dello Studio SL – Rasch, Stoccarda, Germania).



Sezione di progetto di una tenda in Malaysia (Studio SL – Rasch, Stoccarda, Germania). Tale progetto costituisce un esempio di studio dell'architettura tradizionale per acquisire soluzioni da adattare e trasferire alla tecnologia delle membrane. La struttura presenta una forma ispirata all'architettura tradizionale in Malaysia. Uno degli elementi più caratterizzanti è situato nella parte alta della copertura, ed è stato introdotto per consentire l'uscita dell'aria calda al centro dello spazio, favorendo la ventilazione naturale. Per aumentare la coibenza termica vengono utilizzati diversi strati di tessuto, ottenendo un controllo passivo dei livelli di comfort termico all'interno della membrana. Lo strato esterno è costituito da una membrana in tessuto "perforato" che ha la funzione di creare un'ombra simile a quella delle foglie degli alberi, permettendo la ventilazione dell'aria e quindi il raffreddamento dell'area in prossimità della copertura, oltre ad attenuare il rumore provocato dalle forti piogge tropicali. Gli altri due strati, aiutano ad ottenere la coibenza termica desiderata ed evitano l'eccesso di luce nell'area interna, condizione auspicabile in queste regioni. (Immagine per cortesia dello Studio SL – Rasch, Stoccarda, Germania).



Per quanto riguarda il comfort luminoso, le tensostrutture non sono mai state considerate come una tecnologia problematica, anzi, poiché si possono avere diversi livelli di traslucenza del tessuto - da tonalità di tessuto molto chiare che favoriscono l'ingresso di grandi quantità di luce uniforme, fino a tessuti che consentono il "black out" totale - le membrane costituiscono per gli architetti, nel vaglio delle possibili scelte, soluzioni progettuali particolarmente apprezzate, soprattutto in relazione al fatto che la luce diffusa che si ottiene attraverso l'impiego di tessuti traslucenti è, normalmente, di ottima qualità. Tuttavia, nel caso del comfort termico e acustico

stico la questione diventa più delicata e, allo stato attuale, delinea un importante filone di ricerca.

Le tensostrutture a membrana vengono oggi utilizzate in diverse condizioni climatiche, dalle zone tropicali a quelle polari e, chiaramente, le soluzioni sono sviluppate in relazione all'ambiente in cui devono essere realizzate. Avendo uno spessore molto sottile, è facile immaginare che le membrane in tessuto non presentano la stessa capacità di coibenza termica e acustica dei materiali tradizionali e, quindi, raggiungere l'isolamento termico e acustico necessario non è semplice, soprattutto in condizioni ambientali estreme.

Si possono individuare alcune direzioni principali di ricerca nell'ambito comfort ambientale:

- utilizzazione di molteplici strati funzionali;
- incremento dello spessore del materiale (che finisce con il diventare di per sé un nuovo materiale);

- associazione di sistemi attivi e passivi per il controllo del comfort;

- lo studio dell'architettura tradizionale di un certo luogo per acquisire soluzioni da adattare e trasferire alla tecnologia delle membrane.

Oltre a questi sistemi, nuove possibilità stanno emergendo, per esempio, da ricerche come quelle sviluppate dal Laboratorio Blum di Stoccarda in associazione con lo Studio Werner Sobek, Transsolar (Stoccarda) e l'arch. Helmut Jahn. Tali ricerche riguardano l'individuazione di nuovi materiali chiamati "Low E material - Low Emission of IR Radiation", materiali a bassa emissione di energia infrarossa, che rendono possibile un significativo isolamento termico con spessori sottili come



Un progetto interessante da analizzare è costituito da due strutture modulari, destinate a spazi espositivi, concepite da Frei Otto e costruite a Leonberg in Germania lo scorso anno. Queste strutture - le prime ad essere realizzate in accordo con la normativa tedesca per costruzioni di uso permanente - rappresentano un esperimento per verificare fino a che punto le tensostrutture a membrana comportano più problemi delle altre tecnologie nel controllo del comfort termico. I risultati di tale esperimento si avranno con il confronto tra il consumo energetico di questi padiglioni espositivi e quello di altri realizzati invece con sistemi costruttivi più tradizionali.

Le coperture dei due padiglioni sono identiche e costituite da una membrana a tre strati, con aria interposta. Al centro presentano un meccanismo mobile che permette l'apertura o la chiusura parziale della membrana per ridurre in inverno il volume d'aria da riscaldare e per consentire in estate l'uscita dell'aria calda, favorendo la ventilazione.



Dalla teoria alla pratica

Cristiana Saboia De Freitas

Le tensostrutture a membrana, come spiegato nel primo articolo di questa serie (Modulo 275 ottobre 2001), rappresentano una tecnologia in cui la forma e il funzionamento strutturale sono strettamente collegati e, quindi, l'architetto che le progetta deve dominare alcuni aspetti tecnici oltre ad avere una ottima conoscenza della statica. Questo non significa, però, che architetti non specializzati non possano ricorrere a questo tipo di struttura nei loro progetti.

Infatti sono diverse le modalità secondo cui vengono progettate le membrane.

Se è il committente, da principio, ad esprimere la volontà di realizzare un edificio caratterizzato dall'uso di una membrana tenderà, in modo generale, a cercare direttamente professionisti specializzati nella progettazione di membrane tessili. In altre situazioni architetti o ingegneri, che conoscono ed usano tale tecnologia, ne propongono l'inserimento in un progetto a loro affidato, svolgendo la parte di progettazione architettonica all'interno del loro studio e rivolgendosi ad uno studio di ingegneria per i calcoli strutturali. Un'altra possibilità può scaturire dall'iniziativa di un architetto

che, non conoscendo la tecnologia, si affida a progettisti specializzati al fine di introdurre una tensostruttura nella composizione generale di un suo progetto.

Da un altro lato, le aziende fabbricanti di tensostrutture a membrana sono, in generale, pronte ad offrire servizi di calcolo strutturale con il rispettivo progetto di taglio del tessuto, ecc, che viene svolto o all'interno di queste stesse aziende o tramite collaborazione con architetti ed ingegneri esterni da loro contrattati.

In Italia, un riferimento importante per chi si vuole informare sulle questioni tecniche, sulle aziende produttrici di strutture tessili o di loro componenti (tessuti strutturali, cavi di acciaio, cinte di poliestere, ecc) o, ancora, su professionisti del settore, è costituito dall'A.S.L.I. (Associazione Produttori Strutture Leggere Italiani - www.asli.it - e-mail: info@asli.it). L'ASLI è un'associazione non commerciale che lavora dal 1993, con l'obiettivo di definire e regolamentare parametri di qualità per le strutture leggere in Italia, oltre a promuovere e diffondere la loro conoscenza.

Una forma alternativa per ottenere informazioni tecniche è quella di rivolgersi direttamente alle aziende che lavorano nel settore delle Tensostrutture a Membrana - sia fabbricanti di strutture che di tessuti per l'architettura - le quali sono, in generale, abbastanza disponibili a fornire informazioni tecniche, oltre che colla-

borazione per la ricerca o la progettazione di strutture di questo tipo. Come detto all'inizio dell'articolo, il mercato italiano è fornito di aziende di alto livello che lavorano nell'ambito delle strutture tessili e che, insieme ai progetti, sono già in grado di fornire la base necessaria all'applicazione effettiva della tecnologia delle tensostrutture a membrana in Italia.

Le principali aziende italiane del settore sono:

Fabbricanti di Strutture Tessili

- Arca Strutture (www.arcastrutture.it)
- Bresciani Coverall (www.brescianicoverall.com)
- Canobbio (www.canobbio.com)
- Lunardi Tiziano (www.lunardisrl.it)
- Plastecomilano (www.plastecomilano.com)
- Plettac Roder Italia
- Sprech
- Teloni Poletti
- Tensofarma Trading (www.tensofarma.com)

Fabbricanti di Tessuti - poliestere spalmato da PVC

- Giovanardi F.lli
- La Plastiveneta (www.naizil.com)
- Linificio E Canapificio Nazionale (www.linificio.it)
- MehlerItalia

Produttori di cavi d'acciaio e componenti per tensostrutture

- T.E.C.I. - Tensoteci

quello delle membrane. Si può concludere che, pur essendoci ancora un grande parte di lavoro da svolgere, l'ottenimento del desiderato comfort termico all'interno delle membrane tessile è un obiettivo raggiungibile in un breve intervallo di tempo.

Se la questione del comfort termico sembra ormai affrontata in quasi tutti i suoi aspetti, il problema acustico rappresenta tuttavia un difficile cammino rispetto al quale ancora non si è trovata una direzione definitiva.

In particolare sono due gli aspetti a cui fare riferimento: l'isolamento acustico e la riverberazione.

Per combattere la riverberazione si devono utilizzare materiali assorbenti insieme ad una corretta forma geometrica della struttura: in questo modo si perviene a soluzioni abbastanza soddisfacenti. La questione dell'isolamento acustico risulta invece più complessa.

Le membrane infatti non sono in grado, con un unico strato, di fornire un isolamento acustico soddisfacente. Si ricorre per questo ad un doppio o triplo strato di tessuto con interposizione di aria.

Questo sistema non è sufficiente per raggiungere l'obiettivo dell'isolamento acustico, perché ci sono frequenze di suono che sorpassano questi strati per risonanza. Per combattere la risonanza, si deve usare uno strato di materiale con geometria diversa da quella dei tessuti.

Allo stato attuale si stanno sviluppando elementi in grado di controllare il fenomeno della risonanza. In questo senso esistono già soluzioni come, per esempio, un meccanismo sviluppato dal Laboratorium Blum di Stoccarda insieme allo Studio Werner Sobek e che sarà utilizzato nel progetto dell'aeroporto di Bangkok di Helmut Jahn.

La normativa

Giuliana Iannaccone

La normativa UNI

In Europa esiste una differenziazione normativa per le tensostrutture a membrana di carattere permanente e per quelle di carattere temporaneo. Nel primo caso non esistono ancora norme o standards comuni. Secondo Gianluca Chesini, addetto stampa dell'A.S.L.I., entro la fine del 2002 dovrà essere pronta la norma europea per le tendo-strutture e tenso-strutture² di carattere permanente, cui dovranno rifarsi le norme nazionali.

Nel caso delle strutture di carattere temporaneo, proprio recentemente, il 22 marzo 2001, è stata approvata in Italia la norma UNI 10949 ("Sicurezza delle attrezzature per fiere e parchi di divertimento - Tende, strutture tessili temporanee e/o itineranti - Progettazione, costruzione, montaggio e manutenzione") che si rifà, anche se parzialmente, alla norma europea EN 13782:1999. La norma italiana, elaborata dalla Commissione "Sicurezza" dell'UNI, nell'ambito del Gruppo di lavoro "Tende", specifica i requisiti minimi di sicurezza per la progettazione, calcolo, fabbricazione, installazione, manutenzione, funzionamento, verifica e collaudo di tende temporanee e/o itineranti. Vengono qui contemplate tutte le fasi del processo che porta alla costruzione di una struttura tessile, dal calcolo strutturale alla scelta dei materiali - che devono essere certificati - alle verifiche di sicurezza. Inoltre è prevista la compilazione di un libretto della struttura che comprende la documentazione di progetto, la descrizione dell'utilizzo, i rapporti delle ispezioni eseguite da tecnici esperti, le istruzioni riguardanti il trasporto, il montaggio e smontaggio, l'uso, manutenzione ed eventuali riparazioni, e le istruzioni in caso di emergenza. Al processo di definizione della norma hanno avuto un ruolo decisivo i tecnici dell'A.S.L.I. che già nel 1996 avevano redatto un progetto di Norma UNI (U500003930) teso a fornire al settore un preciso e chiaro quadro normativo e tecnico di riferimento³. Gli stessi sono ancora impegnati nella elaborazione della normativa europea per le strutture tessili di carattere permanente, cui dovranno armonizzarsi le diverse normative nazionali. Questa

anche problematiche attualmente di grande interesse quali l'impatto ambientale e i problemi di inserimento nei centri storici, le prestazioni offerte dai materiali in relazione al benessere termico, acustico e luminoso, le possibilità di dismissione delle strutture e lo stesso riciclaggio dei materiali. Allo stato attuale, poiché non esiste ancora tale norma, molte architetture tessili vengono realizzate senza normativa e, poiché non esistono standard comuni, succede che, spesso, le aziende produttrici si rifanno alla normativa vigente nel paese che ha acquistato le loro strutture - paese in cui spesso mancano sia leggi sia professionisti esperti in grado di controllarne la qualità. Nell'operare comune, in genere, vengono assunti come riferimento la norma americana e quella giapponese, la cui discussione e valutazione costituiscono una parte importante del processo di definizione delle leggi comunitarie. Una importante iniziativa che può essere collocata nell'ambito del processo di unificazione normativa a livello comunitario è il progetto Tensinet, coordinato dalla prof. Ing. Marijke Mollaert della Vrije Universiteit di Brussels (B), che vede coinvolti studi di progettazione, centri di ricerca e aziende operanti nel campo delle strutture tessili in molti paesi dell'UE. L'obiettivo di Tensinet è innanzitutto quello di sviluppare e promuovere idee comuni prima ancora di standard normativi.

Sicurezza al fuoco e normativa

In Italia, poiché le tensostrutture a membrana vengono usate prevalentemente per manifestazioni pubbliche, il problema della sicurezza al fuoco diventa particolarmente importante. La norma italiana prescrive per questo tipo di





A.S.L.I. riconosce tre tipologie (adottate dalla normativa UNI): la tenda-struttura (a sinistra un esempio di tenda-struttura con ossatura costituita da travi lamellari, mentre nella pagina a fianco un esempio di tenda-struttura con ossatura costituita da una maglia reticolare in acciaio), la tenso-struttura (in questa pagina al centro) e la presso-struttura (in basso).

destinazione d'uso l'impiego di materiali omologati ai fini della prevenzione incendi. L'omologazione dei materiali individua la reazione al fuoco, cioè il grado di partecipazione di un materiale combustibile all'incendio al quale è sottoposto. In relazione a ciò i materiali sono assegnati alle classi 0,1,2,3,4,5 in dipendenza della loro partecipazione alla combustione. Quelli di classe 0 sono incombustibili. In Italia i metodi di prova, stabiliti dalla legge sono 5 e valgono per tutti i tipi di materiali (Prove di non combustibilità ISO/DIS 1182.2, CSE RF 1/75/A, CSE RF 2/75/A, CSE RF 3/77, CSE RF 4/83). Nel caso di strutture per manifestazioni pubbliche è necessario che il tessuto sia difficilmente infiammabile di "Classe 1". I materiali tessili possono essere riuniti in 4 gruppi principali, a seconda del loro comportamento nelle varie fasi dell'incendio:

- 1) Tessili a base di fibre "non combustibili". Sono costituiti da manufatti realizzati con fibre incombustibili quali il vetro, fili metallici e simili.
- 2) Tessili a base di fibre "resistenti al fuoco". Sono prodotti tessili allestiti con fibre al carbonio, aramidiche fenoliche similari.
- 3) Tessili a base di fibre "flame-retardant". Sono tessuti ottenuti mediante l'impiego di fibre contenenti, intrinsecamente e permanentemente, sostanze particolari in grado di attuare un'azione ritardante o contrastante nei confronti della fiamma, durante la fase di propagazione e di sviluppo dell'incendio, attraverso un processo



di natura fisica o chimica. I prodotti tessili di questa categoria sono i più diffusi e realizzati, poiché mantengono costi contenuti e possono essere trasformati con i normali processi di lavorazione.

- 4) Tessili "post trattati". Sono tessuti trattati con prodotti ignifuganti. I tessuti "ignifugati", sia di fibre naturali che di fibre sintetiche, se aggrediti

da una sorgente termica, carbonizzano senza emettere fiamma, impedendo il diffondersi dell'incendio.

La normativa americana

Negli Stati Uniti sono quattro i test a cui si fa riferimento per individuare le caratteristiche di reazione al fuoco dei materiali costruttivi tradizionali. Questi test sono considerati validi anche per definire le caratteristiche di combustibilità delle membrane. I test sono: NFPA-701, ASTM E 84, ASTM E 108, ASTM E 136. Per ogni test vengono individuate delle classi di materiali (I, II, III nel caso dell'ASTM E 84 e A, B, C nell'ASTM E 108). I materiali che superano la prova ASTM E 136 e hanno una propagazione alla fiamma – testata con la prova ASTM E 84 – minore di 50 sono classificati come non combustibili.

Nel caso delle membrane i test vengono effettuati non sull'intero materiale composito, ma solo sul tessuto di base; per questo motivo, per definire la combustibilità della membrana, alcuni enti di codificazione li hanno adottati con opportune modifiche. Ancora oggi, si discute in America su quale sia il test più adatto per definire le caratteristiche di comportamento al fuoco per le strutture in tessuto, ovvero su quale riesca meglio a simulare le reali condizioni di incendio.

Fino ad ora non è stato fatto alcuno studio che convalidi la possibilità che una membrana non combustibile sia in grado di comportarsi meglio di una membrana "flame retardant". Si è comprovato, però, che le membrane che vengono classificate in base al test NFPA-701 come "flame retardant" forniscono membrane strutturali sicure poiché non alimentano la combustione né continuano a propagare il fuoco. Inoltre esse si sciolgono e si aprono, favorendo la ventilazione di fumi e vapori pericolosi e permettendo al calore di dissiparsi rapidamente nell'area dell'incendio. Tale comportamento aiuta a ridurre al minimo il danno strutturale ai sistemi di supporto e favorisce il veloce e rapido accesso ai pompieri, limitando il diffondersi dei danni alla vita umana e ai beni.

La reazione al fuoco dei materiali

Il tessuto in fibre di vetro rivestito con Teflon, impiegato principalmente nelle membrane pretese a carattere permanente, presenta - rispetto ai tessuti esistenti sul mercato - la migliore prestazione in termini di reazione al fuoco: è infatti

classificato come incombustibile. Il tessuto di poliestere rivestito con PVC, pur essendo infiammabile, viene trattato in modo tale da non alimentare l'incendio.

Il trattamento ignifugo fuoco applicato al PVC, come anche ad altri materiali petrolchimici utilizzati nelle membrane, tipo il Teflon o il poliestere, è necessario sia per evitare che tali materiali producano gocce incandescenti quando bruciano, sia per renderli auto-estinguenti, cioè materiali che estinguono da soli la fiamma in un intervallo corto di tempo a partire dal momento in cui si allontana o si estingue la sorgente della combustione.

Le caratteristiche di reazione al fuoco della membrana sono relative alla composizione dello strato di rivestimento esterno. La composizione deve essere formulata insieme al tipo e alla quantità specifica di additivi che ritardano la fiamma per impartire le proprietà di "auto estinguenza".

Poiché questi additivi sono incorporati nella composizione del rivestimento e non sono estraibili, il materiale resterà "flame-retardant" per tutta la durata della membrana rivestita.

Teflon, poliestere e PVC, essendo prodotti petrolchimici, vengono danneggiati dal fuoco liberando sostanze nocive in seguito a combustione.

Squarci nella membrana dovuti all'azione distruttiva del fuoco contribuiscono a smaltire verso l'esterno la concentrazione dei prodotti della combustione venutasi a determinare all'interno dell'edificio.

Un esempio di come le membrane si comportano in presenza di fuoco è stato dato da un incendio avvenuto nel 1999 a Portland, nel Maine, all'interno di una struttura in tessuto che ospitava un deposito di carta riciclata. Le fiamme che ebbero origine in un cumulo di carta si propagarono rapidamente per buona parte del deposito fino a raggiungere il tetto. Non appena fu raggiunta dalle fiamme, la membrana di copertura, costituita da fibre di poliestere rivestite in PVC, cominciò a sciogliersi e prese fuoco, permettendo al fumo e al calore di uscire verso l'esterno.

In questo modo, i vigili del fuoco non furono costretti ad intervenire all'interno della struttura né ad operare dall'alto per ventilare fumo e calore. Le osservazioni fatte durante questo incendio erano state anticipate in un test del 1994 su un modello in scala 1:14.

1. Per quanto riguarda il periodo di utilizzo, L'ASLI - (Associazione Produttori Strutture Leggere Italiani) classifica le strutture in temporanee itineranti (che devono essere montate e smontate entro 45 giorni), temporanee stagionali (destinate a rimanere montate tra 45 e 180 giorni) e permanenti (strutture che restano montate oltre 180 giorni).

2. La normativa opera una distinzione tra: tenda-struttura nel senso di "tipologia costruttiva portante con telo di copertura prevalentemente di tamponamento, piano, con pretensione trascurabile e non fondamentale ai fini del calcolo e/o della stabilità della struttura stessa", e tenso-struttura, ovvero, "tipologia costruttiva con elementi pretesi aventi funzione portante e doppia curvatura contrapposta, fondamentale ai fini del calcolo e/o della stabilità e del mantenimento della forma" (cfr. Norma UNI 10949, parte 3 "Termini e definizioni"). Nel campo delle architetture tessili viene individuata una terza tipologia, quella delle presso-strutture, a cui appartengono le strutture gonfiabili ovvero strutture la cui funzione portante è affidata alla membrana sorretta da aria in pressione.

3. Tale progetto fu sospeso in quanto mentre si procedeva alla sua pubblicazione a cura del comitato tecnico dell'A.S.L.I. e dell'UNI, veniva a crearsi un interesse a livello comunitario che ha portato allo stand still in materia per tutti i paesi dell'Unione. La norma UNI relativa alle strutture tessili temporanee rappresenta un primo passo verso la definizione di un sistema normativo chiaro e puntuale.

4. Cfr. Seaman R.N. and Venkataraman B., "Utilization of Vinyl Coated Synthetic Fabrics in Industrial Applications", *Journal of Coated Fabrics*, num. 5, aprile 1976.

5. Cfr. Intervista a Frei Otto su "Il futuro dell'architettura tessile", *Detail* 2000-6, pag. 965.

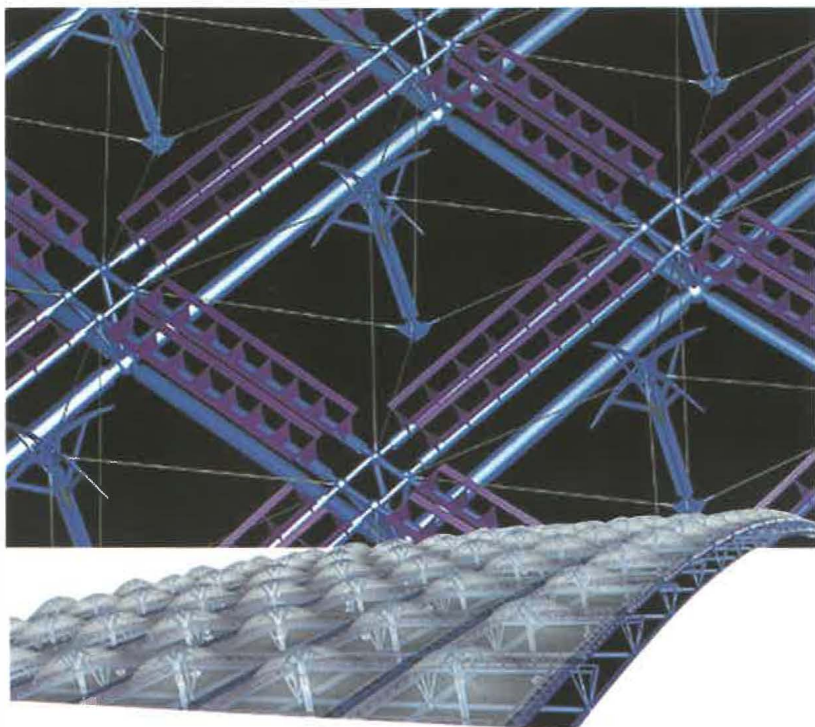
La ricerca nel campo delle tensostrutture a membrana

di Giuliana Iannaccone

Come per gli altri settori del costruire, ancora scarsa è la ricerca che viene svolta nel campo delle tensostrutture a membrana. In Europa, secondo Frei Otto, escludendo le sperimentazioni sul comportamento dei materiali – come ad esempio la già citata ricerca sui Low-E materials – pochi investimenti vengono fatti nell'ambito della ricerca formale.

Tale campo di indagine è da lui considerato particolarmente importante ed infatti ritiene che dal suo sviluppo grandi innovazioni possano essere introdotte in architettura. In Europa è l'I.L. di Stoccarda (l'Institut für Leichte Flächentragwerke – Istituto per le Strutture Leggere – fondato dallo stesso Frei Otto ed attualmente diretto dall'ing. Werner Sobek) che si occupa per tradizione del cosiddetto processo del finding form, ambito di ricerca per il quale, essendo scarso l'interesse da parte del settore privato, sono necessari finanziamenti statali.

Ma anche questi ultimi tendono ormai a privilegiare in ogni campo la ricerca applicata a sfavore della ricerca di base. Situazione questa



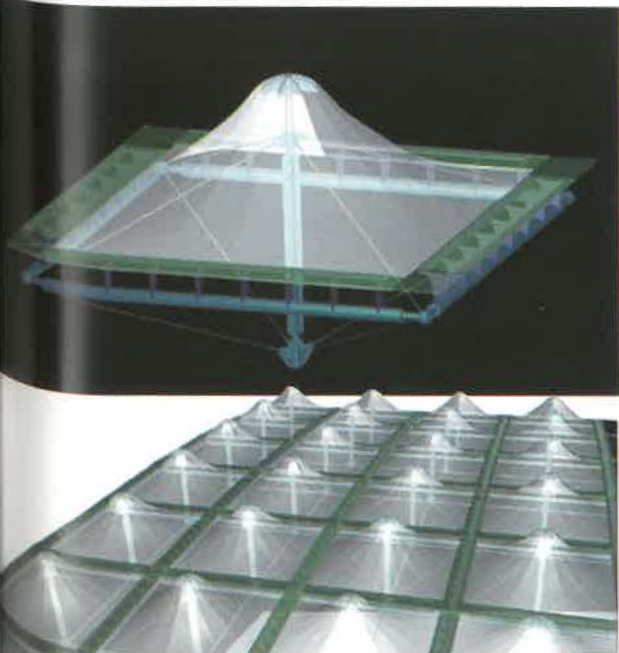
Copertura di un'isola artificiale ad Osaka (progetto Studio Schivo e associati, 1995). La copertura, con una luce netta di 180 m, è stata progettata in acciaio e membrane tessili. Con essa i progettisti hanno voluto sperimentare le possibilità offerte da questi materiali nella definizione di grandi spazi coperti.

che, sempre secondo Frei Otto, rischia di produrre gravi conseguenze per le generazioni future.

A fronte di un quadro particolarmente complesso e articolato, il già citato progetto comunitario TENSINET (www.tensinet.com) sta cercando di coordinare gli sforzi di ricerca di istituzioni accademiche, aziende e progettisti verso il perseguimento di obiettivi comuni. Tale progetto scaturisce da una serie di problematiche riscontrate nel settore: l'insufficiente trasferimento di conoscenze multidisciplinari tra professionisti, industrie e istituti di ricerca; la scarsa diffusione di know-how nel campo delle strutture tessili; la mancanza di riferimenti comuni per la progettazione e costruzione; domande rimaste ancora senza risposta sul comportamento strutturale e dei materiali.

All'interno del mondo accademico italiano, si possono menzionare le attività di ricerca sviluppate e promosse da Massimo Majoewski presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, per quanto riguarda gli aspetti strutturali, e da Aldo Capasso con il Laboratorio di Tecnologie leggere per l'Ambiente Costruito presso l'Università Federico II di Napoli, per quanto riguarda le problematiche architettonico-ambientali.

Per il settore produttivo ricordiamo invece l'azienda Canobbio con il suo Centro Studi che da anni sperimenta materiali e soluzioni architettoniche per rispondere ad un quadro esigienziale in continua evoluzione



Sistema di copertura modulare per spazi collettivi (progetto Studio Schivo e associati, 1996). Tale progetto, commissionato dal Centro Studi di Canobbio, riguarda la individuazione di una struttura modulare in acciaio e teflon per ottenere coperture di grandi dimensioni espandibili.