

## **MEMORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA CON MEMBRANAS TEXTILES

# ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA CON MEMBRANAS TEXTILES

## Índice

1. Objeto y ámbito de estudio
2. Marco teórico y conceptual
3. Aspectos de interés
4. Objetivos
5. Metodología a seguir
6. Programa de análisis
7. Bibliografía

## 1. Objeto y ámbito de estudio

El término “arquitectura textil” se utiliza para hablar de cualquier tipo de arquitectura que emplee materiales tensados, ya sean membranas textiles, láminas, mallas de cables, etc.

Desde sus comienzos, con la creación de grandes tiendas portátiles para carpas de circos ambulantes, hasta la actualidad, este tipo de arquitectura ha evolucionado y ha ido aumentando en número. Hoy en día se utiliza para la cubrición de grandes superficies como estadios deportivos, aeropuertos, centros comerciales, etc.

Actualmente, la arquitectura con membranas textiles proporciona amplios cerramientos de gran variedad e interés espacial, requiriendo mínimos elementos de soporte “rígidos” y proporcionando una buena iluminación natural. Además cuentan con la gran ventaja de la rapidez de fabricación e instalación.

Tipológicamente podemos hablar de arquitectura textil tensada o neumática. La tensada emplea mástiles, tensores y cables para tensar la tela por sus extremos en direcciones y sentidos opuestos, incluso fuera del plano. La neumática es la soportada por aire, consiguiendo el esfuerzo perpendicular con la sobrepresión de aire.

Además se trata de una tipología sostenible y medioambientalmente favorable; debido al uso de cantidades mucho menores de material (se obtienen estructuras extraordinariamente ligeras) con el consiguiente ahorro en transporte, al ya mencionado aprovechamiento de luz diurna y al uso de materiales prefabricados que se podrían desmontar y reciclar.

La simplicidad de sus elementos, así como su fácil ensamblaje, mínimo consumo de materiales y gran eficiencia energética son aspectos que le permiten sobrepasar a cualquier otro sistema estructural en términos de ligereza y capacidad para cubrir grandes luces. Sus formas atractivas, vistas sin obstáculos e interiores iluminados hacen de estas estructuras manifestaciones arquitectónicas notables.

Los materiales han ido cambiando mucho desde sus comienzos, pudiendo encontrar hoy en día tejidos altamente tecnológicos, que reflejan la mayor parte de la energía solar incidente, lo que hace que sean muy eficaces como cubiertas templadas.

Las fibras en combinación con polímeros, formando composites tienen un potencial que apenas está empezando a desvelarse. Los composites, o materiales formados por combinación de otros distintos, no requieren estructuras tecnológicamente sofisticadas. Incluso las fibras más comunes y los plásticos más simples pueden resolver los diversos problemas, aunque tanto su utilización como la maquinaria necesaria para fabricarlos precisan aún de un amplio desarrollo.

En los últimos años el EFTE, que no es un material textil, sino un film, ha cobrado un gran impulso como material ligero. Fue descubierto en 1940, se empezó a comercializar en 1970 y se empleó por primera vez en la edificación en 1982.

A todo esto, se debe añadir como incentivo para el análisis, la ausencia de referencias y de documentación en español, lo que hace que en nuestro país sea un sistema aún por desarrollar y con capacidad de ofrecer un campo extenso de estudio y trabajo para un futuro cercano.

## 2. Marco teórico y conceptual

Hace más de medio siglo la investigación de estructuras tensadas realizadas con cables metálicos por parte de Frei Otto supuso una revolución en el campo ideológico y formal. Su original aportación quedó plasmada en obras singulares de gran visibilidad, como el pabellón Alemán de la Expo de Montreal de 1967 o la cubrición de los edificios deportivos para los Juegos Olímpicos de 1972 de Múnich. Frei Otto desde el Instituto de Estructuras Ligeras de Stuttgart desarrolló un método eficaz para cubrir grandes superficies sin apoyos intermedios y con la máxima economía material posible.

Existe así un grupo de arquitectos que dedicaron su talento a empujar los límites de la arquitectura por el camino de la ligereza, generando superficies de doble curvatura de sencilla construcción y formas inusuales.

El trabajo de estos “activistas medioambientales” que tratan de encontrar soluciones constructivas respetuosas con el medio ambiente, de menos impacto en la naturaleza, está estrechamente relacionado con el de los ingenieros, físicos, biólogos o incluso filósofos. Su trabajo no sólo busca calidad técnica, sino que también implica una reflexión sobre la manera de afrontar el futuro por parte de la Humanidad en una era en la que el consumo y el derroche pueden llevar al mundo a un desastre ecológico.

La industria moderna de construcción de membranas y carpas recibe influencias de la aeronáutica; pero también podemos encontrar numerosos ejemplos de estructuras de membrana en la Naturaleza, como las membranas que envuelven las células, la piel, las hojas de las plantas, las pompas de jabón, etc. Se trata de estructuras fruto de la evolución biológica en las que el gasto de material y el consumo de energía tienen una importancia primordial, lo que las lleva a una gran eficacia constructiva.

Actualmente se sabe que la cantidad de materias primas y energía realmente disponible no es tanta como se pensaba, al mismo tiempo que se ha hecho evidente que los efectos de quemar combustibles y residuos pueden alcanzar niveles peligrosos. Así pues, la única forma de reducir el daño es incrementar la eficiencia de todo lo que hacemos. En este sentido, el transporte supone una parte importante de nuestras actividades, especialmente en el caso de la construcción. La aplicación de materiales textiles en el proceso de construcción puede ser un medio adecuado para reducir el consumo de energía y, al mismo tiempo, aumentar la productividad.

## 3. Aspectos de interés

La preocupación social creciente y la normativa más restrictiva, el desarrollo de materiales ecológicos, sostenibles o medioambientalmente amistosos se ha extendido enormemente en las últimas décadas.

Las tensoestructuras son conocidas por la simplicidad de sus elementos, así como por su fácil ensamblaje, mínimo consumo de materiales, mínimo desperdicio y gran eficiencia energética, aspectos que les permiten sobrepasar a cualquier otro sistema estructural en términos de ligereza y capacidad para cubrir grandes luces. Con formas atractivas, vistas sin obstáculos e interiores iluminados, estas estructuras a tensión constituyen generalmente notables manifestaciones arquitectónicas.

Los materiales textiles disponibles en la actualidad (PVC, PTFE, etc.) permiten un amplio abanico formal, grado de transparencia, durabilidad, propiedades térmicas, autolimpieza, etc.; cualidades, todas juntas, que nunca otro material ha ofrecido en la historia de la construcción.

Por otra parte, los procedimientos de cálculo han evolucionado a partir de mediados de siglo XX gracias al desarrollo que la informática y las computadoras han experimentado. Anteriormente, el cálculo de las tensoestructuras estaba basado fundamentalmente en la construcción de modelos a escala. Sin embargo, con la aparición de ordenadores cada vez más potentes, el cálculo actual hace uso de conocimientos matemáticos y mecánicos variados, como los elementos finitos o formulaciones dinámicas.

4. Objetivos

- \_ Exponer el estado del arte de la tecnología constructiva de membranas textiles.
- \_ Plantear los principios técnicos de las estructuras de membrana textil.
- \_ Exponer la metodología de cálculo y diseño de las estructuras textiles.
- \_ Exponer las capacidades de los nuevos materiales aplicadas a la construcción de estructuras ligeras.
- \_ Analizar posibles fallos en la metodología de cálculo y diseño actual.
- \_ Proponer posibles desarrollos futuros de investigación.
- \_ Proponer mejoras a la tecnología existente en la actualidad.
- \_ Desarrollar un ejemplo de estructura textil de aplicación a determinar.

5. Metodología a seguir

- \_Investigación bibliográfica.
- \_Estudio del planteamiento teórico.
- \_Análisis de realizaciones históricamente relevantes.
- \_Análisis de materiales.
- \_Planteamiento de metodología de diseño.
- \_Análisis de sistemas de búsqueda de la forma membranal de mínima energía.
  - \_Métodos de analogía.
  - \_Métodos informáticos.
- \_Análisis de innovaciones tecnológicas actuales en el campo de los materiales, la tecnología y la metodología de diseño de estructuras textiles.
- \_Desarrollo de un diseño completo.
- \_Estudio de detalles.
- \_Posibilidad de fabricación de un prototipo.
- \_Valoración de diseño.
- \_Planteamiento de mejoras.
- \_Difusión de la investigación.

6. Programa de análisis

- \_Introducción a la arquitectura textil.
- \_Historia de la construcción con membranas.
- \_Materiales.
- \_Formas de las estructuras textiles.
- \_Construcción de las estructuras textiles.
- \_Fundamentos de diseño y cálculo.
- \_Detalles de estructuras textiles.
- \_Perspectivas de futuro.



# ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA CON MEMBRANAS TEXTILES

## 7.- Bibliografía

- \_American Society of Civil Engineers. Tensile membrane structures.
- \_Barnes, M. R. Form finding and analysis of tension structures by dynamic relaxation.
- \_Berger, H. Light structures, structures of light: the art and engineering of tensile architecture.
- \_Biagetti, L. Monografía de análisis de autores.
- \_Capasso, A. Le tensostrutture a membrana per l'architettura: introduzione alla progettazione.
- \_Carriera Valiño, L. Sistemas para la medición del estado de tensiones en membranas textiles.
- \_Drew, P. New tent architecture.
- \_Foster, B. Arquitectura textil: guía europea de diseño de las estructuras superficiales tensadas.
- \_García, M. Architextiles.
- \_Glaeser, L. The work of Frei Otto and his teams 1955-1976.
- \_González, R. J. Sistemas estructurales.
- \_Gosling, P. D. y Chivapraphanant, J. A versatile cutting pattern methodology for woven fabrics.
- \_Gründig, L. Ekert, L. y Moncrieff, E. Geodesic and semi-geodesic line algorithms for cutting pattern generation of architectural textile structures.
- \_Hernández-Montes, E. Jurado-Piña, R. y Bayo, E. Topological mapping for tensión structures.
- \_Herzog, T. Construcciones neumáticas: manual de arquitectura hinchable.
- \_Hurtado, A. y Finat, C. Una aproximación computacional al pegado de formas simples a lo largo de singularidades.
- \_Ishii, K. Membrane designs and structures in the world.
- \_Jurado-Piña, R., Hernández-Montes, E. y Gil-Martín, L. M. Topological mesh for Shell structures.
- \_Kim, J. Y. y Lee, J. B. A new technique for optimum cutting pattern generation of membrane structures.
- \_Kronenburg, R. Flexible: une architecture pour répondre au changement.
- \_Krüger, S. Textile architecture.
- \_LeCuyer, A. ETFE: technology and design.
- \_Leonard, J. W. Tension structures.
- \_Levy, R. y Spiller, W. R. Analysis of geometrically nonlinear structures.
- \_Linkwitz, K. y Schek, H. J. Einige Bemerkung von vorsgepannten Seilnetzkonstruktionen.
- \_Linkwitz, K. About formfinding of double-curved structures.
- \_Maurin, B. y Motro, R. The Surface stress density method as a formfinding tool for tensile membranes.

## ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA CON MEMBRANAS TEXTILES

- \_Mollaert, M. The design of membrane and lightweith structures: from concept to execution.
- \_Otto, F. Tensile structures design, structure and calculation of buildings of cables, nets and membranes.
- \_Schlaich, J. Light structures.
- \_Seidel, M. Tensile surface structures: a practical guide to cable and membrane construction.
- \_Tectónica 36. Arquitectura textil.
- \_TensiNet Symposium (2003. Brussel). Designing tensile architecture: (Sept. 19th-20th 2003).