

# TENSOESTRUCTURAS EN MÉXICO: HACIA LA CREACIÓN DE UNA RED IBERO-LATINOAMERICANA DE TENSOESTRUCTURAS

Oliva Salinas, Juan Gerardo<sup>1 (\*)</sup>; Ontiveros Hernández, Marcos J.<sup>(1)</sup>; Valdez Olmedo Eric<sup>(1)</sup>  
1. Universidad Nacional Autónoma de México

## Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar y promover como modelo para el resto de los países latinoamericanos, los avances de la “Guía de Diseño y Construcción para Estructuras de Membrana en México” que se desarrolla actualmente en el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Arquitectura en la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Este proyecto financiado por la UNAM y por la Fundación Nohmura de Japón, identifica los antecedentes y el estado del arte sobre los diversos usos, los procesos de determinación de la forma, el análisis estructural, la construcción, la normatividad y el impacto ambiental de las estructuras de membrana en México. Con este trabajo de investigación, aunado a otros trabajos análogos del resto de los países latinoamericanos y tomando como base la “Guía Europea de Diseño de las Estructuras Superficiales Tensadas” de TensiNet, publicada por TensiNet Iberica; será posible establecer las bases para conformar y consolidar una Red Ibero-Latinoamericana de Tensoestructuras adecuada a nuestra realidad regional, para mejorar la calidad, establecer normas locales y difundir los diversos usos y aplicaciones de las estructuras superficiales tensadas entre arquitectos, ingenieros y personas interesadas en este tipo de estructuras.

## Antecedentes

El desarrollo de la arquitectura textil que inicia el arquitecto Frei Otto en Alemania hacia el año 1955, va a tener un desenvolvimiento constante durante la segunda mitad del siglo XX y paulatinamente su aplicación empieza a cobrar fuerza internacionalmente. En las últimas dos décadas, la arquitectura textil se intensifica de manera vertiginosa a nivel mundial y este crecimiento no es exclusivo de los países desarrollados como Japón, los Estados Unidos de Norteamérica o bien los países europeos; también los países latinoamericanos experimentan ese auge y la demanda de estructuras superficiales tensadas, por diversos sectores de la sociedad, que se multiplica e incrementa notablemente. Las estructuras superficiales tensadas adoptan el nombre de velarias en México y de tensoestructuras en el resto de los países latinoamericanos, por lo que se pueden considerar como sinónimos las tres denominaciones anteriores aunque esta última también sirve para denominar estructuras con base en elementos sometidos a esfuerzos de tracción como puentes o sistemas tensegrity.

Debido a este auge, en Europa, Estados Unidos y Japón, se han generado asociaciones, conjuntamente con guías de diseño para asesorar a todos los interesados en el tema sobre el diseño y construcción de tensoestructuras. En 1990 la “*Membrane Structures Association*” (Asociación de Estructuras de Membrana) de Japón publicó la “*Guide for Specific Membrane Structures*” (Guía para Estructuras Específicas de Membrana). La “*American Society of Civil Engineers*” ASCE, (Sociedad Americana de Ingenieros Civiles); publicó en el 2002 una guía seguida de un código de práctica. En el año 2000 se creó una red temática europea bajo el nombre de TensiNet, con el propósito de “...reunir a urbanistas, arquitectos, ingenieros y proveedores de material, constructores y autoridades de control, implicados en el diseño y la construcción de las estructuras tensadas.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Forster, Brian y Mollaert, Marijke, Monjo, Juan, *Arquitectura textil. Guía europea de diseño de las estructuras superficiales tensadas*, TensiNet, Madrid, España, Ed. Munilla-Lería, 2004. Pp. 18

TensiNet publica en 2004 una primera guía de diseño, editada por Brian Forster y Marijke Mollaert, donde se indica “...que se pretende que sea una fuente de asesoramiento general para los diseñadores y para informar al público con intereses en todos los niveles, sobre las estructuras tensadas.”<sup>2</sup> En la introducción de esta guías se recuerda que desde hace treinta años o más, el tema de las estructuras tensadas ha sido recurrentemente tratado en reuniones, congresos y simposia. Se reconocen las publicaciones IL del “Institut für Leichte Flächentragwerke” de la Universidad de Stuttgart, bajo la dirección del destacado arquitecto y profesor alemán Frei Otto, pionero y promotor de las estructuras tensadas y se reconocen también las ponencias y publicaciones de la IASS, International Association for Shell and Spatial Structures mediante su Grupo de Trabajo 6, “Tension and Membrane Structures”

La European Design Guide for Tensile Surface Structures (Guía Europea de Diseño de las Estructuras Superficiales Tensadas) no pretende ser una norma europea, sino un reporte del estado del arte, constituyendo un primer paso en esa dirección. En TensiNet se conformaron tres grupos de trabajo (WG) desde el inicio del proyecto, bajo las siguientes temáticas:

- WGMAT - Materiales, Mediciones y Ensayos
- WGENG - Ingeniería, Construcción
- WGARCH - Arquitectura, Planificación Urbana

Estos grupos de trabajo se reúnen dos veces al año y constituyen el núcleo de sus actividades. TensiNet continúa con su desarrollo e intenta que tenga representantes a través de capítulos regionales de la misma. Actualmente se ha convertido en una Asociación internacional de estructuras tensadas con una sección regional, TensiNet Ibérica, que engloba los miembros de España y Portugal. TensiNet Ibérica surge durante la reunión de sus miembros en Guimaraes, Portugal; en octubre de 2006. Un primer objetivo de este capítulo fue la traducción de la *European Design Guide for Tensile Surface Structures* al español, el cual se cumplió exitosamente coordinado por Juan Monjo Carrió, profesor del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja en Madrid, España; en abril de 2009. En la edición en español se incorpora un capítulo adicional (Cap. XI) escrito por el profesor de la Universitat Polytechnica de Catalunya, Josep Ignasi Llorens, a fin de describir la arquitectura textil en España y Portugal. Cabe destacar que en la *Presentación* de esta Guía se indica que TensiNet Ibérica agrupa a los miembros con “sede en España y Portugal, con posible extensión a los países iberoamericanos.”



Fig. 1. Guía europea de las estructuras superficiales tensadas y portal de Tensinet.

<sup>2</sup> Forster, Brian y Mollaert, Marijke, Monjo, Juan, *Arquitectura textil. Guía europea de diseño de las estructuras superficiales tensadas*, TensiNet, Madrid, España, Ed. Munilla-Leria, 2004. Pp. 20

Por otro lado, el interés por la arquitectura textil, llevó a Brasil a organizar y celebrar el 1er. Simposio Latino Americano de Tenso Estructuras en el año 2002. Tres años más tarde, en 2005, se celebra en Caracas, Venezuela; el 2do. Simposio Latinoamericano de Tensoestructuras y en el marco de este simposio y para fomentar el trabajo colaborativo y la comunicación entre los interesados en este tema y pertenecientes a países latinoamericanos, se crea la Red Latinoamericana de Tensoestructuras. En el año 2008 se celebra en México el 3er. Simposio Latinoamericano de Tensoestructuras, paralelamente con el Simposio Internacional de la IASS 2008, en Acapulco, México. Durante este Simposio se organiza un debate sobre las tensoestructuras en Brasil, Venezuela y México, donde se identifican las problemáticas comunes a los tres países participantes y se concluye con la necesidad de regular la calidad del diseño y realización de las estructuras tensadas en los tres países, lo cual aplica al resto de los países latinoamericanos.

## **Problemática**

El desarrollo global de las telecomunicaciones permite que hoy en día el flujo de información se desarrolle vertiginosamente. La penetración de información sobre tensoestructuras en Latinoamérica ha cobrado mayor demanda en la última década y ha sido adoptado satisfactoriamente en las diversas necesidades que demanda la sociedad contemporánea. Particularmente en México, la información necesaria para garantizar la correcta concepción, diseño y construcción de este tipo de estructuras se genera principalmente en foros académicos para estudiantes en etapa de formación, por lo que es difícil que penetre en el sector que demandan diseñadores y constructores profesionales que adoptan este tipo de sistemas para generar soluciones dentro de algún proyecto arquitectónico. Consecuentemente no existe ninguna reglamentación que las regule, teniendo como resultado productos fabricados de manera empírica, con muy baja calidad sin ninguna noción estructural básica, lo cual atenta y pone en riesgo la seguridad de los usuarios.

Debido a esta problemática, los autores de esta ponencia desarrollan dentro del Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Arquitectura en la UNAM, el proyecto *Guías para el Diseño y Construcción de Estructuras con Membrana en México*, apoyado por la *Nohmura Foundation* (Fundación Nohmura) del Japón y la misma universidad. Como primera etapa de este proyecto se ha considerado desarrollar el estado del arte en de la temática en cuestión, para poder establecer un diagnóstico de su situación actual, tomando como modelo la experiencia de TensiNet en Europa, con lo cual, posteriormente será posible confrontar ambos modelos, considerando el contexto regional particular, a fin de obtener un documento que sintetice los principios básicos en el diseño y construcción de tensoestructuras para su difusión en México y su posible extensión en Latinoamérica.

## **Síntesis sobre el estado del arte en México**

El estado del arte de las estructuras superficiales tensadas en México obedece a un país en vías de desarrollo y con muchas características culturales, económicas, políticas y sociales análogas al resto de los países latinoamericanos. La generación de nuevas tecnologías es muy pobre, los recursos son limitados y la inversión es mínima en este rubro. Debido al poco conocimiento de las estructuras tensadas, no existe una cultura social que exija los estándares mínimos de calidad en el proyecto y realización de estas estructuras; tampoco existe una reglamentación oficial o guías de diseño que regulen el proyecto y construcción de la arquitectura textil, ni la calidad de los materiales utilizados, ni las características mínimas que deben satisfacer.

Dentro de los programas arquitectónicos en nuestras sociedades, resulta frecuente encontrarse a lo largo de la historia con la necesidad de espacios cubiertos efímeros para el desarrollo de actividades cotidianas, máxime cuando hablamos de un país como México, que ubicado entre los trópicos recibe una importante incidencia solar y precipitación pluvial

anual. Como en otras partes del mundo, esta necesidad ha sido solventada durante años con medios artesanales, utilizándose técnicas locales como en los mercados prehispánicos itinerantes o en las plazas de toros cubiertas con “petates”, reminiscencias ancestrales que siguen siendo parte de nuestra realidad cultural.

Sin embargo existe una gran distancia entre estas técnicas artesanales, que permiten techar temporalmente pequeñas áreas y el conocimiento tecnológico formal de una arquitectura textil capaz de cubrir grandes claros, garantizando una larga vida útil. Si bien esta distancia ya ha sido recorrida en los últimos 50 años por conocidos grupos de investigadores y constructores alrededor del mundo, en México esta tecnología está empezando a integrarse y requiere un esfuerzo conjunto de los actores involucrados para generar un sistema constructivo aceptado y confiable, que tanto diseñadores, como constructores y usuarios conozcan a cabalidad.

México se encuentra a medio camino de hacer la arquitectura textil parte de su repertorio de sistemas constructivos, con criterios de seguridad y calidad cuantificables y equiparables a las demás edificaciones formales. Este camino involucra elementos de carácter tecnológico con variables sociales, económicas y jurídicas.<sup>3</sup>



Fig. 2. “La Petatera.” Plaza de toros temporal con base en una estructura de madera recubierta con fibras textiles naturales denominados petates y cubierta en el patio central de Palacio de Minería, México.

## Conclusiones

Los antecedentes descritos, unidos a la problemática que afecta al campo de la arquitectura textil en Latinoamérica, demandan tomar acciones inmediatas en pro de mejorar las prácticas de diseño y construcción de estructuras de membrana en un futuro inmediato.

Las experiencias de Japón, Estados Unidos y Europa, demuestran que la generación de guías de diseño, tiene como antecedente la organización de redes con grupos de especialistas involucrados en el tema. Con este motivo se propone la creación de asociaciones o redes locales que involucren a diseñadores, arquitectos, ingenieros, investigadores, constructores, empresarios y gente interesada en el tema, que desde sus diversas disciplinas generen y aporten información específica sobre los distintos rubros que componen la arquitectura textil siguiendo como modelo el trabajo de la asociación Tensinet en Europa. Generando estas redes locales, será posible fortalecer a nivel regional la Red Latinoamericana de Tensoestructuras, propuesta en Venezuela durante el SLTE de 2005.

<sup>3</sup> Oliva Salinas, Juan Gerardo, Ontiveros Hernández, Marcos y Valdez Olmedo, Eric, *Membrane structures in Mexico: The state of the art looking to the future*, Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), Shanghai, China, 2010.

Con la creación de estas redes de investigación tomando como base la “Guía Europea de Diseño de las Estructuras Superficiales Tensadas” de TensiNet, publicada por TensiNet Iberica; será posible establecer las bases para conformar y consolidar una Red Ibero-Latinoamericana de Tensoestructuras adecuada a nuestra realidad regional, para mejorar la calidad, establecer normas locales y difundir los diversos usos y aplicaciones de las estructuras superficiales tensadas entre arquitectos, ingenieros y personas interesadas en este tipo de estructuras.

Consideramos que el término más adecuado para designar a una red que englobe a España, Portugal y Latinoamérica es *Red Ibero-Latinoamericana*. El *Diccionario panhispánico de dudas* define *Iberoamérica* como la región integrada por las naciones americanas que pertenecieron como colonias a los antiguos imperios español y portugués. La *Real Academia Española* define a *América Latina* como el conjunto de países del continente americano en que se hablan lenguas romances, específicamente español, portugués y francés. Por lo anterior, el término *América Latina o Latinoamérica* incluye a Hispanoamérica, Brasil y Haití.

Las tensoestructuras ofrecen posibilidades de diseño, resistencia y durabilidad antes inimaginables. Su aplicación en México se aleja de la accesibilidad económica de algunos grupos sociales, en función de los costos que deben pagarse para cubrir las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico, ya que la sociedad mexicana se ve obligada a consumir tecnología extranjera y pagar los altos costos de la misma. Resulta indispensable desarrollar tecnologías propias dentro del contexto sociocultural regional y esto constituye un objetivo importante a satisfacer, a través de la creación de la *Red Ibero-Latinoamericana de Tensoestructuras*.

## Referencias

Forster, Brian y Mollaert, Marijke, Monjo, Juan, *Arquitectura textil. Guía europea de diseño de las estructuras superficiales tensadas*, TensiNet, Madrid, España, Ed. Munilla-Lería, 2004.

Oliva Salinas, Juan Gerardo, Ontiveros Hernández, Marcos y Valdez Olmedo, Eric, *Membrane structures in Mexico: The state of the art looking to the future*, Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), Shanghai, China, 2010.