

Estructuras tensadas en Venezuela. Algunos ejemplos*

Carlos H. Hernández
IDEC-FAU, UCV

Resumen

La arquitectura textil ha entrado en Venezuela con relativo retraso a pesar de que su clima y la presencia de vientos con máximos en la costa de 7m/s permite la utilización de espacios abiertos todo el año con condiciones ideales para el uso de cubiertas textiles. En 1997 el grupo de profesionales del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) se encargó del estudio y desarrollo de las estructuras transformables y el diseño de estructuras textiles contando para ello con la colaboración de profesionales internacionales especializados en el tema abriéndose de esta manera la posibilidad de desarrollar proyectos que incorporan el uso de este tipo de estructuras en el país. En los últimos dos años han surgido también numerosas cubiertas de pequeño a mediano formato realizadas por profesionales independientes ubicadas en cafés y centros comerciales y producidas en los más variados estilos. En las páginas que siguen se presentan algunos ejemplos de construcciones realizadas durante los últimos años por la empresa Grupo Estran C. A.

Abstract

The textile architecture is experiencing a relative delay in Venezuela, even though our weather conditions and coastal winds of a maximum of 7 meters/seconds allow the use of outdoors areas any time of the year, which creates the suitable conditions for textile covering. Back in 1997, a group of professionals from the Experimental Development Construction Institute (In Spanish, IDEC, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción) analyzed and developed transformable structures and also designed textiles structures with the help of qualified international professionals. The instauration of projects incorporating the use of these structures was therefore a possibility in our country. In the last two years, a large number of small and medium-sized coverings has emerged, they are manufactured by independent professionals for the use of cafes and malls, and exhibit a wide range of styles. In the following pages, some examples of these last years are presented; they belong to the company Grupo Estran C.A.

Venezuela no tiene tradición cultural de arquitectura textil. Cuando hablamos de cubiertas textiles la imagen que viene a la mente de la mayoría de los venezolanos posiblemente serán las carpas de los circos que han recorrido los pueblos del país durante todo el siglo pasado.

El uso de pequeñas cubiertas se ha popularizado con el desarrollo de la economía informal en los últimos 8 años, pudiendo observar ejemplos de ellas en las calles de las principales ciudades o en las ferias de los pueblos del interior. De entre ellos, algunas tipologías se han industrializado pero la mayoría son de carácter artesanal o improvisados.

La arquitectura textil ha entrado en Venezuela con relativo retraso a pesar de que la ubicación del país en la franja ecuatorial le da un clima moderado que permite la utilización de espacios abiertos todo el año, a lo que se le suma la presencia de vientos con máximos en la costa de 7m/s, condiciones ideales para el uso de cubiertas textiles. Por otra parte, hace aproximadamente veinte años se importaron algunas estructuras, entre las cuales cabe mencionar el Domo Bolivariano, ubicado en la ciudad de Barquisimeto, construido con una membrana de fibra de vidrio con PTFE (Teflón) así como algunas estructuras inflables destinadas a ser utilizadas como depósitos o como cubiertas itinerantes para pistas de patinaje muy populares en aquel tiempo. Más tarde se hizo una propuesta para cubrir la Plaza de Toros de la ciudad de San Cristóbal, en el estado Táchira, realizada por el ingeniero Horst Berger, pero no tuvo entonces mayor repercusión en el mercado de la construcción, posiblemente por desconocimiento general, por falta de credibilidad en esta tecnología o por falta de una oferta local de empresas capaces de desarrollar los proyectos y la construcción de este tipo de estructuras.

* Este Trabajo fue presentado en el 1^{er} Simposio Nacional sobre Tenso Estructuras realizado en São Paulo Brasil del 6 al 7 de mayo de 2002, organizado por la Escuela Politécnica y la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de São Paulo.

Descriptorios:

Estructuras transformables; Cubiertas textiles; Estructuras tensadas

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 20-II, 2004, pp. 43-50.

En 1997 el grupo de profesionales del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) —adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela— encargados del estudio y desarrollo de las estructuras transformables comienza a impartir cursos y charlas sobre el diseño de estructuras textiles, contando para ello con la colaboración de profesionales internacionales especializados en el tema. Estos cursos y charlas fueron impartidos tanto a estudiantes de pregrado como a profesionales vinculados al área de la construcción, abriendo de esta manera la posibilidad de desarrollar proyectos que incorporaran el uso de este tipo de estructuras en el país.

Esto dio origen a la posterior realización de los proyectos para el Café del Museo de Bellas Artes en la ciudad de Caracas y la Cubierta Textil para el área de Excavaciones del Museo Arqueológico de Taima-Taima, en el estado Falcón, ambos contratados por instituciones del Estado. En 1998 se diseñan y construyen dos cubiertas para ser ubicadas en el Parque de Diversiones Diverxity, del Centro Comercial Sambil, en la ciudad de Caracas. Estas cubiertas, de geometría muy sencilla pero llamativa y ubicadas en zonas muy visibles generaron mucho interés en el mercado y llevó a una demanda importante que exigió la creación de la empresa Grupo Estran C. A., de capital privado, especializada en el diseño y la construcción de estructuras textiles. Posteriormente la empresa Conacero, que estuvo involucrada en el

Proyecto del Coliseo de Guanare, estado Portuguesa, especializada en la construcción de estructuras metálicas, incorpora esta tecnología a su línea de producción. En los últimos dos años han surgido también numerosas cubiertas de pequeño a mediano formato realizadas por profesionales independientes ubicadas en cafés y centros comerciales y producidas en los más variados estilos (ver fotos 1, 2 y 3).

A continuación mostraremos algunos ejemplos de construcciones realizadas durante los últimos años por la empresa Grupo Estran C. A.

**Prototipo Cubierta Transformable
ESTRAN 1, 1987-2000, IDEC / FAU - UCV**

La cubierta ESTRAN 1 es un sistema que, con un mínimo volumen de almacenaje y transporte, permite producir en pocos minutos cubiertas para su utilización en exposiciones, ferias, depósitos temporales o cualquier otra situación que requiera de espacios cubiertos y protegidos (ver foto 4). Consiste en una malla espacial desplegable que plegada forma un paquete de 4,20m x 0,80m x 0,80m y aproximadamente 1.000 Kg de peso. Al ser desplegada, proceso que se puede realizar con una pequeña grúa o con el uso de polipastos colocados en puntos estratégicos en la misma estructura, se obtiene en pocos minutos una bóveda cilíndrica de 14m x 8m de planta y 7m de

Foto 1



Foto 3



Foto 2



Foto 4



radio. Esta malla se complementa con una Membrana de Poliéster/PVC que se cuelga a la estructura de aluminio desde abajo utilizando un sistema de cuerdas y poleas.

La estructura se diseñó tomando en cuenta criterios de economía y de sencillez constructiva, utilizando elementos existentes en el mercado nacional o de fácil fabricación. Se seleccionó el aluminio como material constructivo para mantener el peso más bajo posible y facilitar su manejo. Como forma estructural se seleccionó la bóveda cilíndrica de base cuadrada, conformada por tres arcos paralelos unidos por catorce brazos. Cada arco está compuesto por seis ensamblajes tipo tijera, formado por elementos lineales de aluminio de sección rectangular.

Los nodos son construidos en acero y aislados mediante bocinas y arandelas de nylon para evitar la fricción entre las piezas móviles. La cubierta está elaborada en tela de poliéster recubierta de PVC.

Con este prototipo se demostró la factibilidad de producir estructuras instantáneas a partir de paquetes compactos de fácil manejo, transporte y almacenamiento (ver fotos 5, 6 y 7).

Cubierta tensil para el área de excavaciones del Museo Arqueológico de Taima-Taima, estado Falcón, Venezuela. 1998-1999. TECNIDEC -IDEC / FAU -UCV

La idea de realizar una cubierta sobre la excavación arqueológica de Taima Taima surge de la necesidad de mantener los hallazgos arqueológicos con el máximo de autenticidad y evitar el deterioro que podría producirse en las piezas de ser sometidas a traslados o dejadas a la intemperie (ver fotos 8, 9 y 10).

Foto 5

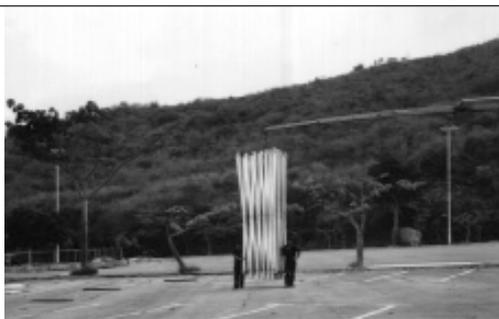


Foto 8



Foto 6



Foto 9



Foto 7



Foto 10



El proyecto consiste en la creación de una Sala de Exposición *in-situ*, contenida dentro de los límites demarcados por los bordes de la excavación y protegida por una cubierta textil que se halla conformada por once elementos modulares que cubren una luz de 20 metros. Estos módulos son estructuras tensadas, formadas por dos arcos de madera unidos transversalmente por cuadernas metálicas; los cables y tensores estabilizan el conjunto. Sobre los arcos de madera se apoya una cubierta de tela que, siguiendo la curvatura de la estructura, produce una superficie anticlástica. Cada módulo genera en planta un triángulo que cubre un área de 72m^2 . La sumatoria de estos módulos conforma un área cubierta de 794m^2 . En alzado, los módulos instalados alternadamente se perciben como un solo elemento. La doble curvatura y el diseño aerodinámico de la estructura permite enfrentar grandes velocidades de viento (máx. 120 km/h) como las que se presentan en el paisaje xerófilo del estado Falcón.

Cubiertas textiles para el área de juegos del Parque de Diversiones Diverxity del Centro Comercial Sambil. Caracas. 1998-1999. TECNIDEC-IDEC / FAU-UCV

Se trata de un conjunto formado por dos cubiertas textiles anticlásticas de doble curvatura que permite resistir esfuerzos de succión y presión del viento. Las cubiertas están construidas con una membrana de poliéster con PVC (Ferrari Precontrain 702). La primera de ellas se adosa a la fachada Sur del Centro Comercial conformando un alero de cinco metros de luz. Esta cubierta de 110m^2 se apoya en cinco mástiles de acero que a su vez están soportados por cables anclados a la pared. La segunda cubierta tiene un área de 520m^2 y está soportada por ocho pares de columnas metálicas en forma de «A», articuladas en sus bases, y que alcanzan los 7m de altura. La tela se estabiliza mediante cables con curvas opuestas alternadamente.

Toda la cubierta se tensa desde los puntos fijos ubicados por un lado sobre la losa de entpiso y por el otro lado en la fachada Este del Edificio, fuera del área de la terraza. El tejido translúcido de las cubiertas permite una iluminación homogénea durante el día y durante la noche se hace reflejar luz sobre ella, causando un efecto de claroscuros muy agradable. Todos los patrones de la tela — que constituye la parte más compleja del proceso—, el diseño y la confección fueron realizados en el país. Para el montaje se utilizó la misma estructura de soporte como grúa (ver fotos 11, y 12).

Cubierta textil para el Restaurant TOP'S del Centro Comercial Sambil. Caracas 1999

Esta cubierta constituye uno de nuestros mayores logros constructivos tanto por su belleza formal como por la técnica empleada para su realización y montaje. Cubre un área total de 430m^2 . La cubierta se compone de cuatro módulos definidos por bordes rígidos conformados por ocho arcos, de madera laminada, soportados por columnas de concreto. La membrana anticlástica, cuya forma es similar a la de una silla de montar, une cada par de arcos proporcionándoles estabilidad lateral. Los arcos están fabricados en madera «zapatero», secada al horno y laminada en frío con pegamento fenólico. La membrana es de poliéster de alta tenacidad con protección PVC (Ferrari Precontrain 702), y se encuentra unida al arco a través de un riel de aluminio ubicado a lo largo del mismo. Las aguas van a los apoyos sobre las columnas de concreto donde un embudo de acero inoxidable las recoge.

El proceso de tensado de la cubierta se realiza a través de la estructura de soporte (arcos), los cuales pueden pivotar en su base y abrirse hasta lograr la pretensión deseada (ver fotos 13, 14 y 15).

Foto 11



Foto 12



Cubierta Textil para el Centro de Lubricación Automotriz QUICKYLUB. Caracas. 1998-1999

Cubierta de 100m², en forma de ave en vuelo, que se logra mediante dos mástiles metálicos de 11 metros, soportados en un solo punto sobre la estructura del edificio, los cuales proveen los puntos altos de soporte para la cubierta. Dos puntos bajos se fijan a la estructura del edificio y un tercer punto bajo a una fundación. El contacto con el edificio es libre y se logra su impermeabilidad con un segundo paño de tela que se tensa sobre los mástiles. La doble curvatura presente en la forma permite una mejor distribución de los esfuerzos a los que está sometida la cubierta por la acción del viento, resistiendo vientos de hasta 100 Km/h. El proceso de tensado de la cubierta se realiza en los cabezales de los mástiles y en los puntos de conexión con la estructura existente. La membrana utilizada es de poliéster de alta tenacidad con recubrimiento PVC (Ferrari Precontrain 702) ver foto 16 y 17.

Cubierta textil para la Discoteca Massai, fachada norte del Centro Comercial San Ignacio. Caracas. 1999-2000.

La cubierta propuesta se encuentra ubicada en el Centro Comercial San Ignacio. Los pórticos estructurales de la galería que da acceso a los locales comerciales definen el tamaño, la forma y ubicación de la cubierta. El objetivo es proporcionar un espacio de refugio ante los efectos de la insolación, el viento y la lluvia generados por la orientación Este-Oeste de la terraza. Se propone un área cubierta de aproximadamente 60m² cuya altura es definida por el pórtico, dejando libres las visuales en todas las direcciones de manera que no interfieran con los espacios de exhibición de los locales y su señalización. Las vistas están enmarcadas por los bordes de la cubierta y la continuidad visual completamente ininterrumpida. La doble curvatura, presente en la forma, también permite una mejor distribución de los esfuerzos a los que está sometida la cubierta por la acción del viento y contribuye a una mejor distribución y recolección de las aguas de lluvia.

Foto 13



Foto 16

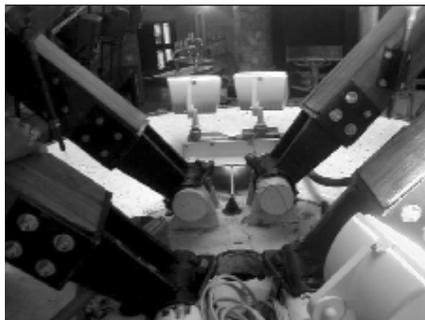


Foto 14



Foto 17



Foto 15



La cubierta está soportada principalmente por una pareja de mástiles metálicos compuestos que a su vez están soportados por cables sujetos a la fachada de la Torre. Los puntos de soporte sobre la fachada se encuentran ubicados sobre las vigas existentes de la estructura de la Torre. El sistema de tensado se define por los puntos de fijación de la tela a la estructura metálica y los puntos del piso (ver foto 18).

Cubierta textil para Terraza de la Panadería Pizzería La Mansión de París, Centro Comercial París, Barquisimeto, estado Lara. Marzo 2001

La cubierta propuesta (170m²) es una membrana con doble curvatura, generada por puntos bajos (a 1m del piso), puntos altos (a 3m del piso), un borde rígido al lado del muro (a 3,5m del piso) y al lado del edificio. La estructura que sostiene la cubierta presenta como elementos principales seis mástiles pivotantes de acero que se apoyan sobre bases en la viga que soporta la terraza. Los puntos bajos de la cubierta están tensados por guayas que llegan a la misma estructura que los mástiles. Para proteger la terraza de las aguas de lluvia al lado de la pared trasera y de la fachada del edificio se propone un borde recto con perfiles de aluminio. Las aguas de lluvia se dirigen hacia el frente sobre la jardinera (ver foto 19).

Cubierta textil para la Gradería del Teatro Río Danza Caribe. Caracas. Marzo 2001

La cubierta ha sido diseñada tomando en consideración la imagen de la entrada al conjunto, generando llamativas formas sobre el área del café, sin perder la continuidad con el resto de la cubierta. La combinación de puntos de anclaje altos y bajos, distribuidos en forma alterna, generan la forma orgánica de la cubierta y garantizan que la misma posea una doble curvatura y una correcta estabilidad estructural. La cubierta cumple la doble función de cubrir tanto el área de la gradería del teatro como la del café, integrándolas espacialmente. La membrana es soportada por puntos ubicados en el edificio y «pies de amigo» apoyados en el muro perimetral para crear los puntos altos.

La ubicación y altura de los distintos puntos de amarrar de la cubierta le confieren una forma orgánica y libre, logrando a su vez crear vanos que garantizan una correcta iluminación y ventilación natural (ver foto 20 y 21).

Foto 18



Foto 19



Cubierta para el Café El Paragüita del edificio sede de Petróleos de Venezuela, Los Chaguaramos, Caracas. Noviembre 2001

Esta es una cubierta de forma irregular sujeta al área disponible para el café, combinándose con los árboles existentes para crear un espacio de sombra y protección contra la lluvia. La cubierta tiene parte de su perímetro enfrentado al de la edificación a la cual se fija directamente. En el perímetro libre se soporta de 7 mástiles que crean los puntos altos, los puntos bajos van directamente a las fundaciones. Los mástiles de tubo de acero de \varnothing 130mm se apoyan en fundaciones independientes y en un muro de contención que se encuentra en parte del perímetro de la cubierta. La pre-tensión se realiza a través de tensores en la cabeza de los mástiles y en los puntos bajos. La membrana se construyó con material Ferrari Precontrain 702 (ver foto 22 y 23).

Conjunto de cubiertas textiles para edificio sede de HIDROCAPITAL. Maripérez, Caracas. Octubre 2000-2001

El conjunto está formado por tres cubiertas: la primera de ellas, ubicada en el acceso del edificio, es una membrana formada por la combinación de dos paraboloides, se apoya en un extremo en tres mástiles y en el otro en puntos fijos en la estructura del edificio. En el contacto con el edificio las relingas son libres por lo que la impermeabilidad se logra mediante un solape rígido de policarbonato sujeto a la estructura de la fachada. La segunda cubierta, que cubre la escalera que une dos alas del edificio, consiste en un par de conoides coronados con dos cúpulas transparentes y soportados por dos mástiles flotantes sujetos por guayas desde la estructura metálica existente. Las aguas de lluvia se dirigen hacia la losa de cubierta del edificio y los jardines contiguos a la escalera.

Foto 20



Foto 22



Foto 21



Foto 23



La tercera cubierta es un paraboloide soportado por un mástil en un extremo que produce un punto alto y dos puntos bajos que van directo a las fundaciones, en el otro extremo la membrana se monta sobre un pasillo cubierto y se sujeta a la viga de éste a través de cinco bases (ver foto 24).

Conjunto de cubiertas textiles para el área de terraza de los Cines del Centro Comercial El Recreo. Bello Monte, Caracas. Enero 2001

Para lograr una integración, tanto desde el punto de vista espacial como funcional, se propuso un conjunto compuesto por siete cubiertas textiles fijas para los volúmenes arquitectónicos en la nueva terraza de los Cines del Centro Comercial El Recreo. Estas cubiertas, al solaparse entre sí, generan un recorrido continuo entre las diferentes salas de cine y los centros de circulación verti-

cal que comunican la terraza con el resto del centro comercial. Se crea un contraste espacial interesante al jugar con diferentes formas geométricas: conoides en los encuentros de varios pasillos y formas generadas a partir de la combinación de paraboloides a lo largo de las fachadas de las salas. La estructura de soporte está compuesta principalmente por un conjunto mástiles de acero apoyados directamente en la estructura existente. Tres conoides se cuelgan desde mástiles en «V», otro par de conoides se apoya sobre la losa de la terraza con mástiles centrales y el resto de las cubiertas se apoyan en mástiles que vuelan desde la fachada. Los puntos a tracción se resuelven por medio de guayas, grilletes y tensores de acero inoxidable anclados a la estructura de las salas o a los «tragaluzes» del centro comercial, los cuales sirven para recoger el agua de las cubiertas en una canal perimetral. Los puntos de pre-tensión se encuentran en la cabeza de los mástiles. El área a cubrir en conjunto es de aproximadamente 1.200m². Todas las cubiertas se construyeron con material Ferrari Precontrain 702 (ver foto 25 y 26).

Foto 24



Foto 25



Foto 26

