

# LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO CONSTRUCTIVO – ESTRUCTURAL DE CUBIERTAS TEXTILES PARA ESPACIOS PUBLICOS

Mg. Arq. GALLARDO Hortensia

Esp. Arq. COSTILLA Marcelo, Esp. Arq. SALVATIERRA Adriana, Esp. Arq. LEGUIZAMÓN Juan

Cátedra Tecnología - Instituto de Tecnología Arquitectónica - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán - Tucumán.

hortensia\_gallardo@hotmail.com

Palabras clave: Enseñanza – Diseño – Forma Estructural – Expresión Arquitectónica

## Resumen:

La asignatura “Diseño con Membranas Tensadas” es una materia electiva correspondiente al 2º ciclo de la carrera de Arquitectura en la UNT.

El proceso de enseñanza – aprendizaje impartido en la asignatura consiste básicamente en aplicar las “ESTRATEGIAS DE DISEÑO” propias de las tipologías textiles que relacionan: “Forma – Material – Cargas – Estabilidad”, considerando, además, todas las características tecnológicas y funcionales que requiere el diseño de este tipo de estructura.

La concepción de estas obras requiere de métodos de estudios en su aspecto formal, funcional, compositivo, constructivo y estructural en cada etapa de la misma (Fig. 1).

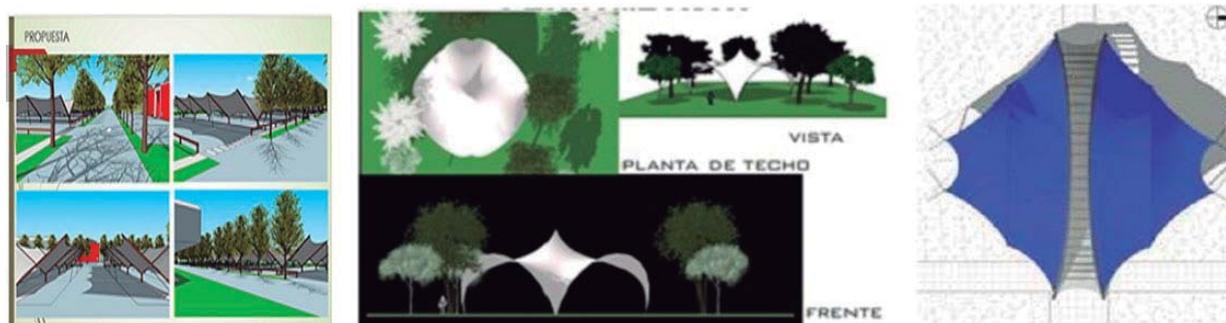


Figura 1: Trabajos presentados por alumnos

La posibilidad de relacionar todos estos aspectos de la obra de arquitectura, hacen de esta propuesta un medio eficaz para adquirir un conocimiento significativo en el proceso de aprendizaje. Permiten resolver propuestas viables desde el punto de vista espacial, estructural y económico para ser utilizados en situaciones específicas, con problemáticas concretas.

La asignatura se concibe como un espacio académico, donde el alumno recibe los lineamientos necesarios para aprender a diseñar cubiertas con estas tipologías constructivas – estructurales. Durante el dictado de la misma se presentan ejemplos constructivos, de manera que ayudan a los alumnos a familiarizarse con los espacios arquitectónicos resueltos con membranas y a través de su análisis, comprender su mecanismo de funcionamiento.

## 1.- Introducción

La temática de la asignatura presenta un sistema estructural no convencional y muy eficiente que tuvo su gran auge a mediados del siglo XX y que básicamente utiliza las membranas estructurales tensadas. Son soluciones arquitectónicas que utilizan la tela como material principal en la estructura y cerramiento de espacios habitables y que se sustentan mediante soportes rígidos: mástiles, puntales, arcos, pórticos, etc., para lo cual los diseñadores aplican un enfoque particular de diseño y procesos de aproximación a la forma arquitectónica distintas a los usados en los sistemas constructivos convencionales.

La evolución y perfeccionamiento en el diseño han hecho posible su gran difusión para cubrir tanto grandes superficies (estadios, centros comerciales, terminales de pasajeros) como pequeños espa-

cios (stands, ferias, estacionamientos, etc.)

La tipología en estudio tienen los mecanismos suficientes para ser considerada una arquitectura sostenible:

*“La Arquitectura Textil está en el límite de la expresión de la naturaleza y consigue ambientes habitables con el mínimo de materiales y, por tanto, de coste de ejecución”*

*Arquitectura Textil. Monjo Carrió*

- Eficiencia estructural: Cubiertas ligeras debido al uso de materiales de mínimo peso y masa reducida (a diferencia de los sistemas constructivos de Hormigón armado, por ejemplo)
- Eficientes energéticamente: Uso de materiales translúcidos que favorecen la iluminación natural.
- Materiales reciclables que no dañan el entorno natural

*“Las estructuras textiles son los edificios más ecológicos porque pueden desaparecer sin dejar rastro”*

Frei Otto

- Se integra formalmente con los diversos modelos culturales, tipologías locales y a la arquitectura regional en cada continente

En el desarrollo del curso se muestra una visión integral de estas tipologías constructivas estructurales, exponiendo los conceptos elementales de diseño: criterios de generación de las formas, materiales empleados y su comportamiento estructural, resoluciones constructivas y la aplicación de herramientas simples de verificación geométrico-tensional, que apoyan al diseño, presentando ejemplos concretos y modelos analógicos realizados en la cátedra. (Figura 2)

Se imparten todos los conocimientos que hacen al diseño tecnológico, funcional, formal y espacial.

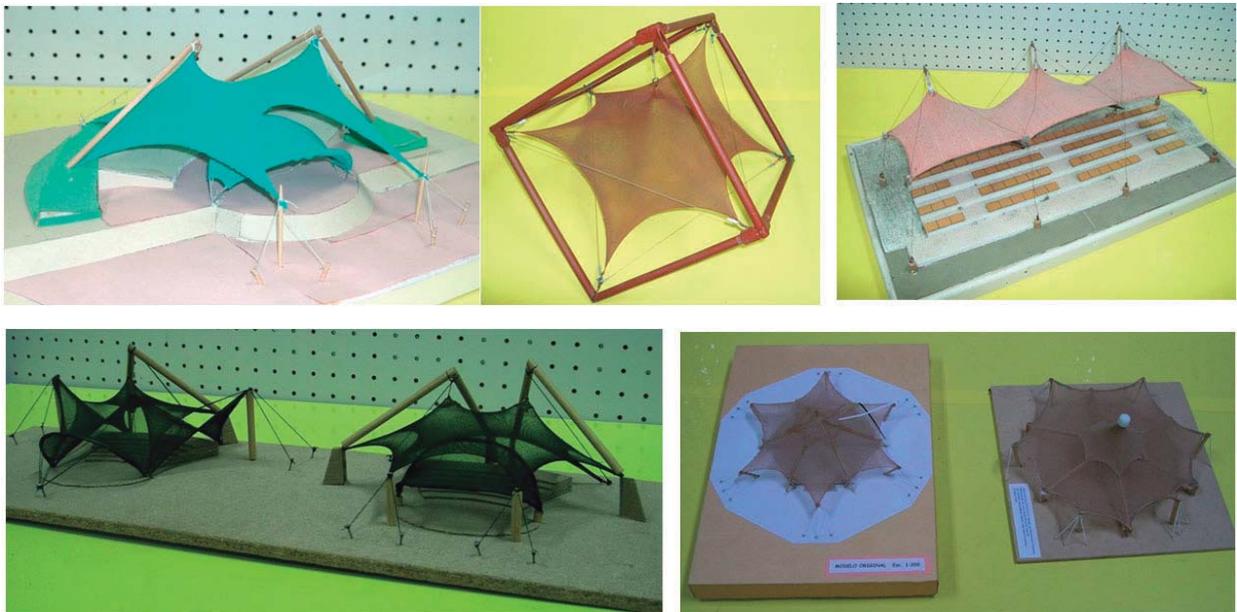


Figura 2: Modelos realizados en Cátedra

### 1.1. Objetivos

- Profundizar los conocimientos de criterios de diseño de sistemas constructivo – estructural de estas tipologías estructurales.
- Conocer la evolución formal y técnicas de las estructuras de membranas.
- Identificar las herramientas para el proceso de diseño de estructuras de cáscaras blandas, para un rango geométrico limitado (hasta 20m de luz libre y 1500m<sup>2</sup> de superficie total)
- Resolver propuestas viables desde el punto de vista espacial, estructural y económico, a partir

del cumplimiento de determinadas pautas de diseño geométrico – tensional.

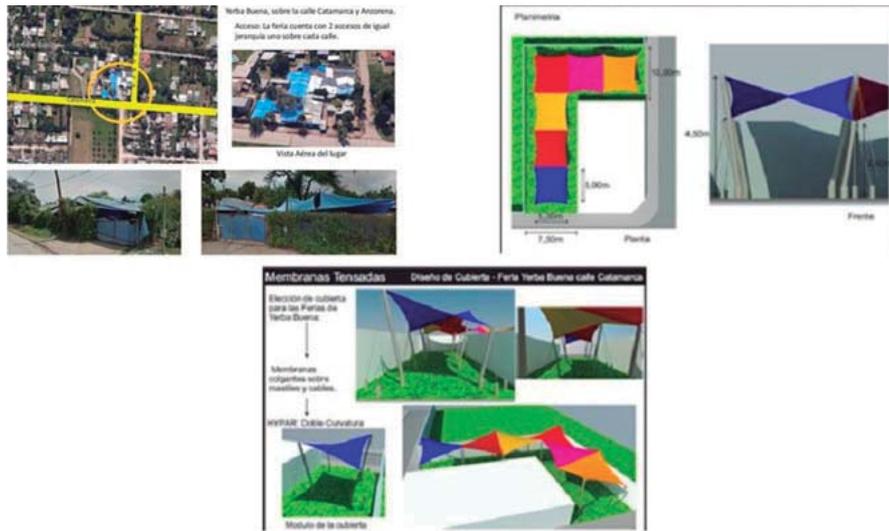


Figura 3: Trabajo de alumnos

## 2. Materiales y Métodos

Durante el cursado de la materia se implementan dos Trabajos Prácticos:

**Trabajo Práctico N° 1:** análisis de una obra de arquitectura existente de complejidad media. Ayuda al alumno a interiorizarse sobre el tema. Deben investigar los datos completos de la obra: ubicación, función, superficie, etc. Documentación: plantas, cortes, detalles constructivos, montaje, desmontaje, etc.

Deben analizar: La geometría de la cubierta. Sus vinculaciones. La resolución de los bordes y los apoyos. Mecanismo de transmisión de las cargas.



Figura 4: Algunos de los ejemplos analizados por los alumnos

**Trabajo Práctico N° 2:** Diseño Constructivo-Estructural de una Cubierta de Membranas, que los alumnos desarrollan paulatinamente según adquieren conocimientos de las clases teóricas impartidas.

Temas planteados

- Feriantes en los diferentes predios en que se instalan los mismos

La aparición de nuevas centralidades urbanas como la instalación de ferias ambulantes, pone de manifiesto las nuevas formas de producción y consumo y la necesidad de brindar soluciones alternativas para mejorar los niveles de equidad social y sustentabilidad.

Entre 2013 y 2014 los puestos ambulantes aumentaron un 27%. San Miguel de Tucumán ocupa el quinto lugar del país (La Gaceta 18/01/14). Según CAME (Confederación Argentina de la Mediana Empresa), el 9,6% constituye el comercio informal, una parte corresponde a las ferias ambulantes. En total, en 2013 había en San Miguel de Tucumán 1822 ambulantes, de los cuales 1447 están distribuidos en “saladitas”



Figura 5: ubicación actual de los feriantes

A partir de esta problemática, los alumnos deben diseñar un módulo base que puede ser de carácter temporario (para ser trasladado periódicamente), con lo cual debe resolverse todas las características que conllevan este tipo de diseño.

- Cubrir el escenario del pequeño anfiteatro existente en el ingreso a la FAU



Figura 6: posibles emplazamientos del escenario

En la Facultad de Arquitectura y Urbanismo se plantea la necesidad de crear un espacio de recreación cultural y de esparcimiento para los integrantes de la comunidad de dicho establecimiento. Es así como surge la idea de cubrir el escenario utilizando estas tipologías, considerando todas las variables necesarias, diseñando una tipología de carácter permanente o temporario.

- *Estacionamiento FAU*

En el predio donde se ubica la Facultad de Arquitectura y Urbanismo y de Ciencias Exactas (Ex Quinta Agronómica) existen grandes superficies de estacionamiento de vehículos de la población que concurre diariamente a los diferentes establecimientos, los que se encuentran sin ninguna protección.

Es así como uno de los temas elegidos es cubrir el estacionamiento en los diferentes terrenos, para lo cual deben estudiar la infraestructura existente. Diseñar un módulo base considerando las características del tema y analizando la posibilidad de resolver un modelo de carácter permanente, organizando las posibilidades de agrupamiento del mismo.



Figura 7: zonas de estacionamiento existentes

*En el Parque Avellaneda*

- *Cubrir el natatorio*
- *Cubrir espacios para stands*

El Parque Avellaneda de Tucumán está ubicado en la zona oeste de la capital tucumana. Es el más pequeño de la ciudad contando con tan solo 4 manzanas, ubicadas principalmente sobre la Avenida F. Mate de Luna.

En este parque se encuentra un anfiteatro, que en los 1960-70 era una piscina pública (Natatorio), también existe un restaurante y un área de juegos y atracciones mecánicas.

En los días feriados se ubican stands de ventas de diferentes productos regionales y artesanales. Pese a ser relativamente pequeño cumple muy bien sus funciones de pulmón verde urbano ya que al ubicarse en medio de un área densamente urbanizada su abundante forestación aporta oxígeno y reparo natural bajo la luz del Sol.

Los alumnos deben realizar el diseño del natatorio (anfiteatro) y los stands.

Ambos diseños deben resolverse considerando la problemática en cada caso. La cubierta diseñada para el natatorio puede, o no, ser considerada de carácter permanente y cubre una superficie importante donde las condicionantes de los apoyos es importante.

En cambio, en el caso del diseño de los stands, se resuelve un módulo considerando que es de carácter diario y que deben analizarse las posibilidades de agrupamiento y circulación.



Figura 8: ubicación de los stands y del Natatorio

Para cada tema aplicaron los puntos básicos que hacen al proceso de diseño de la tipología:

- Análisis del terreno. Distancias hacia los accesos principales. Vegetación existente, etc.
- Concepción espacial: análisis de los requerimientos funcionales
- Búsqueda de la forma óptima: realizaron estudios preliminares en modelos analógicos para definir la forma apropiada.

Los modelos analógicos en el diseño de estas tipologías resultan de gran utilidad, ya que permiten visualizar: geometría (superficies anticlásticas), formas, escala, color, textura, contexto urbano, espacialidad del proyecto, manipular la disposición de los apoyos, etc.

- Necesidades Tecnológicas: Materialización y respuesta a los requerimientos constructivos
- Estudio y resolución de sistemas constructivos: detalles, encuentros, etc.
- Aplicación de herramientas simples de control de eficiencia estructural.
- Etapas de montaje

### 3. Resultados

La experiencia resultó satisfactoria:

Las propuestas de diseño que surgieron fueron variadas y se ajustaron a las pautas preestablecidas: escala adecuada a la funcionalidad del proyecto, diseños simples, funcionales y estéticos, mimetizados con el entorno.

Los alumnos manifestaron una gran disposición e interés, lo que se tradujo en la concreción de los trabajos finales y la realización del modelo arquitectónico, resolviendo un detalle constructivo característico, en escala 1:2.

El proceso enseñanza – aprendizaje se vio consolidado por la interacción Docente – Alumno y Alumnos entre sí, aportando cada uno de ellos al proceso de aprendizaje.

A continuación se presentan algunos trabajos realizados en cada tema propuesto

**Espacios comerciales de ferias de ventas informales**  
**Feria "El Provincial"**



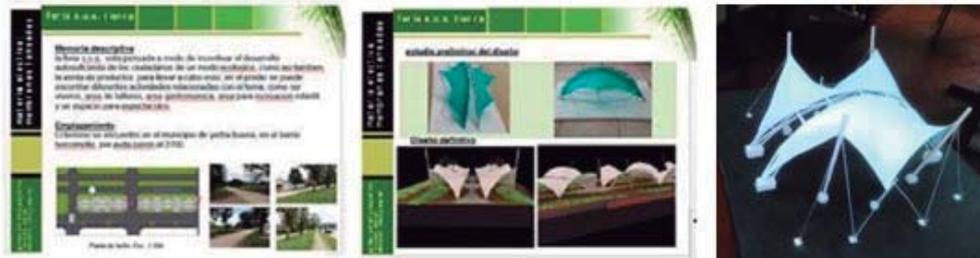
Figura 9: Predio de Ubicación



Figura 10: Estudios preliminares

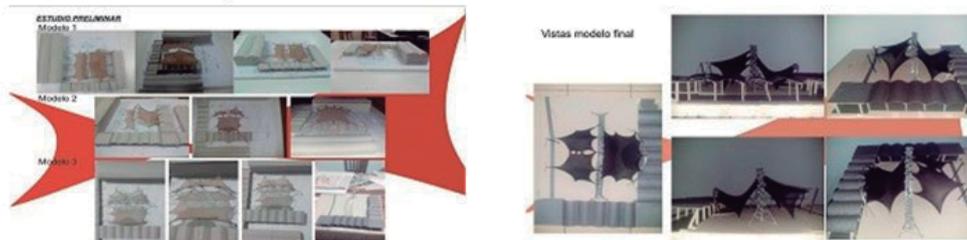


Figura 11: Diseño definitivo



Figuras 12: Feria "SOS TIERRA" Avda. Pte. Perón

**Escenario Anfiteatro FAU**



Figuras 13: Propuesta 1



Figuras 14: Propuesta 2

**Estacionamiento FAU**

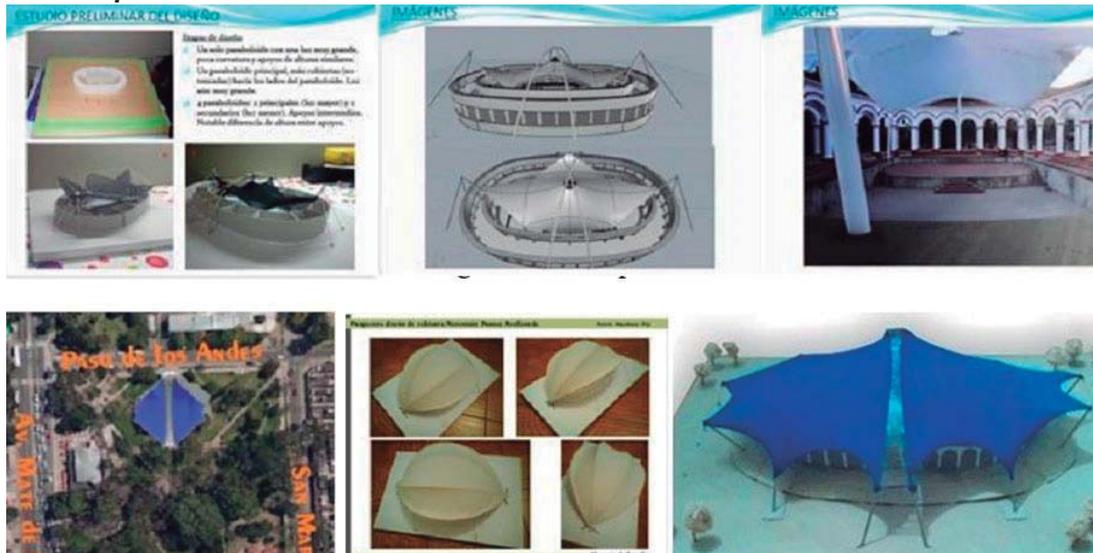


Figuras 15: Propuesta 1



Figuras 16: Propuesta 2

**Natatorio Parque Avellaneda**



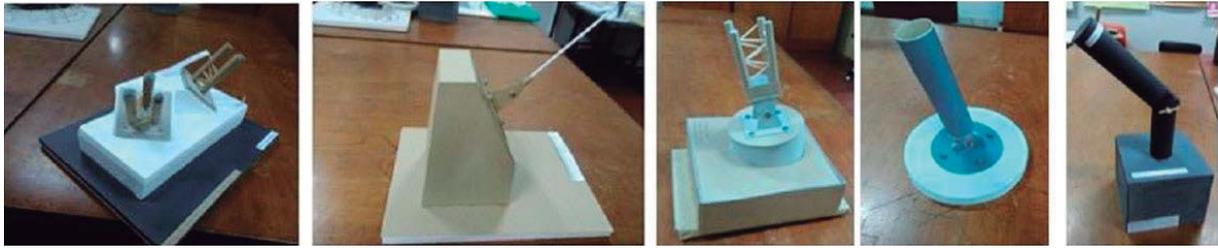
Figuras 18: Propuesta 2  
Emplazamiento, estudios preliminares, diseño definitivo

**Stands Parque Avellaneda**



Figuras 19: Emplazamiento, estudios preliminares, diseño definitivo

### Modelos de Resoluciones Constructivas



Figuras 20

Algunas resoluciones constructivas realizadas en maquetas escala 1:2

#### 4. Conclusiones

El propósito del enfoque general de la asignatura es perfeccionar la formación del estudiante universitario: que mediante el proceso de enseñanza aprendizaje, conciben un Diseño relacionando la Forma Estructural y la Expresión Arquitectónica, aplicado a problemas concretos de estas tipologías de gran actualidad y que descubran el campo de aplicación

Con un buen diseño lograron:

Integridad y Estabilidad: a través del estudio de la forma y el uso de materiales adecuados.

Funcionalidad: el uso de soluciones ligeras de una gran versatilidad, unas veces temporales, otras permanentes y muchas veces móviles permiten protección de la intemperie.

Estética: las formas orgánicas bien planteadas aportan una silueta atractiva, complementaria a las formas tradicionales.

#### 5. Referencias

SÁNCHEZ DE COLACELLI: "Cubiertas de Membranas Pretensadas". Ediciones del Rectorado, Tucumán, Argentina, 2005

ARQ. ROBERTO SANTOMAURO: "Tensile Structures – Tensoestructuras". Montevideo. Uruguay, Setiembre 2008

FREI OTTO: "Cubiertas Colgantes". Ed. Labor SA, Méjico, 1962

FREI OTTO, BODO RASCH: "Finding Form". Ed. Axel Mengel, 1995

CANNOBIO S. P. A.: "Folletos, Documentación de Obras, Información Técnica"

HORST BERGER: "Light Structures – Structures of Light. The Art and Engineering of Tensile Architecture". Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Switzerland, 1996

HANS – JOACHIM SCHOCK: "Soft Shells: Design and Technology of Tensile Architecture". Birkhäuser, Basel, Berlin, Boston, 1997

MONJO CARRIÓ, J.: "Introducción a la Arquitectura Textil: Cubiertas Colgadas". Ed. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, España, 1995

CARDONI, J. M. - SÁNCHEZ, MARÍA ROSA: "Estructuras IV. Estructuras de Grandes Luces. Estructuras de tracción pura". FAU UBA, Buenos Aires, 1981

SALVADORI – LEVI: "Diseño Estructural en Arquitectura". Compañía Editorial Continental SA, Méjico, 1970

SÁNCHEZ DE COLACELLI, MARÍA ROSA: "Geometría de las Superficies". FAU UNT. Tucumán, 1995