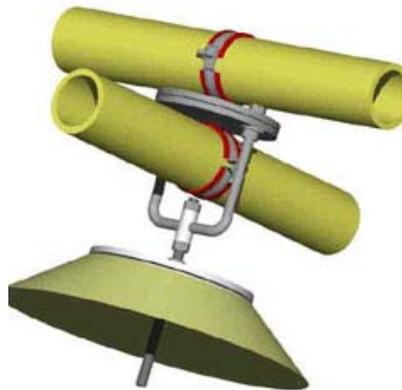


ETSAB

ETSAV



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA - ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA -
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DEL VALLE - DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES
ARQUITECTÓNICAS 1

DISEÑO DE ESTRUCTURA TRANSFORMABLE POR DEFORMACIÓN DE UNA MALLA PLANA EN SU APLICACIÓN A UN REFUGIO DE RÁPIDO MONTAJE

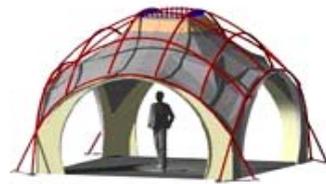
Tutor: Dr. José Ignacio Llorens
Co-tutor: Dr. Ramón Sastre Sastre

Autor: Arq. Nelson Rodríguez

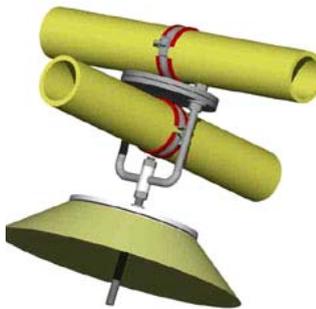
BCN Diciembre 2005

CAPÍTULO 3

DESARROLLO CONSTRUCTIVO



ETSAB



CAPÍTULO 3

DESARROLLO CONSTRUCTIVO

Resumen al capítulo:

Este capítulo es la comprobación constructiva de la propuesta, para ello se ha construido un prototipo a escala natural (1:1) a fin de poder verificar y evaluar los procesos de obtención de la forma, geometría, coordenadas iniciales y finales, y desarrollo constructivo referido al catálogo de piezas, detalles y componentes. Así como también, el estudio y verificación del proceso de montaje. Finalmente se presenta una exploración de aplicaciones sugeridas como cubierta del resultado final de la malla.

Contenido:

- 3.1.-Detalles Constructivos
- 3.2.-Catálogo de fabricación de los componentes, detalles y piezas del prototipo "SUDAKA TENT"
- 3.3.- Armado de piezas, ensamblaje de la malla del prototipo "SUDAKA TENT"
- 3.4.- Proceso de erección y montaje de la malla del prototipo "SUDAKA TENT"
- 3.5.- Evaluación del prototipo
- 3.7 Catálogo re-diseño de detalles y piezas
- 3.8.- Aplicaciones sugeridas

Introducción al capítulo

Ser eréctil

Las formas sinclásticas por deformación, referidas en este trabajo, tienen la complejidad de que para hallar su geometría y sus respectivas coordenadas requieren de modelos físicos y matemáticos complejos y no pueden ser resueltas con una simple ecuación lineal, tal y como lo vimos en el capítulo N° 3. Solamente los modelos permiten una representación gráfica de estas formas cupulares por preflexión y permiten una visión clara en el espacio. Es por ello, que en este capítulo lo orientamos a la comprobación constructiva de los resultados obtenidos en los capítulos anteriores (1 y 2).

Comprobar que el método de búsqueda de la forma, efectivamente, tiene como factor importante, la reducción de los pesos en función del material y el tiempo de montaje haciendo que la estructura sea móvil y que otorgue seguridad estructural aprovechando, para ello, las prestaciones que otorga la flexión inicial introducidas en el proceso de erección. Esta comprobación cuenta con dos aspectos importantes, la primera referida al diseño de detalles y piezas, aquí se presenta también una tipología de los nudos de las mallas preflexatas. La segunda, la construcción del prototipo experimental denominado por el autor, "SUDAKA TENT", que, sin tener la pretensión de ser un objeto definitivo y donde el error es considerado una oportunidad para aprender, reúne todos los aspectos estudiados a lo largo de este trabajo..

De la resolución de la unión entre las barras, los detalles constructivos, su comprobación numérica y dimensiones dependerá el éxito del proceso de generación de la forma, Así como también, de los terminales de las barras del borde y los anclajes. Para ello realizamos un catalogo de componentes constructivos donde se especifican las propiedades, descripción, dimensiones, ubicación dentro de la malla y diagrama de producción, realizado éste último junto con los talleres que intervinieron en la fabricación y producción de las piezas.

Este catalogo esta estructurado en dos partes, las barras pre-flectadas (E1) y la membrana (E2). En cada parte, se describen gráficamente los componentes, detalles y piezas contando con información eminentemente gráfica

Como ya hemos comprobado en el capítulo N° 2, el método de la curva de flexión no esta basado en formas geométricas esféricas, sino que las barras están sometidas a sollicitaciones estáticas normales a la barra generando la forma, lo cual hace que internamente la malla tenga unos esfuerzos iniciales, que como se demostró numéricamente, son predominantemente a flexión. En este capítulo, estudiaremos las relaciones entre el material de las barras y la deformación alcanzada a través de este método

En el prototipo "SUDAKA TENT" observaremos el comportamiento de las barras y del nudo durante el proceso de preflexión, para establecer comparaciones entre los resultados en la relación flecha-luz-forma del arco. Además de verificar el proceso de montaje. Aquí también comentaremos los problemas constructivos que se presentaron, sus soluciones y las desavenencias entre los diferentes modelos y el prototipo a escala real.

Para la construcción de este prototipo contamos con el soporte económico del Centro de Cooperación para el Desarrollo CCD-UPC y el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CDCH-UCV. Así como también con la participación de las siguientes empresas Nioglas y Hilti, los talleres locales: Corominas, Tecnosoldaduras, TP-textil, grúas TransSantiga, taller de mantenimiento y de maquetas de la Escuela de Arquitectura del Valles-ETSAV, y los compañeros de doctorado que gentilmente prestaron su tiempo y mano de obra.

Una vez realizado el prototipo experimental era obligante revisar los resultados tanto al nivel global de la estructura como de sus partes y componentes. Es así como en este capítulo evaluaremos estos resultados obtenidos de una manera descriptiva y arquitectónica.

Evaluar es una tarea compleja, primero por la carga subjetiva que esta actividad conlleva, sobre todo si la realiza quien esta involucrado en el proceso de diseño, y segundo por la dificultad de establecer las diferentes relaciones entre los elementos que intervienen, ya que de ellas va ha depender que los resultados de la evaluación sean confiables.

Hay que destacar que el objetivo de esta investigación no es establecer ni estudiar metodologías de evaluación de sistemas constructivos En la evaluación del modulo básico (prototipo) se expondrá los criterios referidos a una evaluación tanto de los aspectos cuantitativos como cualitativos y el análisis de los resultados donde determinamos las fortalezas y vulnerabilidades de la propuesta. Finalmente terminaremos, esta parte, con un conjunto de recomendaciones para optimizar el sistema y sus partes, el cual incluyen el rediseño de algunos detalles y piezas, además de desarrollar propuestas para cerrar lateralmente el módulo.

La ultima parte del capítulo esta dedicada a las aplicaciones sugeridas, el cual son pruebas de diseño, de carácter exploratorio, que orientan sobre la distribución de las actividades que se pueden realizar bajo una cubierta ligera. Aquí se continúa el tema de los “refugios” iniciado en el capítulo N° 1, pero ahora adaptados el refugio propuesto en este trabajo. Para ello, se establecieron las diferentes funciones que este refugio puede tener. Así como también, se explora varias alternativas de uso del módulo simulando casos de aplicación, para lo cual se presenta plantas, cortes, fachadas y vistas isométricas del módulo, su crecimiento, posibles combinaciones y algunos accesorios de protección que consideramos importante incorporar a fin de convertir el módulo en un refugio.

3.1. Detalles Constructivos

El detalle constructivo, según Stephen Emmitt autor del libro “**Architectural Technology**”, lo define como:

“Es la unión entre el diseño conceptual, el montaje y la producción de las edificaciones en la obra, durante esta etapa del diseño son consideradas todas las especificaciones técnicas como el dimensionado y las características mecánicas de los materiales para producir las piezas y componentes”⁽¹⁾

Esto nos indica que el proceso de diseño del detalle constructivo tiene como resultado toda la información mediante el cual se describe como va a ser ensamblado y producido el edificio, el tipo y las cantidades de materiales, también proveen todas las especificaciones para el mantenimiento y las garantías del edificio durante su ciclo de vida.

Para el desarrollo de la estructura objeto de estudio en esta tesis, el desarrollo constructivo está orientado eminentemente a resolver las uniones de las barras que conforman la malla, es un tema tan importante que suele ser motivo de patentes, tal y como sucedió con el nudo de la cubierta del museo Downland comentado en el capítulo N° 1. Esto se debe a que son las uniones las que permiten que económicamente sea posible la construcción de las mallas. En este sentido, según el arquitecto Emilio Pérez Piñero (Piñero 1968) en sus escritos sobre “**las cúpulas de estructuras reticulares desplegadas**” apunta que el sistema de nudo usado define el método constructivo y las clasifica en tres categorías, éstas son:

“Hay tres maneras de hacer cúpulas (reticulares):

- 1. Diseñando un nudo en el que puedan conectarse las barras con ángulos variables, en cuyo caso la construcción se hace “in situ”.*
- 2. Considerando la cúpula subdividida en piezas integradas por conjunto de barras previamente unidas. Estos conjuntos deberán conectarse entre sí.*
- 3. Soluciones donde la cúpula puede prefabricarse totalmente, ser transportada y erectada, realizándose la instalación muy rápidamente.”⁽²⁾*

El nudo por definición es una conexión entre dos o más barras, pueden haber diferentes tipos de nudos en una malla de acuerdo a su función, pueden existir nudos que enlazan dos barras para prolongar su longitud o nudos que interceptan dos barras que viajan en diferentes sentidos.

El arquitecto Santiago Calatrava en el artículo titulado “**Sobre la plegabilidad de los entramados**” (Calatrava.1980) establece tres tipos de nudos articulados definiendo los siguientes mecanismos:

- 1. Nudos de articulaciones por rotación: éstos permiten la rotación alrededor de un eje.*
- 2. Nudos de articulaciones deslizantes: permiten el desplazamiento de la barra en una dirección.*
- 3. Nudos combinados: permiten tanto la rotación como el desplazamiento.*
- 4. Nudos esféricos: permiten una múltiple rotación en todas las direcciones.⁽³⁾*

El profesor J. Pérez Valcárcel en el artículo “**Cálculo de estructuras desplegables de barras**” (Valcárcel.1993) hace algunas consideraciones constructivas y señala:

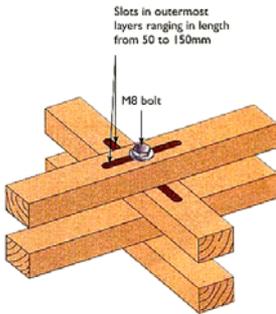
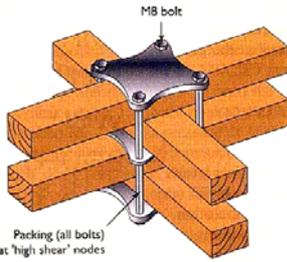
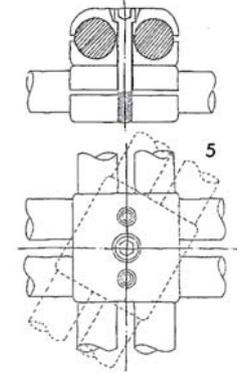
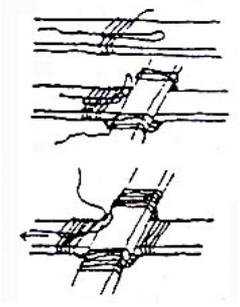
“Los elementos básicos de las estructuras de barras son: los nudos y mecanismos de pliegue y despliegue, las barras propiamente dichas, los elementos de cubrición y los elementos de sujeción y anclaje. (...) En cuanto a los nudos, son el elemento central de las estructuras de barras, por lo que suelen estar protegidos por patentes. En general se precisan dos tipos: los nudos extremos y el nudo pasante de la articulación central. Ambos deben cumplir con las siguientes condiciones:

1. Resistir las fuerzas en los nudos y permitir la transmisión correcta de esfuerzos de unas barras a otras.
2. Permitir el paso de las barras de su posición cerrada a la desplegada a través de todas las posiciones intermedias, resistiendo a los esfuerzos y momentos a que son sometidas las barras durante el proceso.
3. Minimizar el rozamiento para facilitar un máximo de maniobrabilidad.⁽⁴⁾

Existe también otra clasificación de los nudos que relaciona el movimiento con la definición constructiva, estos son: nudos bisagras, nudos de pasador, por abrazadera y por rodamientos.

Tipología de nudos en mallas deformadas

En la tipología estructural de mallas por deformación podemos mencionar los siguientes tipos de nudos desarrollados en diferentes prototipos construidos o propuestos en la bibliografía:

Nudo con tornillo y barras perforadas y pasante	Nudo por presión y barras pasante	Nudo por presión y doble barra pasante	Nudo amarrado
 <p>Slots in outermost layers ranging in length from 50 to 150mm</p> <p>M8 bolt</p>	 <p>M8 bolt</p> <p>Packing (all bolts) at 'high shear' nodes</p>	 <p>5</p>	
		<p>No construido (IL.1974)</p> 	<p>Cubierta Experimental India (1981)</p> 
<p>Cubierta Mannheim (IL1975)</p>	<p>Cubierta Museo Downland. (Buro Happold 2003)</p>	<p>Cubierta Experimental en Berkeley. (1962)</p>	<p>Cubierta Pabellón de Japón Expo-Hannover (2000)</p>

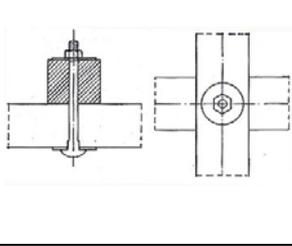
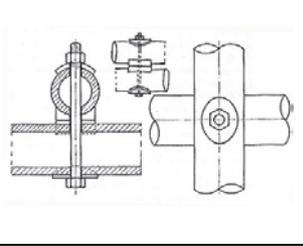
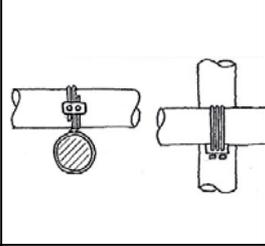
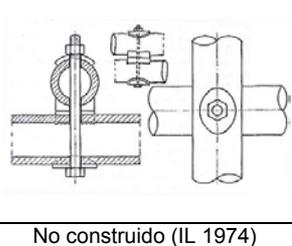
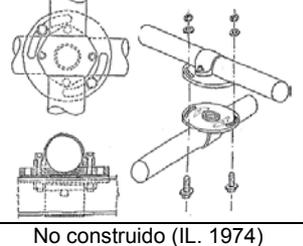
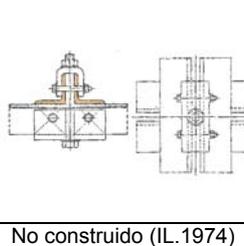
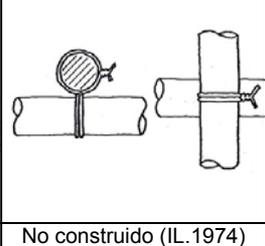
			
Cubierta Experimental IL (1973)	Cubierta Experimental IL (1973)	Cubierta Experimental IDEC-FAU-UCV (2000)	No construido (IL.1974)
			
No construido (IL 1974)	No construido (IL. 1974)	No construido (IL.1974)	No construido (IL.1974)

Figura III-1: Tipología de nudos de las mallas deformadas

Como se puede observar en la tabla existe una gran variedad de tipos de nudos incluso aquellos que esperan por ser construidos y probados y cuya elección depende principalmente del material usado para la barra.

El material de las barras (PRFV) que hemos seleccionado, es un material frágil (capítulo 2.1) un tipo de nudo perforado se presentaría impropio e inconveniente debido a que la perforación debilita la sección de la barra y puede generar roturas, tal y como se presentaron en el modelo físico (capítulo 2.2) causando el colapso de la estructura, por tanto lo procedente es desarrollar un nudo que abrace la barra y la sostenga por la aplicación de una fuerza de presión. En este sentido, al igual que las exigencias del nudo para el modelo físico, los nudos de la malla deberán:

- 1.1 Permitir el paso de la barra y su transformación de la posición plana a la posición deformada, otorgando suficientes grados de libertad en los ángulos, sin que las barras se suelten ni que se produzcan desplazamientos entre ellas, comportándose como un mecanismo.
- 1.2 Minimizar el roce entre los elementos de bloqueo durante el proceso de deformación para evitar el desgaste excesivo de los componentes y piezas o la fluidez necesaria en el movimiento.
- 1.3 Permitir bloquear el movimiento para su comportamiento como estructura.
- 1.4 Permitir la sujeción de la membrana textil de cobertura.
- 1.5 Los nudos de las bases deberán ser articulados en el proceso de deformación de las barras sin que se produzcan momentos de flexión en estos puntos.

3.2. Catálogo de fabricación de los componentes, detalles y piezas del prototipo

Este catálogo contiene dibujos 2D, 3D, renders, vistas isométricas y modelos de explosión. Se realizó para el prototipo abarcando hasta la fabricación de las piezas, para este proceso se contó con el asesoramiento de varios catedráticos, tutores y muy especialmente de las empresas fabricantes de los componentes estructurales y maestros de talleres fabricantes de las piezas. El lenguaje utilizado es eminentemente gráfico y se incluyen datos y especificaciones técnicas y normativas, así como también algunas verificaciones numéricas.

El desarrollo constructivo de la malla estuvo orientado a la construcción de un prototipo experimental cuyo objetivo fue la comprobación de la obtención de la forma, el comportamiento geométrico y estructural global de la malla plectada y su unión a la membrana pretensada, resistencia del material y la evaluación del método de erección y montaje, así como también la resolución de los problemas de uniones entre las barras y resistencia al desgaste de las piezas y componentes. Para el desarrollo del nudo de la malla se trató en lo posible de trabajar con piezas existentes en el mercado como una estrategia para la reducción de los costos del prototipo dado su carácter unitario, ya que se sabe que en la construcción los costos de la fabricación dependen del número de piezas fabricadas y con una atención al proceso de diseño de detalles y a las operaciones del montaje puede llegarse a reducir los costos globales de la fabricación. Para llevar a cabo la ejecución del prototipo fue necesario producir una cantidad de detalles alcanzando un total de 26 tipos de piezas en diferentes cantidades. La primera exploración se realizó para la selección del tipo de nudo, encontrando tres tipos de nudos comerciales que pueden ser aplicados. Se presentan en la siguiente figura:

Tabla resumen de los nudos por presión industrializados existentes en el mercado

Abrazaderas metálicas	Nudos para andamios	Abrazaderas de cinta
		
<p>Confeccionadas en chapa metálica galvanizada, obtienen resistencia a través de la forma ondulada de la chapa transversal a la dirección del radio de la abrazadera. Existen una gran variedad para diferentes secciones de barras y algunas cuentan con dispositivos para regular el diámetro. Para su instalación se necesita de herramientas y tiende a ser laborioso.</p>	<p>Fabricadas en acero fundido moldeado, cuenta con un solo tipo de sección partiendo de las secciones mínimas estructurales (50 mm), son muy resistentes y pesadas. El ancho de la pieza permitiría repartir la carga de presión en mayor área sobre la barra. Para su instalación requiere de herramientas aunque hay casas comerciales que fabrican el tornillo con un mango que elimina el uso de herramienta.</p>	<p>Es el más ligero de todos los sistemas de presión pero también el más frágil. Tiene la ventaja de poder instalarse rápidamente y no necesitar de herramientas para este proceso, su resistencia mecánica es limitada. Existe una gran variedad de tamaños, lo cual puede ser importante para adaptarse a distintas secciones de barras.</p>

Figura N° III-2: Tipos de nudos por presión

De acuerdo a las características de los sistemas de presión existentes se decidió trabajar, para efectos del prototipo, con el sistema de presión por abrazaderas aunque sabíamos desde el inicio que estos tendrían que ser adaptadas para cumplir con los requisitos de funcionalidad del nudo referidas a la conexión entre las barras, el movimiento de rotación y su posterior bloqueo. Entre las posibilidades encontradas en este tipo de sistema de presión se destacan en la siguiente figura:

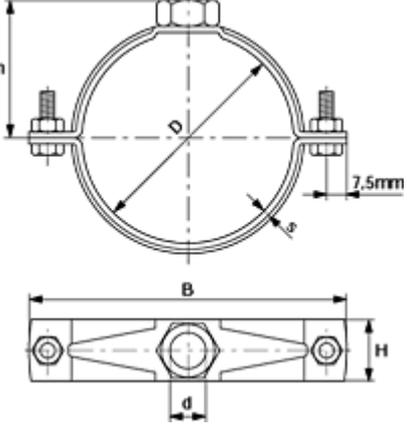
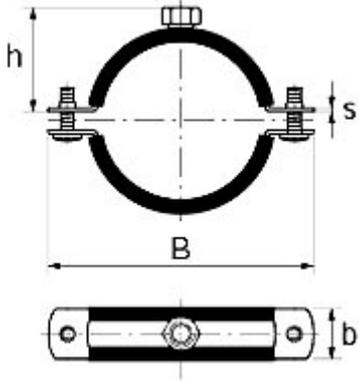
Tipo de Abrazadera	Descripción:
	<p>Abrazadera estándar de doble tornillo de presión de acero inoxidable</p> <p>Características Técnicas</p> <p>Recubrimiento. Acero inoxidable A4 Sin goma de aislamiento Composición del material: Banda metálica X6 Cr Ni Mo Ti 17 12 2 (1.4 571 = V4A). Máxima carga a tracción permisible: 150 Kp Espesor: 2 mm Rango de sujeción: 32.5 - 35.5 mm Anchura total: 68 mm Casa comercial: Hilti</p>
	<p>Abrazadera estándar de doble tornillo de presión de acero galvanizada</p> <p>Características Técnicas</p> <p>Recubrimiento. Acero galvanizado Con o sin goma de aislamiento Material aislante: EPDM Estabilidad respecto a temperaturas: -40 °C a +110 °C Composición del material: Banda metálica galvanizada Máxima carga a tracción permisible: 50 Kp a 80 Kp Espesor: 1.5 mm Rango de sujeción: 32 - 35mm Anchura total: 76 mm Casa comercial: Hilti</p>
	<p>Abrazadera de rápido montaje por sistema "click"</p> <p>Características Técnicas</p> <p>Recubrimiento. Acero galvanizado Con o sin goma de aislamiento Material aislante: EPDM Estabilidad respecto a temperaturas: -40 °C a +110 °C Composición del material: Acero StW22 Máxima carga a tracción permisible: $F_z \text{ rec} = 100 \text{ Kp}$ Espesor: 1 mm Rango de sujeción: 32 - 37 mm Anchura total: 71 mm Casa comercial: Hilti</p>

Figura N° III-3: Tipos de nudos por presión

De estos sistemas de presión se optó por trabajar con la "abrazadera click" con aislante, ya que necesita menos operaciones durante el armado de la malla, permite acoplarse a un rango de secciones, posee buena resistencia a la tracción y tiene además un sistema de rosca interno que pudiéramos aprovechar para la conexión con la otra barra.

Para la representación gráfica de los detalles del prototipo se realizaron dibujos de los componentes, detalles y piezas organizados bajo la siguiente nomenclatura:

Nomenclatura			Descripción															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Estructura</th> <th>Numeración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>E</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>E</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>E</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>M</td> <td>00</td> </tr> </tbody> </table>			Descripción	Estructura	Numeración	P	E	00	D	E	00	C	E	00	Z	M	00	<p>P: Pieza. Unidad constructiva de la estructura. D: Detalle. Es la unión de varias piezas para formar una unidad más compleja. C: Componente: Es un objeto complejo compuesto por varias piezas y detalles. E1: Estructura de la malla de barras E2: Estructura de la membrana. Z: Vista general M: Aplicación 00. Número secuencial del detalle, pieza o componente indicando su ubicación dentro del sistema.</p>
Descripción	Estructura	Numeración																
P	E	00																
D	E	00																
C	E	00																
Z	M	00																

Tabla N° III-1: Nomenclatura de codificación del catálogo de piezas del prototipo

Los dibujos de representación gráfica bidimensionales (2D) contendrán una descripción general del componente, detalle o pieza y el cómputo métrico (materiales, dimensiones, cantidades parciales y totales), en aquellos casos que así lo requieran se presentará también una verificación numérica.

Los dibujos tridimensionales se presentan en dos grupos, el primero una representación 3D indicando la ubicación del detalle, pieza o componente dentro de la generalidad de la estructura y el segundo grupo de dibujos tridimensionales, son modelos de explosión señalando las relaciones entre las partes y piezas

Índice de codificación de componentes, detalles y piezas para la fabricación del prototipo (ver Isometría pag N° 189-190)

Componentes (E1)			
Código del componente	Nombre	Descripción	Detalles asociados
Componentes de la malla (E1)			
C-E1-01	Barra de borde y de la malla	La barra de borde y de malla contiene los nudos y en los extremos se ubican las bases.	D-E1-02 D-E1-03

Componentes de la membrana (E2)			
C-E2-02	Cubierta	Uniones de la membrana con la malla y el despiece del patronaje.	D-E2-01 D-E2-02 D-E2-03 D-E2-04 D-E2-05
C-E2-03	Piso textil de arriostre	Elemento textil que funciona como piso y rigidizador de la estructura, al que se conectan las bases de la malla y arriostra la estructura al nivel del piso	D-E2-06 D-E2-07 D-E2-08
C-E2-04	Fachadas	Elemento textil que funciona como cerramiento vertical de protección que se une al piso textil.	D-E2-06 D-E2-07 D-E2-08

Detalles Constructivos			
Código del Detalle	Nombre	Descripción	Piezas asociadas
Estructura de la malla (E1)			
D-E1-01	Nudo de la malla	Unión por presión entre las barras de la malla en los dos sentidos.	P-E1-01 P-E1-02 P-E1-03 P-E1-06
D-E1-02	Nudo de borde	Unión por presión que vincula la malla con el borde en arco.	P-E1-01 P-E1-02 P-E1-03 P-E1-04
D-E1-03	Bases	Sistema de terminación de la barra de borde y detalle de vínculo con el terreno.	P-E1-07 P-E1-08 P-E1-09 P-E1-10 P-E1-11 P-E1-12
D-E1-04	Unión bases-barra rigidizadora	Unión rígida entre las bases para cerrar el triángulo y evitar su movimiento.	P-E1-10
D-E1-05	Tensor de borde	Tensor de cinta en el primer rombo de la estructura formado entre las barras del borde en arco.	P-E1-01 P-E1-02 P-E1-05
Estructura de la membrana (E2)			
D-E2-01	Patronaje	Unión entre los patrones y sus bordes.	P-E2-01
D-E2-02	Borde de unión de la cubierta y los arcos	Unión del borde de la cubierta con los arcos perimetrales de la malla y sistema de protección a las aguas de lluvias.	P-E2-02 P-E2-03 P-E2-05
D-E2-03	Puntos intermedios	Unión de la membrana en el interior de la malla.	P-E2-07 P-E2-08
D-E2-04	Esquinas	Sistema de unión de las esquinas de la cubierta inferiores y superiores donde se localiza el sistema de pretensión de la membrana.	P-E2-04 P-E2-05
D-E2-05	Borde del punto alto de la membrana	Unión entre el borde de la membrana y la malla al nivel de la cresta de la cúpula.	P-E2-02 P-E2-03
D-E2-06	Unión bases-piso textil	Unión de articulación entre las piezas de las bases y el piso técnico textil	P-E2-09
D-E2-07	Piso textil	Borde del piso técnico y bolsillo para instalaciones.	P-E2-11 P-E2-13
D-E2-08	Unión fachadas-cubierta textil	Sistema de fijación entre la fachadas y la cubierta.	

Piezas			
Código de la Pieza	Nombre	Descripción	Observaciones de producción
Estructura de la malla (E1)			
P-E1-01	Barra	La barra de plástico poliéster reforzada con fibra de vidrio.	Pieza comercial
P-E1-02	Abrazadera	Unión por presión.	Pieza comercial
P-E1-03	Plancha de bloqueo	Sistema de bloqueo del nudo luego del proceso de deformación.	Pieza fabricada
P-E1-04	Barra "U"	Barra de bloqueo en "U" de unión entre el nudo y la membrana.	Pieza fabricada
P-E1-05	Cinta de nylon	Cinta tensora entre los nudos del arco de borde.	Pieza fabricada
P-E1-06	Tapón	Tapón de plástico para los terminales de las barras.	Pieza comercial
P-E1-07	Bases	Elemento de unión entre la estructura y el terreno.	Pieza comercial
P-E1-08	Ajuste telescópico	Tubo de ajuste telescópico.	Pieza fabricada
P-E1-09	Transición	Tubo metálico de transición entre la base y la estructura plástica.	Pieza fabricada
P-E1-10	Barra de unión	Barra plástica de unión entre las barras huecas plásticas y el tubo de transición.	Pieza comercial
P-E1-11	Barra de arriostre	Pieza metálica de unión entre las bases.	Pieza fabricada
P-E1-12	Aro goma	Pieza de goma entre las piezas plásticas y las metálicas.	Pieza comercial
P-E1-13	Aro metálico ovalado	Pieza metálica que une el piso textil con la cinta de la base de la estructura	Pieza comercial
P-E1-14	Bloque de Hormigón	Peso del anclaje	Pieza comercial

Estructura de la membrana (E2)			
P-E2-01	Patrones	Despiece de la membrana para su confección.	Pieza fabricada
P-E2-02	Cable de borde	Cable de remate de los bordes de la membrana.	Pieza comercial
P-E2-03	Cinta de tela	Pieza de unión entre el cable de borde y la membrana.	Pieza fabricada

P-E2-04	Aro metálico	Pieza de unión de la membrana en las esquinas.	Pieza comercial
P-E2-05	Tensor de cinta	Tensor de banda de cinta con elemento de ajuste de tensión. Pieza comercial.	Pieza comercial
P-E2-06	Tensor de cinta plástica	Tensor de cinta plana plástica con cabeza para bloqueo para unir la membrana al perímetro de la malla.	Pieza comercial
P-E2-07	Plancha circular plástica	Plancha plástica circular de unión entre la membrana y el nudo interno a la malla.	Pieza fabricada

P-E2-08	Gancho metálico	Gancho abierto en forma de "S" con rosca.	Pieza comercial
P-E2-09	Aro metálico ovalado con cinta	Pieza de unión que sale de las bases al el piso técnico.	Pieza comercial
P-E2-10	Triangulo metálico	Pieza de unión que sale del piso técnico para recibir la pieza de las bases.	Pieza comercial
P-E2-11	Cable de borde	Cable de borde perimetral del piso técnico.	Pieza comercial
P-E2-12	Cinta con terminal en "D"	Pieza de unión del piso técnico con el terreno.	Pieza fabricada
P-E2-13	Bolsillo para instalaciones	Pieza para pasar instalaciones por el piso técnico con ojete de unión para los cerramientos laterales.	Pieza fabricada
P-E3-14	Protección contra las aguas de lluvias	Pieza de borde que canaliza las aguas de lluvia hacia las esquinas.	Pieza fabricada

Tabla N° III-2: Índice de de codificación de componentes, detalles y piezas para la fabricación del prototipo

A continuación se presentan un esquema isométrico de la estructura indicando los códigos de los componentes y detalles y seguidamente el catálogo de detalles y piezas desarrollado para la construcción del prototipo experimental **"SUDAKA TENT"**