

The background features several hand-drawn sketches of tensioned membranes. The top row shows three wireframe diagrams of membranes stretched over irregular shapes. The bottom row shows three shaded, solid-colored versions of similar membrane structures. The sketches are arranged in a slightly curved, horizontal line across the page.

Levedad construida

membranas tensadas

Escuela de Arquitectura y Diseño e.[ad]
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Año 2009

Alumna: Karen Corral Alarcón
Profesor: Juan Carlos Jerdes Pontio
Diseño Industrial

Levedad construida **membranas tensadas**

Karen del Pilar Corral Alarcón
Diseño Industrial

Profesor guía: Sr. Juan Carlos Jeldes Pontio

Escuela de Arquitectura y Diseño e.[ad]
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Año 2009

A mis padres, Waldo y Gloria, gracias por estar siempre conmigo, sosteniendo mi mano y ayudandome a alcanzar mis sueños; por no dejarme renunciar, por creer en mi y por ser mi ejemplo de nobleza, sinceridad y de vida.

A Patricio, por sus palabras de grandeza, a veces duras pero siempre acertadas que me hacen sentir que todo es posible.

A Jose Luis, por ser a su corta edad un ejemplo de fortaleza y perseverancia para mi.

Prólogo

Las membranas o cubiertas tensadas son estructuras no convencionales que se destacan por la simplicidad de sus elementos estructurales. Básicamente estas estructuras encuentran su forma en base a la tracción de sus partes y a la relación que nos permitimos encontrar entre los materiales y la disposición de los mismos. La innovación en la creación de las formas radica en la búsqueda de la adecuación entre el material y la forma resistente. Forma, función y transmisión de esfuerzos.

Un objeto en rigor encuentra su esencia o su razón de existir en base al lugar donde se inscribe o dispone y este estudio se centra en coordinar el entorno en el que se encuentra el espacio habitable, con los elementos estructurales mínimos y además con el sentido que el acto generará. Una habitabilidad sostenida por el poco espesor del todo estructural, lo macro conformado sutil y ligeramente.

La concepción responde a un planteamiento globalizado que reconocemos en estructuras existentes creadas por el hombre y también en estructuras que se presentan naturalmente en donde buscamos principios comunes, donde la liviandad toma un rol elemental. El proyecto se enfoca en el estudio de las formas existentes en el mundo y la relación que se genera con las estructuras naturales.

Desarrollamos una primera proyección de una membrana en uno de los talleres de Ritoque, donde lo urbano irrumpe en lo natural; una segunda proyección de un espacio de descanso en el Campus Curauma de la Pucv que se rige por el relajo del abordado; y una tercera proyección y posterior construcción de una membrana en la Terraza Alveolo en la escuela de Arquitectura y Diseño de la Pucv donde la plasticidad de la forma irrumpe en la rigidez del espacio urbano.

Indice

<i>Prólogo</i>	05
<i>Introducción: membranas tensadas</i>	09
<i>Capítulo uno: Concepción general</i>	11
■ <i>Reseña histórica: evolución de carpa</i>	12
■ <i>Diseño constructivo: teoría frei otto</i>	16
■ <i>Funcionamiento estructura de la membrana</i>	18
■ <i>Clasificación de los tipos de membrana</i>	22
<i>Capítulo dos: Estudio e investigación</i>	27
■ <i>Estudio estructural de membranas tensadas</i>	28
■ <i>Análisis general</i>	38
■ <i>Habitabilidad</i>	42
■ <i>Sombra: umbra y penumbra</i>	44
■ <i>Levedad construida: estructuras naturales</i>	46
<i>Capítulo tres: Proyección y construcción</i>	53
■ <i>Membrana tenso colgante: Taller de armado Ritoque</i>	55
<i>a. Estudio del espacio</i>	
<i>b. Concepción de la forma</i>	
<i>c. Estudio de las formas mínimas</i>	
<i>d. Pensamiento formal</i>	
<i>e. Pensamiento constructivo</i>	
■ <i>Proyecto espacio membranas Campus Curauma (PUCV)</i>	75
<i>a. Antecedentes del espacio</i>	
<i>b. Estudio general</i>	
<i>c. Desarrollo de propuesta</i>	
<i>d. Planimetrías generales</i>	
■ <i>Carpa balcón sala Ágora</i>	93
<i>a. Situación espacial</i>	
<i>b. Estudio de formas</i>	
<i>c. Propuesta final</i>	
<i>d. Proceso constructivo</i>	
<i>e. Secuencia de montaje</i>	
<i>Colofón</i>	121

Introducción

Membranas tensadas

Las estructuras compuestas por elementos traccionados y comprimidos son estructuras altamente eficientes por el gasto mínimo de material que requieren y las luces que logran cubrir. A lo largo de la historia, el hombre se ha servido de la fuerza de gravedad para conseguir la estabilidad.

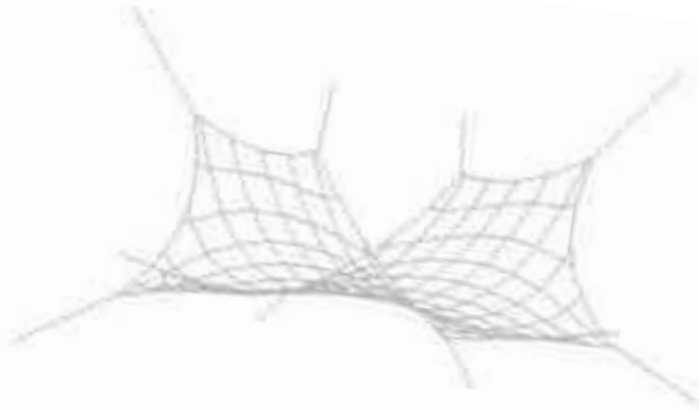
En las bóvedas y cúpulas de la antigüedad, construidas en piedras y ladrillo, elementos constructivos que trabajan a predominantemente a compresión, era muy desfavorable la relación entre el peso propio y la resistencia, es decir, para asegurar la resistencia de la estructura era necesaria la construcción de muros de grandes espesores lo que producía inevitablemente que el peso propio era superior al de las cargas externas (nieve o viento) que la estructura debía resistir.

Con la aparición de materiales eficientes, ligeros y de altas resistencias fue posible ir reduciendo los espesores de estas construcciones hasta llegar a nuestros días que el peso propio de una cúpula es incluso menor al peso del aire que envuelven. Las membranas de telas han alcanzado un notable desarrollo, y en la actualidad compiten con las estructuras tradicionales, dada sus importantes características; su capacidad de adaptación para cubrir grandes luces, su liviandad y la rapidez del montaje.

La palabra latina membrana significa piel cuya característica más importante es su poco espesor. La membrana tensada es una estructura ligera compuesta por una membrana textil pretensada vinculada a una estructura de anclaje generalmente por medio de cables.

En rigor, una membrana se conforma por superficies de tejido estáticas conseguidas por la tensión de las mismas mediante la combinación de estructuras de acero (mástiles) y tirantes de cables. Una combinación de material de cubierta y estructura constructiva.

Los materiales que construyen una membrana tensada nos dan la posibilidad de diseñar infinitas formas tridimensionales (laxas, aéreas, triangulares, paraboloides hiperbólicos, conoides de revolución, etc), permitiendo desarrollar soluciones creativas para espacios de cualidades no convencionales.



Capítulo 1
Concepción general

Evolución de la membrana

Reseña histórica

Si bien el término de arquitectura textil es un modo moderno y sofisticado de llamar a este tipo de construcciones, debemos referirnos a ella como el método más antiguo y sencillo utilizado por el hombre para cubrir su necesidad de refugio.

Sobrevivencia

Inicialmente se conforma como un método de supervivencia. Las carpas más antiguas conocidas, se registran en las zonas de Islandia, Alaska, Siberia y Groenlandia, para cubrirse de los fuertes y helados vientos, cazadores nómadas colgaban pieles de sus presas sobre huesos, si existían árboles, estructuras primarias se utilizaban como soporte, en todos los casos eran materiales biodegradables, y esta evidencia constructiva data de 40000 años antes de nuestra era.



Cubiertas de piel de animal



Tiendas prehistoricas

Diseño funcional

Las construcciones cónicas probablemente sean las que mejor comportamiento tengan con la precipitación pluvial, fuertes vientos y mejor ventilación, así como la capacidad de tener fuego en el interior sin correr peligro de sofoque.

Hace unos 20.000 años, utilizaban tiendas cónicas parecidas a las empleadas hasta épocas recientes por los tipis, indios norteamericanos, que son cónicas con mástiles dispuestos circularmente enterrados en el suelo y unidos por la punta con una cuerda con nudos especiales. Estas tiendas se pueden considerar como una pieza maestra del diseño tenso estructural.



Carpas indios Tipi





En otra región del mundo, los Beduínios y Bárbaros, desarrollaban las “CARPAS NEGRAS” que proviene del color de la piel de las cabras que se utilizaba para crear los textiles con los que se fabricaban. La tienda beduina se adapta perfectamente al desierto, donde se usa.

Respondiendo a sus características de uso, el techo es bajo y tiene forma aerodinámica, de manera de evitar los embates del viento; el empleo de la madera está reducido al mínimo, se usan los tensores estrictamente necesarios, algunos de los cuales son de considerable longitud. La cubierta, entonces, está sostenida por pocos elementos, unos comprimidos y otros traccionados.



Carpas Árabes Beduinas



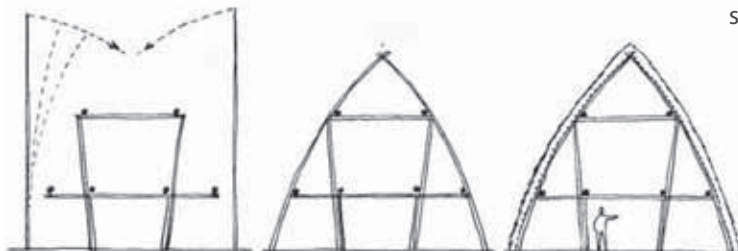
Armado estructural



Tienda Churuata Piaróa

Como una evolución desde el punto de vista estructural, las tiendas nómades de Asia central, tribus árabes y africanas, constituyen un importante referente. Estos refugios o cobijos los podemos definir desde el punto de vista constructivo, como un habitáculo cuya cubierta puede montarse o desmontarse de una estructura de soporte que a su vez también es desmontable, pudiendo transportar todo el conjunto. Estas tribus han desarrollado su cultura constructiva predominantemente alrededor de la tensión, su mecánica estructural dominante es bajo sistemas traccionados que recurren a las membranas realizadas con tejidos de fibras naturales. Un ejemplo lo constituyen las tiendas “churuatas”.

La Churuata Piaróa tiene características constructivas que aportan una referencia para el estudio de componentes estructurales pre-flectados. Destaca por la geometría anticlástica de la cubierta. La planta es circular de 17 mts. de diámetro por 12 mts. de altura totalmente libre de tabiquería. En el centro del círculo se construye una armadura soportante en forma de cruz realizada en palos de madera.



Estructura Preflectada

Este esqueleto sustentante define el punto alto del cobijo, además sirve para colgar las hamacas (tejido para dormir y descansar). En el perímetro del círculo se siembran horcones flectados en forma de meridianos radiales que van a unirse en el punto alto central del esqueleto. Estos horcones se amarran entre sí con un tejido vegetal denominados “bejucos” en forma de paralelos.

Arquitectura textil

La primera construcción reconocida como arquitectura textil se remonta a 1886, con el pabellón construido por el ingeniero ruso V.G. Suchov con motivo de la Pan-Russian Exhibition.

50 años más tarde, en 1952, se construyó el Raleigh Livestock Arena, en North Carolina, la que puede considerarse la primera estructura tensada consistente en una membrana tensada por 2 arcos unidos en sus vértices.



Raleigh Livestock Arena , North Carolina, 1952.



Pabellón Pan-Russian Exhibiti6n, 1886



Detalle de estructura principal

Economía y estética

Las obras del arquitecto alemán Frei Otto en los años 60, como el pabellón alemán en la Expo de Montreal en 1967, son el punto de partida de la nueva forma constructiva que se generaliza a partir de los Juegos Olímpicos de Múnich en 1972. Se considera a Frei Otto como el más grande diseñador de membranas tensadas y el padre de la teoría de las pompas de jab6n, en donde se utiliza la acci6n de las fuerzas y principios de la naturaleza para la b6squeda de formas. A partir de los años 80, este tipo de estructura se impuso como una alternativa econ6mica y est6tica cada vez m6s interesante y adaptable a diferentes situaciones.



Cubierta del pabell6n del Estadio Ol6mpico Munich, Alemania



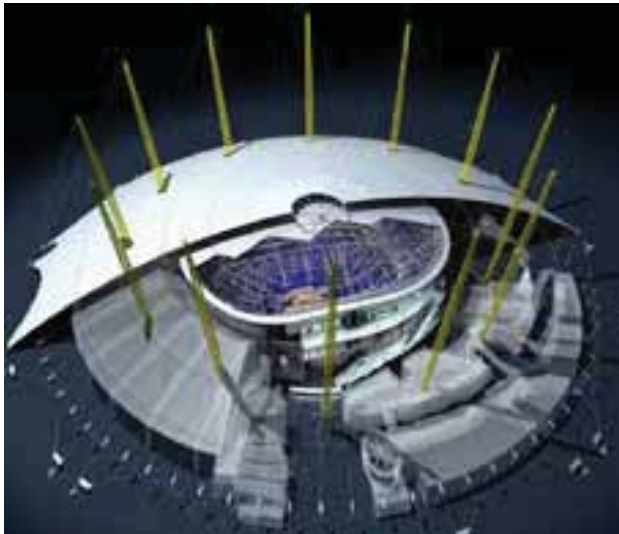
Vista interior Estadio Ol6mpico



"Pabell6n alem6n "
Exposici6n Montreal Canada 1886



Construcci6n de formas por pompas de jab6n



Detalle constructivo Domo Millenium

El domo milenio corresponde a la membrana tensada más grande que existe. Abarca un área de 100.000m² y fue terminada en el año 1999 en Inglaterra. La estructura se comporta como vector activo post-tensado con anclaje externo, tiene una circunferencia de un kilómetro y una altura de cincuenta metros; está suspendida a un grupo de doce árboles de acero, cada uno de cien metros de altura, mantenidos en posición por más de setenta kilómetros de cables de alta resistencia.

La estructura cuenta con la forma de la superficie tensionada para su funcionamiento bajo la carga. Las fuerzas son resistidas por la tensión y la curvatura: mayor la curvatura, más pequeño será la tensión necesaria para resistir a una carga dada. Los cables radiales son pretensados a 400kN/line, y la tela es pretensada a 4 kN/m.

Aunque se le llama domo no lo es estrictamente al no sujetar su propio peso y requerir la ayuda de una red de cables sujetas por mástiles. Los cables de tensiones son directos, y la tela es básicamente plana. Ellos llevan las cargas por la desviación acompañada por un aumento de tensión.

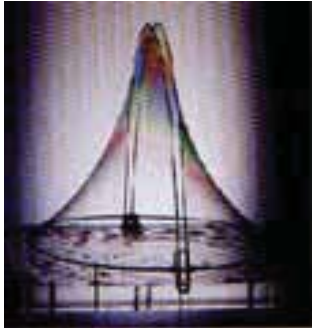


Vista exterior Domo Millenium



Domo Millenium

Diseño constructivo: Teoría Frei Otto



1

Dentro del mundo de las membranas tensadas reconocemos a Frei Otto como la más grande autoridad en estructuras tensadas y membrana de bajo peso.

Toda su obra se centra en la construcción de estructuras ligeras, las cuales, rebajan el empleo de material y permiten mayor luminosidad desde el exterior. Así, mediante membranas tensadas por cables, lograba estructuras capaces de cubrir grandes distancias, con la única ayuda de postes que resisten las cargas, y que por sus distintas posiciones, generaban espacios abiertos y de grandes dimensiones.



2

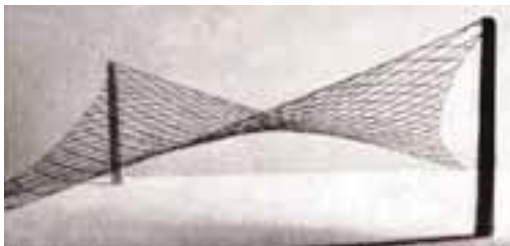
Uno de los principios que han caracterizado toda la obra y la experiencia de Frei Otto desde sus inicios ha sido el principio de la construcción ligera, que él define de forma sintetizada como el modo de construir con un consumo mínimo de medios (materiales, energéticos y económicos). Otto hace que la búsqueda de la forma resistente sea un proceso de racionalidad en el que el conocimiento del material y la adecuación entre forma y materia adquieren un papel fundamental.

Inspirado en lo que define como estructura natural, "la forma de una estructura que, con la menor cantidad de material, transporta los esfuerzos que recibe a los puntos de reacción o de apoyo". Se trata de un concepto que nos remite al principio de la construcción ligera o de optimización de la forma resistente como objetivo fundamental.



3

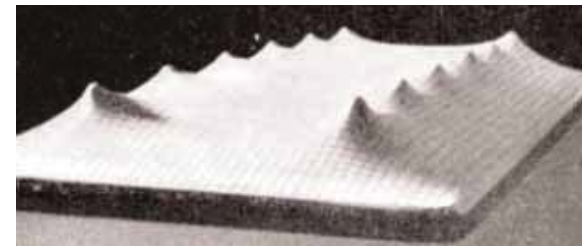
Después de los logros alcanzados en el siglo XIX con el hierro se va produciendo a lo largo del siglo XX un proceso de aligeramiento de las estructuras de hormigón, cuyo paradigma emblemático serían las cáscaras delgadas de hormigón armado. Las estructuras de cables de acero y membranas desarrolladas por Frei Otto representan un salto cualitativo en ese proceso de aligeramiento. La posibilidad de diseñar estructuras cuyo principal modo de trabajo sea la tracción, evitando los problemas de pandeo de las estructuras comprimidas esbeltas, hace que se puedan cubrir mayores luces con un peso propio muy reducido con relación a las cargas que se deben soportar.



4



5



6

Estas características son las que marcan la carrera de Otto y quedan patentes en sus dos obras más conocidas: El Pabellón de Alemania Occidental para la Exposición Mundial de 1967, celebrada en Montreal, y la cubierta del Estadio Olímpico del Parque Olímpico de Munich, realizada en 1972.

Metodología experimental de Frei Otto

En sus procesos de búsqueda, determinación y optimización de la forma resistente por medio de maquetas experimentales (4, 5, 6, 7, 8 y 9) que generan estructuras por procesos físicos de autoformación, encontramos una filosofía del diseño siempre basada en la observación de los fenómenos físicos a través del método científico.

Como método experimental Frei Otto utilizaba modelos de agua jabonosa, llamadas pompas de jabón (1 y 2). Trabajando con ellos, tenía la certeza de trabajar sobre formas con las fuerzas uniformemente distribuidas. Es decir, la metodología que utilizaba para la creación de formas le daba la certeza de concebir superficies, dentro del límite de los bordes de diseño, con el mínimo estado tensional. De esa manera registraba y transfería los resultados, obtenidos en pequeña escala, a las inmensas cubiertas de redes de cables. En aquellos años los ingenieros que trabajaban con Frei Otto comenzaron a desarrollar los programas (3), con los cuales analizaron las estructuras del Estadio Olímpico de Munich y del Pabellón de Montreal.

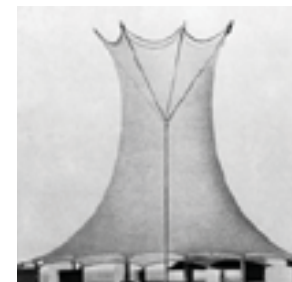
Frei Otto se dedicó al estudio de la similitud entre la tecnología animal y la humana, particularmente al diseño de mallas de acero pretensadas, a similitud de las redes de los insectos (10, 11 y 12). Sostiene que el hombre inventa y desarrolla objetos técnicos de acuerdo a sus propios objetivos de optimización de procesos, reproduciendo herramientas, formas y materiales que están dados en la naturaleza. Al referirse a los elementos superficiales básicos, observó que la espiral, el derrame desde un vértice, el arco de círculo, la esfera, el pentágono y el hexágono son modelos geométricos fundamentales.



12



11



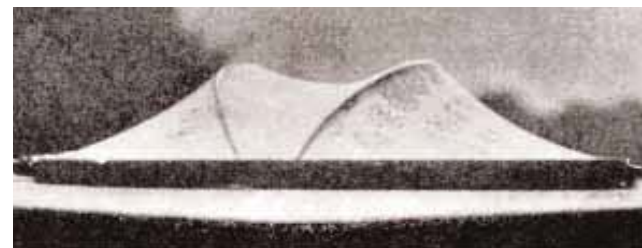
10



7



8

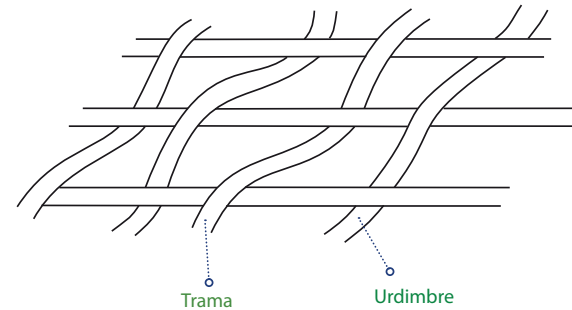


9

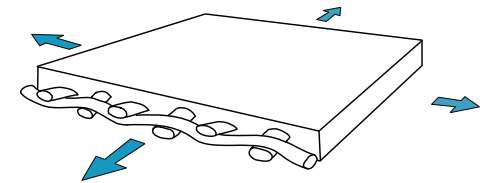
Funcionamiento estructural de una membrana

La tela como material de construcción esta constituida por una serie de hilos retorcidos entrelazados en ángulos rectos, conformados por una cantidad de filamentos también retorcidos. Los hilos que corren longitudinalmente en la cara inferior del telas son rectos y se denominan “urdimbre” o cadena y los que corren transversalmente son ondulados y se denominan “trama” o hilos de relleno, por lo tanto se estiran más que los hilos rectos de la urdimbre.

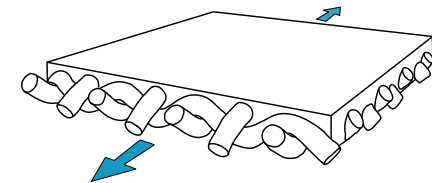
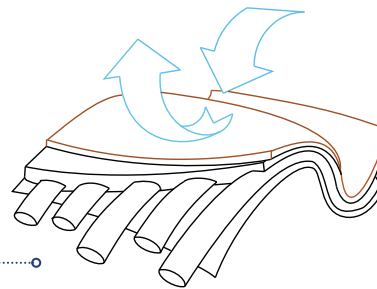
La resistencia a la tracción de las membranas dependen del número de filamentos por hilo, de la cantidad de hilos por centímetro cuadrado de tela y del tipo de tejido. Estos hilos conforman un tejido de entramado ortogonal que lo convierte en un material anisótropo, es decir, que se caracterizan por presentar diferentes valores de las constantes elásticas según la dirección en la que se aplican las fuerzas. Por esta razón, es conveniente recubrirlo con un material que garantice un estado tensional uniforme, y además, que lo proteja de los efectos de la luz solar, los ácidos, los gases, rasgado, abrasión y filtraciones de agua.



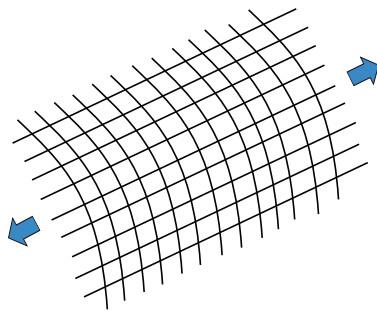
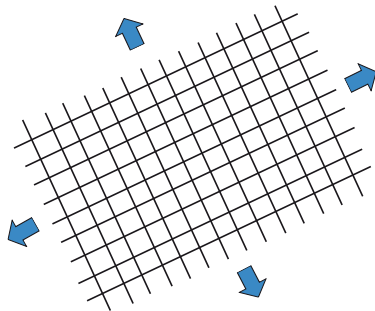
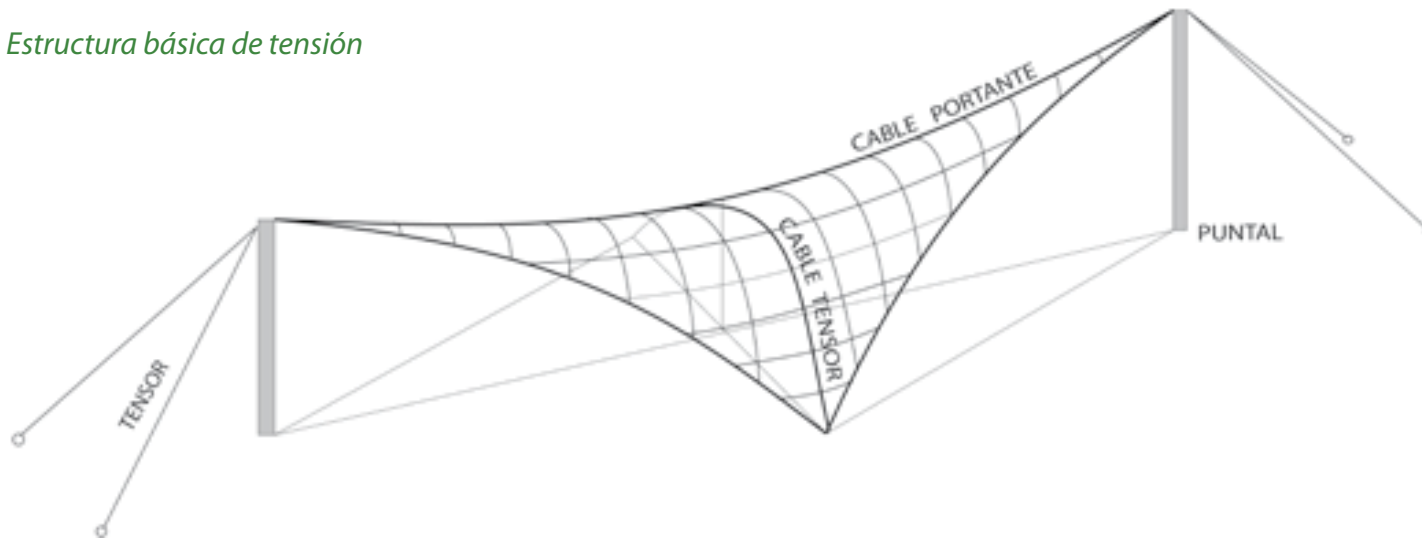
En la tela de covernil, estos hilos o filamentos crean altas resistencias, las que dependerán de la separación entre los hilos. Estas resistencias varían según las exigencias de la carga de trabajo, del grosor del hilo y del giro entre las fibras y una matriz termoplástica flexible que tiene la función de proteger a los filamentos contra la abrasión, intemperie y rayos ultravioletas.



Tiene además la función de otorgar la estanqueidad a la membrana y conferir la propiedad de la termosoldabilidad del material para unir los patrones de tela. Pueden tener funciones extras como otorgar a la membranas pigmentación u protección para el polvo.



Estructura básica de tensión



En una doble curvatura los cables que soportan las cargas gravitacionales (verticales) se les denomina cables portantes. Los cables que soportan la succión del viento y permiten tensar la estructura para estabilizar su forma se denominan cables tensores o estabilizantes. La combinación de los cables portante y estabilizante conforman un paraboloides hiperbólico, los cuales transmiten los esfuerzos a los cables del borde que descargan las fuerzas al suelo de fundación a través de los puntos altos, construidos por puntales de compresión y tensores, y los puntos bajos constituidos solo por tensores.

Para alcanzar el equilibrio estructural las membranas deben trabajar solamente a expansión constituyendo una superficie de membrana tensada que debe formar curvaturas en ambos sentidos. Esta condición de la forma de la membrana obtenida por el proceso de la generación de la forma conocido como "form-finding" u obtención de la forma hace que la tensión en la superficie no sea constante, estando sus fibras más tensionadas en un sentido que en el otro, aunque las membranas obtenidos con pompas de jabón si son constantes. Una membrana tensionada entre bordes adopta una forma de silla de montar también llamada forma anticlástica.

Si las fibras de la urdimbre siguen la curvatura negativa, y las fibras de la trama, las curvaturas opuestas en positivo, la estructura resistirá cargas externas, tales como nieve, por un incremento en las fuerzas de tensión en la dirección de la curva negativa y la correspondiente reducción en la dirección de la curva positiva. Sin embargo, las diferencias en fuerzas en tensión producidas en los dos lados de fibras por cargas externas pueden ser notoriamente grandes. Hay que destacar que las cargas impuestas son temporales y, en su ausencia, la estructura diseñada como una superficie permanece en su óptimo estado de tensión uniforme.



Cuando la tensión de las membranas se incrementan de manera desigual, las telas son más propensas a un desgaste diferencial entre las fibras y a roturas tempranas, que lo que podría haber ocurrido en una más equitativa distribución de las tensiones. En general, la dirección de la trama es mas floja que la de la urdimbre.

La geometría de la estructura no es afectada por el peso de la tela, a menos que la superficie de la membrana sea plana, con lo cual las tensiones tenderán a ser infinitas. O que no tenga satisfactorios niveles de pretensión, con lo que puede aparecer el fenómeno del flameo y romper la membrana por desgarramiento. Los típicos valores de pretensión usados son: 1.5kN/m para PVC/poliéster, y 2.5-4.5 Kn/m para PTFE.



Aeropuerto de Jeddah en Arabia Saudita

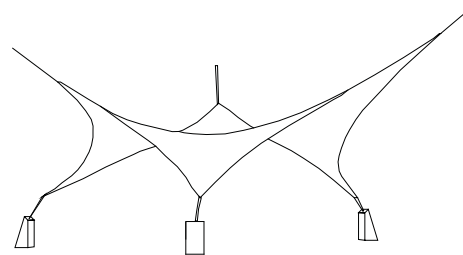
Teóricamente el peso de la tela podría ser modelado numéricamente por la asignación de propiedades elásticas, la forma encontrada (con tensiones iniciales) y cargando la estructura sólo con el peso de la tela, para predecir la forma inicial y la tensión, sin embargo, tal ejercicio podría demostrarse inútil debido a las grandes incertidumbres en las propiedades de la tela.

Para cubiertas de pequeña escala, como carpas y toldos, se utilizan lonas naturales o sintéticas que pesan entre 300 y 600 gr/m², pudiendo estar pintadas o recubiertas, con una vida promedio de 5 a 10 años. La resistencia de las telas de algodón recubiertas con vinilo es de unos 2900 kg/m y sin recubrimiento de aproximadamente 2100 kg/m.

Las telas de nylon recubiertas con vinilo tienen poca resistencia a la tracción, alrededor de 3570 o 7140 Kg/m, y decrece con el aumento de la temperatura. Además, se deforman por fluencia lenta, es decir, se estiran con el tiempo y su vida promedio es de 5 a 7 años.



Pontiac Stadium en Michigan



La telas de poliéster recubiertas con vinilo tiene mayor resistencia, entre 5350 y 12500 Kg/m, no se estiran tanto, y la vida útil es de 10 a 15 años. Su inconveniente es que producen un humo negro con el fuego, y atraen polvo atmosférico, debiendo por ello ser periódicamente pintadas y limpiadas.

Para estructuras permanentes de gran escala, como es el caso de los Estadios, se utiliza la fibra de vidrio recubierto con teflón, que a pesar de ser aproximadamente 5 veces más cara que el poliéster recubierto con vinilo, tienen mucho más resistencia, 5350 a 17800 Kg/m, y su deformación de uso es tan reducida que apenas se estiran en el tiempo. Es transparente, lo que garantiza una adecuada iluminación natural, reduciendo la necesidad de iluminación artificial; rechaza aproximadamente el 75% del calor solar, lo que economiza refrigeración en verano y calefacción en invierno.

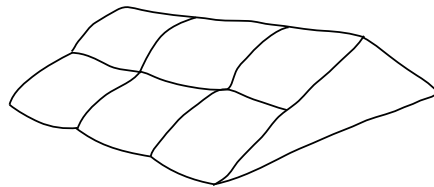
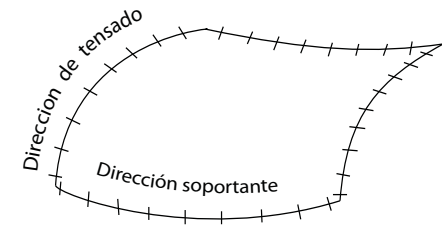
Como ejemplos de grandes obras de fibras de vidrio recubiertas con teflón se pueden citar, entre otros: El Pontiac Stadium en Michigan, que cubre una superficie de 37000 m², la cubierta del aeropuerto de Jeddah en Arabia Saudita, estirada entre el anillo de tracción superior y los cables anclados a 4 columnas de acero.

En función de las tensiones y resistencias de cada tela, podemos clasificar a las membranas en varios tipos:

FORMA DE MEMBRANAS

Membrana curva pretensada:

Una membrana curva puede ser pretensada en todas direcciones únicamente en el caso de que esté «contra-curvada» en todos sus puntos, o sea, con curvatura positiva en una dirección y negativa en la otra.

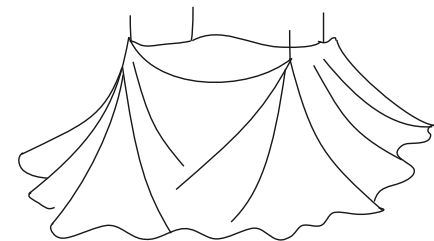


Membrana plana pretensada:

Pretensado, significa que aun cuando esta membrana no esté sometida a la acción de su propio peso, ni actúe sobre ella carga alguna, en su interior se desarrollan ciertas tensiones (tensiones iniciales)

Membrana sin pretensar:

La forma más simple de la membrana sin pretensar es la lámina curvada en una sola dirección siguiendo una catenaria, la cual, como la tela de una silla de descanso, cuelga libremente de dos líneas de apoyo o de reacción.



Clasificación de los tipos de membrana

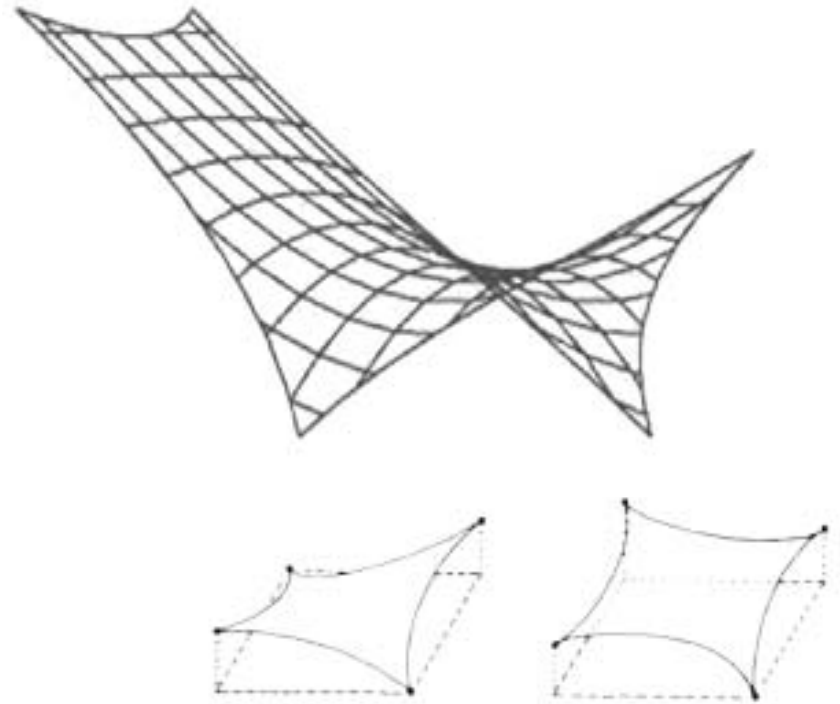
Estructura de doble curvatura

La primera forma básica es la llamada de silla de montar. Esta membrana es generada por el desplazamiento de una parábola sobre una hipérbola. La tensión de las fuerzas se ejerce sobre 2 sentidos.

El modo más sencillo en el que se puede generar esta forma es sobre una base cuadrada donde se levantan los dos vértices opuestos en forma vertical formando un polígono fuera del plano. Así se construye una superficie de doble curvatura pero generada por rectas.

Una membrana curva puede ser pretensada en todas direcciones únicamente en el caso de que esté «contra-curvada» en todos sus puntos, o sea, con curvatura positiva en una dirección y negativa en la otra.

En la dirección de soporte la membrana se curva hacia abajo, y en la dirección de tensado se curva hacia arriba. Las dos curvas principales tienen su concavidad en direcciones opuestas, en oposición a las estructuras sinclásticas (forma de doble curvatura en el mismo sentido, por ejemplo bóvedas y cúpulas). De esta manera se crea en la superficie la forma de una silla de montar.



Membrana Portal

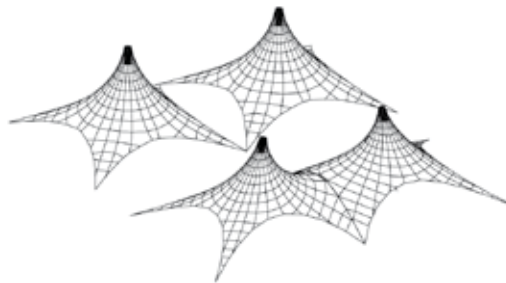
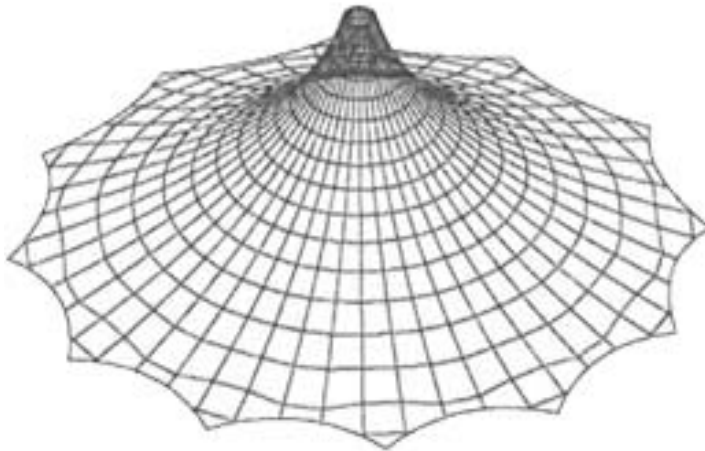


Mas palomas sur



Intercambiador modal

o *Estructura de puntos altos o conica*



Otra forma básica generada es la conoide o cónica que es una membrana generada por un punto interior fuera del plano y por el soporte del perímetro de apoyo de la membrana. Crea una superficie que genera una recta que se apoya por un lado en un arco parabólico atirantado y por el otro lado en una recta horizontal. También conforma una doble curvatura. El punto interno genera una fuerza en el plano vertical y el perímetro externo una en el plano horizontal.

Las formas cónicas se caracterizan por grandes tensiones radiales cerca del centro. En la forma básica los aros horizontales soportan la carga desde adentro hacia fuera y las líneas radiales soportan la carga desde afuera hacia adentro. El punto mas alto puede ser soportado por elementos internos o externos de compresión.

La membranas cónicas pueden combinarse. Por ejemplo, si unimos varias membranas cónicas desde sus bordes, podemos generar varias estructuras independientes que actúan todas juntas.

También podemos generar una superficie con regiones cónicas si aplicamos tensión en varios puntos altos y bajos en el mismo techo de la membrana. Los puntos pueden ser construidos con pilares desde el interior, o cables atirantados desde el exterior.



Membrana Jet-foil G



Modelo paraboloidal



Membrana Jet-foil 1

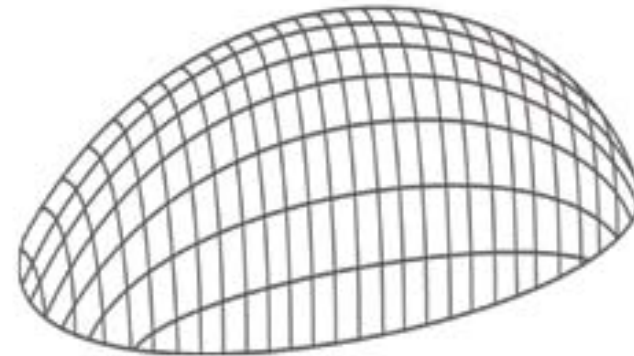
Estructura neumática

Las construcciones neumáticas son aquellas que se pueden hacer a partir de aire. Las estructuras neumáticas desafían la gravedad de una manera completamente original, pues contrariamente a las estructuras comunes cuyo peso debe ser distribuido en el suelo, imponen una carga que actúa en sentido contrario a la gravedad.

Se conforma de una fina membrana curvada casi siempre en forma de cúpula se estabiliza con la sobrepresión o la depresión de un medio a través del cual surge la tensión en la membrana. La membrana sólo es solicitada a tracción entre todas las cargas exteriores. Dicho medio es, en la mayoría de los casos, el aire. Aunque también pueden serlo otros gases, o el agua y los líquidos de todo tipo, incluso cualquier producto a granel.

La elección del material de la membrana depende de la función y el tiempo de duración previsto para la estructura. Los materiales se pueden clasificar en dos tipos, los isotrópicos y anisotrópicos, siendo los primeros los que presentan la misma resistencia y capacidad de estiramiento en todas las direcciones mientras que los materiales anisotrópicos tienen propiedades de dirección orientada.

El desarrollo de las estructuras neumáticas como construcciones ha estado condicionado por la capacidad técnica de hacer los tejidos textiles herméticos con adhesivos de caucho y con materiales sintéticos.



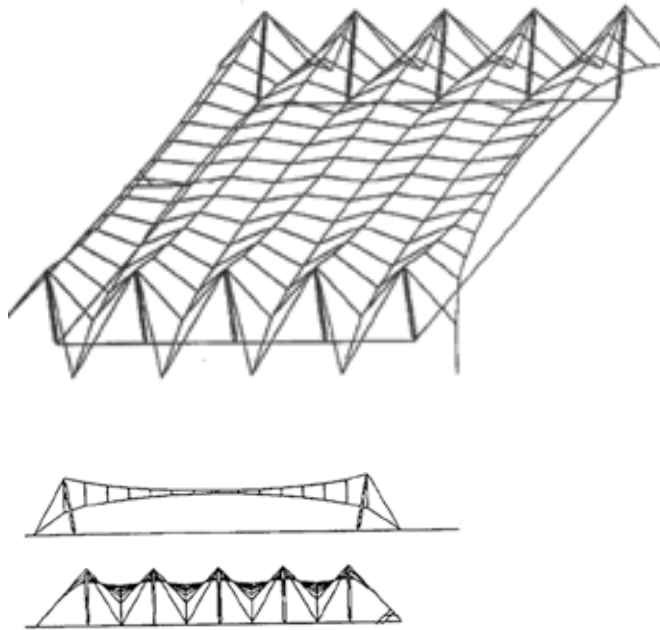
Kongsberg



Kongsberg



Exposición Plaza Cataluña



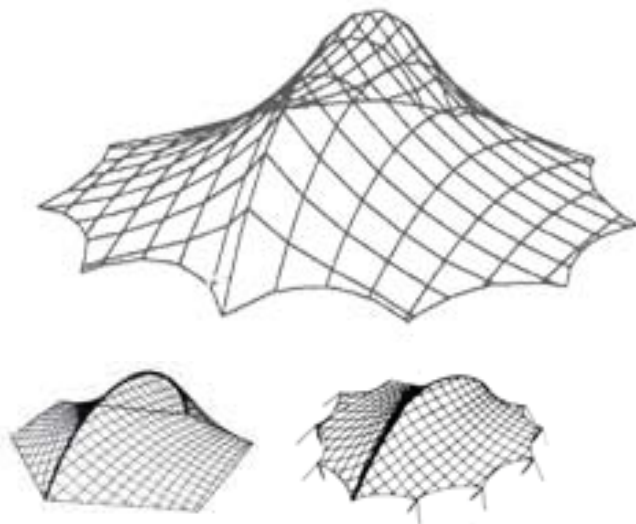
Está basada en un sistema bidimensional con un cable de carga, tensión en el cable y elementos de conexión del cable. Si la carga y la tensión del cable se pone en planos paralelos, se obtiene la forma de ola.



Estadio Internacional King Fahd



Domo Akita Skydome



Arco soportando la forma.
Donde la membrana o la unidad básica es soportada o está apoyada en un arco. La membrana esta conectada al arco mediante cables que soportan la tensión.

- La combinación de arcos puede ser otra forma de soporte, puestos en forma paralela o en forma diagonal.



Detalle fijación



Dynamic Earth Project

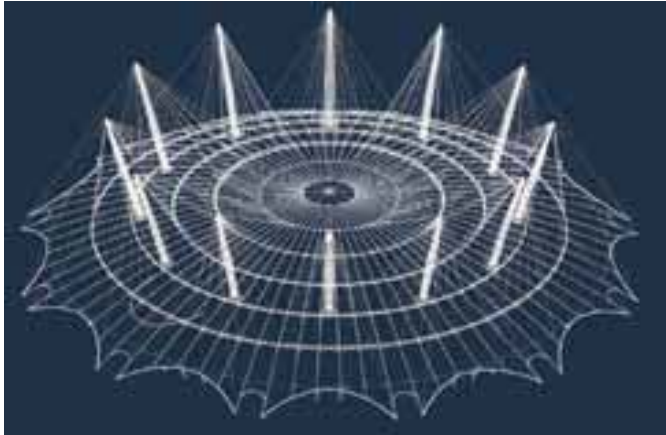


Capítulo 2
Estudio e investigación

Estudio estructural de membranas tensadas

A. Estructura que otorga la forma

a.1. The O2 (formerly Millennium Exhibition Dome)



Nombre del proyecto: Domo Milenio
Ubicación: Greenwich, Inglaterra
Propietario: Experience Co., Ltd., London,
Arquitecto: Richard Rogers Partnership
Ingeniero: Buro Happold
Area : 85 530 m2
Año de termino: 1999
Tipo de membrana: PTFE Sheerfill II y V y Fabrasorb IA



En concepto, la estructura del domo es innovadora aún al parecer simple. En la forma la superficie de azotea es un gorro esférico. Doce mástiles de acero 100m altos soportan una red de tensión de cables de acero, puestos radialmente sobre la superficie del domo y sostenido en el espacio por el hangar y atan abajo cables en 25m intervalos. Un anillo de cable de 30m-diámetro refrena el centro de la red de cable. Un rayo de anillo de compresión y anclas de tierra(razón) verticales en el perímetro refrenan fuerzas de tensión. Entre los cables, los paneles de tensión PTFE-cubren la tela de fibra de vidrio, en el 80000m2 (el tamaño de 13 lanzamientos de fútbol) incluyen el domo.

Externamente se asemeja a una gran carpa blanca con torres amarillas de sujeción, una por cada mes del año o cada hora de la esfera del reloj, representando el papel jugado por el Tiempo Medio de Greenwich. Su planta es circular, de 365 m de diámetro, uno por cada día del año, con bordes ondulados. Aunque se le llama domo no lo es estrictamente al no sujetar su propio peso y requerir la ayuda de una red de cables sujetas por mástiles.

La cubierta está fabricada en tejido de fibra de vidrio y matriz de teflón (PTFE coating on fibreglass weave), un plástico duradero y resistente a las inclemencias meteorológicas, alcanzando 50 m de altura en el centro. Su simetría se ve interrumpida por un agujero por el que sale un pozo de ventilación del túnel de Blackwall.

a.2. Karaiskaki Olympic Stadium

Nombre del proyecto: Estadio Olimpico Karaiskaki
Ubicación: Atenas, Grecia
Propietario: Thrilos S.A.
Arquitecto: S. Agiostritis
Ingeniero: Evipides Apostolides (J & P)
Área: 21.800 m²
Año de termino: 2004
Tipo de membrana: Ferrari 1302 T2

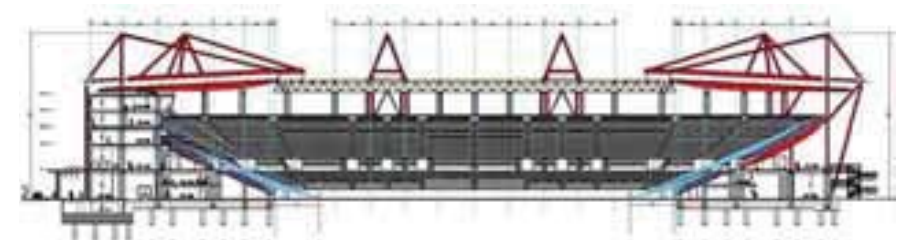


El viejo estadio fue demolido en la primavera 2003 y trabajos para la construcción del nuevo comenzado. Ellos estaban basados en el estudio arquitectónico de aa-Associates y Decatlón S.A. El proyecto entero fue construido por J*P-AVAX S.A. en un período de registro de sólo 14 meses. Fue completado sobre 30/6/2004 en un costo total de 60 millones de euros.

Esta es esencialmente una construcción surtida(mixta), usando el hormigón hasta el nivel de la confluencia (+6.4m) y partes metálicas sobre esto. La razón de esta opción de materiales y el método de edificio era principalmente la presión de tiempo para conseguir el estadio listo para las Olimpiadas, pero también la reducción de coste. El tazón entero de asientos(sedes) es cubierto por una azotea o cubierta, apoyada por 14 torres rojas metálicas, 37m alto y 43m de largo. Un total de 70 rayos grises radiales, con una longitud individual de 42m, forma el sistema de soporte para la azotea que fue hecha de una membrana especial translúcida (Ferrari 1302 Fluotop T2 la tela de poliester).



Hay 34 puertas de entrada que conducen a los soportes (numeradas de 1 a 35, ninguna puerta 13). El servicio áreas y cafeterías para admiradores es localizado sobre el nivel de confluencia, debajo de los soportes. El nuevo estadio destaca dos marcadores de vídeo, reflectores de 1500 luxes y CCTV (72 cámaras).



B. Superficies planas o de cubierta

Parque Urbano del Sur, Maspalomas.



Nombre del proyecto: Parque Urbano del Sur
Ubicación: Maspalomas, Gran Canaria
Arquitecto: Constructora: Satocan
Área: Gradería 1500m², Escenario 180m²
Tipo de Membrana: Gradería Ferrari ref. 1302, Escenario ref. 1002

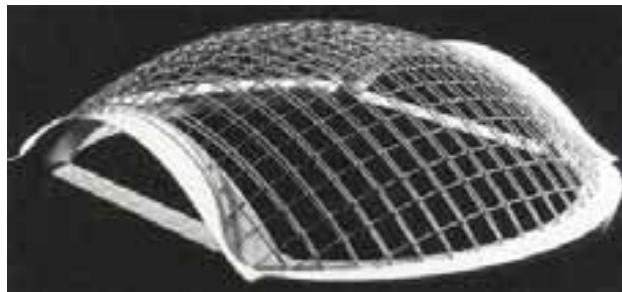
Características

Cubierta tensada en forma de sector circular para la cubierta del graderío y cubierta de planta rectangular de cinco vértices para el escenario.

Akita Skydome



Nombre del proyecto: Akita Skydome
Ubicación: Kawabe-gun, Japón
Arquitecto: Kajima Design
Área: 12200 m²
Tipo de membrana: PTFE
Tiempo de duración: 6-10 años
Duración: temporal, convertible



Los objetivos para el diseño de este domo fueron dos: un campo atlético con un suelo seco; y un espacio con una sensación de exterior. Esto, para promover la salud de los ciudadanos y mejorar la calidad del invierno.

El edificio está situado en dirección al viento y a la nieve en el invierno. La dirección de las líneas en forma de "v" (v-shaped) en secciones, generan una reducción en el acumulamiento de la nieve por sobre la cubierta que facilitan la caída.

Arcos de gran especialidad (arcos tridimensionales hechos de tubos de acero) capaces de resistir una carga de nieve de 450 kgf/m fueron usados para el marco. Estos arcos son usados como conductos para el sistema de entrega de aire caliente. El aire caliente es suministrado uniformemente de numerosos motores distribuyendo a la membrana completa. Este sistema induce movimientos con poca energía y asegura el desbordamiento de la nieve. Los conductos son usados, también, para prevenir que la base del campo atlético se enfríe, la condensación y quitar el calor en el verano.

Sistemas dinámicos: Cuando las condiciones externas son cambiantes (lluvia, sol, viento) la utilización de sistemas móviles permite la adaptación de las membranas a las distintas condiciones ambientales. Mediante dispositivos mecánicos instalados en la estructura puede lograrse una alta flexibilidad funcional.

Tribuna temporal desplegable A.R.I.E.S

País de ubicación: Reino Unido

Año de construcción: 2002

Función de la construcción: Espectáculos y actividades recreativas.

Tipo de aplicación de la membrana: cubrir

Función primordial de la membrana: Protección contra el sol, viento y lluvia

Material de la cubierta: Ferrari, Precontraint 502

Material de tela o lámina: Poliéster

El material de recubrimiento: de PVC

Peso (g/m²): 590

El módulo básico se puede ampliar a los asientos de cualquier longitud. Para lograr este objetivo, el sistema ha sido producido a partir de un kit de partes diseñadas. Estos son capaces de ser llevados manualmente y puede ser ensamblados rápida y fácilmente, y luego levantados desde la plataforma de los asientos sin la necesidad de un equipo mecánico. Un alto grado de innovación se ha utilizado en casi todos los niveles del diseño, desde la elaboración y el análisis de la resistencia a la tracción híbrida estructural del sistema, hasta el uso de sofisticados materiales de alta resistencia y procesos de fabricación.



Proyección computacional



D. Estructuras modulares o de repetición

Unidades Modulares: Se presenta una estrategia de generación de formas que debe ajustarse a los principios geométricos definidos para este tipo de cubiertas, a partir de las características del material y de las cargas soportadas. La búsqueda induce al diseñador que opta por este tipo de cubiertas, a trabajar con determinados ordenamientos geométricos. Esos ordenamientos deben considerarse como inventarios de sistemas constructivo estructurales, que se generan a partir de combinaciones y permutaciones de conjuntos de elementos formales específicos. Analizando la acción de la membrana sobre los elementos de apoyo, anclajes y las fundaciones, es posible controlar los valores de tensión que transmite la cubierta.

Modelo San Sebastian



Nombre del proyecto: Modelo San Sebastian

Arquitecto: Llorens & Soldevila

Tipo de membrana: Tejido de polietileno, tipo rejilla, permeable. Con tratamiento anti-uv. Protección térmica muy eficaz: elimina el 75 % de radiación solar.

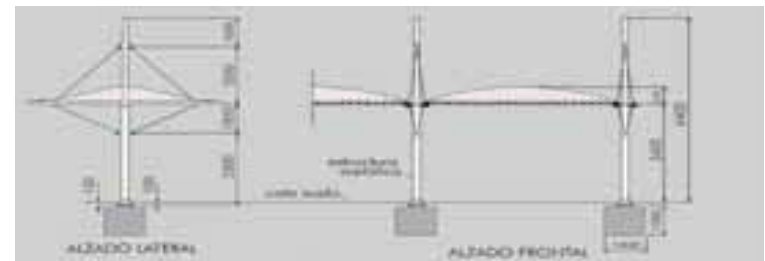
- Estructura ligera, modular y desmontable
- Estabilizada mediante cables de acero inoxidable
- Medidas: 5.00 x 4.68 m
- Cubierta Impermeable
- Sujeción: directamente al hormigón

Estructura ligera, modular y desmontable. La misma se sostiene con sólo dos mástiles, reforzados con cables de acero inoxidable.

* Resistencias :

- o Cargas de viento :hasta 50 Kg./m²
- o Cargas de nieve :hasta 40 Kg./m²
- o Para cargas superiores, consultar

Anclaje: Directamente al suelo : Mediante pletina metálica de 4 anclajes metálicos, tipo HILTI .Para ello es necesario, como mínimo , una solera de 25/30 cm. Mástiles empotrados en la cimentación: En este supuesto lo suministramos con columnas de 100 mm. que se empotran en zapatas de 0,60x0,60x0,60 m.



Elevación general

Haj Terminal

Nombre del proyecto: Terminal Haj
Ubicación: Jeddah, Reino de Arabia Saudita
Propietario: Ministerio de defensa, Jeddah,
Arquitecto: Skidmore, Owings & Merrill, Chicago
Ingenieros: Geiger Engineers, NY
Area: 418.064 m²
Año de término: 1981

Tipo de membrana: PTFE OCF Structo Fab 475 & Sheerfill I



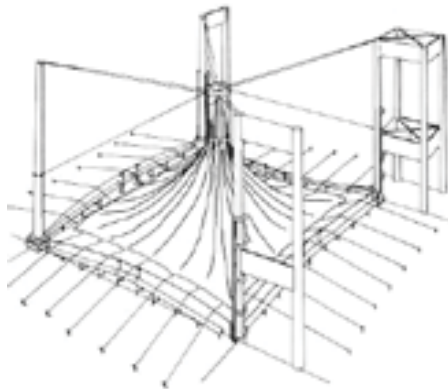
Interior terminal

La Terminal Haj tiene una carga de vertical hacia abajo transfiriendo la carga hacia la tensión en la tela de fibra de vidrio a cables de acero y finalmente a los mástiles. Con una carga hacia abajo, la tensión en los treinta y dos cables radiales de cada módulo de membrana transmite la carga a un anillo de tensión central. Desde allí, los cables primarios transmiten la carga por conexiones a cada uno de los cuatro mástiles que rodean cada módulo. Como estos cables se encuentran en ángulo, la fuerza trabaja en vertical y horizontal. En el mástil, el componente vertical de esta tensión es transmitido directamente a tierra por la compresión.

El ciclo de transferir cargas a los mástiles sigue hasta que el límite de la estructura sea alcanzado. Al final de cada módulo hay un doble mástil que resiste cualquier componente restante horizontal de tensión durante un momento desarrollado con las fundaciones. Si la carga vertical fuera ascendente más que descendente, los cables del borde o cables divisorios y los cables de estabilidad, podrían transferir la carga de tensión a los mástiles adyacentes.



Vista exterior



Análisis de fuerzas

La tela en la estructura es el elemento principal sujeto a la carga lateral, donde los mástiles resisten la carga directamente. La doble curvatura proporciona la estabilidad esencial en la tela con la forma semicónica, permitiendo a que cada parte de la membrana contenga tensión en cualquier momento. Sobre la membrana, una carga horizontal sería transmitida de la tela al anillo de treinta y dos cables secundarios y luego transferida a los cables primarios en el anillo de tensión y los cables exteriores.

Los mástiles resisten una carga horizontal a través de un momento en la fundación y de impartir una tensión en los cables conectados. La tensión desarrollada en los cables se transfiere a través de cada módulo y tomado en parte por los otros mástiles en el sistema.

E. Estructuras geodésicas

Cúpula geodésica: Es parte de una esfera geodésica, un poliedro generado a partir de un icosaedro, un dodecaedro o cualquiera de los sólidos platónicos. Las caras de una cúpula geodésica pueden ser triángulos o hexágonos. Los vértices deben coincidir todos con la superficie de una esfera o un elipsoide. El número de veces que las caras del icosaedro o dodecaedro son subdivididos en triángulos más pequeños se llama la frecuencia de la esfera o cúpula geodésica.



Proyecto Edén, Inglaterra

El Proyecto Edén ocupa una vieja cantera de caolín cerca de St Austell en Cornualles en el sudoeste de Inglaterra. Estructura de diseño hexagonal de los panales de abeja que existen en la naturaleza.

Fabricada con 800 hexágonos, cada uno de 11 metros de ancho, dicha estructura ha sido ensamblada igual que un juego Mecano gigante que sólo adquiere solidez y se convierte en una estructura autónoma cuando el último componente es finalmente insertado.



Los ingenieros a cargo de la iniciativa tuvieron que introducir una nueva solución tecnológica para los vidrios de la estructura puesto que los originales serían demasiado gruesos y pesados, y necesitarían de un enorme soporte. La respuesta, entonces, ha sido una triple capa de un material para uso industrial que funciona como “película adhesiva”. Se trata de un producto resistente, liviano, antiestático, altamente transparente a la luz ultravioleta y que no se degrada con la luz del sol.

El material fue un plástico, el EFTE (etil tetra fluoro etileno), fuerte, ligero, antiestático y, lo más importante, transparente a los rayos ultravioletas. Eso permitía la construcción de cúpulas geodésicas, con paneles del tamaño de un autobús. La resultante estructura es tan ligera que en el invernadero Tropical pesa menos que el aire que contiene.



Luminosidad: La translucidez es una cualidad característica de los sistemas de membranas y proporciona grandes ventajas estéticas y económicas. El aprovechamiento de la luz natural para la ambientación interior permite reemplazar la iluminación artificial durante el día, economizando recursos energéticos. La envolvente se utiliza como filtro y no como barrera, pudiendo regular su "permeabilidad" a los agentes externos. También es importante tener en cuenta la apariencia luminosa nocturna desde el exterior y las reflexiones posibles arrojando luz sobre las membranas.

Meilenwerk

Nombre del proyecto: ETFE FILM ROOF FOR THE MEILENWERK

Ubicación: Dusseldorf, Alemania

Área: 2500 m²

Año de término: 2006

El edificio completo posee un área de aproximadamente 2,500 m² protegida por una cubierta de colchón de aire excepcional transparente de películas de ETFE. La cubierta es individual y está compuesta por unas vigas de acero. Posee cojines de tela translúcidos. Cada cojín consiste en 4 capas las cuales cada una posee una impresión de un modo diferente para permitir el paso de una luz difuminada. La luz que traspasa es difuminada y tenue, impidiendo que atraviese una luz solar directa.

El paso de luz es de un 25%. Aproximadamente 10.500 m² de superficie están cubiertos por ETFE.

En caso de caída de nieve, la presión de cada cojín permanente será aumentada automáticamente de 300 Pa a 800 Pa. Así, la construcción puede lograr tener una presión de nieve de 0.75kN/m².



G. Estructuras neumáticas

Estructuras Neumáticas: Su forma estable se debe a diferencias de presión entre un gas interior y la atmósfera. Este gas interior puede ser aire y la diferencia de presión puede ser tan pequeña que el espacio presurizado sea habitable. La generatriz inicial de estas estructuras es circular y por lo tanto siempre una de sus secciones tenderá a ser circular.



Command performance travel theater 2

País: Australia
Fecha de construcción: 1978
Arquitecto: Edye Tony (estructuras geométricas)
Ingeniero: Milston Miller & Ferris

La alta presión del aire que soporta la estructura de la membrana proporciona una estructura completamente cerrada y da acceso al teatro a través de cinco aperturas. 750 mm de diámetro de los tubos, formada por un PVC con revestimiento de poliéster tejido están interconectados mediante soldaduras en cinco segmentos sobre la base de tres frecuencias geodésica geométricas con secciones interconectadas por cierres.

La presión del aire se mantiene en 125 a 250 mm WG de un ventilador conectado por un solo tubo de alimentación a la corona de la cúpula donde se distribuye en los segmentos. Paneles de membrana triangulares rellenan entre los tubos, la estructura se fija al suelo por la membrana alrededor de la base de tubos por clavijas de anclaje.



Kongsberg



Membrana de tela de cloruro de polivinilo de poliéster. La forma de la estructura se parece a un saxofón grande. La construcción consiste en una estructura de la membrana de tela de cloruro de polivinilo de poliéster tensionado sobre un marco inflado. La tela es apoyada por dos arcos de acero y anillo de acero. El anillo de acero es apoyado sobre el más pequeño arco por dos perfiles de acero. La atención particular ha sido puesta en el diseño de instalación. La exigencia era ser capaz de erigir y desmontar la estructura en un rato, porque el Festival cada año es realizado en la plaza central de la ciudad.

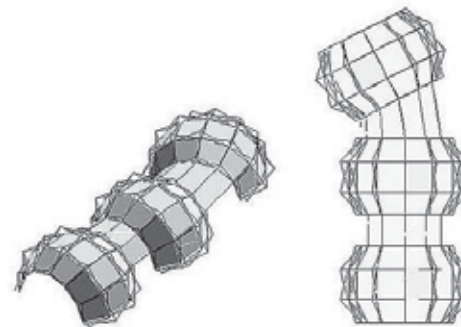
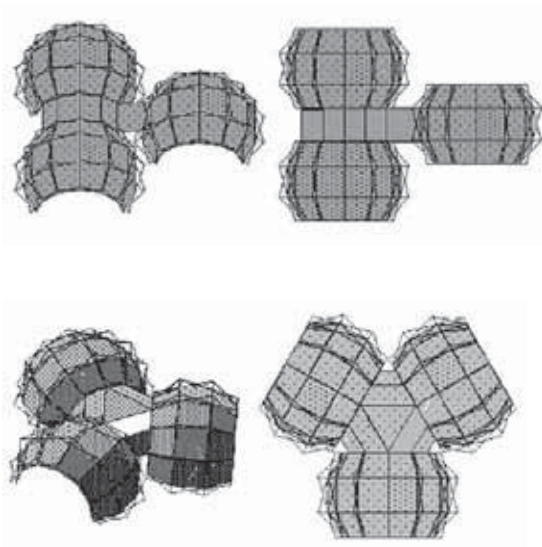
Estructuras Estandarizadas: Membranas diseñadas y construidas a modo industrial, de fácil traslado, montaje y acotadas dimensiones, aplicables a distintos medios de uso. En general su aplicación siempre es de varios módulos a la vez, por ejemplo estacionamientos, restaurantes y también para cubrir superficies a modo temporal.

Estran® 1.1

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 poliuretano, para evitar la fricción entre las piezas móviles. La cubierta está elaborada en tela de poliéster recubierta de PVC.

Plegado conforma un paquete compacto de 4.9 mt. x 1.40 mt. x 0.80 mt. con un peso de 900 Kg. Su despliegue se realiza en pocos minutos para producir una estructura curva con una profundidad de 12.41 mt., formada por dos arcos altos de 16 mt. de diámetro interno y dos arcos bajos exteriores de 12.18 mt. de diámetro interno, todos paralelos y unidos entre si por 28 brazos perpendiculares a los arcos y colocados sobre planos radiales generados por el eje de rotación del cilindro y los nodos en los arcos. Cada arco está constituido por seis ensamblajes tipo tijera. Estos elementos conforman una retícula de base cuadrada la cual es triangulada por cables de acero fijados sobre los nodos.















Popuestas modulares



Esquema estructural

Análisis general

	Millenium Dome 	Karaiskaki Olympic Stadium 	Parque Maspalomas 	Akita Skydome 	Tribuna desplegable A.R.I.E.S. 
<i>Estructura predominante</i>	doble curvatura	arco	doble curvatura	cerros	doble curvatura
<i>Estructura que otorga la forma</i>	La estructura se comporta como vector postensado con anclaje externo y tiene una circunferencia de un kilómetro.	El tazón de asientos es cubierto por una azotea, apoyado por 14 torres rojas metálicas, 37m alto y 43m de largo.			
<i>Superficies planas o de cubierta</i>		Esta membrana cubre el estadio Karaiskaki. Es esencialmente una construcción mixta usando hormigón y metal sobre él.		Cubierta con el fin de mantener seco el campo atlético y tener un espacio con una sensación exterior.	
<i>Estructuras dinámicas</i>					Módulo de alargue producido a partir de un kit de partes diseñadas para ensamblarse manual y fácilmente.
<i>Estructuras modulares o de repetición</i>					
<i>Estructuras geodésicas</i>					
<i>Membranas lumínicas</i>		El sistema de soporte fue hecha de una membrana especial translúcida (Ferrari 1302 Fluotop T2 la tela de poliéster).		La translucidez fue considerada como vital en la creación del espacio para el deporte con una atmósfera de "al aire libre".	
<i>Estructuras neumáticas</i>					
<i>Estructuras transportable</i>					

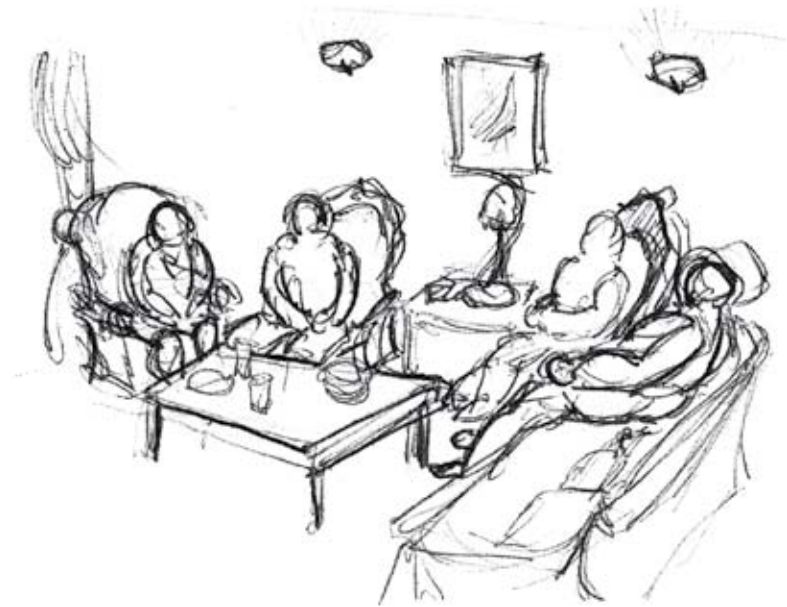
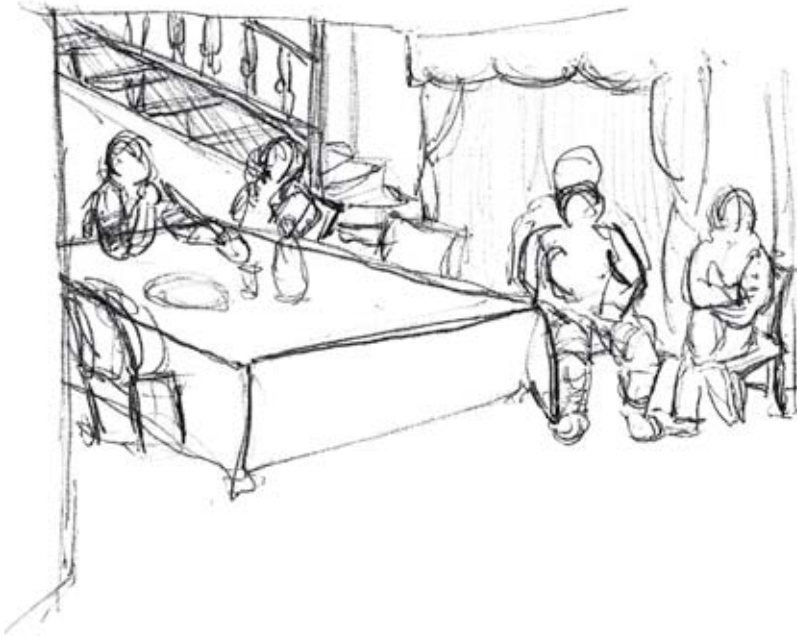
Modelo San Sebastian	Haj Terminal	Proyecto Edén	Meilenwerk	Travel theater 2	Kongsberg	Estran® 1.1
						
arco	cónica	doble curvatura	neumática	neumática	neumática	arco
						Para la curva con una profundidad de 12mt se forman dos arcos de 16mt de diámetro interno y dos arcos exteriores de 12mt.
			Cubierta individual de área 2,500m ² protegida por una cubierta de colchón de aire transparente de películas de ETFE.			
Estructura ligera, modular y desmontable. Se sostiene con sólo dos mástiles, reforzados con cables de acero inoxidable.	La tela en la estructura es el elemento principal donde los mástiles resisten la carga. La doble curvatura proporciona la estabilidad.					
		800 hexágonos, cada uno de 11mt, ensamblada como juego Mecano que se estructura autónomamente cuando el último componente es insertado.		La alta presión del aire soporta la estructura formada por tubos de PVC interconectados mediante soldaduras sobre la base geodésica geométrica.		
		La membrana es un producto resistente, liviano, antiestático, altamente transparente a la luz ultravioleta y que no se degrada con la luz del sol.	Posee cojines de tela translúcidos. La luz que traspasa es difuminada y tenue, impidiendo que atraviese una luz solar directa.			
				La presión del aire se mantiene en 125 a 250 mm WG de un ventilador conectado por un solo tubo de alimentación a la corona de la cúpula.	La construcción consiste en una estructura de la membrana de tela de cloruro de polivinilo de poliéster tensionado sobre un marco inflado.	
				El rápido montaje por su condición de estructura neumática es ideal para montar espectáculos itinerantes bajo techo.	Energía centrada en el diseño de instalación. La membrana es capaz de erigir y desmontar la estructura en pocas horas.	Es un sistema que permite un volumen pequeño de almacenaje o transporte. Su despliegue se realiza en pocos minutos.

Habitabilidad

La tienda constituye un tipo primario de la vivienda humana y es la forma más antigua de la cubierta colgante. Protege contra la lluvia y el viento, así como contra el frío y el calor, dejando penetrar, en cantidad suficiente, la luz y el aire fresco.

La tienda ha sido y sigue siendo una ayuda esencial para la propagación de la vida humana. Es ligera y movable, sin estar sujeta a un lugar ni a un clima determinados. Se encuentra en todas las latitudes, de uno a otro polo de la Tierra.

Se construye para muchas finalidades y en todas las dimensiones (viviendas, fiestas, exposiciones, hangares, tiendas polares..., entre otras muchas aplicaciones). Desde la pequeña celda para un solo individuo, hasta la celda gigante, - en la que tienen cabida todos los habitantes de una ciudad.



Habitar en su definición misma, significa vivir u ocupar habitualmente un lugar específico. Ocupar es llenar un espacio o tiempo, tomar posesión o apoderarse de algo.

Apuntes del textol "Construir, habitar, pensar" del Martin Heidegger.

Desde el punto de vista del vivir del hombre, nombramos el habitar como el fin que persigue todo construir. Y construir no es solo un camino para llegar al habitar, construir ya es en si mismo habitar. El hombre es en la medida en que habita, porque el ser hombre significa estar en la tierra como mortal. Habitar viene de lo habitual, de estar en la tierra, es la manera en que los mortales son en la tierra.

Identificamos 2 tipos de construir, construir como cuidar y construir como erguir. Las 2 se incluyen en nuestro concepto de habitar, el propio construir y también el construir que es propiamente habitar. El construir como habitar se desglosa del construir que cuida el crecimiento y el construir que levanta edificios.



El término "cuidado" no lo tomamos como el no hacerle nada a lo cuidado, sino que acontece cuando de antemano dejamos algo en su esencia, lo rodeamos de una protección.

"Construimos y hemos construido en la medida que hemos habitado. Somos lo que habitan"

El habitar, tiene que ver con llenar habitualmente un espacio o tiempo, permanecer en él, se liga al sentirse satisfecho, sentirse en paz, haber sido llevado a la paz, permanecer en la paz. Por lo que se trata de resguardar lo que se hace, se cuida de su esencia o acercarla a su esencia. Por lo que el rasgo fundamental de este habitar, es el cuidar, resguardar.

El cuidar y el erguir es en el sentido estricto el construir. Y el habitar es construir, en la medida que se resguarda o se custodia la cosa.

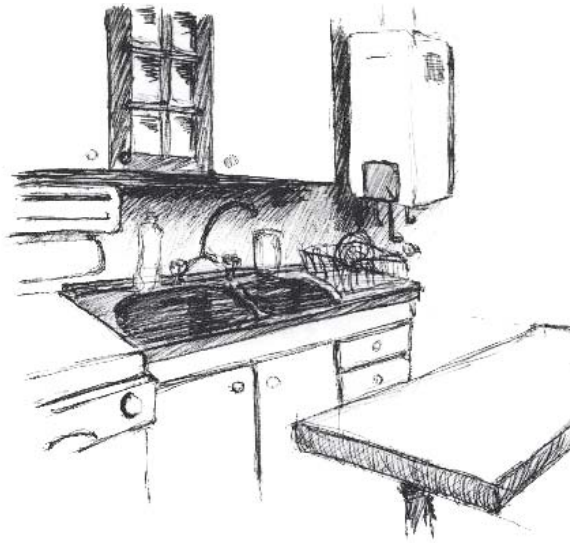
Un objeto lo es en relación al espacio o lugar donde se encuentra y por el mismo objeto se hace sitio un lugar. Un paraje se hace en sí mismo por sus alrededores, su gente, sus caminos. Un espacio es algo a lo que se le designa un espacio dentro de una frontera. Frontera, no es aquello en lo que termina algo, sino que es aquello a partir de donde algo comienza a ser lo que es, donde comienza su esencia.

Espacio es esencialmente lo dispuesto (aquello a lo que se le ha hecho espacio), lo que se ha dejado entrar en sus fronteras. Los espacios reciben su esencia desde lugares y no desde "el" espacio mismo.

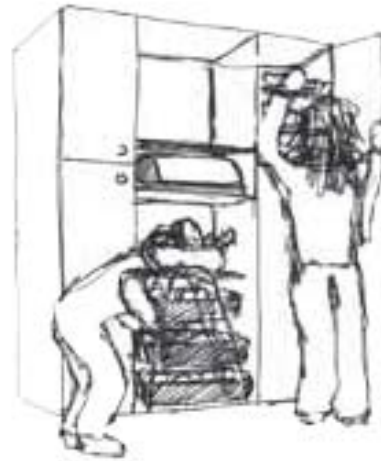


La esencia del construir es lograr el habitar, dejar habitar. La esencia del construir es erigir lugares por medio de la conexión de sus espacios. Si somos capaces de habitar podemos construir. La casa se construye con el oficio del habitar.

El habitar es el rango fundamental del ser mortal; construir y pensar entran en el habitar cuando actúan juntos, vienen de una experiencia y un ejercicio. Construir desde el habitar y pensar para el habitar.



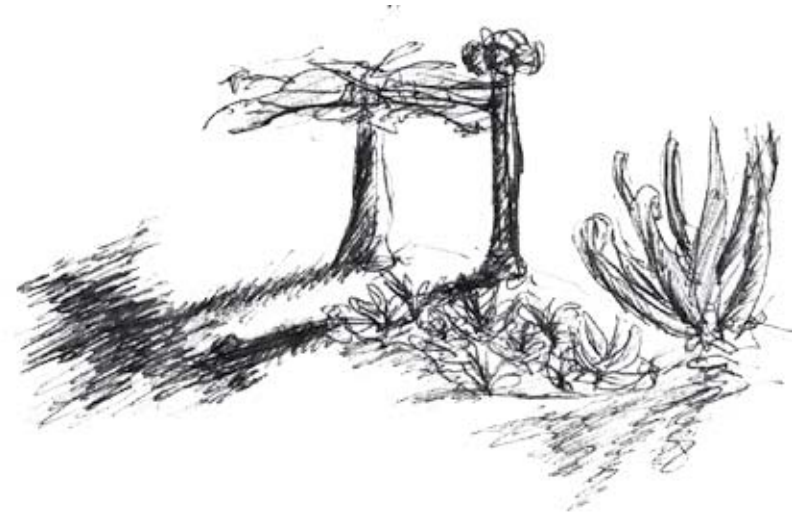
“Todo espacio realmente habitado contiene la esencia del concepto del hogar, porque allí se une la memoria y la imaginación para intensificarse mutuamente”. La vivienda y el hogar son elementos decisivos que permiten al hombre desarrollar un sentido de su propio yo, en tanto perteneciente a un lugar determinado.



El habitar y el construir están estrechamente vinculados con el pensar, el construir le da la apertura al ser, crea un mundo, un espacio habitable y es en el propio habitar donde se percibe el sentido de este espacio y el pensar acoge e instala al ser.

Sombra: umbra y penumbra

Una sombra es una región de oscuridad donde la luz es obstaculizada. Una sombra ocupa todo el espacio de detrás de un objeto opaco con una fuente de luz frente a él. Cuanto mayor es el ángulo entre la dirección de la luz y un objeto alargado que la obstaculice, más corta será su sombra. Por otro lado, cuanto menor sea el ángulo entre la dirección de la luz y la superficie en la que aparece la sombra, más larga será ésta. Si el objeto está cerca de la fuente luminosa, la sombra será mayor que si el objeto se encuentra lejos. Si la superficie está curvada, habrá más distorsiones.



Cuando la fuente de luz no es puntual, la sombra se divide en umbra y penumbra. Cuanto más ancha es la fuente de luz, más difuminada o borrosa será la sombra. La umbra (en latín: "sombra") es la parte más oscura de una sombra. Dentro de la umbra, la fuente de luz es completamente bloqueada por el objeto que causa la sombra. Esto contrasta con la penumbra (en latín: paene "casi" + umbra "sombra"), donde la fuente luminosa sólo es bloqueada parcialmente.

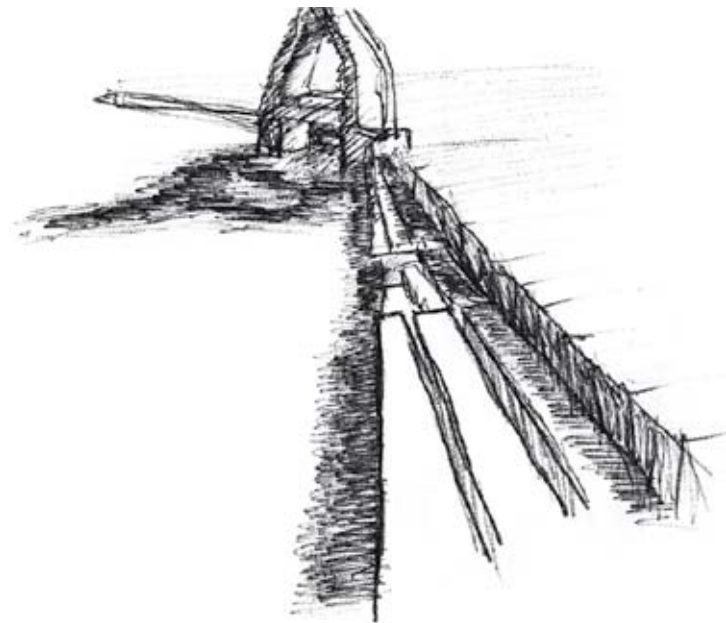
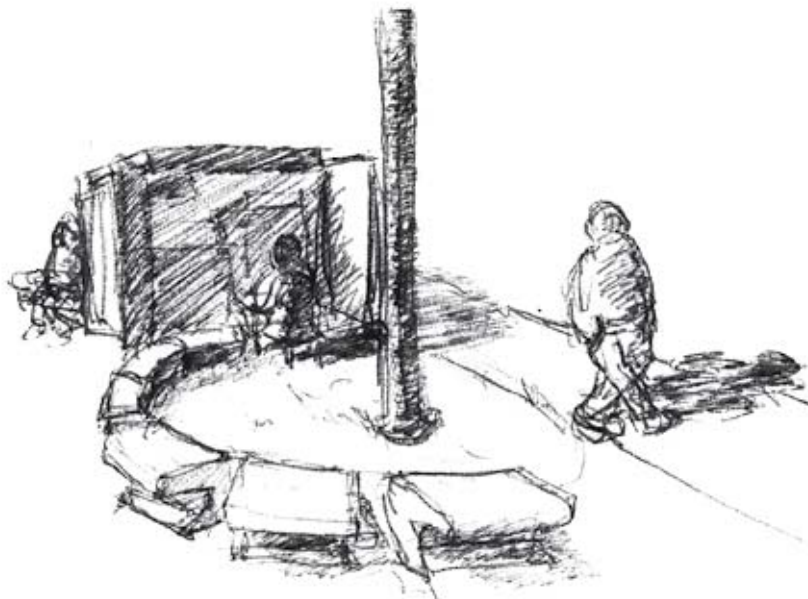
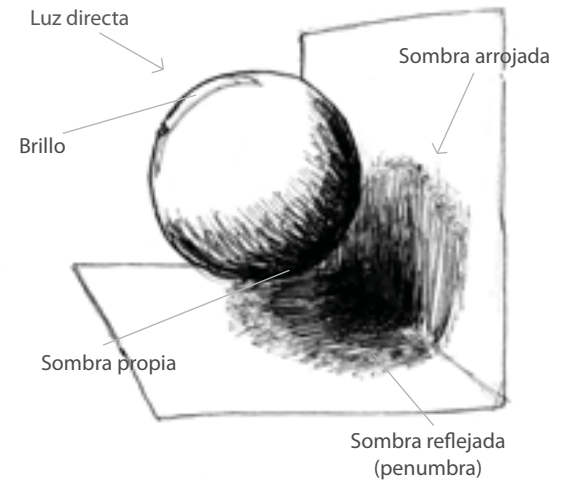
Si hay múltiples fuentes luminosas, habrá múltiples sombras, con las partes traslapadas más oscuras, o con una combinación de colores o tonos de grises. Cuando una persona o un objeto está en contacto con la superficie, como una persona sentada en el suelo o un poste clavado, las sombras convergen al punto de contacto.

Diferentes efectos de la sombra: Dentro del comportamiento geométrico de la luz se producen tres tipos diferentes de efectos de sombras.

La sombra propia o adherida al propio cuerpo opaco que la produce; es como una segunda piel que se adapta perfectamente a la propia morfología del objeto, desde donde no se verá nunca el punto luminoso que la origina.

La sombra arrojada es aquella que, desprendida del cuerpo opaco que la produce, se aloja en otros cuerpos tomando una nueva forma: por un lado mantiene la proyectada de la línea (luz-sombra) del objeto que la produce y, por otro, se adapta a la nueva estructura que encuentra en el nuevo cuerpo que la aloja.

La sombra reflejada, producto de la luz rechazada por los cuerpos iluminados y que incide en las zonas de sombra propia, iluminándola. Dentro de esta sombra encontramos la penumbra, que puede ser adoptado por estos reflejos o por aquellas partes que no son totalmente alcanzadas por la luz directa.



Levedad construida: estructuras naturales

La geometría es el estudio del orden espacial mediante la medición de las relaciones entre las formas. Las plantas y los seres vivos en general viven un proceso continuo de cambio mediante modificaciones progresivas. Esto ha producido a lo largo del tiempo y las eras geológicas una enorme variedad de formas y especies. Este proceso evolutivo les permite adaptarse a las distintos factores externos que los afectan para subsistir.

El análisis de las formas naturales que se han estructurado naturalmente nos da parámetros de sustentación que adoptamos en las estructuras construidas y estudiadas. Este comportamiento de formas es objeto de estudio en muchas construcciones ligeras que buscan conformar membranas de formas y estructuras mínimas.

Estudioso en la temática, Antoni Gaudi contenía una concepción orgánica de arquitectura en general. Mediante la observación de la naturaleza descubrió la arquitectura interna de las cosas que le sirvió como modelo perfecto de imitar para resolver cualquier tema constructivo



Hojas de doble curvatura. Se soporta por elementos mínimos estructurales. La línea central se conforma de una estructura soportada por un arco.

La membrana de doble curvatura, formada por dos curvas en dirección opuesta una de la otra, estructuralmente es óptima para sustentarse y la generalidad de las plantas han adoptado naturalmente esta forma para soportar sus hojas. Esta forma y los elementos estructurales mínimos han permitido que las plantas y arboles en general se logren conformar en si mismos superando la barrera gravitacional y el viento.



Levedad: ligereza, falta de gravedad, suavidad, poco peso de una cosa, liviandad.

Tenuidad: Finura, delgadez, ligereza. lo tenue es lo que tiene poca intensidad o fuerza



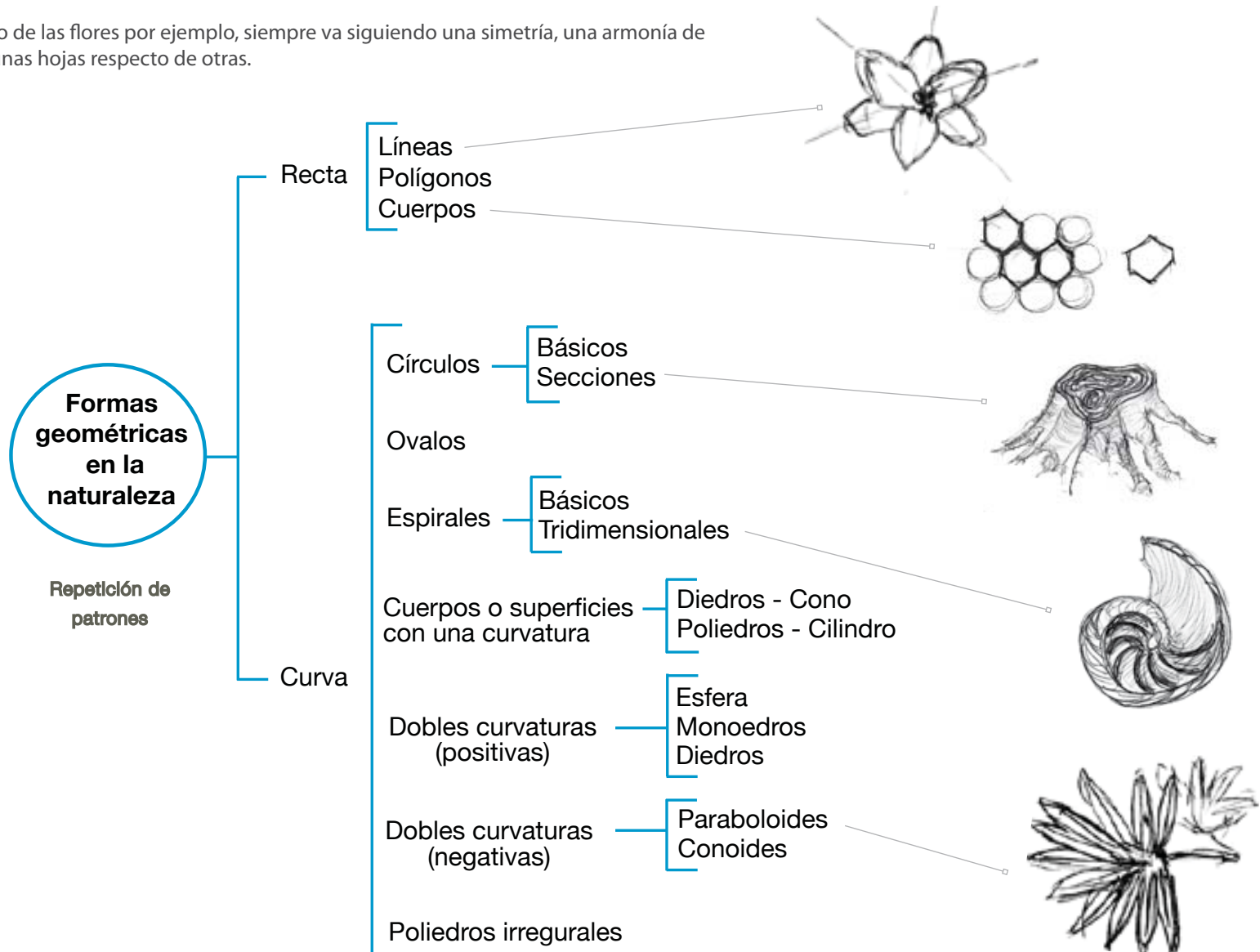
Las hojas se conforman de membranas leves, de poco espesor y se sustentan con elementos estructurales más rígidos. Estos elementos son elementos mínimos soportantes que se generan por la resistencia al viento y al peso gravitacional.



Formas y patrones geométricos en la naturaleza

El entorno natural presenta estructuras funcionalmente perfectas y de gran belleza estética. Asociando la geometría con las formas naturales, se contempla la repetición de patrones geométricos en cuando a forma estructural de las plantas y animales. Damos cuenta que se utiliza la acción de las fuerzas y principios de la naturaleza para la búsqueda de las formas.

El crecimiento de las flores por ejemplo, siempre va siguiendo una simetría, una armonía de posición de unas hojas respecto de otras.



LINEAS RECTAS EN LA NATURALEZA



POLIGONOS EN LA NATURALEZA



CIRCULOS EN LA NATURALEZA



POLIEDROS EN LA NATURALEZA



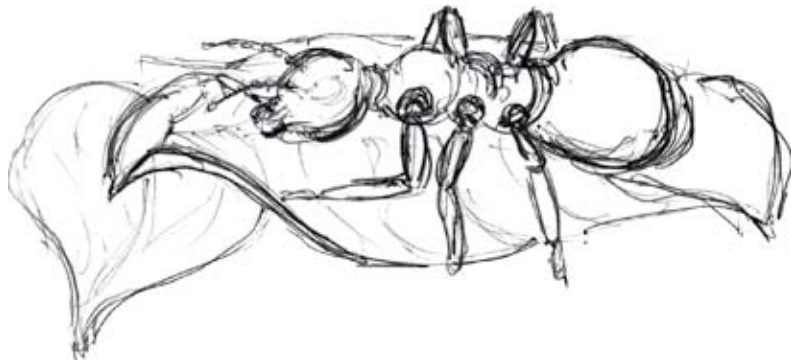
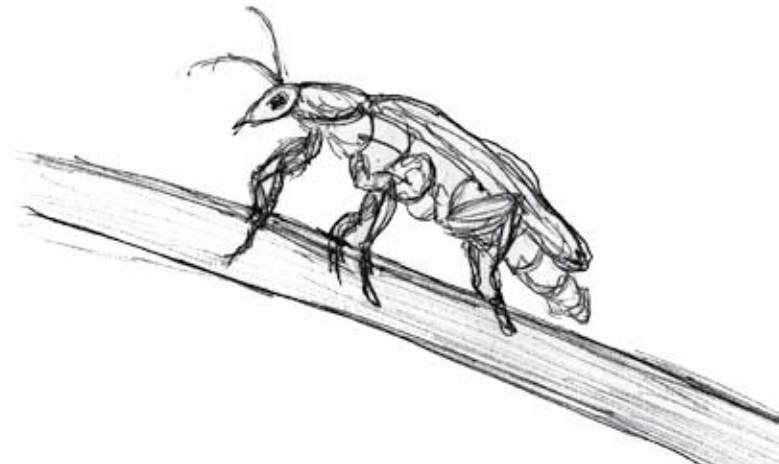
“El libro de la naturaleza está escrito con los caracteres de la geometría”

Galileo Galilei

Del abobado y el arrimo

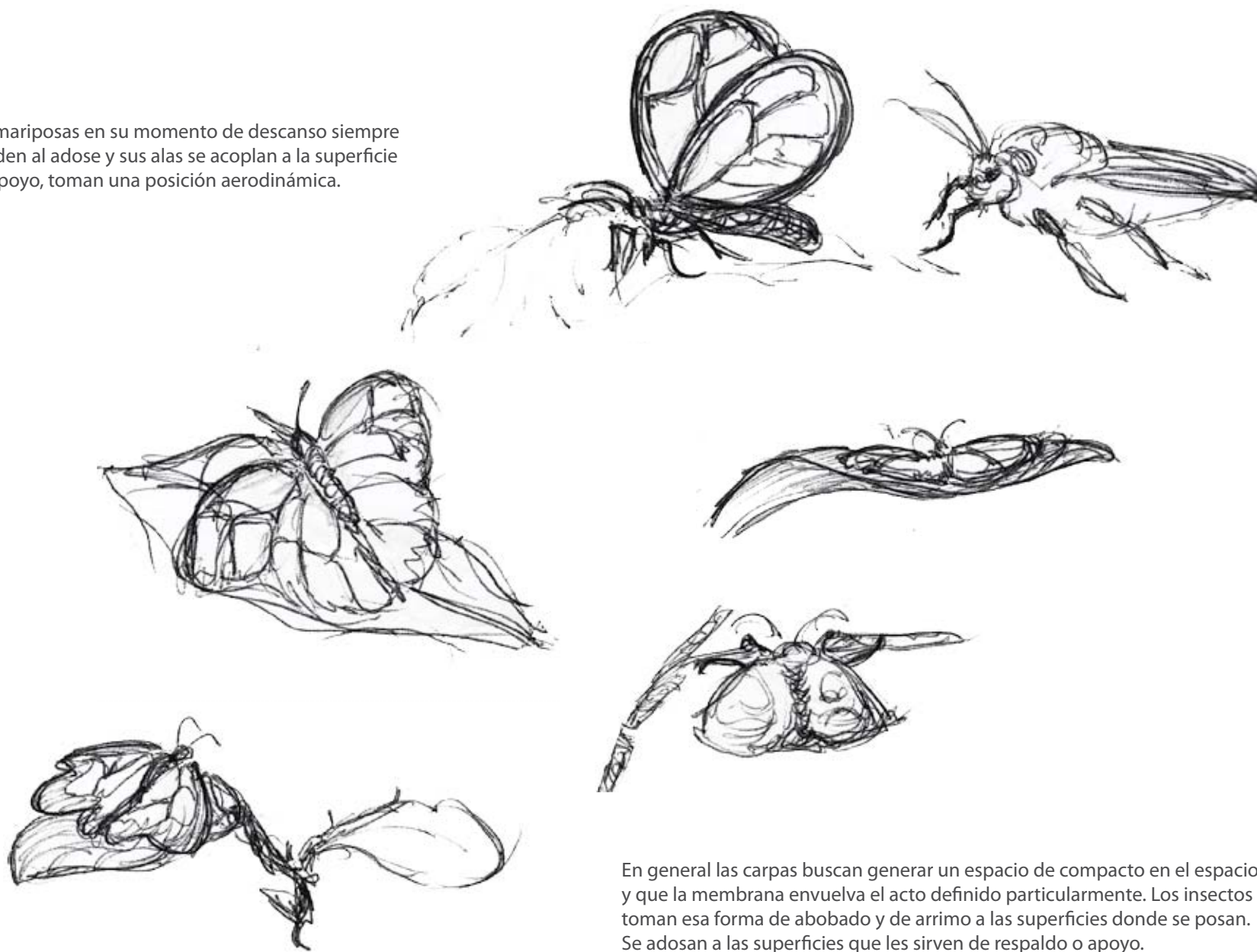
Además de las plantas, otros elementos naturales que se asemejan a las características constructivas y formales de las membranas tensadas son los insectos. Tienen dos características básicas aplicables a las membranas; el adose a las superficies y la estructura con elementos mínimos.

Una característica importante de los insectos en general es que su desplazamiento y y el estar general tiende al adose y mimetismo del elemento al que se arrimen. Buscan tomar el aspecto del entorno, hacerse parte del mismo espacio donde se encuentre.



Los bichos observados tienen las patas largas y delgadas, de estructura muy firme lo que les permite posarse, trepar y hasta saltar sustentando todo el peso de su cuerpo. Estas patas las categorizamos como elementos mínimos que soportan grandes masas y la estructura es aplicable a las membranas tensadas tomando en cuenta la gran luz que deben abarcar estructurándose mínimamente.

Las mariposas en su momento de descanso siempre tienden al adose y sus alas se acoplan a la superficie de apoyo, toman una posición aerodinámica.



En general las carpas buscan generar un espacio de compacto en el espacio y que la membrana envuelva el acto definido particularmente. Los insectos toman esa forma de abobado y de arrimo a las superficies donde se posan. Se adosan a las superficies que les sirven de respaldo o apoyo.



Capítulo 3
Proyección y construcción



Membrana tensocolgante: Taller de armado Ritoque

Concepción general

El toldo, como idea de membrana tensada aparece como un modo de hacer aparecer un lugar dentro de un espacio que pueda ser aprovechado como un lugar de trabajo de distintas faenas. El patio de los talleres en Ciudad Abierta es un espacio en común que sólo aparece como un lugar de paso entre ellos que se encuentra improductivo.

¿Que se quiere?

Una membrana que genere un espacio de trabajo para suplir la carencia de espacio que presentan los talleres de trabajo de Ritoque, creando un taller amplio donde se pueda trabajar en procesos como el armado de proyectos.

Generar mediante membranas tensadas un volumen habitable que responda a un espacio de trabajo de obra.

¿Para que se quiere?

Para poder generar distintos tipos de espacios, para el trabajo en diversos proyectos tanto como grupales e individuales, conformando módulos independientes para las distintas faenas que se pudieran realizar en un mismo momento, siendo este espacio capaz de abarcar trabajos en distintas materialidades.

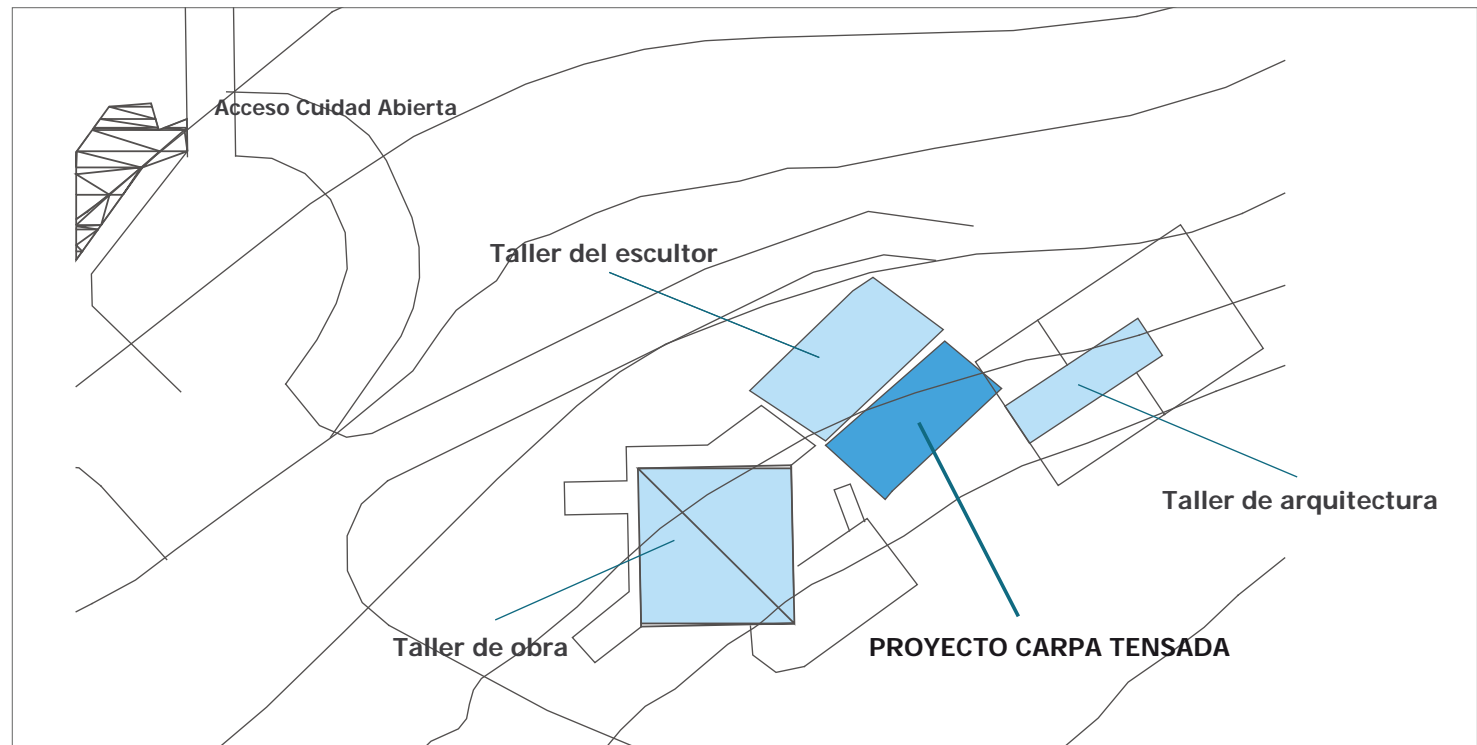
Antecedentes: Estudio del espacio

A. Situación espacial

La carpa esta situada en Ritoque, en los terrenos de la Corporación de Amereida. Específicamente en el patio de los talleres en Ciudad Abierta. Es un espacio común utilizado como lugar de paso y la carpa busca generar la ocupación máxima del terreno.

La carpa esta rodeada por 3 talleres principales. El taller de obra, el taller del escultor y el taller de arquitectura. Alcanza un terreno de 18x8.5 metros (153 mt²) y se conforma básicamente de arena de duna.

El acceso al patio tiene varias variantes. Un acceso vehicular, que permite el paso de camiones de carga entre el patio del escultor y el patio de arquitectura. Accesos peatonales que contemplan la comunicación entre talleres. Estos accesos están dispuestos para dar una interacción a las faenas de trabajo que se realicen en el patio. Desde el taller de obra, entre el taller de obra y prototipo, desde el taller de arquitectura y el acceso vehicular entre el taller del escultor y taller de arquitectura.





El Litoral Central de Chile posee un clima llamado Clima Templado Cálido Occidental. Dicho clima está determinado por corrientes marinas frías que barren las costas y los vientos del mar que moderan las temperaturas. Como consecuencia, poseen poca diferencia de temperatura durante el año y en general son zonas de moderadas lluvias de invierno y sequía en verano.

El litoral costero alcanza a una temperatura media en verano de 20°C y en invierno 15°C. La humedad media relativa del aire a mediodía en verano es de 65%. La precipitación anual tiene una media de 462 mm de lluvia, concentrada en los meses de mayo a octubre; los meses de noviembre a abril son considerados secos.

Vientos: El régimen de los vientos en la costa es muy simple; en invierno, durante los temporales de baja presión, el viento viene desde el NW, y desde octubre a abril, predominan los vientos SW. Hay días, muy escasos y generalmente en el mes de noviembre y diciembre, en que no hay viento ni olas





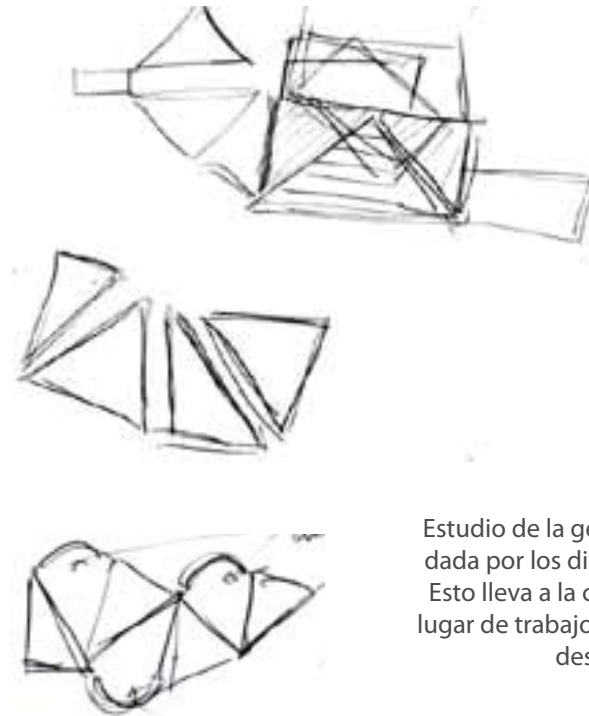
La membrana tensada se pensó principalmente para general un espacio de trabajo techado que extendiera el todo de los talleres que se encuentran en este sector de la ciudad abierta.



Situado en el patio, el toldo se pensó para ser conector de los demás talleres, generar un nuevo taller que respondiera a las necesidades climáticas a las que responden los demás talleres cubiertos. Inicialmente el taller considera usos múltiples, pudiendo a futuro especificar las faenas de trabajo realizadas en él.



Se consideran propuestas de distribución de los espacios dentro de la carpa y además propuestas en cuanto a la conexión de los talleres conjuntos.



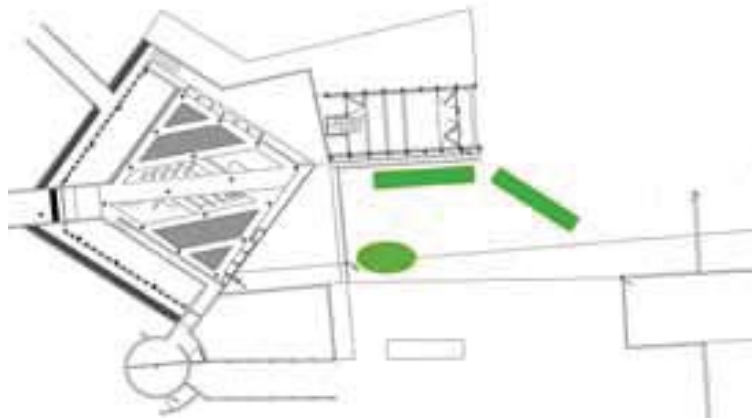
Maqueta del lugar

Estudio de la geometría de los suelos de Ritoque que está dada por los distintos niveles entre espacios (patio-taller). Esto lleva a la conformación de una maqueta espacial del lugar de trabajo, tomando en cuenta las mesas, lugares de descanso y de obra dentro y entre los talleres.

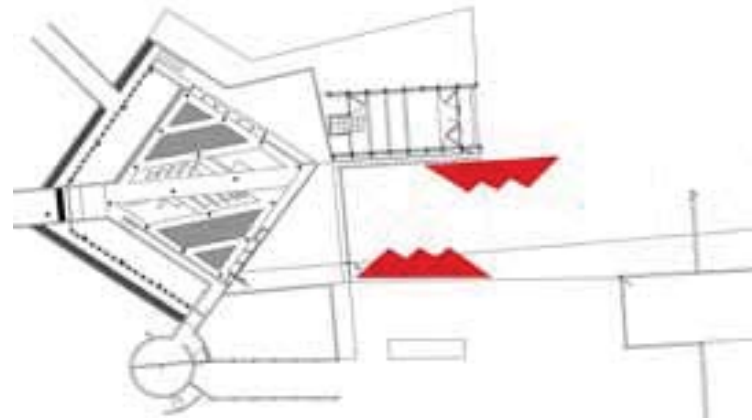


Distribución de espacios

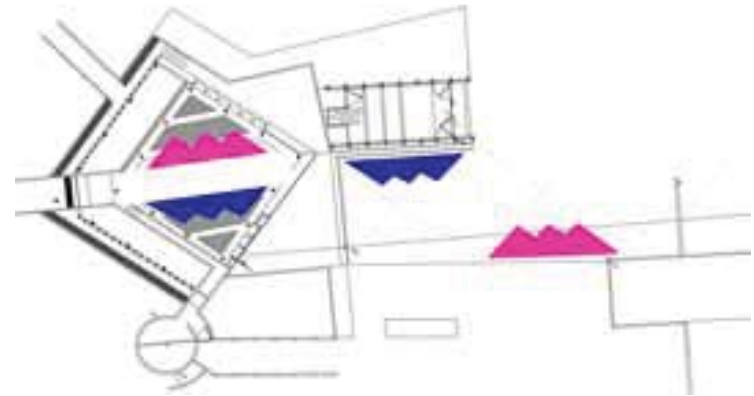
Presentamos 3 propuestas básicas de distribución y uso de la carpa. Estas propuestas están dadas por el estudio de faenas que tienen los talleres :



- A** Espacios indefinidos: Poner superficies de trabajos múltiples y utilizables por los 3 talleres a la vez. La observación de faenas planteó la escasez de espacio de armado que tienen los talleres. Esto obliga a ocupar el patio para ello.



- B** Conformación de un taller paralelo: Conformar mesones que permitan trasladar y empotrar las máquinas que se encuentran en los talleres para crear un nuevo taller autónomo.



- C** Extensión del trabajo en serie: Siguiendo la línea de trabajo del taller de armado (sector metales y maderas) se busca la extensión del mismo hacia el patio exterior y así agilizar el proceso de trabajo de talleres.

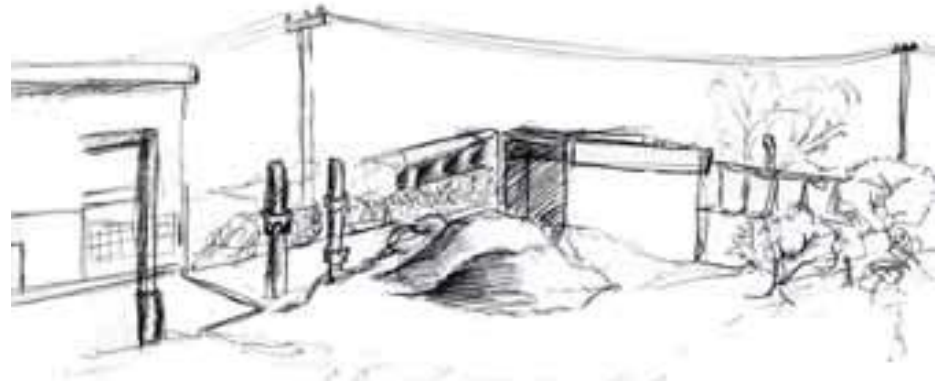
Concepción de la forma

Campo de abstracción

La abstracción de lo arraigado al lugar, que distinguo tiene el espacio que puedan ser llevados a una abstracción.

Campo abstracto que busca un módulo unitario espacial. Trabajo a partir de cubos, donde se llega a una fórmula formal, a una forma discursiva. Debemos presentar las abstracciones en una figura. Tratar de traer los rasgos de espacio y del acto, de lo que es transitar de un lado a otro.

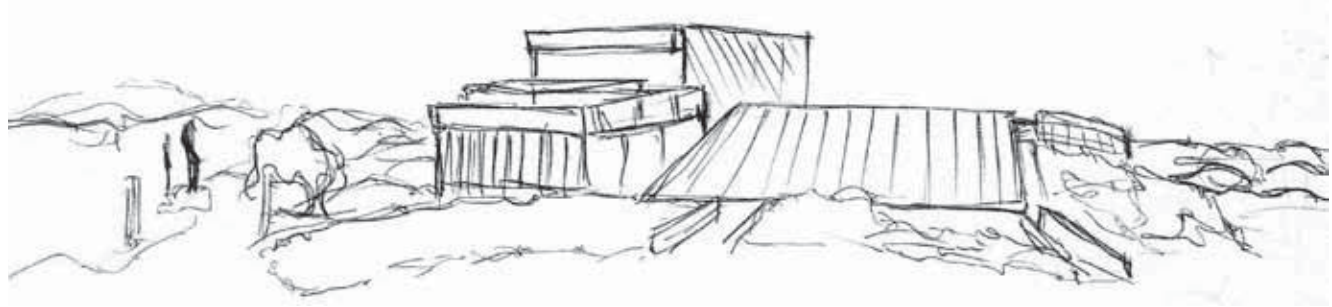
Abstraer: considerar aisladamente las cualidades de un objeto en su pura esencia.



Geometría cuadrada dada por trazos rectos en contraposición de la curva del espacio de la duna o de la vegetación en general que se muestra. Observación de los perfiles de los objetos naturales curvados. Sector de taller delimitado por trazos rectos o aristas y vértices. Geometría contrapuesta. El resaltar del trazo de lo tenue del espacio.

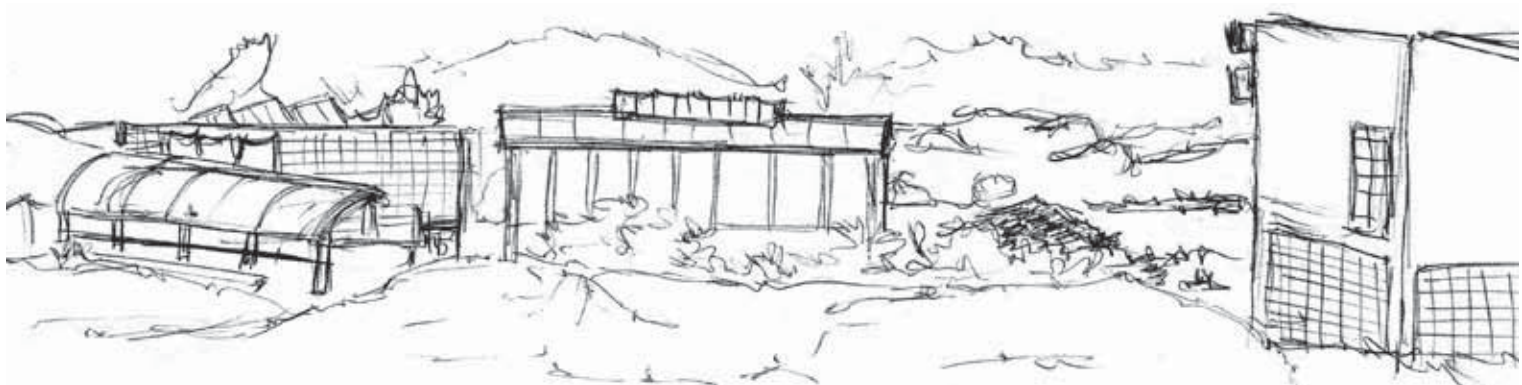


Geometría de los suelos desde los niveles de trabajo. Las alturas conformadas por los talleres y sus ventanas, dan un límite de altura máxima para cada sector de trabajo. Esto se denota por la altura de los techos en el exterior.



En el día la luminosidad del taller se concentra en los bordes (ventanas) va desde los bordes. En la noche la luminosidad se acumula y se posiciona en le centro. El acto diurno tiende al aboradado del taller y el acto nocturno tiende a la centralidad.

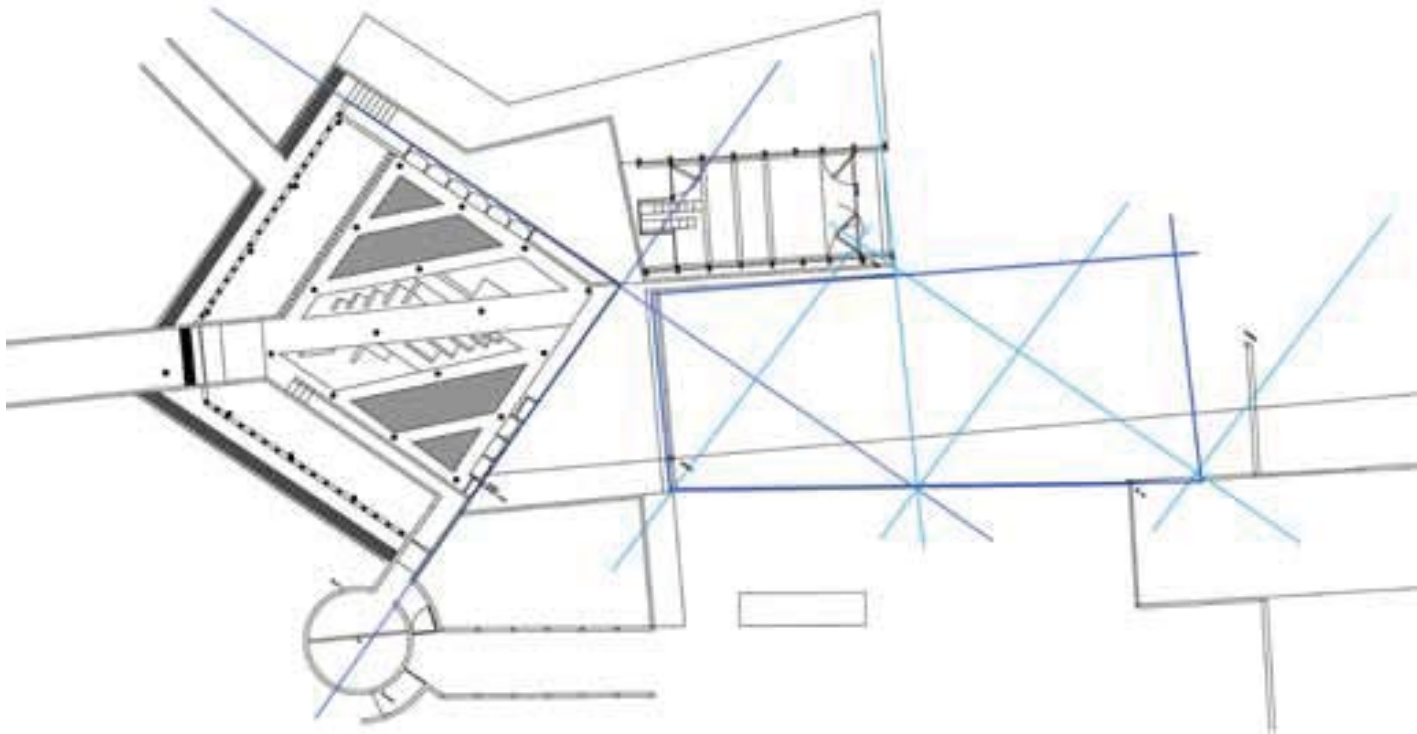
Formas geométricas que se hacen modulares, se puede tomar el encaje como fórmula de segmentación. Esto es dado por la cubicación o segmentación de las ventanas y puertas de los talleres en general desde un aspecto gráfico.



Del trazado y abobado

Se comenzó inscribiendo a la carpa y a sus posibles aristas dentro del patio, de modo que la carpa se convirtiera en parte del todo talleres. Una unidad independiente autónoma, pero que formara parte del entorno en que se inscribe. Concepto de bicho, de abobado, cerrado, se estudian paralelamente. Inicialmente se buscaba la geometría del abobado, conformado por unos elementos ajenos al terreno, carpa independiente que se sustente por sí misma, sin depender de los muros que existen.

Esto crea la necesidad del estudio de elementos estructurales acorde a los requerimientos y de una pauta de materiales y de necesidades paralelas.



Conformación de la membrana con vigas como elementos estructurales. Las vigas buscan darle forma mas curva a la carpa y a la vez estructurarla empotrada desde el suelo. Las dos vigas tienen forma de arco y van más unidas en uno de sus extremos, así toma la forma de bicho.

Esta propuesta rescata la característica de la luminosidad, dejando entrar luz por entre las vigas. Esto debido a que inicialmente se pieza la carpa con tela pvc impermeable, que no es traslucida, por lo que se requiere de otros elementos de iluminación que se buscan incorporar en la estructura total.

Al observar la carpa luego de ser construida, notamos que los elementos estructurales abarcan más de lo que la membrana de la carpa es y se superponen ante ella.



Uso de la luz estructural



abobado de las vigas



Estudio de las formas mínimas

La necesidad de conformar una membrana con intervenciones más sutiles nos llevo a maquetear membranas pretensadas en un modulo de pilares a escala q nos permitía trabajar más con la elevación de la carpa tensada que con la sujeción de ésta mediante elementos más grandes. El modulo consiste en una tabla del tamaño del terreno a escala 1:35, con orificios de diámetro de un tarugo de madera, que remplazan a los pilares. Con este módulo estructural se busca la forma en base al abobado primero y luego en base a la geometría de la membrana.

1. Membrana pretensada de forma plana de numerosos puntos de tensión, los cuales generan poca curvatura.



2. Propuesta de combinación de telas para generar distintas luces dentro del espacio bajo la carpa.



3. Membrana tensada desde los pilares, elevando las aristas. El toldo conformado tiende a ser muy alto y no genera una concavidad. Tiene curvas pequeñas, pero el espacio que se conforma es muy abierto, y además, requiere de muchos puntos de agarre.





4. Aproximación a la bóveda. Se levantan puntos internos en la tela tensando desde el pilar, generando curvaturas y abobado hacia el centro del suelo.



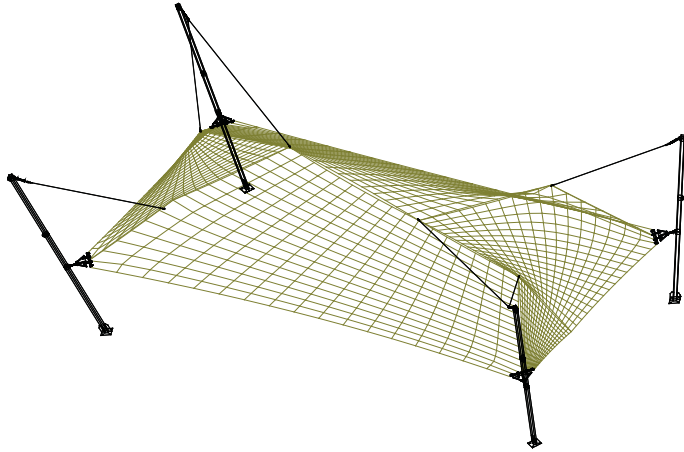
5. La tela se sostiene de 8 puntos. 4 puntos fijos en el medio del pilar a igual altura y 4 puntos que se toman desde el borde medio de la tela hacia el pilar de la derecha. Esto produce que la membrana se regularice mediante formas triangulares predominantemente. Dos puntos bajos junto con un punto alto forman triángulos en los bordes, dejando la caída de agua hacia los pilares.



6. Siguiendo con la línea cúbica geométrica se replantea la forma y se toman nuevos puntos en la tela tensionando desde los pilares. Estos puntos generan aún más concavidad en la carpa, conformando varias pendientes. Se crea una viga central mediante un hilo que atraviesa en la diagonal, generando dos pendientes muy pronunciadas con respecto a la caída del agua. La diagonal respeta la proyección de las líneas que dibujan los talleres.



Pensamiento formal



La forma de la carpa aparece en respuesta a los distintos factores que afectan al lugar a construir (patio de los talleres de la Ciudad Abierta), y el tamaño corresponde al espacio que se quiere utilizar como un taller en común para ejercer faenas que requieren de un espacio mayor.

Los factores que afectan directamente a la carpa son aquellos que le pertenecen a lo natural: lluvia, viento, arena y soleamiento. Y en cuanto al lugar, éste es un espacio común entre tres talleres que se encuentran por este patio común, el cual se encuentra inutilizado. Entonces se trabajan todos estos factores en conjunto para llegar a una forma concreta en relación a la forma de la carpa.



A. De la forma general

Debido su ubicación en el espacio y nivel de superficie, la carpa tiene un diseño cóncavo, ajeno a la forma de los talleres, ya que se piensa como un a unidad discreta y correspondiente a los factores naturales que inciden en el lugar.

Además, la forma aparece en relación a cómo actúan las fuerzas de tensión en la tela misma, generando deformaciones proyectadas desde cada pilar.



B. Del espacio interior

En cuanto a forma cóncava de la carpa genera naturalmente una sección espacial que permite el movimiento o convección de las masas de aire. La disposición de aberturas y tamaño interior permiten lograr una ventilación que implica la consecuente circulación y renovación del aire.

A su vez, la ubicación espacial permite que la carpa se encuentre resguardada por los edificios perimetrales y por la superficie que se encuentra a un nivel más bajo que el del normal del nivel del lugar.





Nombre: Polycotton
50% algodón / 50% poliéster
100% impermeable
Color: crudo
Peso: 320 gr/m lineal
Resistencia: 15 kg/cm²
Posee: tratamiento UV, tratamiento antióxido

La impermeabilidad de la tela se aprovecha en este punto, pero cabe señalar que cada plano que se pudiera generar con la tela, es propenso a un acumulamiento del agua, y por consecuencia, se generaría una deformación y estancamiento de agua.



Por el tipo de tela, ya sea en su color crudo y en el porcentaje de algodón, es posible aprovechar la luz natural del día para la ambientación interior, economizando recursos energéticos. La envolvente se utiliza como filtro, y no como barrera.

C. De la luz

D. Del agua

Por la diagonal de la carpa atraviesa una pletina de fierro de 6 mt la que se encuentra soportada desde los dos pilares que se encuentran en cada extremo. Esta pletina genera una caída hacia cada lado de la carpa para que el agua que cae fluya por la pendiente. Del mismo modo, cada punto de agarre en la tela desde cada pilar se encuentran en niveles sucesivamente más bajos para que se genere la pendiente hacia los cuatro lados de la carpa.

E. Del viento

Las grandes cargas adicionales provocadas por el viento obligan a resolver un sistema estructural resistente. Este sistema es una relación entre masa construida y volumen espacial. Es decir, se concentran estructura y membrana, los dos componentes esenciales del sistema que define el espacio.

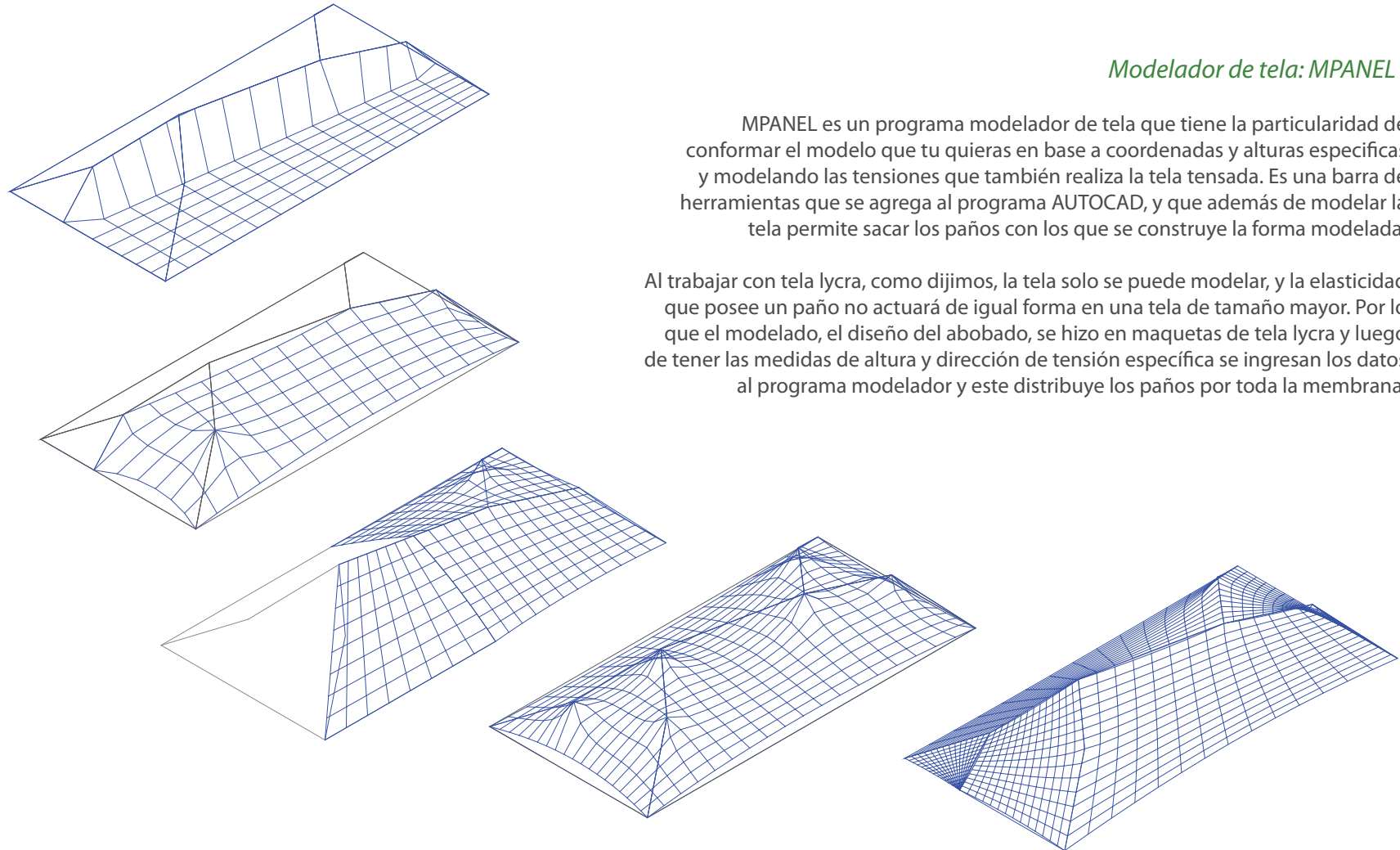
Para recibir la fuerza del viento, cada pilar posee dos tensores o vientos, los que ayudan a recibir la carga. Ésta se divide en cuatro momentos repartidos en los cuatro pilares no equitativamente, ya que cada pilar ejerce una fuerza distinta por la diferencia de los puntos de agarre en la tela.



Pensamiento Constructivo

A. Modelado

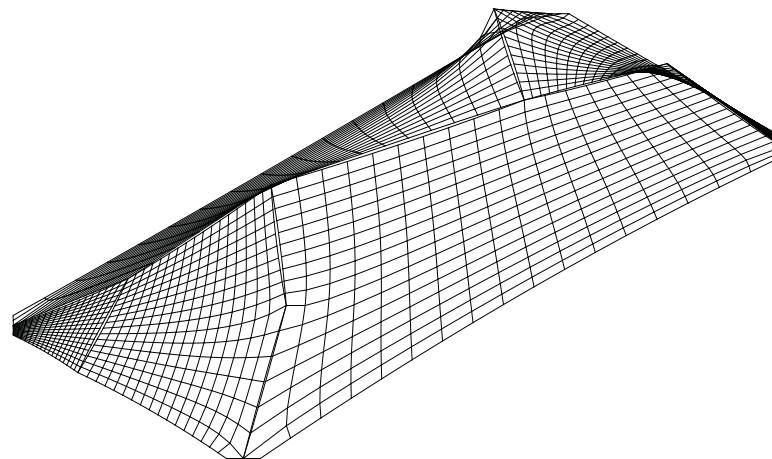
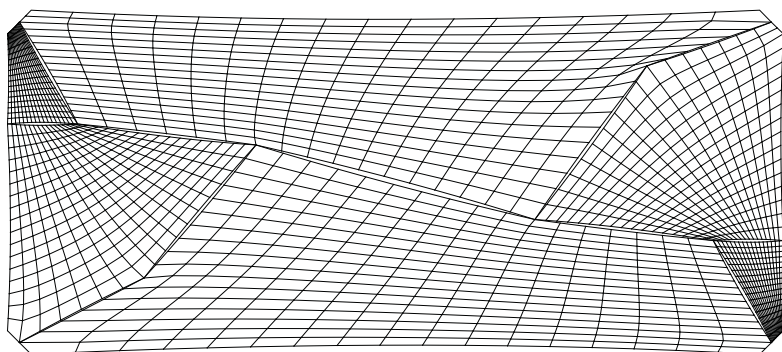
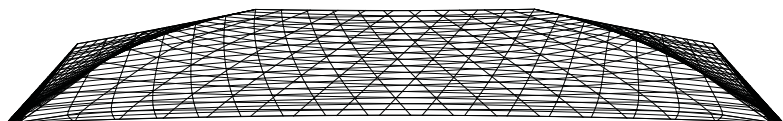
Para construir una membrana tensada con una tela rígida es necesario modelar la carpa previamente con una tela elástica para lograr la forma que se requiere mediante tensiones. Entonces, al tener la forma creada, se toman las medidas desde la maqueta y se dibujan estos puntos en un programa modelador. El programa usado fue el Mpanel.



Modelador de tela: MPANEL

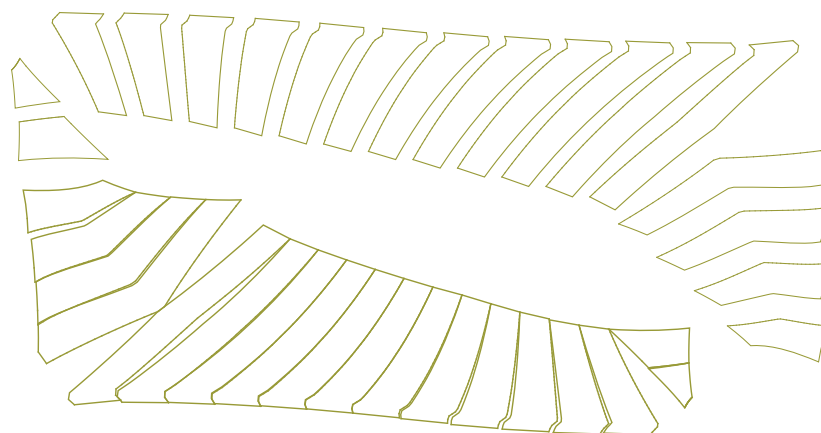
MPANEL es un programa modelador de tela que tiene la particularidad de conformar el modelo que tu quieras en base a coordenadas y alturas específicas y modelando las tensiones que también realiza la tela tensada. Es una barra de herramientas que se agrega al programa AUTOCAD, y que además de modelar la tela permite sacar los paños con los que se construye la forma modelada.

Al trabajar con tela lycra, como dijimos, la tela solo se puede modelar, y la elasticidad que posee un paño no actuará de igual forma en una tela de tamaño mayor. Por lo que el modelado, el diseño del abobado, se hizo en maquetas de tela lycra y luego de tener las medidas de altura y dirección de tensión específica se ingresan los datos al programa modelador y este distribuye los paños por toda la membrana.



Así se despliega la carpa en un plano, generado por secciones o paños a modo de matrices. Cada sección comprende una pestaña de traslape por todos los sentidos. Este traslape es de 1.5 cms, largo que se le deja para hacer una doble costura por entre todas las secciones y 2 cms para el contorno total de la carpa por donde pasa el cable de acero.

La carpa se subdividió en dos grandes sectores simétricos, determinados por la diagonal del eje central de la carpa y los puntos de agarre de los tensores superiores. A su vez, cada sector está dividido en tres partes, de esta manera, tomando en consideración las dimensiones en que viene la tela, fueron hechos los cortes.



B. Estructura soportante

a. Cimentación

Las cimentaciones son las bases que sirven de sustentación a la construcción; se calculan y proyectan teniendo en consideración varios factores tales como la composición y resistencia del terreno, las cargas propias de la estructura general y otras cargas que inciden, tales como el efecto del viento. Son las bases donde apoya la construcción y tienen la función de transmitir en forma repartida las cargas al terreno donde se asienta.

Las cimentaciones se dividen en 2 grupos: cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas. Se considera cimentación superficial cuando tienen entre 0,50 m. y 4 m. de profundidad, y cuando las tensiones admisibles de las diferentes capas del terreno que se hallan hasta esa cota permiten apoyar el edificio en forma directa sin provocar asentamientos excesivos de la estructura que puedan afectar la funcionalidad de esta.

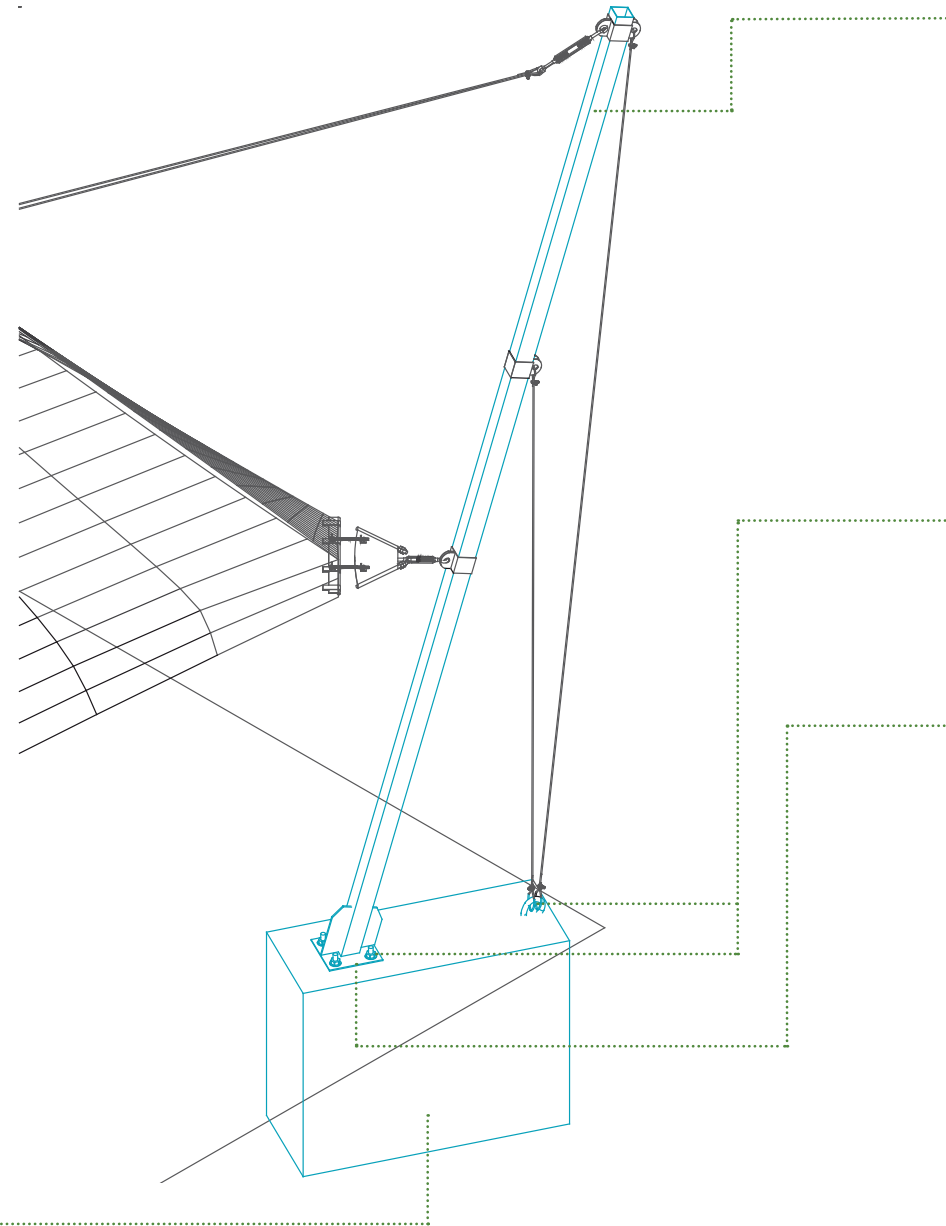
Existen varios tipos de Cimentaciones Superficiales:

- * Terreno Firme a Profundidad Asequible
- * Terreno Firme a Profundidad Media
- * Terreno Firme a Gran Profundidad

* Por las dimensiones del terreno y la carga de la misma estructura, la cimentación que construiremos es la de terreno firme a profundidad asequible.

Además se usa una zapata aislada. Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. Al utilizar pilares como elementos estructurales ocupamos este tipo de zapatas.

Hormigón H20
Dimensiones: 120cm alto
60cm ancho
150cm de largo



■ b. Pilar

Según la norma de calidad, existen 3 tipos de aceros estructurales en Chile. En nuestro caso, el utilizado es perfil A24 – 27. Estos nos dan unas características de esfuerzo específicas.

Las medidas de nuestro perfil (100x100x3) nos dan el área y el I. Estas medidas están dadas por el manual de aceros Cintac.

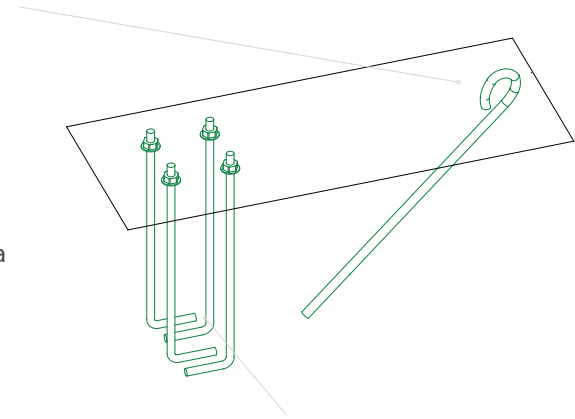
■ d. Placa de anclaje

La flange o placa de acero es colocada entre un soporte (zapata) y el elemento constructivo que recibe el esfuerzo (pilar), para reducir las tensiones sobre este elemento y realizar un empotramiento efectivo mediante rigidizadores u otros elementos. La placa utilizada es de 5mm de espesor y las medidas son de 30x30cm. Esta medida esta sacada por un ingeniero y va de acuerdo a las dimensiones del pilar (100x100x3).

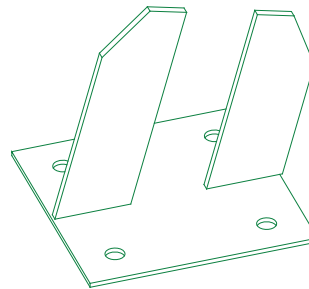
La placa va soldada a la base del pilar de acero. Esto amplía el área de apoyo y así se reparte la fuerza de forma más homogénea en el hormigón. Además, entre la placa base y el pilar, van soldadas unas placas en forma perpendicular a ambas, llamadas atiesadoras, que le dan rigidez a la unión pilar-placa base. Cuando el pilar recibe una carga mayor al pandeo, esta carga es traspasada al atiesador, que contiene la carga y evita el pandeo.

■ c. Pernos de anclaje y anclaje de vientos

Pieza de sujeción de vientos. Es una barra de acero corrugado que tiene una se las esquinas doblada y el resto del cuerpo recto embutido en el hormigón. Esta pieza tiene la función de sostener los vientos que se extienden desde el pilar al suelo, para contrarrestar la flexión de pilar que le da la carga de la tela con el paso del tiempo. Esta pieza se embute de forma diagonal a la zapata para que la fuerza contraria sea mayor.



Los Pernos de anclaje son utilizados para unir los elementos metálicos al hormigón, es decir, la placa base y el pilar, con la zapata. Una de las formas de unión es mediante soldaduras a la chapa base, con preparación previa de los bordes mediante avellanado de los taladros. Otra forma es que la unión de la placa con la zapata se realice mediante pernos de anclaje embebidos, los cuales inmobilizarán el pilar ante posibles tracciones. Se opta por esta opción ya que la unión soldada no permitiría cambiar el pilar de acero ante una posible corrosión a futuro.

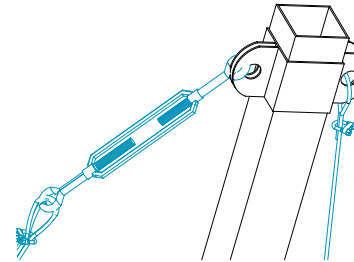


C. Elementos de sujeción

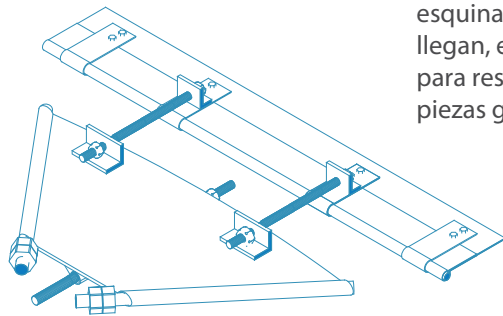
Estas son las piezas encargadas de vincular y sostener de manera eficiente las partes de la carpa. Cada pieza esta estimada para soportar una cantidad determinada de carga dependiendo el punto donde se encuentre ubicada. De esta manera los elementos fundamentales son; tensores, cables de acero, bridas, pieza angular, abrazadera de fierro. Todas las piezas son galvanizados para evitar los efectos de la corrosión.

a. Tensor

Los tensores son las piezas encargadas de unir elementos a los cuales se les debe regular la tensión, en este caso cables de acero que generan la forma de la carpa y los cables de acero de los vientos. Con los tensores se puede regular de manera eficiente la tensión lo que permite establecer la tensión total de los cables en conjunto cuando la membrana sea montada. Los tensores a utilizar son galvanizados y resisten una carga de 2340 kg.



b. Vínculo esquinas



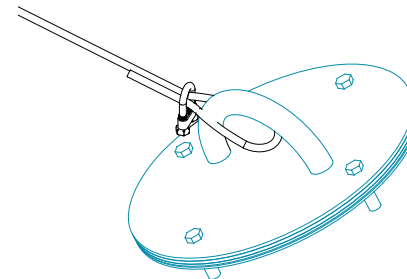
Estas piezas se fijan en los cuatro pilares de la membrana a dos metros y medio de altura. Una esquina es por definición el resultado de la sumatoria de los esfuerzos de los bordes que le llegan, en este caso, la pretensión se aplica a través de barras roscadas. Esta pieza esta pensada para resistir cargas no mayores a 1250 kg. Todos los elementos metálicos de la esquina son piezas galvanizadas y pintadas para la protección a la corrosión.

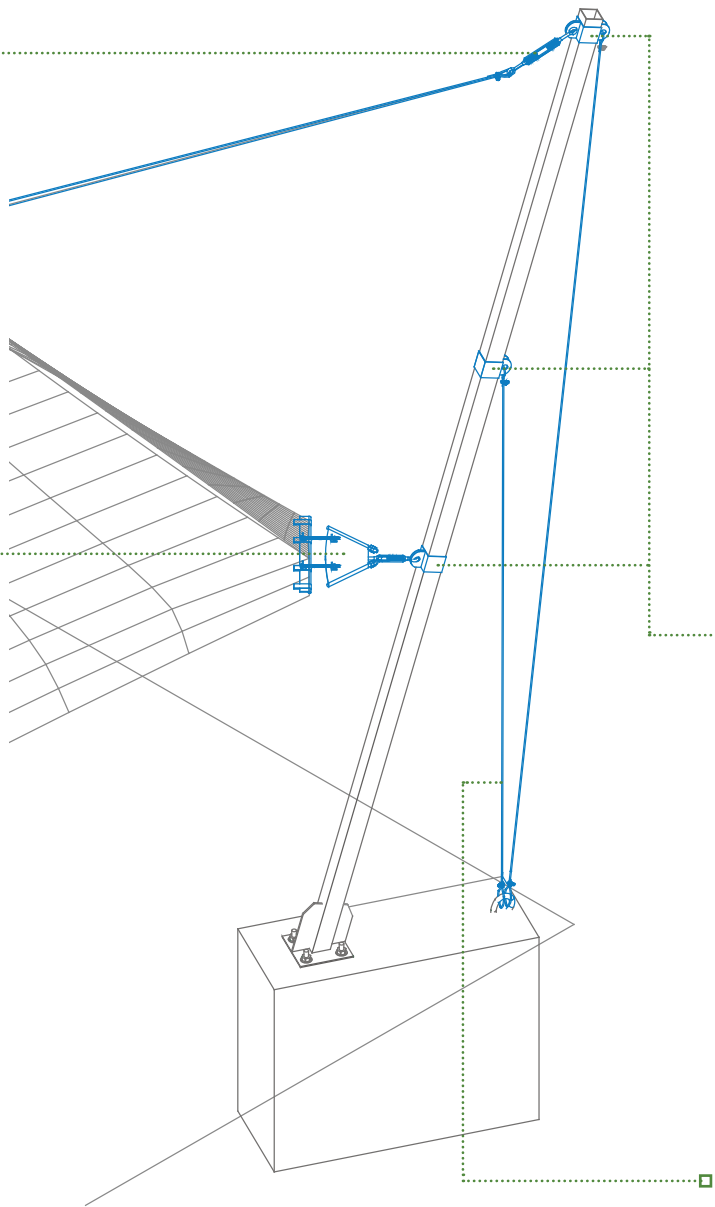
Mecanismo de tensión: El borde de la tela se conecta a través de unas planchas en "L" y de barra roscada con un mecanismo de tuerca y contratuerca. Este sistema de pretensión llega a una plancha metálica que también recibe en sus extremos por medio de unos fierros a los cables que hacen de borde a la tela, los cuales rematan en unas tuercas para fijarlos a los fierros.

c. Punto alto atirantado

Formado por un aro rígido metálico por la parte exterior de la membrana y otro en la parte interior. En estos puntos la membrana debe ser reforzada para evitar rasgaduras. Se dejan hojetillos en la membrana por donde pasaran tuercas para unir ambas partes de la pieza. La pieza debe llevar en la parte interior gomas de resistencia.

Esta pieza es la encargada de generar los puntos altos de la membrana. Esta pieza se vincula a la estructura por medio de un cable de acero. este regula su tensión mediante el tensor.



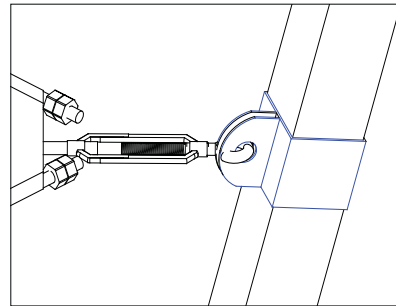


d. Abrazadera de metal

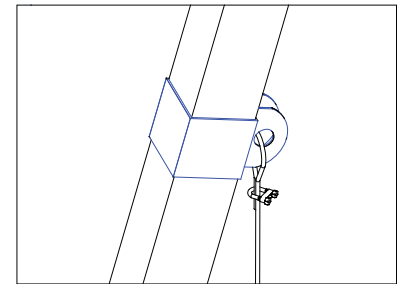
Piezas fundamentales dentro del sistema de sujeción ya que por un lado son las encargadas de fijar la membrana a la estructura soportante (pilares), y por otra parte fijan el pilar a los vientos traseros.

Estas piezas tienen la posibilidad de variar su ubicación dentro del pilar, ya que son regulables a través de pernos laterales, otorgando así mayores posibilidades de modificación en el momento del montaje. Estas piezas aunque cuentan con el mismo principio se distinguen entre si de acuerdo a su función.

Pieza que fija la membrana desde las esquinas recibiendo todas en conjunto la mitad de la carga total de la membrana.



Pieza que fija los vientos al pilar. Se ubica de acuerdo al cálculo estructural contrarrestando la carga del total de la membrana con un viento de 100 km/hr.



e. Cables de acero

Son estructuras especialmente apropiadas para cubiertas de grandes luces con materiales livianos donde el elemento estructural esencial es el cable y el esfuerzo fundamental es el de tracción. Los cables son estructuras sin rigidez a la flexión debido a la pequeña sección transversal en relación a su longitud, por lo que la carga se transforma en tracción y hace que el cable cambie su forma según la carga que se le aplique.

Los cables a usar en esta estructura son de 1/4 de pulgada, estos son la unidad principal en la membrana ya que deben soportar todas las cargas de la membrana.



Proyecto membranas Campus Curauma (PUCV)

Concepción general

Las membranas tensadas son estructuras ligeras compuestas por una membrana textil vinculada a una estructura de anclaje, que permiten desarrollar soluciones creativas para resolver necesidades de espacios de cualidades no convencionales. Cuando el objetivo de un diseño está enfocado a la protección contra la lluvia y los rayos solares se propone conformar sistemas livianos y flexibles en su geometría para adaptarse a las condiciones más convenientes.

Se hace el encargo de diseñar unas membranas de tipo permanentes para áreas verdes de las nuevas facultades en el campus Curauma de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. El planteamiento que se hace es que estas membranas sirvan como sombra en el momento de un descanso entre clases. El espacio de áreas verdes dispuesto consta de 1800 mt².

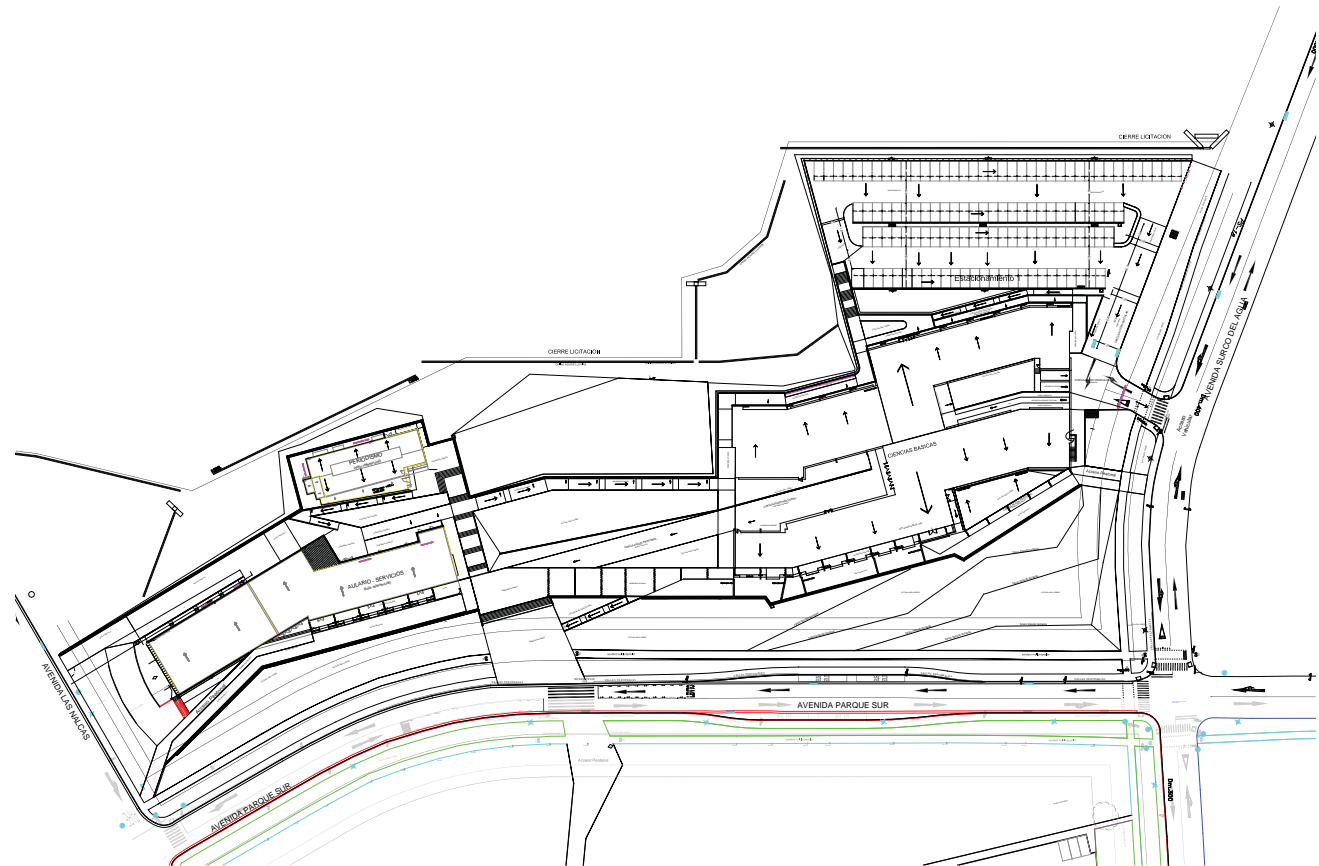
El concepto general es conformar un espacio de descanso, un espacio habitable y grato a partir de la estructura ligera compuesta por una membrana textil pretensada. Como objetivos específicos se plantea la generación de una sombra, donde la luz se obstaculiza permitiendo el habitar grato del espacio; Control de la luz y la temperatura ambiente, luz templada; Conformación de espacios de descanso, relajación, distensión, dados por la limitación del espacio físico que crean las membranas; Conformación de un lugar de encuentro o reunión de personas.

Antecedentes

A. Situación espacial

El lugar de emplazamiento de estos toldos se encuentra en Curauma, en las nuevas dependencias de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, el ubicación es el patio central del Campus, que se encuentra rodeado por áreas verdes y paseos peatonales.

El lugar de emplazamiento presenta una pendiente considerable de 8 grados aproximadamente. Este sector se encuentra enfrente al Noreste recibiendo de lleno todo el sol del amanecer y el atardecer que los edificios no cubren.



◦ B. Clima

El clima mediterráneo interior es más seco, con precipitaciones de unos 250 mm anuales. Y la complejidad del relieve modifica las características climáticas introduciendo múltiples variantes locales. Una de ellas es el clima semiárido, al norte del Aconcagua. Este es una prolongación hacia el sur del clima del Norte Chico.

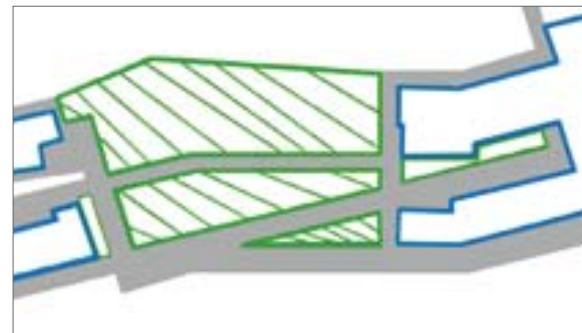
Vientos: El régimen de los vientos en la costa, en invierno durante los temporales de baja presión el viento viene desde NW y desde octubre a abril predominan los vientos SW. Hay días, muy escasos y generalmente en el mes de noviembre y diciembre, en que no hay viento.



◦ C. Distribución de espacios

El lugar destinado al desarrollo de los toldos se encuentra situado entre los edificios educativos, con accesos desde ambos lados. Tales accesos son de cemento, son caminos que atraviesan desde los edificios para llegar a los del otro lado. En la parte inferior del espacio de toldos existen áreas verdes. El sector de uso es completamente central será el sector de convergencia estudiantil desde los edificios en momentos de descanso y reunión.

Dentro del campo han de existir dos sectores fundamentales; el espacio para el desarrollo de la actividad académica y espacios para el esparcimiento, actividades de tipo recreativas, culturales y de encuentro masivo. Es en estos espacios en los cuales se quiere desarrollar esta propuesta.



- Edificación construida
- ▨ Futuras áreas verdes
- Senderos cementados



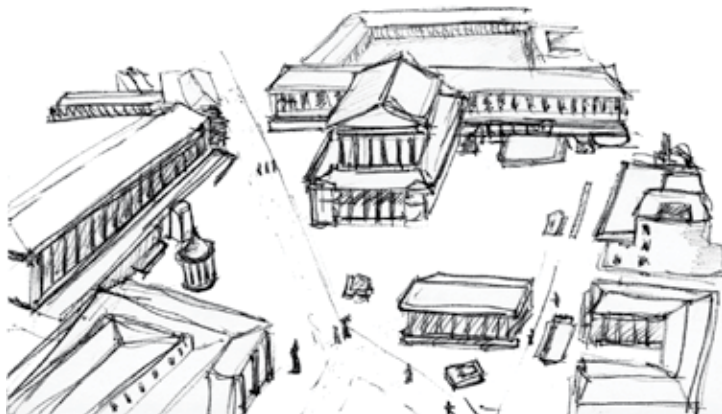
Estudio general

A. Conformación de un ágora

La conformación de los distintos espacios se construye a través de singulares características que van otorgando una identidad. Vale decir cada espacio se constituye por un sin número de cosas de acuerdo a su situación y acontecer. Es por esto que se ha de tener en cuenta la ubicación de esta obra y a quienes esta destinada para poder comprender el uso cotidiano de esta. Constituir el espacio común para un grupo de personas pertenecientes a distintas áreas de estudio del conocimiento pero que al mismo tiempo son parte del mismo establecimiento. Por lo que se constituye un espacio independiente pero al mismo tiempo común ubicado en el centro de los edificios educacionales, todos los caminos convergen a este espacio común. Se quiere desarrollar un espacio que permita el esparcimiento dentro de las actividades cotidianas del estudiante, que permita el encuentro, el juego, el descanso, etc.

En Grecia es fundamental la creación de la plaza, los caminos de la ciudad deben conducir a esta, hacia lo público. La tradición del ágora que propone un aire diáfano para la reunión de los hombres.

“donde los ciudadanos sin armas son conducidos hacia la plaza, es decir hacia lo público.” “Es la antigua tradición del ágora, que propone un aire diáfano para la reunión de los hombres. Un aire diáfano es aquel donde estar al sol o a la sombra representa suertes iguales y esto no es otra cosa que el propósito de toda fundación; la plaza es la intersección entre el lugar y los hombres.”



ÁGORA: gran espacio abierto, plaza mayor de las ciudades griegas, normalmente porticado rodeada por edificios públicos y privados. Servía de lugar de mercado, de reunión y de celebración, donde se congregaban los ciudadanos. Centro neurálgico de la vida ciudadana. Una de la más interesante la de Atenas, allí se encontraban los templos de Hefestos, Zeus y Apolo, el palacio de justicia, entre otros.

La levedad del simple estar en descanso, sin la premura del actuar, sin la obligación del permanecer, se esta porque se quiere estar. El acontecer en patios de facultades universitarias permite comprender el movimiento estudiantil a dos tiempos:

a. modo de paso

Se recorre el espacio sin detención en un ir y venir que no permite una estadía, sino que es el paso continuo que no da cabida a la detención.

b. permanencia

La permanencia que se observa es grupal o individual, los cuerpos se acoplan a distintas superficies que permitan el apoyo breve o más prolongado. Se constituye como un espacio libre de estreñimientos, que permita el estar en plenitud ya que dentro de todos los compromisos que el estudiante puede tener, este espacio es solo para estar.

Se traspasa esta levedad en cuanto a la forma, no se buscan complejizaciones materiales, ni el destacar por sobre el entorno sólo la construcción de espacios de sombra en la simpleza, concibiéndose de manera armoniosa con el entorno, del permanecer.

En el avistar de la obra a lo lejos desde una distancia que permita su contemplar en su totalidad se puede ver las líneas que la constituyen elevándose hacia lo más alto, hacia la pendiente con una esbeltez particular que deja entrever su acontecer. Con las membranas se deja el espacio existente intacto, no se interfiere nada, es un complemento a lo existente, dejando que todo el entorno mantenga su presencia.

La membrana se constituye en la mayor levedad posible ocultando en sus rasgos el distingio de su forma.



"En América lo enorme -lo que no tiene norma- está en todo el paisaje; en montañas, ríos, lagos, selvas. Y para habitar en esa vastedad se requiere de la levedad. Algo de esta levedad es incorporada en las ciudades americanas cuando, al menos, los españoles describen maravillados -por ejemplo- las habitaciones que algunos grupos indígenas construían sobre los árboles en el amazonas."

La palabra del rey y la levedad

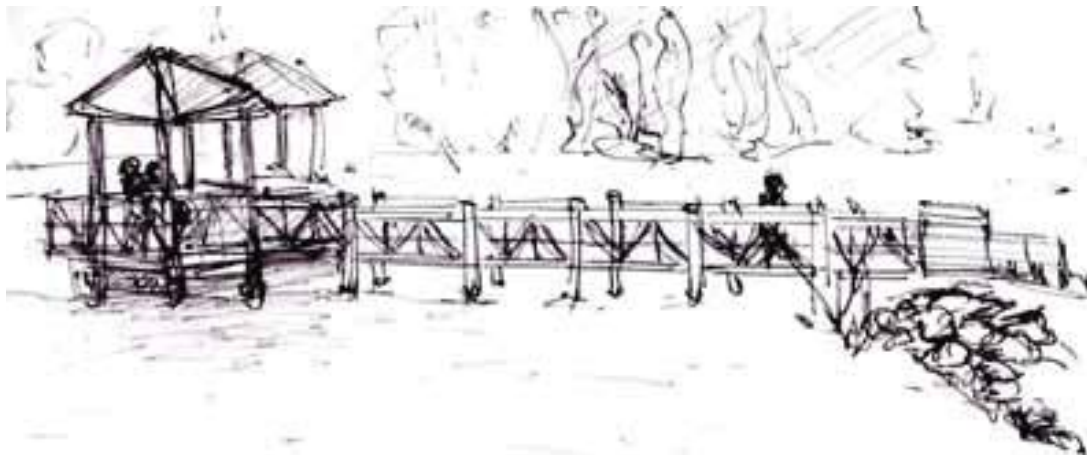
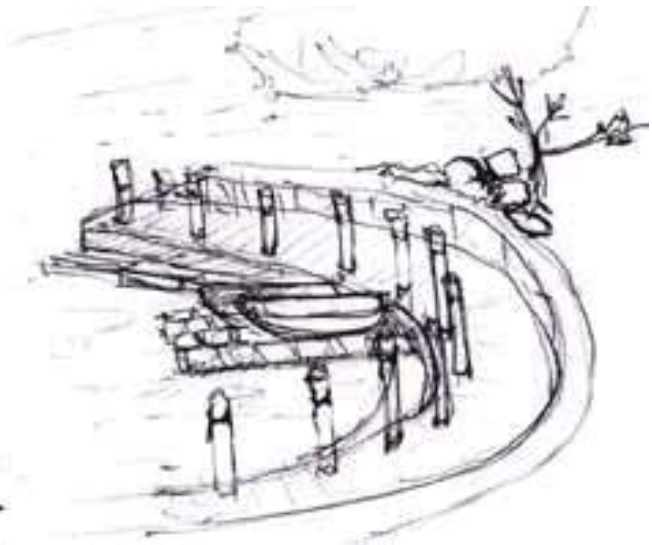
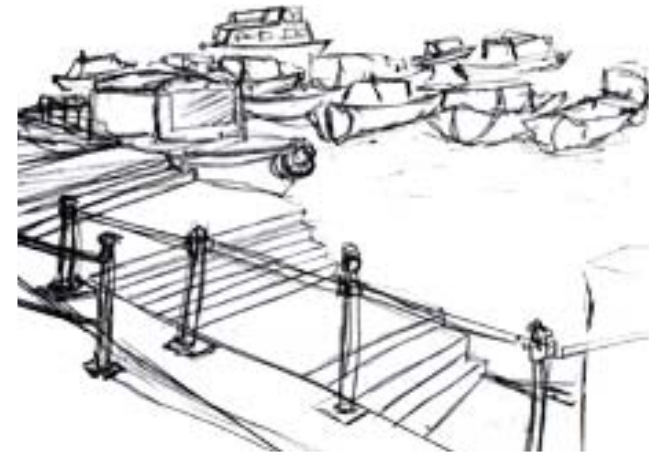
C. De la particularidad

Concretamente se busca conformar espacios de descanso y distensión dentro del entorno estructurado del estudio y la universidad. Por lo que la meta primera se centró en estudiar el descanso, encontrar el qué es lo que tiende a provocar la sensación de relajación del cuerpo, en qué tipo de actos el cuerpo busca lo placido y reposado.

Muelle o embarcadero: se define como obra construida en la orilla del mar, de un lago o río navegable para facilitar el embarque o desembarque y, a veces, para abrigo de las embarcaciones.

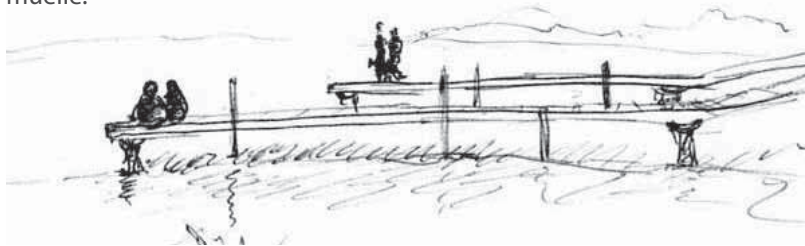
a. del relajado abordado

Tomando esta definición como base, el muelle lo consideramos como un acercamiento más inmediato de la persona al mar, al borde. La persona tiende a volverse al mar o al estar en el mar por sobre el mar con el embarcadero. Es el enlace persona-mar. Específicamente en uno de los lugares observado (borde costero Viña-Valparaíso), el muelle o embarcadero constituye un enlace o una delimitación entre lo concreto y estructurado de la ciudad urbana y lo ambiguo y apacible del mar. Se relaciona el abordado con el acercamiento o búsqueda de lo calmo, lo reposado. El paso del transeúnte en el borde se vuelve más lento, la mirada y la posición del cuerpo tiende a extenderse al horizonte. El cuerpo busca un estado de calma que tiende a asemejarse al mar cuando caminamos en la costa. Conferimos que el abordado tiende al relajado.



b. el cuerpo abordado

En cuanto al estar en el muelle, relación persona-muelle, el cuerpo que busca el relajo se aploma más sobre si mismo, el descanso conlleva a una desconstrucción de los músculos, el cuerpo tiende a caer y el muelle o embarcadero se transforma en el apoyo del cuerpo en relajo, del cuerpo en descanso. Cuando una persona se sienta o se extiende sobre un muelle, el cuerpo tiene la sensación de ser sostenido o de ser elevado. La sensación de descanso tiende a posicionar el cuerpo apesado sobre si mismo, dirigido por la gravedad, pero sostenido por el muelle.



c. del trazo luminoso

Las embarcaciones atracadas también se abordan entre el mar y lo urbano. Los veleros, como lo observamos, se estructura de varios elementos netos y sutiles (mástil, tensores, tela). Cuando los veleros se atracan en conjunto, estos elementos se sobreponen entre sí, conformando una trama o un trazado luminoso que quiebra el plano neto del mar y el cielo.



d. forma general

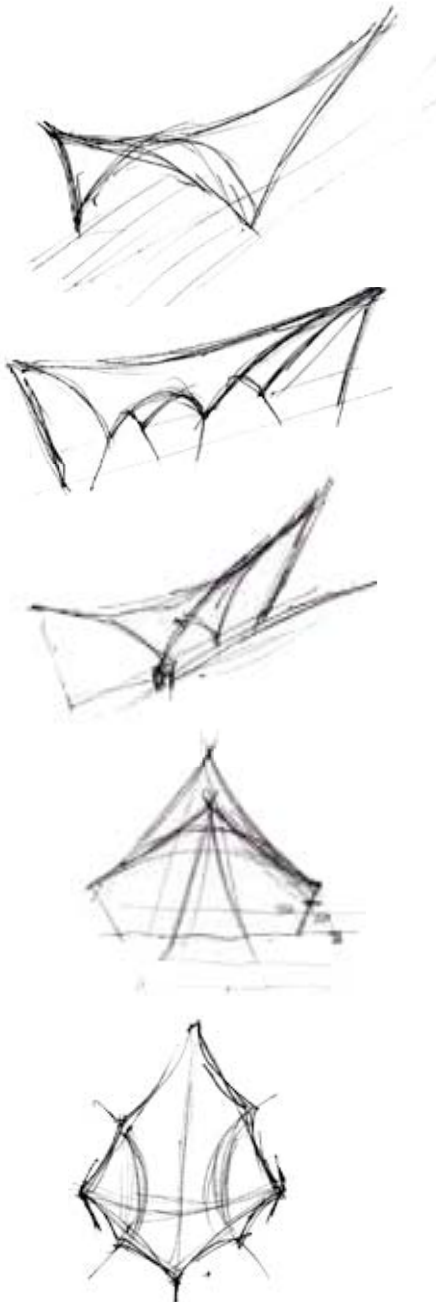
El borde costero y los embarcaderos además de recibir al transeúnte en relajo, recibe a las embarcaciones. Se estudian los barcos de vela (veleros y yates) por compartir características textiles con las carpas tensadas a realizar. Estructuralmente las velas de los veleros se conforman mediante cables tensados y tensores.

La extensión de las telas neces aria para la vela, requiere además de un mástil central que sostenga la estructura textil por lo que actúa a modo de pilar. Formalmente, los veleros y las embarcaciones en general, requieren que la forma delantera que se enfrenta al mar, vaya cortando el agua para una mayor rapidez. Por aerodinámica los barcos toman una forma de almendra, angosta en las esquinas y ancha en la parte central.



Desarrollo de propuesta

A. Geometría general

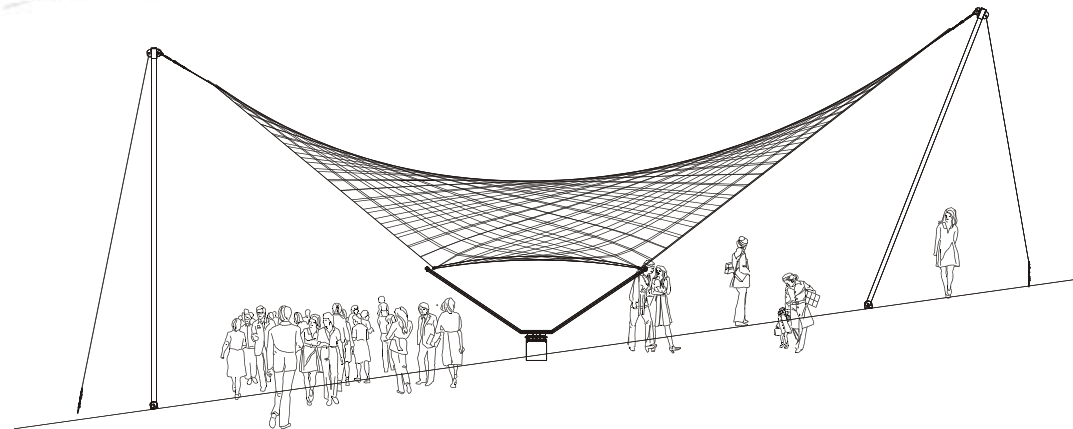


En cuanto a su relación con el entorno se toman como coordenadas iniciales el que la membrana se encuentre ubicada entre distintas edificaciones apareciendo las líneas principales. La esbeltez se toma como un valor fundamental en la forma, ya que no se quiere proponer elementos invasivos que cobren protagonismo en el espacio, sino que recojan valores comunes con el lugar para conformarse como un todo. De esta manera se trabajó con trazos simples en los pilares que solo demarquen un borde, el borde del espacio constituido por las membranas a través de la verticalidad que llega a transgredir las formas curvas horizontales. Porque es en las líneas más esenciales o elementales en las que queda revelada la levedad de la forma.

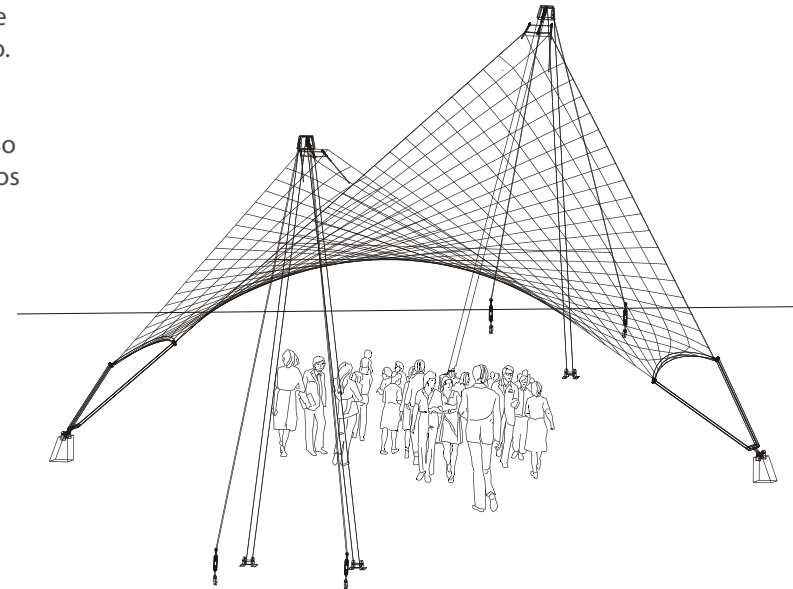
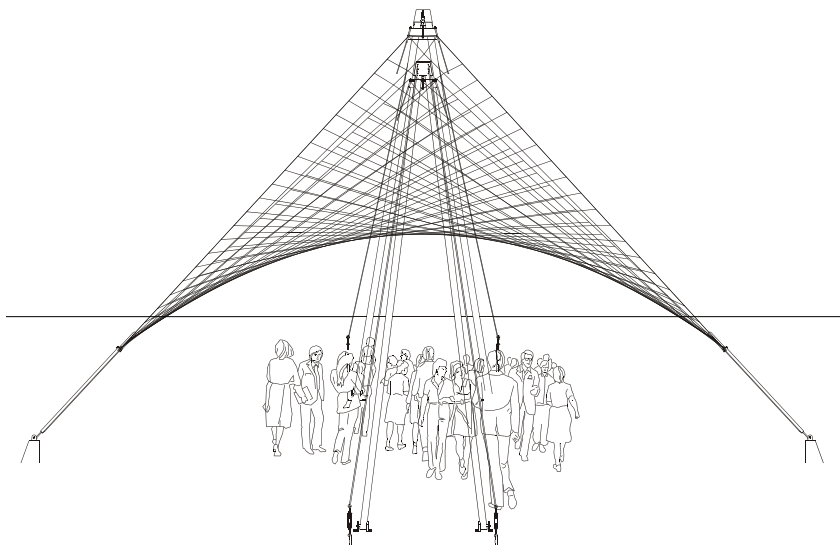


Primero la necesidad dar cuenta intencionada de la inclinación que tiene el terreno donde se emplazan las carpas. Los pilares de los vértices de más arriba son más largos que los inferiores, creando mayor diferencia de alturas y evidenciando la inclinación.

Y segundo, alcanzar el mayor espacio posible de terreno a cubrir estirando las puntas a modo de escorpión. Esto se logra alargando las puntas de los vértices más elevados, extendiendo la forma de la tela y cubriendo más espacio de luz.



La forma básica sobre la que se trabaja la forma de la carpa es la membrana de doble curvatura. Esta membrana es generada por el desplazamiento de una parábola sobre una hipérbola. La tensión de las fuerzas se ejerce sobre 2 sentidos. Un ejemplo de la generación de esta forma sería: sobre una base cuadrada donde se levantan dos vértices en forma vertical generando un polígono fuera del plano. Así se genera una superficie de doble curvatura pero generada por rectas. Esta forma tiene varias ventajas como su alto valor estético, reducción de los tiempos de armado, cantidades de material y su escasa intervención del terreno. En el caso específico de las carpas de Curauma, la forma geométrica esta dada por 2 aspectos principales:

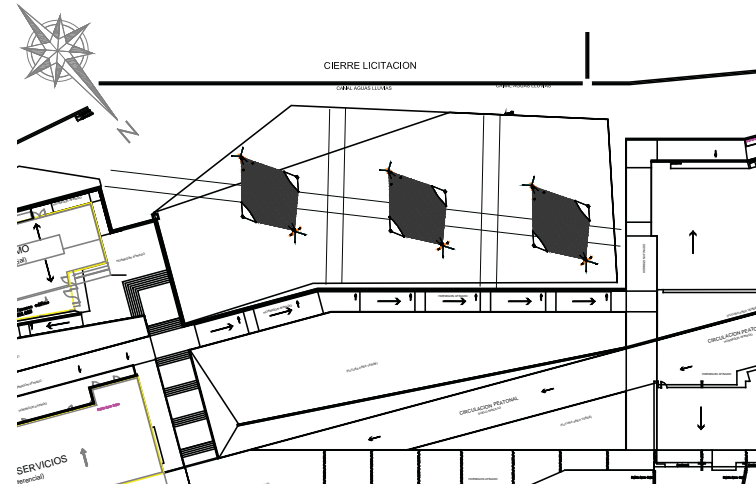


Al trabajar con membranas flexibles con una sola generatriz curva, esta tiende a deformarse con cada variación del sistema de cargas. Es por esto, teniendo en cuenta que se trata de una estructura de tipo permanente, que se decide utilizar como sistema estabilizador la doble curvatura opuesto y tensar sus bordes para que cada punto quede tensado en dos direcciones y por consecuencia en una posición rígida.

Por lo que para generar la curva inicial se trabaja con mástiles que construyen la altura inicial, y para la contra curva piezas laterales a cierta altura que además permiten regular la altura y tensión de la membrana.

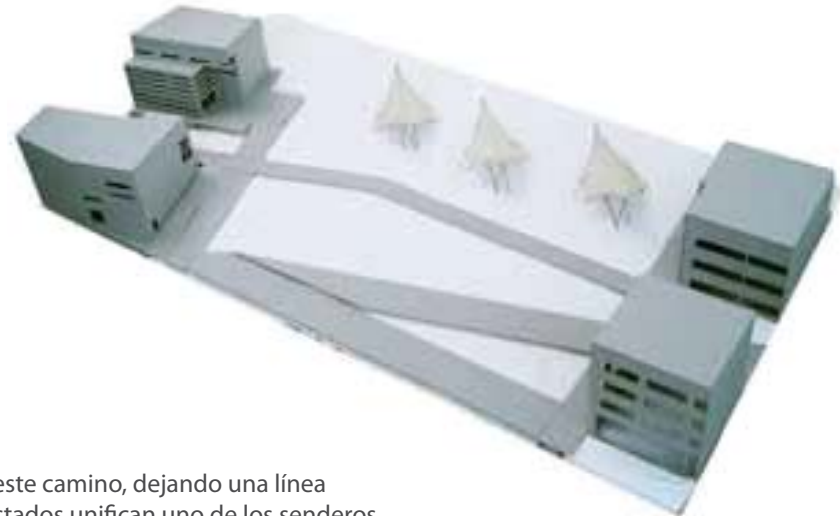
B. Distanciamiento y diagonalidad

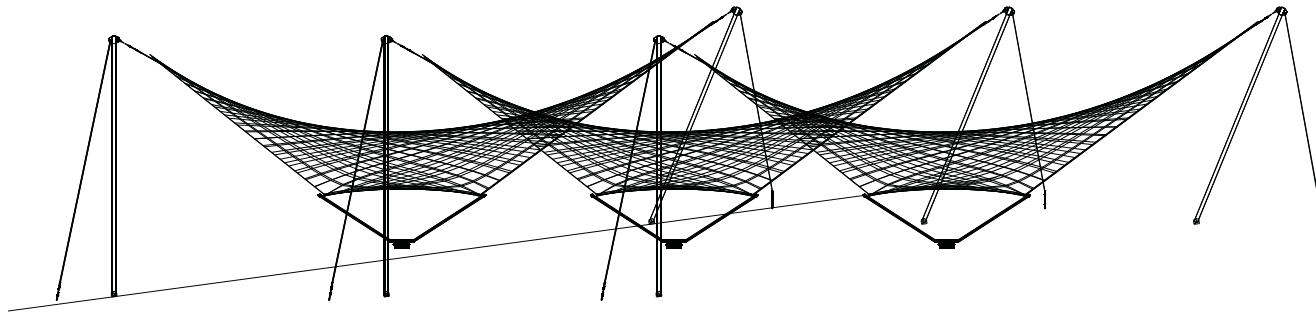
El sentido en que se direccionan los toldos tiene que ver directamente con la luz solar que afecta el lugar. La punta superior de los toldos apunta hacia el sur, dejando la mayor extensión de la carpa hacia el este y el oeste. Este espacio del terreno recibe la mayor cantidad de luz solar en la mañana, o sea de este a oeste. La posición del toldo busca cubrir la mayor cantidad de espacio sombra en la hora de mayor calor. Además de la cobertura de la sombra, la carpa busca apegarse al terreno, por lo que se sigue la inclinación de este dentro de la diagonalidad.



Para el tránsito de las personas entre y alrededor de los toldos, se proyectan 3 caminos. El primero en base a los senderos ya establecidos en el campus que tiende a seguir la diagonalidad del camino opuesto, efecto espejo. Este sendero pasa por debajo de los 3 toldos, unificando el tránsito entre ellos.

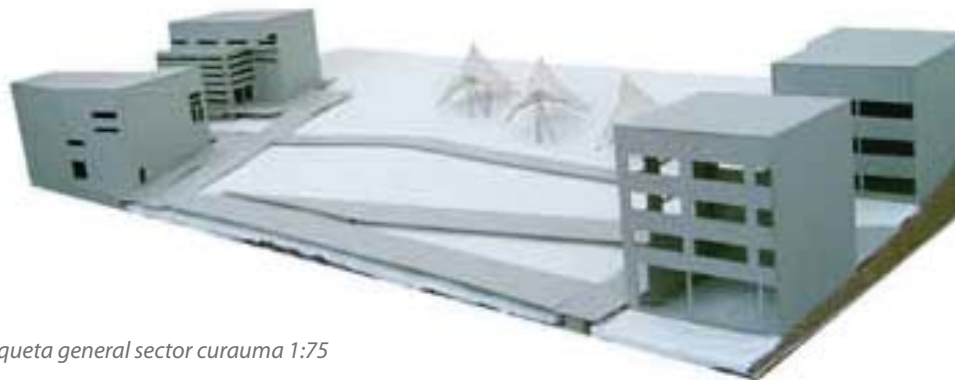
La posición de los toldos también está regida por este camino, dejando una línea recta entre sus centros. Los otros 2 caminos proyectados unifican uno de los senderos principales ya establecidos con la parte superior del campus por entremedio de los toldos. Estos caminos generan además la posibilidad de entrada por cualquier punto de los toldos.





Este juego luminoso que se intersecta con el cielo ocurre a modo de velero abordado. Los veleros atracados se sitúan uno al lado del otro generando trazos luminosos entre ellos y el mar. Esta observación tiende al abordado y a la sensación de relajación que se quiere producir en el espacio habitar de Curauma.

El espacio general del entorno habitable, hace necesario el emplazamiento de 3 toldos en el espacio total del terreno a cubrir. La separación entre cada toldo es aproximadamente de 5 mts. dejando el espacio libre suficiente para el paso del transeúnte entre ellos. Esta distancia produce un juego de traslape entre los toldos que genera una trama luminosa a medida que se van recorriendo los senderos ya cementados. Este traslape se distingue al comenzar los senderos desde un edificio a otro y va desvaneciendo mientras más se centra la persona en el terreno generando que los toldos logren verse íntegros por sí solos.



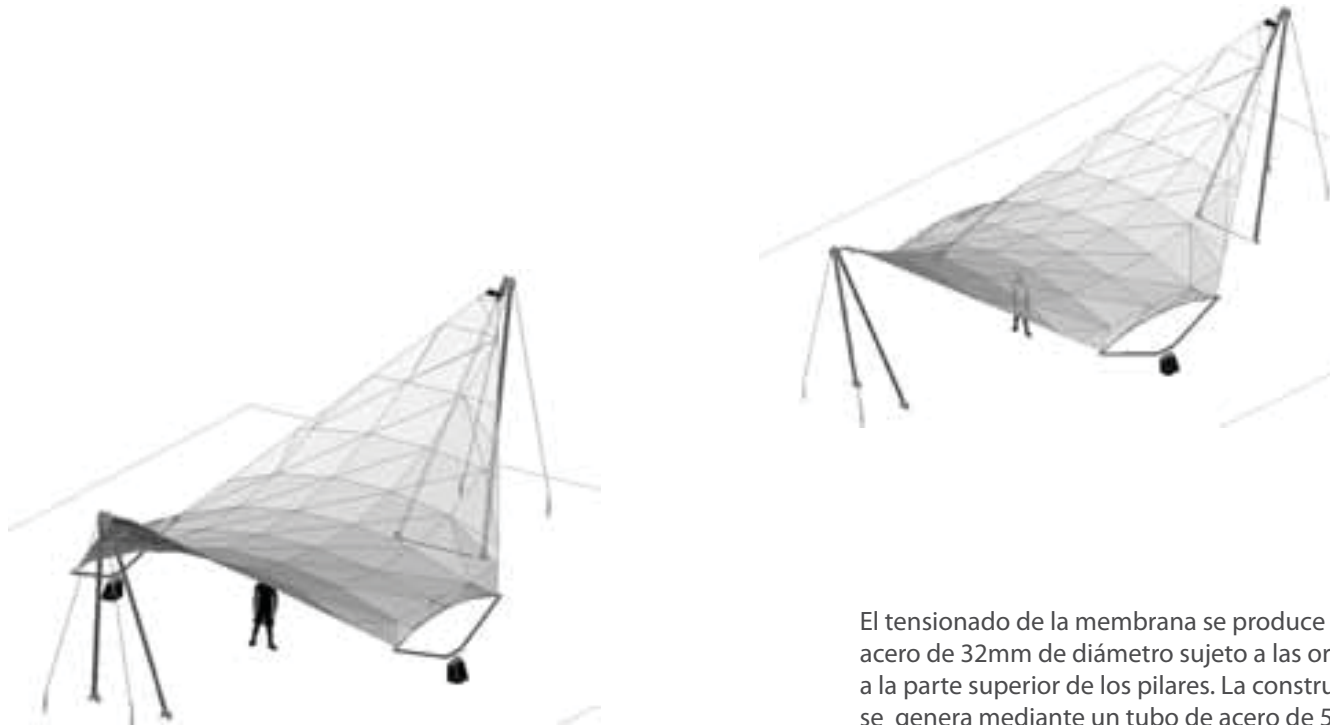
Maqueta general sector curauma 1:75

C. Aspecto lumínico de la envolvente

La translucidez de la tela es una cualidad característica de los sistemas de membranas, y proporciona grandes ventajas estéticas y económicas. La membrana textil que llamamos "envolvente" se utiliza como filtro y no como barrera, pudiendo regular su "permeabilidad" a los agentes externos. En el caso puntual de los toldos de Curauma, el agente principal a contrarrestar es la luz directa de los rayos solares.



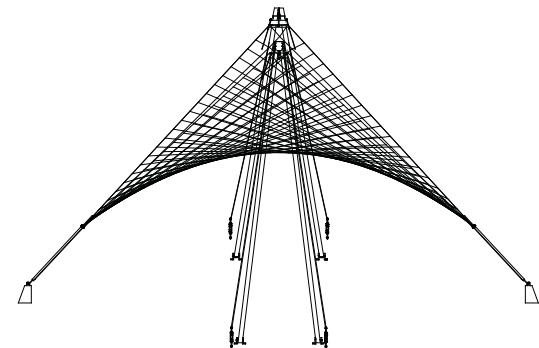
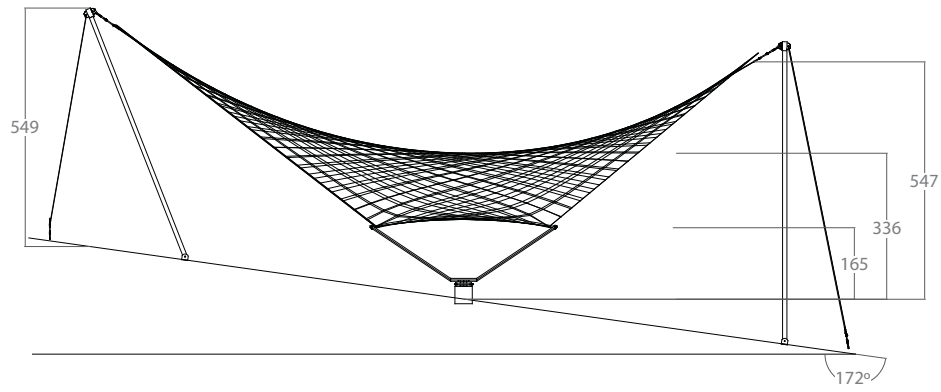
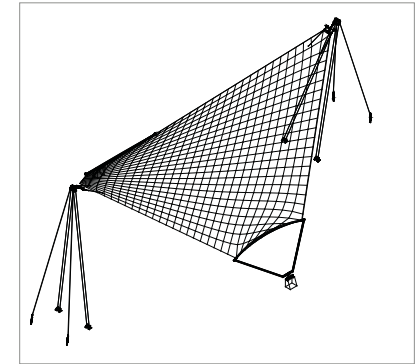
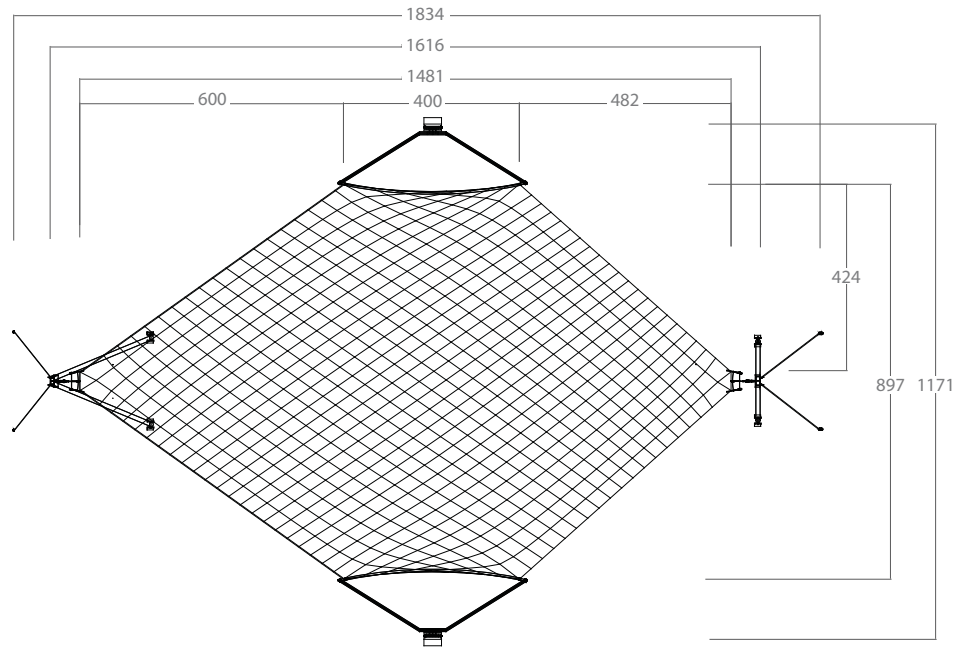
El pabellón cubre un área aprox. de 12 x 9m de extensión. La membrana de la cubierta se apoya en cuatro mástiles de acero, dos de estos tienen 7m de alto y los otros dos 6m, esta diferencia se debe a la pendiente de 8 grados del suelo. Esta suspendida por cables periféricos fijados en los bordes de la membrana, estos cables llevan las cargas desde la cubierta a los puntos nodales (esquinas) donde se encuentran con los pilares y los cables menores. La esquina se conforma de una placa de acero de 32mm de espesor en forma de trapecio donde convergen los cables de borde de la membrana y las corres de borde encargadas de que la tela no se devuelva. La placa de acero se conecta a los pilares mediante dos piezas que permiten movimiento de la membrana en sentido vertical y horizontal.



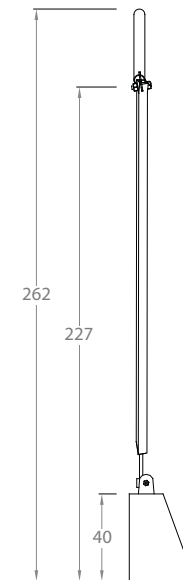
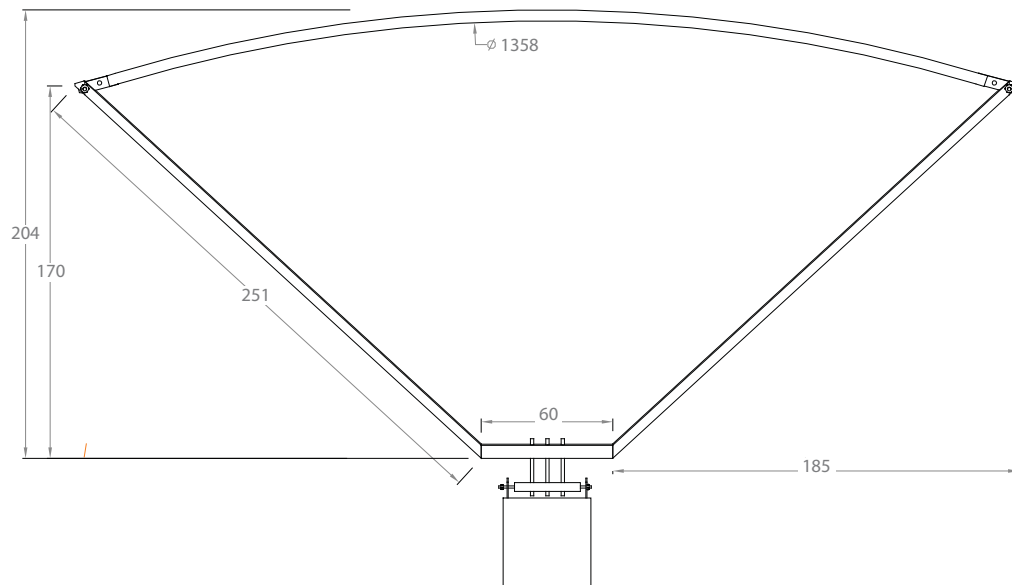
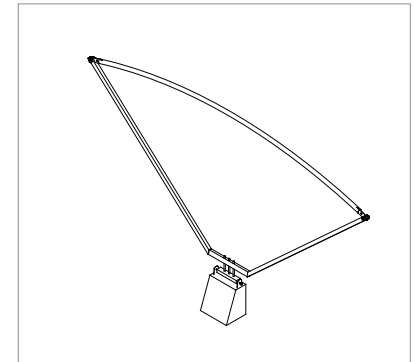
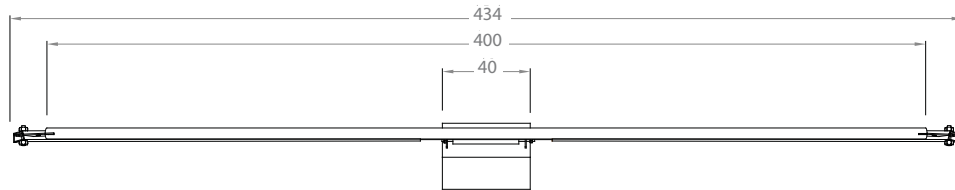
El tensionado de la membrana se produce mediante al cable de acero de 32mm de diámetro sujeto a las orejas metálicas soldadas a la parte superior de los pilares. La construcción de la contra curva se genera mediante un tubo de acero de 50mm de diámetro y 3mm de espesor, que va en los bordes de la membrana a este se fija una pieza de acero de perfil cuadrado de 70mm x 3mm de espesor. Esta pieza se asienta en otro segmento que se encuentra fundado en el suelo con una zapata, este permite la regulación de la tensión mediante hilos y tuercas. Se ha pensado en piezas de acero porque una de las condiciones del encargo era que las piezas fueran resistentes y duraderas, que no se vieran expuestas a problemas de bandidaje. El detalle de esta explicación se muestra en la planimetría.

Planimetrias

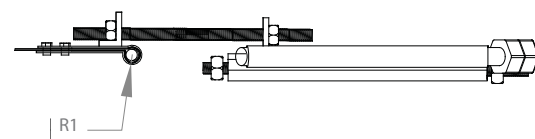
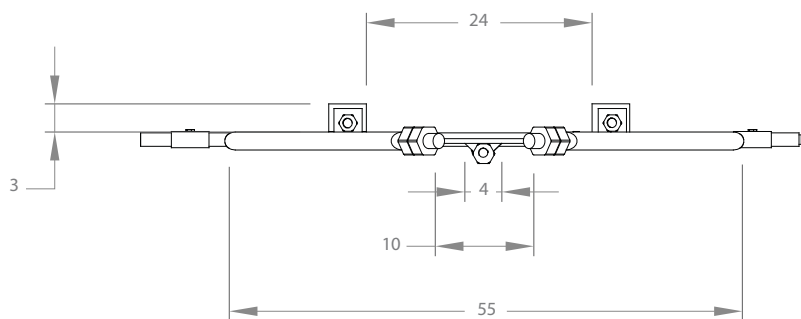
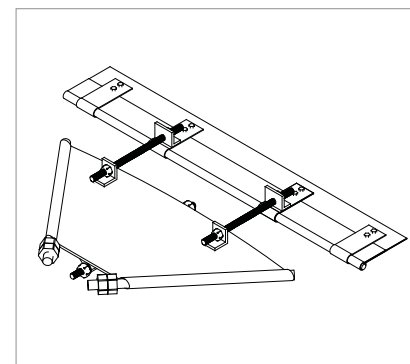
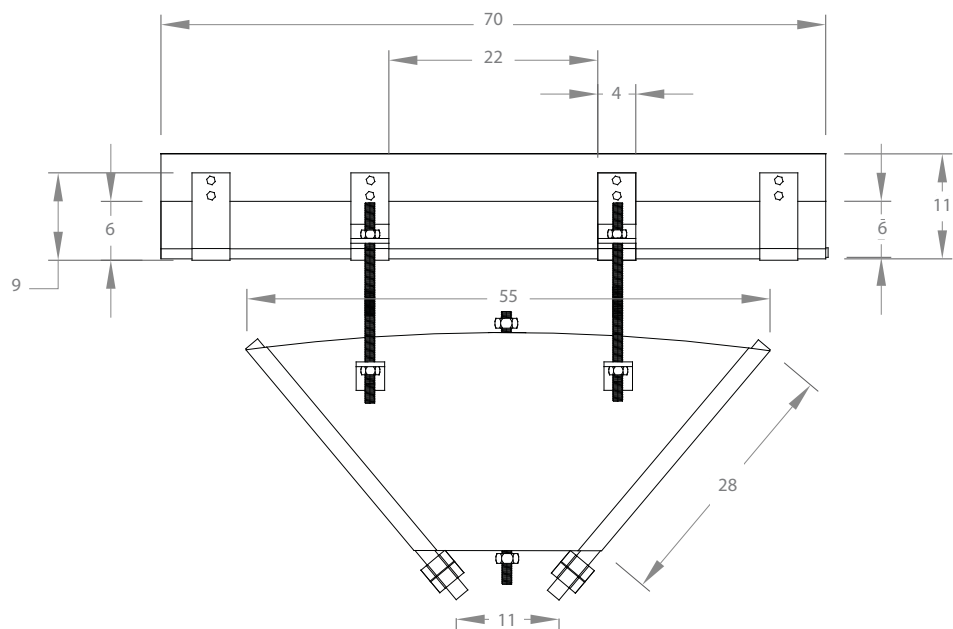
Medidas generales



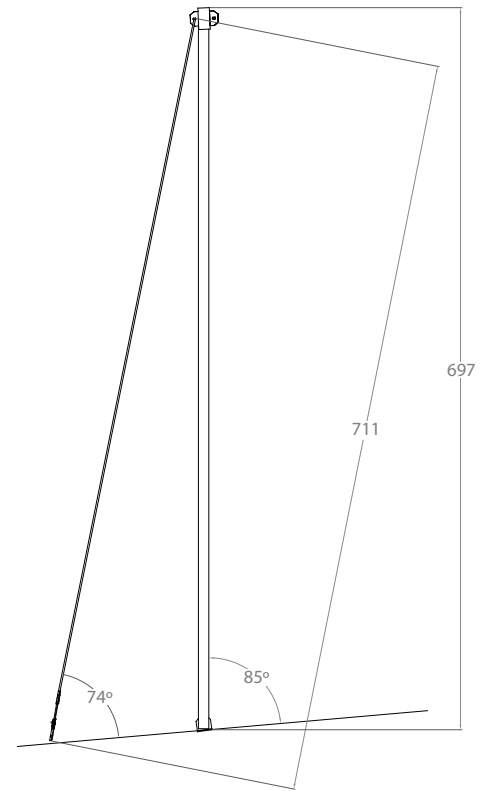
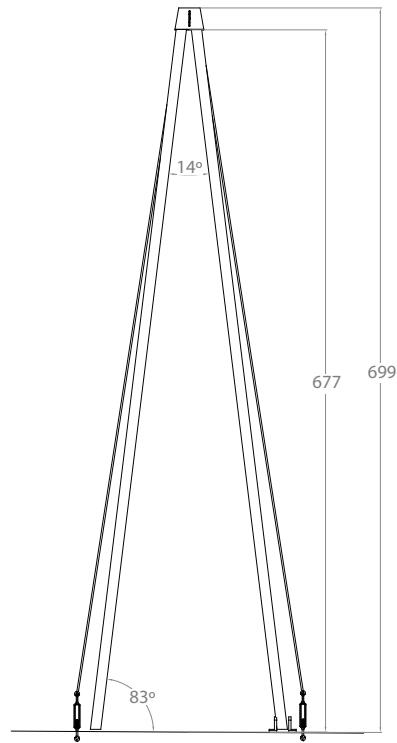
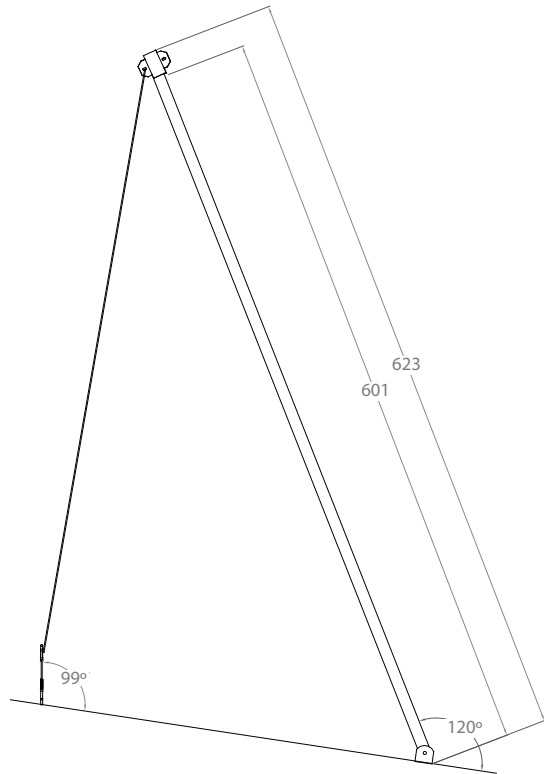
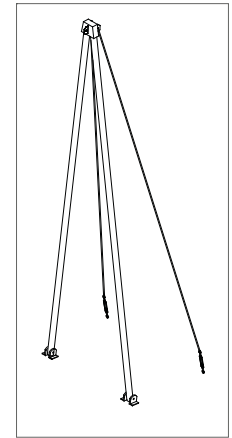
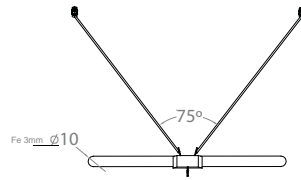
Pieza lateral vínculo tela



Pieza superior vínculo tela



Pilares





Proyecto membrana balcón Sala Agora

Concepción general

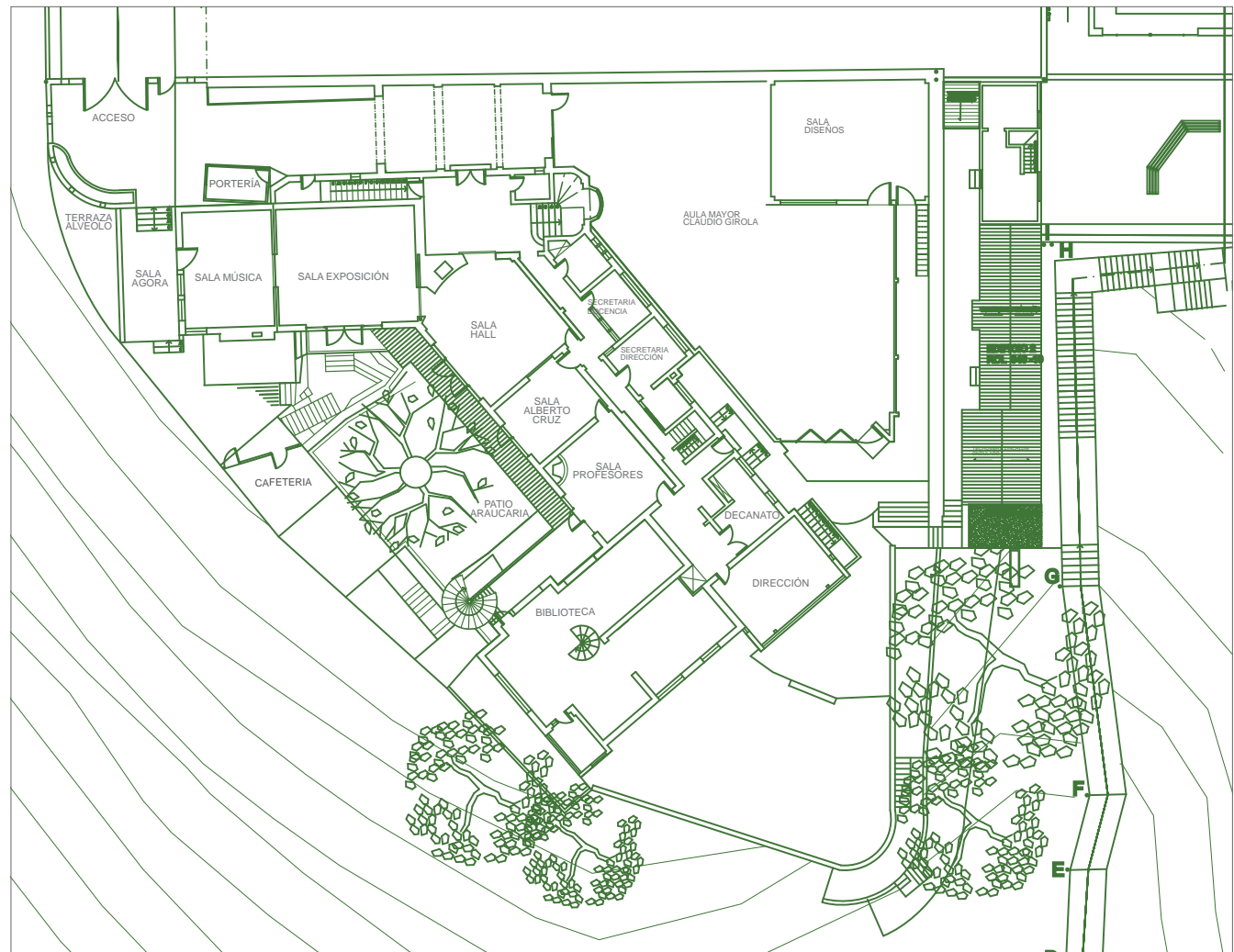
El trabajo de investigación previo, nos lleva a plantearnos la necesidad de tener una experiencia constructiva cierta en base a los elementos estructurales del mercado.

El encargo consiste en el armado de una membrana tensada en la terraza de la sala ágora. Se busca generar una extensión del espacio de trabajo de la sala que se inscriba en los elementos estructurales propios del espacio y la forma general acotada del balcón.

La propuesta debe tomar en cuenta el uso desde lo habitable, lo contemplativo y las faenas de trabajo. Además la membrana debe adaptarse a las problemáticas climáticas propias del lugar específico donde se encuentra. El espacio de extensión es de 36 m² aproximadamente

Antecedentes: Situación espacial

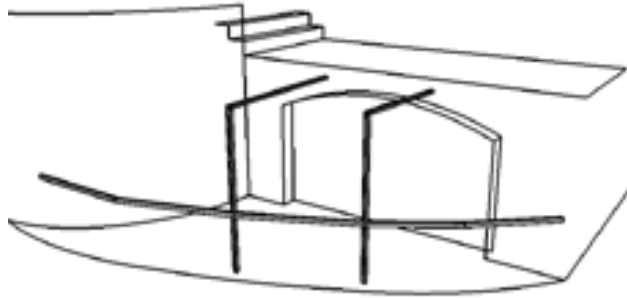
El sector de trabajo de esta nueva membrana se ubica en el balcón de una de las salas de la Escuela de Arquitectura de la ucv. Esta sala llamada Ágora se encuentra bajo la sala de música y la salida hacia el balcón se hace por un ventanal que mira hacia el mar y da hacia avenida España. El espacio a cubrir tiene una forma irregular que mide 36 m² y se inscribe en un rectángulo de 9x4 mts. aproximadamente. Los muros y el suelo de este balcón es de concreto y en virtud del espacio irregular y la materialidad del mismo se decide construir una membrana fija al lugar.



📍 Planta general Escuela Arquitectura

Existen condiciones constructivas que debemos tomar en cuenta a la hora de proponer una forma. La membrana debe inscribirse dentro de una estructura ya existente en el espacio: una baranda, dos estructuras leves de fierro que se extienden desde la baranda hasta la parte superior del muro y un muro curvo de piedra lateral. Estos elementos deben servir de guía y de fijación para que la membrana se despliegue en el espacio-balcón.

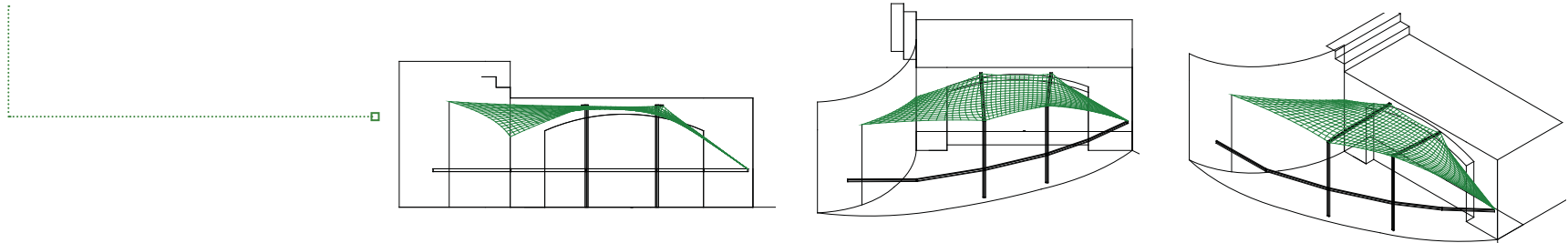
Otras condicionales puestas al diseño tienen que ver con la sombra que genera la membrana y el espacio visual que debe dejar libre desde dentro de la sala. El habitar interior debe vincularse con el habitar nuevo que se genera en el exterior.



Estudio de formas: propuestas

La irregularidad del espacio constructivo nos presenta el modelado en 3d como la mejor opción de generación de propuestas. Partiendo por plano espacial se generan distintas opciones de anclajes y formas generales para hacer a la membrana parte del espacio.

1. Primer despliegue de la tela en el lugar. Los puntos buscan las aristas de la estructura existente y se trata de triangular la curva dada por el suelo y la baranda. Se tratan de buscar las alturas máximas para despejar la visual del horizonte lo más posible. La tela tiende al plano más que al abobado de la carpa de Ritoque.



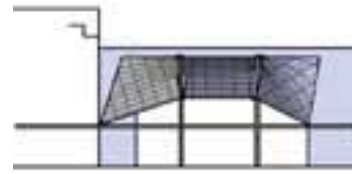
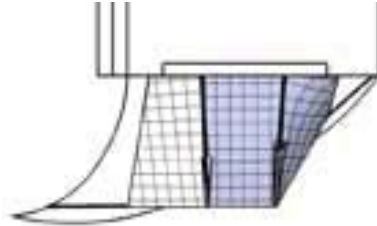
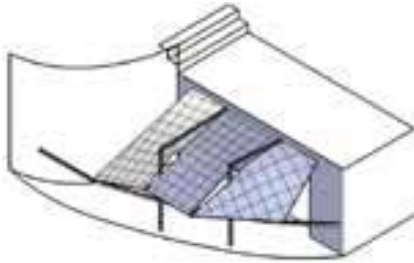
2. Sin dejar la geometría triangular de lado, se baja la mirada del horizonte, o el límite del la visual del horizonte a aprox. 1.80 mts. Se respetan los puntos de agarre en la estructura ya existente en el lugar. Se retoma el pensamiento de abobado de la carpa utilizando las esquinas de los pilares para levantar desde el centro y subir el cielo de la carpa.



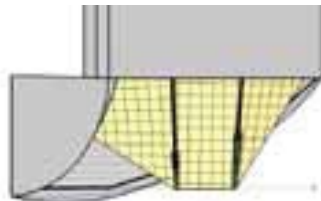
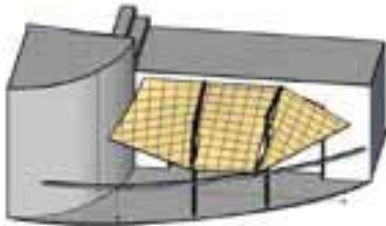
3. Extensión de los pilares hacia el mar. Se busca una curva en el sector medio de la carpa que se aplanan al extender sus puntas delanteras. La extensión de la tela desde los pilares hacia delante requiere del soldado de 2 tubos cuadrados de fierro que logren sostener las puntas y la tela se fija adelante por un corte que pasa por los costados de los pilares principales y de las extensiones.



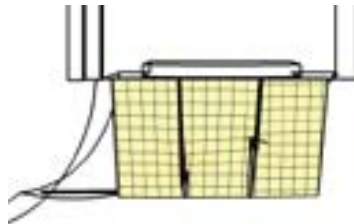
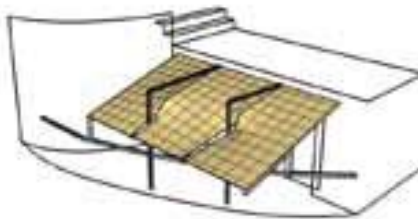
4. Esta propuesta nace desde el pensamiento de planos unidos que se posicionan en ciertos ángulos para tomar el abobado pero conforman una especie de cubo abobado. La altura de la tela que va fija al muro se mantiene, mientras que las puntas delanteras bajan su altura pronunciándose más en las puntas laterales.



5. Esta propuesta sigue la línea anterior que da la forma desde las superficies planas. Las puntas delanteras se encuentran a una misma altura, que intenta trasladar la línea del horizonte más arriba dejando el espacio visual limpio y continuo. La esquina delantera derecha de la tela ahora se traslada siguiendo el sentido de la curva del muro lateral.



6. En esta propuesta se intenta generar o superponer un plano cuadrado sobre la curva del suelo. Se contraponen un trazo recto radical ante el trazo curvo. El toldo es una superficie plana completa en donde la altura de los puntos del muro es igual y la altura de los puntos delanteros también se mantiene. Solo se genera una caída de agua por la diferencia de estas dos alturas.



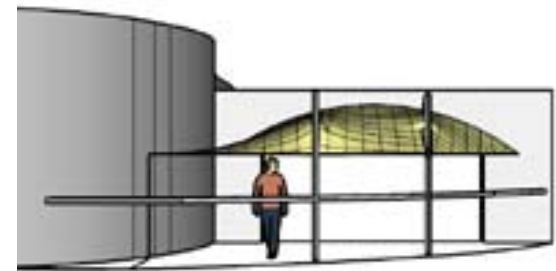
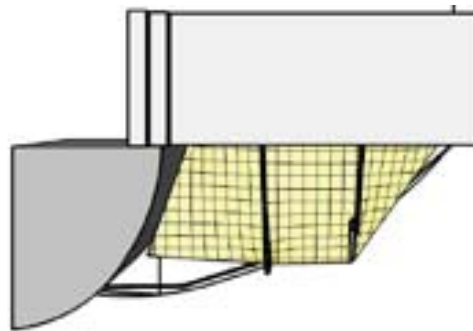
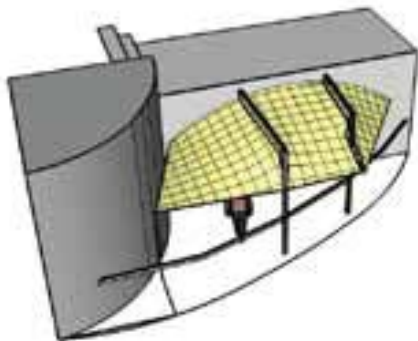
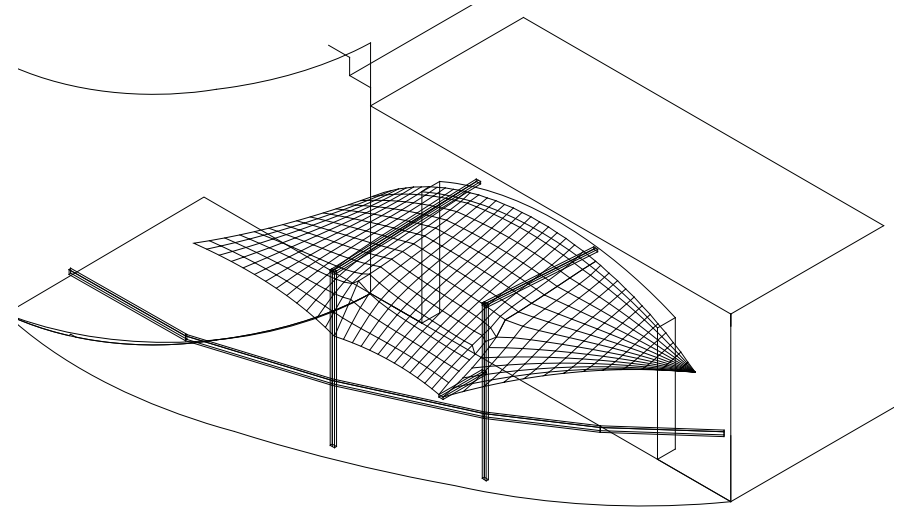
Propuesta final

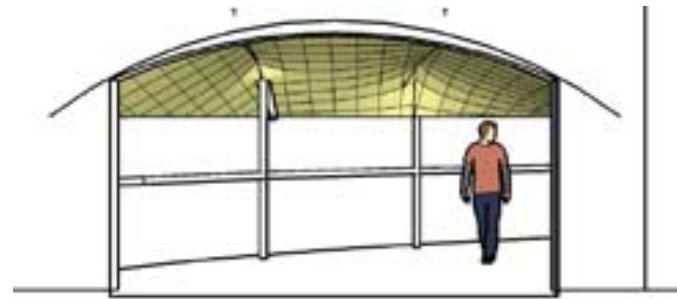
A. Concepción de la forma

La propuesta final básicamente se genera tomando la forma curva del ventanal superior del muro principal y se extiende buscando la horizontal del la vista del mar. Una membrana que recoge el encuentro de la geometría construida urbana de la escuela con el horizonte infinito del borde mar. Una extensión que acoge de una forma abobada el trabajo y el uso del espacio taller.

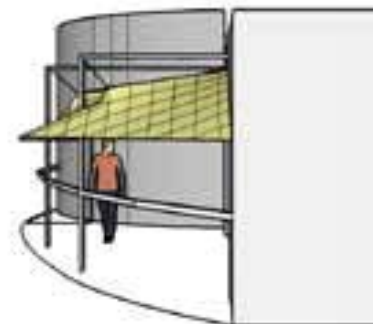
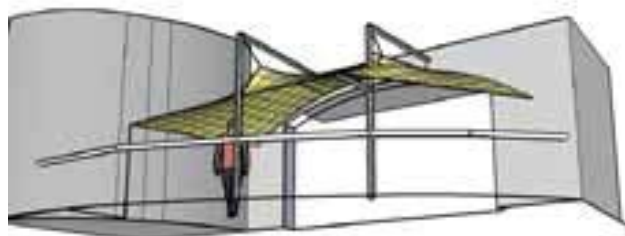
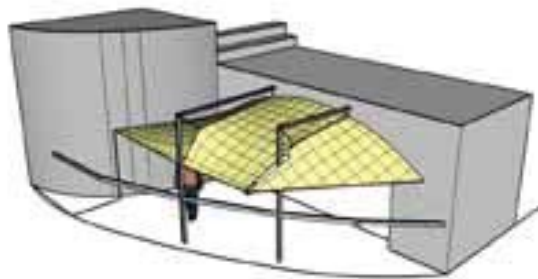
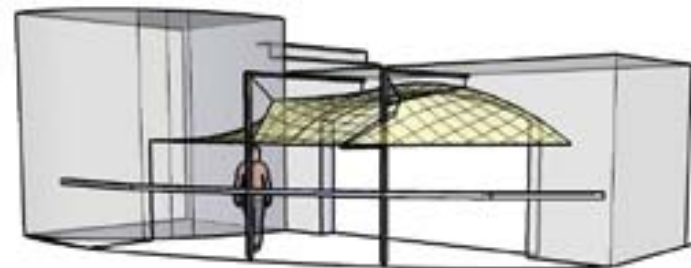
Un concepto básico que estudiado en el proceso de investigación es el de post tensión. Por ser una membrana fija y por el uso de la tela de pvc se determinan 2 puntos de agarre superiores que le dan la tensión y el abobado a la carpa general. desde estos puntos atirantados que genera una tensión luego del montaje de la carpa necesaria en las membranas de pvc.

Al ser una tela de características plásticas esta se contraiga y dilate en algún porcentaje dependiendo de las condiciones climáticas. Estos puntos se ubican en una línea proyectada por los 2 fierros superiores que inscriben a la carpa y se genera la fuerza hacia ellos, contrarrestando la fuerza ejercida por la fijación de la tela en el arco curvado y el la horizontalidad del otro extremo.





La membrana de pvc (cobertura) es de color blanco, que tiene características de translucidez que crean una sombra tenue en el espacio trabajo de la carpa. El color blanco absorbe la luz y permite que un porcentaje de esta pase y no le quite mucha luminosidad al balcón y a la sala interior.



B. Comprobación en maqueta de tela

Para comprobar la exactitud de los paños sacados por el programa, confeccionamos una maqueta escala 1:15 con la tela cosida a máquina y la tensamos en la maqueta del balcón.

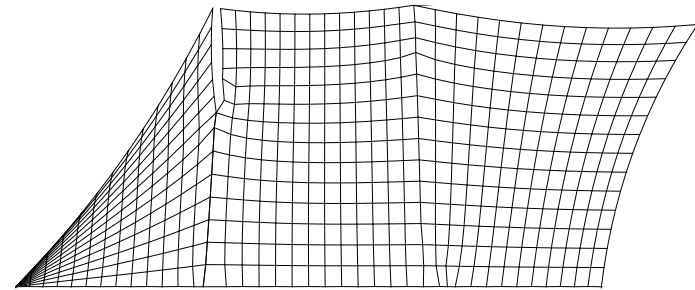
El modelado se hace completamente en el programa Mpanel para obtener los paños de corte, la maqueta se construye en cartón y la tela utilizada para simular la membrana es lona poliéster. El cálculo de los paños se piensa en base a las dimensiones del ancho de fábrica que tiene la tela de pvc (150cm).

En una primera proyección la carpa se trazó con 7 paños, pero luego de verificar la forma se definió el corte de la membrana en 6 paños, por el rendimiento en la tela y porque la forma final abobada se lograba cabalmente con ese número.

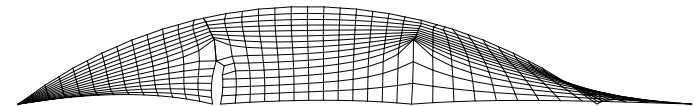
Para la fijación de la tela en el sector de la pared, se construyen unas piezas que reciben un tubo de aluminio que va dentro de la tela mediante un bolsillo que tiene la medida del tubo.

Para todos los demás bordes de la tela, la tensión se genera tirando un cable de acero que recorre todo el perímetro y que se fija a los elementos estructurales del lugar. Para estos cables de acero a la tela se le confecciona un bolsillo del diámetro necesario.

El programa Mpanel permite calcular dentro de los paños el excedente necesario para confeccionar los bolsillos del tubo y de los cables.

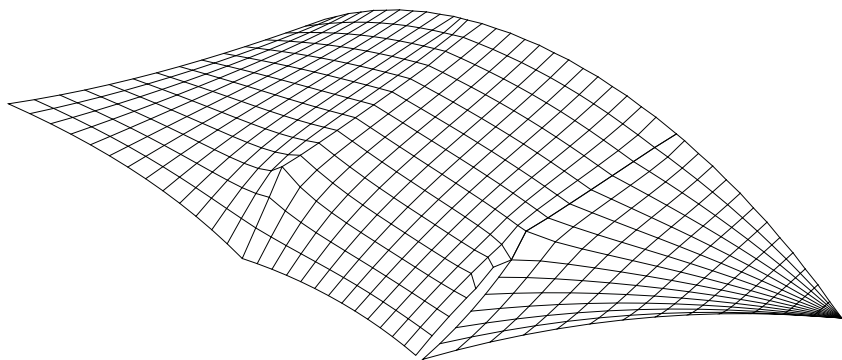


planta

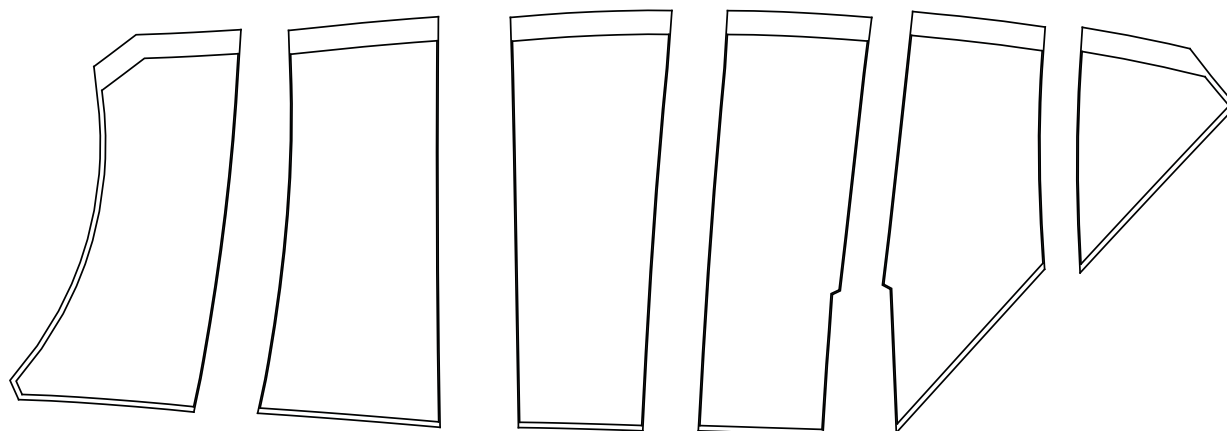


vista frontal





vista axonométrica



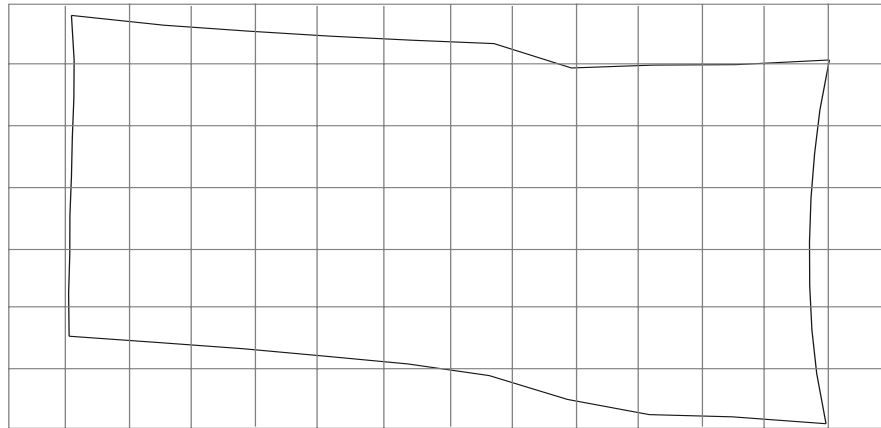
Proceso constructivo



A. Corte de tela y sellado electrónico

Para el traspaso de los paños proyectados computacionalmente en la tela, las líneas se dibujaron por cuadrículas. El trazado de las líneas se hace por cuadrados de 10x10cm y se cortan en el sentido más largo del rollo de la tela.

El trazado de la tela debe hacerse con un lápiz de pasta o tinta, el lápiz gráfico produce corte en la máquina de sellado. El programa mpanel tiene una herramienta para poder darle bordes a la tela, para la costura o el sellado en este caso, así se trazan la línea de sellado y la línea de corte. El sellado de la máquina es de 2cm, por lo que hay que considerar dejar 2cm de traslape entre los paños que se sellan.



El material utilizado para este tipo de membranas se llama cobertura. En una tela plástica de pvc, que permite la impermeabilidad y además tiene protección uv. La tela cobertura se comercializa en rollos de 1,5 metros de ancho, por lo que para la elaboración de carpas de gran magnitud, los paños se deben unir. El tipo de cobertura utilizada en nuestra membrana es cobertura 10000

Para conservar la impermeabilidad los paños de tela, se unen mediante sellado electrónico, o termosellado, que funciona bajo ondas de alta frecuencia. Esta técnica permite que los paños queden completamente impermeables en sus uniones y lo suficientemente firme a rasgaduras frente a la tensión ejercida.

La máquina utilizada sirve básicamente para sellar plástico — PVC— accionado por aire, sistema neumático, destinado a la elaboración de artículos de grandes extensiones como: carpas para camiones, campamentos, piscinas, carpas para circos, globos, cometas, etc.

La prensa de la máquina es accionada por un cilindro neumático ubicado dentro del cabezal, el cual es mandado por una electroválvula de cuatro vías. El aire del compresor es filtrado antes de entrar a un regulador manual de presión. La velocidad de la prensa es regulable a voluntad.

La máquina de sellado electrónico tiene la base de soporte de aluminio con un sistema especial de nivelación. La placa superior es de una pletina porta electrodos, que también tiene un sistema de nivelación especial.

Estas máquinas están diseñadas para sellar paños de gran envergadura y la pletina de aluminio es de aproximadamente 60 cm, por lo que el sellado es en líneas rectas. Para lograr las curvas en este tipo de máquinas se debe anticipar el diseño de los paños considerando formar la línea curva en base a líneas rectas que la máquina genera. El ancho de la pletina genera un sellado de 2cm.





B. Abrazadera

La abrazadera se compone de 3 partes generales: placa de hierro de 5mm que va perforada y fija en el muro, pletina de 30x3mm doblada y que sujeta el tubo, y placa perpendicular de 5mm que une la pletina y la placa base perforada. Estos 3 elementos se soldan entre si para conformar la unidad abrazadera completa.

La abrazadera tiene el siguiente pensamiento constructivo. Son unas piezas que reciben un tubo de aluminio previamente cilindrado que las obligarán a fijarse en el muro con un ángulo específico que siga la curvatura del tubo; y al ser unas piezas fabricadas con un diseño a la necesidad de la membrana, se hizo necesario soldarlas y por ende fabricarlas de hierro, lo que nos llevó a pensar en su condición de pieza intercambiable por alguna futura oxidación.



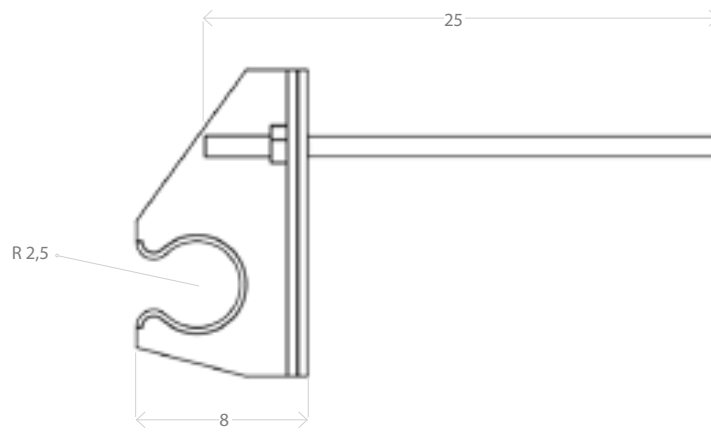
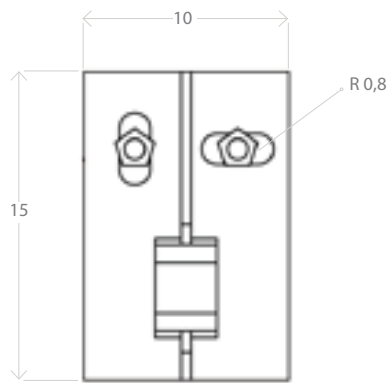
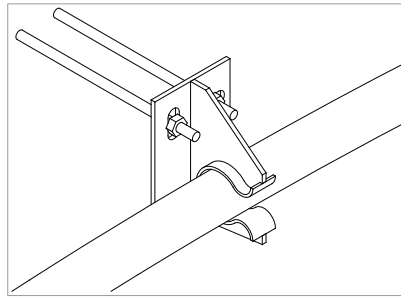
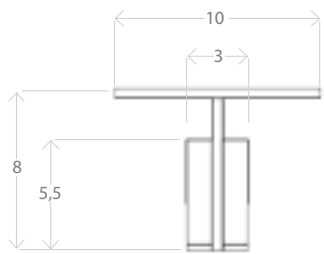
Tomando en cuenta lo anterior, se comienza perforando la placa base de hierro de 5mm con una broca de 15mm. Se hacen 2 perforaciones juntas con el fin de que se forme un óvalo. Esto se piensa considerando el margen de juego que tendrá la pieza con respecto de los hilos zincados que van pegados previamente en la pared de piedra. Estos hilos zincados fijados al muro por sikadur permiten que la pieza se atornille y se fije por unas tuercas zincadas, así las abrazaderas se podrán fijar en el ángulo exacto para que el tubo quede fijo sin dificultad.



Para la placa perpendicular, la perforación de agujero del tubo está hecha con una sierra de copa de 6cm de diámetro, tomando en cuenta la pletina que se soldará posterior mente y el diámetro del tubo curvado. El doblado de la pletina de 3mm se hace fijando un tubo de aluminio de la medida necesaria en el tornillo con unas prensas y se aplica fuerza alrededor de este para seguir la forma.

Para unión de estas 3 partes que componen la abrazadera, la soldadura de las piezas de hierro se trabaja mediante matrices que generan los ángulos de soldado. Primero se dan unos pinchazos generales para definir la correcta posición de la pieza y una vez fija se termina de poner el cordón de soldadura. En las 2 últimas fotos se muestra la matriz del soldado perpendicular entre dos placas. El sobrante de soldadura se raspa con galleta y posteriormente con dremel para un acabado más fino.





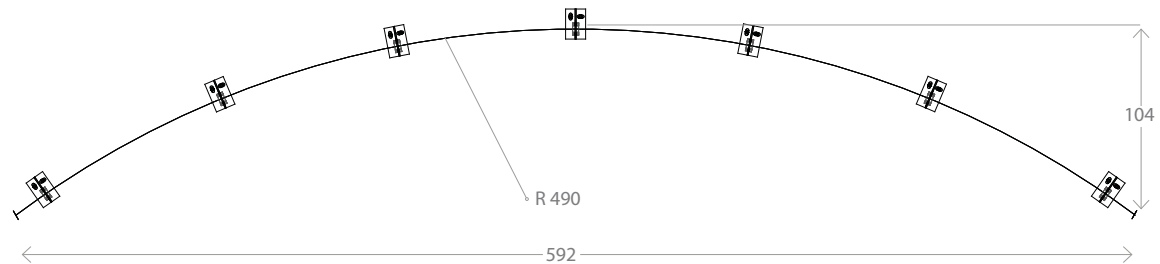
C. Arco de fijación al muro



Para dar la forma del arco a la tela que va fija en el muro, se utiliza un tubo redondo de aluminio de 6mts de largo, 5cm de diámetro y 1.5mm de espesor. Esta largo se toma porque alcanza el largo general requerido y además es la mayor medida existente en el mercado.

El radio del tubo cilindrado esta dado por la curva del marco del ventanal del muro y se escoge un tubo de aluminio por su ligereza y porque otro material como el fierro podría producir una condensación dentro de la tela y oxidarse.

El tubo se manda a cilindrarse para que tome la curva deseada llevando los planos previos con el arco y la flecha exacta. El cilindrado se genera por tres rodillos de medidas específicas por donde pasa el tubo y por palanca se va generando la curva.

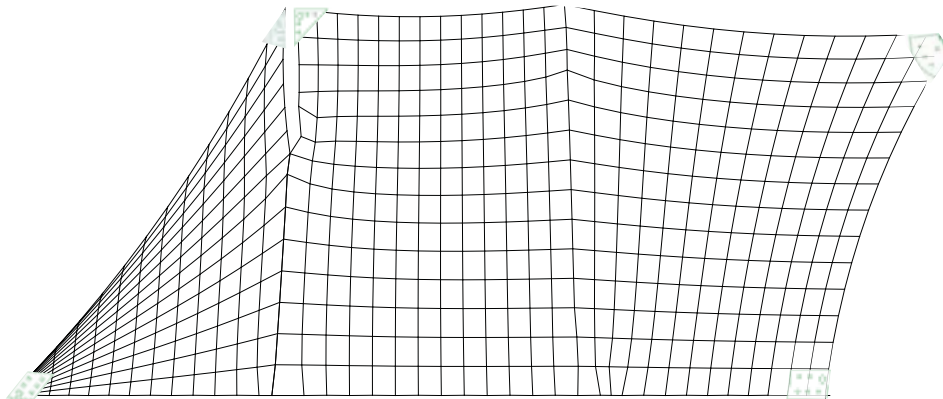


D. Piezas de aluminio

Si bien la membrana se tensa en forma general por el cable de acero perimetral, es necesario aplicar una tensión puntual en las esquinas para hacer un postensado necesario para que no se generen pliegues. Para las puntas de la tela, se construyeron unas piezas de aluminio que refuerzan las esquinas y evitan que la tela se raje. La forma triangular de estas piezas se define en forma particular en cada esquina, ya que son irregulares.

Estas piezas se montan por ambas caras de la tela, y entre la pieza y la tela se fija una goma de empaquetadura para la protección de esta. El aluminio con el que se fabricaron las piezas es de 3mm y se construyeron con la cortadora de aluminio.

Para la fijación se utilizaron unos pernos que presan la pieza, la goma y la tela. La perforación para estos pernos es de 5mm y el número de perforaciones dependen del tamaño y la forma de cada pieza en particular. Además, las piezas tienen una perforación de 1cm para enganchar el tensor para el postensado que va entre las piezas y las flanges de la pared.



E. Flangues fijas y puntos atirantados



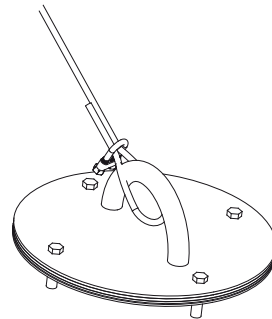
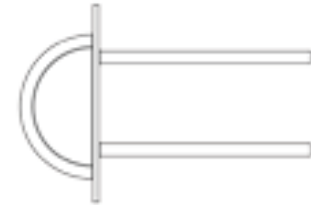
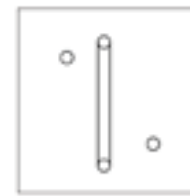
Las flangues que se fijan a la pared son de una placa de hierro de 5mm. A esta se le solda por la parte delantera media argolla de hierro y por la parte posterior dos espárragos. Estos espárragos se pegan en la pared previamente perforada con un taladro hilty, con sikadur31.



Por la densidad del pegamento es necesario martillar la pieza para lograr que el aire salga completamente y entre en su totalidad.



Las flangues reciben los tensores que se fijan en las puntas de la tela para el tensado y postensado.



Para la aplicación del postensado se fabrican unas piezas de madera redondas que se fijan por arriba y por abajo de la tela a modo de sandwich. Estas piezas ejercen la fuerza final de tensión para que la membrana alcance el abobado.

Esta formado por unos medios aros de aluminio con las puntas hiladas que fijan por unas tuercas. Se perforan 2 placas de mdf de 1,5cm para traspasar los medios aros y para apretar las entre si. Para evitar las rasgaduras entre la tela y la madera, en la parte interior se fijan unas gomas de empaquetadura circulares que además ayudan a que no se filtre agua por los agujeros en caso de lluvia



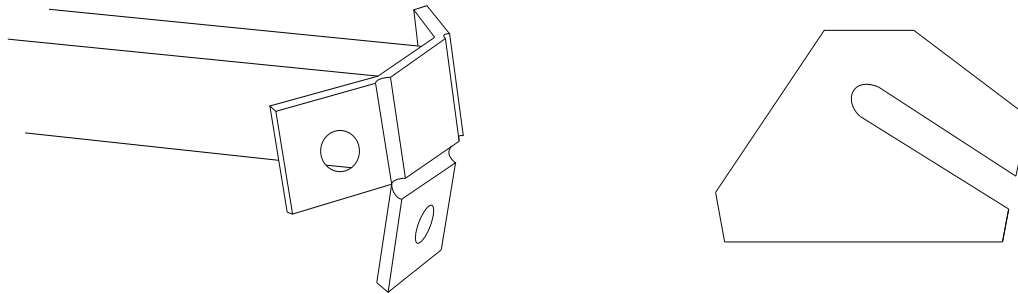
F. Pieza de fijación cuerda

Además de las flangues existen 2 piezas que agarran las puntas de la tela en la estructura existente previamente en el lugar.

La primera es una pieza con forma de nariz que tiene la función de enganchar la cuerda de acero y tensar la tela en ese punto. Esta pieza tiene una ranura que parte desde abajo diseñada para su fácil enganche y que cumple su función cuando la tela esta tensada. Esta pieza se construye en una placa de hierro de 5mm y va soldada a uno de los tubos estructurales que rodean el balcón.

La segunda pieza es un brazo de extensión que se le agrega a uno de los pilares estructurales existentes. La distancia de este brazo se determina por la línea que sigue el otro pilar. Para reforzar la fuerza que la membrana hace sobre este brazo, se contrapone por un tensor que va desde la punta del brazo y la base del pilar al que esta fijado. Para esto se fija un medio aro a la base para instalar un cable de acero entre las 2 partes.

En la punta más alejada del brazo, se solda una pieza de 4 caras con perforaciones de 1cm que tiene una triple función: Primero recibir el cable de refuerzo semitenso desde abajo, para evitar que el viento que tire la membrana hacia arriba y colapse el brazo; segundo recibir el cable de acero que viene desde una punta de la membrana desde el lado izquierdo; y tercero recibir el cable de acero y la punta que viene desde el lado derecho



Secuencia de montaje



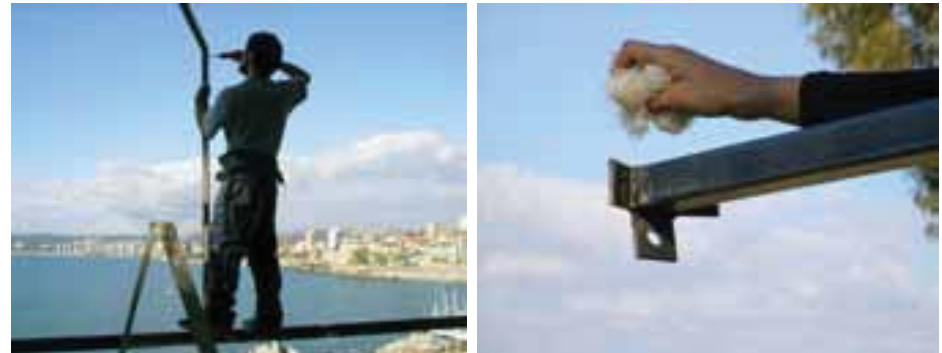
Se parte midiendo y marcando en el muro la posición de las 7 abrazaderas que reciben el arco de aluminio. Estas 7 abrazaderas se ubican en un ángulo determinado por la curva del tubo. Con ayuda de un plomo y un nivel se proyectan desde arriba y las medidas del plano. además del marcado de las abrazaderas, se marcan también las flanges fijas.

Luego del marcado se perfora con un Taladro Hilty la pared de piedra, una profundidad de a lo menos 20 cm para fijar los espárragos. Se prepara la solución sikadur31, pegamento especial para fijar fierro y cemento, y se unta en los espárragos y en los agujeros.

Al ir colocando las piezas en los agujeros de la pared, el aire de este se va escapando pero ya que el pegamento es bastante denso, es necesario ocupar una fuerza mayor en los centímetros finales para que los espárragos logren entrar completamente. Esto lo hacemos con un martillo. El secado necesario para que el pegamento quede óptimo para el uso ante esfuerzos grandes es de 24 horas.

Luego, soldamos el brazo de fierro que extiende la membrana. Primero se dan unos pinchazos para fijar el brazo al fierro estructural, luego se coloca un plomo que proyecta el ángulo del brazo con respecto al suelo y se ubica en el lugar definido, siguiendo la línea del pilar estructural. Una vez en la posición se termina de soldar el fierro para que quede completamente firme.





Para instalar el tensor que contrapone la fuerza de la membrana, se solda media argolla de fierro en la parte inferior del pilar estructural. Con ayuda de una prensa se fija la argolla e la posición deseada en dirección hacia el mar y se fija con soldadura.

Se instala el tensor de fuerza contraria con guardacabos y apretador, partiendo por la pieza superior que queda más alejada de la terraza. una vez fija y bien apretada se coloca el otro extremo en la media argolla soldada cuidando que el cable de acero quede lo mas tenso que de la distancia entre los dos puntos. no se debe aplicar una tensión mayor ya que la membrana al instalarse efectuara la fuerza contraria y mantendrá tenso a todo el conjunto.

Para el montaje de la tela se comienzan instalando las piezas de aluminio que van en las esquinas de tensión. Con un saca bocado que agujerea la tela para pasar los pernos que aprietan las placas de aluminio. Además se agujerea la goma empaquetadura que va entremedio de el aluminio y la tela, la que evitará la rasgadura por el roce del material. Una vez listo se ponen las piezas en la tela y se aprietan con ayuda de una llave.

Luego se mete el tubo de aluminio previamente cilindrado en el bolsillo de la tela. Es conveniente dejar unos centímetros más en el bolsillo porque el cilindrado hace más difícil el deslice por la tela. Una vez puesta la tela se ubican en una posición aproximada las 7 abrazaderas con ayuda de aceite para meterlas sin problema.





Para el montaje en el muro se presenta la estructura y se comienza fijando desde un lado hacia otro. Con ayuda de un alicate se van apretando las tuercas gradualmente a medida que se van fijando todas las abrazaderas.

Luego de fijar el tubo en el muro se fijan las piezas de aluminio en los aros y flangues preparadas para eso. En las puntas que van fijadas en los muros las piezas se unen mediante tensores que son los encargados del postensado de la carpa final. Las puntas que van fijadas a los pilares estructurales van fijadas con guardacabos y apretadores.

La fuerza final de cada lado de la membrana se hace una vez que estas piezas se fijan y se hace desde los tensadores que llegan al muro. Esta fuerza se aplica gradualmente desde cada punta, desde cada tensador y va a depender del tensado y la rigidez que se quiere lograr con la carpa completa.

Es importante nombrar que los puntos atirantados superiores de la membrana van instalados en la tela antes del montaje en la terraza. Estas piezas son las que efectúan la fuerza final que genera el abobado de la carpa. Desde estos puntos se instala un cable de acero que desde el lado más cercano a la membrana se fija con un un apretador y desde el otro punto con un tensador. Estos tensadores se regulan gradualmente hasta lograr el abobado deseado







Colofón

Esta carpeta fue editada e impresa por la alumna de diseño industrial Karen Corral Alarcón.

Diagramada en Adobe Indesign CS4, imágenes editadas en Adobe Photoshop CS4 e Illustrator CS4, y los planos trabajados en Autocad 2008.

La impresión fue realizada en una impresora Epson CX3900, en papel Opalina lisa 200 grs y en un formato de 21,5 x 27cms.

La tipografía utilizada fue Myriad Pro en tamaños: regular 7, regular 10, italic 12, bold 13 y bold 30.

Empastada en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Esta carpeta fue terminada en septiembre del 2009.