**DNC
GE**Cátedra: **ESTRUCTURAS - NIVEL 3**

Taller: VERTICAL I - DELALOYE - NICO - CLIVIO

Guía de Estudio: Estructuras de cables y membranas

Curso 2020

Elaboró: JTP Ing. Angel Maydana

Revisión: Ing. Delaloye

Fecha: mar 2020

ESTRUCTURAS TIPO TIENDA



Figura Nº 1. Millennium Dome. Espacio de la exposición. Península de Greenwich, Londres . (1999)
Arquitecto: Richard Rogers. Estructuras: Buro Happold. Con sus doce torres de 100 m de altura (uno por cada mes del año), con sus 365 m de diámetro (uno por cada día), se ha convertido en un hito londinense.

Las estructuras de redes, membranas o toldos, no pertenecen a un período o estilo arquitectónico específico. A través de la historia, hace miles de años, la construcción de toldos ha demostrado su capacidad de creación, logrando refugios con sencillos recursos constructivos y con un mínimo de materiales.

Estas estructuras han sido tratadas con aprensión durante mucho tiempo en la teoría de la arquitectura. Fue a partir del siglo XIX en que los arquitectos pusieron su atención en esta forma de estructura y de manera amplia sólo en su forma decorativa, hasta que, en 1861, el arquitecto alemán Gottfried Semper (1803-1879) describió formas constructivas textiles como uno de los cuatro elementos básicos en la construcción⁽¹⁾.

(1) Según el arquitecto mexicano Antonio Toca, en el libro *Los cuatro elementos del arte de la construcción*, Semper describió la cabaña primitiva. En ella encontró cuatro elementos, de manera original y sin alteraciones, que la definían: el hogar (el primer y más importante de los elementos de la arquitectura) después la plataforma o terraza de tierra; sobre ésta, el techo sobre columnas y, finalmente, la pared o valla de cortinas textiles. Posteriormente, en su libro *Der Stil*, hizo un análisis sobre la evolución de la mano de obra, desde los materiales suaves, a los dúctiles y los duros, como un proceso evolutivo de destreza técnica; y relacionó cada uno de los cuatro elementos con las actividades de las artes aplicadas.

El verdadero éxito de estas estructuras, ocurrió en 1954, cuando Frei Otto⁽²⁾ desarrolló sus primeras estructuras para toldos y escribió su disertación sobre "el techo suspendido". Desde entonces, la mayoría de las formas constructivas descritas sistemáticamente por Frei Otto han sido realizadas y desarrolladas en un sinnúmero de maneras, gracias a los procesos apoyados por las nuevas tecnologías y métodos computarizados de cálculo y de optimización.



Figura Nº 2 Estadio Olímpico de Munich. Arquitecto: Frei Otto. Estructura: Fritz Leonhardt. 1971



Figura Nº 3 Pabellón de la música. Kassel, Alemania. 1955

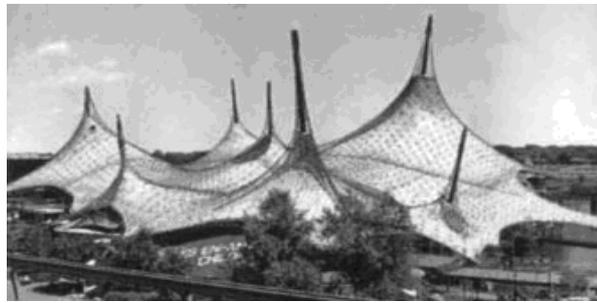


Figura Nº 4 Cafetería de la Interbau. Berlín, Alemania. 1957

(2) Frei Otto es uno de los arquitectos más renombrados del siglo XX y todavía en actividad en el XXI. En el año 2005 festejó sus 80 años de edad, y continúa ejerciendo la profesión en su estudio privado en Warmbronn-Leonberg, Alemania. Bajo iniciativa del Rector de la Universidad de Stuttgart, prof. Dr. Fritz Leonhardt, fundó y dirigió, entre 1964 y 1994, el mundialmente famoso "Institut für leichte Flächentragwerke" (Instituto de Estructuras Superficiales Livianas, Vaihingen-Stuttgart, Alemania. Frei Otto ha logrado desarrollar con sus estructuras livianas, una síntesis entre la transmisión de las cargas y la forma arquitectónica, generando una nueva tipología estructural, concretando espacios arquitectónicos de grandes luces, basándose en simples conceptos: "livianidad", "sencillez tecnológica" y "manifestación estética de la estructura". Los objetos arquitectónicos diseñados por Frei Otto son expresiones de su posición intelectual y espiritual con respecto al hombre y la naturaleza. El "Principio de la construcción liviana" comprende algunos conceptos más: diseñar y construir tan liviano como sea posible, con capacidad de adaptación al sitio de implantación y según los principios de la naturaleza, pues comprende también un significado ecológico.

LAS ESTRUCTURAS TIPO TIENDAS

Cuando tensamos una membrana según sus dos direcciones principales (Figura N° 5), ésta adopta la típica geometría de "silla de montar" (paraboloide hiperbólico). Estas estructuras resultan tanto más estables, cuanto mayor es su curvatura (menor radio de giro).

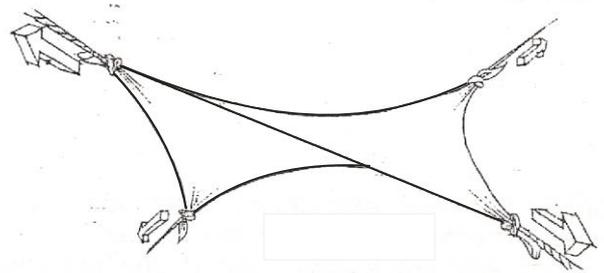


Figura N° 5

Con este principio, se pueden generar superficies anticlástica (curvaturas gauss de distintos signos) con cables y puntales que tensen la membrana. La vinculación y los soportes son externos a la tienda.

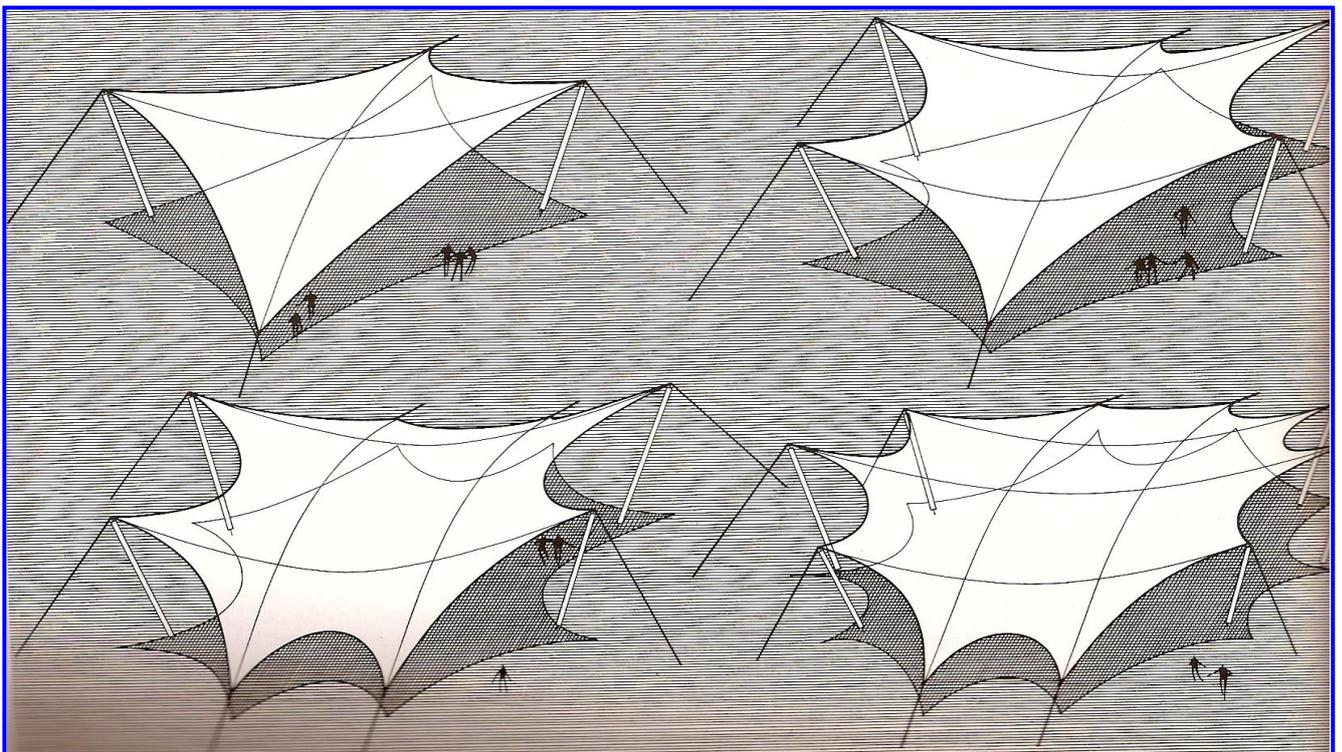


Figura N° 6 Apoyos externos a la tienda

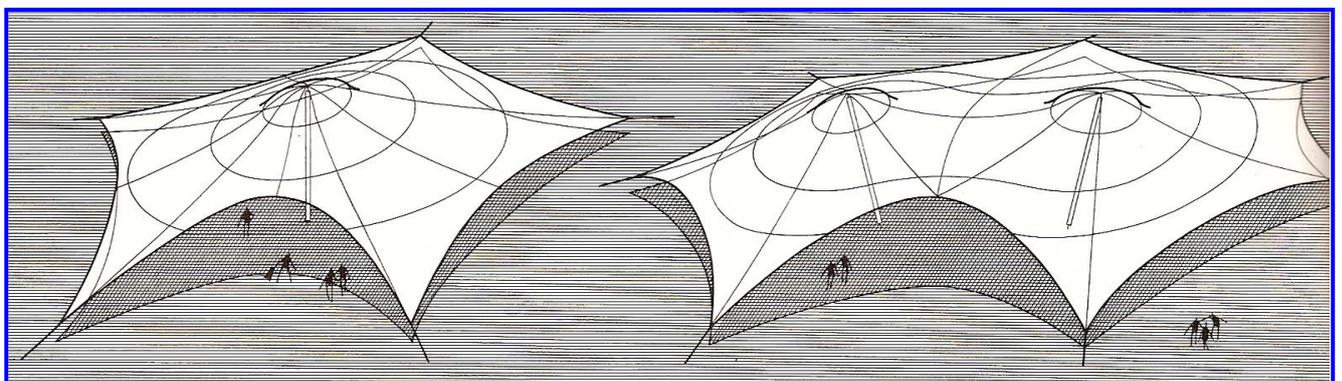
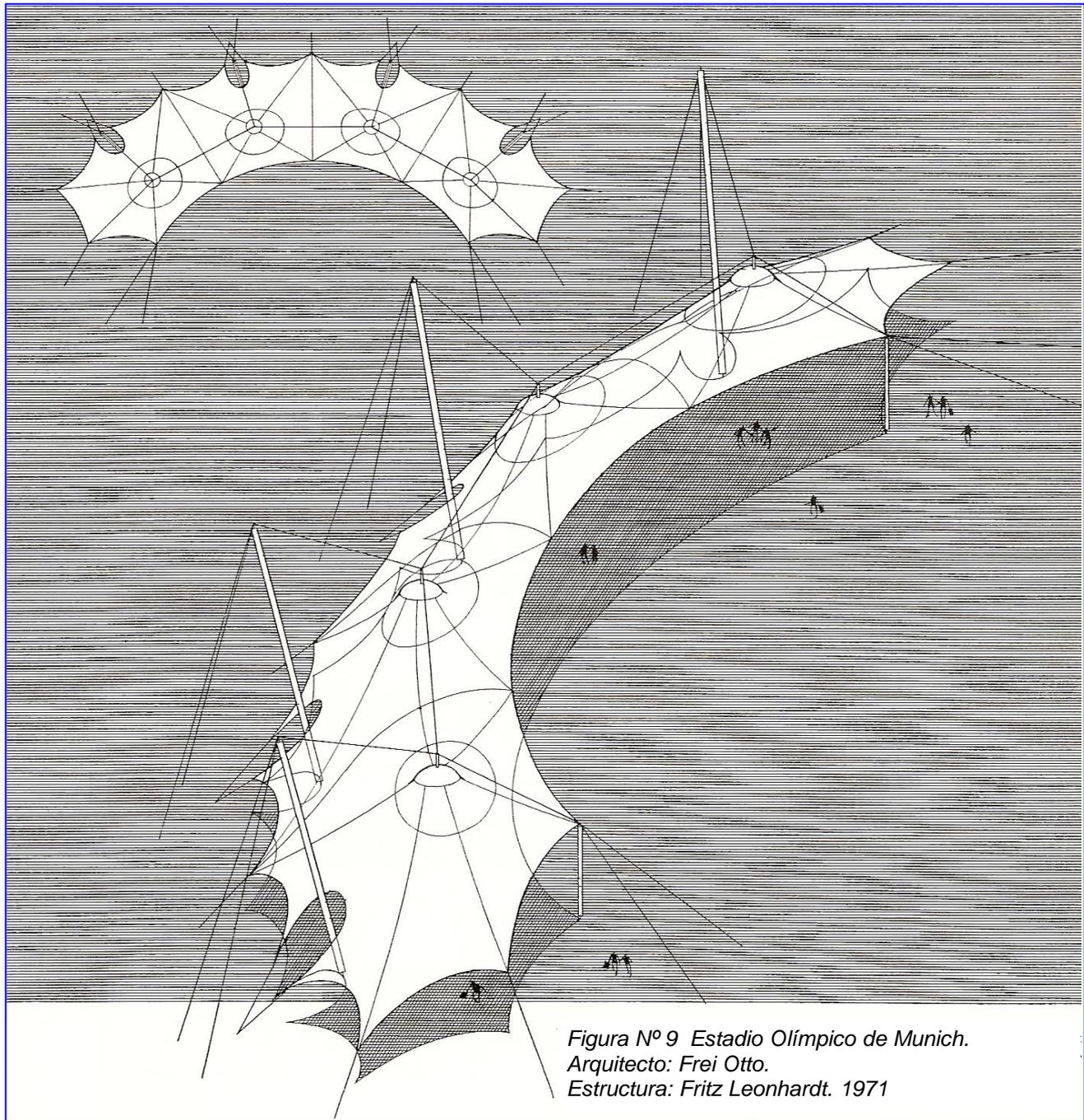
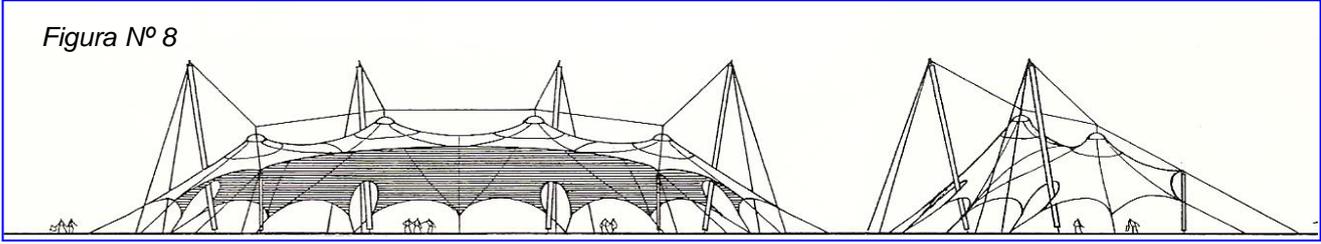


Figura N° 7 Apoyos internos mediante barras de compresión

Sistema de estructuras con puntos altos para contar con alturas interiores importantes y permitir fuertes curvaturas en la superficie de la tienda

Figura N° 8



IL GRANDE BIGO

Figura N° 10

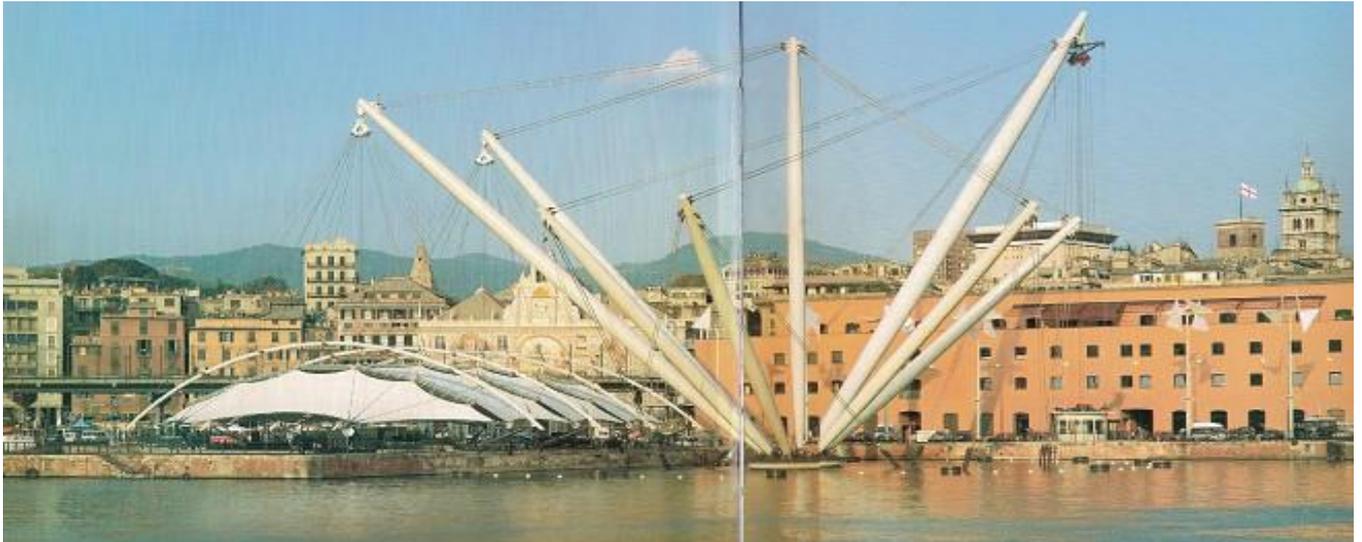


Figura N° 11



Figura N° 12



Figura N° 13

Grande Bigo, 1830 m2 cubiertos con tejido de fibra de vidrio y PTFE, suspendidos de arcos paralelos, a su vez suspendidos del Grande Bigo, ubicado en Génova, Italia (1992). Proyecto arquitectónico: Renzo Piano, Building, Workshop)



Figura N° 14

ARQUITECTURA TEXTIL

Según expresa la Dra. Ing. en Organización Industrial Ariadna Detrell, las fibras, tejidos, trenzados, y otras estructuras compuestas textiles forman parte del lenguaje arquitectónico, y cada vez más reemplazan o completan los materiales tradicionales utilizados en las construcciones de estructuras fijas. Contrariamente a los ladrillos y al mortero, el textil es un material dinámico que adopta nuevas formas y que reacciona a estímulos de cargas y de tensiones.

Los materiales más frecuentes utilizados en arquitectura son tejidos de poliéster recubiertos de policloruro de vinilo (PVC), tejidos de fibra de vidrio recubiertos de politetrafluoroetileno (PTFE) u otros fluoropolímeros. En todos los casos deben conferirse las mismas características al textil utilizado: resistencia a la tracción y al desgarrar; propiedades de elasticidad adecuadas; estabilidad dimensional; resistencia a la humedad, a la intemperie, al moho, a las llamas y a las radiaciones UV; buenas propiedades de fusión y soldaduras; adherencia del recubrimiento y facilidad de limpieza.

Principalmente se utilizan dos tipos de sistemas de construcción mediante textiles de altas prestaciones en arquitectura contemporánea: las estructuras sostenidas por aire y las estructuras de membranas bajo tensión.

Las estructuras de aire se sostienen con un sistema de hinchamiento que ejerce una presión sobre el tejido, que como resultado, mantiene la forma deseada de la construcción. Este tipo de estructura, utilizada inicialmente con finalidad de almacenaje, constituye una opción para actividades recreativas, en las que hay que cubrir una gran superficie con costos razonables. A menudo estas estructuras se desmontan en épocas de buenas temperaturas para permitir actividades al aire libre.

Las estructuras tensadas representan el tipo de construcción textil que actualmente tiene un mayor crecimiento. Las composiciones erigidas conservan sus formas con la ayuda de un armazón o de un sistema de sujeción con cables, y su construcción implica un know how específico en cuanto a las cargas de tensión y a las reacciones de las membranas utilizadas.

Las estructuras y construcciones textiles, sólidas, resistentes y ligeras, pueden erigirse en relativamente poco tiempo y proteger mucho más espacio que las construcciones tradicionales. Además se ha solucionado beneficiosamente la durabilidad de los textiles. Así, una tela de poliéster/PVC con acabado de resina acrílica tiene una durabilidad garantizada de 10 a 15 años; si el acabado es con una resina de PVDF (polifluoruro de vinilideno) la durabilidad estimada se prolonga a casi 20 años, mientras que las telas de fibra de vidrio con recubrimiento de PTFE superan los 25 años.



Figura N° 15



Figura N° 16

*Hangar Cargolifter Deutsch. Alemania.
Dimensiones: 360 m de largo por 210 m
de ancho y 107 m de alto*



Globo para transportar helio Figura N° 17



Figura N° 18. Estadio Pusan Dome - Corea



Figura N° 19

Tensoestructura de 6.000 m² para la feria de Milan. Italia (1986). Proyecto arquitectónico: G. Sgalbazzi

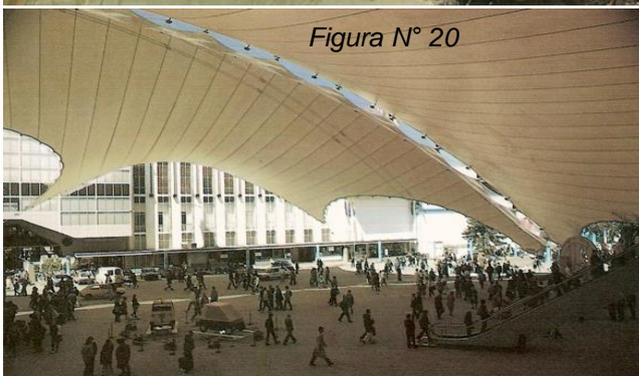
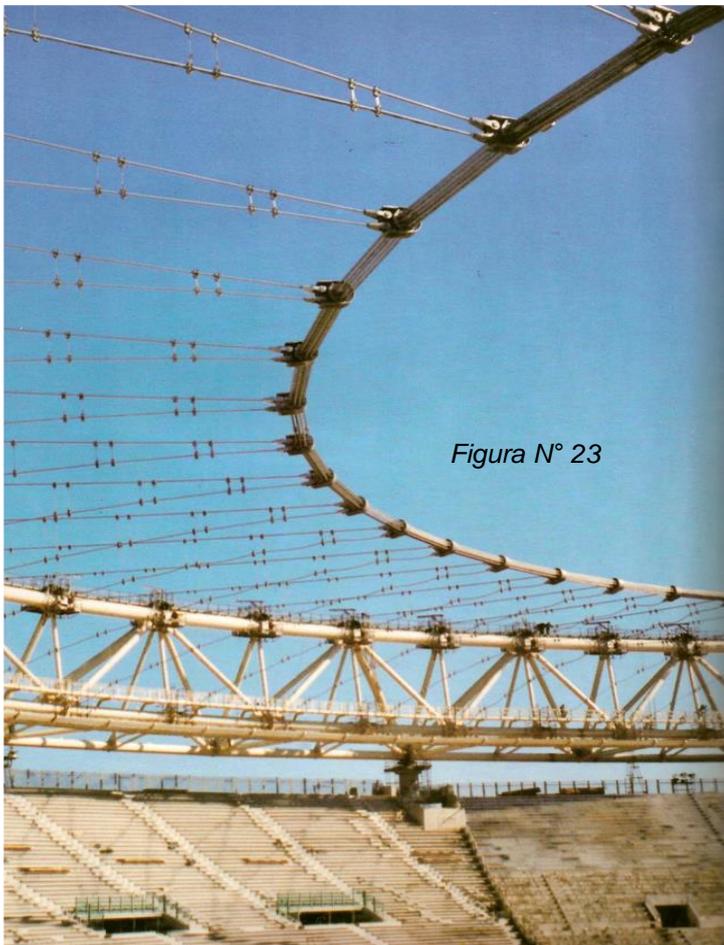


Figura N° 20



Figura N° 21



Estadio Olímpico de Roma