



ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPACIO CUBIERTO LTDA.

Arquitectura Textil

AÑO 2025

Contenido

0	GENERALIDADES	3
0.1	Referencias a Normas Nacionales	4
0.2.	Registros de la empresa especialista y maquinarias	4
1	PROYECTO	5
1.1	Proyecto de Arquitectura e Ingeniería	5
1.2	Mecánica de suelos.....	5
1.3	Levantamiento Topográfico.....	6
2	OBRAS PROVISORIAS Y TRABAJOS PREVIOS	6
2.1	Instalación de Faenas	6
2.2	Cierre Perimetral.....	6
2.3	Letrero de Obras.....	6
2.4	Demoliciones para fundaciones y Acceso de Maquinaria.....	6
2.5	Trazados y Niveles	6
3	OBRAS CIVILES.....	7
3.1	Emplantillado.....	7
3.2	Fe Fundación	7
3.3	Fundación	7
3.4	Pernos de Anclaje.....	7
3.5	Grouting	7
3.6	Relleno compactado, Reposición de pavimento.....	8
4	ESTRUCTURA PRINCIPAL DE ACERO Y MONTAJE	8
4.1	Estructura de Acero Galvanizado	8
4.2	Cables de Estructura.....	8
4.3	Montaje de Estructura de Acero.....	8
5	ESTRUCTURA SECUNDARIA DE ACERO, PROVISIÓN MEMBRANA, FABRICACIÓN E INSTALACION	8
5.1	Clamping y extrusiones de aluminio.....	8
5.2	Pletinas de membrana o Puño	9
5.3	Cables de Borde, cresta o valle.....	9
5.4	Tensores y Conectores de Acero.....	9
5.5	Anclajes a estructura existente.....	10
5.6	Membrana Crosslink PVC (Alta concentración de PVDF).	10
5.7	Garantía Tela Serge Ferrari TX30 III	11
5.8	Fabricación Membrana	12
5.8.1	Patronaje	12
5.8.2	Confección, corte	12
5.8.3.	Confección, soldadura.....	12
5.9	EVACUACION AGUAS LLUVIAS	13
6	MONTAJE DE MEMBRANA	13

0 GENERALIDADES

0.1 Definición de Tenso Estructura

Las TensoEstructuras tienen formas logradas por el equilibrio de las fuerzas de tracción versus el entorno al cual se encuentran ancladas (fundaciones, edificios existentes, terreno, etc). De ahí su nombre.

Las membranas y cables tienen una gran resistencia a la tracción, así como el acero o la madera a la compresión. El hormigón aporta masa. Generalmente estos son los componentes principales de una cubierta Tensada.

Para que el control de la forma y que la membrana quede estable, se debe someter a un estiramiento controlado, llamado **pretensión**. A su vez la superficie de esta debe tener **doble curvatura**, así los esfuerzos se transmiten de forma homogénea sobre toda la superficie de la cubierta. A mayor doble curvatura, más eficiente estructuralmente.

El funcionamiento de todos estos elementos en perfecta armonía se transforman en estructuras únicas, confiables y duraderas. Por este motivo las representaciones en modelos 3D por computadora no solo ayudan para el análisis y cálculo estructural, sino después de la ingeniería estos datos se utilizan directamente para el desarrollo de todos los detalles de la estructura primaria y secundaria, además del proceso de fabricación de la membrana asistido por ordenador.

Los datos digitales de la forma de la membrana final son la base para el diseño de los elementos de enlace arquitectónico o estructura secundaria entre la membrana y sus soportes, tales como placas de membrana, tensores, cables, grilletes, rótulas, etc.

Las siguientes especificaciones técnicas definen los procedimientos y calidades de los materiales y las precauciones que se deben tener presente para la construcción de una Tenso-Estructura. Estas complementan y forman parte del proyecto, se leerán en conjunto con los dibujos arquitectónicos e ingeniería, de otros profesionales y especificaciones.

En general, los planos de ingeniería prevalecen sobre los planos de arquitectura, cálculo y de especialidades. Los planos de detalle prevalecen sobre los planos de ingeniería a escala general y cálculo estructural. Las Especificaciones Técnicas son el complemento de lo expresado gráficamente en el proyecto. Las cotas de todos los planos mandan sobre el dibujo. Las anotaciones en el "LIBRO DE OBRA" prevalecen sobre los planos en general y sobre las Especificaciones Técnicas.

Todos los materiales serán nuevos y de primera calidad, en perfecto estado de conservación, los que deberán ser especialmente revisados por el profesional a cargo; quién podrá rechazar, aquellos que considere defectuosos. La manipulación e instalación de los materiales deberá hacerse ciñéndose a las estrictas normas del fabricante.

El procedimiento de confección será ceñido a las normas del buen construir, sin deterioro en el material empleado.

A no ser que se mencione, todas las medidas son en milímetros y los niveles en metros.

Cualquier discrepancia deberá ser referida al profesional a cargo antes de proceder con el trabajo y deben ejecutarse respetando la legislación y reglamentación vigente; en especial:

- Ley General de Urbanismo y Construcciones.
- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- Ordenanzas municipales que correspondan a nivel local.
- Leyes decretos o disposiciones reglamentarias relativas a permisos, aprobaciones, derechos, impuestos, inspecciones y recepciones de los servicios y municipalidad.
- Reglamentos y normas para Contratos de Obras Públicas.
- Tensinet Desing Guide.

0.1 Referencias a Normas Nacionales

Se contemplan todos los cálculos de Ingeniería necesarios –mediante Software específico para Estructuras Tensadas, así asegurar el correcto funcionamiento de la cubierta ante solicitudes de cargas eventuales consideradas por la norma chilena vigente.

NCh 430 Of 2008 Hormigón armado – Requisitos de diseño y cálculo

NCh 431 Of 2010 Sobrecarga de nieves

NCh 432 Of 2010 Cálculo de la acción del viento sobre estructuras

NCh 433 Of 96 Mod 2009 Diseño sísmico de edificios

NCh 2369 Of 2003 Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.

NCh 1537 Of 2009 Cargas permanentes y sobrecargas de uso

NCh 3171 Of 2010 Diseño estructural – Disposiciones generales y combinaciones de cargas.

ACI 318-08 Building code requirements for reinforced concrete

AISC 2005 Specification for steel structural buildings

AISI 1996 Specification for the design of cold formed steel structural members

Decreto N°61 MINVU (13/12/11) Decreto que modifica la norma NCh433 y deroga DS.117.

Decreto N°60 MINVU (13/12/11) Decreto que modifica la norma NCh430 y deroga DS.118.

ASCE 7-05 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.

ASCE/SEI 55-16 Tensile Membrane Structures.

MINVU - OGUC Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

European Design Guide for Tensile Surface Structures.

0.2. Registros de la empresa especialista y maquinarias.

1.- Para asegurar el control de calidad y trazabilidad, la fabricación de la membrana deberá ser realizada por la empresa experta en Tenso Estructura, en ningún caso se permitirá sub-contrato. Esto se acreditará con la certificación de propiedad de fábrica con capacidad de energética de 45KW y mediante contrato de arriendo o escritura de dominio de propiedad, maquinaria, contratos de operarios, registro fotográfico, etc.

2.- Debe contar con al menos 2 Máquinas (HF) de alta máquina con potencia suficiente para soldar con electrodo ancho 40mm x 1000mm de largo, **No se aceptarán dobles sellos para logra el ancho mencionado.** Se debe certificar dominio de las máquinas HF mediante facturas de compra y fotografía.

3.- Debe certificar la experiencia del uso de software específico para el cálculo y fabricación de cubiertas de membranas. Este debe ser No lineal. (Carta de recomendación del proveedor).

4.- Debe certificar la experiencia en fabricación de membranas arquitectónicas de PVC PVDF mediante carta de recomendación de proveedores reconocidos mundialmente.

5.- Para utilizar membrana Serge Ferrari TX30, según especifica la compañía, para validar garantía se debe utilizar máquina lijadora de telas TESF X1-100-MR Dorey en proceso de fabricación. Se deberá certificar dominio mediante factura de compra.

6.- Para asegurar la calidad y exactitud el corte será dirigido automáticamente por archivos de datos electrónicos, Plotter de corte gran formato, alimentación continua de rollo. Se acreditará su dominio mediante factura de compra y fotografía.

7.- La empresa debe contar con registro en el Ministerio de Obras Públicas (M.O.P.) y/o Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu).

1 PROYECTO

1.1 Proyecto de Arquitectura e Ingeniería.

El diseño de la cubierta debe cumplir con la normativa Urbanística según corresponda y satisfacer correctamente los requerimientos de cargas, de estabilidad estructural de la membrana, de conducción y escurrimiento de aguas lluvias, evitando completamente el aposamiento y certificando su comportamiento mediante la utilización de software de cálculo especializado EASY Technet, que permita evaluar la interacción entre estructura primaria y cubierta textil.

Si bien se han tenido consideraciones de ubicación geográfica para suponer cargas, asesorías con expertos en materia de tensoestructuras y estudios de forma para entregar una propuesta para el desarrollo de arquitectura y una ingeniería básica de estudio, esta versión es solo preliminar, de carácter informativo, para obtener presupuestos, estimaciones de tiempo, etc. No apta para construcción.

La empresa que se adjudique la construcción debe ser especialista y contar con software de cálculo no lineal para poder validar el proyecto de cubierta, como por ejemplo Easy and Rstab de TechNet. Quiere decir que tendrá que realizar su propio proyecto de ingeniería apto para construir y validar lo aquí expuesto. Este diseño será de cargo y responsabilidad del especialista que se adjudique la construcción de esta. El proyecto deberá ser respaldado con memoria de cálculo e informe de esfuerzo y otros factores de la membrana avalado por un ingeniero calculista una vez que se postule a la propuesta, además en el momento de la postulación, la empresa deberá certificar el uso del software especializado para este tipo de estructuras. Cabe destacar que el software especializado, deberá tener la capacidad de calcular las membranas, de lo contrario no se podrá certificar la calidad del proyecto.

1.2 Mecánica de suelos.

No aplica.

1.3 Levantamiento Topográfico.

Se realiza levantamiento topográfico mediante estación total o equipo similar, para definir cotas de referencia y proyecto de arquitectura además de posteriores emplazamientos y replanteos.

2 OBRAS PROVISORIAS Y TRABAJOS PREVIOS

2.1 Instalación de Faenas

No aplica

2.2 Cierre Perimetral

No Aplica

2.3 Letrero de Obras

No Aplica

2.4 Demoliciones para fundaciones y Acceso de Maquinaria

No aplica

2.5 Trazados y Niveles

Los trabajos de trazado, niveletas y niveles serán dirigidos por un profesional idóneo de la obra. El replanteo del trazado se deberá verificar en obra previo a la instalación de la estructura. Se deberá utilizar idealmente geomensor y estación total.

Las dimensiones y la morfología de estructura principal deben corresponder a los datos proporcionados por el Mandante durante la fase del proyecto e idealmente validadas mediante levantamiento Topográfico una vez montada la estructura realizado por el mismo.

3 OBRAS CIVILES.

3.1 Emplantillado

Se ejecutará según lo indicado en los planos de ingeniería, utilizando hormigón de limpieza u otro material especificado para regularizar la base de apoyo de las fundaciones.

3.2 Fe Fundación

El acero de refuerzo empleado para hormigón armado es calidad según estudio de ingeniería, con una tensión de fluencia mínima $f_y \geq 4.200 \text{ kg/cm}^2$ (con resaltes), según cálculo previo de ingeniería.

3.3 Fundación

Serán dados de hormigón armado móviles, según proyecto de ingeniería, los materiales componentes de los hormigones, deberán ser de calidad, cumplir con las normas vigentes sobre la materia, y observar estrictamente con lo determinado en el proyecto.

El hormigón será adquirido por hormigones premezclados, no se prepararán hormigones en obra salvo casos excepcionales, previo autorización expresa de la I.T.O.

Los moldajes, y elementos de sujeción serán revisados y aprobados por la I.T.O. antes de autorizar hormigón. Serán del tipo aislado y se harán en base a detalles y según las siguientes especificaciones. Para las fundaciones se empleará un hormigón grado H-30 con una resistencia característica $R_{28} \geq 300 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y 90 % de nivel de confianza. El diseño de los elementos de Hormigón armado se realiza según el código ACI 318-08. Llevarán un emplantillado de según ingeniería.

No se permitirá el hormigonado desde altura superior a 1,50 m. En caso de no ser posible lo anterior, se tomarán precauciones especiales para evitar la segregación del hormigón.

Los hormigones se protegerán de los cambios bruscos de temperatura, evaporación y vibraciones, especialmente durante los primeros 7 días. Los radieres se mantendrán bajo agua o se cubrirán con polietileno durante el proceso de curado, o se usará membrana de curado tipo Antisol de Sika o equivalente.

3.4 Pernos de Anclaje

Serán de acero galvanizado en caliente, diámetro según previo cálculo de ingeniería, deberán quedar insertos en el hormigón de fundaciones según planos de ingeniería.

3.5 Grouting

Se aplicarán para rematar fundaciones según planos de arquitectura e ingeniería y aprobación de ITO de obra asegurando un buen comportamiento estructuras y buen aspecto estético. Resistencia mínima H-50.

3.6 Relleno compactado, Reposición de pavimento

No aplica

4 ESTRUCTURA PRINCIPAL DE ACERO Y MONTAJE

4.1 Estructura de Acero Galvanizado

Será la encargada de transmitir las cargas o esfuerzos hacia las fundaciones.

Es una estructura de acero galvanizado, conformando módulos sobre la cual se fija la membrana de cubierta.

Todas las uniones serán apernadas. Se debe tener presente en su diseño la transportabilidad de las estructuras y las dimensiones para el galvanizado.

El tipo de perfiles estructurales, flanges, placas, refuerzos y pernos será detallado a cabalidad en los planos de ingeniería y memoria de cálculo.

Se prohíbe expresamente la ejecución de soldaduras en obra. Todas las uniones deberán ser apernadas, según lo indicado en los planos de ingeniería. Esta medida tiene como objetivo asegurar la calidad del montaje, respetar los tratamientos de galvanizado y evitar deformaciones no controladas en terreno.

4.2 Cables de Estructura

Serán de acero galvanizado, de calidad y diámetros según cálculo de ingeniería.

4.3 Montaje de Estructura de Acero

Se deberá presentar un plan de montaje, matriz de riesgos, considerar maquinaria y herramientas adecuadas.

Además del jefe de montaje según acreditaciones y experiencias antes mencionadas.

Siempre se debe verificar la accesibilidad y condiciones del terreno. Además de clima y obras civiles.

5 ESTRUCTURA SECUNDARIA DE ACERO, PROVISIÓN MEMBRANA, FABRICACIÓN E INSTALACION

Es la encargada de la conexión entre la membrana y la estructura principal. Deberá ser capaz de resistir las cargas eventuales transmitidas desde la membrana.

Para su diseño además de la resistencia se debe considerar los componentes de la estructura principal como piezas de unión, flanges, pletinas, pernos, etc. Evitando así la colisión de la membrana con estos elementos.

Una parte pertenece a la estructura principal y la otra será instalada junto con la tela.

5.1 Clamping y extrusiones de aluminio

Para Clamping barras de acero de 50mm de ancho por 5mm de espesor, se hará un sándwich con dos barras cuyas perforaciones para pernos de amarre deben coincidir a la perfección. Todos los bordes deben ser esmerilados para evitar bordes filosos que puedan hacer algún daño a la tela.

Se consideran perfiles extrusión de aluminio, según proyecto, el cual estará fijado mediante pernos inoxidables a la estructura principal. Dicho perfil será la fijación de la membrana con las vigas perimetrales de los ejes 1, D y 4, según muestran los planos de detalles del proyecto. Cabe destacar que el espesor mínimo que debe tener este perfil es de 5mm.

5.2 Pletinas de membrana o Puño

Son las placas de esquinas, su forma debe ser coincidente con puños de membrana, además considerar perforaciones para pernos de amarre, unión tensor y herraje en estructura. El conjunto de la placa prensa la tela en el puño y evita el deslizamiento. Recibe los cables ajustables borde de tela. Es necesario desbastar todos los cantos que estén en contacto con la membrana. La terminación será galvanizada en caliente.

5.3 Cables de Borde, cresta o valle

Para los casos con borde libre o catenaria se pasará cable de acero suelto por interior de bolsillo continuo a lo largo de todo el borde de membrana, creta o valle. El tipo y N° de Torones se especificará en planos de ingeniería. Serán de acero galvanizado según norma ASTM y sus terminales serán de fábrica. No se admiten cables amarrados en terreno con prensas apernadas.

5.4 Tensores y Conectores de Acero

Serán de acero galvanizado y dimensiones según cálculo. Deben permitir uniones rotuladas y ajustes en su largo.

5.5 Anclajes a estructura existente

No aplica.

5.6 Membrana Crosslink PVC (Alta concentración de PVDF).

La membrana especificada para este proyecto debe incorporar un recubrimiento exterior con alta concentración de PVDF tipo Crosslink, como el utilizado en la membrana Serge Ferrari TX30-III, para asegurar una durabilidad superior, estabilidad estética y facilidad de mantenimiento a largo plazo.

A diferencia de las membranas soldables sin abrasión, la TX30-III cuenta con una capa de Crosslink PVDF de 230 micras de espesor sobre los hilos estructurales (en comparación con 130 micras en productos estándar), lo que evita el agrietamiento prematuro y protege la malla estructural de la radiación UV. Esta capa presenta enlaces moleculares irreversibles, generando una superficie más lisa y resistente al microagrietamiento, menos propensa a la acumulación de suciedad.

Beneficios principales:

Estética duradera: conserva mejor su color y textura original con el paso del tiempo.

Facilidad de limpieza: se mantiene limpia con menor esfuerzo.

Protección mecánica: los hilos no quedan expuestos, reduciendo el riesgo de degradación.

Ausencia de manchas, zonas opacas y pérdida de translucidez.

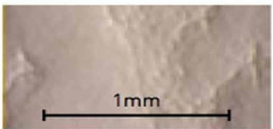
Proceso de abrasión certificada: para conservar la garantía oficial del producto, esta membrana debe ser sometida a un proceso de abrasión parcial en una de sus caras, utilizando maquinaria certificada por el fabricante. Este procedimiento es obligatorio para permitir su soldabilidad sin comprometer la capa protectora de PVDF.

Color blanco, con transmisión luminosa de 7,5%. Reacción al fuego según normas internacionales M2 / NFP 92-507 y B1 / DIN 4102-1.

Resistencia a la tracción: 560 daN/5cm (urdimbre y trama)

Resistencia al desgarro: 80/65 daN o superior

Anexo visual: se adjunta imagen comparativa que ilustra el desempeño de diferentes membranas tras envejecimiento acelerado equivalente a 30 años en Florida, donde se evidencia la superioridad técnica y estética del sistema TX30 con PVDF tipo Crosslink

Referencia producto	PVC Estándar	Précontraint S2	Précontraint TX30
Revestimiento	PVDF soldable sin abrasión	PVDF soldable sin abrasión	CROSSLINK PVDF soldable post-abrasión
Envejecimiento acelerado 2 500 h - eq 10 años Florida			
Envejecimiento acelerado 7 500 h - eq 30 años Florida			
VISTA GENERAL Protección de los hilos 7 500 h - eq 30 años Florida			
	<i>Muy agrietado e hilos al descubierto - deterioro irreversible</i>	<i>Agrietado y muy sucio</i>	<i>Ausencia de grietas y estética preservada - facilidad de mantenimiento</i>

5.7 Garantía Tela Serge Ferrari TX30 III

El proveedor deberá acreditar una garantía mínima de 20 años sobre la membrana, de acuerdo con la garantía entregada por el fabricante del modelo TX30-III. No se aceptarán propuestas que ofrezcan garantías inferiores o sin validación directa del fabricante.

5.8 Fabricación Membrana

5.8.1 Patronaje

La disposición de las telas debe realizarse de modo que las tensiones principales de la membrana coincidan aproximadamente con las direcciones del tejido de poliéster. El principal requisito de diseño de los patrones de tela es que el eje del patrón y las uniones entre ellos sigan líneas geodésicas sobre la superficie de doble curvatura de la membrana. Se deberá considerar factor de compensación según sea el caso y atendiendo a las condiciones de borde.

5.8.2 Confección, corte

Para asegurar la calidad y exactitud el corte será dirigido automáticamente por archivos de datos electrónicos, Plotter de corte gran formato, alimentación continua de rollo.

Durante el corte hay que comprobar si la superficie del material tiene áreas defectuosas, que deberán descartarse de manera que no se vuelvan a utilizar. Hay que llevar un registro de control para confirmar que cada pieza está completa y tiene la dimensión correcta. El registro se complementará con el código de rollo.

Los patrones deberán marcarse según la distribución en el paño para asegurar la localización correcta en el mismo.

5.8.3. Confección, soldadura

Las uniones, ya sean entre paños o a la estructura, se habrán de realizar de tal manera que las tensiones se transmitan uniformemente al tejido.

Se consideran uniones o sellos mediante alta frecuencia, máquina con potencia suficiente para soldar con electrodo ancho 40mm x 1000mm de largo. No se aceptarán dobles sellos para lograr el ancho ni sellos por termofusión y/o calor por cuña caliente, Solo se permite sello por frecuencia electrónica.

Por ser una tela con alta concentración de PVDF debe pasar por proceso de abrasión por el área donde se realizará la soldadura o sello. Se especifica máquina TESF X1-100-MR Dorey.

Para los sellos de alta frecuencia (HF) se debe preparar adecuadamente la máquina, para esto se harán ensayos de las uniones y se especificarán los valores precisos para obtener la calidad de sello deseada. Se realizarán controles de calidad en cada turno de trabajo. Se debe prestar especial atención a las áreas con dobleces, cruce de uniones, refuerzos, etc.

Una vez completadas las uniones de cada pieza individual, tienen que comprobarse las dimensiones basadas en las medidas de control especificadas en los planos de fabricación.

Las costuras no deben presentar roturas en los hilos, corrimientos o deshilachaduras, así como otros síntomas de deterioro.

5.9 EVACUACION AGUAS LLUVIAS

Será caída libre por todo el perímetro.

6 MONTAJE DE MEMBRANA

Se debe hacer un plan de montaje tomando en cuenta todas las condiciones como estabilidad de la estructura, manejo del material y las condiciones meteorológicas que vayan a darse durante el periodo de izado.

Se considerará peso de membrana para izado y la magnitud de fuerzas que hay que aplicar en las secuencias predeterminadas del montaje.

Para la membrana se elaborará plan de plegado y empaquetado como parte de la planificación del montaje. Hay que poner especial atención a la colocación correcta de las pletinas y de los anclajes de conexión mediante inspección visual de posibles defectos o desviaciones.

Se considera montaje del conjunto de acuerdo con información contenida en el proyecto. El contratista tendrá a su cargo la seguridad de la obra, tanto de los trabajadores como de transeúntes en general.

Se deberá contemplar maquinaria adecuada para la el volumen y distancia requerida.

5/8.1 Pretensado

Los niveles de pretensado de la membrana se eligen como resultado del proceso de búsqueda de la forma y tienen que aplicarse y mantener durante el montaje y la vida útil de la estructura. Hay que incluir estas fuerzas en todos los estados de carga. El nivel mínimo para la membrana tipo 2 es de 0,9kn/m.

El nivel de pretensión calculado se logrará una vez que se haga llegar el perímetro de la cubierta al borde rígido de conexión clamping y/o placas de membrana, para esto antes se consideró la compensación y patronaje en etapa de diseño.