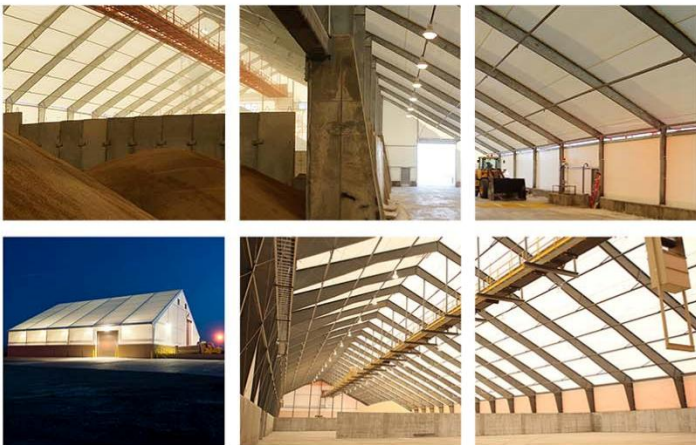


Ventajas de las Estructuras de Tela con Armazones de Acero Rígidos

Un informe técnico que disipa los mitos del diseño de la construcción en tela



INTRODUCCIÓN

Ante las continuas mejoras en rendimiento, seguridad y velocidad de montaje, las construcciones en tela se toman cada vez más populares entre los tipos de construcción preferida. Las edificaciones en tela se atienen a las mismas directrices de ingeniería que otros tipos de estructuras y poseen ventajas que no pueden ser igualadas por edificios de acero o madera.

©2015 Legacy Building Solutions, Inc.

Historia de la Construcción en Tela

Hay evidencia de estructuras que datan de hace 40.000 años, que consiste de pieles estiradas sobre ramas de árboles. Dichas estructuras son un precursor de las estructuras modernas en tela. Esas sencillas carpas, livianas y fáciles de mover, apoyaban el estilo de vida nómada que prevalecía antes del surgimiento de la agricultura.

En los años 1940s Walter Bird, un ingeniero de Bell Aeronautics, se interesó en la construcción con telas. Bird estableció una empresa contratista especializada en techado y membranas y, en 1957, el domo que Bird construyó sobre una piscina apareció en la noticia de primera página de la revista *Life*.

La primera estructura permanente de membrana no soportada por aire fue construida en 1973 en la Universidad de La Verne, California. El Pabellón de Ciencias Deportivas y Atletismo está en uso hasta el presente.

En la década del 60, NASA necesitaba una tela no combustible e inventaron politetrafluoroetileno (PTFE), también conocido como fibra de vidrio revestida de Teflón, que usaron para los trajes espaciales. Hoy en día, se usa PTFE en edificios. Libra por libra, es más fuerte que el acero y pesa menos de 5 oz. por yarda cuadrada. La mayoría de los materiales que se usan en la construcción moderna en telas pesa entre 12 oz. y 28 oz. por yarda cuadrada.

Uno de las primeras construcciones modernas en tela de alto perfil fue un estadio creado por Frei Otto para las Olimpiadas de 1972 en Múnich. Coincidió con el nacimiento de la Era Digital y fue uno de los primeros edificios diseñados con modelado por computadora. Todavía está en uso.



Figura 1: Estadio Olímpico de Múnich

Ventajas

Las construcciones en membrana textil son estancas a la intemperie y diseñadas para mantener un ambiente limpio y consistente al interior. Se modera la temperatura al exterior para mantener el interior más cálido en invierno y más fresco en verano. Al no haber tornillos ni clavos que penetren el techo, no hay lugares donde se pueda formar óxido ni orificios que puedan transformarse en fugas. La ventilación superior en los edificios mantiene fresco el aire para el almacenamiento de productos básicos y para otros usos que requieran aire fresco. Además los roedores, pájaros y mohos no pueden usar la membrana textil y el armazón de acero como material para hacer nidos o alimento.

Se puede hacer edificios en tela tensada para las holguras exactas de largo, ancho y alto requeridas incluso para aeronaves. Se han ideado construcciones textiles con armazones de acero rígidos con envergaduras de más de 300 pies de ancho y que superan los 50.000 p² en zona del plan. Los marcos de acero diseñados pueden soportar una variedad de puertas de hangar y equipo auxiliar, como sistemas de extinción de incendios, de calefacción e iluminación.



Cerchas y Armazones

Normalmente se hacen los armazones de alma abierta de cordones tubulares de acero o ángulos de hierro ubicados de forma intermitente entre los cordones para obrar como “alma” o “malla”. Se hacen los armazones rígidos de placas sólidas de acero.

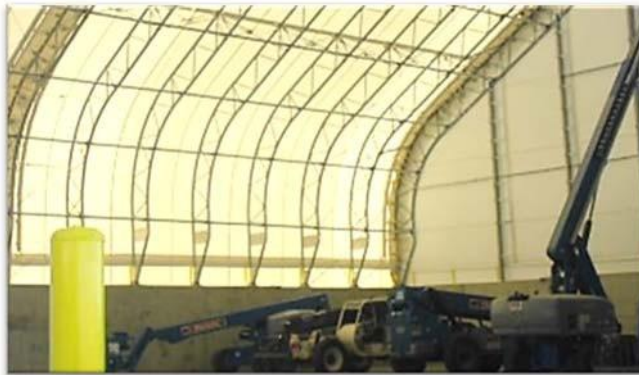


Figura III: Cerchas de alma abierta

La construcción de armazones de acero rígidos emplea marcos rígidos durables en vez de las estructuras de cerchas de alma abierta de tubo hueco que se usa tradicionalmente para edificios en tela. A diferencia del acero en tubos huecos, las vigas estructurales de acero no son vulnerables a la corrosión invisible que se origina al interior de un tubo. Además, el acero estructural tiene muchas opciones de revestimientos, incluyendo galvanización por inmersión en caliente, base antioxidante y pintura en polvo o líquido.

La fuerza del armazón de acero estructural ofrece varias ventajas de ingeniería, en especial la flexibilidad para adaptar edificios más allá de las limitaciones de las dimensiones estándares, al ancho, largo y alto exacto que se requiere. El diseño permite crear puertas más anchas que con cerchas de celosía y facilita el agregar puertas laterales.



Figura II: Edificio en tela adaptado

Se puede modificar estructuras para proporcionar los aleros y las columnas interiores que se deseen. Se pueden diseñar para manejar cargas adicionales para correas transportadoras, rociadores e incluso cargas de productos básicos en las paredes laterales. El armazón de acero también permite características como puntas descentradas, anexos de agua simple, alturas variables de muros laterales y vigas auxiliares – que hasta hace poco no estaban disponibles en la construcción textil.



Figura IV: Vigas de acero sólido



Materiales, Ingeniería y Construcción

Telas de Alto Rendimiento

La tela usada en estructuras en tela tensada de alta calidad se hace de hilos de filamento continuo de poliéster que se tejen para crear una tela resistente llamada “*scrim*” (un tipo de lona).

Se aplica al *scrim* un compuesto revestidor adhesivo que se liga químicamente a la tela. Se prueba la resistencia de ligazón mediante un test de adhesión. Luego se sueldan en caliente las capas de tela a la vez. El proceso de soldado en caliente se puede realizar con un equipo soldador de radiofrecuencia, de impulso de aire caliente o de cuña en caliente.

Se puede producir juntas a velocidades de hasta 20 pies por minuto. La tela terminada posee una combustibilidad limitada, es decir, arderá en la presencia de llamas pero se auto extinguirá una vez retirada la llama. A menudo esto significa que cuando haya un incendio, la tela arderá sin dañar el armazón o lo que se encuentre alrededor de la construcción.

El uso de pigmentos de colores resistentes significa que el edificio se verá igual después de años de uso. Existe además un revestimiento de acabado, que puede contener un fungicida, ayudando a mantener limpio el edificio.

La elongación uni-axial y biaxial – o estiramiento de la tela – se basa en el tipo de hilo, el patrón de tejido y el revestimiento. Esto determina resistencia de carga de la tela.

Las telas que se usan en la construcción textil son sometidas a pruebas rigurosas:

- El test de resistencia estándar que se usa en la industria geotextil es el de Resistencia a rotura – o Carga de rotura – y Elongación. Determina el punto de fuerza o carga en el que se rompe el geotextil y cuánto se estira o alarga esta tela antes de romper.
- El test de Deformación de tracción, aplicable a geo-sintéticos incluyendo geo-mallas, se usa en pendientes más pronunciadas y muros de retención. Se realizan los test de Deformación de tracción o por tensión al poner una carga sobre una muestra de un geotextil por hasta 10.000 horas (417 días). Se agarran las muestras a través de su ancho completo. Se monitorea la deformación de tracción o elongación – o tensión – de la muestra durante todo el periodo de prueba.
- Para el test de Resistencia al desgarro trapecial, se cortan muestras geotextiles en forma de un trapecio isósceles y luego se hace un pequeño corte por un lado del trapecio. Se agarran los dos lados no paralelos del geotextil con abrazaderas planas paralelas de modo que el corte pueda extenderse a medida que las mordazas se separen y se aplique la velocidad de deformación requerida. Así se propaga un rasgón continuo y se registra la fuerza máxima.
- La Resistencia a rayos UV mide el potencial de deterioro de la Resistencia a la tracción en una tela debido a la exposición a luz ultravioleta y agua. Se expresa típicamente a las 500 horas de exposición.



Fijación de Sistema de Tensado de Telas

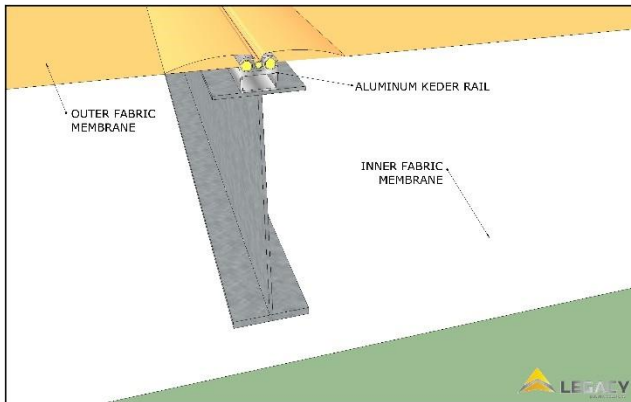


Figura V: Fijación de tela con sistema Keder

Una tela tensada y asegurada correctamente durará más que otras y no necesita ser tensada de nuevo. Se debe tensar los paneles en lo horizontal y vertical. Cuando se mueve la tela, acelera el deterioro del revestimiento. La mejor práctica para fijaciones son los paneles con Keder fijados a cada marco. Para obtener resultados óptimos, se aplica tensión al panel

por su ancho. Para optimizar el estiramiento biaxial, después se tensa mecánicamente por el aspecto vertical.

Si bien muchas construcciones arquitectónicas en tela se vean iguales, hay ciertas diferencias críticas sobre cómo se fija la tela. Muchas cubiertas de construcciones textiles son estiradas sobre todo el armazón del edificio y son fijadas sólo en los extremos y partes inferiores. Ello sobre-esfuerza los armazones terminales de la estructura y reduce la longevidad de la tela.

En un edificio con paneles Keder, cada panel del techo se pre-tensa en lo horizontal y se tensa en lo vertical. También se tensa la parte superior de cada panel del muro lateral para lograr un calce atractivo y estanco a la intemperie. En los muros terminales, se usan tirantes horizontales, o “topes de tela”, que aseguran una correcta fijación y suman años a la vida útil de la tela.



Figura VI: Interior deconstrucción en tela con armazón de viga-I de acero



Ingeniería

Entre los diseñadores existe una idea errada que las construcciones en tela deben adherirse a códigos y cargas diferentes que las edificaciones tradicionales en metal. De hecho, los diseñadores de construcciones textiles usan la misma ingeniería probada y comprobada que ha servido a la industria de la construcción en metal hace décadas.

En general, las reacciones del armazón rígido que soporta una estructura de tela son casi idénticas que las reacciones de las edificaciones estándar en metal. Las expectativas para los cimientos deberían ser las mismas para ambos tipos de construcciones, ya que usan las mismas cargas de viento, nieve y sismos. Algunos proveedores de construcciones textiles afirman que se requiere poco o nada de cimientos, pero eso debería ser una señal de alerta de que ellos no están aplicando sus cargas con precisión.

Otra idea equivocada sobre las construcciones en tela es que se espera que la tela proporcionará soporte lateral a la brida superior del armazón rígido y que, en caso de soltarse una tela o ceder un panel, se pierda todo el soporte lateral por dicha brida. En realidad, los armazones rígidos para edificaciones en tela están diseñados con correas (o "viguetas") que refuerzan la brida inferior; y, a ciertas distancias, se quitan las riostras de brida de las correas que refuerzan la brida superior. No es necesario que la tela esté sobre la construcción para que el armazón rígido tenga el arriostamiento lateral para el cual fue diseñado. Si bien la tela funge como una riostra lateral redundante para la brida superior, la estabilidad de estas estructuras no depende de la tela.

Ventajas de Armazones de Alma Llena

El uso de construcciones con telas tensadas sobre armazones rígidos de acero ofrece muchas ventajas, incluyendo tiempos, costos, seguridad y eficiencia energética.



Figura VII: Las vigas auxiliares hacen posible tener aberturas excepcionalmente anchas en paredes laterales



Es posible instalar la mayoría de las estructuras textiles 2 a 3 veces más rápido que las construcciones tradicionales. Para una estructura en tela se requiere entre 0,02 y 0,03 horas hombre por pie² en comparación con el enchapado con acero que necesita entre 0,04 y 0,07 horas hombre por pie².

Considerando sólo la membrana textil, el tiempo de instalación es 0,01 hrs hombre por pie² vs 0,03 hrs hombre por pie² de los sistemas de enchapado con acero. Durante el recubrimiento se logra la mayor parte de la eficiencia de instalación. Es más rápido y seguro instalar un revestimiento de tela sobre sistemas de acero.

Se construye edificaciones textiles como estructuras permanentes, pero es posible reubicarlas. Se puede desarmar una estructura típica estándar en tela en 0,015 hrs hombre por pie². Ello permite un desarmado muy rápido. Se puede reutilizar la mayoría de los materiales y reutilizar y despachar los paneles arquitectónicos de tela a un menor costo que los sistemas convencionales.

Los armazones rígidos de acero usan ingeniería probada para manejar la carga colateral y la suspendida; se pueden diseñar para suspender grúas, pasarelas y sistemas transportadores. Una estructura diseñada en tela tensada es lo bastante flexible para este tipo de adiciones

porque estará diseñada para soportar con seguridad el peso de la adición.

Con el tiempo, las edificaciones recubiertas por entero de acero se corroerán, debilitarán y verán feas. Las construcciones hechas por entero de acero tienen orificios de tornillos y clavos por afuera que podrían dejar pasar humedad y que son vulnerables al óxido y la corrosión- y una vez que comienza, no se puede ignorar la corrosión. Las construcciones en tela son resistentes al óxido y a la corrosión, incluso a la sal, los fertilizantes y otros materiales que son dañinos para el acero.

Una vez instalada la edificación por equipos profesionales, se requiere un mantenimiento mínimo por parte del operador o dueño del edificio. No necesita pintura, reemplazar tejas, o reparar ni reemplazar forros para paredes que estén sueltos. No se requieren herramientas especiales para el mantenimiento de construcciones en tela; se puede realizar desde el suelo.

El armazón rígido de acero da la opción de instalar recubrimientos alternativos en los muros laterales, incluyendo acero, hormigón o ladrillo. Los muros laterales rectos creados por un marco rígido además proporcionan más espacio útil interior.

Las construcciones textiles son por naturaleza no conductivas.



Figura VIII: Instalación de paneles de tela





Figura IX: Edificio en que se fabrica tela, Kansas

Ello mantendrá el interior del edificio más fresco que el interior de una construcción de acero en un día caluroso. El acero bajo el sol se sentirá tibio, incluso caliente, al tacto – aun horas después de la puesta del sol. En cambio, la tela no retendrá calor del sol ni del ambiente exterior.

Además, la tela no conducirá temperaturas invernales gélidas hacia el interior del edificio, como lo haría el enchapado de acero. Antes de la instalación de sistemas de calefacción o aire acondicionado, las construcciones en tela se mantienen más de 10 grados más cálidos en días fríos, y casi 20 grados más frescos en días calurosos.



Figura XI: Edificio minorista hecho en tela, con pared vidriada

Muchas construcciones en tela contienen materiales reciclados y pueden ser reciclados nuevamente después de su uso. Algunos

fabricantes de tela trabajan con recicladores externos para procesar membranas usadas para usarlas en productos nuevos. Cuando una membrana textil llega al final de su vida útil, el fabricante ayuda al cliente a identificar un socio apropiado para reciclar la membrana. El cliente puede acordar la fecha y hora, el despacho y negociar costos de manera directa.

El uso de tela podría ayudar a que un proyecto obtenga puntos LEED. Cabe notar que a las telas de polietileno se las considera un material de baja emisión de toxinas.



Figura X: Edificio industrial de almacenamiento en Oklahoma

Conclusión

Las estructuras en tela se están volviendo más comunes en una variedad de industrias. La combinación de telas duraderas con un robusto armazón rígido de acero crea edificaciones que poseen la fuerza de construcciones tradicionales con las ventajas del recubrimiento en tela. Las estructuras textiles están diseñadas para durar décadas en cualquier medioambiente. El estar armados con un entendimiento cabal de la tecnología de las estructuras en telas mantendrá a ingenieros y arquitectos bien preparados para futuros proyectos de construcción.

