

Resumen

El presente artículo trata sobre la capacitación y construcción de un domo geodésico de frecuencia 3, para ser utilizado como un módulo de juegos para niños de la Institución Educativa Inicial 105 en el Centro Poblado de San Antonio del Río Mayo en la Provincia de Lamas, Departamento de San Martín, previamente se construyó un modelo a escala 1/10, a fin de tenerlo como guía para orientar el proceso de construcción del domo

Palabras clave: : Estructuras, Geodésica, Comunidad, Modelo a escala.

Diseño y construcción de un domo geodésico de frecuencia 3, una experiencia de enseñanza y construcción con participación de la comunidad

Design and construction of a geodetic dome of frequency 3, a teaching and construction experience with community participation

Lyanne Saldaña Villacorta* y Alfredo E. Mujica Yépez**

Recibido: 23 de mayo de 2018

Aceptado: 29 de junio de 2018

Abstract

This article is about the training and construction of a 3 frequency geodesic dome, to be used as a play module for children from Institución Educativa Inicial 105 (Preschool Institution) in San Antonio del Río Mayo Small town in the Province of Lamas, San Martín Department, a 1/10 scale model was previously built, in order to have it as a guide to lead the dome construction process.

Keywords: Structures, geodetic, community, scale model

* Arquitecta, Gerente de L. Saldaña E.I.R.L., en la Ciudad de Tarapoto, departamento de San Martín, donde desarrolla diferentes proyectos de arquitectura, y promueve actividades de capacitación y proyección social a diferentes comunidades urbanas y rurales del departamento, la empresa organizó y promovió el Taller Práctico para la Construcción de un Domo Geodésico, con la participación de arquitectos, estudiantes de arquitectura y público interesado de la ciudad de Tarapoto y de la Institución Educativa Inicial 105 en el Centro Poblado de San Antonio del Río Mayo en la Provincia de Lamas, Departamento de San Martín.

** Arquitecto, Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Ricardo Palma, tuvo a su cargo el curso de Física en la facultad en los años 1993-1995 y 1998-2000, donde desarrolló métodos alternativos para la enseñanza de la física y las estructuras, utilizando recursos gráficos y modelos tridimensionales. Actualmente pertenece al equipo de docentes del Taller Básico 4 y del Taller Integral 11. Tiene experiencia docente en Cursos de estructuras y bioclimática en la Universidad Alas Peruanas (UAP) y ha sido docente de cursos similares en la Universidad Peruana Unión (UPEU) de Ñaña.

Antecedentes

La construcción de domos geodésicos, nace en la práctica académica como docente del autor de este artículo, a cargo del curso de Estructuras en la Universidad Peruana Unión (UPEU) de Ñaña; donde se fijó como reto construir una estructura a escala real donde pudieran entrar todos los estudiantes del curso y el docente. Para lograrlo se obtuvo información de cuatro instructivos publicados por el Departamento de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María de Valparaíso, Chile. Un tiempo después, se repitió la experiencia de construcción en la Universidad Alas Peruanas de Barranco, en un domicilio particular en Santiago de Surco, ambas experiencias en la Ciudad de Lima.

Posteriormente como parte de la experiencia práctica del Taller de Diseño VI (Taller Bioclimático) de la Universidad Alas Peruanas, se diseñaron y construyeron domos geodésicos con cobertura que permitía utilizarlos como invernadero para producir calor en su interior y así poder tener cultivos de climas más cálidos o para poder desecar productos del lugar, estos

domos fueron donados a las comunidades o instituciones educativas que nos dieron acogida en zonas cercanas a las ciudades de Puno, Ayacucho, Trujillo, Chachapoyas y Huánuco. En cada experiencia constructiva se hacían cambios y ajustes para tener un mejor resultado buscando la rapidez de la construcción y la máxima eficiencia térmica.

Introducción

La experiencia docente nos brinda muchos caminos para llegar al objetivo de motivar y lograr el conocimiento en los estudiantes, un docente siempre busca nuevas formas de enseñar, nuevas formas de captar el interés y que el conocimiento impartido pase a formar parte de los recursos con los que el futuro profesional resolverá los retos de su carrera.

Una de las más interesantes formas de enseñar es permitiendo que el estudiante construya o resuelva en tres dimensiones una forma o estructura que cubra las demandas planteadas. Un antiguo proverbio chino así lo enunciaba:



Figura 1. Domo Geodésico de Frecuencia 3 en plena construcción en la Institución Educativa Inicial 105 en el Centro Poblado de San Antonio del Rio Mayo en la Provincia de Lamas, Departamento de San Martín

“Loque oigo, lo olvido; loque veo, lo recuerdo; lo que hago, lo aprendo”. Proverbio de Confucio.

De acuerdo a este proverbio, si el estudiante tan solo escucha la disertación de profesor en clase, olvidará fácilmente lo expuesto, pero si el docente utiliza gráficos y textos en el pizarrón o los proyecta en la pantalla, logrará que el estudiante por lo menos recuerde más su clase; pero si además de oírlo, ver sus gráficos y notas, el estudiante pone en práctica y elabora o construye algo relacionado al conocimiento expuesto, entonces sí aprenderá y el conocimiento pasara a ser parte de sí mismo.

En los cursos de estructuras, muchas veces las clases se reducen a enunciados teóricos y a desarrollo de operaciones matemáticas en base a fórmulas, las clases se asemejan a las impartidas en las carreras de ingeniería, por lo que el estudiante de arquitectura se siente ajeno a esta forma de enseñanza y no se desarrolla con el potencial esperado.

En nuestra experiencia docente, siempre hemos procurado cambiar esa forma de enseñar las estructuras; una vez impartido el conocimiento teórico, se busca la manera de desarrollar estructuras reales, para lo cual se proponen métodos gráficos de cálculo o sencillas fórmulas de predimensionamiento estructural, para luego pasar a construir modelos estructurales a escala o en tamaño real para que el estudiante pueda ver en forma completa la secuencia del desarrollo del conocimiento desde las bases teóricas hasta la construcción del modelo y la observación de su comportamiento real.

El domo geodésico

Según Domos Barcelona Estructuras Geodésicas SL, (s.f.).

“ Un domo geodésico es una sección de una esfera geodésica, su forma está basada en la figura del icosaedro. La división que se haga de esta figura inicial, determinará la frecuencia de la cúpula. Son estructuras de gran rendimiento y de gran espacio armónico, dada la ausencia de columnas o pila-

res. Al mismo tiempo, al ser una estructura fractal, se generan grandes resistencias de cargas con cantidades de material muy inferiores a las que se suelen utilizar en la arquitectura tradicional. En nuestros tiempos, el concepto fue desarrollado por Richard Buckminster Fuller, quien patentó la idea y las matemáticas del proyecto a mitad del siglo XX, razón por la cual es considerado su inventor” (párr. 2).

Uno de los temas que siempre ha despertado gran interés en los estudiantes es el estudio de estructuras no convencionales, como es el caso de los poliedros y los domos geodésicos, debido a su estrecha relación con la geometría y los resultados formales obtenidos. En el caso del domo geodésico, los estudiantes se sorprenden cómo es posible construir con barras rectas de tres medidas una estructura semi esférica que se va formando al ir uniendo estas piezas en sus extremos, generando superficies triangulares que a su vez se agrupan en componentes hexagonales y pentagonales.

Para el caso del domo geodésico de frecuencia 3, tomando como base el poliedro platónico del icosaedro, que se compone con veinte triángulos equiláteros que al unirse entre sí generan una forma cerrada convexa, procedemos a trincar sus doce vértices, dado que a cada vértice llegan 5 triángulos, en cada vértice se obtendrá un pentágono, y los triángulos al perder sus puntas se convertirán en hexágonos.

Con este truncamiento surge un nuevo poliedro que se denomina icosaedro truncado, el cual tiene 12 pentágonos y 20 hexágonos, sumando en total 32 superficies geométricas unidas entre sí formando un volumen cerrado y convexo también.

Y es a partir del icosaedro truncado que se obtiene el domo geodésico de frecuencia 3; cada cara pentagonal y cada cara hexagonal, son divididas por 5 y 6 triángulos respectivamente, lográndose una esfera geodésica compuesta por 180 triángulos. El domo a construir resulta una sección de esta esfera, siendo la 5/8 parte del total.

Tabla 1. Tipos de barras a utilizar, medidas totales y a eje en cada caso, color asignado y ubicación en el domo geodésico a construir.

Tipos de barras a utilizar	Largo total en cm.	Largo al eje en cm.	Color asignado a la barra	Ubicación en el domo
Barra (A)	98.2	93.2	Azul	Bordes de pentágonos y hexágonos
Barra (B)	85.2	80.2	Rojo	Interiores de pentágonos
Barra (C)	100	95	Verde	Interiores de los hexágonos

Elaboración propia

El desarrollo teórico y práctico de los domos geodésicos se atribuye a Richard Buckminster Fuller, quien obtuvo la patente de estas estructuras a mediados del siglo pasado. A partir de entonces se van difundiendo en todo el mundo, construyéndose domos de grandes dimensiones, utilizando muy poco material y logrando cubrir grandes superficies con estas formas de gran belleza y armonía.

Elaboración del domo a escala 1/10

Aprovechando de un viaje de estudios a la ciudad de Tarapoto, el autor que debía llegar a esa Ciudad hizo contacto con la autora, arquitecta que radica en esa ciudad, para organizar un curso teórico práctico para la construcción de un domo geodésico dirigido a arquitectos, estudiantes de arquitectura y público interesado. La idea era instruir a los participantes para que puedan construir este tipo de estructuras livianas, el producto de este curso sería la construcción real del domo y su donación a una Institución Educativa de la zona, que requería de un espacio para el juego de los niños.

Para poder construir un domo geodésico, se eligió el más apropiado para el uso y dimensiones del lugar; sería un domo de frecuencia 3 que pueda ser utilizado como un recinto para los juegos de niños de la Institución Educativa beneficiaria, previamente se construyó un modelo o maqueta a escala 1/10 la cual serviría de guía para el proceso del montaje del domo a escala real. El modelo fue elabo-

rado en base a tubos plásticos de tres medidas diferentes, cada tubo o barra de determinada medida sería identificada con un color diferente (azul, rojo, o verde) para lograr un trabajo de montaje más rápido y una mejor compresión de la estructura.

En la construcción de este modelo, las barras azules forman los bordes de los pentágonos y hexágonos que dan forma al domo geodésico, las barras rojas son parte de los triángulos interiores de los pentágonos y las barras verdes son parte de los triángulos interiores de los hexágonos.

De acuerdo a los cálculos para definir el tamaño de los tubos, se optó por dar una medida exacta para los tubos más numerosos, los que forman los triángulos dentro de los hexágonos (barras tipo C, verdes) con el objeto de evitar el desperdicio de material al cortarlos, sabiendo que un tubo para cables de energía eléctrica mide 3 metros de longitud, y que podemos obtener 3 piezas de este, optamos por elegir el tamaño de 1 metro de largo total, a fin de obtener 3 componentes por tubo sin desperdicio.

Del largo total, se considera cinco centímetros menos en cada tubo para cerrarlos y sellarlos y así poder perforarlos para pasar por ellos los pernos y unirlos; así se obtiene el largo a eje, o sea la distancia entre los pernos la que es válida para los cálculos, en caso de los tubos verdes será $1.00 - 0.05 = 0.95$ metros a ejes.

Tabla 2: Tipos de barras a utilizar, medidas totales y a eje en cada caso, color asignado y ubicación en el domo geodésico a construir

Tipos de barras a utilizar	Largo total en cm.	Largo al eje en cm.	Color asignado a la barra	Ubicación en el domo
Barra (A)	98.2	55	Azul	Bordes de pentágonos y hexágonos
Barra (B)	85.2	30	Rojo	Interiores de pentágonos
Barra (C)	100	80	Verde	Interiores de los hexágonos

Elaboración propia

Tabla 3: Esquemas de los cortes a realizar en los tubos de 3 metros de longitud para obtenerlos tres tipos de barras a utilizar en el domo geodésico, con el objetivo de evitar al máximo el desperdicio.

A	A	B	Longitud	Tubos en total
98.2	98.2	95.2	281.6	30

C	C	C	Longitud	Tubos en total
100	100	100	300	27
				57

Elaboración propia

Para los tubos azules será un largo total de 0.982 metros menos los 5 centímetros se tiene: $0.982 - 0.05 = 0.932$ metros de largo al eje, para los tubos rojos será un largo total de $0.852 - 0.05 = 0.802$ metros de largo de eje. Con estas medidas se obtendrá un domo de 4.60 metros de diámetro.

De acuerdo a la configuración de los domos geodésicos de frecuencia 3, se requieren 55 barras para los bordes de los hexágonos y pentágonos que serán identificados en color azul, 30 barras para el interior de los 6 pentágonos que conforman este domo, ($6 \times 5 = 30$), y finalmente 80 barras para los interiores de los hexágonos en color verde. Se tendrá entonces un total de 165 barras a cortar.

Para obtener el menor desperdicio se obtendrán las barras azules y las rojas de un mismo tubo, y las barras verdes de otro tubo; para el caso de las barras rojas y azules, se planea obtener dos tubos azules y uno rojo de cada tubo de 3 metros, con lo cual se utilizarán en total 2.816 metros del tubo, quedando un residuo de 0.184 metros.

En el caso de los tubos verdes se obtienen 3 tubos verdes de cada tubo mayor de 3 metros de longitud sin residuo alguno. Considerando que se necesitan 80 tubos verdes, se necesitan cortar $80/3 = 26.67$ tubos que son por redondeo 27 tubos. Para el caso de los tubos rojos y azules, se necesitan 30 tubos rojos, y 55 azules, por lo que se deben cortar 30 tubos de los que se obtienen

drán 30 tubos rojos y $30 \times 2 = 60$ tubos azules, si solo se necesitan 55 tubos azules quedan como saldo 5 tubos azules. En total se tendrán que comprar $30 + 27 = 57$ tubos de luz de tres metros de largo, para obtener todos los tubos menores requeridos, más los saldos indicados.

Secuencia de montaje en el modelo del domo geodésico

Nivel 1 Cumbre



Figura 2. Construcciones de los niveles 1 y 2 del domo, el interior y los bordes del pentágono geodésico a construir.

Se unen 5 barras rojas con un perno y tuerca formando la cumbre del domo.

Nivel 2 Horizontal

Se unen los extremos de las 5 barras rojas con 5 barras azules que delimitan el pentágono de la cumbre.

Nivel 3 Vertical

A partir de los vértices del pentágono



Figura 3. Construcción del nivel 3 del domo, empezando a formar los bordes y el interior de los hexágonos.

se unen 5 barras azules a manera de prolongación de las barras interiores rojas, están nuevas barras azules delimitarán los hexágonos que se formarán a continuación.

De los mismos vértices de los pentágonos deben salir dos barras verdes por cada vértice, estas barras serán parte del interior de los hexágonos, en total se necesitan 10 barras verdes que deben

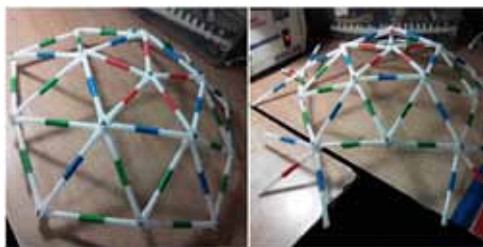


Figura 4. Construcción del nivel 4 del domo, barras interiores y luego de borde de hexágonos, luego barras interiores de pentágonos.

colocarse como se muestra uniendo sus extremos con un perno, las 10 barras verdes forman una estrella de cinco puntas.

Nivel 4 Horizontal

Con diez barras verdes se unen los extremos sueltos de las 5 barras azules y las 10 barras verdes interiores ya colocadas anteriormente, formando un gran pentágono.

Nivel 5 Vertical

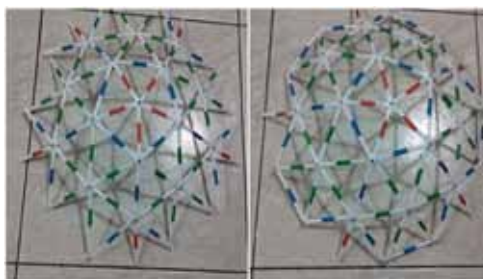


Figura 5. Se completan las barras interiores (verdes) de los hexágonos, luego se cierran estos con barras de borde (azul), obteniéndose 5 hexágonos.

De cada vértice del gran pentágono conformado por las 10 barras verdes, se deben colocar dos barras azules a la derecha e izquierda de una barra roja que quedará al medio, estas barras irán cerrando los hexágonos que bordean el pentágono de la cumbre y las barras rojas irán formando el interior de los cinco nuevos pentágonos ubicados a continuación.

A cada nudo donde llegan cuatro barras verdes, se deben unir dos barras verdes más, para

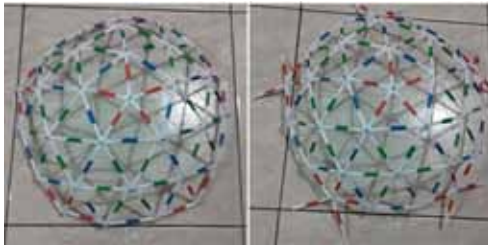


Figura 6. Se cierra el nivel 6 con barras rojas, luego se agregan dos barras rojas adicionales a cada nudo al que llegan ya 3 barras rojas para completar las barras interiores de los pentágonos.

terminar de formar los triángulos interiores de los 5 hexágonos que se van formando.

Nivel 6 Horizontal

A continuación se cierran los cinco hexágonos con barras azules, verificar que al interior de cada hexágono han quedado 6 barras verdes.

Para completar el nivel 6 horizontal, se deben colocar dos barras rojas uniendo el extre-



Figura 7. Se completa la construcción del domo geodésico, completando los niveles 7, 8 y 10, según se explica.

mo de la barra roja ya colocada con las barras azules y verdes, cerrando así este nivel.

Nivel 7 Vertical

De cada nudo de donde confluyen 3 barras rojas, deben agregarse dos barras rojas más para completar el interior de los 5 pentágonos que se ubican a continuación de los cinco hexágonos ya cerrados.

Para completar el nivel 7, se deben colocar dos barras azules para ir cerrando los bordes de los pentágonos, y luego se deben colocar dos barras verdes más en la parte interior de los nuevos hexágonos que empezarán a formarse, en este nivel se han colocado 10 barras de cada color, en total 30 barras.

Nivel 8 Horizontal

Para cerrar los pentágonos se utilizan 5 barras azules donde se tengan barras rojas, en el resto del nivel se colocan barras verdes en un total de 10, completando el nivel.

Nivel 9 Vertical

Se colocan 10 barras azules formando los bordes de los hexágonos, y al interior de estos, barras verdes en un total de 20.

Nivel 10 Horizontal

Para terminar se colocan 5 tubos azules cerrando los hexágonos y 10 barras verdes en los espacios restantes dentro de los hexágonos.

Este cuadro sinteriza la colocación de tubos por niveles, detallando la cantidad de tubos de cada color y obteniendo el total de tubos por nivel y al final la cantidad de tubos que se necesitan.

Finalmente, el cuadro adjunto muestra la cantidad de nudos que se tendrán en el domo, un nudo en la cumbre, 5 nudos cerrando el primer pentágono, 10 nuevos formando los hexágonos siguientes, más abajo se tienen tres niveles de 15 pernos cada uno, en total se han registrado 61 nudos, los que deberán ser unidos por 61 pernos y tuercas, junto con el doble número de “huachas” en total $55 \times 2 = 110$ huachas.

Es importante tener por anticipado la cantidad de barras, pernos, tuercas y “huachas” a

Tabla 4. Cuadro síntesis de las barras utilizadas en cada nivel de la construcción del domo, indicando la cantidad final de barras de cada color.

Tubos PVC					
Nivel	Tipo	Azul (A)	Rojo (B)	Verde	Total
1	Cumbre	0	5	0	5
2	Horizontal	5	0	0	5
3	Vertical	5	0	10	15
4	Horizontal	0	0	10	10
5	Vertical	10	5	10	25
6	Horizontal	5	10	0	15
7	Vertical	10	10	10	30
8	Horizontal	5	0	10	15
9	Vertical	10	0	20	30
10	Horizontal	5	0	10	15

Elaboración propia

Tabla 5. Cuadro síntesis de los nudos que unen barras en cada nivel, en total 61 nudos que implican la provisión de un total de 61 pernos y tuercas y una cantidad doble de huachas para sujetar las barras

Nudos	Cantidad
1	1
2	5
3	10
4	15
5	15
6	15
Total	61
Pernos	61
Tuercas	61
Huachas	122

Elaboración propia

fin de no tener ningún inconveniente en la construcción del domo a escala natural. También es necesario tomar en cuenta de manera cuidadosa el orden exacto de colocación de las barras por niveles, verificando que las

barras que se fijan en la parte superior estén sobre las que están en la parte inferior. Las barras azules deben estar siempre sobre las demás barras ya que se trata de barras de bode de las figuras pentagonales y hexagonales.



Figura 8 y 9. Motivación de los participantes y explicación teórica del trabajo a realizar, mostrando el



Figura 10 y 11. En la mesa de trabajo se colocaron marca para medir los tubos a cortar de tres medidas diferentes, utilizando los tres colores indicados.



Figura 14 y 15. Marcado y perforado de los tubos a una distancia de 2.50 centímetros de cada borde para el empinado durante el montaje. Finalización de la primera jornada con todos los tubos listos para el montaje final en el lugar elegido.



Figura 12 y 13. Corte de los tubos previamente marcados utilizando sierras. A continuación se calentaron los extremos de los tubos con agua hervida para ablandarlos y así aplanar las puntas entre dos planchas de madera unidas por una bisagra.



Figura 16 y 17. Modelo a escala 1/10, a utilizar como guía de trabajo, inicio del montaje en obra, uniendo los 5 primeros tubos en torno a un perno y tuerca siguiendo el modelo a escala.



Figura 18 y 19. Secuencia de montaje de la geodésica en el lugar, el trabajo inicialmente ejecutado solo por los participantes capacitados el día anterior, luego a iniciativa de los pobladores estos pidieron ayudar, encargándoseles inicialmente sean quienes alcancen los pernos y tuercas. La estructura va creciendo.



Figura 22 y 23. En menos de una hora y quince minutos se termina el trabajo de montaje, gracias a la ayuda de los pobladores; ya empieza a oscurecer y llega la hora de inaugurar la geodésica, los niños entusiasmados se forman en fila y por orden de tamaño para poder ingresar a su nuevo recinto de juegos, se corta simbólicamente un lazo y todos ingresan al interior de la geodésica.



Figura 20 y 21. Se continúa con el armado de la geodésica, siguiendo el modelo a escala; más pobladores, entre los cuales destacan madres de familia, jóvenes y niños, ayudan y poco a poco van entendiendo la secuencia, aprenden a relacionar el modelo a la construcción real y participan en el montaje directamente. El trabajo se hace más rápido.



Figura 24 y 25. Luego del brindis de constumbre y la degustación de algunos bocaditos regionales, niños, jóvenes y adultos (más de 30 en total) se toman una fotografía dentro de la geodésica, en recuerdo del trabajo en equipo que permitió construirla en tiempo récord. Los niños muy contentos de tener un espacio para sus juegos, original, y divertido. Los docentes y estudiantes que participaron en la capacitación se toman la foto final teniendo como fondo la cúspide o cumbre de la geodésica, la foto representa el trabajo en equipo, el mensaje final es que todo es posible si se trabaja con entusiasmo y en equipo. El cielo es el límite.

Conclusiones y aplicación practica

1. El domo construido por los participantes en el curso, a los que se sumaron espontáneamente niños, jóvenes, madres y padres de familia vecinos de la Institución Educativa beneficiaria, permitió demostrar que el trabajo organizado y solidario hace posible el logro de un objetivo en muy poco tiempo.
2. Los vecinos del lugar al haber participado en la construcción lo sienten como obra suya y no como un regalo de personas ajenas a su realidad. Por lo tanto, lo van a cuidar y mantener con más esmero.
3. Los vecinos, al ver concluida “su obra”, se mostraron motivados a realizar otros trabajos similares en forma colectiva, solicitaron el apoyo técnico para construir un domo de

mayor tamaño de tubos de aluminio que ellos van a adquirir para darle otros usos similares.

4. La construcción previa del modelo a escala ayudó mucho al rápido montaje del domo a escala real, la guía de los tubos por colores fue rápidamente entendida por los pobladores quienes alcanzaban los tubos a los que lo ensamblaban guiándose por la maqueta o modelo a escala.

5. El domo construido alcanzó un diámetro de 4.60 metros y una altura de 2.70, fue construido con 55 tubos azules, 30 tubos rojos y 80 tubos verdes, en total 165 tubos de PVC, los tubos se obtuvieron de 57 tubos de PVC para instalaciones de luz eléctrica de 3.00 metros de largo, así como 61 pernos, 61 tuercas y 122 “huachas” para la unión de los tubos en los nudos de la estructura geodésica.

Referencias

Ching, Francis D.K. et al. (2014) *Manual de Estructuras Ilustrado*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.

Domos Barcelona Estructuras Geodésicas SL, (s.f). ¿Qué es un domo geodésico?. Recuperado de <http://domosbarcelona.com/que-es-domo-cupula-geodesica/>

Martínez Cendra, Francisco (2014). *De Cúpulas Geodésicas, Fractales, Tensegrity y algo más*. Lima, Fondo Editorial Universidad de San Martín de Porres.

Otto, Frei y Rasch Bodo (1995) *Finding Form*, Editor Axel Menges.

Serrano, Pedro (2010) *Instructivos 1 al 4 Fabricación de barras en 5 pasos Domo geodésico de frecuencia 3*, Universidad Técnica Federico Santa María Departamento de Arquitectura.

Villate, María Claudia (2011) *Estructuras no convencionales en arquitectura*. xxx, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes.