

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

ESTUDIO TÉCNICO EN CONSTRUCCIÓN DE DOMO GEODÉSICO PARA
CAFETERÍA.

Trabajo de Titulo para optar al Título de TÉCNICO
UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCION.

Alumno

Roberto Antonio Calluqueo Huenchuman

Profesor Guía:

Emilio Cesar Guerra Urbina

RESUMEN

KEYWORDS: DISEÑO DE DOMO GEODÉSICO PARA CAFETERÍA.

El presente trabajo pretende estudiar y analizar la pre factibilidad técnica y constructiva de cúpulas geodésicas en madera como alternativa estructural para proyecto de construcción de una cafetería. Las cúpulas geodésicas son construcciones sencillas y ligeras que presentan grandes prestaciones estructurales tanto de resistencia como de eficiencia térmica.

La implantación de este tipo de edificaciones supondrá una serie de ventajas tanto ecológicas como económicas, ya que debido a su entramado ligero y al uso de la madera como material, se contribuye a reducir la huella de carbono en un sector muy relevante como el de la construcción.

Así, el trabajo se fundamenta en el diseño geométrico y estructural de un modelo de cúpula geodésica con herramientas avanzadas de sistemas CAD y a su vez, de cálculo estructural. Para dichos modelos, se estudian todas aquellas variables que inciden en la calidad funcional, resistente y tecnológica.

INDICE

CAPÍTULO 1: PRESENTACION DEL PROYECTO

- 1. PRESENTACION DEL PROYECTO
 - 1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO
 - 1.1.1. OBJETIVO GENERAL
 - 1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS
 - 1.2. PRESENTACION CUALITATIVA DE LOS DOMOS GEODESICOS
 - 1.3. DESCRIPCION DE DOMOS GEODESICOS.
 - 1.4. RESEÑA HISTORICA
 - 1.5. SOLIDOS PLATONICOS
 - 1.6. FRECUENCIAS
 - 1.7. PROPIEDADES
 - 1.8. CARACTERISTIAS TECNICAS
 - 1.6.1. SEGURIDAD
 - 1.6.2. ESTABILIDAD
 - 1.6.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA:
 - 1.6.4. ESTABILIDAD TÉRMICA
 - 1.6.5. LIBERTAD DE DISEÑO:
 - 1.9. APLICACIONES
 - 1.10 SINTESIS

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE DISEÑO

- 2. DISEÑOS Y USOS DE DOMOS
 - 2.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.
 - 2.2. DISEÑO GEOMETRICA DE LA CULUPA.
 - 2.3. ICOSAEDRO.
 - 2.4. OCTAEDRO.
 - 2.5. UNIONES
 - 2.5.1 CONEXIÓN BUEN KARMA.
 - 2.5.2 CONEXIÓN SEMI-CONO
 - 2.5.3 CONEXIÓN TIPO CONO
 - 2.5.4 CONEXIÓN TIPO ARTICULACIÓN

- 2.5.5 CONEXIÓN CANALIZADO
- 2.6 COMPONENTES DE LA MALLA ESPACIAL.
 - 2.6.1. CAPA EXTERIOR
 - 2.6.2. CAPA MEDIA
 - 2.6.3. CAPA AISLANTE
 - 2.6.4. CAPA INTERIOR
- 2.7. MATERIALES PARA CUBIERTAS DE LA CUPULAS.
 - 2.7.1. LONA PLÁSTICA.
 - 2.7.2. LONA PLÁSTICA TRANSPARENTES.
 - 2.7.3. POLICARBONATO.
 - 2.7.4. VIDRIO.
 - 2.7.5. TEJAS ASFÁLTICAS
 - 2.7.5.1. CTTM 20
 - 2.7.5.2. LANDMARKTM
 - 2.7.5.3. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN
 - 2.7.5.4. CLAVO GALVANIZADO
 - 2.7.6. *MADERA COMPENSADO FENÓLICO*
 - 2.7.6.1. COMPENSADO FENÓLICO PLASTIFICADO
 - 2.7.6.2. COMPENSADO FENÓLICO C+C
 - 2.7.6.3. CDX
 - 2.7.6.4. PROTECCIÓN PARA LA MADERA EXTERIOR
 - 2.7.7. *LÁMINAS FIBROCEMENTO*
 - 2.7.7.1. INSTALACION DE LAS PLACAS FIBROCEMENTO

CAPÍTULO 3: ESTUDIOS TECNICOS Y MODELIZADO

- 3.1 ANALISIS Y ESTUDIO DE LAS CAFETERIAS
 - 3.1.1. BREVE DESCRIPCIÓN
 - 3.1.2. TIPOS DE CAFETERÍAS
 - 3.1.2.1. LA CAFETERÍA DE ESPECIALIDAD
 - 3.1.2.2. COFFEE SHOP – TAKE AWAY
 - 3.1.2.3. CAFÉ-BAR TRADICIONAL
 - 3.1.2.4. CAFETERÍA GOURMET.
 - 3.1.1 PRODUCTOS PARA ARMAR UNA CAFETERÍA
 - 3.1.2 ESTILO INTERIOR DE UNA CAFETERÍA
 - 3.1.4. MOBILIARIO DE CAFETERÍA
 - 3.1.5. TIPOS DE DISEÑOS
- 3.2. ELECCION Y DISEÑO MALLA ESPACIAL

- 3.2.1. MALLA ESPACIAL
 - 3.2.1.1 PARAMETROS DE ELABORACION:
- 3.2.2. TRIÁNGULOS
- 3.2.3. PIEZAS Y CORTES
- 3.2.3. MATERIAL
- 3.2.2. ENSAMBLADO MALLA ESPACIAL
- 3.3 MODELADO 3D
 - 3.3.1. PROPUESTA 1: DOMO MODULAR SIMPLE
 - 3.3.1.1. BASE
 - 3.3.1.2. ANTEPECHO
 - 3.3.1.3. CUPULA GEODESICA:
 - 3.3.1.4. ACCESO PRINCIPAL
 - 3.3.1.5. DISEÑO INTERIOR Y ESPACIOS
 - 3.3.2. PROPUESTA 2: DOMO MÁS UNA AMPLICACIÓN
 - 3.3.2.1. BASE
 - 3.3.2.2. ANTEPECHO
 - 3.3.2.3. CUPULA GEODESICA
 - 3.3.2.4. ACCESO PRINCIPAL
 - 3.3.2.5. AMPLIACIÓN LATERAL
 - 3.3.2.6. DISEÑO INTERIOR Y ESPACIOS
 - 3.3.3. PROPUESTA 3: DOMO DE 2 NIVELES Y AMPLIACIONES
 - 3.3.3.1. BASE
 - 3.3.3.2. ANTEPECHO
 - 3.3.3.3. AMPLIACIONES LATERALES
 - 3.3.3.4. CUPULA GEODESICA
 - 3.3.3.5. ACCESO PRINCIPAL
 - 3.3.3.6. DISEÑO INTERIOR Y ESPACIOS

CONCLUSIONES

BIBLOGRAFÍA

ANEXOS

TABLA DE ILUSTRACIONES

FIGURA : 1-1 DOMO-HABITACIONAL.

FIGURA : 1-2 DISEÑO GEOMETRICO CUPULA GEODESICA.

FIGURA : 1-3 INGENIERO WALTHER BAUERSFELD

FIGURA : 1-4 CONSTRUCCIÓN DEL PLANETARIO (1912)

FIGURA : 1-5 RICHARD BUCKMINSTER FULLER

FIGURA : 1-6 RALEIGH, CAROLINA DEL NORTE, EE.UU. 1954

FIGURA : 1-7 TABLA SÓLIDOS PLATÓNICOS

FIGURA : 1-8 TRANSFORMACION DEL ICOSAEDRO EN DOMO GEODÉSICO.

FIGURA : 1-9 FRECUENCIAS EN LAS CUPULAS GEODESÍCAS

FIGURA : 1-10 AERODINÁMICA DE UNA CUPULA GEODÉSICA

FIGURA : 1-11 ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

FIGURA : 1-12 ABSORCIÓN Y REFLEXIÓN LUMINICA NATURAL

FIGURA : 1-13 ESTABILIDAD TÉRMICA

FIGURA : 1-14 DISEÑO INTERIOR DE DOMO GEODÉSICO

FIGURA : 1-15 INTEL STUDIOS, ENERO 15-2019

FIGURA : 2-1 ESFERA 1/2; FRECUENCIA 2V

FIGURA : 2-2 ELABORACION DE CUPULA POR ACIDOME

FIGURA : 2-3 EJEMPLO DOMO 1V; 2V Y 3V

FIGURA : 2-4 CUPULA ICOSAEDRO 2V.

FIGURA : 2-5 CUPULA ICOSAEDRO 3V.

FIGURA : 2-6 CUPULA OCTAEDRO 2V.

FIGURA : 2-7 CUPULA OCTAEDRO 3V.

FIGURA : 2-8 UNION CARPINTERA TRADICIONAL

FIGURA : 2-9 CONEXIÓN SEMI-CONO

FIGURA : 2-10 CONEXIÓN TIPO CONO

FIGURA : 2-11 CONEXION TIPO ARTICULACION

FIGURA : 2-12 CONEXIÓN CANALIZADO

FIGURA : 2-13 CAPAS DE UN TRIANGULO ESTRUCTURAL DE UN DOMO

FIGURA : 2-14 DOMO DESMONTABLE DE LONA PLASTICA PVC

FIGURA : 2-15 CÚPULA GEODÉSICA DE LONA PLASTICA

FIGURA : 2-16 CUPULA DE POLICARBONATO

FIGURA : 2-17 DOMO HABITACIONAL DE VIDRIO

FIGURA : 2-18 DOMO PREFABRICADO DE TEJAS ASFÁLTICAS

FIGURA : 2-19 PARTE DE UNA TEJA ASFALTICA

FIGURA : 2-20 POSICIÓN DE LOS CLAVOS

FIGURA : 2-21 MADERA COMPENSADO FENÓLICO PLASTIFICADO

FIGURA : 2-22 COMPENSADO FENÓLICO C+C

FIGURA : 2-23 MADERA CDX

FIGURA : 2-24 DOMO HABITACIONAL CON REVESTIMIENTO DE MADERA

FIGURA : 2-25 DOMO GEODESÍCO DE FIBROCEMENTO EN REVESTIMIENTO

FIGURA : 3-1 TRIANGULOS DE LA CUPULA GEODESICA

FIGURA : 3-2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MALLA ESPACIAL

FIGURA : 3-3 CORTE Y ENSAMBLADO DE LAS PIEZAS

FIGURA : 3-4 DISEÑO ENTREGADO POR ACIDOME.RU

FIGURA : 3-5 DIAGRAMA DE MONTAJE

FIGURA : 3-6 DIAGRAMA DE MONTAJE 3D

FIGURA : 3-8 PRIMERA PROPUESTA DOMO

FIGURA : 3-9 ENVIGADO DOMO 1

FIGURA : 3-10 ENVIGADO COMPLETO DOMO 1

FIGURA : 3-11 ANTEPECHO DOMO 1

FIGURA : 3-12 MALLA ESPACIAL DE MADERA DOMO 1

FIGURA : 3-13 REVESTIMIENTO CUPULA GEODESICA DOMO 1

FIGURA : 3-14 ACCESO PRINCIPAL DOMO 1

FIGURA : 3-15 INTERIOR DEL DOMO 1

FIGURA : 3-16 SEGUNDA PROPUESTA DOMO

FIGURA : 3-17 ENVIGADO PISO DOMO 2

FIGURA : 3-18 RADIER DEL DOMO 2

FIGURA : 3-19 ANTEPECHO DOMO 2

FIGURA : 3-20 MALLA ESPACIAL DOMO 2

FIGURA : 3-21 REVESTIMIENTO EXTERIOR CUPULA DEL DOMO 2

FIGURA : 3-22 ACCESO PRINCIPAL DOMO 2

FIGURA : 3-23 AMPLIACIÓN LATERAL DOMO 2

FIGURA : 3-24 INTERIOR DOMO 2

FIGURA : 3-25 TERCERA PROPUESTA DOMO

FIGURA : 3-26 ENVIGADO DE PISO DOMO 3

FIGURA : 3-27 ANTEPECHO DOMO 3

FIGURA : 3-28 AMPLIACIONES LATERALES DOMO 3

FIGURA : 3-29 REVESTIMIENTO EXTERIOR CUPULA GEODESICA DOMO 3

FIGURA : 3-30 MALLA ESPACIAL DOMO 3

FIGURA : 3-31 ACCESO PRINCIPAL DOMO 3

FIGURA : 3-32 INTERIOR PRIMER PISO DOMO 3

FIGURA : 3-33 INTEIOR SEGUNDO PISO DOMO 3

INTRODUCCION

El siguiente proyecto pretende estudiar los diseños y ejecución de cúpulas geodésicas en madera. El estudio centra su atención en la elaboración de cuatro diseños de cúpula geodésica de entramado ligero en madera de fácil elaboración y posterior montaje. De esta forma, el presente documento pretende profundizar en el conocimiento actual de esta tipología singular de edificación, así como en la viabilidad que presenta para su mayor utilización e implantación.

Se realiza el análisis y estudio de las cúpulas geodésicas que profundiza en las características de este tipo de edificaciones tanto desde un punto de vista de concepción geométrica y matemática. El apartado comienza con un recorrido general del estado actual de este tipo de edificaciones, pasando a describir tanto sus propiedades y aplicaciones como el análisis detallado de cada uno de los diseños.

La propuesta del material estructural a utilizar en este proyecto se centra principalmente en la madera, puesto que es una alternativa viable a los tradicionalmente empleados debido a su importancia ecológica, biológica, y medioambiental, sin descuidar sus propiedades físico-mecánicas. La metodología describe detalladamente el estudio y desarrollo de cada uno de los diseños, remarcando las diferencias y/o similitudes que puedan surgir de su elaboración.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos a partir de la modelización geométrica y cálculo estructural del diseño óptimo obtenido para implementar como cafetería. De este modo, se pasa a analizar y comparar los diseños con el fin de puntualizar cuál de ellas se considera que ofrece una mayor viabilidad y adaptabilidad a las necesidades propuestas.

Para finalizar, las conclusiones analizan los resultados obtenidos para cada uno de los diseños. A la vez que se exponen las posibilidades técnicas y funcionales que ofrecen este tipo de construcciones.

CAPÍTULO 1: PRESENTACION DEL PROYECTO

1. PRESENTACION DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene por finalidad realizar un estudio de pre-factibilidad técnico para el diseño de un domo geodésico como cafetería, orientada al sector turístico en la zona sur de Chile.

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

A Continuación, se presentarán los objetivos que se desean alcanzar en el presente estudio, obteniendo los resultados correspondientes a la factibilidad de construcción y los diseños propuestos. Estos se dividen en objetivo general y objetivos específicos.

1.1.1. Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo es estudiar la viabilidad técnica e implantación de domo geodésicos como cafetería.

Conocer las características técnicas de las cúpulas geodésicas en la implementación como vivienda habitacional.

Presentar diseños de domos geodésicos óptimos para implementar como cafetería, distribuyendo eficazmente los espacios interiores aprovechando las características estructurales interna de un domo.

1.1.2 Objetivos específicos

Conocer las propiedades geométricas y las características estructurales básicas de las cúpulas geodésicas, además sus primeras aplicaciones como domo geodésico en la historia.

Análisis de las Características geométricas para la elaboración del diseño de la cúpula geodésica y ensamblado.

Estudio de la prefactibilidad técnicas del domo para su implementación como cafetería en el sector comercial-turística en el sur de Chile.

Elaborar modelos 3D, como propuestas óptimas aplicadas al área comercial-turística.

1.2. PRESENTACION CUALITATIVA DE LOS DOMOS GEODESICOS

En la construcción cada vez es más normal encontrarse con algún tipo de construcción geodésica, ya sea una vivienda, un invernadero, una sala de yoga, un observatorio astronómico en muchos otros ejemplos. Los domos son una de las estructuras más fuertes y versátiles que existen, podemos encontrarlos en los climas más extremos del planeta, como la Antártida, Laponia, el Desierto de Atacama o la selva amazónica.

Las características térmicas y estructural, permiten a las construcciones geodésicas establecerse bajo las condiciones climáticas más extremas con un excelente resultado. Muchas construcciones de domos en la actualidad no solo son usadas por su eficaz comportamiento, sino más bien por su estética que los caracteriza con forma de semiesfera.

Por consiguiente, el actual estudio se enfocará en desarrollar un análisis técnico para elaborar un domo geodésico e implementarla como cafetería para la zona turística del sur de Chile, aprovechando sus características geoides para presentar diseños con una estética visual atractiva.

Las Cafeterías comparado a otros negocios como la lavandería o un gimnasio, requiere de menos personal y menos inversión. Además, pueden obtener provechos de la ubicación de manera más flexible, con un desplazamiento correcto muchas de ellas pueden ofrecer a los clientes un espacio cómodo de relajación.

Para la zona sur de Chile, la zona geográfica y el clima otorgan un atractivo turístico en toda época del año. Muchos complejos turísticos construyen cabañas con diseños convencionales de materiales nativos, manteniendo un equilibrio estético con el entorno.

Teniendo en cuenta los beneficios que ofrece la zona geográfica, la construcción de un domo geodésico como cafetería presenta un nuevo arquetipo constructivo que puede potenciar con sus características propias el atractivo turístico.

1.3. DESCRIPCION DE DOMOS GEODESICOS.

Un domo es parte de una esfera geodésica, un poliedro generado a partir de un icosaedro o un dodecaedro, aunque puede generarse de cualquiera de los sólidos platónicos. Los vértices deben coincidir todos con la superficie de una esfera o un

elipsoide. El número de veces que las aristas del icosaedro o dodecaedro son subdivididas dando lugar a triángulos más pequeños se llama la frecuencia de la esfera o cúpula geodésica.

El término geodésica viene de “Geodesia” que fue usado inicialmente por Aristóteles (384-322 a. C.) y puede significar, tanto “divisiones geográficas de la tierra”, como también el acto de “dividir la tierra”, generando una semiesfera.

Las mallas espaciales están formadas por una gran cantidad de barras pequeñas, teniendo en cuenta el alcance de toda la estructura. Las barras se conectan entre sí por sus vértices, creando triángulos, que conforman pentágonos y hexágonos conformando así una Red Tridimensional. Esta red tridimensional funciona por la acción concertada de cada una de sus piezas: las barras unidas en los llamados “nudos o conectores” se organizan formando modelos tetraédricos, cúbicos, etc. que al repetirse logran el conjunto espacial, dirigiendo las fuerzas y transmitiendo las cargas. Cada cara triangular del Domo se subdivide a su vez en triángulos más pequeños, y dependiendo del número de veces que se realiza esta subdivisión es que logramos las diferentes frecuencias de las cúpulas geodésicas.



FIGURA: 1-1 DOMO-HABITACIONAL.

FUENTE: MIDOMO.ES

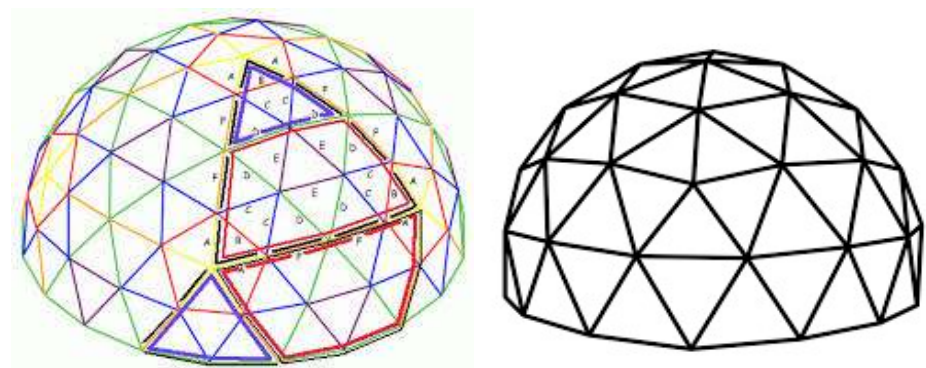


FIGURA: 1-2 DISEÑO GEOMETRICO CUPULA GEODESICA.

FUENTE: ALMADEHERRERO.BLOGSPOT.COM

1.4. RESEÑA HISTORICA

Platón fue el primero en estudiar en profundidad la geometría de los sólidos y asignarle características metafísicas, los sólidos que Platón clasificó son la base de la construcción de la materia, son formas completamente simétricas que tienen lados y ángulos iguales y que todos caben dentro de la matriz universal que es la esfera. La primera descripción de los sólidos platónicos se encuentra en el Timeo de Platón (427-347 a.c.)

En 1912 fue un ingeniero alemán llamado Walther Bauersfeld trabajó en el primer proyector planetario. Bauersfeld terminó el primer planetario, conocido como el modelo Zeiss I en 1923, y fue inicialmente ubicado en el techo de un edificio de la Zeiss en la ciudad de Jena, Alemania. El planetario Zeiss I construido en Jena, era un domo basado en un icosaedro, de 16 metros de diámetro y con un total de 3.480 lados, considerado como el primer domo geodésico.

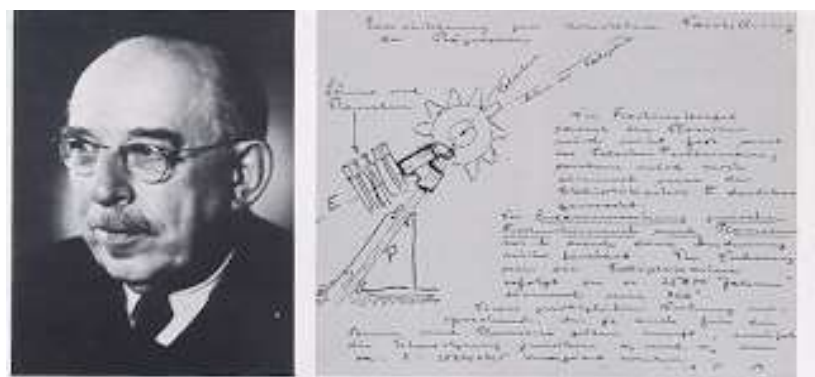


FIGURA: 1-3 INGENIERO WALTHER BAUERSFELD
FUENTE: DOMOSGEODESICOS.BLOGSPOT.COM

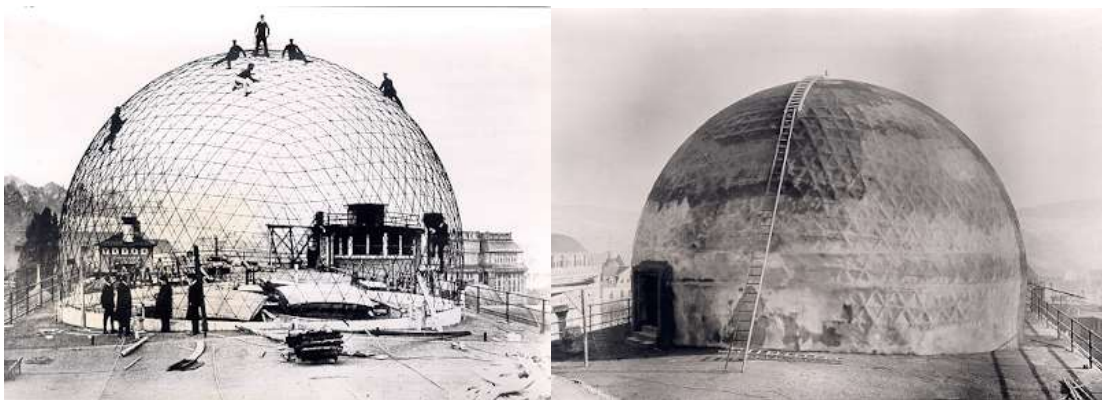


FIGURA: 1-4 CONSTRUCCIÓN DEL PLANETARIO (1912)
FUENTE: DOMOSGEODESICOS.BLOGSPOT.COM

Sin embargo, la historia considera a Richard Buckminster Fuller como el padre de las cúpulas geodésicas, quien en 1954 patentó el concepto que sigue en gran medida los principios de las estructuras de tensegridad, tiempo después creó la cúpula geodésica más conocida en 1967 en la Exposición Internacional de Montreal, de 76 m de diámetro y 41'5 m de altura.

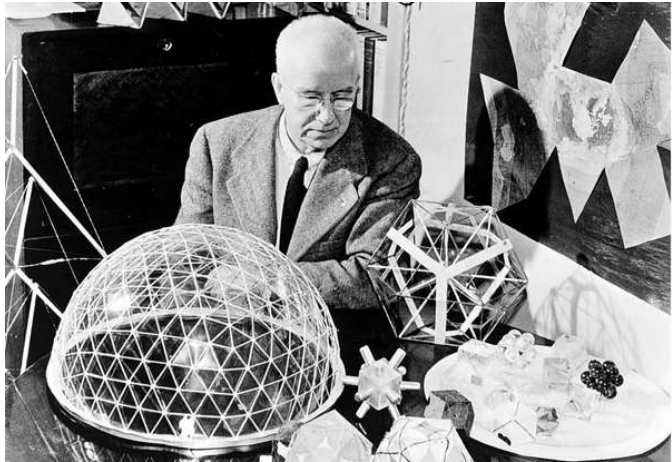


FIGURA : 1-5 RICHARD BUCKMINSTER FULLER
FUENTE: AUREART.NET

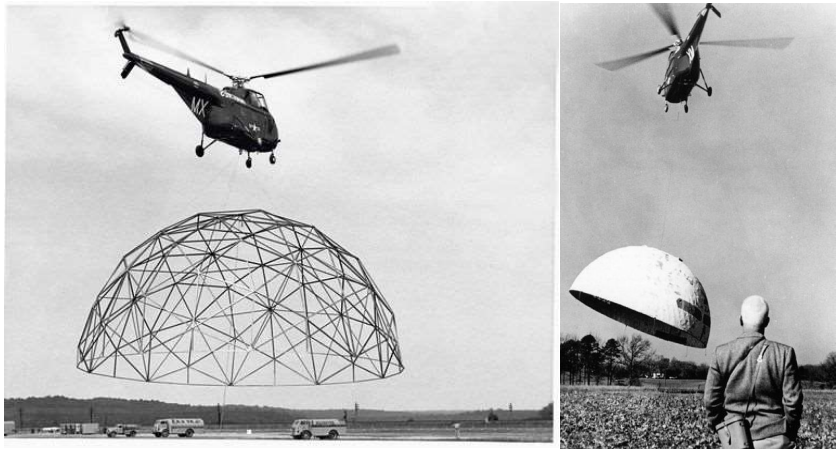


FIGURA: 1-6 RALEIGH, CAROLINA DEL NORTE, EE.UU. 1954
FUENTE: BUBBLEMANIA.FR

A pesar de esto, existen ejemplos anteriores de cúpulas geodésicas, como en el Palacio Imperial de China (1885) o en el planetario de los talleres Carl Zeiss (1922). En el Palacio Imperial de China (Ciudad Prohibida, Beijing), perteneciente a las dinastías Míng y Qing, se puede observar una esfera con una subdivisión geodésica de un icosaedro. Similar a otro del Palacio de Verano de China (próximo a Pekín), que data aproximadamente de 1885.

1.5. SOLIDOS PLATONICOS

Los sólidos platónicos presentan todas sus caras como poliedros regulares idénticos e iguales ángulos entre sí. Solo existen 5 sólidos platónicos tal que, el tetraedro, el cubo, el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro cumplen con las propiedades de regularidad y simetría. Son regulares ya que, sus caras son poliedros regulares iguales, las aristas tienen la misma longitud, sus vértices concurren en el mismo número de caras y aristas y los ángulos diedros que forman sus caras son iguales entre sí.

La “Figura 1-7” muestra una tabla simple con la composición de cada sólido platónico. De igual forma, son simétricos ya que todos presentan un centro de simetría, desde el cual sus vértices y caras están a una misma distancia. Además, presentan simetría axial y especular.

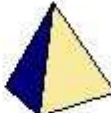
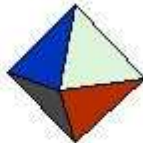
POLIEDRO REGULAR	HEXAEDRO REGULAR	TETRAEDRO REGULAR	DODECAEDRO REGULAR	ICOSAEDRO REGULAR	OCTAEDRO REGULAR
MODELO					
CARAS	6 cuadrados	4 triángulos equiláteros	12 pentágonos regulares	20 triángulos equiláteros	8 triángulos equiláteros
VÉRTICES	8	4	20	12	6
ARISTAS	12	6	30	30	12
ARISTAS POR VÉRTICE	3	3	3	5	4

FIGURA: 1-7 TABLA SÓLIDOS PLATÓNICOS
FUENTE: TAQUIONICA.WORDPRESS.COM

Dadas sus propiedades, los sólidos platónicos son idóneos para el diseño de cúpulas geodésicas. Al presentar todas sus caras iguales, la división que se aplique a una cara, será igual para el resto.

La cúpula se considera geodésica siempre y cuando todos y cada uno de los vértices que la componen estén en contacto con la esfera hipotética que comprende la cúpula. Los sólidos platónicos ya poseen esta particularidad, siendo que todos sus vértices ya están en contacto con la esfera que los rodea. (Carlos Quesada, 2006).

1.6. **FRECUENCIAS**

Denominamos frecuencia a una medida que se utiliza para indicar el número de subdivisiones que se realizan en el triángulo del icosaedro que forman la cúpula. Cuanto mayor es la frecuencia mayor serán las divisiones y será mayor su resistencia, la perfección de la curvatura, pero también su complejidad de realizar.

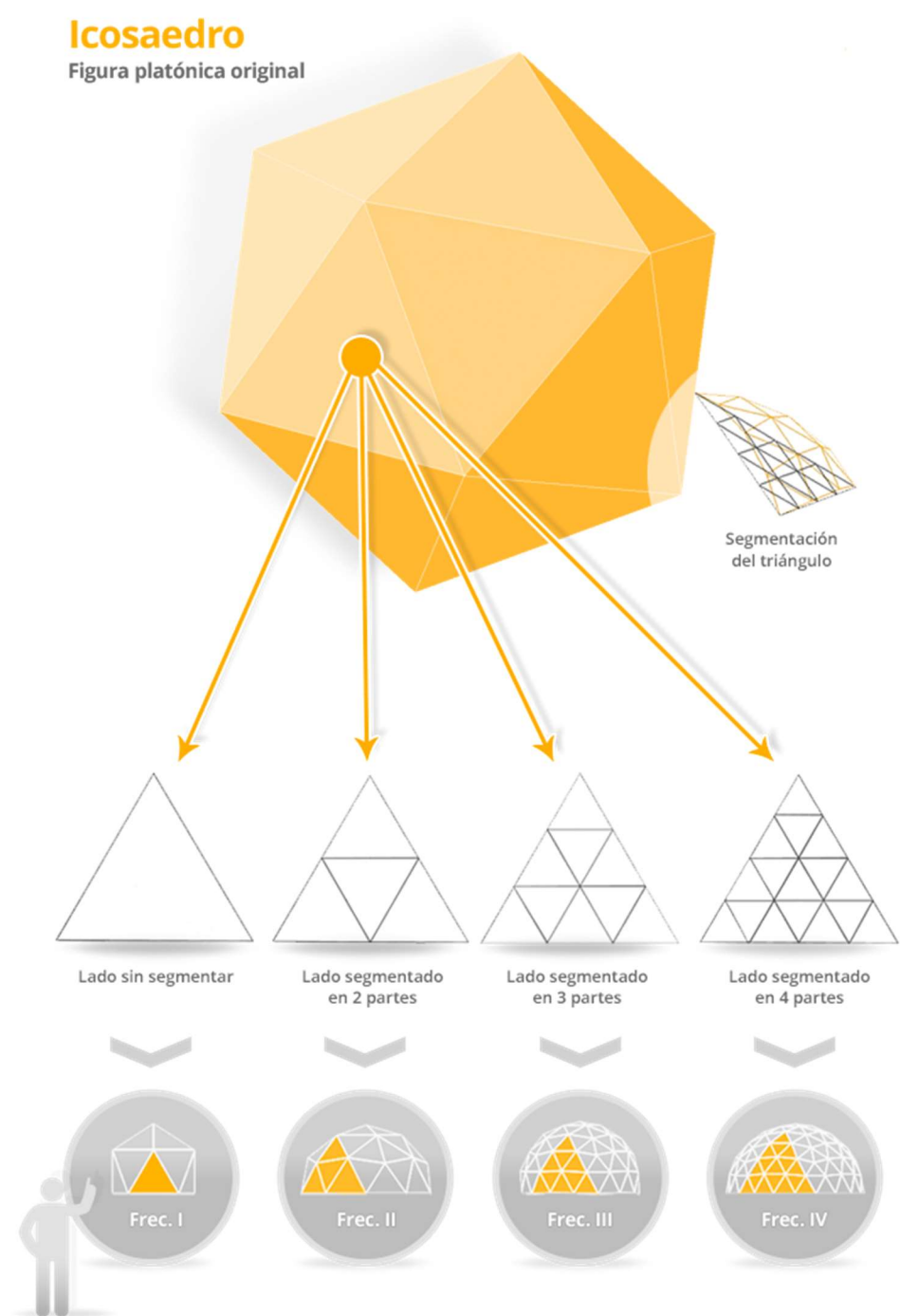


FIGURA: 1-8 TRANSFORMACION DEL ICOSAEDRO EN DOMO GEODÉSICO.
FUENTE: MIDOMO.ES

A medida que la Frecuencia se eleva, cada vez son necesarios más extremos y más conectores, las esferas y cúpulas geodésicas vienen en varias frecuencias. Una cúpula de alta frecuencia tiene más componentes triangulares y tiene una curva más suave y se vuelve más redonda como se aprecia en la Ilustración N°8

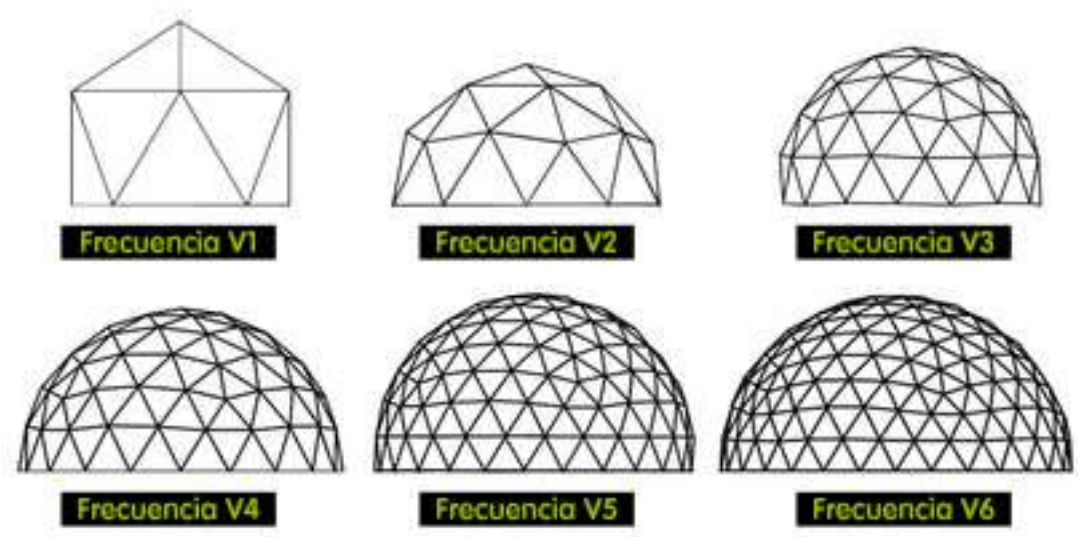


FIGURA : 1-9 FRECUENCIAS EN LAS CUPULAS GEODESÍCAS
FUENTE: DOMOSGEODESICOS.ES

1.7. **PROPIEDADES**

Las cúpulas geodésicas constan de una serie de propiedades que las hacen idóneas para su uso en edificaciones. Son capaces de encerrar la mayor cantidad de volumen mediante la menor área de superficie, permitiendo obtener grandes superficies diáfanas sin pilares intermedios.

Presentan una alta resistencia estructural a vientos, sismos y nieve. Esto se debe a que la forma geodésica optimiza la carga, desplazando las fuerzas a lo largo de toda la estructura, consecuencia de sus propiedades de tensegridad (La Tensegridad es un principio estructural basado en el empleo de componentes aislados comprimidos que se encuentran dentro de una red tensada continua). Actúan como concentradores de luz y calor, lo que les permite prevenir la pérdida de calor del interior. La superficie expuesta al exterior es menor en proporción a la superficie cubierta. Esta propiedad es particular de las esferas, que a su vez permite una mejor ventilación y flujo de aire gracias a la ausencia de bordes y rincones.

1.8. CARACTERISTIAS TECNICAS

1.6.1. Seguridad

La liviandad de sus elementos y su excelente resistencia a las condiciones meteorológicas más extremas son debidas a su forma aerodinámica y a la alta calidad de los materiales. Resistente a vientos, tormentas, sismos y nieve. La forma geodésica del domo es el diseño más fuerte y robusto para soportar los vientos o la acumulación de nieve (son comunes en la antártica como observatorios y laboratorios).

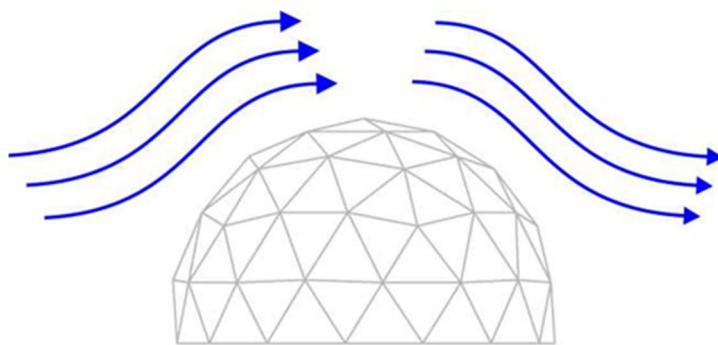


FIGURA: 1-10 AERODINÁMICA DE UNA CÚPULA GEODÉSICA

FUENTE: TOKAMADERA.COM

1.6.2. Estabilidad

Los domos geodésicos Son estructuras que se auto-sustentan, por lo que no necesitan columnas ni cimientos y son muy resistentes a las inclemencias atmosféricas. Con estabilidad estructural al estar compuesto por triángulos que son elementos indeformables, con unas cualidades excelentes para la resistencia a movimientos sísmicos, y temporales de vientos, lluvia e incluso nieve.



FIGURA: 1-11 ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

FUENTE: TOKAMADERA.COM

1.6.3. Eficiencia Energética:

Independientemente de la orientación, la luz solar incide directamente en el domo durante todo el día y estación del año. Obteniendo de esta manera la mayor energía lumínica para disponer de luz natural en el interior. Dando la oportunidad de situar las entradas de luz por los triángulos que queramos. Esto permite que el domo sea muy eficiente energéticamente con el consiguiente ahorro de energía eléctrica y disfrutar de energías limpias.

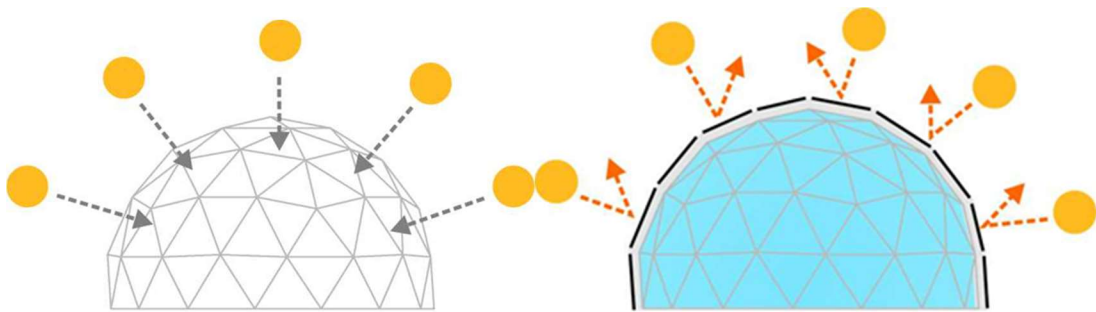


FIGURA: 1-12 ABSORCIÓN Y REFLEXIÓN LUMINICA NATURAL

FUENTE: AUREART.NET

1.6.4. Estabilidad Térmica:

La no estanqueidad del flujo de calor y su distribución uniforme, así como la resistencia al paso del calor producto del aislamiento, produce ahorros de energía de hasta el 50% comparado con la construcción tradicional. Por su forma esférica, la circulación natural del aire caliente se puede aprovechar de manera óptima la calefacción que se reparte de manera muy equilibrada, reduciendo significativamente el consumo de energía.

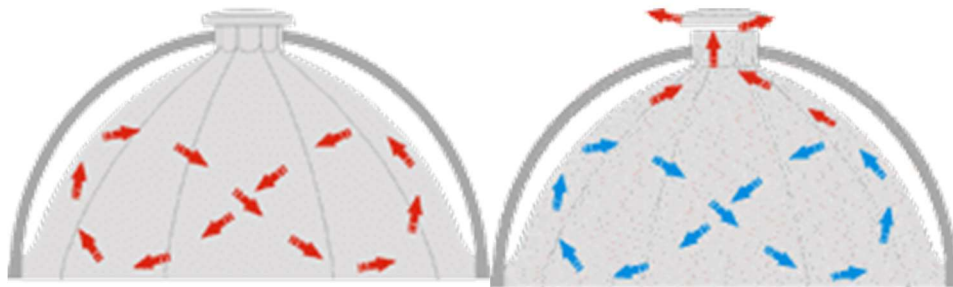


FIGURA : 1-13 ESTABILIDAD TÉRMICA

FUENTE: TOKAMADERA.COM

Además, la forma interior, hace que se produzcan flujos de aire caliente o frío, que pueden utilizarse para controlar la temperatura interna; actuando como un reflector gigante hacia abajo, que refleja y concentra el calor en el interior, lo que previene además la pérdida radial de calor y los hace muy resistentes a las inclemencias atmosféricas.

1.6.5. Libertad de Diseño:

Puede ser diseñado como kit auto-construible. Con adecuadas instrucciones es muy fácil armarlo. En su construcción pueden participar personas poco experimentadas, ahorrando mucho dinero en mano de obra. El domo geodésico por su forma de cúpula permite libertad de diseño interior. Al no necesitar soportes para los tabiques, es posible disponer las ventanas en cualquier posición sustituyendo cualquier triángulo de la estructura.

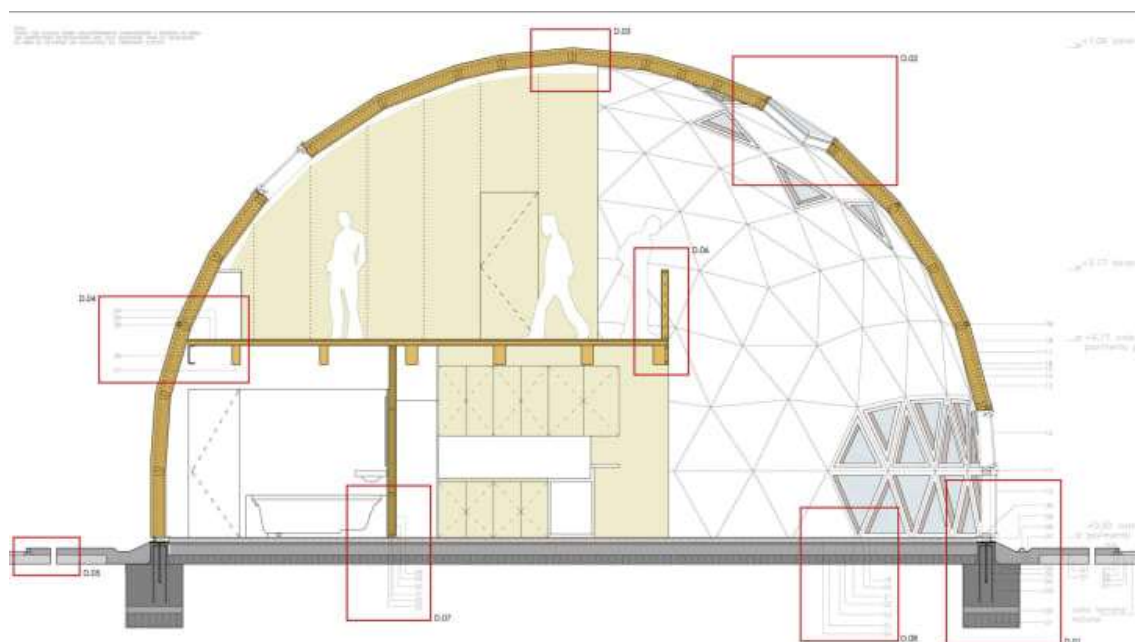


FIGURA: 1-14 DISEÑO INTERIOR DE DOMO GEODÉSICO
FUENTE: TOKAMADERA.COM

1.9. APLICACIONES

Las cúpulas geodésicas están dotadas para cubrir un amplio abanico de aplicaciones gracias a las propiedades que presentan. Como invernaderos son idóneos ya

que concentran la luz en su interior, mientras que mantienen un flujo de aire y temperatura estable. Son idóneas para reproducir motivos celestes, cielos y estrellas para parques temáticos y planetarios. Empleadas en teatros e iglesias se optimiza el espacio permitiendo un mayor aforo, mejorando la visibilidad y la acústica.

Utilizadas en lugares remotos, permiten obtener habitáculos resistentes de construcción simple de forma relativamente sencilla y rápida. Por último, si son empleadas para viviendas, aportan una mayor optimización del espacio y unas condiciones termo-acústicas más estables, que repercuten positivamente al coste económico de la misma

En la actualidad, los domos geodésicos pasan por ser las estructuras idóneas para instalaciones Lunares y Marcianas. Los domos geodésicos son increíblemente eficientes, al menos cuando se trata de la cantidad de espacio interno que se obtiene respecto al costo de los materiales. Desde el punto de vista de la ingeniería, los domos geodésicos son demasiado complejos para ser populares en la Tierra, pero en el espacio, donde hay que tener en cuenta cada libra de su carga útil, su complejidad de ingeniería es un pequeño precio a pagar por sus huellas increíblemente eficientes.

En la última década, los domos geodésicos se han convertido en estructuras populares en el sector de los eventos, facilitando eventos audiovisuales inmersivos o fulldome gracias a la forma esférica de la estructura y en el sector turístico, también denominado Glamping, gracias al bajo coste y espacio diáfano que éstas estructuras aportan como solución habitacional.

A comienzos de 2018 la empresa Intel ha creado el mayor set 360° para películas del mundo, Intel Studios, un domo geodésico de 10.000 pies cuadrados (929m²) en Los Ángeles convirtiendo éste estudio en el centro de medios inmersivo más grande del mundo con 96 cámaras 5K de alta resolución que capturan la acción en el interior del domo geodésico en dos dimensiones mientras que los algoritmos convierten esos billones de píxeles en un entorno virtual 3D de 360 grados.

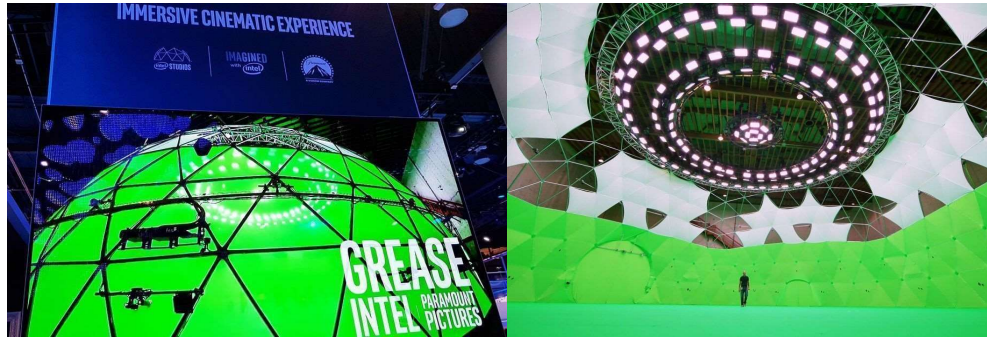


FIGURA: 1-15 INTEL STUDIOS, ENERO 15-2019

FUENTE: GEODOMES.ES

1.10 SINTESIS

A la vista de lo expuesto anteriormente, las cúpulas geodésicas presentan un gran potencial tanto para realizar estructuras pequeñas como para realizar estructuras de mayor envergadura que cubran una mayor superficie útil.

Este trabajo, pretende dar a conocer la viabilidad de estas estructuras realizadas en madera, el potencial y envergadura que pueden llegar a alcanzar. Todo esto se va a realizar en base a los estudios realizados en sus inicios por Richard Buckminster Fuller, quien definió los principios de las cúpulas geodésicas en base a los sólidos platónicos.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE DISEÑO

2. DISEÑOS Y USOS DE DOMOS

El domo geodésico o cúpula geodésica es una estructura especialmente vistosa, llama la atención por su forma poco común y su originalidad, pero su potencial yace en que puede ser utilizado para los más diversos fines por su gran cantidad de diseños disponibles.

2.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.

Las caras de una cúpula geodésica pueden ser triángulos, hexágonos o cualquier otro polígono.

El número de veces que las aristas del icosaedro o dodecaedro son subdivididas dando lugar a triángulos más pequeños se llama la frecuencia de la esfera o cúpula geodésica. Para la esfera geodésica se cumple el teorema de poliedros de Euler, que indica que: $C+V-A=2$

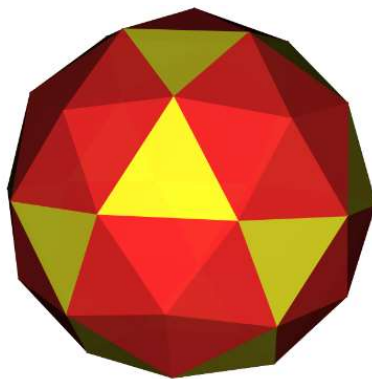


FIGURA: 2-1 ESFERA 1/1; FRECUENCIA 2V

FUENTE: ACIDOME.UR

Donde C es el número de caras (o número de triángulos), V el número de vértices (o uniones múltiples) y A el número de aristas (o barras usadas). Para una cúpula parcial que no sea una esfera completa se cumple: $C+V-A=1$



FIGURA: 2-1 ESFERA 1/2; FRECUENCIA 2V
FUENTE: ACIDOME.UR

2.2. DISEÑO GEOMETRICA DE LA CULUPA.

Para diseñar una cúpula geodésica contamos con una herramienta web muy útil, sin embargo, es importante destacar que para usarla se debe definir los alcances o parámetros geométricos de la cúpula. El sitio web tiene a la disposición del usuario todos los parámetros geométricos importantes disponibles para la elaboración de la cúpula como se muestra en la “Figura 2-3”.

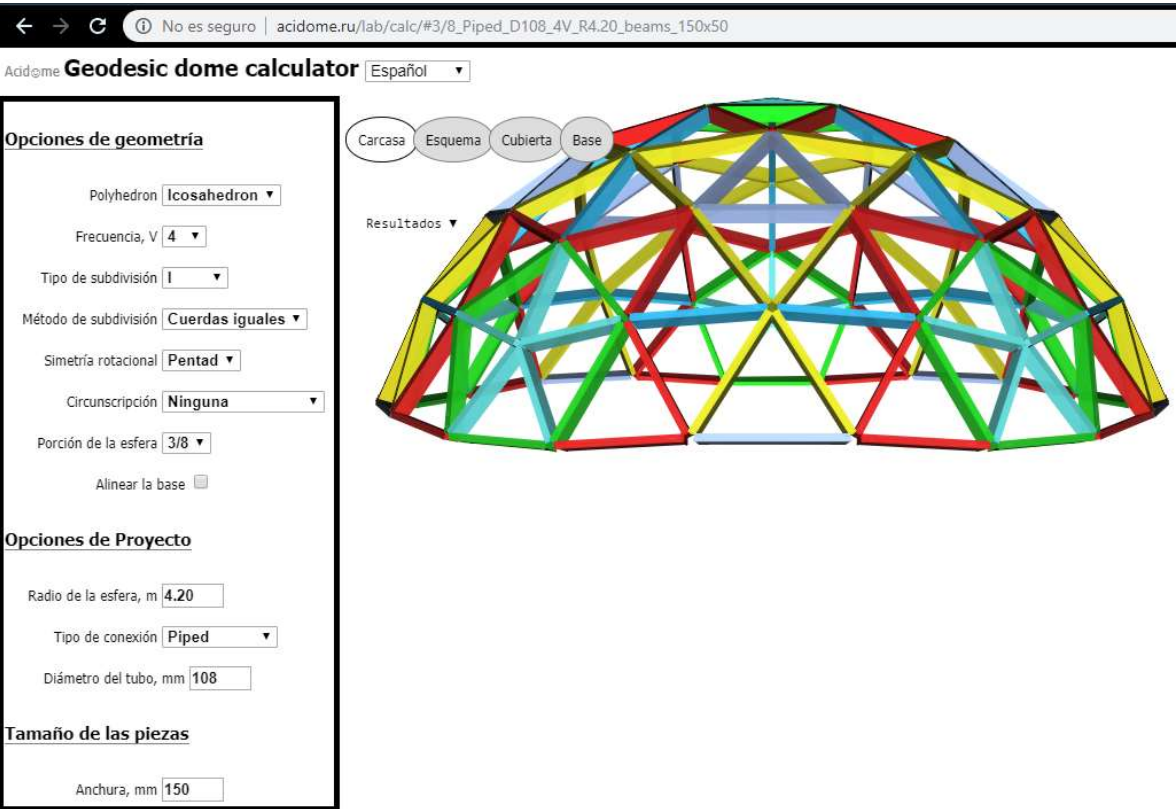


FIGURA: 2-2 ELABORACION DE CUPULA POR ACIDOME
FUENTE: ACIDOME.RU

A medida que la frecuencia se eleva, cada vez son necesarios más extremos y más conectores pero cada vez vamos logrando más punto de contacto con la Esfera, es por eso que, a mayor frecuencia, la cúpula geodésica se vuelve más redonda como se muestra en la “Figura 2-3”.

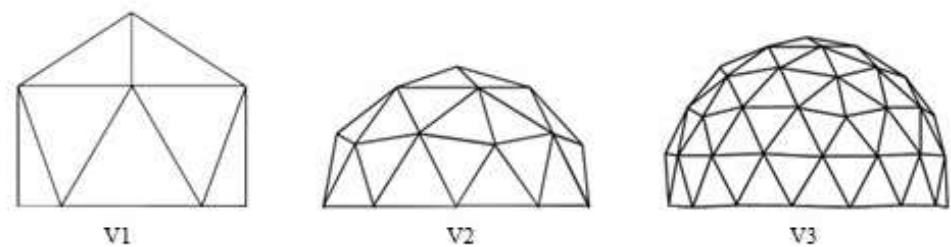


FIGURA: 2-3 EJEMPLO DOMO 1V; 2V Y 3V
FUENTE: SITES.GOOGLE.COM

2.3. ICOSAEDRO.

El icosaedro es el sólido platónico más usado para la ejecución de cúpulas geodésicas, compuesto de 12 vértices, 20 caras y 30 aristas. Se empezó aplicando una frecuencia 2v y otra 3v con el fin de comparar ambos resultados y valorar cual era la más idónea.

De aplicar la frecuencia 2V con un radio de 3mts, se obtuvo cinco tipos de triángulos con dos longitudes de barra comprendidas entre 1,3 – 1,8 metros, la cúpula con una altura máxima de 3mts desde la base como se muestra en la “Figura 2-5”.

Opciones de geometría

Polyhedron

Icosahedron

Frecuencia, V

2

Tipo de subdivisión

1

Simetría rotacional

Pentad

Circunscripción

Ninguna

Porción de la esfera

1/2

Opciones de Proyecto

Radio de la esfera, m

3

Tipo de conexión

Semicone

Tamaño de las piezas

Anchura, mm

101

Grosor, mm

25

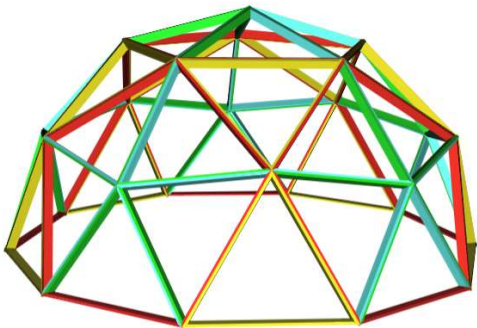


FIGURA: 2-4 CUPULA ICOSAEDRO 2V.
FUENTE: ACIDOME.RU

De igual forma, tras aplicar la frecuencia 3v, se obtuvieron 5 tipos de triángulos con longitudes de barra comprendidas entre 0,85 – 1,30 metros, la cúpula con una altura máxima de 2,5mts desde la base como se muestra en la “Figura 2-6”.

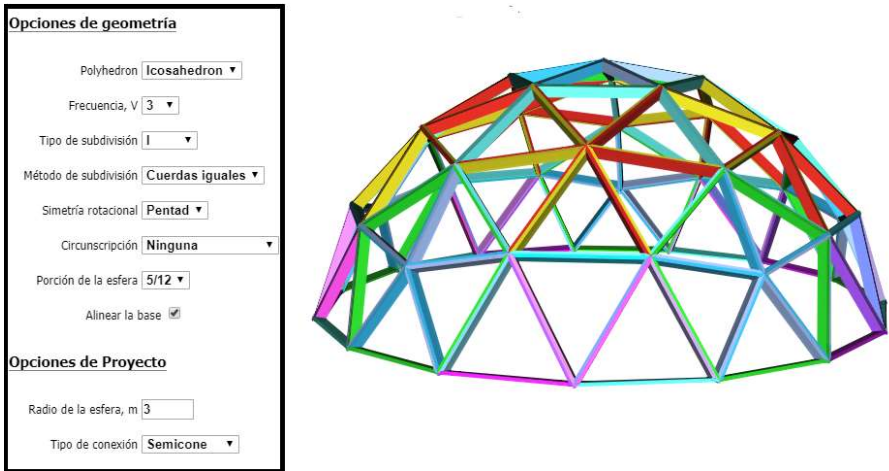


FIGURA: 2-5 CUPULA ICOSAEDRO 3V.
FUENTE: ACIDOME.RU

2.4. OCTAEDRO.

El segundo diseño está realizado en base al octaedro. El octaedro es un sólido platónico compuesto de 8 caras triangulares, 12 aristas y 6 vértices. Tomando como referencia el modelo anterior, se realizaron pruebas con las frecuencias 2v y 3v. De aplicar la frecuencia 2v, se obtuvieron dos tipos de triángulos con dos longitudes de barra comprendidas entre 1,70 – 3,00 metros, la cúpula con una altura máxima de 3mts desde la base como se muestra en la “Figura 2-6”.

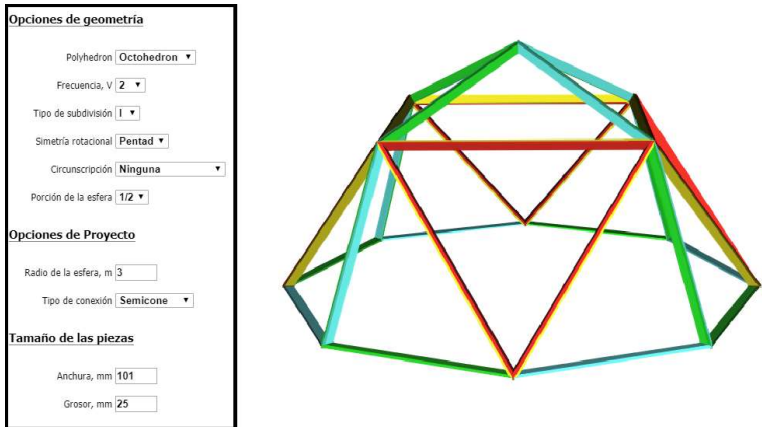


FIGURA: 2-6 CUPULA OCTAEDRO 2V.
FUENTE ACIDOME.RU

De igual forma, tras aplicar la frecuencia 3v se obtuvieron 2 tipos de triángulos con longitudes de barra comprendidas entre 1,00 – 2,00 metros, la cúpula con altura máxima de 3mts desde la base como se muestra en la “Figura 2-7”.

Opciones de geometría

Polyhedron

Octohedron

Frecuencia, V

3

Tipo de subdivisión

I

Método de subdivisión

Cuerdas iguales

Simetría rotacional

Pentad

Circunscripción

Ninguna

Porción de la esfera

1/2

Opciones de Proyecto

Radio de la esfera, m

3

Tipo de conexión

Semicone

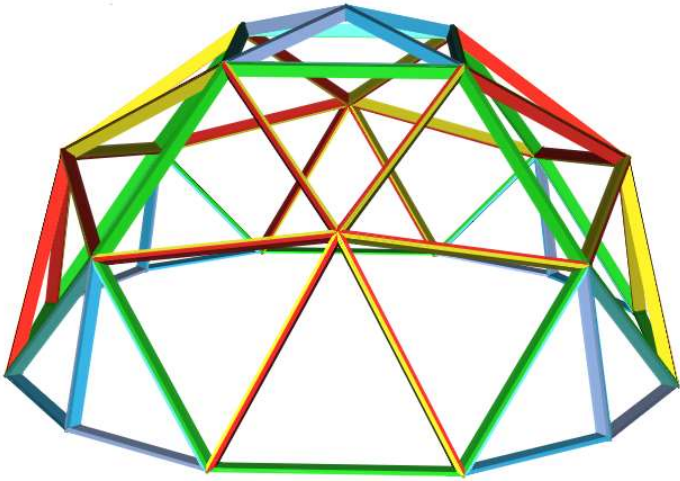


FIGURA: 2-7 CUPULA OCTAEDRO 3V.
FUENTE: ACIDOME.RU

2.5. UNIONES

Para solucionar la problemática que suponen las uniones en las cúpulas, se han hecho uso de diversos métodos y sistemas, desde los más tradicionales y simples hasta los más complejos. En el siguiente apartado se hará una breve descripción de los más usados en las cúpulas geodésicas de madera.

En primer lugar, analizaremos las uniones tradicionales que emplean encolado y tornillería. Este tipo de uniones son relativamente simples de armar y conllevan un menor coste.

Para identificar los nodos se nombrarán de igual manera que la opción de conexión disponible en la calculadora “Acidome.ru”.

OBSERVACION: Cabe destacar la importancia de la unión en cada vértice o nodo construido, minimizando cualquier grieta o espacio vacío que pueda producir una posible filtración de agua o humedad de la intemperie.

2.5.1 CONEXIÓN BUEN KARMA.

Es una conexión carpintera con una dificultad medianamente elaborada, puede ser atornillada por los las caras exterior e interior sin problema.

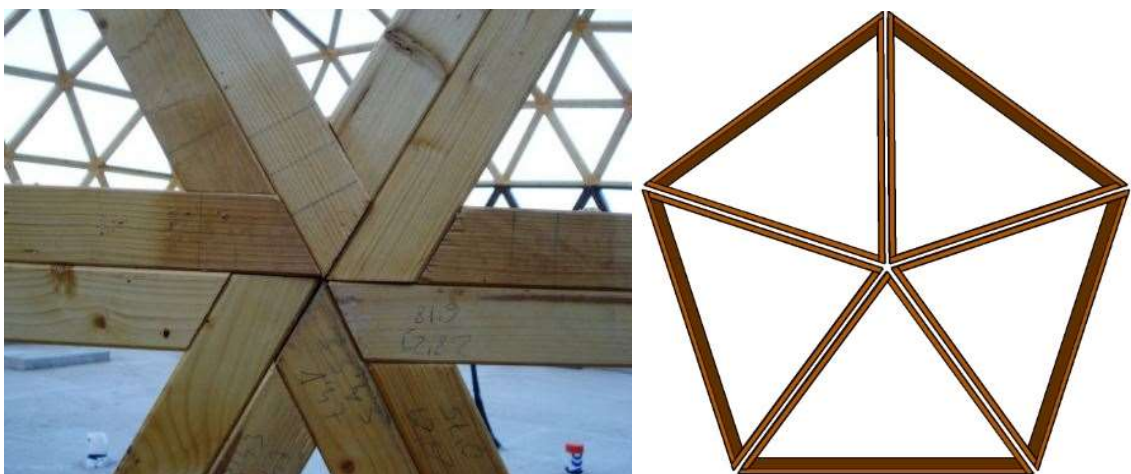


FIGURA: 2-8 UNION CARPINTERA TRADICIONAL

FUENTE: OVACEN.COM

2.5.2 CONEXIÓN SEMI-CONO

Es una conexión carpintera, de una unión simple usando tornillos o agregando una pequeña placa metálica complementaria.

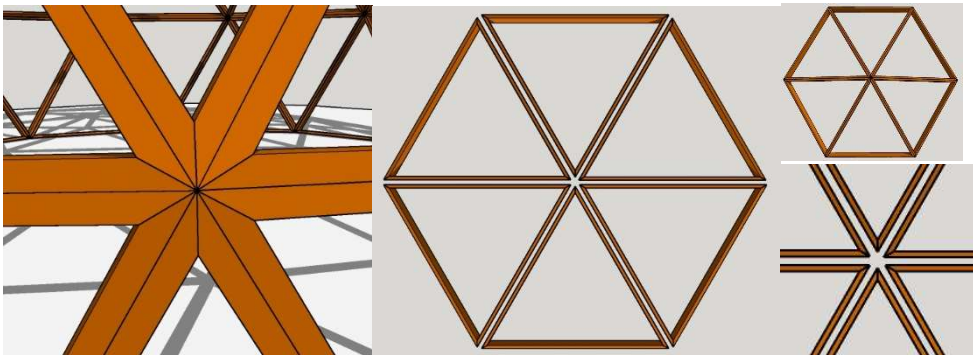


FIGURA: 2-9 CONEXIÓN SEMI-CONO
FUENTE: FUENTE PROPIA

2.5.3 CONEXIÓN TIPO CONO

Conexión carpintera de una unión simple, la característica de ésta unión radica en sus aristas de la malla espacial, está compuesta solo de un elemento.

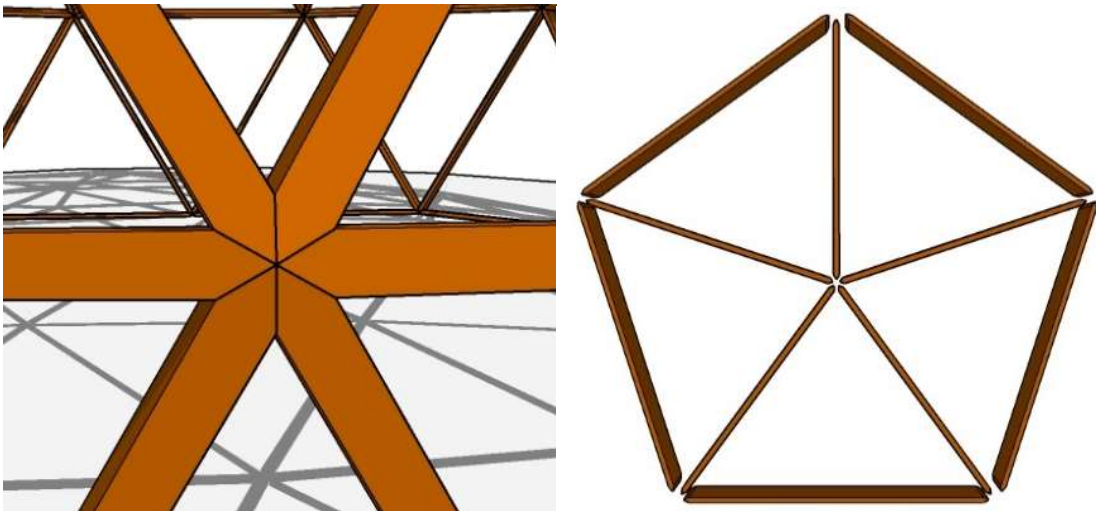


FIGURA: 2-10 CONEXIÓN TIPO CONO
FUENTE: FUENTE PROPIA

2.5.4 CONEXIÓN TIPO ARTICULACIÓN

Conexión Carpintera de una unión más elaborada, la característica de ésta unión radica en al igual sus aristas al igual que la unión tipo CONO, la articulación consta de un solo elemento en sus aristas, sin embargo, la unión en los nodos es diferente, con un diseño similar a un espiral. La unión es poco implementada en las cúpulas convencionales, por la dificultad que presenta el nodo al contacto con la base como se muestra en la Figura 2-11.

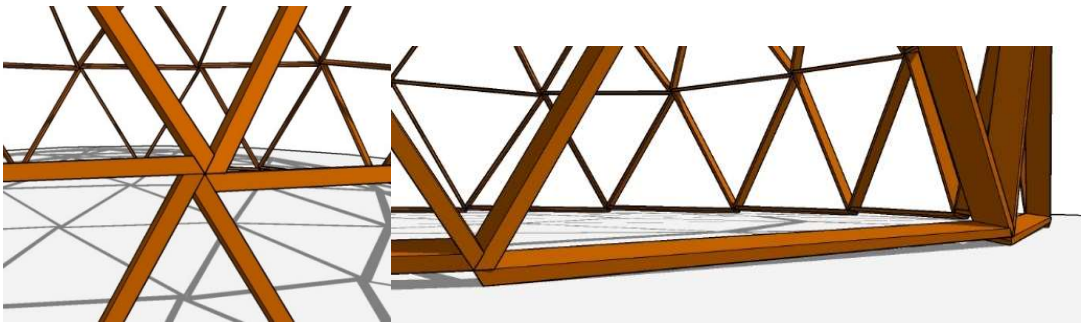


FIGURA: 2-11 CONEXION TIPO ARTICULACION
FUENTE: FUENTE PROPIA

2.5.5 CONEXIÓN CANALIZADO

Estas uniones son mediante herrajes y conectores. Este tipo de unión es mucho más compleja, pero agiliza los tiempos de montaje. En su contra, tienen la complejidad de su elaboración. Ya que no permiten la estandarización de las uniones, teniendo que realizarlos a medida para cada cúpula. En la ilustración se muestran algunos ejemplos de herrajes y conectores.



FIGURA: 2-12 CONEXIÓN CANALIZADO
FUENTE: OVACEN.COM

2.6 COMPONENTES DE LA MALLA ESPACIAL.

A continuación, se detallará de forma breve los componentes básicos que se usan en las cúpulas geodésicas, cabe destacar que las capas mencionadas a continuación son a las capas usadas para domo habitacionales.

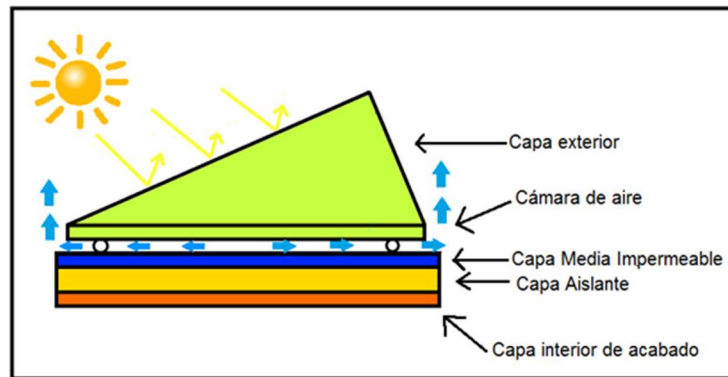


FIGURA : 2-13 CAPAS DE UN TRIANGULO ESTRUCTURAL DE UN DOMO

FUENTE: AUREART.NET

2.6.1. CAPA EXTERIOR

Corresponde al revestimiento que está expuesta a la intemperie, protegiendo al material de la estructura de la cúpula, es muy común que sea la primera capa en ser puesta una vez ensamblada la cúpula. Sin embargo, con el fin de conservar una estética agradable muchas veces se puede observar en las cúpulas que la capa exterior es la única instalada.

2.6.2. CAPA MEDIA

Esta capa es compuesta por un material con tratamiento hidrófugo o impermeable que aportan la estanqueidad a la estructura en casos de lluvia o nieve.

2.6.3. CAPA AISLANTE

Esta capa establece una barrera al paso del calor del frío y del calor, así como una capacidad para mantener la temperatura interior del domo estabilizada.

La instalación de los aislantes es un factor muy importante a considerar cuando el domo tiene un uso habitacional o está situado en un ambiente climático fluctuante.

2.6.4. CAPA INTERIOR

Para la capa interior o revestimiento interior es muy importante realizar una evaluación previa de los sectores interiores que estarán expuesta a una humedad constante o intermitente, como es en el caso de la cocina o el baño, se puede identificar el sector de la malla espacial por los planos.

2.7. MATERIALES PARA CUBIERTAS DE LA CUPULAS.

2.7.1. LONA PLÁSTICA.

La lona Gruesa de PVC, presentan una excelente resistencia a la luz solar, a la climatología adversa y a los hongos, siendo la lona fácilmente sellable a otra, mediante el termosellado manteniendo las mismas propiedades de resistencia y flexibilidad. Es mucho más barato y puede ser usado para sustituir al anterior (PVC)

Aplicaciones recomendadas: Tiendas de Campismo, Tienda de Eventos, Jardín de invernadero.



FIGURA: 2-14 DOMO DESMONTABLE DE LONA PLASTICA PVC
FUENTE: ECOHABITAR.COM

2.7.2. LONA PLÁSTICA TRANSPARENTE.

Un material que da un acabado muy atractivo que permite una alta transparencia de la luz, por lo que nos puede separar un ambiente en dos aprovechando la propia luz exterior. Ideal para tiendas removibles para eventos o invernaderos agrícolas.

Aplicaciones recomendadas: invernadero, cúpulas transitorias, Eventos.



FIGURA: 2-15 CÚPULA GEODÉSICA DE LONA PLÁSTICA
FUENTE: ETSY.COM

2.7.3. POLICARBONATO.

Es un plástico realmente ligero, moldeable, traslucido, resistente a impactos, rígido, resistente a la intemperie, tiene protección contra los rayos ultra violeta y es muy durable lo convierte en un material perfecto a la hora de cubrir cúpulas geodésicas. Destaca por su propiedad térmica y antigranizo, anti-elada para zonas climáticas más heladas. Con una durabilidad mayor al plástico, estimado a 10 años.

Aplicaciones recomendadas: Invernadero, cúpulas transitorias y eventos.



FIGURA: 2-16 CÚPULA DE POLICARBONATO
FUENTE: GLAMPING-TENT.COM

2.7.4 VIDRIO.

El vidrio es un material que ha tenido grandes avances en los últimos años. La constante optimización y desarrollo de láminas con mayor resistencia y costos competitivos, ha facilitado los proyectos arquitectónicos.

Aplicaciones recomendadas: Jardinerías, Invernaderos, eventos y espacio de meditación.



FIGURA: 2-17 DOMO HABITACIONAL DE VIDRIO

FUENTE: SHELTERDOMOS.COM

2.7.5. TEJAS ASFÁLTICAS

Presentan la propiedad que en tiempo frío permanecen rígidas y flexibles en tiempos de calor, son un material liviano si se les compara con otros materiales similares. Cuentan con un adhesivo termal incorporado que las une por medio del calor que reciben al estar soleadas.

2.7.5.1. CTTM 20

Teja asfáltica de tres lengüetas, de alta calidad y precio conveniente. Su composición en base a asfalto de alta resistencia, fibra de vidrio y minerales finamente seleccionados, le otorgan gran firmeza y duración. Producto garantizado por 20 años.

2.7.5.2. LANDMARK™

Teja asfáltica laminada doble, de mayor resistencia y duración que las tejas tradicionales. Tiene un atractivo diseño, con mayor volumen y fino sombreado,

características que le dan una gran belleza y apariencia natural. Producto garantizado por 30 años.

Aplicaciones recomendadas: viviendas, habitacional, quinchos.



FIGURA: 2-18 DOMO PREFABRICADO DE TEJAS ASFÁLTICAS
FUENTE: DOMOSPREFABRICADOS.COM

Las tejas asfálticas se componen de 3 lengüetas o capas de alta calidad, que las convierte en una solución de teja impermeable de gran durabilidad. Son fabricadas en base a asfalto fibra de vidrio y minerales, su composición principal tiene las siguientes capas ilustrada en la Figura 2-19:

1. Estructura de malla de fibra.
2. Asfalto de alta resistencia a la intemperie.
3. Capa de Gránulos minerales.

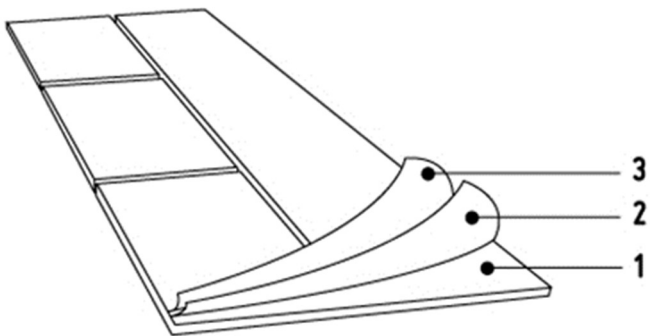


FIGURA: 2-19 PARTE DE UNA TEJA ASFÁLTICA
FUENTE: SODIMAC.COM

2.7.5.3. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

Se recomienda utilizar clavos galvanizados especialmente diseñados para fijar las tejas asfálticas CTTM 20 y Landmark™ a tableros de OSB o terciado estructural.

Se recomienda Instalar los tableros al menos una semana antes de las Tejas Asfálticas y el Fieltro para que absorban la humedad de equilibrio de la zona.

La pendiente mínima requerida es del 20% y puede llegar a planos completamente verticales.

2.7.5.4. CLAVO GALVANIZADO

Largo: 1" (25,4 mm aprox.), con cuerpo delgado y punta fina, que permiten una fijación más eficiente. Recubrimiento: Galvanizado, que otorga mayor duración. Cabeza plana y ancha: 3/8" (9,5 mm aprox.) de diámetro, con mayor superficie de contacto, otorgando mejor sujeción de la teja.

Fijación simple: 4 clavos por palmeta de teja, en pendientes menores a 45° y en zonas de poco viento.

Fijación reforzada: 6 clavos por palmeta de teja, en pendientes mayores a 45° o en zonas de vientos fuertes.

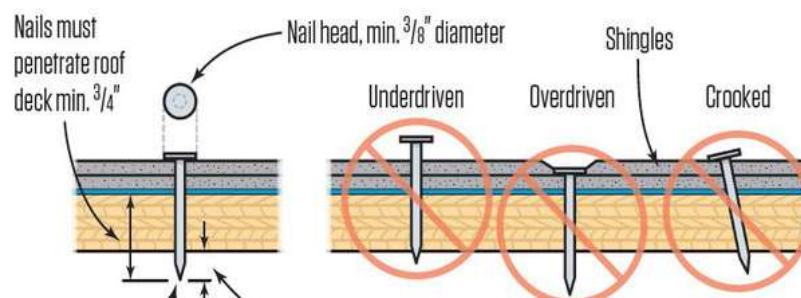


FIGURA: 2-20 POSICIÓN DE LOS CLAVOS
FUENTE: CHILECUBICA.COM

2.7.6 MADERA COMPENSADO FENÓLICO

También conocido como multilaminado, plywood, triplay o madera terciada, es un tablero elaborado con finas chapas de madera pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor. Las láminas que conforman el producto están dispuestas con las vetas en sentido contrario, logrando así un

perfecto equilibrio de las fuerzas. Presenta bajos índices de hinchamiento, siendo un producto especialmente desarrollado para encofrados de hormigón.

2.7.6.1. COMPENSADO FENÓLICO PLASTIFICADO

Compensado Fenólico con película plástica en sus dos caras. Ofrece mejor acabado de las superficies de hormigón y mayor cantidad de reúsos.



FIGURA: 2-21 MADERA COMPENSADO FENÓLICO PLASTIFICADO
FUENTE: BARRACAPARANA.COM

2.7.6.2. COMPENSADO FENÓLICO C+C

Usos estructurales en residencias, estructuras livianas, huellas y contrahuellas de escaleras, muebles, pisos de camiones y tráiler, pisos de fábricas Lijado con trama 50, permitiendo en forma limitada defectos abiertos y agujeros debido a nudos de hasta 38mm (1.5") medidos en forma transversal a la fibra.



Cara

Contracara

FIGURA: 2-22 COMPENSADO FENÓLICO C+C
FUENTE: BARRACAPARANA.COM

2.7.6.3. CDX

Grado C, sin lijar con defectos abiertos y agujeros debidos a nudos de hasta 38mm (1.5") medidos en forma transversal a la fibra y fisuras abiertas.



FIGURA: 2-23 MADERA CDX
FUENTE: BARRACAPARANA.COM

Aplicaciones recomendadas: viviendas, habitacional, quinchos.



FIGURA: 2-24 DOMO HABITACIONAL CON REVESTIMIENTO DE MADERA
FUENTE: AUREART.NET

2.7.6.4. PROTECCIÓN PARA LA MADERA EXTERIOR

La limpieza es esencial cuando hablamos de madera exterior, ya que está expuesta a una mayor cantidad de suciedad y polvo que la que se encuentra en interior. Limpiarla periódicamente con una bayeta húmeda será suficiente y, en el caso de existir manchas más persistentes, se pueden emplear productos de limpieza para madera.

Una vez la superficie esté acondicionada habrá que recurrir a un tratamiento específico para madera exterior. Con ello lo que se pretende conseguir es lo siguiente:

- *Barnices para madera exterior:*

Blat-marino, Barniz sintético universal brillante y Barniz tinte brillo.

- *Aceites y protectores para madera exterior:*

Aceite de teka, Xilatem Aqua Mate, Xilatem Mate y Satinado.

- *Pinturas y esmaltes para madera exterior:*

Chalk Paint.

2.7.7. LÁMINAS FIBROCEMENTO

Las láminas de fibrocemento son versátiles, fáciles de trabajar y rápidas de instalar. Se pueden instalar sobre estructuras de madera, metálicas o de concreto, sin importar las condiciones climáticas. Es un material relativamente económico y muy ligero por lo que se utilizaba ampliamente en la construcción de almacenes y naves ganaderas.

Las placas constituidas por este material se presentan lisas u onduladas en distintas longitudes, además se fabrican piezas especiales de las más variadas formas.

Las placas hechas de fibrocemento se suelen colocar mediante ganchos de sujeción y tornillo especiales que se encajan directamente sobre la estructura

Aplicaciones recomendadas: viviendas, habitacional, quinchos.



FIGURA: 2-25 DOMO GEODÉSICO DE FIBROCEMENTO EN REVESTIMIENTO

FUENTE: ELTIEMPOHOY.ES

2.7.7.1. INSTALACION DE LAS PLACAS FIBROCEMENTO

Para la correcta instalación de las placas de fibrocemento, el primer paso que deberemos dar es cubrir las estructuras y crear un revestimiento, independientemente de dónde se vayan a colocar las placas.

Para atornillar el fibrocemento al revestimiento, lo cual se conseguirá con una gran facilidad siguiendo estos importantes pasos:

1. En las esquinas deberán colocarse unos perfiles de acero galvanizado que serán atornillados, colocando un perfil corta-gota que marcará el inicio de la instalación.
2. Las tablas del fibrocemento se van colocando con tornillos zinacdos, autoperforantes y autovellanantes.
3. Hay que dejar unos 2 mm de separación entre tablas y no encajarlas a tope.
4. Una vez terminada la fijación se pondrá silicona de poliuretano entre las juntas.
5. Una vez seca la estructura, podremos pintar con una pintura especial protectora para fibrocemento.

CAPÍTULO 3: ESTUDIOS TECNICOS Y MODELIZADO

3.1 ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LAS CAFETERIAS

3.1.1. BREVE DESCRIPCIÓN

Una cafetería es un establecimiento de hostelería donde se sirven aperitivos y comidas, generalmente platos combinados. Principalmente se caracteriza por realizar el servicio en barra, y las posibilidades de consumir alimento. Con un servicio rápido y/o exprés.

3.1.2. TIPOS DE CAFETERÍAS

Tal como lo dice su nombre, una cafetería se caracteriza principalmente por el servicio de venta de cafés y otras bebidas que acompañan el menú a los clientes. Por lo general, hablamos de locales con mesas y sillas donde uno puede sentarse, aunque el modelo puede variar en cada caso. Principalmente se manejan 4 tipos de cafeterías.

3.1.2.1. LA CAFETERÍA DE ESPECIALIDAD

Son muy similares a las cafeterías gourmet aunque con la diferencia de que no están especializadas en ningún plato en concreto.

Mantienen una ambientación cuidada o tienen un estilo propio, aunque, en este caso, los platos tenderían a ser algo mucho más estándar y sencillos como tostadas o dulces y, en cualquier caso, son algo para acompañar al café.

Perfil de cliente: turista, público joven, estudiantes.

Ventaja competitiva: Es un modelo de negocio versátil con una enorme capacidad de adaptación al cliente. Al centrarse en el café, tiene más facilidades para difundir el café de especialidad.

3.1.2.2. COFFEE SHOP – TAKE AWAY

Son las tiendas especializadas en el take away o el café para llevar. Se tratan de establecimientos de pequeñas dimensiones, con muy pocas mesas y sillas, y con un

servicio de atención al cliente desde la barra. El surtido de productos es muy limitado y siempre se concentra en el café (preferiblemente para llevar).

Es habitual que estén en zonas de congestión turística o de paso para la población local, lo que favorece que puedan sobrevivir como negocio vendiendo exclusivamente café.

Perfil de cliente: turista, gente de paso, residentes o trabajadores de la zona.

Ventaja competitiva: El flujo de clientes permite alcanzar a más personas. Pueden crear estrechos lazos con determinados residentes del barrio.

3.1.2.3. CAFÉ-BAR TRADICIONAL

Se trata de la cafetería o del bar de toda la vida, pero con la diferencia de que tienen un barista formado y sirven café de especialidad (con la maquinaria y el protocolo adecuado).

Además, el público al que se dirige suele ser más maduro y con preferencias en el café más conservadoras (el café negro y la leche hirviendo).

Perfil de cliente: residentes, población local, público maduro, tercera edad.

Ventajas: Llegan a un perfil de cliente que de ninguna otra forma probaría el café de especialidad.

3.1.2.4. CAFETERÍA GOURMET.

Las “cafeterías gourmet” se refiere a aquellas que se centran en platos más elaborados para desayunos, brunch, postres o meriendas, y, puntualmente, también en almuerzos.

Creperías, heladerías, panaderías artesanales, tiendas de cereales o reposterías son algunos ejemplos de cafeterías que deciden ofrecer una calidad superior a través de productos que poco tienen que ver con el café pero que sirven para acompañar igualmente.

Perfil de cliente: turista, público joven.

Ventaja competitiva: utiliza el dulce para atraer a potenciales clientes al café de especialidad. Es una fórmula de acercamiento en zonas donde hay una mala cultura del café.

3.1.1 PRODUCTOS PARA ARMAR UNA CAFETERÍA

Dentro de los productos que muchas veces se necesitan para armar una cafetería, se le ofrecen:

- Máquinas de café.
- Tostado
- Jarabes para bebidas
- Cristalería y cerámica
- Equipo de barista
- Mobiliario para cafetería

El diseño interior de una cafetería puede ser determinante en el éxito de un establecimiento. Con un diseño atractivo, una simple taza de café se puede transformar en una experiencia maravillosa.

3.1.2 ESTILO INTERIOR DE UNA CAFETERÍA

El diseño de una cafetería va desde la remodelación del local o establecimiento, hasta el estilo de su maquinaria, mobiliario, bebidas o el menú de su cafetería.

El diseño interior debe ir acorde a lo que ofrecerá. Por ejemplo, una cafetería con un enfoque relajado, entonces integre elementos que recrean el ambiente, como luces tenues, sillones, plantas, música propia, etc.

Como podrá ver en éste punto el diseño está sujeto a la elección del dueño, pero también al mercado que, a punta, es decir, a la clientela y la zona en la que ubicará su cafetería, es por eso que muchas veces se insiste en cuidar mucho la ubicación de las cafeterías.

Tener un diseño interior bien definido ayuda mucha a la atmósfera o ambiente de su cafetería, esto le permite decir a los clientes es un lugar ideal para pláticas, trabajar, estudiar, negociar, beber café, etc.; lo importante es tener un ambiente positivo para que sus clientes regresen y a su vez esto atraiga a otros más.

3.1.4. MOBILIARIO DE CAFETERÍA

Dentro del diseño también entra lo que es el mobiliario, los muebles y el equipo que integrará su café. Hay cosas que son básicas, como la máquina de expreso, una barra, sillas, mesas, equipo electrónico, etc. Aunque de todo eso hay diversos modelos y diseños.

Algo que le ayuda a determinar qué sillas o mesas elegir es que piense en cosas cómodas que permitan a los clientes acomodarse a beber sus bebidas, comer los alimentos y realizar las actividades que desean (como puede ser leer, escribir, trabajar en una computadora, etc.).

Además de que también deben ser cómodas para usted y su personal, con esto me refiero a que sean fáciles de mover o desplazar, considerando también el espacio con el que cuenta. Una vez que tenga bien medido el espacio puede considerar los adornos como son plantas o jarrones, percheros o cuadros.

3.1.5. TIPOS DE DISEÑOS

Hay dos tipos principales de diseños de interior para una cafetería:

El primero es un diseño cerrado, el cual implica seccionar las áreas que integran la cafetería.

El segundo es un diseño abierto, en el cual los clientes pueden desplazarse libremente de un área a otra.

El estilo que elegido verdaderamente tiene que verse reflejado en la cafetería, por ejemplo, un diseño cerrado, les permitirá a los clientes poder trabajar mejor y con mayor privacidad en sus computadoras.

3.2. ELECCION Y DISEÑO MALLA ESPACIAL

El termino de malla espacial fue asignada por “Richar Buckmister” para hacer referencia a la estructura geodésica independiente del material. Puesto que malla espacial cumple la función de una techumbre, la materialidad tiene que estar directamente relacionada con el área o espacio a cubrir, por ende, uno de los factores relevante en su díselos es identificar parámetros básicos para su diseño.

Para la elaboración de la malla espacial que se usara en la cúpula de los domos a presentar se diseñó bajo los siguientes parámetros:

- La cúpula no deberá de superar los 6 Metros de diámetro.
- La proporción diámetro altura deberá ser la más proporcionada posible.
- Evitar en la medida de lo posible el uso de herrajes y uniones metálicas.
- Las dimensiones y proporciones de diámetro/altura, solo se podrán pasar por alto en el caso del diseño de una cúpula a dos alturas con forjado interior.
- Las barras tendrán unas dimensiones en longitud no superiores a 2,5 metros.
- La instalación debe de poder ejecutarse tanto por personal cualificado como por usuarios sin experiencia previa.

3.2.1. MALLA ESPACIAL

Para construir la maya espacial de la cúpula del domo, se usará la página web acidome.ru, con los siguientes parámetros.

3.2.1.1 PARAMETROS DE ELABORACION:

Altura desde la base:	4,10 mts
Radio de la base:	3.45 mts
Poliedro:	Icosaedro
Frecuencia:	3V
Parte de la Esfera:	7/12
Base Alineada:	SI
Conexión:	Semicono
Tamaño de la madera	
Ancho:	101 mm; 4”
Espesor:	25 mm; 1” pulgada

3.2.2. TRIÁNGULOS

Según los resultados obtenidos de acidome.ru, la malla espacial se compone de 5 tipos de Triángulos denominados. Cabe destacar que la cantidad de triángulos y piezas (se denomina pieza a los cuarterones de cada arista de los triángulos) son elevadas por la alineación de la base seleccionada en los parámetros de creación.

Para crear la malla espacial una de las decisiones más importante e influyente es la alineación de la base, como son triángulos isósceles la base de la cúpula no será paralela en su base creando una pequeña ondulación. Con el fin de facilitar la unión de la base de la malla espacial a una estructura soportante uniforme, se seleccionó la opción de alinear base agregando 3 triángulos y 9 piezas nuevos. Resultados:

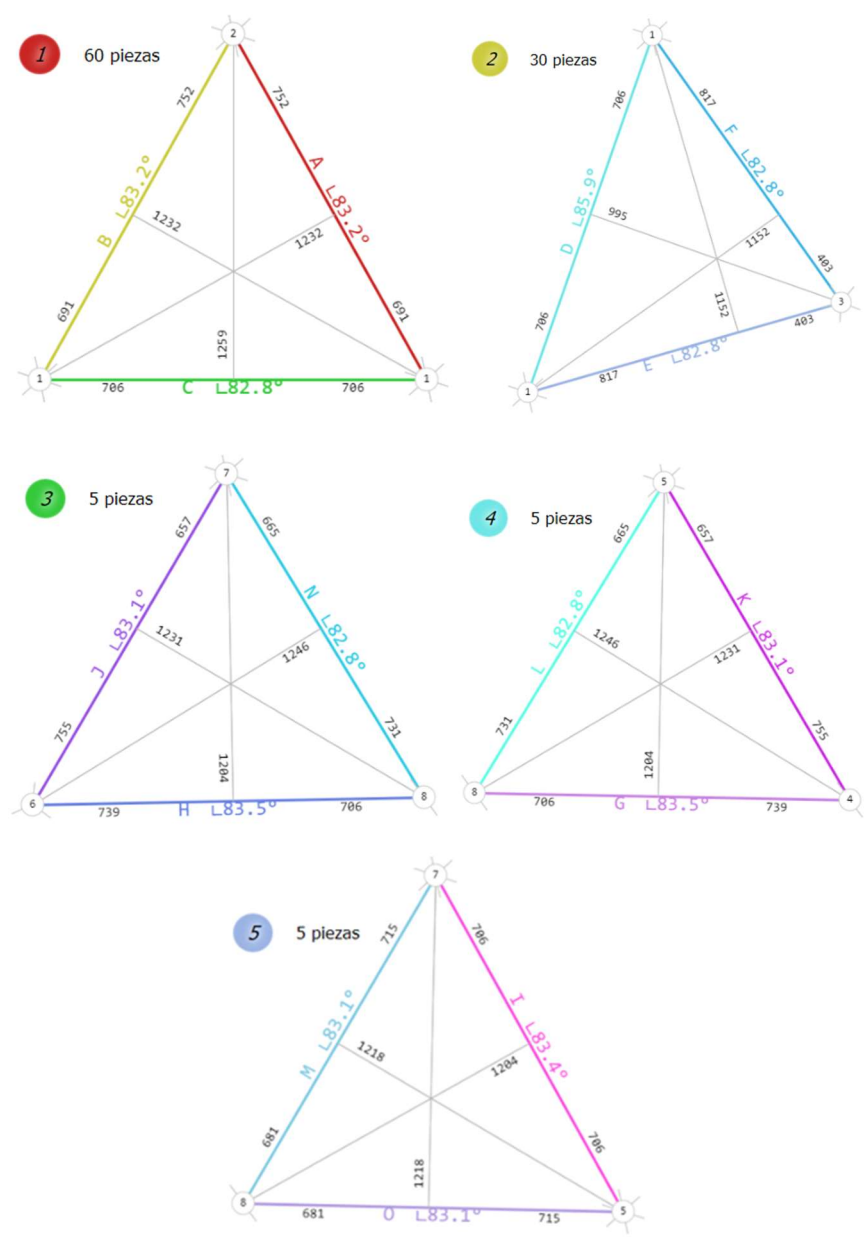


FIGURA : 3-1 TRIANGULOS DE LA CUPULA GEODESICA
FUENTE: FUENTE PROPIA

Como se puede apreciar en las Figuras 3-2 cada triangulo muestra la cantidad necesaria para cerrar la malla espacial que compondrá la cúpula del domo geodésico. Con un total de 105 Triángulos y 315 piezas, se puede ver de forma previa el orden de los componentes en la Figura 3-2

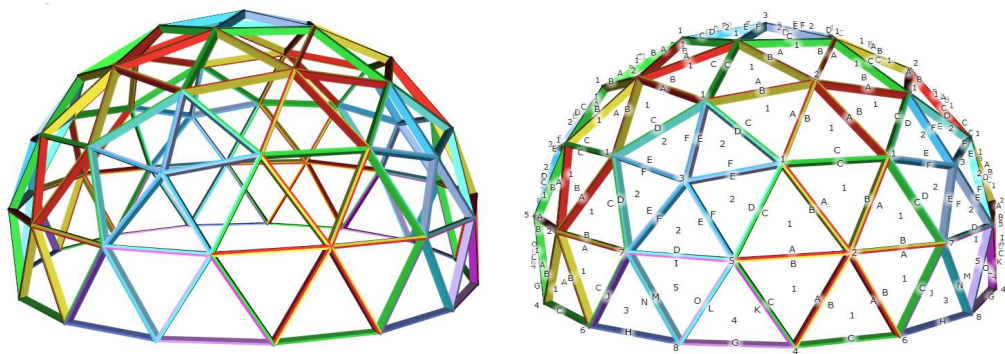


FIGURA: 3-2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MALLA ESPACIAL
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.2.3. PIEZAS Y CORTES

Los triángulos obtenidos muestran cada lado de una dimensión diferente marcado con un color, Estas aristas son tablas de 1” x 4” pulgadas, donde cada uno presenta un largo con una leve diferencia, sin embargo, cabe destacar que la mayor importancia en estas aristas está en los ángulos de cada extremo. Como la malla espacial seleccionada es unida por un corte carpintero denominada en el capítulo anterior como “SemiCono” es muy importante respetar los ángulos y longitud de cada arista enumeradas alfabéticamente de la letra “A” a la “O”. (La información de las piezas estarán en el ANEXO A)



FIGURA: 3-3 CORTE Y ENSAMBLADO DE LAS PIEZAS
FUENTE: MIDOMO.ES

3.2.3. MATERIAL

Para la construcción de la malla espacial se usarán tablas de 1"x4" Pulgadas. Es importante destacar que para la construcción de los triángulos los cuartones seleccionadas deben ser secos, con el fin de evitar posibles deformaciones, usar madera seca y que esté sin deformidades o nudos en ellos, la madera puede ser Pino dimensionado seco natural o Cepillado. La madera como componente estructural de la cúpula es importante mantener cuidado en su almacenamiento tanto previo a su uso o una vez conformado los triángulos. Para Almacenar la madera se debe usar un espacio cerrado y ventilado donde no se acumule la humedad, Lo aconsejable es organizarla con listones entre las distintas tablas para facilitar el paso del aire.

3.2.2. ENSAMBLADO MALLA ESPACIAL

El proceso de ensamblaje de la cúpula geodésica se considera como uno de los procesos más relevante de la construcción del domo debido a los múltiples factores que influyen en la elaboración geometría previa y en obra. Cabe destacar que en la actualidad encontramos diferentes sitios web gratuitos que facilitan el cálculo geométrico como se puede apreciar en el capítulo anterior, entregando información ilustrativa para el montaje de las piezas de la cúpula. Entre los sitios web que más destacan en su uso y la información que entregan, encontramos a “Acidome.ru” y “desertdomes.com”.

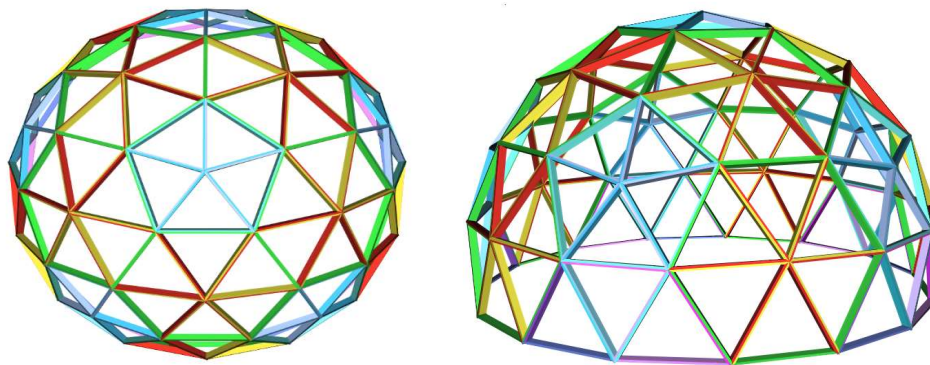


FIGURA: 3-4 DISEÑO ENTREGADO POR ACIDOME.RU

FUENTE: ACIDOME.RU

En el proceso de montajes de la cúpula, se usará como guía la información que facilita el sitio “Acidme.ru” con el cual ya elaboramos la malla espacial previamente.

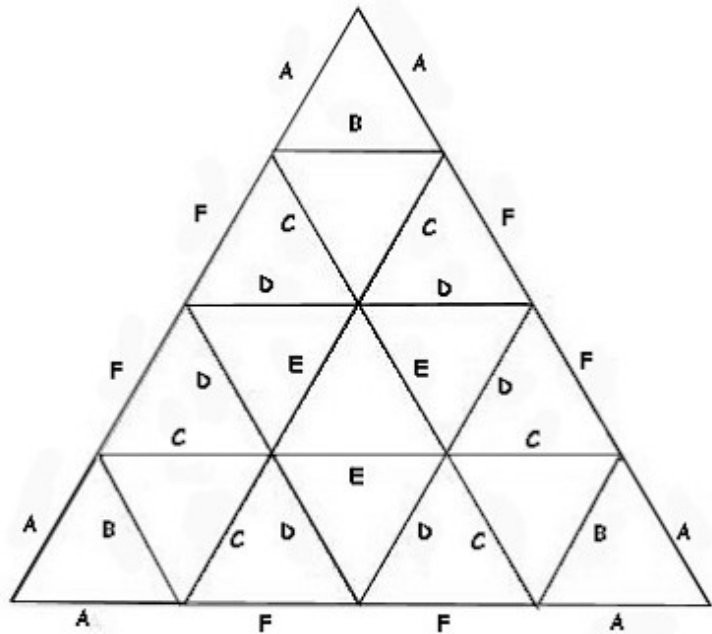


FIGURA: 3-5 DIAGRAMA DE MONTAJE
FUENTE: DESERTDOMES.COM

En la figura 3-5 se muestra de forma ilustrativa un diagrama de ensamblado, ordenado por las caras de los diferentes triángulo de la malla espacial. La malla espacial elaborada se compone de 5 (cinco) triángulos diferentes a la cual se les denominaron Piezas. A pesar de que obtener la malla espacial con más lado, el proceso no cambia mucho y una vez se seleccione la pieza inicial se puede continuar de forma intuitiva. Lo que más recomendado y usado en la construcción de domos, es tener marcado previamente los lados de los triángulos durante la elaboración de ellos.

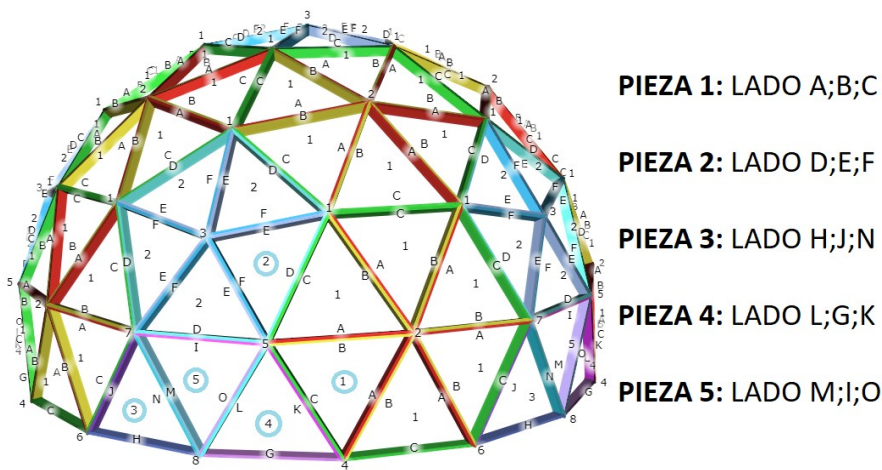


FIGURA: 3-6 DIAGRAMA DE MONTAJE 3D
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3 MODELADO 3D

Para digitalizar los diseños se utilizará SKETCHUP PRO Como programa para modelar el domo importando la malla espacial creada en acidome.ru.

Como se mencionaba en el primer capítulo se presentará 3 diseños de domos modelados para una cafetería. Se usará la misma malla espacial de frecuencia 3V creada anteriormente.

3.3.1. PROPUESTA 1: DOMO MODULAR SIMPLE

El primer domo propuesto consta de un diseño simple y elegante, es un modelo que propone la comodidad y la sencillez, adaptado para las cafeterías Coffe-Chop, descritas anteriormente. Cuenta con el área de comensales y el sector de ventas, cuenta con ventanales en el sector paralelo al acceso.

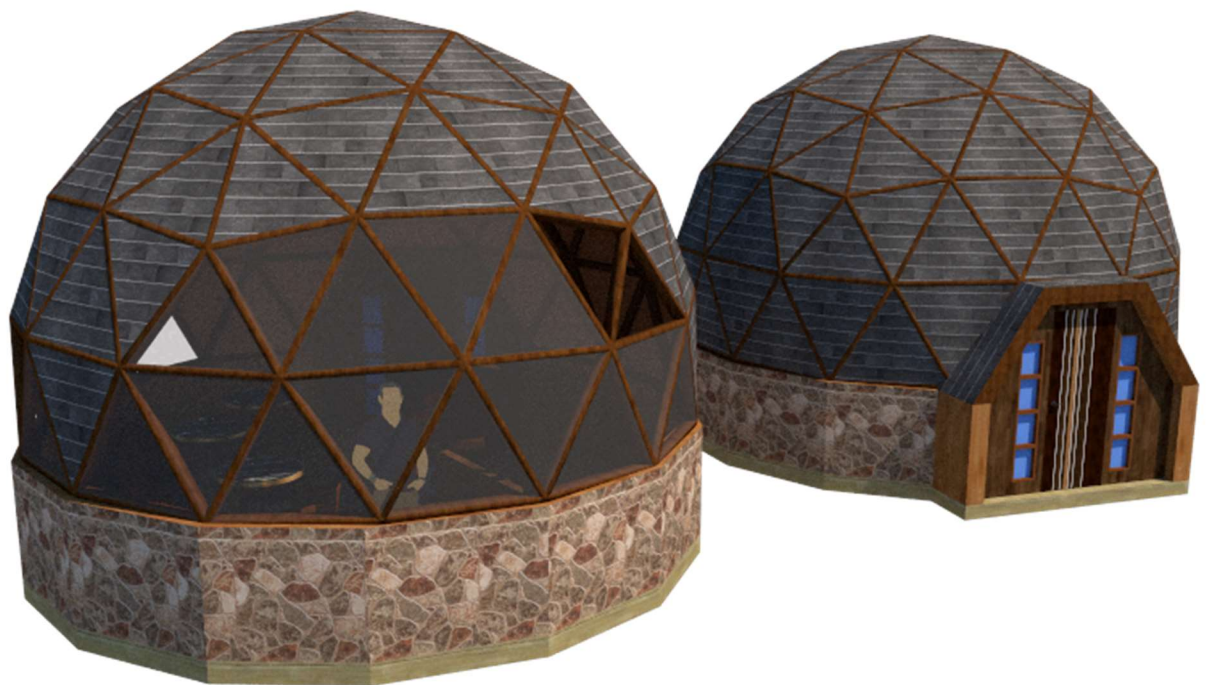


FIGURA: 3-8 PRIMERA PROPUESTA DOMO
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.1.1. BASE

En la base se presenta un envigado de piso ilustrada en la figura 3-10 el cual se diseña como una solución para los terrenos donde tenga una pendiente muy pronunciada o mucho relieve, ofreciendo la flexibilidad de poder levantar el envigado sobre cuartones o polines aumentando la altura y ajustando al terreno, es una opción muy usada en el sector sur de Chile. Se compone por un perímetro y vigas madres de 2x6" puesta de canto como se aprecia en la Figura N° 3-10; Para los transversales se usó cuartones de 2x4 como se ilustra en la Figura N° 3-9.

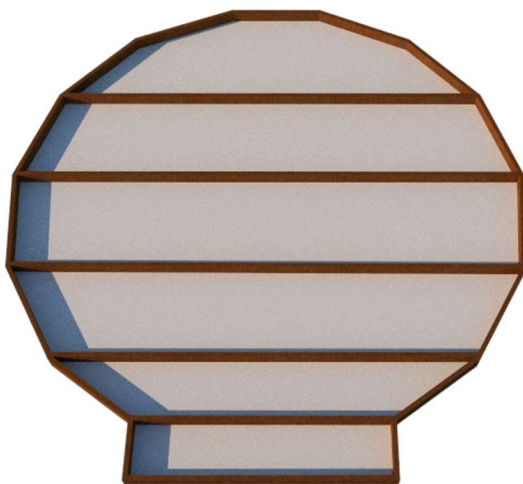


FIGURA: 3-9 ENVIGADO DOMO 1
FUENTE: FUENTE PROPIA

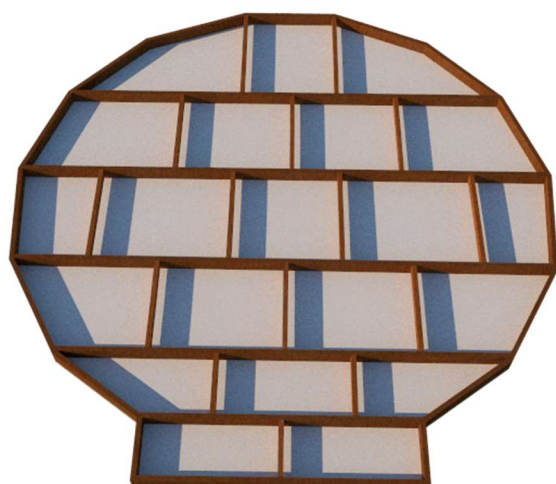


FIGURA: 3-10 ENVIGADO COMPLETO DOMO 1
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.1.2. ANTEPECHO

El antepecho tiene una altura de 1,1 mts, por el perímetro de la base, compuesta por 15 lados y la entrada principal, El antepecho puede ser construido de material ligero como tabiquería de madera o metal galvanizado, o albañilería como material pesado y más resistente. Tiene un área exterior de 17,6 mt². EL material para el revestimiento del antepecho puede variar según se estime conveniente, en el modelo presente se muestra un revestimiento exterior con piedra laja y un interior de madera tinglada.



FIGURA: 3-11 ANTEPECHO DOMO 1
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.1.3. CUPULA GEODESICA:

La cúpula geodésica se compone de la malla espacial descrita en los capítulos anteriores como la estructura que conforma de la semiesfera, la actual malla espacial tiene una altura de 3,51 mts. En la Figura N° 3-12 se pre-visualiza la estructura montada sobre el antepecho, quitando 2 triángulos para el acceso. El material con el cual se construyen los triángulos son tablas de 1x4”.

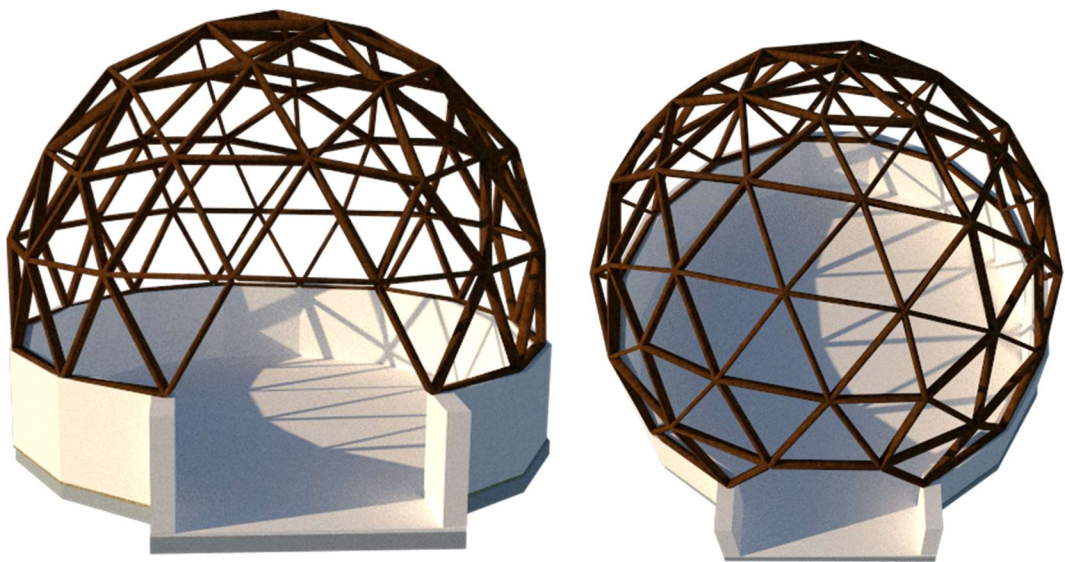


FIGURA: 3-12 MALLA ESPACIAL DE MADERA DOMO 1
FUENTE: FUENTE PROPIA

Como segunda etapa de la cúpula correspondiente al revestimiento exterior, en la Figura N° 3-13 se puede observar un revestimiento de tejas asfálticas sobre placa de

terciado sobre cada triangulo. En la propuesta 1 se puede apreciar una estructura uniforme de triángulos donde se destinó un gran espacio para ventanales en la parte paralela al acceso y el costado derecho.

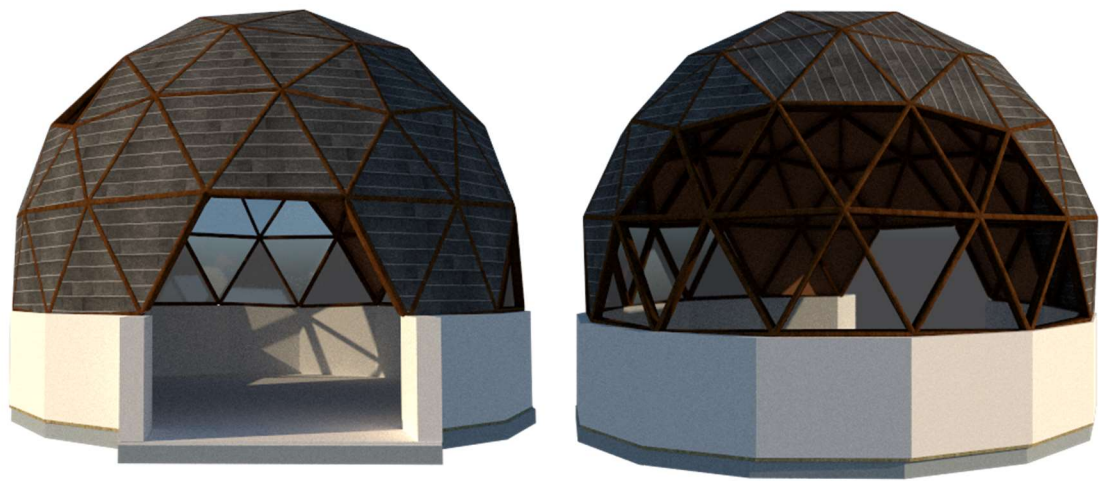


FIGURA: 3-13 REVESTIMIENTO CUPULA GEODESICA DOMO 1
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.1.4. ACCESO PRINCIPAL

La entrada principal del domo es con un diseño tipo iglú, obteniendo espacio suficiente para una puerta de 2x0,8mts y cuatro ventanillas al contorno de la puerta destacando su estética, Cabe destacar que el acceso es una pequeña extensión en el antepecho y la malla espacial como se puede observar en la Figura 3-14, por consiguiente, la construcción del alero es complementario a la estructura de la cúpula que se puede ver modificada en obra, siendo este el último en ser construido.

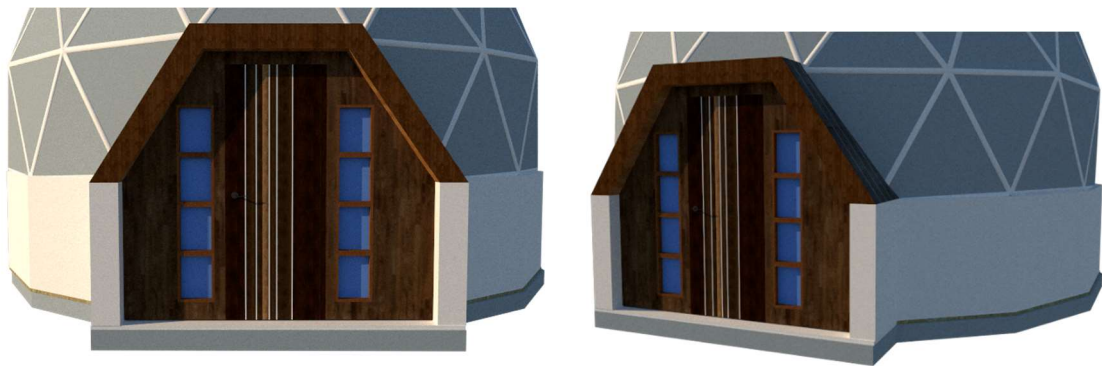


FIGURA: 3-14 ACCESO PRINCIPAL DOMO 1
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.1.5. DISEÑO INTERIOR Y ESPACIOS

El interior del domo en la primera propuesta es con un diseño simple, orientando el área de comensales cerca de las ventanas y el acceso principal con el mayor espacio, y una pequeña sección para el área de las ventas.



FIGURA: 3-15 INTERIOR DEL DOMO 1
FUENTE: FUENTE PROPIO

3.3.2. PROPUESTA 2: DOMO MÁS UNA AMPLICACIÓN

El segundo domo consta de un diseño más trabajado y elegante. A diferencia del primero, el actual domo presenta una expansión lateral para el lado izquierdo de la entrada ofreciendo un mayor espacio útil. Este domo expone una imagen más elaborada conservando la sencillez en su construcción, además con el aumento del espacio útil dentro del domo, ofrece más oportunidades de establecer y/o jugar con los interiores y entregar un ambiente más relajante para una cafetería.



FIGURA: 3-16 SEGUNDA PROPUESTA DOMO
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.2.1. BASE

Para la base se presenta 2 opciones viables, siendo el envigado de piso el primero que se compone por un perímetro de vigas madres de 2x6” Puesta de canto, para los transversales se usó pino de 2x4 a una distancia de 40 x 60 a 40x80 cm de separacion entre caneos.

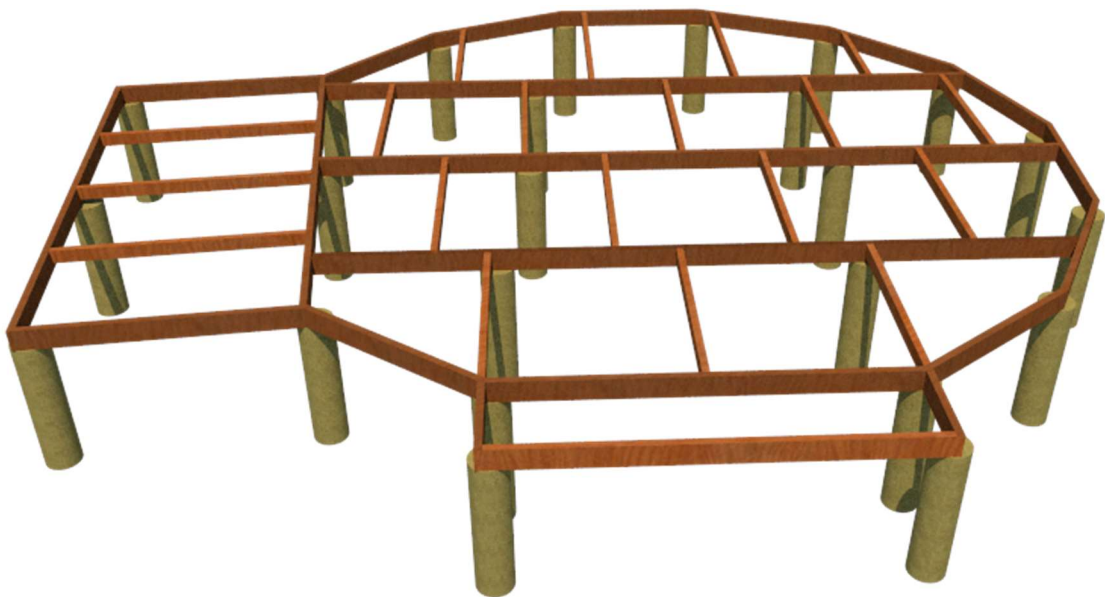


FIGURA: 3-17 ENVIGADO PISO DOMO 2 (ILUSTRATIVO)
FUENTE: FUENTE PROPIA

También se diseñó una base más pesada de Hormigón armado como se muestra en la Figura N° 3-18 y un radier interior, cuenta una fundación de 25x30cm un sobrecimiento de 10x15 cm y el radier interior de 10cm de profundidad. 6,69M3 de Hormigón ocupa en total, Repartido en 2,32m3 H° Para la Fundación; 0,39M3 H° Sobrecimiento y 3,98 M3 H° en el Radier.

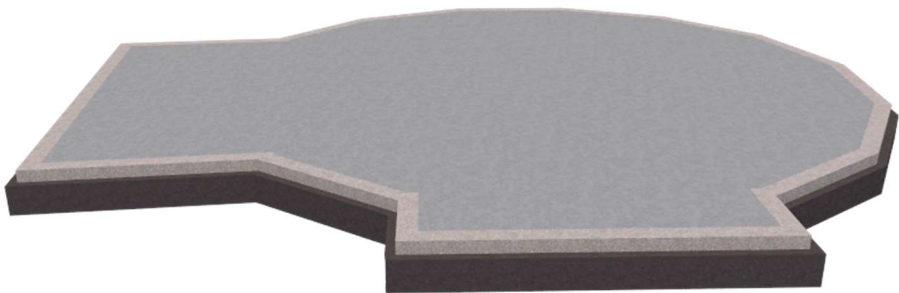


FIGURA: 3-18 RADIER DEL DOMO 2
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.2.2. ANTEPECHO

El antepecho tiene una altura de 1 mts, por el perímetro de la base, compuesta por 15 lados y la entrada principal, El antepecho puede ser construido de material ligero como tabiquería de madera o metal galvanizado, o albañilería como material más resistente. Tiene un área exterior de 23,17 mt2 para revestimiento.

EL material para el revestimiento del antepecho puede variar según se estime conveniente, en el modelo presente se muestra un revestimiento exterior con piedra laja y un interior de madera tinglada.



FIGURA: 3-19 ANTEPECHO DOMO 2
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.2.3. CUPULA GEODESICA

Para malla espacial de la cúpula en este modelo se conserva el diseño anteriormente trabajado con una frecuencia 3V y un Radio de 3,5 mts. En la Figura N° 3-20 se pre-visualiza la estructura montada sobre el antepecho, quitando 8 triángulos para el acceso y la ampliación lateral.

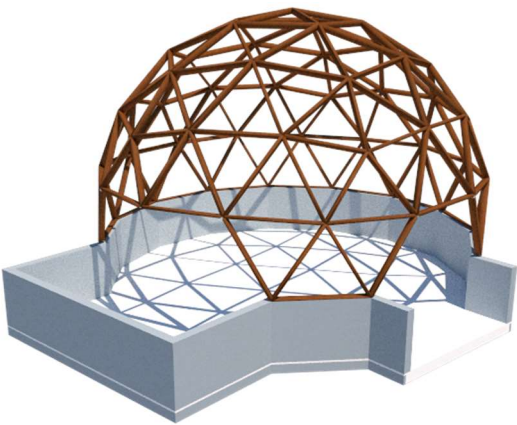


FIGURA: 3-20 MALLA ESPACIAL DOMO 2
FUENTE: FUENTE PROPIA

El revestimiento exterior de la Figura N° 3-21 es de tejas asfálticas sobre placa de terciado en cada triángulo. En la propuesta 2 se puede apreciar que la estructura se modifica quitando triángulos donde se ilustra la ampliación, de igual forma que en el acceso. En la expansión es importante recalcar que la malla espacial es reforzada por la estructura superior de la expansión recibiendo la carga vertical.

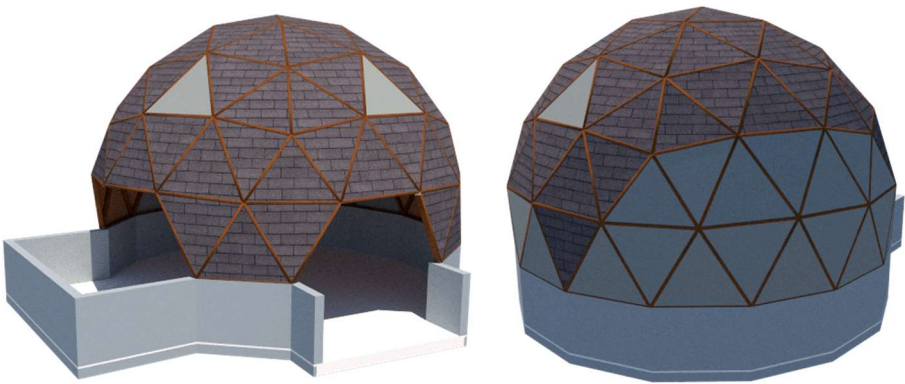


FIGURA: 3-21 REVESTIMIENTO EXTERIOR CUPULA DEL DOMO 2
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.2.4. ACCESO PRINCIPAL

La entrada principal del domo es con un diseño tipo iglú, con una puerta de 2x0,8mts y cuatro ventanillas al contorno de la puerta destacando su estética, donde el acceso es una pequeña extensión en el antepecho y a la malla espacial como se puede observar en la Figura N°3-22, por consiguiente, de igual forma que la primera propuesta la construcción del alero es complementaria a la estructura de la cúpula.



FIGURA: 3-22 ACCESO PRINCIPAL DOMO 2

FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.2.5. AMPLIACIÓN LATERAL

Para la segunda propuesta se agrega la ampliación de la Figura N° 3-23 que otorga 6.94mt² de espacio útil a domo, teniendo un ancho de 1.9x4 mts. El espacio ofrece una gran oportunidad para diseñar el interior y agregar servicios, tal como un espacio de ocio, de ventas y/o baño interior.

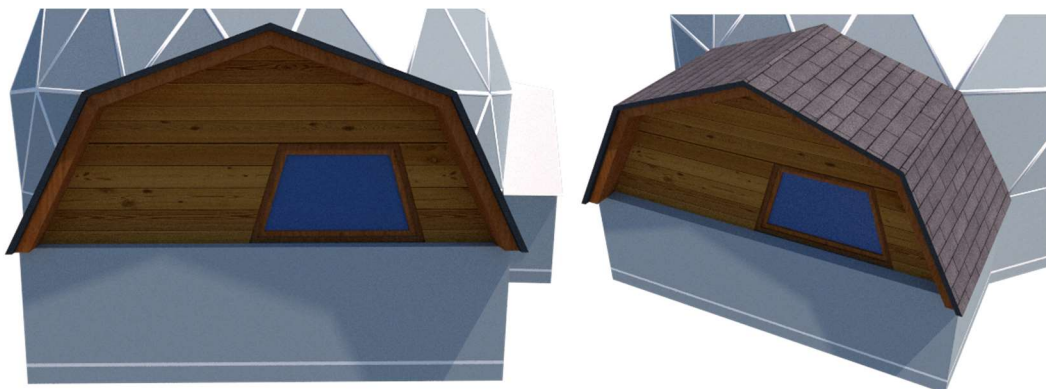


FIGURA: 3-23 AMPLIACIÓN LATERAL DOMO 2

FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.2.6. DISEÑO INTERIOR Y ESPACIOS

El diseño del domo ofrece las principales características de la propuesta 1, teniendo un área de comensales y ventanas por el contorno del domo, sin embargo, la propuesta actual ofrece un área extra que presenta una ventaja para repartir los espacios útiles en el interior, otorgando el área extra al puesto de ventas, dejando un mayor espacio para los comensales y amueblamiento interior.

El diseño interior de las cafeterías son espacios donde la misión principal es ofrecer comodidad y tranquilidad para los clientes, por ello para la propuesta 2 se presenta un revestimiento interior de madera como se puede observar en la Figura N° 3-24



FIGURA: 3-24 INTERIOR DOMO 2
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.3. PROPUESTA 3: DOMO DE 2 NIVELES Y AMPLIACIONES

El tercer domo es un diseño más avanzado, presentando 2 ampliaciones laterales y un segundo piso. La capacidad interior del modelo es mayor que las propuestas anteriores, pensando en todos los servicios necesario en una cafetería, contando con una ampliación para ventas y un baño, además agrega un segundo piso que aumenta en gran medida el espacio útil que ofrecer a los clientes.



FIGURA: 3-25 TERCERA PROPUESTA DOMO
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.3.1. BASE

La base de la tercera propuesta se presenta un envigado de piso sobre polines como se puede observar en la Figura N° 3-26, al igual que las propuestas anteriores el envigado sigue el perímetro del domo, donde en el actual modelo tiene 2 ampliaciones laterales. Para el perímetro y pino paralelas al acceso se usó pinos de 2x6" y 2x4 para los caneos, donde estarán con una separación entre 40x60 y 40x80 cm



FIGURA: 3-26 ENVIGADO DE PISO DOMO 3
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.3.2. ANTEPECHO

El antepecho tiene una altura de 1 mts, por el perímetro de la base, compuesta por 19 lados y la entrada principal. El antepecho puede ser construido de material ligero como tabiquería de madera, metal galvanizado o albañilería como material más resistente. Tiene un área exterior de 25,26 mt².

EL material para el revestimiento del antepecho puede variar según se estime conveniente, en el modelo se muestra un revestimiento exterior con piedra laja y un interior de madera tinglada, con cerámica interior en la ampliación correspondiente al baño.

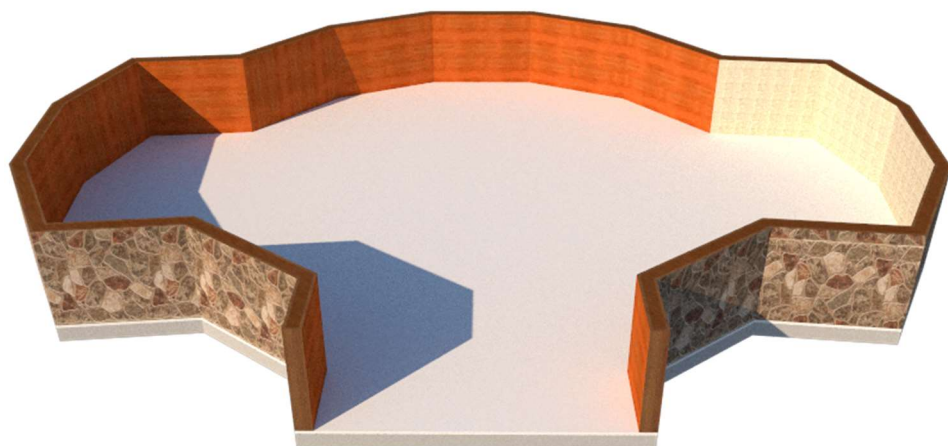


FIGURA: 3-27 ANTEPECHO DOMO 3
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.3.3. AMPLIACIONES LATERALES

Para la tercera propuesta se agregan 2 ampliación laterales como se puede observar en la Figura N° 3-28, agregando 13.74mt² de espacio útil al primer piso. Los espacios aportados por las ampliaciones fueron destinados para el área de venta y el otro para un baño interior.



FIGURA: 3-28 AMPLIACIONES LATERALES DOMO 3

FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.3.4. CUPULA GEODESICA

Para malla espacial de la cúpula en este modelo se conserva el diseño anteriormente trabajado con una frecuencia 3V y un Radio de 3,5 mts. En la Figura N° 3-30 se pre-visualiza la estructura montada sobre el antepecho, en donde se puede observar un conjunto de nuevas ventanas asignadas en la parte baja de la cúpula y en el sector superior, con la finalidad de otorgar mayor acceso lumínica al primer piso y al segundo.

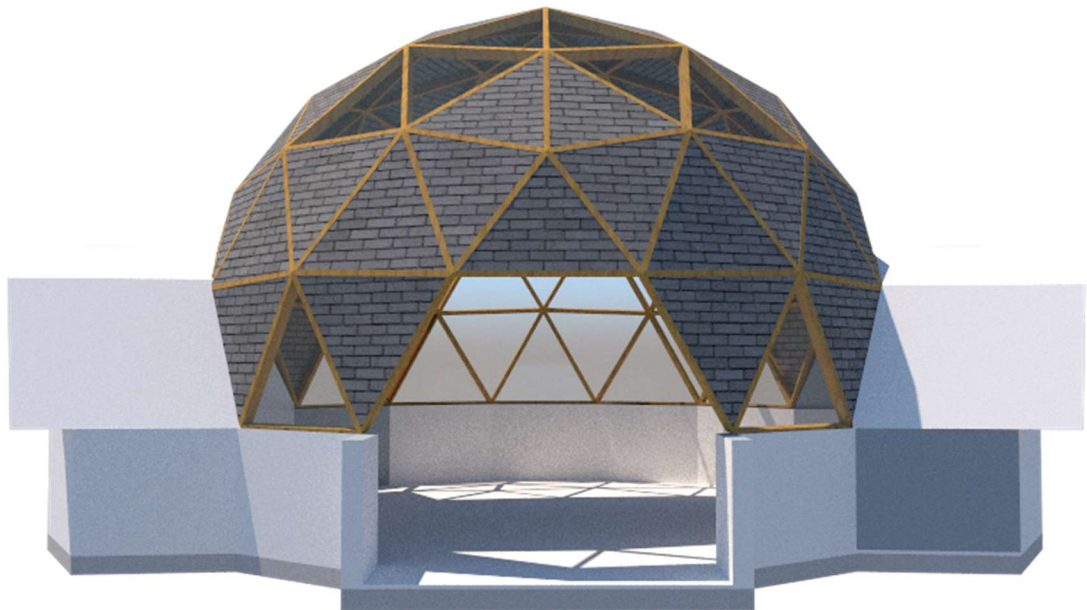


FIGURA: 3-29 REVESTIMIENTO EXTERIOR CUPULA GEODESICA DOMO 3
FUENTE: FUENTE PROPIA

En la actual propuesta, la estructura de la cúpula solo es alterada en 3 sectores correspondiente a las 2 ampliaciones y el acceso principal. Cabe destacar que donde se retiran parte de los triángulos de la cúpula para las ampliaciones es suplida la estabilidad estructural puesto que las ampliaciones están diseñadas interiormente para recibir las cargas verticales.

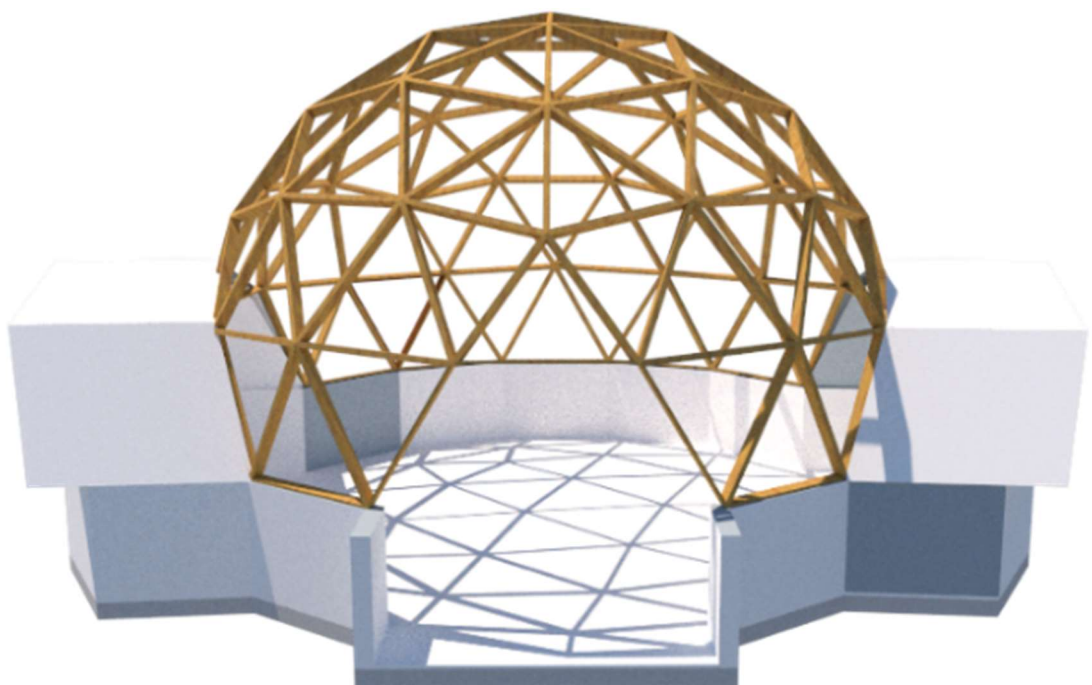


FIGURA: 3-30 MALLA ESPACIAL DOMO 3
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.3.5. ACCESO PRINCIPAL

El acceso principal conserva el diseño tipo iglú, obteniendo espacio suficiente para una puerta de 2x0,8mts y cuatro ventanillas al contorno de la puerta.

Cabe destacar que el acceso es una pequeña extensión en el antepecho y la malla espacial como se puede observar en la Figura N° 3-31.



FIGURA: 3-31 ACCESO PRINCIPAL DOMO 3
FUENTE: FUENTE PROPIA

3.3.3.6. DISEÑO INTERIOR Y ESPACIOS

Los interiores del modelo se pueden observar en la Figura 3-32 donde destaca por su mayor espacio útil dentro del domo. En el primer piso se encuentra el espacio de venta, baño y en el sector centro está el espacio de servicio del cliente cerca del ventanal, dejando el segundo piso para el sector de servicio con sillas y mesas.

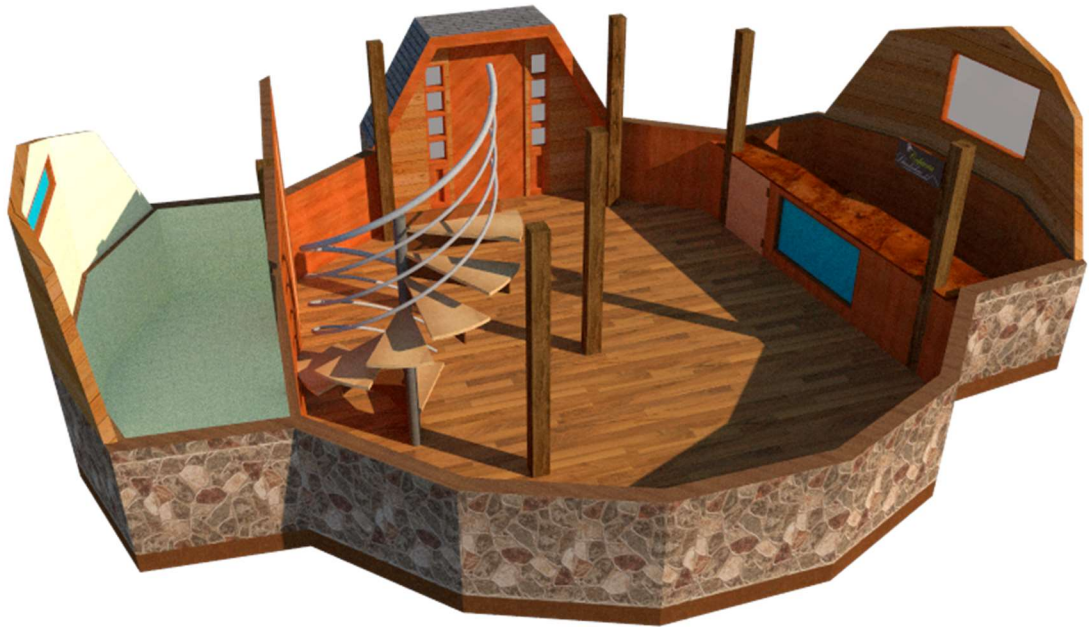


FIGURA: 3-32 INTERIOR PRIMER PISO DOMO 3
FUENTE: FUENTE PROPIA

La característica de la actual propuesta es el aprovechamiento de los espacios, donde se puede observar que ambos pisos están situados de tal manera que pueden aprovechar la vista que ofrecen los ventanales, siendo la propuesta más completa para un área turística.



FIGURA: 3-33 INTEIOR SEGUNDO PISO DOMO 3
FUENTE: FUENTE PROPIA

CONCLUSIONES

En cuanto al objetivo fundamental de la presente tesis, se obtuvo excelentes resultados en la investigación de su viabilidad técnica para el uso comercial y habitacional, destacando su estabilidad estructural con alta resistencia a movimientos sísmicos y cambios climatológicos debido a su forma aerodinámica de la cúpula los convierte en un modelo constructivo óptimo para las zonas sur de Chile o aquellos sectores que tienden a cambios climatológicos bruscos, manteniendo una estabilidad térmica uniforme, produciendo un ahorro energético de hasta el 50% en comparación con las construcciones tradicionales.

Dentro de análisis de las características geométricas y parámetros básicos para la elaboración del diseño de una cúpula geodésica, se logró proyectar múltiples modelos gracias a herramientas web gratuitas, que facilitan la elaboración de estos ofreciendo al usuario una amplia variedad de parámetros para generar la malla espacial de la cúpula, donde caracterizamos los factores más relevantes como son la frecuencia y la elección del poliedro regular a usar, estos factores constituyen la base para la elaboración de su diseño. Posteriormente podemos encontrar opciones más específicas que nos facilitaran o guiaran en la construcción y ensamblado de la cúpula.

A sí mismo el estudio de la prefactibilidad técnica del domo para su implementación como cafetería se estimó viable, por sus amplias variedades de cafeterías que se logran implementar según el espacio disponible que ofrezca el diseño. Existen 4 modelos clásicos de cafeterías que se pueden generar en domos geodésicos, estando la cafetería Coffee-Chop que requieren solo de la barra de servicio con unas mesas y sillas para el sector de comensales como se logró aplicar en la propuesta número uno de los diseños obtenidos, luego encontramos las cafeterías de especialidad que requieren un espacio más amplio en el área de ventas, donde ofrecen platillos sencillos para acompañar los café, y por último tenemos las cafeterías tradicionales que ofrecen un servicio al cliente más completo, requiriendo un espacio mayor en el área de comensales y de ventas.

La interpretación y análisis de los modelos realizados, junto con los resultados obtenidos del diseño estructural de las cúpulas geodésicas en madera, permite finalizar el trabajo con las siguientes conclusiones.

Se confirma la viabilidad técnica y estructural de las cúpulas geodésicas en madera para edificaciones de luces pequeñas y medias para usos residenciales, comerciales y lúdicos de fácil instalación y montaje.

A la hora de realizar estructuras basadas en las cúpulas geodésicas, es importante tener en cuenta los estudios realizados en base a ellas mediante los que se definen las particularidades de este tipo de estructuras.

Para plantear y diseñar la cúpula geodésica, hay que tener en cuenta la superficie de la que se dispone para ajustar el diámetro y aplicar una frecuencia que se adecue a las dimensiones requeridas.

En relación a la estabilidad estructural que presentan las cúpulas geodésicas, se puede afirmar que muestran una gran resistencia, debido a la similitud que presentan con la forma esférica, que reparte uniformemente las cargas y esfuerzos sufridos a lo largo de su superficie.

Debido a la facilidad de montaje que presentan, su instalación se puede llevar a cabo tanto por personal cualificado como a nivel usuario en kits debidamente referenciados con planos de montaje y listados de piezas debidamente marcadas.

Al tratarse de una estructura semiesférica, permite obtener grandes superficies diáfanas con una buena circulación del flujo de aire interior, lo que contribuye a crear un ambiente interior agradable para los usuarios.

BIBLOGRAFÍA

PEÑASCALCOOPERATIVA Obtención de información y características de los domos [agosto 2019] <<https://sites.google.com/a/grupopenascal.com>>

DESERTDOMES Obtención de cálculos y frecuencia de domos, más imágenes [agosto 2019] <<http://www.desertdomes.com/>>

MIDOMO Obtención de características y propiedades de los domos, más imágenes [agosto 2019] <<https://midomo.es/mi-domo/>>

BIOGUIA Obtención de información de domos sustentables, más imágenes [septiembre 2019] <<https://www.bioguia.com>>

AUREART Obtención de características y revestimientos de domos geodésicos, más imágenes [septiembre 2019] <<http://aureart.net/index.php/es/>>

WIKIPEDIA Obtención de reseña histórica y descripción geométrica [octubre 2019] <<https://es.wikipedia.org>>

GRUNCH Historia y características geométricas [octubre 2019] <<http://www.grunch.net/synergetics/domes/domeproto.html>>

SODIMAC Obtención de materiales y descripción, más imágenes. [octubre 2019] <<https://www.sodimac.cl>>

DOMEHOME Obtención de información técnica e imágenes [octubre 2019] <<http://www.domehome.com/>>

ALMADEHERRERO Obtención de información de diseño y ensamblado de un domo, mas imágenes. <<http://almadeherrero.blogspot.com>>

ELMUNDO Información térmica y de seguridad de un domo, mas imágenes <<https://www.elmundo.es/economia/2014/11/13/5464dc0522601d9c298b4573.html>>

ANEXOS