

# Cúpulas geodésicas

por

MARÍA ROSA ROS VICENTE Y SERGIO SANCHO FELÉZ

(CPEPA, Alcorisa; Educador social, Teruel)

Un domo geodésico es una estructura arquitectónica semiesférica basada en patrones geométricos (compuestos de redes de triángulos) para distribuir cargas de forma uniforme. Son estructuras ligeras, autoportantes y de gran resistencia ante vientos, sismos y condiciones climáticas adversas, cubriendo grandes luces sin columnas internas.

Aparecen en la naturaleza y en la espiritualidad, representando la armonía y la estructura básica del cosmos.



Figura 1. Tipos de domos

Desde la antigüedad son conocidos los cinco sólidos platónicos, poliedros convexos cuyas caras son polígonos regulares idénticos y con ángulos iguales, lo que les proporciona una simetría perfecta.

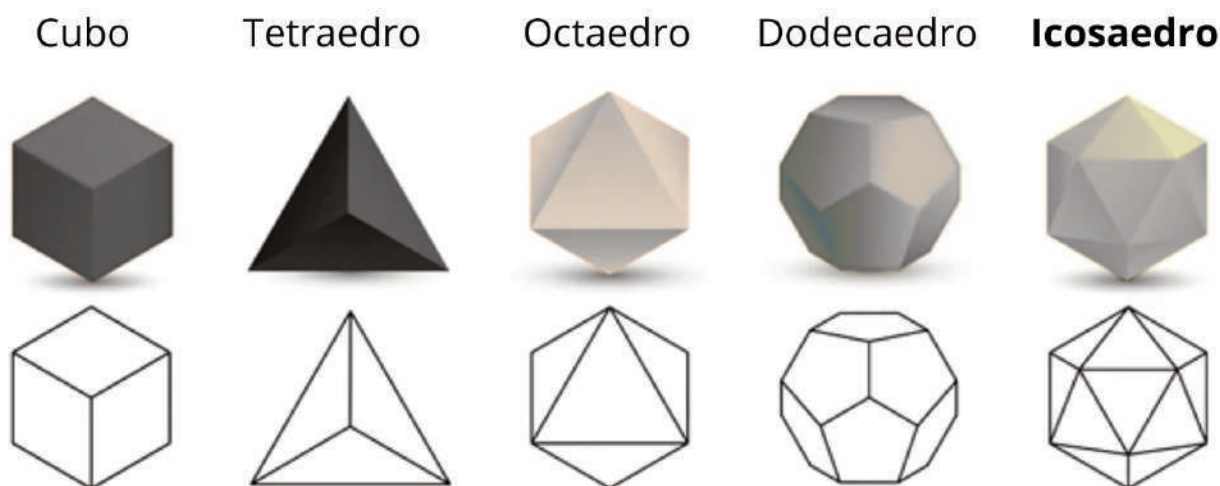


Figura 2. Sólidos platónicos

Todos ellos se pueden inscribir en una esfera exterior que conecta en sus vértices y pueden tener inscrita una esfera interior que tocará el centro de cada una de sus caras. Es decir, todos son aproximaciones poliédricas de una esfera.

Por ello, si partimos de un icosaedro y subdividimos las aristas para crear triángulos más pequeños, iremos transformando el sólido de forma que cada vez se parezca más a una esfera.

La llamada frecuencia de un domo (figura 3) indica cuántas veces se ha subdividido la arista del icosaedro. A mayor frecuencia habrá mayor curvatura, complejidad y resistencia.

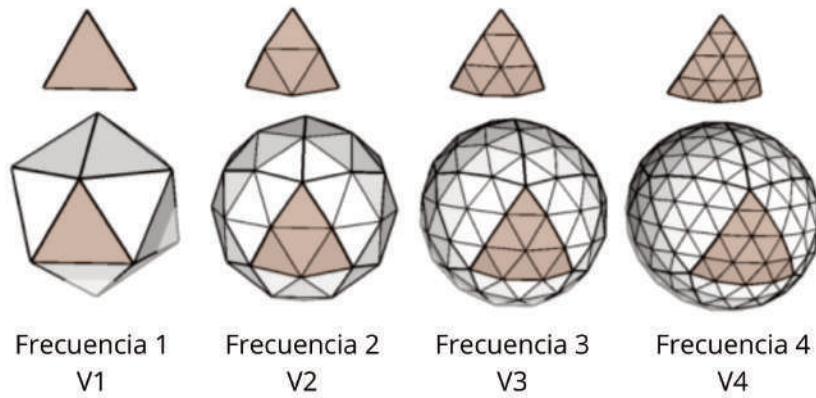


Figura 3. Frecuencia de un domo

Las divisiones de la arista hacen que surjan patrones hexagonales en cada vértice del icosaedro inicial y hexagonales dentro de cada cara del mismo (figura 4).

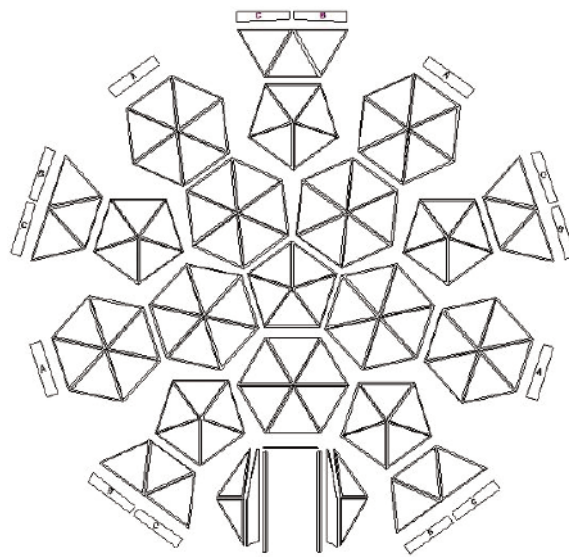


Figura 4. Patrones hexagonales y pentagonales

Los domos generalmente representan media esfera, esto lo conseguimos con triángulos completos en las frecuencias pares. Las frecuencias impares aprovechan la triangulación para construir otras fracciones de la esfera como 4/9 y 5/9.

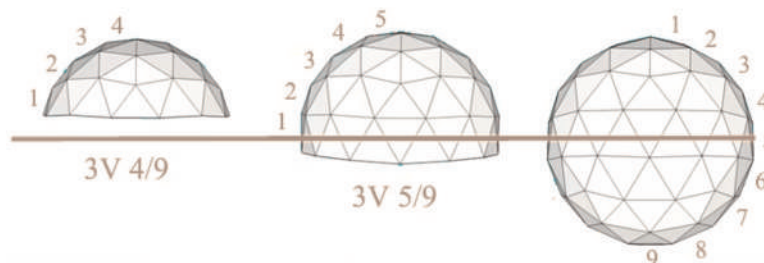


Figura 5. Las frecuencias impares no completan media esfera

## Quién se atreve a construir un domo

La primera evidencia conocida de un domo se remonta alrededor del año 2000 a.C. en Mesopotamia, donde se utilizaban en templos y palacios. Desde entonces, los domos han sido usados por varias civilizaciones y culturas.

Fueron popularizados por el arquitecto estadounidense Buckminster Fuller en la década de 1940 y patentados en 1954. Fuller revolucionó la construcción con estas estructuras autoportantes, resistentes y ligeras, ideales para viviendas y eventos.

La fama mundial llegó con estructuras emblemáticas como el domo de la Exposición Universal de Montreal de 1967 (figura 6) con 76 metros de diámetro y 41,5 metros de altura que reproduce tres cuartas partes de una esfera.



Figura 6. Domo de la Exposición Universal de Montreal

Nosotros nos topamos por primera vez con un domo en una visita a la bioescuela de Fuentespalda y nos impactó el espacio diáfano, la armonía y la aparente sencillez constructiva de aquella estructura. Sin duda fue el germen que nos animó a indagar y experimentar con este tipo de construcción geodésica. En nosotros existía una mezcla entre la admiración hacia las matemáticas y la pasión por la bioconstrucción. A partir de ahí nos pusimos en marcha.

Indagamos en la red y la información disponible era limitada, aunque fue suficiente para llevar a cabo nuestro primer domo V4.

Actualmente existen varias calculadoras virtuales para poder conseguir las dimensiones de los lados de los triángulos (dependiendo del diámetro total que pretendamos) y las angulaciones necesarias para los cortes que confluyen en los vértices, con las que se consigue distinta inclinación según la frecuencia que elijamos.

Ejemplos de calculadoras son: [Desertdomes](#), [Acidome](#) o [midomo](#).

También resaltar que recientemente Mario Turégano ha publicado un [manual](#) completo de construcción de domos geodésicos.

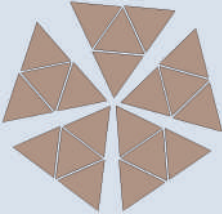
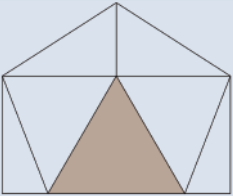
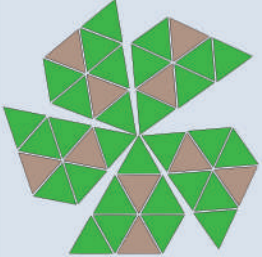
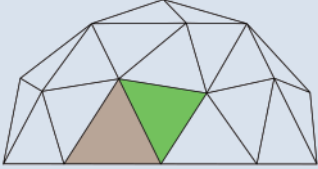
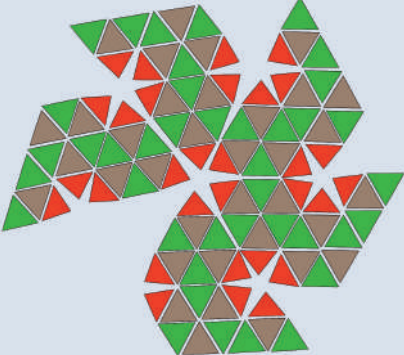
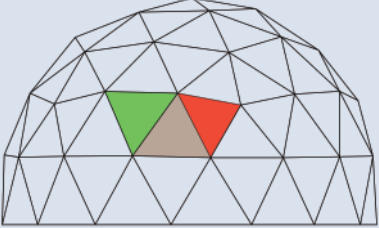
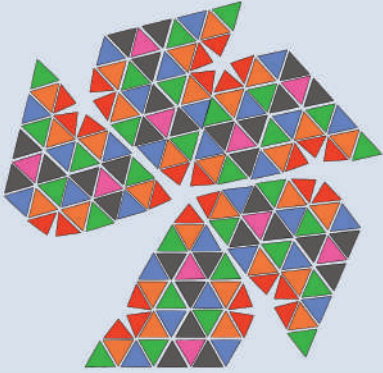
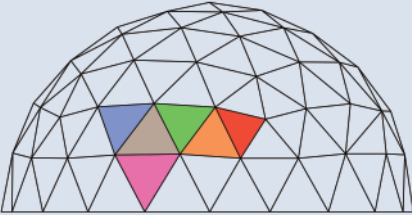
## Qué frecuencia elijo

Antes de plantear la construcción de un domo geodésico, tenemos que tener en cuenta tres condicionantes clave:

- El espacio del que disponemos para emplazar el domo, que nos dará idea del diámetro máximo a construir.
- La inversión que podemos realizar, que condicionará los materiales a utilizar, asesoramiento externo o mantenimiento.
- El uso posterior de la construcción.

En función de ellos analizaremos la frecuencia que es más idónea. Teniendo en cuenta que cuanto mayor frecuencia, mayor número de triángulos y esto supondrá mayor complejidad a la hora de construir, mayor inversión y más medios para la ejecución. Por otro lado, a mayor número de triángulos conseguiremos mayor armonía del conjunto, mayor resistencia y mayor cercanía a la forma esférica.

Vamos a ver las principales características de las frecuencias más habituales:

Patrón de montaje	Frecuencia	Domo
	<p>V1</p> <p>Esta frecuencia se aconseja para pequeñas construcciones y no permanentes. Consta de quince triángulos equiláteros que darán lugar a tres cuartos de esfera.</p>	
	<p>V2</p> <p>También para construcciones pequeñas como casetas, cabañas, invernaderos, etc. Aumenta el número de triángulos a 40, de dos tipos diferentes uno, de ellos equilátero que aparece 10 veces y el otro isósceles. Esta frecuencia par da lugar a una semiesfera.</p>	
	<p>V3</p> <p>Frecuencia muy interesante porque permite ampliar el radio de la construcción y el modelo 5/9 nos da lugar a mucho espacio útil. Para usos educativos permite generar un espacio amplio de uso multidisciplinar. Está formado por tres tipos de triángulos, uno isósceles y dos escalenos diferentes. En total, la construcción emplea 105 triángulos. Al aumentar la resistencia conseguimos la posibilidad de colocar cubiertas más estables y duraderas.</p>	
	<p>V4</p> <p>Puede ser utilizada para diámetros superiores a 6 metros, ella misma o en combinación de varias pueden dar lugar a espacios de gran amplitud y extensión. El número total de triángulos que la componen es de 160 para conseguir una semiesfera. Se utilizan 6 modelos diferentes de triángulos.</p>	

En el patrón de montaje, además de diversos tipos de triángulos (los hay equiláteros, isósceles y escalenos) se pueden observar diferentes simetrías y patrones. Todas las frecuencias van a repetir un mismo patrón cinco veces, ya que el desarrollo parte del pentágono superior del icosaedro base. A partir de la frecuencia dos, también podemos observar hexágonos que han rotado, se han trasladado o son simétricos. También podemos buscar los pentágonos que surgen.

## Nuestras experiencias constructivas en colegios rurales

Bajo nuestro punto de vista, el patio de cualquier colegio es un lugar adecuado e idóneo para albergar un domo. El alumnado puede disfrutar del uso diverso de este tipo de estructura tan polivalente. Nuestra experiencia constructiva personal, en el ámbito escolar, se ha llevado a cabo en dos colegios rurales de la provincia de Teruel.

### CRA Martín del Río

En este aula de Martín del Río, previo a la construcción del domo en el patio delantero del colegio, hubo unas sesiones en el aula con el alumnado de 4.º, 5.º y 6.º de educación primaria.

Con Rosa como tutora se trabajó con el alumnado de forma práctica y manipulativa diferentes conceptos que ya conocían de cursos anteriores (figuras geométricas, cuerpos geométricos y sus elementos). Vimos cómo nos ayudaba el vocabulario y conocimientos previos para facilitar el proyecto final. Y a partir de esta base, nos centramos en la búsqueda de patrones, la simetría y las transformaciones de algunos cuerpos geométricos, para acabar creando un desarrollo del icosaedro que fue cambiando su forma hasta lograr una cúpula geodésica. Se concluyó con la construcción de una maqueta individual de un domo a partir del estudio realizado.

Podéis ver más sobre esta experiencia en el [Carboncillo digital](#) y ver el proceso de montaje en este [video](#).



Figura 7. Preparación



Figura 8. Piezas



Figura 9. Montaje



Figura 11. Domo orgullo rural



Figura 10. Terminado

## CRA Ariño - Alloza

En este aula, gracias a la colaboración de la comunidad educativa, cuentan en su patio de recreo con un domo V3.

En la preparación de los triángulos participó el alumnado de primaria y en el montaje contamos con la ayuda del AMPA y del profesorado del centro.

La idea del profesorado es aprovechar el domo para crear un espacio multifuncional donde desarrollar diferentes actividades. El diámetro del domo es de 5 metros, lo que permite crear una superficie de casi 20 metros cuadrados donde acoger a gran número de personas.



Figura 12. Piezas



Figura 13. Domo terminado

## Algunos usos de un domo en un entorno escolar

Citaremos los siguientes:

- Cobijo. A la hora del recreo y sobre todo en días soleados y calurosos, un domo cubierto puede servir de cobijo para el alumnado. Simplemente con colocar en la estructura una malla de sombreado evitamos la exposición directa al sol.
- Asambleas. El alumnado de infantil (y de primaria) puede realizar asambleas al iniciar la jornada dentro de un domo, su planta esférica favorece la disposición del alumnado de forma armónica: nos sentamos viendo a todos nuestros compañeros y escuchamos mirando a la cara de quien habla.
- Cúpula de proyección. Si el domo cuenta con una cubierta superior, en ella pueden proyectarse imágenes que alcanzan a ver perfectamente todo el alumnado sentado en la base del domo. Ideal para proyecciones similares a las que podemos observar en un planetario.
- Zona expositiva. Podemos usar el domo como soporte para exponer producciones del alumnado o para colocar elementos decorativos que rememoren días señalados del calendario escolar.
- Invernadero/Semillero. Con una sencilla cobertura de plástico podemos transformar el domo en un invernadero. Nos permite trabajar con los alumnos diferentes aspectos relacionados con el huerto escolar: semilleros, bancales elevados para cultivos de pequeñas hortalizas, control de temperatura y humedad...
- Zona de juegos. Añadiendo a la estructura otros elementos sencillos como cuerdas y columpios podemos hacer del domo una zona de juegos. Si tenemos mayor presupuesto podemos aprovechar la zona exterior para colocar paneles y presas de escalada.
- Escenario musical. Si el domo se cubre totalmente, la acústica generada es muy apropiada para convertirlo en un escenario donde interpretar piezas musicales.
- Zona de lectura. Podemos dotar el domo de colchonetas y otros asientos donde disfrutar, de forma atractiva y motivadora, de la lectura. Se pueden colgar de la estructura diversas estanterías donde se coloquen libros y transformarlo en biblioteca.

Nos apasionan los domos geodésicos y con este artículo pretendemos compartir una idea general de esta estructura. Un domo es interesante para trabajar conceptos matemáticos y fascinante como cúpula. Podemos encontrarla en múltiples localizaciones y con usos variados, solo hay que observar un poco y se descubren como viviendas, invernaderos, *glamping*, escenarios... Sería fabuloso que aparecieran en zonas educativas.