

STRING TENS: Sistema Poliédrico – Tenso Bifurcado

Joan JIMENEZ M.^{*} Geraldine CARRERA C.^a Christiam CUBA C.^b Kristel HUARAZ G.^c Jhonatan SANCHEZ I.^d; Lizet VELAZQUES V.^e

^{*} Estudiantes de Arquitectura, Universidad Privada del Norte – Sede Lima
Mz M2 lote 07 Urbanización El Alamo, Comas – Lima 7/ Perú
Jjimenez@MPPeru.com

^{a, b, c, d, e} Estudiantes de Arquitectura, Universidad Privada del Norte – Sede Lima

Abstract

This contribution is based on the study of regular and semi regular polyhedral frames (Platonic and Archimedean polyhedra) with emphasis on formal and functional optimization through the use of tensile structures. We seek to explore the possibilities to stabilize less stable polyhedral modulations as well as the use of the spatiality of them to generate new applications.

Palabras claves: tramas poliédricas, cableados bifurcados, optimización estructural, adaptabilidad.

1. Introducción

A través de la historia, la mayor parte de la producción constructiva, se ha desarrollado bajo la plataforma de la geometría clásica o Euclidiana. Dentro de esta clasificación el estudio de las configuraciones poliédricas se han caracterizado, en su mayoría, por presentar una estructuración definida, *más no siempre optimizada*, a partir de elementos regulares configurados: Los poliedros.

La presente contribución, basada en el estudio de las configuraciones poliédricas (sólidos Platónicos y Arquimedianos); se enfocará en la optimización estructural de los sólidos menos estables, a través de un sistema de cables que estabilizarán la configuración, generando un nuevo sistema compuesto, que denominamos: **STRING TENS**.

2. Marco conceptual

2.1. Configuraciones Poliédricas

Toda la materia de nuestro mundo se organiza a partir de estructuras complejas constituidas en elementos simples como: quarks, partículas elementales, átomos, moléculas, ADN, proteínas, virus, cristales, plantas, animales. La forma que adopta la materia, es el resultado de la cooperación entre sus partes (fuerzas físicas, químicas), encontrando, para ello, la manera más óptima de lograr una estructuración eficiente para el fin que fueron creadas.

En el caso de las tramas poliédricas, éstas aluden a un enlace interno entre los distintos elementos que los componen. Estas relaciones configuran lo que conocemos como poliedros regulares o Platónicos y sus derivados los poliedros semirregulares o Arquimedianos. En la naturaleza los podemos encontrar en algunas configuraciones cristalinas de minerales como la Pirita, Fluorita, Cuarzo, etc.



Figura 1: Cristales naturales

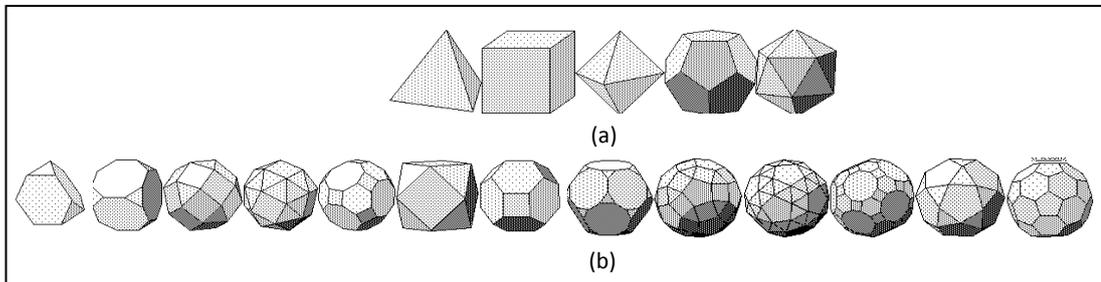


Figura 2: (a): Poliedros Platónicos, (b): Poliedros Arquimedianos
<http://www.math.nus.edu.sg/aslaksen/teaching/math-art-arch.shtml>

2.2 Configuraciones Reticuladas: La Bifurcación

Una manera de estructurar los elementos de una configuración es preguntarse: ¿cuál es camino más corto entre puntos no alineados?

Si tomamos como ejemplo el tejido de las arañas notamos que principalmente está estructurada por bifurcaciones, por lo tanto la bifurcación nace de la necesidad de poder repartir las cargas de la estructura, a aquellas que afectan de forma directa a los perfiles, logrando de esta forma amplificar el radio de expansión de la energía generada por el estiramiento del cableado, de la misma manera que lo hacen las burbujas de solución jabonosa en contacto con fuerzas externas a ella, buscando estabilizar la forma y aprovechar los espacios que se crean dentro de la estructura a causa del cableado mismo(a). La energía generada por las fuerzas de tracción en cada uno de los cables es sostenida y amortiguada por los cables contiguos.

En la naturaleza, la bifurcación se encuentra a manera de ramificaciones, por ejemplo en los árboles. La necesidad de captar la mayor cantidad de luz solar hace que las ramas en conjunto crezcan en forma radial, optando por reducir el grosor de estas a medida que se alejan del tronco, con la finalidad de distribuir el peso en conjunto de las hojas de manera equitativa y proporcionada (b).

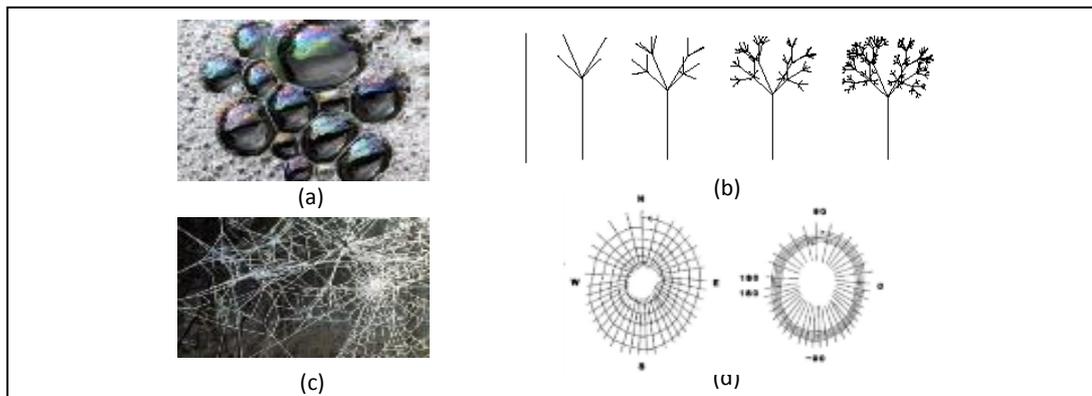


Figura 3: (a) burbujas, (b), ramificaciones, (c) telarañas, (d) espiral logarítmica (izquierda) y aritmética o arquimediana (derecha). Fuente: (f.m.vollrath 1985)

3. Antecedentes

Como referentes culturales, del estudio de las formas y estructuras naturales; tenemos los estudios y reflexiones desarrollados por Frei Otto desde la década de los 60, del Instituto de Estructuras Ligeras (IL) aportaron uno de los contextos más amplios de estudios, para el entendimiento de los principios acerca de la evolución de la forma estructural, a partir de modelos naturales, los cuales han servido de base y sustento para el desarrollo para los sistemas estructurales ligeros, entre ellos las llamadas tenseoestructuras.

Otro de los casos es el de K. Snelson y Buckminster Fuller, este último realizados en la década de los 70. Fuller trabajó en la estructuración de las configuraciones poliédricas a partir de sus geodésicas. Estas investigaciones forman parte de las primeras aproximaciones utilizando el principio de la tensegridad manifestada en ciertos sistemas estructurales.

En nuestro contexto actual, otro referente que trata acerca de la estructuración de estas configuraciones es el artista argentino Tomas Saraceno, quien viene explorando en sus investigaciones el uso de las estructuras cableadas unificadas con sistemas neumáticos.

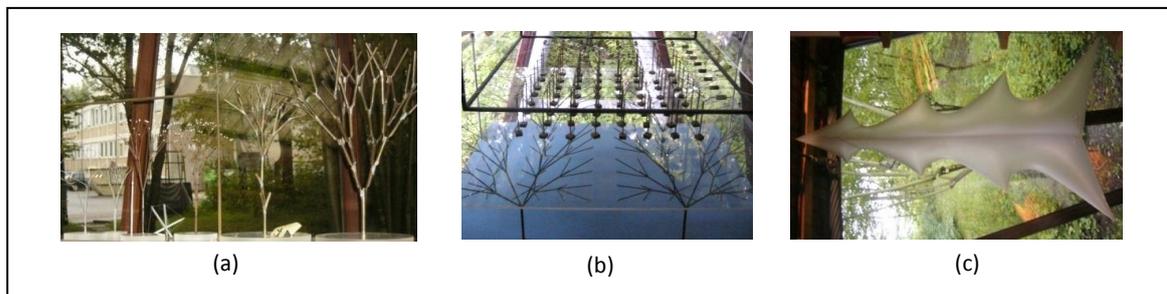
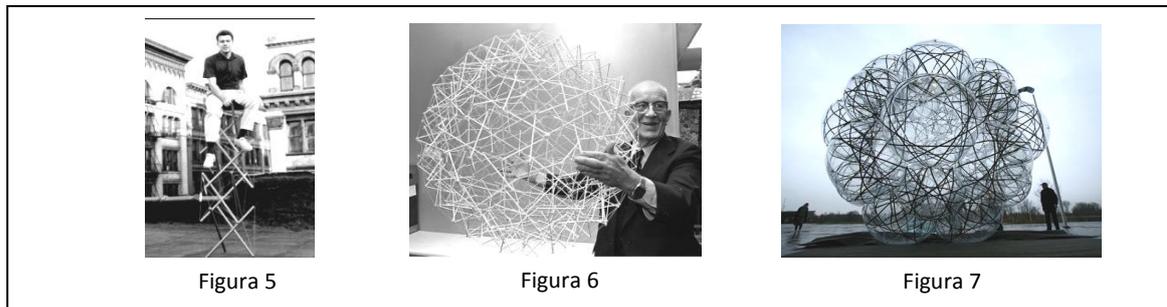


Figura 4: (a, b, c) Modelos de experimentaciones: ILEK - Universidad de Stuttgart. - Foto: R. Garrido – 2005



Figuras: 5,6 y 7

(5) K. Snelson en uno de sus modelos tensegrity. Foto:

http://tensegritywiki.blogspot.com/2013_06_01_archive.html

(6) Buckminster Fuller con una de sus invenciones: la esfera tensegrity.

Foto: <http://blogs-images.forbes.com/davidewalt/files/2011/10/buckminster-fuller.jpg>

(7) Bioesfera MW32 - Tomas Saraceno.

http://es.arteldia.com/International/Contenidos/Artistas/Tomas_Saraceno.

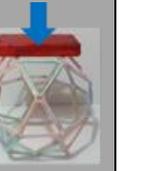
4.3.1. *Proceso de Selección de Poliedros menos estables.*

El análisis efectuado mediante la aplicación de una fuerza de compresión sobre los poliedros, nos permite identificar la naturaleza de los poliedros menos estables.

Proceso: Se modelaron con un sistema flexible de sorbetes los poliedros platónicos y Arquimedianos, a partir de los cuales se hizo el estudio y análisis de los menos estables.

POLIEDROS					
POLIEDROS PLATONICOS					
	Tetraedro	Hexaedro	Octaedro	Dodecaedro	Icosaedro
POLIEDROS ARQUIMEDIANOS					
	Tetraedro Truncado	Hexaedro Truncado	Rombicuboctaedro	Gran Cubo	Icosaedro Truncado
					
	Cuboctaedro	Octaedro Truncado	Dodecaedro Truncado	Rombicosidodecaedro	Gran Dodecaedro
					
	Icosidodecaedro Truncado	Icosidodecaedro	Cuboctaedro Truncado		

Figura 8: Poliedros Platónicos y Arquimedianos.

ANÁLISIS DE POLIEDROS					
	Tetraedro truncado	Hexaedro	Octaedro	Dodecaedro	Icosaedro
Se aplicaron a los poliedros una carga adicional para observar la capacidad de estabilidad de la configuración poliédrica.					
	Deformación Parcial	Deformación Parcial	Deformación Nula	Deformación Parcial	Deformación Nula

Cuadro 2: Análisis de estabilidad poliédrica.

4.4. Principio Estructural

Su naturaleza estructural se sustenta desde *una extensión* del principio de tensegridad. Mientras que en un sistema de tensegridad convencional los componentes a compresión trabajan aisladamente; en el sistema String Tens a pesar de que sus elementos a compresión están conectados, la nueva condición estructural depende sistemáticamente de fuerzas de tracción que activan la compresión de las barra generando la flexión en las mismas. Un ejemplo que nos permita entender este principio es el sistema musculo esquelético articular en el cuerpo humano; el sistema óseo trabaja a compresión (perfiles) unido por ligamentos (uniones) que interactúan con los músculos (cables) logrando articuladamente una sinergia y dinámica estructural, que por separado no lograrían.

4.5. Modelación y Eficiencia Estructural

El principio del sistema estructural String Tens se basa en la interacción de dos esfuerzos: tracción y compresión, los elementos a compresión se manifiestan en el poliedro, llegando a la flexión de los perfiles que lo configuran. La tracción se manifiesta en la trama bifurcada, siendo esta última la que nos permite alcanzar la estabilidad y rigidez del sistema poliédrico.

De acuerdo al análisis estructural se identificaron ciertos poliedros menos estables con los cuales vamos trabajar: tetraedro truncado y hexaedro.

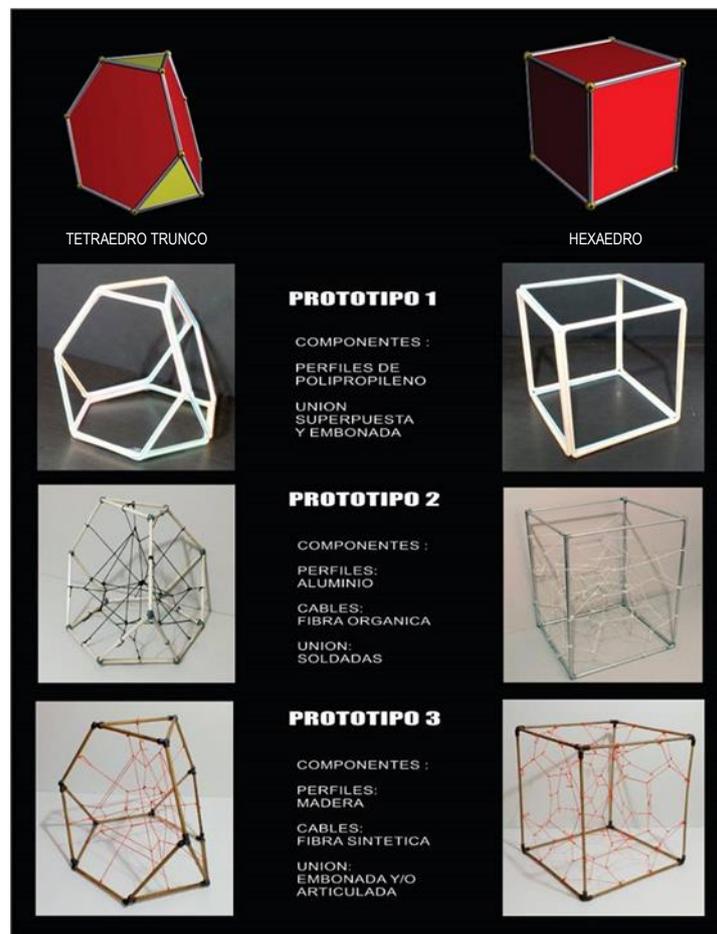


Figura 9: Modelación de Prototipos

PRIMER RESULTADO: Partiendo de la tensión de cables y bifurcaciones mínimas requeridas para lograr la estabilidad estructural, el punto máximo de tensión del sistema evidenciará su transformación cuando sus perfiles adopten la flexión permitida, sin llegar a la rotura.

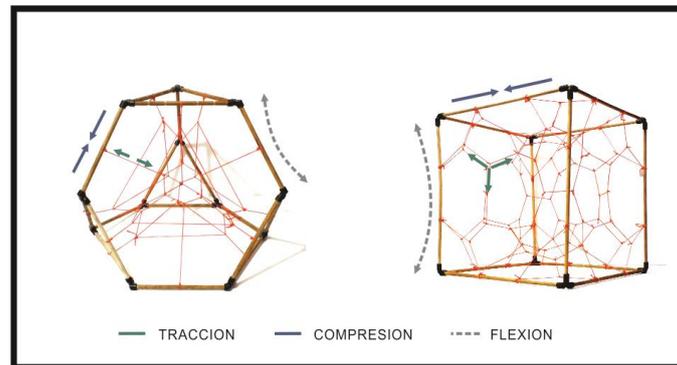


Figura 10: Diagrama de fuerzas actuantes en el sistema

4.6. Adaptabilidad

Las configuraciones retículas resultantes del sistema String Tens generan una variedad de diseño adaptable que será capaz de despertar en nuestros sentidos nuevos conceptos de usos y confort espacial.

5. Conclusiones

- El sistema String Tens, se sustenta bajo el principio de tensegridad, donde sus componentes trabajan sinérgicamente para optimizar, a partir de la morfología estructural, los poliedros poco estables como el hexaedro, el tetraedro truncado y otras variantes arquimedianas.
- El sistema String Tens, se consolida como una tensoestructura, al utilizar elementos ligeros y flexibles que actúan principalmente a tracción, generando una nueva condición estructural de mayor eficiencia.
- El sistema String Tens, se caracteriza por su capacidad adaptable, permitiendo el desarrollo de una serie de aplicaciones que van desde módulos educativos, mobiliario, juegos infantiles, escenografías, habitáculos temporales y arquitectura.

6. Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Privada del Norte representada por el decano de la Facultad de Arquitectura y Diseño, Arq. José Ignacio Pacheco, a la Directora de Carrera Arq. Martha Uribe, a la Coordinadora Académica Arq. Pilar Dueñas y en especial a nuestros asesores: los profesores Arq. Roxana Garrido y Arq. Jesús Peña.