



**UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**

TÍTULO DE ARQUITECTO

**Diseño de módulo flexible para actividades temporales en espacios públicos  
a partir de materiales reciclados.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTORA:** Vélez Ávalos, Ana Cristina

**DIRECTORA:** Moncayo Vega, Alexandra del Rosario, Mgs. Arq.

LOJA – ECUADOR

2018



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

*Loja, mayo del 2018*

## APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Arquitecta.

Alexandra del Rosario Moncayo Vega

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Diseño de módulo flexible para actividades temporales en espacios públicos a partir de materiales reciclados**, realizado por Vélez Ávalos Ana Cristina, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuánto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, abril de 2018

f) .....

## DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Vélez Ávalos Ana Cristina**, declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: **Diseño de módulo flexible para actividades temporales en espacios públicos a partir de materiales reciclados**, de la Titulación de Arquitectura, siendo Alexandra del Rosario Moncayo Vega, directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f).....

Autora: Vélez Ávalos Ana Cristina

Cédula: 0302393285

## **DEDICATORIA:**

Con mi corazón entero y cada uno de sus latidos, dedico este logro a mis abuelitos Guido, Élida y Judith, por ser mis más grandes maestros de vida; a mis padres, en especial a mi madre, por hacer de mí la persona que soy, por su apoyo incondicional y por enseñarme a llegar al cielo sin quitar los pies del suelo, porque por ustedes sigo en pie cumpliendo los sueños que compartimos. Al Gran Espíritu, que ha sido mi apoyo y guía constante, y a ese universo que llevo dentro, que sobre toda sombra conspira a mi favor.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis hermanos Mary Ángeles y Juan Pablo, que su ternura y amor han hecho posible mi llegada hasta el final. A ese Ser, compañero de inmenso amor que me sostuvo y entendió cada desaire. A VeróniCa, por ser esa sincera compañía antes y durante este recorrido.

A todos mis amigos, quienes de una u otra manera estuvieron presentes para levantarme en cada caída. No puedo dejar de lado a quien me ha compartido su conocimiento y acompañado en este proceso de crecer, gracias Arq. Alexandra Moncayo por su paciencia y dedicación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS:

CARÁTULA .....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
OBJETIVOS .....	5
HIPÓTESIS .....	6

### **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

1.1. Flexibilidad... ..	8
1.1.1. Antecedentes .....	8
1.1.2. Arquitectura Flexible .....	10
1.1.2.1. Factores que definen la flexibilidad arquitectónica .....	10
1.1.2.1.1. Factores espaciales funcionales .....	11
1.1.2.1.2. Removilidad de los elementos, que limitan el espacio, aproximándose a diferentes alternativas y propósitos.....	14
1.2. Arquitectura Transformable... ..	20
1.2.1. Antecedentes históricos .....	20
1.2.2. Clasificación de la arquitectura transformable .....	23
1.2.3. Estructuras transformable .....	24
1.2.3.1. Formas básicas para generar una estructura .....	25
1.3. Temporalidad en el Espacio Público.....	29
1.3.1. Espacio Público .....	30
1.3.1.1. Tipos de espacio público .....	30
1.3.1.1.1. Espacios públicos abiertos .....	30
1.3.1.1.2. Espacios públicos cerrados .....	31
1.4. Relación Espacio público – Arquitectura temporal.....	26
1.4.1. Eventos temporales .....	27
1.5. Reciclaje y Arquitectura Temporal.....	35
1.5.1. El Reciclaje... ..	37
1.5.2. El uso de las 3 R's... ..	38

1.5.3.	Reciclaje en el Ecuador.....	39
1.5.3.1.	Desechos con su respectivo tiempo de degradación.....	39
1.5.4.	Reciclaje en la ciudad de Loja.....	41

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y APLICACIONES**

2.1.	Materiales principales...	46
2.1.1.	Plásticos .....	47
2.1.1.1.	Clasificación.....	47
2.1.1.2.	Propiedades físicas.....	49
2.1.1.3.	Ventajas.....	49
2.1.2.	Plástico tipo PE (bolsas plásticas de polietileno).....	50
2.1.2.1.	Polietileno de baja densidad (PEBD - PELD) .....	52
2.1.2.1.1.	Características.....	52
2.1.2.1.2.	Conclusión.....	53
2.1.2.1.3.	Aplicaciones dentro de la arquitectura .....	54
2.1.3.	Plástico tipo PET (botellas plásticas de politereftalato de etileno) .....	55
2.1.3.1.	Características .....	56
2.1.3.2.	Conclusión .....	58
2.1.3.3.	Aplicaciones en la arquitectura.....	58
2.1.4.	Tubos de cartón tipo Core.....	60
2.1.4.1.	Ventajas.....	60
2.1.4.2.	Pruebas de resistencia.....	62
2.1.4.3.	Conclusiones .....	65
2.1.4.4.	Aplicaciones dentro de la arquitectura.....	65
2.1.4.5.	Recolección de tubos de cartón en la ciudad .....	69
2.2.	Materiales secundarios.....	71
2.2.1.	Cera mineral .....	71
2.2.1.1.	Características .....	71
2.2.1.2.	Propiedades físicas y químicas .....	72
2.2.1.3.	Aplicaciones.....	72
2.2.1.4.	Usos y aplicaciones más frecuentes en la conversión de papel .....	73
2.2.1.5.	Aplicaciones dentro de la arquitectura.....	75
2.2.2.	Cera animal (de panal).....	76
2.2.2.1.	Composición .....	76
2.2.2.2.	Usos no apícolas.....	76
2.2.2.3.	Composición química.....	77
2.2.2.4.	Propiedades físicas.....	77

### **CAPÍTULO III: EXPERIMENTACIÓN**

3.1.	Bases de la experimentación.....	79
3.1.1.	Morfología.....	79
3.1.2.	Materialidad .....	82
3.1.3.	Estructura .....	82
3.1.4.	Forma definitiva .....	88
3.1.5.	Carpa.....	101

### **CAPÍTULO IV: PROPUESTA**

4.1.	Geometría... ..	107
4.1.1.	Criterios de diseño .....	110
4.1.2.	Opciones de modulación dentro del espacio .....	113
4.2.	Desarrollo.....	119
4.2.1.	Materiales .....	119
4.2.2.	Morfología y armado .....	123
4.2.3.	Opciones de ubicación (ejemplo: Parque Recreacional Jipiro).....	133
	Conclusiones .....	138
	Recomendaciones .....	139
	Bibliografía.....	140
	Anexos .....	144

## RESUMEN

El presente proyecto trata de un análisis teórico y propositivo sobre arquitectura efímera flexible y como influencia directamente con el espacio público, la ciudad y sus habitantes. Así como la importancia del reciclaje y la manera en cómo se pueden aprovechar materiales alternativos en espacios abiertos como indicio fundamental del diseño arquitectónico.

La ciudad de Loja tiene características especiales que le dan una propia identidad, el desafío permanente con la visita de extranjeros y propios gracias a sus fiestas culturales, en donde las calles y plazas se transforman en ambientes festivos y alegres, ofreciendo una imagen llena de tradiciones acogedoras, plasmando su arte y sublimando el abandono y demora de sus administradores por potenciar ésta, su virtud innata.

Se toma la ciudad de Loja como caso particular para la instalación del proyecto, más específicamente el Parque Recreacional Jipiro, como ejemplo que resume el medioambiente local siendo un espacio en donde se concentran todos los microclimas de la ciudad.

**PALABRAS CLAVE:** Reciclaje, Flexibilidad, Transformabilidad.

## **ABSTRACT**

The present project is about a theoretical and proactive analysis of the flexible architecture and how this can directly influence in the public space, the cities and their habitants. As well as the importance of recycling and the way how take advantage of alternative materials on open spaces as a fundamental clue for architectonic design.

Loja city has special characteristics which gives her own identity, the permanent challenge with the visit of foreigners and their own due to its cultural festivals, where their streets and parks transform into festive and joyful ambient, offering an image of cozy traditions, reflecting his art and sublimating the abandonment and delay of his regents for enhancing this, their innate virtue.

The city of Loja it's taken as a particular case for the installation of the project, more specifically Jipiro Recreational Park, for being a place of abundant influx, also, its fauna and flora summarize the local environment and it is a space where all the microclimates of the city are concentrated.

**KEYWORDS: Recycling, Flexibility, Transformability.**

## INTRODUCCIÓN

La arquitectura alternativa, es una matriz abierta a una sociedad en crecimiento, a sus necesidades de mutación y movimiento, es sinónimo de vida, si el agua no fluye, crecerán en ella bacterias peligrosas, **“No te establezcas en una forma, adáptala y construye la tuya propia, y déjala crecer, sé cómo el agua. Vacía tu mente, sé amorfo, moldeable, como el agua...” (Bruce Lee)**

Así como sucede con el ser humano, sucede con el hábitat y debe suceder con la arquitectura, la forma de vida actual del ser humano, la necesidad de expresión y el gusto por conocer nuevos paisajes, lo ha convertido en un ‘*nómada moderno*’ que lleva al bolsillo su hogar; lo que hace primordial generar espacios de acopio personal, fáciles de transportar y que genere el menor impacto en el ambiente.

La arquitectura es la cara de una ciudad, es el lugar de coexistencia; el confort del usuario depende mucho del ambiente exterior para que sea placentera la estadía o en su efecto que sean solo de paso.

Estas actividades dependen de la “convivencia” dentro del espacio público ya que puede ser visto como el antecesor de momentos de contacto entre la sociedad y actividades que suceden de manera espontánea. La forma en la que se percibe el espacio es la que favorece o impide su interacción, volviendo funcional al lugar.

Cito a Aravena, en una conferencia sobre la resolución de problemas del espacio público, se enfoca en la mala distribución dentro de las ferias libres, sitios de paso, en donde el tránsito es cuantioso, sumado al deterioro que causa esta conglomeración, el descuido y el abandono en las estructuras públicas; así el constante crecimiento poblacional produce una ocupación mayor del espacio, en el cual el consumo de materiales nuevos para la construcción de algo transitorio, conlleva un gasto constante, además de ser desechado de la misma forma como es adquirido, aportando de manera negativa a su lugar de reunión.

Se pretende conectar el espacio público con el usuario mediante componentes atractivas y versátiles, que en propuesta se establece para eventos de transición, pero que pueden ser aplicadas en lo que convenga, dando a la comunidad una oportunidad para apoderarse de su lugar, y visto desde una perspectiva económica, se trata también de crear un tipo de construcción con una baja inversión de capital y que incentive a la creatividad e identificación de cada uno de sus ocupantes.

Esto quiere decir, incorporar las nuevas tecnologías y técnicas de construcción que provoquen el encuentro de grupos sociales, un intercambio de culturas y pensares, dando nueva vida y áreas de esparcimiento de calidad en un establecimiento en particular, y dejando a elección su uso en otras localidades y fines por tratarse de una estructura flexible.

## OBJETIVOS

### **General:**

Diseñar un módulo arquitectónico flexible para actividades temporales, a partir del reciclaje de materiales, en base a experimentación a escala.

### **Específicos:**

- Determinar el tratamiento de los desechos para ser usados como materia prima y aplicados como elemento constructivo en el campo de la arquitectura.
- Experimentar con el material conseguido, a una escala de proporción básica para obtener resultados aplicables en nuestro medio.
- Proponer un diseño de módulo flexible que pueda ser usado en diferentes espacios para actividades temporales.

## **HIPÓTESIS**

La reutilización de material de desecho en nuestro medio, así como el diseño de un módulo arquitectónico a partir de este material usado como materia prima, instaurará una arquitectura temporal sustentable, optimizando recursos para crear un espacio dentro del espacio, que permitirá a los usuarios compartir un mismo lugar pero preservando su intimidad.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEÓRICO**

## **1.1. Flexibilidad**

El siguiente capítulo hace referencia a la flexibilidad, en el sentido del cambio que se da dentro de un espacio, la docilidad generada cuando hay variación y movimiento.

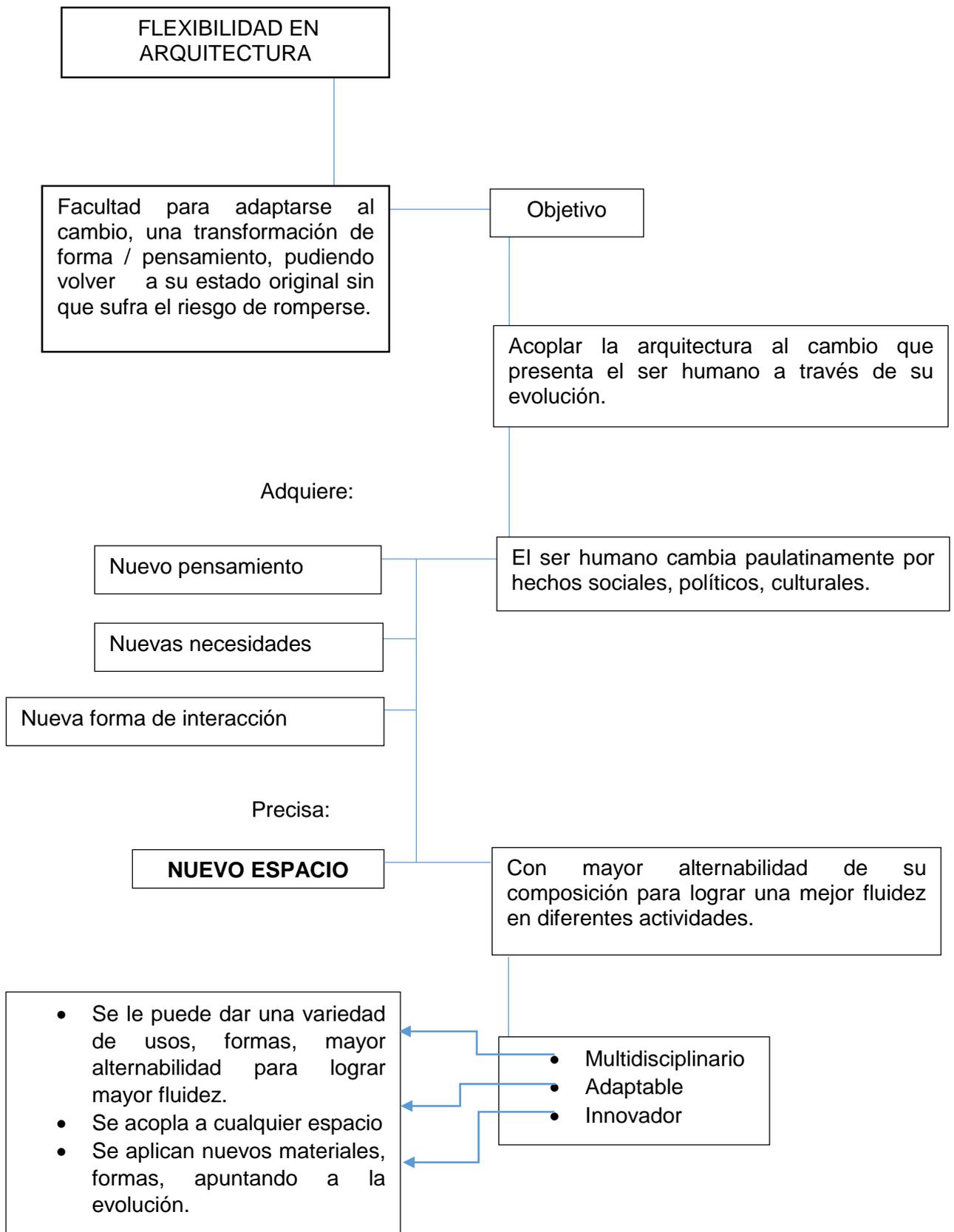
Depende de la necesidad del usuario, darle alternabilidad a los elementos montados y crear composiciones que permitan mayor fluidez dentro del lugar.

Se definirá la *flexibilidad* y la manera de transformarse de la arquitectura y su técnica en los diferentes sistemas empleados dentro del espacio para que sean aprovechados por la comunidad.

### **1.1.1. Antecedentes.**

El concepto objetivo de flexibilidad viene ligado directamente al pensamiento humano, la forma en como éste responde al cambio de la sociedad y cultura, y la capacidad de adaptar su pensamiento a nuevas posibilidades, transformándose y creando nuevas habilidades.

*“El éxito de la raza humana reside en nuestra habilidad para ser flexibles”* (Kronenburg, 2007) esto nos permite establecer un enfoque mental desde una variedad de perspectivas, llevándonos a rechazar un pensamiento dogmático y rígido, lo que ha llevado al hombre a evitar su propia extinción, adaptándose a las peores circunstancias medioambientales.



### **1.1.2. Arquitectura Flexible.**

La flexibilidad dentro de la arquitectura se define como la modificación de los ambientes en un área de trabajo, aquella que se transforma adoptando una diversidad de composiciones en su forma y técnica para dar solución a un problema específico de carencia de espacios en situaciones específicas.

La arquitectura se vuelve parte importante de este proceso, exponiéndose a nuevas opciones de coexistencia, para tener una apreciación libre y extensa del espacio que nos envuelve, dando como resultado un rizoma de concepciones en la mente de cada observador, lo que permite una mejor adaptabilidad al medio y el desarrollo de una habilidad de supervivencia.

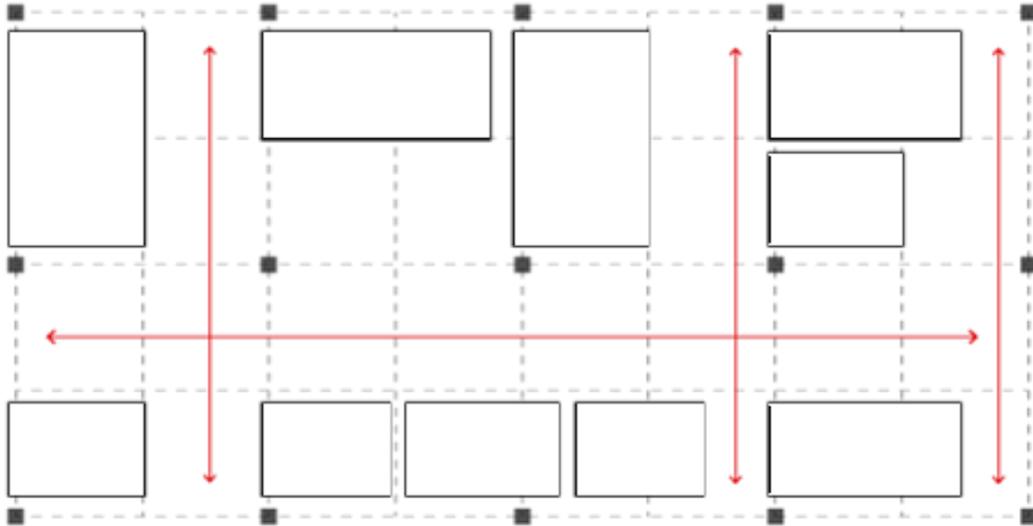
#### **1.1.2.1. Factores que definen la flexibilidad arquitectónica.**

Según Anna Nufrio en su artículo Empatías del Habitar, para la revista Escala 181:

*“En conclusión la flexibilidad no implica simplemente la necesidad de un cambio infinito y una quiebra de la fórmula aceptada hasta ahora. Por el contrario, se podría entonces definir la flexibilidad del espacio arquitectónico, como la idea de espacio delimitado hacia el exterior y con diferentes posibilidades de distribución interior, como una cualidad del espacio construido para ser modificado cuando el uso así lo requiera, acercándose cada vez más a la idea de plantas libres, con estructuras generalmente puntuales, núcleos fijos de servicio (baños, cocina, escaleras), y múltiples maneras de distribuir las áreas de permanencia Basados en la anterior fundamentación teórica, se determinaron dos factores que agrupan las características que definen los espacios flexibles, siendo éste el patrón de análisis cualitativo para los proyectos y teniendo en cuenta que el aspecto modular de los mismos se relaciona tanto con lo espacial como con lo constructivo.” (Nufrio, 1998)*

### 1.1.2.1.1. Factores espaciales – funcionales.

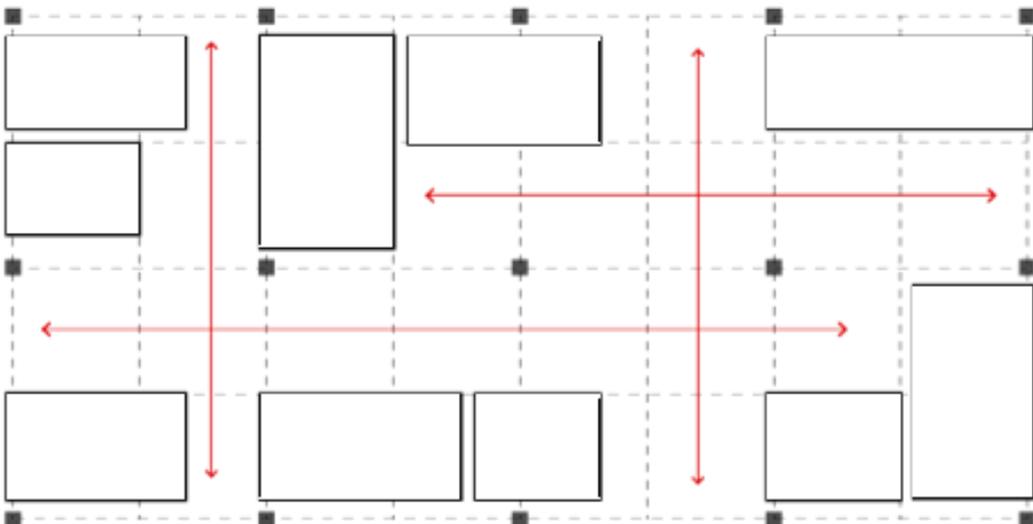
- *Distancias entre columnas que permitan la distribución de los espacios de permanencia de diferentes formas.*



**Figura 1.** Opciones de distribución de espacios de permanencia

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



**Figura 2.** Opciones de distribución de espacios de permanencia

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

- *Tener la menor cantidad posible de muros interiores rígidos.*

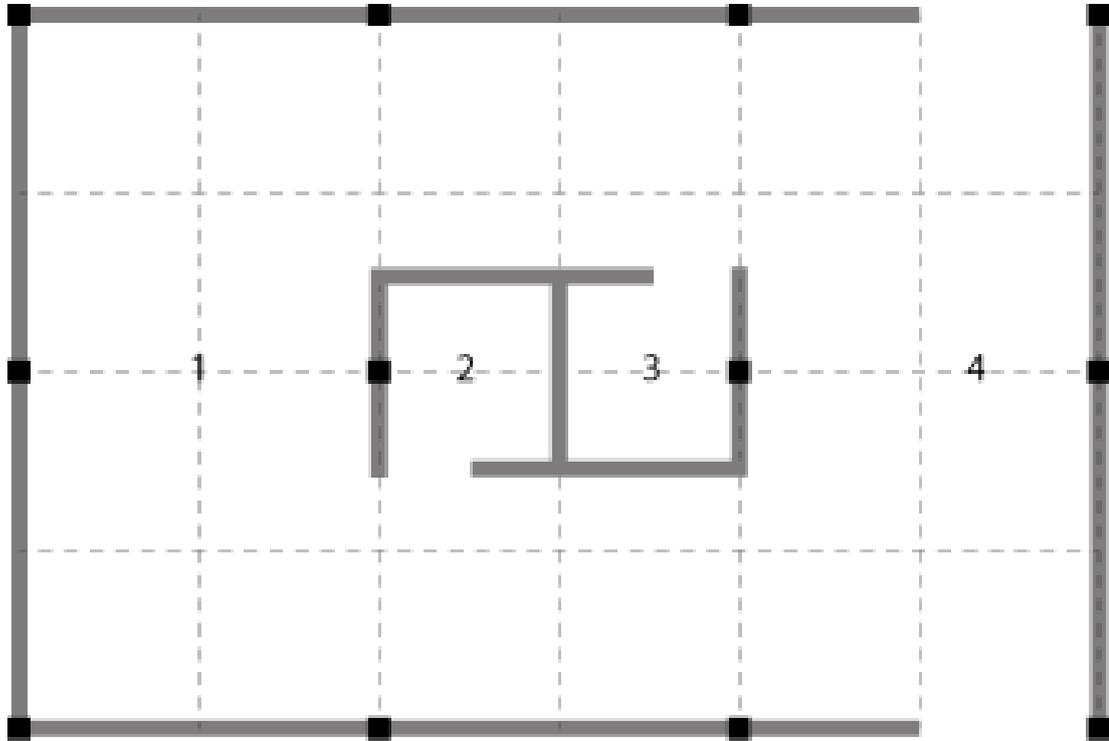


**Figura 3.** División sin muros

**Fuente:** (Baltzar, 2014)

**Elaboración:** La autora

- *Agrupación de servicios fijos, en núcleos que no entorpezcan la movilidad al interior del espacio.*



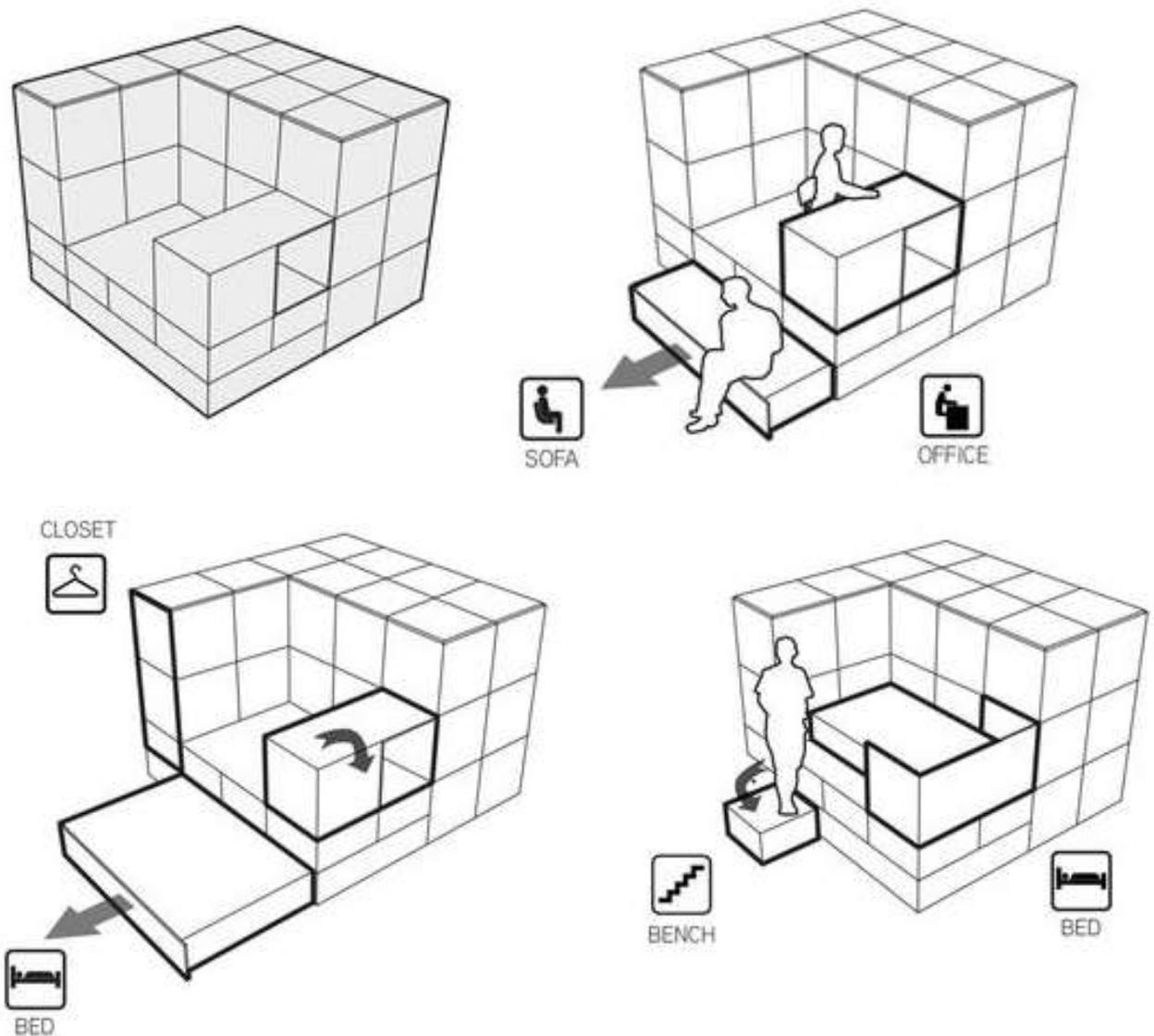
**Figura 4.** Agrupación de servicios fijos en núcleos

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

**1.1.2.1.2. Removilidad de los elementos, que limitan el espacio, aproximándose a diferentes alternativas y propósitos.**

- Posibilidad de variadas actividades en el espacio, para su optimización y eficiencia.
- Capacidad de la construcción para producir, diversas opciones en su apariencia, constituyendo un lenguaje coherente con su interior.

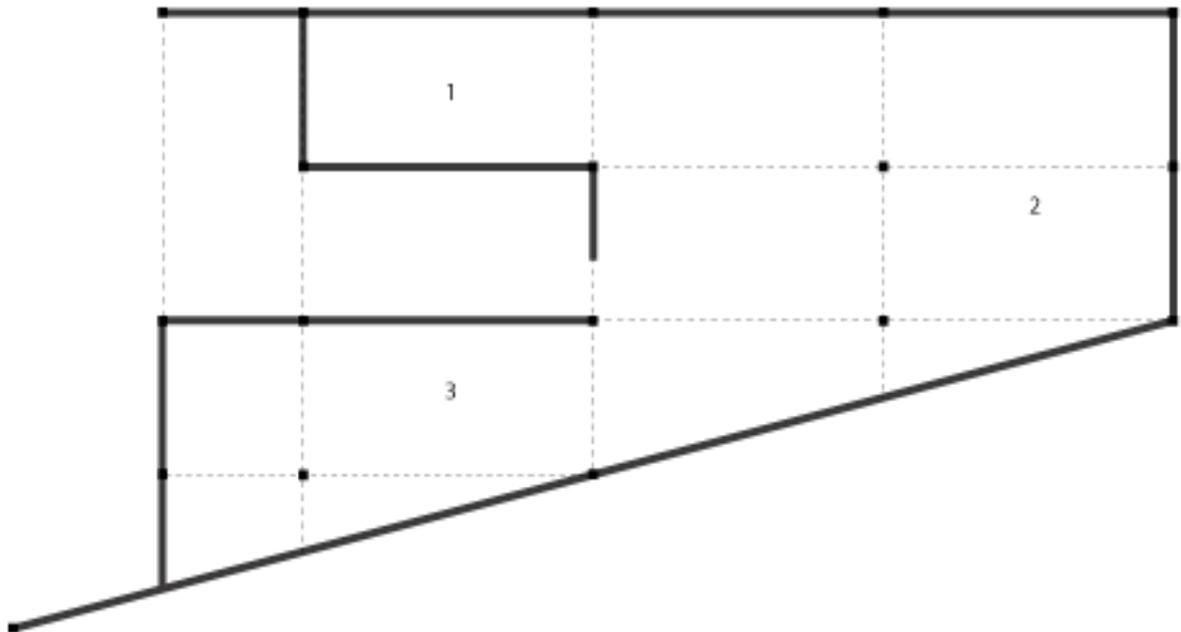


**Figura 5.** Diferentes actividades dentro del espacio

**Fuente:** (Griffiths, 2014)

**Elaboración:** La autora

- *Poseer una planta con una estructura clara (a manera de planta libre).*

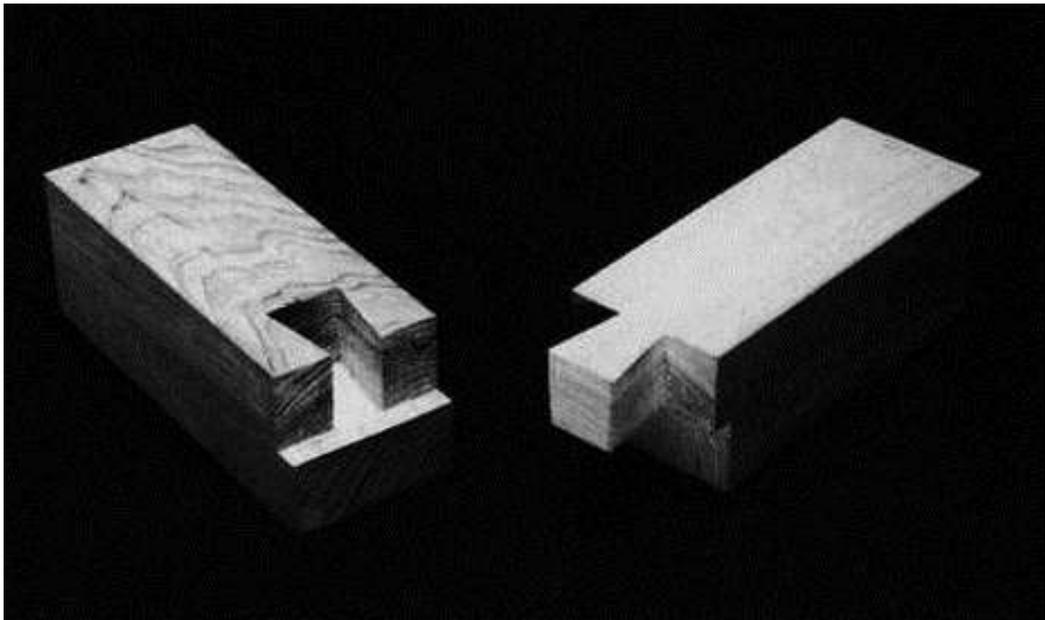


**Figura 6.** "Planta libre"

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

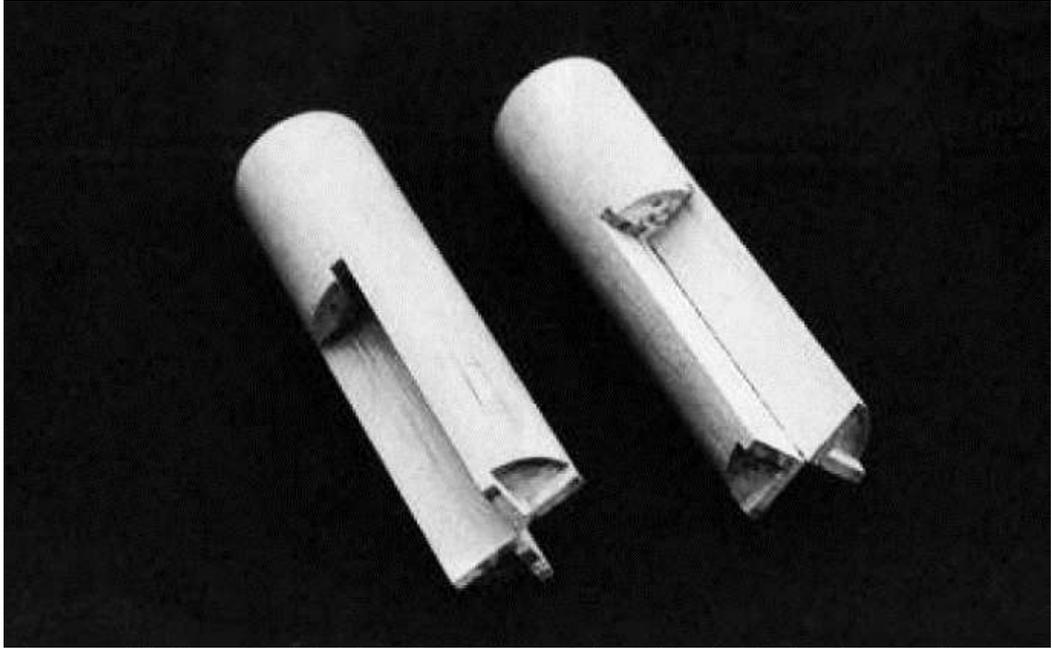
- *Múltiples alternativas de ensamblaje de los elementos.*



**Figura 7.** Alternativas de ensamblaje de elementos.

**Fuente:** (Vergara, 2014)

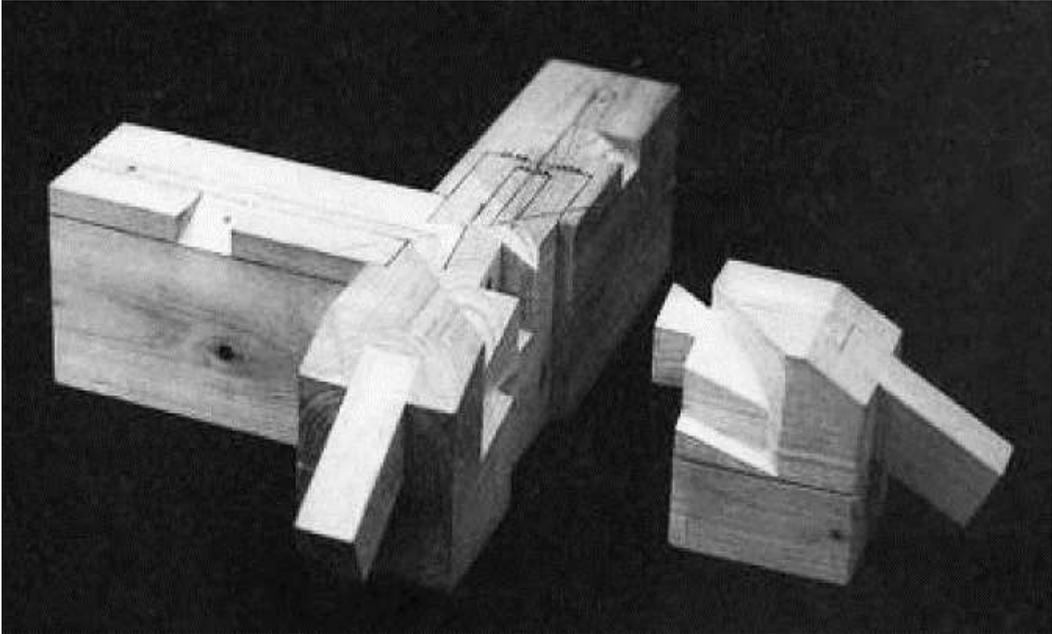
**Elaboración:** La autora



**Figura 8.** Alternativas de ensamblaje de elementos.

**Fuente:** (Vergara, 2014)

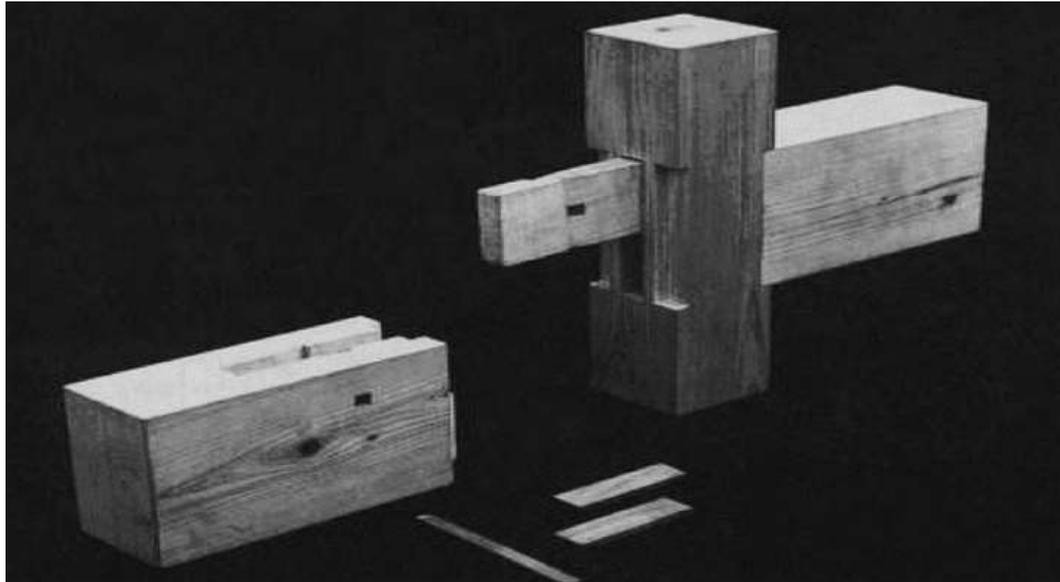
**Elaboración:** La autora



**Figura 9.** Alternativas de ensamblaje de elementos.

**Fuente:** (Vergara, 2014)

**Elaboración:** La autora



**Figura 10.** Alternativas de ensamblaje de elementos.

**Fuente:** (Vergara, 2014)

**Elaboración:** La autora

- *Elementos livianos para subdividir el espacio de fácil montaje y desmontaje de sus partes.*



**Figura 11.** Divisiones con elementos livianos dentro del espacio

**Fuente:** (Design, 2014)

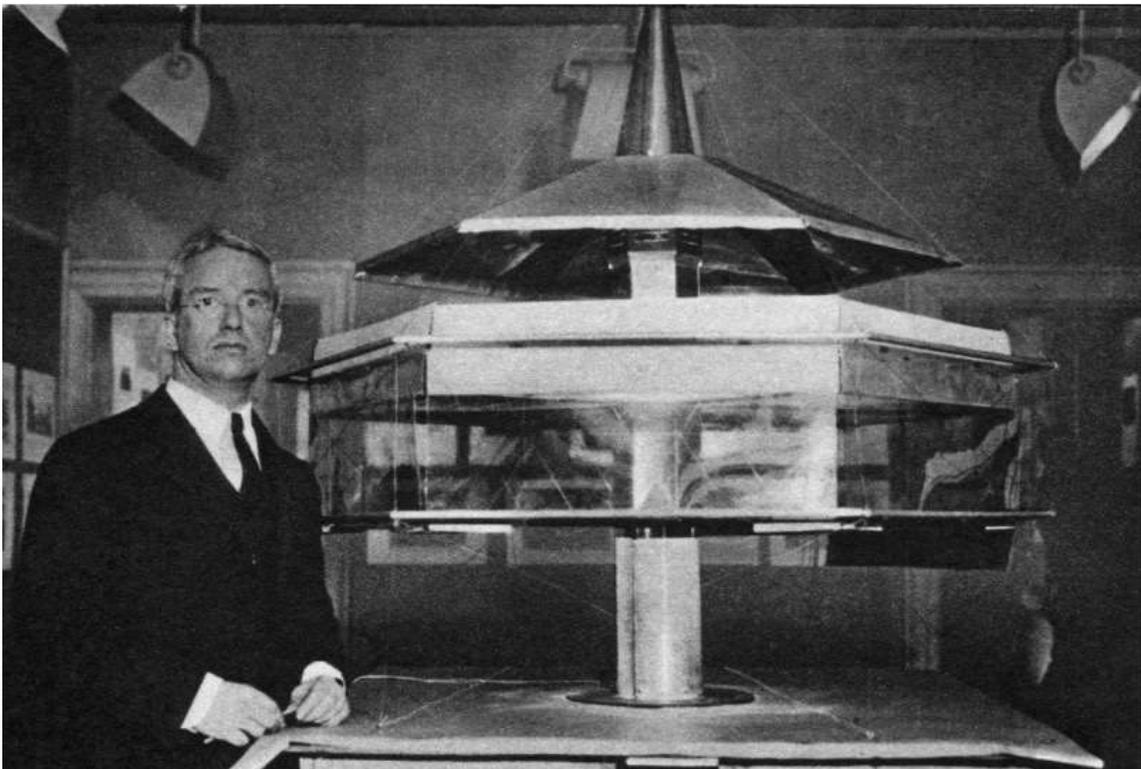
**Elaboración:** La autora

¿Puede un hecho arquitectónico adecuarse a las necesidades del hombre y sus actividades a lo largo del tiempo?

El hombre puede transformar el espacio a su favor sin imponer o delimitar su imaginación, sino más bien, desarrollando nuevas formas para ser direccionado y expresado, convirtiendo de cierto modo esta *arquitectura* en antecedente y consecuente, ya que genera una apertura de pensamiento en quien esté en contacto directo con este espacio.

Así sucede con elementos que constituyen un espacio dentro de otro espacio, y que pueden modificarse en diferentes composiciones pudiendo envolver un lugar de exposición o fragmentar en diferentes salas y corredores.

La flexibilidad se ha apoderado de la imaginación de vanguardistas desde hace mucho tiempo, como es el caso de las “**The Dymaxion Houses**” (1927), una vivienda creada por el arquitecto Buckminster Fuller, desafiando las leyes del pensamiento convencional, con un plan de flexibilidad que permitiera a los usuarios transformar el espacio de acuerdo a sus necesidades.

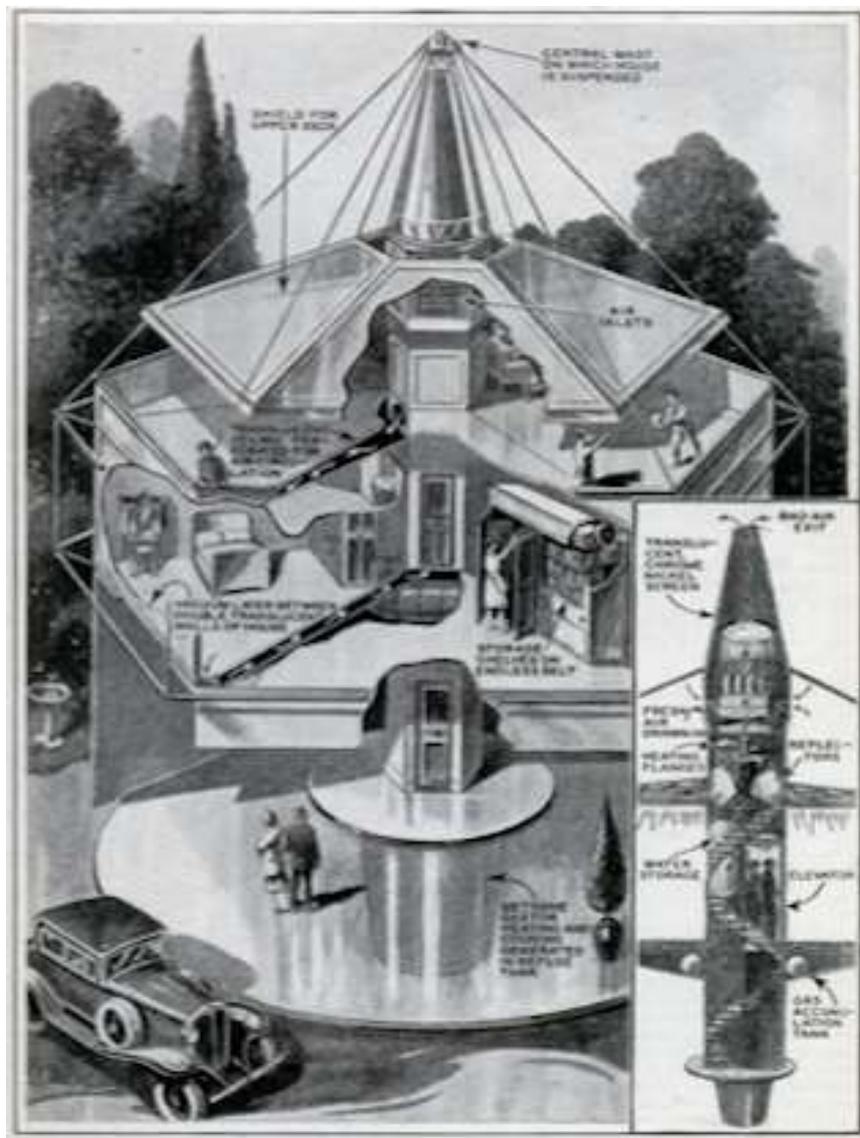


**Figura 12.** Arq. Buckminster Fuller junto a una maqueta de The Dymaxion House.

**Fuente:** (Hider, 2017)

**Elaboración:** La autora

- *The Dymaxion House* consistió en una vivienda unifamiliar, de planta hexagonal y habitaciones triangulares, que pendía de un tronco central por el que llegaban todas las conducciones.
- Esta máquina para vivir, tuvo influencia del arquitecto 'Le Corbusier, tuvo una forma totalmente novedosa, al principio se formó como un hexágono, aunque los diseños posteriores fueron redondos, una vivienda completamente transportable y desmontable, con un peso y tamaño mínimos. La casa era dinámica, muy manejable y tenía un plano flexible con características muy peculiares: espaciosa, se autocalienta, se autoalimenta, se autolimpia respeta el medio ambiente y a un precio muy razonable. (Fracalossi, 2013)



**Figura 13.** The Dymaxion House.

**Fuente:** (Hider, 2017)

**Elaboración:** La autora

Este concepto, podría resumir el sistema a seguir en la actualidad para la creación de arquitectura responsiva, cambiante y cómoda dentro del espacio; así mismo, ha ido evolucionando junto con el pensamiento y las necesidades del ser humano.

En la actualidad el término flexibilidad ha conllevado a desarrollar la imaginación al máximo, siendo utilizada ésta, no solamente dentro de una vivienda, sino en su definición más espontánea, como espacios que permiten mayor diversidad en sus funciones, como un refugio para personas, módulos, pabellones de exposición y todo lo que conlleve eventos de corta duración, por ejemplo, un gran salón que en un momento necesita albergar mucha concurrencia y que luego podría acoger varios eventos más pequeños, pudiendo contar con la facilidad de subdividirse por medio de paneles.

Además que flexibilidad en la arquitectura es sinónimo de buen uso ya que es sostenible con el medio ambiente pues evita usar recursos para reconstruir, al mismo tiempo que plantea la reutilización propia del espacio.

## **1.2. Arquitectura Transformable**

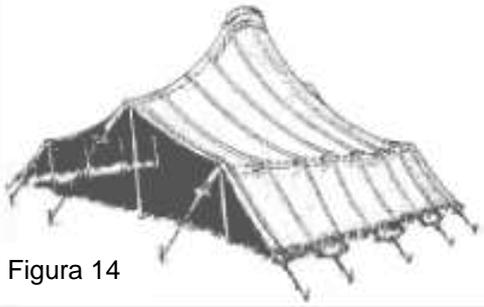
A diferencia de flexibilidad, la transformabilidad habla más objetivamente, hace referencia a una arquitectura que pueda desmontarse en caso de necesitar cambiar su lugar de ubicación o si se agota su tiempo de permanencia, ha venido evolucionando a lo largo de la historia, empezando con la arquitectura nómada, doméstica portátil que nace siendo efímera por su poco tiempo de permanencia.

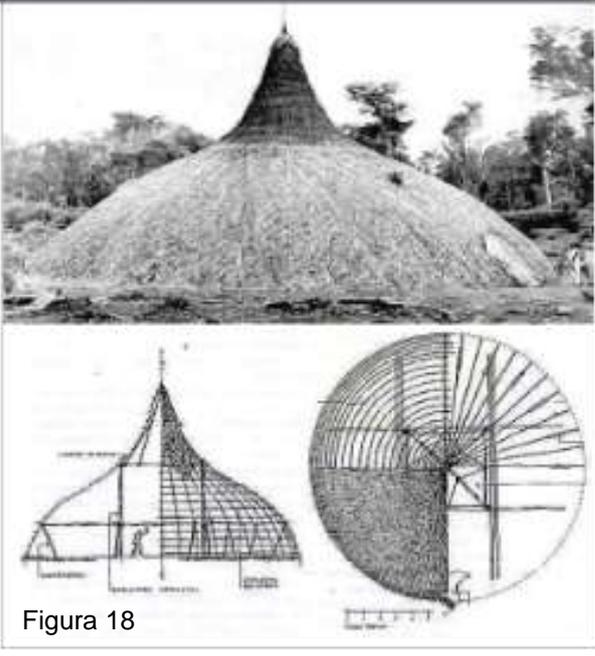
Dentro de esta arquitectura está también la arquitectura modular, arquitectura plegable, arquitectura pop-up, espacios adaptables que se construyen a base de elementos móviles para que puedan adaptarse a los nuevos cambios del usuario.

### **1.2.1. Antecedentes históricos.**

La necesidad de cobijo llevó a los hombres primitivos a desarrollar su vida social comunitaria, las primeras tribus utilizan conceptos de deformación de los componentes estructurales para sus cubiertas, fuerzas que permiten un mayor grado de fluidez, usaron materiales muy livianos, simples y desmontables, muy eficaces para la vida nómada, eran de

origen vegetal y animal, de pieles y huesos, como las que usaban las tribus americanas cuando llegaron los españoles.

3000 a.C.	Arabia	"Jaima"
 <p data-bbox="480 725 596 757">Figura 14</p>		<p data-bbox="1054 636 1434 763"><i>La membrana tiene la función de estructura y cubierta a la vez, se consigue dándole forma y tensándola, poniendo a trabajar el material a tracción.</i></p>
1891 a.C.	Missouri	"Tipi" Ogala Lakota
 <p data-bbox="480 1162 596 1193">Figura 15</p>		<p data-bbox="1054 1084 1434 1189"><i>Estructura casi recíproca cónica atada en su parte superior, cubierta por pieles formando un habitáculo protegido.</i></p>
1 a.C.	Cantabria	"Papilionum" en el Monte Cildá
 <p data-bbox="480 1599 596 1630">Figura 16</p>		<p data-bbox="1054 1554 1434 1637"><i>Tiendas militares con tejados a dos aguas, construidas con cuero sujetados a clavijas de hierro.</i></p>

1 a.C.	Asia Central	"Ger" / Yurta Mongola
		<p>Tienda cubierta por varias capas de paja y lonas de lana, paredes formadas por un entramado de madera; lona reforzada en su parte posterior por madera con bisagras.</p>
1498 d.C.	Venezuela	"Churuata"
		<p>Es de planta circular, mantiene siempre su caracter colectivo. Los horcones de madera son enterrados y luego flectados hasta obtener formas geométricas que contribuyen a la estabilización de la estructura. Luego de flectados son amarrados al esqueleto central del cobijo.</p>

**Figura 14. Jaima Árabe.**

Fuente: (Cerero, 2014)

**Figura 15. Tipi Oglagla Lakota**

Fuente: (Bodmer, n.d.)

**Figura 16. Tienda militar en Cantabria**

Fuente: (Ocala, 2017)

**Figura 17. Yurta Mongola**

Fuente: (Aloxe, 2007)

**Figura 18. Churuata, Venezuela**

Fuente: (Arvelo, 2010)

Elaboración: La autora

### 1.2.2. Clasificación de la arquitectura transformable

En pleno s. XXI, con el boom de la información, surge la necesidad de espacios multidisciplinares y adaptables acorde al ritmo de vida moderno, es una necesidad de cambiar junto con el mundo y optar por lugares multifuncionales que puedan ser modificados.

Actualmente tenemos un campo vasto de información, podemos ver un lugar que esté al otro extremo del mundo, o al otro extremo del país por medio de una pantalla, vivimos en el tiempo de la curiosidad y las ganas de conocimiento, es por ello que migrar se ha vuelto una necesidad, dando como resultado que una parte de la población del mundo se convierta, o vuelva a ser *nómada*, un “nómada moderno” que lleva su casa a la espalda. Parte de esta necesidad también es fabricar sus refugios con materiales livianos que se encuentren a su alrededor, con la finalidad de ocuparlos por un corto lapso de tiempo, modelos fáciles y rápidos de construir para permanencias transitorias.

MÓVIL	ESTÁTICA
PERMANENTE	TEMPORAL
Pueden ser:	
PANELES	NEUMÁTICA
Todos los movimientos aplicados en un proyecto se utilizan principalmente en paneles de material variable.	Membranas flexibles pretensadas a base de aire a presión, rigidizadas, en ocasiones, por cables que desarrollan esfuerzos de tracción frente a la acción de las cargas exteriores, es muy ligera.
 <p>Figura 19</p>	 <p>Figura 20</p>
TENSADA	RETICULADA

Usada generalmente para crear cubiertas con membranas flexibles que emplean mástiles, tensores y cables para sujetarla de sus extremos en direcciones y sentidos opuestos.

Aplica los conceptos provenientes de las estructuras desplegables, recíprocas, entre otras utilizando barras de diferentes materiales conectadas a través de diferentes nodos que permiten sus movimientos.



Figura 21



Figura 22

**Figura 19.** Kiefer Technic Showroom / Ernst Giselsbrecht + Partner

**Fuente:** (Vinnitskaya, 2010)

**Figura 20.** “Truck-a-ecture”, Kaneko, Omaha-Nebraska

**Fuente:** (Centers & Hutch, 2014)

**Figura 21.** Tensegridad como sistema estructural, Ejercicio experimental, Venezuela

**Fuente:** (Franco, 2015)

**Figura 22.** Erizo PEI (Universidad Politécnica de Cataluña y Pontificia Universidad Javeriana).

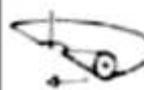
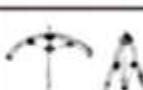
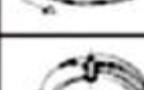
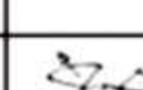
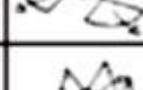
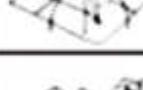
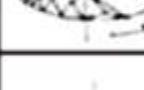
**Fuente:** (Team, 2016)

**Elaboración:** La autora

### 1.2.3. Estructuras Transformables.

El punto central de la arquitectura transformable, además de su función, es la forma de su estructura, los diferentes sistemas y teorías sobre el movimiento que permiten la adaptación de esta arquitectura en el espacio. Según Friedemann Kugel (1971), las estructuras transformables se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla 1.** Clasificación estructuras transformables

Sistema de Construcción	Tipo de Movimiento	Dirección de Movimiento			
		Paralelo	Central	Circular	Periférico
Membranas, estructura de soporte de carga estática	Agrupación				
	Enrollado				
Membranas, estructura de soporte de carga móvil	Deslizado				
	Plegado				
	Rotativo				
Construcciones rígidas	Deslizado				
	Plegado				
	Rotativo				

Fuente: (Talamas, n.d.)

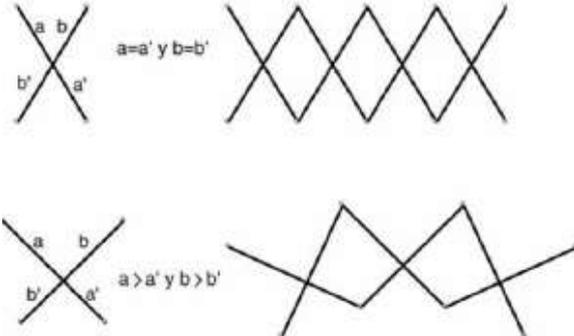
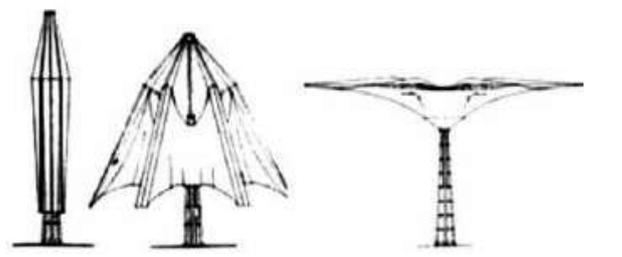
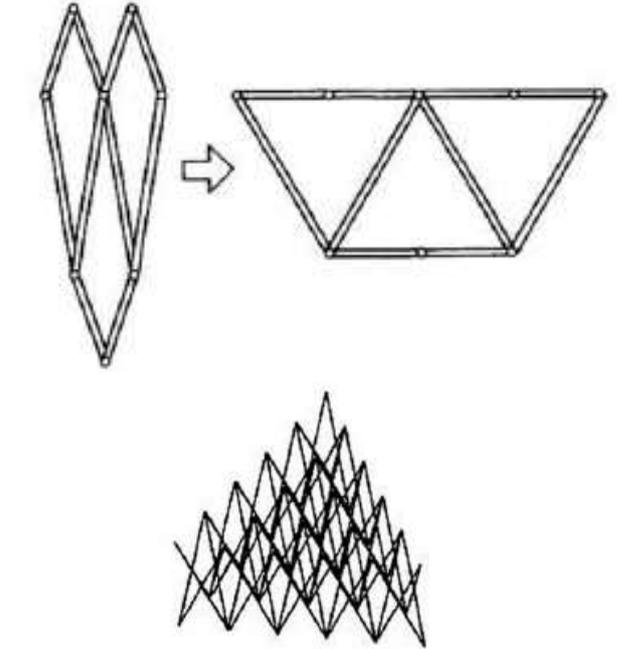
Elaboración: La autora

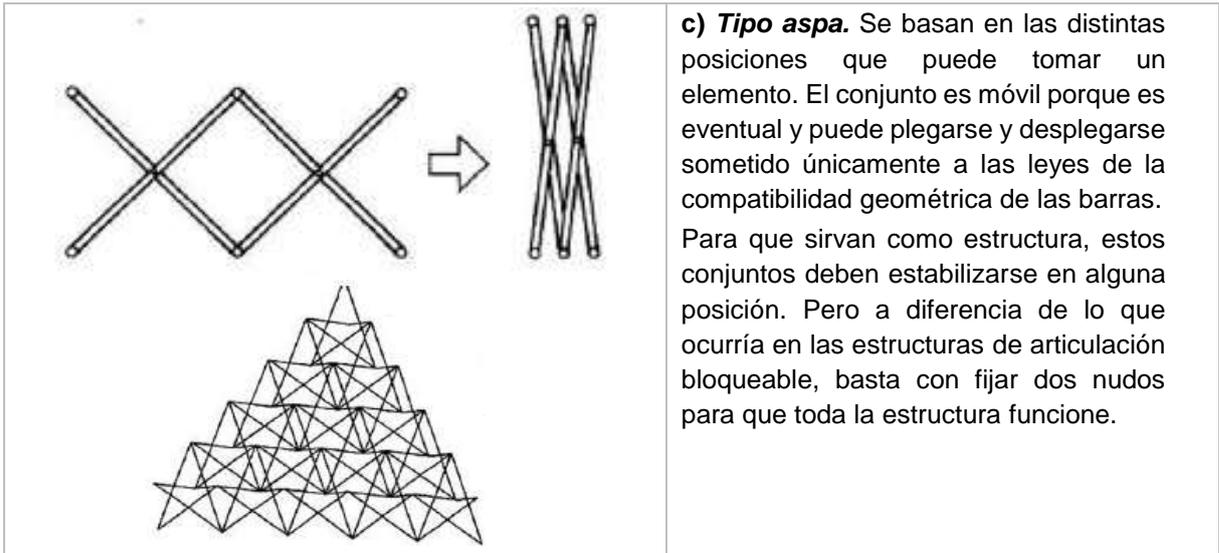
### 1.2.3.1. Formas básicas para generar una estructura.

El tipo de mecanismo a usarse según el cuadro será una combinación entre *Mecanismo con articulaciones* y *Tipo aspa*, ya que contiene la geometría básica de una estructura desplegable – flexible.

*“Indiscutiblemente la innovación que permitió el desarrollo de las estructuras transformables articuladas, fue el invento del sistema de tijeras tanto rectas como curvas que dio origen a una gran cantidad de tipos de cúpulas.”* (Morales Guzmán, 2014)

**Tabla 2.** Funcionamiento de un sistema de tijeras

BASE GEOMÉTRICA	DESCRIPCIÓN
	<p>Se llama “pantógrafo” a este sistema por basarse en un nudo intermedio pivotante y dos ubicados en los extremos. Estos puntos pivotantes tienen total grado de libertad entre dos barras, en el eje perpendicular del plano del pantógrafo.</p>
TIPOLOGÍAS	
	<p><b>a) Tipo paraguas.</b> Estructuras que se pliegan sobre un mástil mediante el deslizamiento de un punto de apoyo sobre él. Son estructuras adecuadas para luces pequeñas, no mayores de 5 m, y tienen su utilidad como mobiliario urbano.</p>
	<p><b>b) Tipo mecanismo con articulaciones bloqueables.</b> Tal como se expresa genéricamente en las figuras, en donde las articulaciones en el interior de las barras, una vez que la estructura se ha abierto, se bloquean y la hacen rígida. Tienen el inconveniente de que el proceso de cierre es complicado y requiere soltar uno a uno todos los cierres, pero en cambio son estructuras muy rígidas y se usan frecuentemente en instalaciones aeroespaciales.</p>



**Fuente:** (Morales Guzmán, 2014)

**Elaboración:** La autora

En la Edad Media, en donde la vida nómada de los mongoles obligó a que tuvieran una vivienda para sus constantes desplazamientos, distintos pueblos nómadas de Asia Central, crearon un tipo de vivienda / refugio modular y desmontable. Un ejemplo de transformabilidad basada en la necesidad.

Esta tienda llamada *Yurta*, estaba cubierta por varias capas de paja y lonas de lana, las paredes se formaban con un entramado de madera.

Era protegida por una cubierta fácil de transportar y óptima para soportar los intensos cambios climáticos, por la forma en que eran colocadas las vigas, no requería de pilares de refuerzo en el centro de la vivienda, lo que otorgaba un mayor aprovechamiento del espacio interno.



**Figura 23.** Yurta Mongólica

**Fuente:** (Aloxe, 2007)

**Elaboración:** La autora



**Figura 24**



**Figura 25**

**Figura 24.** Yurta Mongólica / armado

**Figura 25.** Yurta Mongólica / plegado

**Fuente:** (Aloxe, 2007)

**Elaboración:** La autora

### 1.3 Temporalidad en el espacio público

El término “temporalidad” define un corto tiempo, y comprende un abanico de influencias como movilidad, cambio, permutación, movimiento, lo que nos lleva a asociar a la *arquitectura temporal* como elementos efímeros que juegan con nuestros sentidos, que nos hacen cambiar la percepción de la realidad de un espacio público y la razón de su existencia.

La finalidad de un espacio dentro de otro espacio, es sin duda, crear interacción en un sitio con grupos aislados entre sí, romper patrones de actividad distantes, y a su vez, prestar un ambiente de privacidad dentro del espacio expuesto.

Se precisa de un espacio físico tangible en donde pueda ser instalado el proyecto, es por ello que se hace una breve introducción de lo que es espacio público.



**Figura 26.** Plaza de Santo Domingo, programa de donación de sangre de la Cruz Roja

**Fuente:** La Autora

**Elaboración:** La autora

### **1.3.1 Espacio público.**

El decir “espacio público” nos remite a pensar en un espacio abierto, cuya disponibilidad no restringe a ninguna persona; espacios urbanos que están al servicio de toda la comunidad como parques, plazas, etc.

Se hace referencia al espacio público como un espacio que permite la interacción entre personas y destaca sobre todo su multifuncionalidad, siendo el indicador de eficiencia, la capacidad de estimular la identificación simbólica, expresión e integración cultural.

En referencia a esto, J. Borja menciona: “El espacio público se puede valorar por la intensidad y la calidad de las relaciones sociales que facilita, por su capacidad de mezclar grupos y comportamientos, de estimular la identificación simbólica, la expresión y la integración cultural”.

*“El espacio público es el lugar de los paseos, de las actividades comerciales, de los encuentros, de las celebraciones, en todos los tiempos y en todas las culturas”.* (Lara Orellana, Fausto Andrés Zhigüe Álvarez, 2016)

#### **1.3.1.1 Tipos de espacios públicos.**

La clasificación del espacio público está en función de la perspectiva de observación del mismo, ya sea por su accesibilidad (abiertos o cerrados), funcionalidad (calles, parques, espacios deportivos, jardines, plazas, edificios públicos, etc.).

##### **1.3.1.1.1 Espacios públicos abiertos.**

Los espacios públicos abiertos, son espacios que se caracterizan por presentar libertad de cerramientos, es decir, permitiendo de esta manera la accesibilidad continua e ininterrumpida, facilitando su uso para la ciudadanía.

Los espacios públicos abiertos conforman gran parte de la ciudad; estos espacios manifiestan el modo y calidad de vida del conglomerado social; y como se manifestó, constituyen parte de la historia. Calles, plazas, parques, áreas deportivas, etc. son ejemplos de espacios públicos abiertos.

*“El espacio público pretende generar integración social, una organización urbana; es la esencia de la ciudad o, dicho de otra manera, la ciudad es el espacio público por excelencia.” (Bohigas, Oriol. 2003).*

Este estudio se enfoca en las estructuras plegables; mismas que combinadas con esta característica constante de los espacios públicos, permite acomodar el espacio para múltiples eventos puntuales, evitando la necesidad de construcción de inmuebles para eventos que suceden con frecuencia relativamente baja, obviando la modificación del espacio público abierto funcional.



**Figura 27.** Plaza de San Sebastián (usada para eventos transitorios)

**Fuente:** La Autora

**Elaboración:** La autora

#### **1.3.1.1.2 Espacios públicos cerrados.**

Está constituido básicamente por las edificaciones existentes en la ciudad de uso y propiedad pública, como por ejemplo bibliotecas, iglesias, museos. La infraestructura, de uso público, se distingue de un espacio público abierto, debido a los servicios específicos que ofrecen; condicionando su multifuncionalidad.

A más de esto, los espacios públicos cerrados garantizan evidentemente, el acceso a todas las personas en igualdad de condiciones; sin embargo, se restringen por lo general el tiempo de acceso a los mismos, debido a que, por lo general, estos requieren para su

funcionalidad, la existencia de personal para completar su funcionamiento (las bibliotecas, por ejemplo).



**Figura 28.** Biblioteca UTPL

**Fuente:** Página UTPL / biblioteca

**Elaboración:** La autora

#### **1.4. Relación espacio público - arquitectura temporal**

En las últimas décadas ciertos paradigmas de la actividad proyectual como la idea de solidez, la permanencia y la delimitación, han sido puestos a prueba al incorporarse una mirada totalmente renovada que ubica el concepto de tiempo dentro del campo de dominio disciplinar, en un punto más alto y relevante. Si se toma la arquitectura a partir de esta perspectiva, esta podría ser considerada como una experiencia plenamente temporal y espacial, capaz de mutar constantemente, manteniendo una noción de tiempo radicalmente opuesta a aquella noción de permanencia que llegó a caracterizar el proyectar clásico.

Lo expuesto anteriormente puede ser reafirmado con las palabras de Solá-Morales (2001):

*Hoy parece más claro que nunca que nuestra civilización ha abandonado la estabilidad con la que el mundo se presentó en el pasado para, por el contrario, asumir el dinamismo de todas las energías que configuran nuestro entorno. Precisamente porque en nuestra cultura contemporánea atendemos prioritariamente al cambio, a la transformación y a los procesos que el tiempo establece modificando a través de él el modo de ser de las cosas, ya no podemos pensar en recintos firmes, establecidos por materiales duraderos sino en formas*

fluidas, capaces de incorporar, de hacer físicamente cuerpo con lo no estable sino con lo cambiante.

#### 1.4.1. Eventos temporales.

Cada vez es mayor el número de eventos que se realizan al aire libre, eventos que aprovechan aquellos espacios que, hasta no hace mucho, se veían como muertos o con una función específica e irremovible; espacios como parques y plazas se han vuelto tan útiles como un local comercial o una sala de exposición. La sociedad ha empezado a utilizar estos espacios como puntos focales, sacando el mayor provecho de ellos.

*“La ciudad nace del pensamiento, de la capacidad de imaginar un hábitat, no sólo una construcción para cobijarse, no sólo un templo o una fortaleza como manifestación del poder. Hacer la ciudad es ordenar un espacio de relación, es construir lugares significantes de la vida en común. La ciudad es pensar en el futuro y luego actuar para realizarlo.” (Borja, 2003)*



**Figura 29.** Exposición como actividad humana aleatoria

**Fuente:** (Lara Orellana, Fausto Andrés Zhigüe Álvarez, 2016)

**Elaboración:** La autora

El sitio de exposición se piensa como una forma de exhibición, encuentro e intercambio que complementa las actividades urbanas, siendo una consecuencia la coexistencia del ser

humano. Genera movimiento en el usuario, una atracción momentánea antes de seguir su recorrido hacia su destino, expulsándolos por un instante de la zona de confort.

Visto el espacio público de esta forma, se puede resumir que se toma la ciudad como un escenario, en donde cada uno de sus habitantes tiene por derecho utilizarla para su expresión, se precisa entonces de ésta para crear una interacción entre individuos, convirtiéndose en un componente que facilita la manifestación.



Figura 30



Figura 31

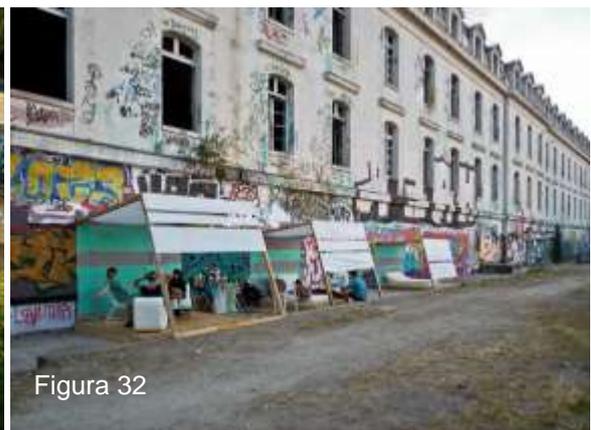


Figura 32

Son dos tipologías de espacios diferenciados: un lugar de reunión espacioso y agradable que incluye un bar y espacios más íntimos y acogedores en el modelo de salón. El principal desafío ha sido proponer un proyecto ambicioso al tiempo que se limita a equipos de recuperación.



Se trata de una cúpula geodésica de frecuencia 4V, armada a partir de triángulos de diferentes colores, de tamaño variable y de fácil de ensamblaje sin herramientas.

Se fabricó con láminas de madera y tubos de cartón reciclados, con el fin, de que al terminarse su tiempo de exposición, arda con el menor impacto medioambiental posible.

**Figura 30.** Eco-Système, Playground et Côte Ouest, le festival Ocean Climax, pabellón grande.

**Figura 31.** Eco-Système, Playground et Côte Ouest, le festival Ocean Climax / vista aérea pabellón grande.

**Figura 32.** Eco-Système, Playground et Côte Ouest, le festival Ocean Climax / pabellones pequeños

**Figura 33.** Domo geodésica para la falla de castielfabib. Mixuro arquitectos

**Fuente:** (Darwin, 2015)

**Elaboración:** La autora

### 1.5. Reciclaje y arquitectura temporal.

Mencionado antes, la arquitectura temporal tiene un carácter circunstancial, permanece solo un tiempo determinado, por lo que el consumo de materiales nuevos para la construcción de un espacio transitorio conlleva un gasto constante, además de ser desechado de la misma forma como es adquirido.

Si bien no existen restricciones, una de las características del reciclaje en la arquitectura efímera, es la utilización de materiales ligeros pero resistentes como cartón, papel, tubos de PVC, bambú, tubos metálicos, carpas de lona, tela, plástico, entre otros.

Evidentemente, el marketing ha incentivado también esta iniciativa, siendo símbolo de “clase” la práctica ecológica. Distante de ser una moda implantada, el presente proyecto apunta específicamente a la necesidad de la práctica ecológica.



**Figura 34.** La Casa de Papel (Shigeru Ban)

**Fuente:** (Galdón, 2011)

**Elaboración:** La autora



**Figura 35**



**Figura 36**

**Figura 35.** Cajas de cerveza

**Figura 36.** Tubos de cartón

**Fuente:** (Galdón, 2011)

**Elaboración:** La autora

Una casa temporal de aproximadamente 16m<sup>2</sup>. Se utilizan cajas de cerveza como cimientos. Tubos de papel forman las paredes y el techo es abatible.

Actualmente, los pabellones, módulos, espacios efímeros, abordan conceptos alternativos del uso del material, proyectándose al reciclaje o reutilización de material de desecho, elementos que implican el diseño arquitectónico específico de un objeto en particular en donde se ha de considerar también como uno de sus elementos el medio ambiente.

Como conclusión, podemos considerar los múltiples beneficios que reciclar genera y ante la evidente necesidad de tomar una nueva cultura frente al trato de los desechos, se han desarrollado múltiples tendencias dentro de la misma formación profesional que permiten una perspectiva ecológica del uso de materiales, siendo considerados cada vez, con mayor frecuencia e importancia, aquellos materiales de desecho como materia prima para los trabajos a proponer.

#### **1.5.1. El Reciclaje.**

Una de las principales problemáticas a nivel mundial es el control de desechos, a tal punto que las políticas de múltiples organizaciones han incluido en sus discursos, con mayor frecuencia, el tema ambiental. En respuesta a esta necesidad circunstancial y económica surge el reciclaje.

González (2007), define el reciclaje como la utilización de desperdicios para la elaboración de productos del mismo tipo o nuevos productos. Por su parte, Castelles (2012), menciona que el reciclaje es una operación con determinado grado de complejidad que permite recuperar y transformar los materiales residuos para la elaboración de objetos del mismo tipo; la recuperación del material puede ser total o parcial. De ésta manera se puede entender que el reciclaje se basa en la recuperación del material de residuos, previo tratamiento, para ser aptos nuevamente.

El principio del reciclaje se fundamenta desde la perspectiva ecológica como desde la perspectiva económica, ya que la reutilización de residuos permite evitar el proceso de extracción de nueva materia prima, generando así un beneficio ecológico; además de evitar la contaminación que el material generaría al no ser vuelto a tratar. Por su parte, el principio económico del reciclaje se sustenta en que actualmente el reciclaje constituye a nivel mundial una industria que solventa la economía de múltiples familias, siendo un rubro económico significativo.

### 1.5.2. El uso de las 3 R's.

Pablo Adrián Chamba en su tesis “Análisis Estadístico de Producción de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.) y Reciclaje en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Loja” comenta: *Hoy en día se ha vuelto indispensable el uso de las 3 R's como proceso de conservación de los recursos y el medio ambiente, los mismos que son: reducción, re-uso y reciclaje de desechos sólidos.*



**Figura 37.** El uso de las 3 R

**Fuente:** (Oficial, 2011)

**Elaboración:** La autora

- **Reducir:** *Esta es la más alta prioridad. La reducción de los desechos innecesarios puede ampliar la existencia de recursos, ahorrando energía y materiales vírgenes en forma aún más notable que el reciclaje y el re-uso.*

*Uno de los métodos de reducción de desechos es fabricar productos de mayor duración, los fabricantes deberían elaborar productos fáciles de reusar, reciclar y reparar, desarrollando así industrias de prefabricación en las que desarmen, reparen y armen nuevamente un producto usado y/o descompuesto.*

- **Reutilizar:** *En segunda prioridad se encuentra el re-uso que no es más que el volver a utilizar el mismo material o producto varias veces sin cambiar su forma original, como ejemplo tenemos los envases retornables.*

- **Reciclar:** *El reciclaje es la recuperación de todo material que pueda ser utilizado para la fabricación de nuevos productos, con lo cual se provoca reducir la extracción de material virgen que se obtiene directamente de la corteza terrestre, evitando la contaminación del medio ambiente.* (Boada, A. 2003)

### **1.5.3. Reciclaje en el Ecuador.**

La basura, es aquello que sobra porque ya no es posible darle alguna utilidad. Sin embargo, casi el 100% de lo que tiramos en verdad no es basura ya que puede reutilizarse, siendo posible sacarle algo de provecho. Muchos de los materiales que tiramos diariamente a la basura son reciclables, otros, sin embargo, no lo son debido a su composición, falta de tecnología adecuada, baja demanda o escasez de recursos financieros, etc.

El caso de Ecuador cobra importancia, en primer lugar porque el reciclaje ha sido concebido como una herramienta que pretende educar a la población para que adquiera esta costumbre. En segundo lugar, porque el potencial de desarrollo de este sector ha cobrado fuerza durante varios años, ya que la población se ha ido familiarizando cada vez más con este mecanismo.

El mercado de materiales reciclables tiene fluctuaciones importantes, debido tanto a la influencia de la economía nacional como a los cambios en el mercado internacional. Por eso, los precios y condiciones ofrecidos por las compañías compradoras suelen variar con mucha facilidad.

El mercado de materiales reciclables tiene fluctuaciones importantes, debido tanto a la influencia de la economía nacional como a los cambios en el mercado internacional. Por eso, los precios y condiciones ofrecidos por las compañías compradoras suelen variar con mucha facilidad.

#### **1.5.3.1. Desechos con su respectivo tiempo de degradación.**

- Desechos orgánicos..... 3 semanas a 4 meses
- Un par de medias de lana..... 1 año
- Zapato de cuero..... 3 a 5 años
- Papel..... 3 semanas a 2 meses
- Celofán..... 1 a 2 años

- Trapo de tela..... 2 a 3 meses
- Estaca de madera..... 2 a 3 años
- Estaca de madera pintada..... 12 a 15años
- Bambú..... 1 a 3 años
- Envase de lata..... 10 a 100 años
- Envase de aluminio..... 350a 400 años
- Materiales de plástico..... 500 años
- Vidrio..... indefinido en descomponerse.

Entre los principales desechos inorgánicos generados están el plástico, tetra pak (polietileno, cartón y aluminio), papel, cartón, vidrio, aluminio y lata. En los últimos años, por las tendencias del mercado, los productos alimenticios usan envases de plástico que, por su menor costo, han sustituido al vidrio y al cartón.

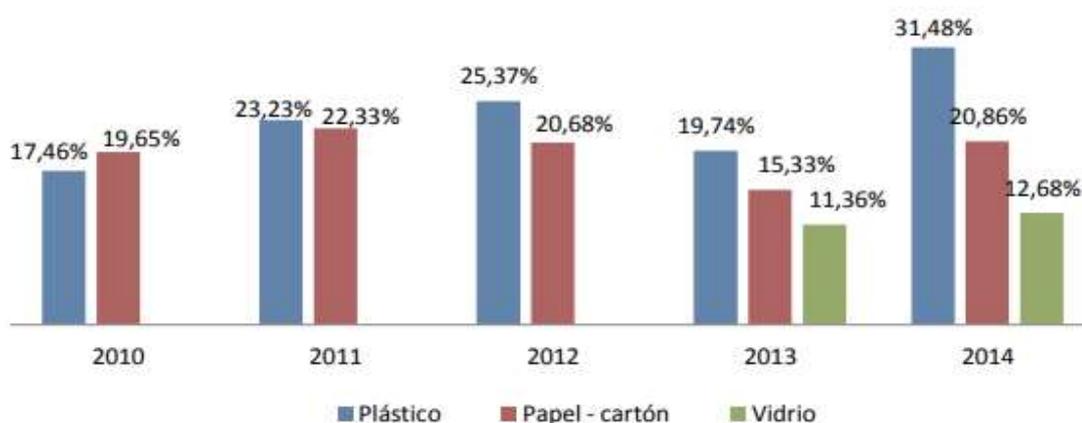
**Tabla 3.** Porcentaje de desechos generados en Ecuador

MATERIAL		HOGARES	INDUSTRIAS Y COMERCIO
Orgánico	Inorgánico	70%	30%
65%	35%		

**Fuente:** (Arias & Seilles, 2014)

**Elaboración:** La autora

Dentro de los residuos inorgánicos, la mayoría es de plásticos y de los cuales solo en Guayaquil se desechan 366 millones de botellas al año y otro tanto de fundas. Al no ser un material biodegradable, los plásticos se convierten en un serio problema de contaminación, pues duran muchos años.



**Figura 38.** Porcentaje de residuos generados en Guayaquil

**Fuente:** (Arias & Seilles, 2014)

**Elaboración:** La autora

*Los desechos plásticos son una de las principales amenazas para la vida marítima en el planeta, y en Ecuador, el caso de Galápagos representan un problema adicional porque la isla no tiene capacidad suficiente para el tratamiento de residuos sólidos.*

*La mayor parte del plástico que contamina el archipiélago es arrastrado por las corrientes marinas, aves y otras especies de los océanos confunden estos desechos con alimentos y mueren al ingerirlos. Se calcula que 1,5 millones de aves, peces, ballenas y tortugas mueren al año en los océanos por desechos plásticos, según Laurence Maurice, del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) de Francia. (MUÑOZ, Michelle. 2011)*

#### **1.5.4. Reciclaje en la ciudad de Loja.**

El Centro de Gestión Integral en manejo de Residuos Sólidos de la ciudad de Loja, es considerado uno de los dos mejores centros de gestión, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos en el país, en este lugar la basura rinde a tal punto que permite proveer de materia prima a la industria papelera, plástica, vidriera y de fundición de la ciudad y sus alrededores. Existe un ingreso mensual de \$3000, que sirve para el pago de los 130 obreros que trabajan en la planta y en recolección.

*La inversión de los usuarios es la más baja con respecto al país, ya que el 35% de los usuarios cancelan 32 centavos mensuales. El 35% adicional paga 60 centavos y el resto de la población abona montos mayores. Estas tasas por el servicio de recolección de basura son las más bajas del Ecuador, ya que en otras ciudades como Guayaquil y Cuenca los usuarios cancelan 2 dólares, y en casos como Machala y Riobamba la tasa aumenta a 3 dólares. (Tratamiento de la basura en Loja con nuevas propuestas. El Mercurio)*

De los 7 recolectores de basura existentes, cuatro están obsoletos y los tres restantes son los que cumplen con los recorridos cubriendo seis rutas. Con la aplicación del nuevo sistema de recolección de basura se espera disminuir el impacto ambiental, reducir gastos y optimizar los recursos disponibles.

El Centro de Gestión Integral dispone de un terreno de 46 hectáreas que se localiza en el sector occidental de la ciudad. Del total del terreno solo se utilizan 6 hectáreas, allí se levanta la planta de recuperación o reciclaje, el espacio de lombricultura, la celda de

bioseguridad o de desechos peligrosos y el área de disposición final, conocida como relleno sanitario.

En el primer sector se aprovecha el material que se puede reutilizar. Se separa todo lo que llega, cartón, papel, plásticos, materiales no ferrosos como chatarra, aluminio, cobre y una variedad de plásticos que son almacenados y luego comercializados a diversas fábricas del país, indica Yhonel Ramírez, responsable del Centro Integral de Residuos Sólidos.

Los residuos inorgánicos que se recolectan, llegan a la planta y son depositados en una tolva, luego pasan a una banda transportadora en donde se clasifica el material como cartón, papel, plástico, vidrio, aluminio y chatarra, después ingresan a las prensadoras para finalmente ser empacados y pesados para su comercialización.

El encargado de Comunicación y guianza del Centro, Soliman Salinas, comenta que *“Los residuos finalmente obtenidos se comercializan al por mayor y menor, pero se debe llamar con anticipación cuando se trata de obtener poca cantidad para poder separarlos antes del empaquetado”*.



Figura 39



Figura 40



Figura 41

**Figura 39.** Tolva

**Figura 40.** Banda de Clasificación

**Figura 41.** Proceso de Clasificación 1 (tetra pack)

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



Figura 42



Figura 43

**Figura 42.** Proceso de Clasificación 2 (fundas plásticas)

**Figura 43.** Proceso de Clasificación 3 (plástico tipo PET)

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



Figura 44



Figura 45



Figura 46

**Figura 44.** Listado de Materiales reciclables

**Figura 45.** Máquina prensadora

**Figura 46** Material clasificado 1

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



Figura 47



Figura 48

**Figura 47.** Material clasificado 2 (pacas de cartón)

**Figura 48.** Material clasificado 3 (pacas de plástico)

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y APLICACIONES**

Entre los objetivos propuestos para el desarrollo del módulo arquitectónico flexible, se encuentra el realizarlo con métodos tecnológicos lo más bajos posibles, para la facilidad de construcción en cualquier momento y por cualquier persona, por lo que resultó conveniente utilizar materiales accesibles en el medio, y a la vez, aprovechar la cantidad de desechos generados dentro de la ciudad.

*El aprovechamiento de los residuos sólidos en Ecuador está considerado como una línea en pleno desarrollo y crecimiento. La actividad se ha convertido en un eslabón de la cadena productiva debido a su aporte al cambio de matriz productiva, que promueve la creación de nuevas materias primas a partir de productos reciclados.*

La experimentación e Investigación del proyecto han avanzado a la par, por lo que se han ido tomando decisiones de la misma forma.

Luego de una larga prueba con diferentes materiales, y constatando la funcionalidad de cada uno de ellos con la información obtenida, se llegó a la conclusión de que los dos materiales principales más convenientes para el diseño del módulo arquitectónico son el plástico y el cartón. Como se puede ver en el capítulo (Cap. I, pág. 35), estos se encuentran entre los materiales de desecho más predominantes en el Ecuador.

Se detallará a continuación las propiedades y características de los materiales a utilizarse en el diseño del módulo.

## **2.1. Materiales principales**

Dirigiendo la atención a estos dos, y en conveniencia con la propuesta, se especifica que el tipo de plástico a utilizarse serán las botellas de plástico tipo PET, bolsas plásticas tipo PE y los tubos de cartón tipo Core, cumpliendo además el proceso de conservación de los recursos y el medio ambiente: **Reducción** de desechos sólidos dentro de la ciudad, **Reuso** de los polímeros y **Reciclaje** de cartón (Cap. I, pág. 38).

Para entender de mejor forma el tratamiento que se le dará a cada uno de estos materiales, es necesario adentrar un poco en sus propiedades y características, generales y específicas.

### 2.1.1. Plásticos.

El término *plástico* se generalizó para describir a los polímeros sintéticos a los cuales se les añade una serie de sustancias que facilitan su procesamiento o utilización como materiales de ingeniería. Se trata de una sustancia totalmente sintética, no conduce la electricidad, es resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable:

#### 2.1.1.1. Clasificación.

##### 2.1.1.1.1 Según su origen.

- Naturales (celulosa, lignina)
- Sintéticos (polietileno, polipropileno).

##### 2.1.1.2.1. Según sus propiedades.

- Plásticos termoplásticos:

Los termoplásticos están constituidos por cadenas unidas entre sí débilmente. Es un tipo de plástico que permite calentar, moldear y enfriar en un número de veces indefinidas.

**Tabla 4.** Propiedades y aplicaciones de los plásticos termoplásticos.

NOMBRE		PROPIEDADES	APLICACIONES
Policloruro de vinilo (PVC)		Amplio rango de dureza Impermeable	Tubos, desagües, puertas, ventanas
Poliestireno (PS)	Duro	Transparente pigmentable	Juguetes, pilotos coche
	Expandido (porexán)	Esponjoso y blando	Aislamiento térmico y acústico, envasado, embalaje ("corcho blanco"),
Polietileno (PE)	Alta densidad	Rígido, resistente y transparente	Utensilios domésticos (cubos, juguetes)
	Baja densidad	Blando y ligero, transparente	Depósitos, envases alimenticios, bolsas plásticas
Metacrilato (plexiglás)		Transparente	Faros, pilotos de automóvil, ventanas, carteles luminosos, gafas de protección, relojes...
Teflón (fluorocarbonato)		Deslizante. Antideslizante.	Utensilios de cocina (sartenes, paletas...), superficies de encimeras...
Nailon (PA poliamida)		Flexible y resistente a la tracción, traslucido, brillante	Hilo de pescar ,levas, engranajes ,tejidos, medias

Celofán	Transparente (con o sin color). Flexible y resistente. Brillante y adherente.	Embalaje, envasado, empaquetado.
Polipropileno(PP)	Translucido, flexible resistente.	Tapas de envases, bolsas plásticas, carcasas
Poliéster (PET)	Posee una gran indeformabilidad al calor. Totalmente reciclable. Superficie barnizable.	Botellas de agua, envases champú, limpieza

**Fuente:** (Industriales, 2014)

**Elaboración:** La autora

- Plásticos termoestables.

Están formados por cadenas enlazadas fuertemente en distintas direcciones. Al someterlos al calor, se vuelven rígidos, por lo que solo se pueden calentarse una vez y no se deforman.

**Tabla 5.** Propiedades y aplicaciones de los plásticos termoestables.

NOMBRE	PROPIEDADES	APLICACIONES
Poliuretano (PUR)	Esponjosa y flexible. Blando macizo. Elástico y adherente	Espuma para colchones y asientos, esponjosas, aislamientos térmicos y acústicos, juntas, correas de transmisión de movimientos, ruedas de fricción, pegamentos y barnices.
Resinas fenólicas (PH): Baquelitas	Con fibras de vidrio son resistentes al choque. Con amianto, son termorresistentes. Color negro o muy oscuro. Aislantes eléctricos	Mangos y asas de utensilios de cocina, ruedas dentadas, carcasas de electrodomésticos, aspiradores, aparatos de teléfonos, enchufes interruptores, ceniceros.
Melamina	Ligera Resistente y considerable dureza Sin olor ni sabor. Aislante térmico	Accesorios eléctricos, aislantes térmicos y acústico, encimeras de cocina, vajillas, recipientes de alimentos.

**Fuente:** (Industriales, 2014)

**Elaboración:** La autora

- Elastómeros.

Un elastómero es un polímetro que cuenta con la particularidad de ser muy elástico pudiendo incluso, recuperar su forma luego de ser deformado.

**Tabla 6.** Propiedades y aplicaciones de los elastómeros.

NOMBRE	OBTENCIÓN	PROPIEDADES	APLICACIONES
Caucho natural	Látex	Resistente e inerte	Aislamiento Térmico y eléctrico, colchones, neumáticos.
Caucho sintético	Derivados del petróleo	Resistentes a agentes químicos	Neumáticos, volantes, parachoques, pavimentos, tuberías, mangueras, esponjas de baño, guantes, colchones.
Neopreno	Caucho sintético	Mejora las propiedades del caucho sintético: es más duro y resistente. Impermeable.	Trajes de inmersión, juntas, mangueras, guantes...

**Fuente:** (Industriales, 2014)

**Elaboración:** La autora

### 2.1.1.2. Propiedades físicas.

**Tabla 7.** Propiedades físicas de los plásticos.

POLÍMERO	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	PROPIEDADES TÉRMICAS (C°)			CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
		T. máxima corto tiempo continuo	T. máxima continuo	T. mínima	
Polietileno baja densidad	0.914/0.928	80/90	60/75	-50	0.32/0.40
Polietileno alta densidad	0.940/0.960	90/120	70/80	-50	0.38/0.51
Polipropileno	0.900/0.907	140	100	0/-30	0.17/0.22
PVC rígido	1.38/1.55	75/100	65/85	-5	0.14/0.17
PVC flexible	1.16/1.35	55/65	50/55	0/-20	0.15
Poliestireno	1.05	60/80	50/70	-10	0.18
Polimetil metacrilato	1.17/1.20	85/100	65/90	-40	0.25
Polietra flúor etileno	2.15/2.20	300	250	-200	0.21
Policarbonato	1.2	160	135	-100	0.70
Poliéster insaturado	2.0	200	150	--	0.88
Resina expori	1.9	180	130	--	--

**Fuente:** (Industriales, 2014)

**Elaboración:** La autora

*En la actualidad la industria de los plásticos es una de las más importantes y prósperas de todo el mundo. Su producción se está incrementando en el orden de 10% por año. Esto significa que cada año se utiliza más plástico y menos metal. (Industriales, 2014)*

### **2.1.1.3. Ventajas.**

- Ligereza
- Elasticidad
- Resistencia a la fatiga
- Bajo coeficiente de fricción
- Aislamiento térmico
- Resistencia a la corrosión
- Costo
- Fáciles de fabricar
- Absorben vibración y sonido
- Son reciclables
- No necesitan lubricación
- Desventajas de los plásticos
- Baja resistencia a la temperatura
- Baja resistencia de los rayos uv
- Poca dureza superficial y resistencia a la abrasión
- Flamables
- Expansión térmica
- Orientación
- Propensos a volverse quebradizos a bajas temperaturas
- La mayoría no son biodegradable
- Algunos tóxicos

### **2.1.2. Plástico tipo PE (bolsas plásticas de polietileno)**

*“Una investigación hecha por la Universidad Técnica Particular de Loja, con 772 familias lojanas, revela que semanalmente cada persona recibe alrededor de 15 fundas plásticas, en su mayoría de los mercados, comisariatos, panaderías y farmacias.*

De los encuestados, el 45% dijo que luego de usarla -durante 20 minutos en promedio- bota las bolsas, mientras el 4% las quema. En tanto, el 43% de los entrevistados aseguró que las reutiliza y el 8% las guarda.

“Hay un uso indiscriminado de las fundas. Como se reparten gratuitamente en los locales, a la gente no le preocupa mucho reutilizarlas”, añade Fausto López, director de la Escuela de Ciencias de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), quien indica que el problema se agrava en época navideña cuando aumentan las transacciones comerciales.

En este sentido, representantes de industrias plásticas del Ecuador afirman que en el último trimestre de cada año su producción se incrementa entre un 20% y 40% por la demanda de los vendedores.” (Universo, 2008)



**Figura 49.** Fundas plásticas tipo PEBD

**Fuente:** (Roda, 2010)

**Elaboración:** La autora

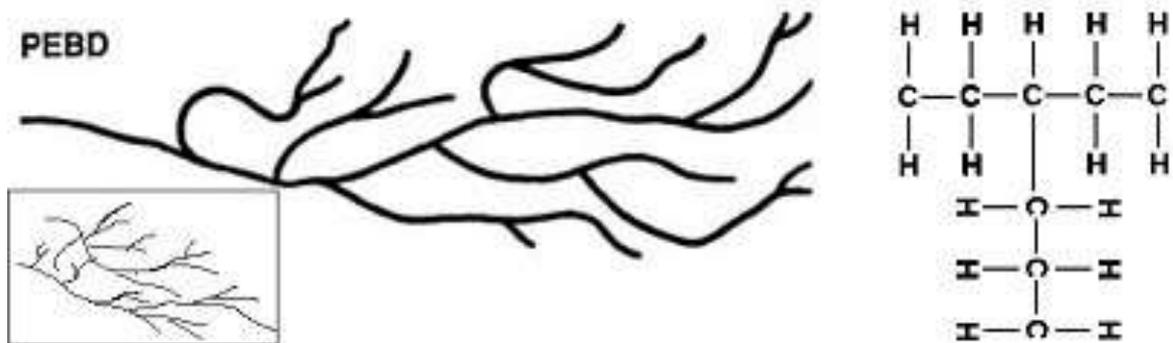
Es un plástico extensivamente usado a nivel industrial y doméstico (aproximadamente 60 millones de toneladas son producidas anualmente alrededor del mundo). Es el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes. Existen dos tipos fundamentales del mismo:

- Polietileno de alta densidad (PEAD - PELD)

- Polietileno de baja densidad (PEBD - PEHD)

Los dos tipos corresponden a moléculas de tipo lineal, pero en el caso del polietileno de baja densidad existe mayor cantidad de ramificaciones en la cadena principal, eso dificulta su empaquetamiento molecular (que sus moléculas se junten) y por tanto hace que su densidad sea menor al polietileno denominado de alta densidad. (Oikos, 2000)

### 2.1.2.1. Polietileno de baja densidad (PEBD – PELD).



**Figura 50.** Estructura molecular del PEBD

**Fuente:** (Roda, 2010)

**Elaboración:** La autora

#### 2.1.2.1.1. Características.

- Flexible
- Mayor resistencia al impacto (con relación a los PEAD)
- Traslúcido o transparente
- Mayor viscosidad (con relación a los PEAD)

**Tabla 8.** Valores bibliográficos para polietilenos de baja densidad

PROPIEDAD	POLIETILENO DE BAJA DESNIDAD
Peso molecular (g/gmol)	100.000-300.000
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	0,91-0,94
Resistencia a la tracción (MPa)	38
Módulo de Young (MPa)	250
Elongación (%)	800
Temperatura de Transición Vítrea (°C)	-125
Temperatura de fusión (°C)	110 -115

**Fuente:** (Allende Ponce & Arriagada González, 2013)

**Elaboración:** La autora

**Tabla 9.** Valores promedio de Módulo de Young, límite elástico, elongación al quiebre, tenacidad y resiliencia para el polietileno de baja densidad.

Polietileno	E (Mpa)	Límite elástico (Mpa)	Elongación al quiebre (%)	Resistencia a la tracción (Mpa)	Tenacidad (J/m <sup>3</sup> )	Resiliencia (J/m <sup>3</sup> )
Baja densidad	1,04	482	25468	878	2,50E+08	1,70E+05

**Fuente:** (Allende Ponce & Arriagada González, 2013)

**Elaboración:** La autora

#### **2.1.2.1.2. Conclusión.**

Las bolsas de plásticos tipo PE se utilizarán en la elaboración de la carpa que cubra la estructura por lo que no estarán sometidas a ninguna fuerza exterior más que la del viento (2.4. M/s en la ciudad de Loja) y la resistencia a la tracción es de 8MPa, por lo que no sufrirá deformación por esta causa. Se crea un confort visual por su propiedad de ser traslúcidas.

La temperatura promedio más alta en Loja (ejemplo de ubicación para el proyecto) es de: 26°C, y el punto de fusión del plástico PEBD es de 110° a 115° por lo que es imposible que sufran deformación por esta causa.

Estarían expuestas a una temperatura mínima absoluta de 7,4°C los días más fríos, y el punto de cristalización del plástico es de -120°, por lo que es imposible su deterioro por esta causa.

No estarán sometidas a ninguna fuerza por lo que no hay riesgo de que sufra quiebre por esta causa.

**2.1.2.1.3. Aplicaciones dentro de la arquitectura.**

NOMBRE	<b>MICHAEL RAKOWITZ_ PARASITE_ HOMELESS SHELTER (1997)</b>
PROYECTO	Michael Rakowitz crea refugios inflables para proteger a las personas sin hogar del frio invierno. Por lo general son diseñados específicamente para satisfacer necesidades individuales siendo similares a una bolsa o saco de dormir.



MATERIALIDAD	Los construye con bolsas para residuos o tipo ziploc y cinta de embalaje a prueba de agua.
--------------	--



LINEAMIENTOS CONCEPTUALES	RECOGIMIENTO
ESTRATEGIAS DE DISEÑO	Todos fueron producidos usando materiales reciclados disponibles en las calles: plásticos, bolsas, cinta adhesiva.

	<p>Como parásitos se adhieren a las salidas de los tubos de refrigeración y aprovechan el calor emitido para generar un micro-entorno de confort térmico, un espacio doméstico arrancado violentamente de lo urbano.</p> <p>Se usó un sistema de "costillas" que estaría hecho de bolsas de basura semi-translúcidas. Entre las costillas, quería ventanas para exponer la "carne" entre los huesos.</p> <p>La privacidad y la publicidad se pueden regular añadiendo o eliminando objetos.</p>
--	---

**Figura 51.** Refugio Inflable diseño 1

**Figura 52.** Refugio inflable diseño 2

**Figura 53.** Refugio inflable diseño 3

**Fuente:** (RAKOWITZ, 2004)

**Elaboración:** La autora

### **2.1.3. Plástico tipo PET (botellas plásticas politereftalato de etileno).**

*La industria embotelladora Enkador, colocó en el mercado ecuatoriano 1.459'266.910 botellas plásticas PET, en el 2013. Además se han recuperado para procesos de reciclaje 2.006'607.710,86 unidades. La cantidad de botellas plásticas recuperadas supera su producción.*

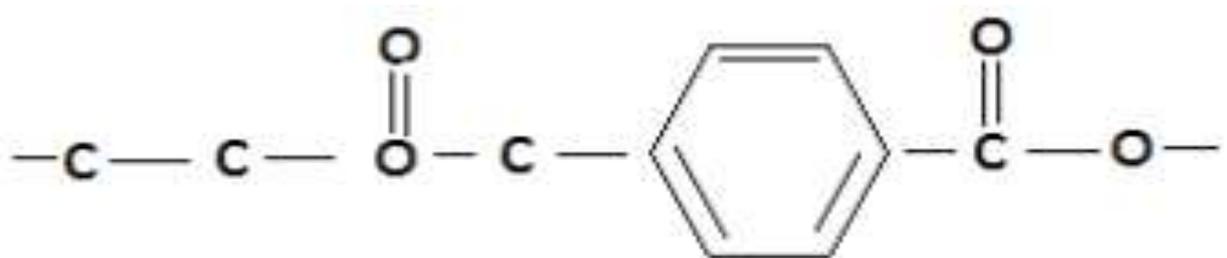
*El politereftalato de etileno (PET) se usa habitualmente para bebidas carbonatadas y botellas de agua. En 2012 se produjeron 1.406 millones de botellas, de las cuales se lograron recuperar 511 millones de los embotelladores y 624 millones de los centros de acopio y recicladores, logrando una recolección total de 1.136 millones de PET.*

*La Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado, publicada en el Registro Oficial No. 583, de 24 de noviembre de 2011, creó el Impuesto Redimible a las Botellas Plásticas no Retornables con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental y estimular el proceso de reciclaje. (Economía, 2013)*



**Figura 54.** Botellas de plástico tipo PET  
**Fuente:** (RAKOWITZ, 2004)  
**Elaboración:** La autora

El PET es un poliéster aromático, su denominación técnica es polietilén tereftalato o politereftalato de etileno y forma parte del grupo de los termoplásticos, razón por la cual es posible reciclarlo.



**Figura 55.** Estructura química del PET (Blanco, 2012)  
**Fuente:** (SUASNAVAS FLORES, 2017)  
**Elaboración:** La autora

### 2.1.3.1. Características.

- Alta resistencia al desgaste.
- Transparencia (aunque admite cargas de colorantes) y brillo con efecto lupa.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.
- Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad.

- Compatible con otros materiales que mejoran en su conjunto la calidad de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Biorientable
- Cristalizable.
- Esterilizable por rayos gamma y óxido de etileno.
- Buena relación costo / performance.
- Liviano.

**Tabla 10.** Datos técnicos del PET

Propiedades	Unidad	Valor
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1,34 – 1.39
Resistencia a la Tensión	MPa	59 – 72
Resistencia a la compresión	MPa	76 – 128
Resistencia al impacto	/mm	0.01 – 0.04
Dureza	**	Rockwell M94 – M101
Dilatación térmica	10 <sup>-4</sup> / °C	15.2 – 24
Resistencia al calor	°C	80 – 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780 – 15750
Constante dieléctrica (60 Hz)	**	3.65
Absorción del agua (24h)	%	0.02
Velocidad de combustión	Mm/mm	Consumo lento
Efecto luz solar	**	Se decolora ligeramente
Calidad de mecanizado	**	Excelente
Calidad óptica	**	Transparente a opaco
Temperatura de fusión	°C	244-254

**Fuente:**(Mariano, 2011)

**Elaboración:** La autora

**Tabla 11.** Propiedades físicas y químicas del PET

Resistencia al ataque químico	Resistente a combustibles, alcohols, grasas, éter ácido y bases diluídas
Solubilidad	Insoluble: Solventes orgánicos, Solubilidad en menor grado: solvents halogenados, aromáticos, cetonas ácidos y bases fuertes.
Resistencia y envejecimiento	Buena resistencia: Temperatura ambiental, radiaciones solares, humedad.
Estabilidad térmica	Estable a temperaturas < a 71°C Cristalizado estable a <230°C
Permeabilidad	Excelente barrera al CO2 y O2
Densidad	Estado amorfo: 1.33 – 1.37 g/cm3 Estado cristalino: 1.45 – 1.51 g/cm3

Conductividad térmica	Buen aislamiento térmico 24 W/mxK
Absorción de agua	<0.7% durante 24 horas
Propiedades ópticas	Transmisión de luz: 89% Índice de refracción: 1.576
Propiedades biológicas	No presenta vulnerabilidad al ataque biológico

**Fuente:**(Mariano, 2011)

**Elaboración:** La autora

### **2.1.3.2. Conclusión**

Las botellas de plástico tipo PET se han de tomar en cuenta como materia prima para la elaboración del módulo arquitectónico por ser de los plásticos más producidos y desechados a nivel mundial y tener las características adecuadas para su funcionamiento.

No estará sometida a temperaturas al tas ni bajas extremas por lo que no sufrirá deformación por esta causa.

No estará sometido a fuerzas más que al peso de la estructura de cartón, material liviano que no ocasionará mayor impacto.

Es resistente al desgaste y una excelente barrera a la humedad, por lo que es ideal para ser usado en la base de la estructura, para aislar el cartón de las posibles filtraciones de agua al contacto directo con el suelo.

### **2.1.3.3. Aplicaciones en la arquitectura:**

NOMBRE	<b>Tubotella (Pontificia Universidad Católica del Perú)</b>
PROYECTO	Este módulo hecho de botellas, transforma un envase de plástico -que por sí mismo es endeble- en una pieza estructural que junto a otras botellas logran ser fuertes.



Figura 56

MATERIALIDAD El proyecto fue diseñado básicamente a partir de dos elementos: **las botellas de plástico y los envases de Tetra Pak.**

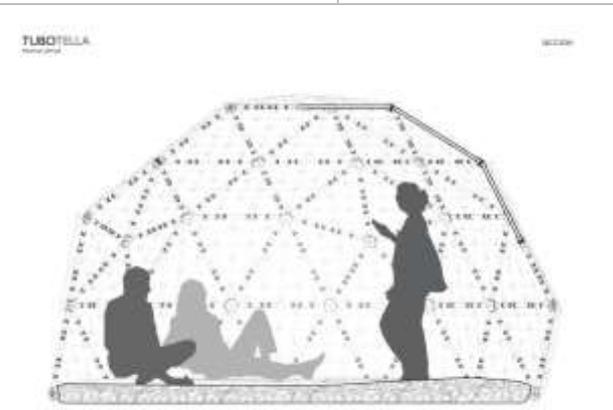


Figura 57



Figura 58



Figura 59



Figura 60

LINEAMIENTOS CONCEPTUALES	RECICLAJE
ESTRATEGIAS DE DISEÑO	<p>Se diseñó un módulo habitable en donde se decide utilizar la basura producida por el hombre para desarrollar un sistema constructivo innovador que le dé un <b>sentido completamente diferente al concepto “Basura”</b>.</p> <p>Se aprovecha la <b>resistencia del plástico para la estructura y la tecnología de capas del Tetra Pak para el cerramiento</b>. El costo del módulo es casi nulo, logrando ser práctico y de múltiples usos. Se aprovecha cada parte de los elementos reciclados.</p>

**Figura 56.** Módulo hecho de botellas

**Figura 57.** Vista de módulo habitable

**Figura 58.** Piezas para armado de módulo

**Figura 59.** Módulo habitable - materialidad

**Figura 60.** Envases de tetra pack usados en el módulo

**Fuente:** (Bayona, 2017)

**Elaboración:** La autora

#### 2.1.4. Tubos de cartón tipo Core.

Dentro de la lista de residuos sólidos mayormente generados en el Ecuador, se encuentra el cartón, como se había dicho ya, la experimentación fue a la par del diseño, convenientemente, y paralelo al reciclaje, se tomó en cuenta los tubos de cartón para la estructura del módulo arquitectónico por tener buena resistencia, por ser un material versátil, ligero, de fácil degradación y con bajo impacto ambiental.

Los tubos de cartón tipo Core, es un material auxiliar en la industria del papel y textil, presenta una resistencia similar a la de la madera, modificándose con la duración de la carga.

##### 2.1.4.1. Ventajas.

- Ligeros – Fácil de almacenar, no se deforman.
- Resistencia por enrollado espiral – Reforzado por varias capas de papel.
- Versatilidad – De longitudes al ser fácilmente cortados con serrucho o sierra.
- Fácil de usar – No requiere estructuras laterales.
- Sólido – Resistente vibraciones y permite un curado adecuado. (Martinetti, 2017)

*Para la unión de estos tubos se han usado soluciones que van desde amarras hasta uniones más complejas con piezas de madera, metálicas y tensores. A esto se le agrega el*

valor de ser un material reciclable, económico, ligero, fácil de transportar, sustentable y con un comportamiento térmico aceptable. (Medina, 2014)



**Figura 61.** Envases de tetra pak usados en el módulo

**Fuente:** (Bayona, 2017)

**Elaboración:** La autora

**Tabla 12.** Gama de tubos de cartón tipo Core según la empresa Abzac.

Referencias	Diam. interior	Espesor	Longitud	Especificaciones	Aplicaciones
Tubos de cartón espirales	25 a 1000mm	1 a 20mm según diam.	5mm a 10m	Resistencia, tolerancia, rectitud según pliego de condiciones	Bobinado papeles, cartones y filmes de plástico
Tubos de cartón alta resistencia	Modelos específicos			Resistencia al aplastamiento, el clivage y vibración	Enrollar, desenrollar, imprimir bobinas muy pesadas a muy alta velocidad
Tubos de cartón superficie mejorada				Superficie lisa, dominio de los valores de onda y rugosidad	Bobinado de filmes finos o de papeles finos
Tubos de cartón compresión radial				Dominio de la contracción del tubo (efecto garrote y aplastamiento)	Filmes de plástico estirables
Tubos de cartón paralelo	28 a 8mm y 225 a 600mm	2 a 10mm según el diam. y 3 a 30mm	Hasta 2050mm	Enrollamiento recto, resistencia a la flexión	Textil, tiente y aprestos, hojas metálicas

**Fuente:** (Abzac, 2008)

**Elaboración:** La autora

#### **2.1.4.2. Pruebas de resistencia.**

Se realizaron pruebas sobre los tubos de cartón en la Universidad de Waseda, en el departamento de arquitectura de Tokio, en Japón.

El propósito del experimento es determinar el efecto a largo plazo de una carga axial constante sobre el tubo, y se miden los cambios dimensionales de su longitud durante un período de un año. Las muestras que se toman como referencias son cinco tubos de papel de 100 milímetros de diámetro, de 12.5 milímetros de espesor y de 400 milímetros de longitud.

Estos tubos se someten a una fuerza axial de 1000 kgf, y se determina la condición de que es menos de un tercio de la resistencia a la compresión del tubo de papel, teniendo en cuenta que la resistencia a compresión de un tubo de papel es de 103.2 kgf/cm<sup>2</sup>.

El valor medido de la fuerza de torsión axial aplicada a las muestras equivalente a 1000 kgf es de 310 kgfcm.

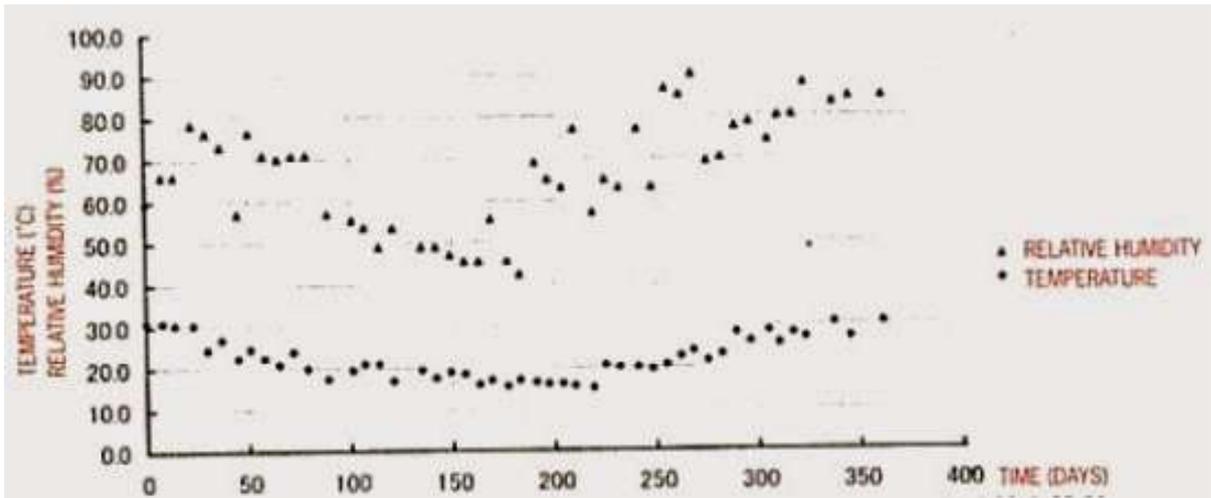


**Figura 62.** Envases de tetra pak usados en el módulo

**Fuente:** (Bayona, 2017)

**Elaboración:** La autora

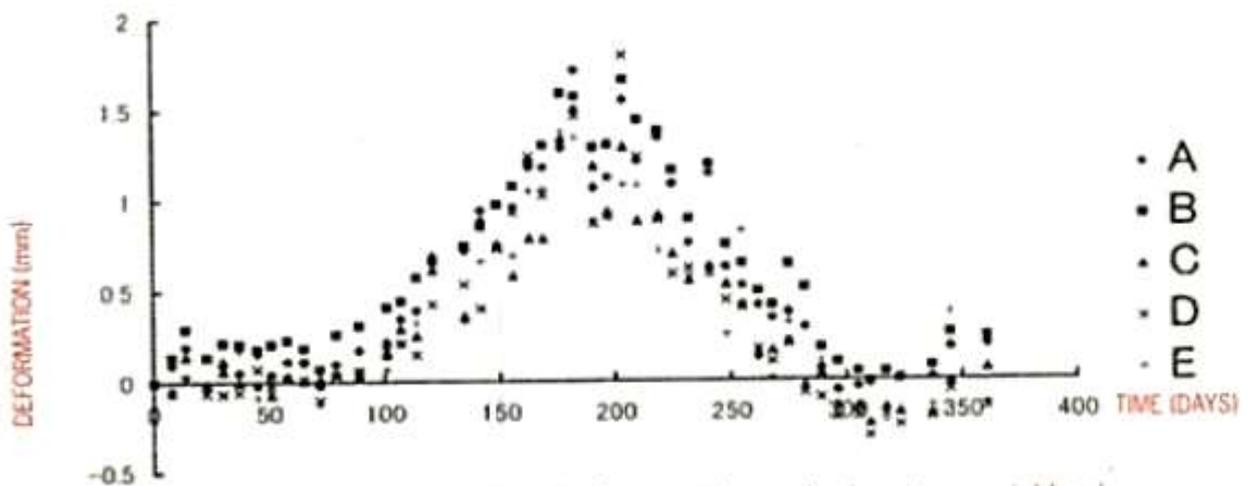
La temperatura y la humedad relativa también se miden. Las mediciones se toman a intervalos de aproximadamente una semana adentro del periodo de un año como se ven en la siguiente tabla donde se presenta un resumen de los cambios de temperaturas y de la humedad relativa.



**Figura 63.** Cambios de temperaturas y humedad relativa  
**Fuente:** "SHIGERU BAN" Phaidon Press, Mathilda McQuaid  
**Elaboración:** La autora

En la Tabla 3 se muestra los cambios dimensionales, es decir un resumen de las cinco muestras de los tubos que se estudiaron.

Desde esta tabla se muestra que un gran porcentaje considerable de cambio dimensional en longitud es causado por la humedad relativa y que los cambios dimensionales debido al movimiento son mínimos.



**Figura 64.** Cambio de las dimensiones de longitud bajo una carga axial  
**Fuente:** "SHIGERU BAN" Phaidon Press, Mathilda McQuaid  
**Elaboración:** La autora

Las relaciones de carga-deformación del tubo de papel se asemejan a las del hormigón.

El contenido de humedad, que se toma como promedio, es de 8.8%. Es decir, el valor promedio de la resistencia a la compresión del tubo de papel es de 113,9 kgf/cm<sup>2</sup>.

Dado que el contenido de humedad tiene una gran influencia sobre la fuerza de la muestra, desde cada muestra se corta un chip y se pesa. Los chips son secados posteriormente en una cámara termostática a 105°C durante 7 días y se pesan.

Se utilizan cinco tubos de papel de 4m de longitud, cada tubo tiene un diámetro idéntico.

El ensayo de flexión se alargó con el fin de minimizar la deformación parcial del tubo de papel en puntos de apoyo y en puntos de carga.

Un bloque de madera es colocado en cada lado del tubo, a una distancia de 1860 milímetros desde el centro del punto de carga. Como consecuencia la muestra se destaca por una fuerza vertical (P) en el punto medio de su longitud.

La velocidad de carga se establece en 3-7 kgf/cm<sup>2</sup>/min en resistencia en la fibra extrema. REH-200t es la máquina de prueba.

Un pequeño chip se corta, para medir el contenido de humedad de cada muestra en la misma forma que las muestras para el ensayo de compresión.

#### **2.1.4.3. Conclusiones.**

Se utilizarán los tubos de cartón tipo Core para la fabricación de la estructura del módulo arquitectónico por sus características de versatilidad, resistencia y ligereza.

Se concluye que los tubos de cartón en la estructura propuesta son totalmente resistentes, ya que no se someten a ninguna carga más que la suya propia.

#### **2.1.4.4. Aplicaciones dentro de la arquitectura.**

El arquitecto vanguardista más famoso por utilizar este tipo de material en sus proyectos, es el japonés Shigeru Ban, en una entrevista realizada por Matthew Ponsford, corresponsal para la CNN, habla sobre la durabilidad de este material.

(CNN) - ¿cuánto pueden durar las casas de papel?

(S.B.) - Las casas "temporales" de papel, construidas en respuesta a los terremotos en Turquía y Haití, permanecieron habitadas durante meses y años, incluso después de que los esfuerzos de reconstrucción brindaran residencias más permanentes. En Chengdu, China, una escuela primaria que fue construida como opción provisional después de un terremoto en 2008 aún se encuentra en uso diario.



**Figura 65.** Arquitecto Shigeru Ban

**Fuente:** (Ponsford, 2016)

**Elaboración:** La autora

*Ban dice que no hay peligro de que sus estructuras de papel se desmoronen. "No hay diferencia entre el papel y la madera", dice, explicando que la madera, si se usa incorrectamente, tampoco durará mucho tiempo.*

*"La impermeabilización y el tratamiento ignífugo es un problema técnico que puede resolverse, ya que es un material industrial". (Ponsford, 2016)*

NOMBRE	<b>Escuela primaria "Chengdu Hualin", Shigeru Ban y laboratorio Hironori Matsubara Lab de la Universidad de Keio.</b>
PROYECTO	Es un proyecto de escuela temporal para los estudiantes japoneses de Banlab, cuyas aulas y pasillos están contruídos con una estructura tubular de cartón.



Figura 66

MATERIALIDAD

La estructura está compuesta por vigas y columnas tubulares de cartón, nudos de unión de madera y tensores hechos a base de cables de acero.

La cubierta fue construida con placas de triplay y paneles de policarbonato blanco translúcido.



Figura 67



Figura 68

LINEAMIENTOS CONCEPTUALES	PROTECCION
ESTRATEGIAS DE DISEÑO	Haber utilizado materiales tan ligeros, económicos y comunes, permitió que los propios estudiantes, sus padres y otros voluntarios construyeran las 3 aulas y los respectivos pasillos que conforman la escuela en solamente 40 días.
NOMBRE	<b>Pabellón de Cartón / Min-Chieh Chen, Dominik Zausinger y Michele Leidi</b>
PROYECTO	Los estudiantes Min-Chieh Chen, Dominik Zausinger y Michele Leidi pertenecientes al Instituto Federal Suizo de Tecnología, utilizaron el software CAAD como herramienta para realizar un pabellón de cartón cortado formando 499 piezas circulares de cilindros de papel biodegradable formado por 28 capas.



Figura 69

MATERIALIDAD

Piezas circulares de cilindros de papel biodegradable formado por 28 capas.

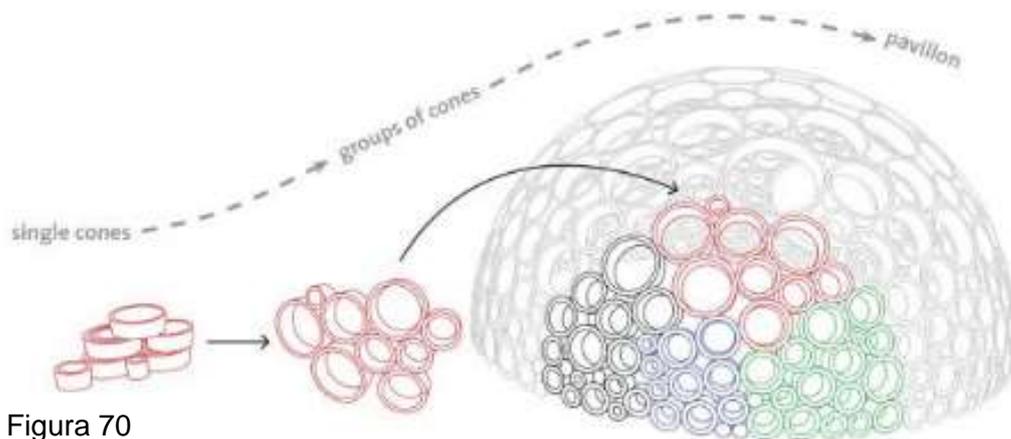


Figura 70



Figura 68

LINEAMIENTOS CONCEPTUALES	EXPOSICIÓN
ESTRATEGIAS DE DISEÑO	Las piezas forman el pabellón semi-esférico que se conectan entre sí por medio de amarres, logrando ser una forma estable y limpia y que logra una claridad hacia el interior del pabellón proveniente de la luz natural que atraviesa los cilindros de manera directa.

**Figura 66.** Estructura de cartón para proyecto de aulas

**Figura 67.** Columnas de estructura hechas de cartón

**Figura 68.** Proyecto de escuela concluido

**Fuente:** (Arquitectura, 2014)

**Elaboración:** La autora

**Figura 69.** Estructura de cartón para pabellón

**Figura 70.** Ilustración del pabellón

**Figura 71.** Proyecto visto desde adentro

**Fuente:** (Arq.com.mx, 2011)

**Elaboración:** La autora

#### **2.1.4.5. Recolección de tubos de cartón en la ciudad.**

Los tubos core se encuentran en el mercado, más, por la composición de su material, en su mayoría, son desechados y enviados a plantas de reciclaje de papel, o en su caso,

reutilizados como materia prima para trabajos manuales, no ha sido explotado dentro de la arquitectura a pesar de su fácil adquisición.

Dentro de la ciudad de Loja, existen varios establecimientos que trabajan con el tipo de tubo *core* a utilizar en el proyecto, con esto puedo justificar que el material es muy común dentro del mundo de las telas, imprentas y compañías de publicidad.

Como segunda opción, y por ser una ciudad más comercial, también se pueden adquirir los tubos en la ciudad de Cuenca, por su cercanía a Loja y sobre todo porque conseguir el material no representa un gasto exagerado ya que todos los tubos son desechados a la basura.

La cantidad de tubos de cartón que se desechan varían de acuerdo a la oferta y demanda del mercado. Como se puede ver, varían también en dimensión, espesor, largo y diámetro, lo que implica tomar como referencia una medida promedio para especificar su uso en el diseño.

**Tabla 13.** Sitios de posible recolección de tubos dentro de la ciudad.

CIUDAD	COMERCIO	TUBOS DESECHADOS (mensuales)		ESPECIFICACIONES			ESTADO
				largo	Diámetro (exterior)	espesor	
Loja	MUNDI TELAS	Agosto:	150 rollos	2m	2"	11mm	Desecho
		Mensual:	5 rollos				
	CROMA PUBLICIDAD	12 rollos	0,60m	2"	11mm	Desecho	
	BARRICADA (publicidad)	8 rollos	0,60m	1 ½"	11mm	Reciclaje	
	LEX SUBLIMADOS	40 rollos	0,60m	4"	20mm	Desecho	
Cuenca	LIRA el palacio de las telas	120 rollos	1,60m	1 ½" – 2"	11mm	Desecho	
	MI ALMACÉN (telas)	100 rollos	1,60m	1 ½" – 2"	11 – 20mm	Desecho	
	MODATEX	50 rollos	1,60m	2"	11mm	Desecho	
	FERRETERÍAS	16 rollos	2m	2"	5mm	Desecho	

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

En un recorrido de un solo día por los diferentes sitios que se muestran en la tabla, se lograron recolectar la cantidad de 65 tubos de varias dimensiones y espesores para poder empezar con la experimentación.

Se pudo observar que los tubos por ser un material de desecho, no habían tenido el cuidado necesario y algunos habían sufrido deformaciones y roturas por la humedad y la manipulación.

Hay varias piezas deterioradas que no son aptas para la propuesta, en su mayoría las lo ideal son aquellos tubos que se encuentren en buen estado, sino se procede a cde tubos están pegadas en forma de espiral, por lo que se tienden a despegar, lo más conveniente si se encuentran en ese estado es cortar la parte rota a fin de evitar el desprendimiento de sus capas.

## **2.2. Materiales secundarios**

### **2.2.1. Cera mineral.**

Las ceras minerales son unos sólidos blancos o ligeramente amarillentos, inodoros, que se obtienen a partir del petróleo. Están constituidas por una mezcla de hidrocarburos de alto peso molecular, principalmente alcanos saturados. Poseen un peso molecular que oscila en el rango de 350-420, y un punto de ebullición que va de 46 °C a 68 °C. Son insolubles en agua o alcohol, solubles en la mayoría de los disolventes orgánicos y miscibles con ceras y grasas cuando se calienta.

Tienen una gran variedad de usos, como, por ejemplo, en la fabricación de velas, como sellante para papel o productos alimenticios, para la extracción de perfumes de las flores o como base para los chicles. (Intersindical, 2014)

#### **2.2.1.1. Características.**

- No inflamable / No oxidante / No corrosivo / No explosivo / No tóxico / No asfixiante / No irritante / No radioactivo / Inodora / Insípida / Incolora a blanca / semi traslúcida / grasosa al tacto / soluble en cloroformo, éter, benceno y disulfuro de carbono
- Resistencia a la humedad
- Capacidad como sellador o aislante

- Brillo
- Capacidad de deslizamiento
- Características adhesivas en frío y en caliente

### 2.2.1.2. *Propiedades físicas y químicas.*

Estado físico:	Sólido ceroso.
Color:	Blanquecino.
Olor:	suave a petróleo.
Umbral olfativo:	N/D
pH:	N/D
Punto de fusión / de congelación:	58°C - 60°C (136°F - 140°F), ASTM D87
Punto / intervalo de ebullición:	> 300°C (572°F)
Tasa de evaporación:	N/D
Inflamabilidad:	El producto no es inflamable ni combustible.
Punto de inflamación:	> 200°C (392°F)
Límites de inflamabilidad:	N/D
Presión de vapor (25°C):	< 0,01 mmHg
Densidad de vapor (aire=1):	N/D
Densidad (20°C):	0,8 g/cm <sup>3</sup>
Solubilidad (20°C):	Insoluble en agua (< 0,1%) . Soluble en solventes orgánicos.
Coef. de reparto (logK <sub>ow</sub> ):	N/D
Temperatura de autoignición:	N/D
Temperatura de descomposición:	N/D
Viscosidad cinemática (cSt a 20°C):	N/D
Constante de Henry (20°C):	N/D
Log Koc:	N/D
Propiedades explosivas:	No explosivo. De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: en la molécula no hay grupos químicos asociados a propiedades explosivas.
Propiedades comburentes:	De acuerdo con la columna 2 del Anexo VII del REACH, este estudio no es necesario porque: la sustancia, por su estructura química, no puede reaccionar de forma exotérmica con materias combustibles.

**Figura 72.** Propiedades físicas y químicas de la cera mineral  
**Fuente:** (Seguridad et al., 2017)

### 2.2.1.3. *Aplicaciones.*

- Manufactura de velas
- Cosméticos

- Farmacéuticos
- Conversión de papel y laminación
- Industria del embalaje
- Adhesivos Hot Melt
- Pinturas Viales
- Pinturas en polvo
- Textil
- Protectores de corrosión
- Ceras de fundición
- Goma base
- Procesamiento de PVC
- Procesamiento de caucho
- Fabricación de crayones
- Pulimentos
- Cerillas
- Aglomerado de madera
- Leña artificial
- Fuegos artificiales
- Modelado
- Limpieza
- Plomería

#### ***2.2.1.4. Usos y aplicaciones más frecuentes en la conversión de papel.***

Los productos de papel se recubren con cera para preservar la integridad de las mercaderías que son empaçadas o envueltas con este material, primordialmente en la industria alimentaria donde el producto debe llegar en condiciones óptimas al consumidor final.

Las ceras mejoran las propiedades y características del papel en su función de empaque, confiriendo estructura, sello y protección, elementos que se vuelven críticos cuando el producto se expone a medios húmedos y condiciones de congelación.

- **Encerado húmedo por inmersión del papel o mediante transferencia con rodillo de la parafina al papel.**

Al enfriarse la cera sobre el papel, ésta se solidifica y forma un recubrimiento superficial, sin penetrar en la fibra del papel. Este sistema es de uso común en la fabricación de papel para envoltura de dulces y chocolates.

- **Encerado seco por transferencia con rodillo de la parafina al papel:**

Se requiere precalentar el papel para que la cera penetre en la fibra del papel y realice su función selladora. Este proceso se utiliza con el propósito de darle al papel las características de sellado que necesita para usarse como aislante o como recipiente. Es común en la fabricación de conos de papel y es también recomendado para el empaque de frutas y vegetales.

- **Laminación para unir dos papeles entre sí o un papel con una película de aluminio, polietileno o algún otro material de empaque:**

La cera se aplica en uno de los lados del papel y se une con el otro presionando con un juego de rodillos. La cera utilizada en estos procesos debe poseer características de sellado apropiadas para el uso de la estructura final. Estructuras laminadas entre papel y aluminio son utilizadas para el empaque de productos alimenticios, tales como el chocolate. (COPRIN, 2017)

#### **2.2.1.5. Aplicaciones dentro de la arquitectura.**

NOMBRE	<b>"Corrugated Cardboard Pod"</b>
PROYECTO	Es el resultado de la tesis de tres alumnos, Gabriel Comstock, Any Jo Holtz y Andrew Olds, en 2001. Se basa en el estudio de la viabilidad del <b>uso del cartón corrugado encerado</b> como material de construcción en una pequeña vivienda para estudiantes.



Figura 73

**MATERIALIDAD** Compuesto por dos láminas planas de cartón envolviendo una tercera, interior, ondulada, que proporciona rigidez y resistencia al material. La cera le otorga, entre otras características, resistencia a la humedad.



Figura 74



Figura 75



Figura 76

LINEAMIENTOS CONCEPTUALES	PROTECCION
ESTRATEGIAS DE DISEÑO	<p>La intención de este proyecto fue experimentar con pacas de recortes de corrugado impregnados con cera residual en aplicaciones de construcción.</p> <p>Las paredes son resistentes y alentaron a los agricultores locales y contratistas a probar el material y la construcción de graneros y cobertizos.</p>

**Figura 73.** Proyecto "Corrugated Cardboard Pod"

**Figura 74.** Armado de balas de cartón

**Figura 75.** Vista interior de la vivienda

**Figura 76.** Visa de las balas de cartón

**Fuente:** (Gabriel Comstock, Amy Jo Holtz, 2001)

**Elaboración:** La autora

### **2.2.2. Cera animal (de panal).**

La cera de panal es una sustancia grasa secretada por las glándulas cereras de las abejas obreras jóvenes.

El organismo de las abejas la "fabrica" a partir de los componentes de la miel, con la ayuda de determinadas sustancias del polen, que actúan como activadores del proceso.

Generalmente se almacena sin más y se vende a los industriales cereros para ser recuperado como láminas. A veces se hacen procesos de extracción y separación de la cera del resto de los componentes del panal: miel en la cera de opérculos, y camisas de la cría, miel y polen en la cera de panales.

#### **2.2.2.1. Composición.**

Lo que llamamos panal de cera tiene una composición compleja, que cuando se retira de la colmena puede ser alrededor del 50 % de cera y el resto de impurezas (camisas, polen...)

#### **2.2.2.2. Usos no apícolas.**

- **Cosmético y Farmacéutico:** entra en la composición de pomadas y cremas, como base grasa y como espesante.

- **Impermeabilización y protección**, para recubrir cordones de costura en zapatería, cartonajes, incluso en algunas culturas la carne seca (tipo mojama).
- **En la fabricación de betunes y cremas de zapatos.**
- **Para proteger recipientes del ataque de los ácidos de los zumos de frutas y de otros agentes corrosivos.**
- **Para encapsular componentes eléctricos y electrónicos.**
- **Velas**, hoy día ornamentales, solo en la liturgia cristiana ortodoxa sigue siendo obligatorio que la cera de las velas de culto sean de cera de abeja.
- **Joyería y modelado de escultura**, para realizar modelos de piezas, por su maleabilidad, que luego se transforman en pieza única si se forra de un material resistente (arcilla...) y se vierte dentro metal fundido (técnica de la “cera perdida”) o sirve para fabricar un molde. ,
- **Otros**, en la preparación de tejidos pintados, “batik”; de barnices y pulimentos; en imprenta en la preparación de grabados. (Gómez, 2002)

### **2.2.2.3. Composición química.**

- |                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| • Hidrocarburos:                | 16% |
| • Alcoholes monohíricos:        | 31% |
| • Dioles:                       | 3%  |
| • Ácidos, básicamente cerótico: | 31% |
| • Otras sustancias:             | 6%  |

### **2.2.2.4. Propiedades físicas:**

La cera de abeja se derrite a una temperatura variable entre los 61 y 63°C y tiene un peso específico que oscila entre 0,96 y 0,97. Considerando su ductilidad, el punto de fusión de la cera de abejas es superior al de otras sustancias clasificadas como ceras.

Es insoluble en agua, levemente insoluble en alcohol frío y completamente soluble en aceites fijos o volátiles, cloroformo, éter y bencina.

Es muy valiosa por ser sumamente resistente a la acción de la humedad. (Rivera-Zamora, n.d.)

**CAPÍTULO III**  
**EXPERIMENTACIÓN**

### 3.1. Bases de la experimentación

Durante el transcurso del proyecto, se han ido haciendo nuevos descubrimientos; se ha ido madurando la idea del principio con ideas que han surgido en medio de su desarrollo. Se empezó con el planteamiento de objetivos que se van a demostrar a lo largo de este recorrido.

#### 3.1.1. Morfología

*“Cualquier cosa que aparezca en el mundo tiene que dividirse para poder aparecer. Lo que se ha dividido vuelve a buscarse a sí mismo y puede volver sobre sí y reunificarse... al reunirse las mitades así intensificadas, se genera un tercer fenómeno u objeto, algo nuevo, superior, inesperado.” – Goethe*

El Universo entero existe gracias a los miles de millones de galaxias que lo forman, a su vez, las galaxias se deben a los sistemas, los sistemas a los planetas y así sucesivamente hasta entender la sincronización espontánea de la unidad. La unidad empieza a actuar al unísono, a vibrar en conjunto hasta convertirse en una vía singular de auto organización.



**Figura 77.** Sistemas autoorganizados en la naturaleza

**Fuente:** La autora

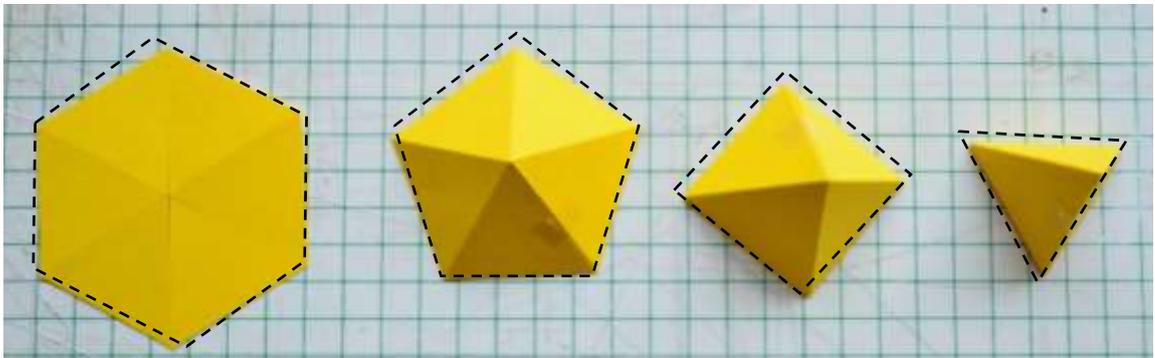
**Elaboración:** La Autora

La idea de “módulo”, como definición, dice ser “una estructura o bloque de piezas que, en una construcción, se ubican en cantidad a fin de hacerla más sencilla, regular y económica, por lo tanto, forma parte de un sistema y suele estar conectado de alguna manera con el resto de los componentes.”, se da entonces, una conexión teórica con la idea de partir de sistemas

naturales, a la vez, la idea concreta de crear un espacio dentro de otro espacio , formando una congruencia en la propuesta.

Es entonces cuando cobra existencia la vida y aparece la Naturaleza, este sistema complejo que rompe un esquema de regularidad volviéndolo divino.

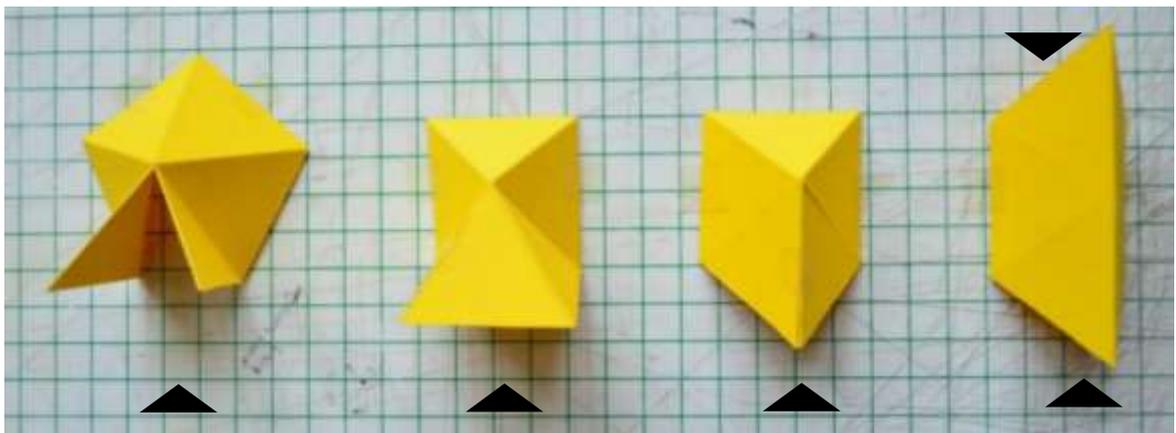
Se tiene en mente el crecimiento de las formas a partir de la unidad, notamos que la naturaleza contiene formas geométricas puras en su trama , por lo que se parte jugando con un exágono regular, levantando sus caras y juntando aristas que formaban figuras geométricas con el mismo principio de reciprocidad y conjunción.



**Figura 78.** Maquetas de Experimentación. Morfología

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



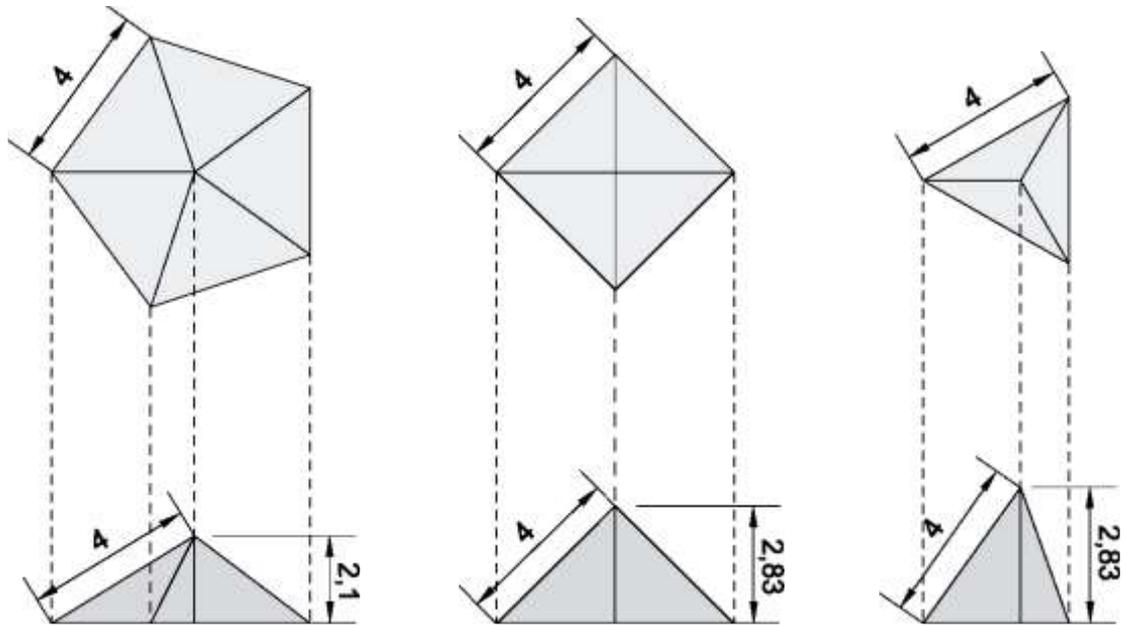
**Figura 79.** Maquetas de Experimentación. Morfología-Funcionalidad

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

Bajo los conceptos de relación matemática entre las medidas del hombre y la naturaleza, y según las dimensiones precisadas según un *modulor* (226cm, medida del hombre con la mano

levantada), se determina la altura más adecuada asumiendo que estas figuras podrían ser un módulo habitable.



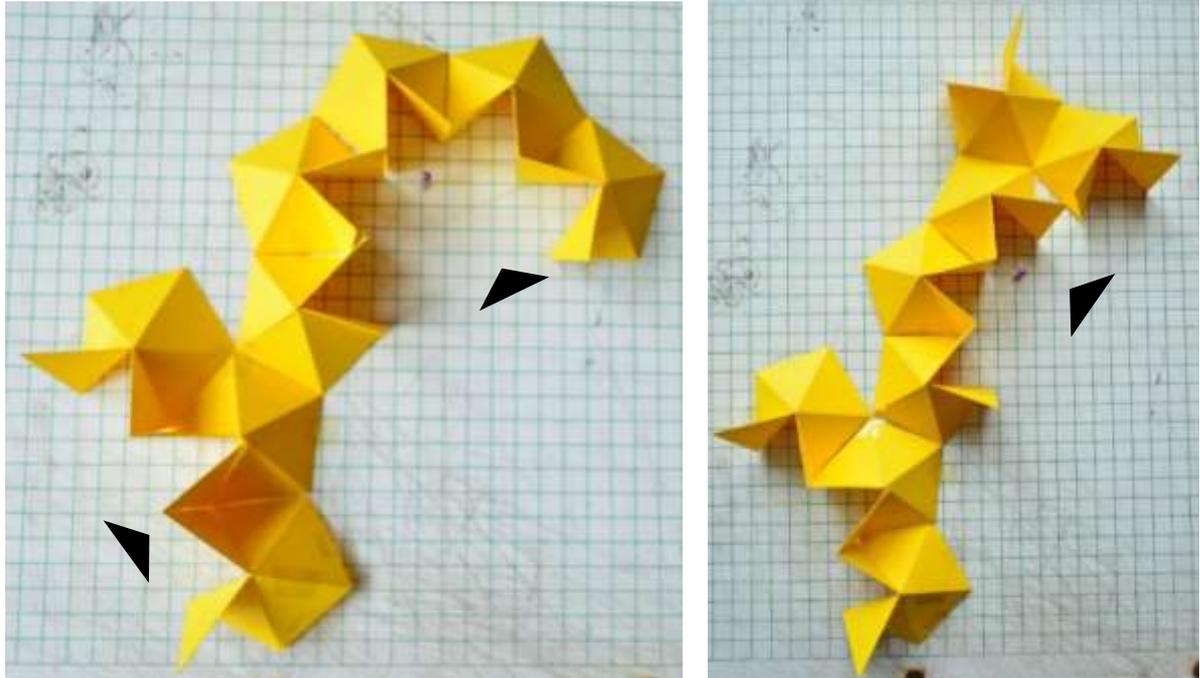
**Figura 80.** Experimentación de propuesta Escala 1:1

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

Empezando con ejemplo claro que tenemos a la vista todo el tiempo, y que, por distracción no lo notamos, parte la propuesta desde la sabiduría de la Naturaleza, que pasa de formas de geometría simples, a sistemas compuestos que rompe esquemas de regularidad.

Así la propuesta se apega a un estilo arquitectónico donde se utilizan formas orgánicas, se deja la individualidad del modelo, formando medios auto-organizados que evolucionan y se expanden como el Universo, desde el propio elemento hasta la configuración de conjuntos complejos.



▲ ACCESOS

**Figura 81.** Maqueta de Opciones de Conjuntos formados por la unión de varios prototipos 1  
**Figura 82.** Maqueta de Opciones de Conjuntos formados por la unión de varios prototipos 2

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

### 3.1.2. Materialidad

No se escogen los materiales a suerte, por el contrario, depende del ambiente, del valor representativo y del efecto deseado de la obra.

El proyecto se divide en dos partes importantes: la estructura y la cobertura, en donde se piensan aplicar materiales reciclados.

### 3.1.3. Estructura.

Se atravesó una etapa de indagación en la que se hicieron algunas pruebas con ciertos materiales a escala, lo que permitió confirmar su resistencia ya que la función de la estructura es dar soporte a la cobertura y separar ambiente exterior e interior. Los materiales con los que se realizaron las diferentes pruebas durante la etapa de experimentación fueron los siguientes:

**Tabla 14.** Primer modelo de experimentación.

<b>MODELO #1 (Bambú + Hierro)</b>			
<b>MATERIAL:</b>	<b>CANTIDAD:</b>	<b>COSTO:</b>	
		<b>Unitario:</b>	<b>Total:</b>
Bambú (3,50mx0.10m Ø)	18 U	\$1,75	\$31,50
Ángulos de hierro (8cm Ø)	18 U	\$0,70	\$12,60
Abrazaderas doble	10 U	\$0,30	\$3,00
Pernos (1 ½")	30 U	\$0,50	\$15,00
Tuercas	30 U	\$0,20	\$6,00
Arandelas	60 U	\$0,10	\$6,00
Caucho (1m)	6m	\$0,10	\$0,60
<b>TOTAL</b>			<b>\$74,60</b>

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

## Mecanismo de armado

- En principio se probó con carrizo, simulando bambú en escala.



Figura 83



Figura 84

**Figura 83.** Carrizo 1

**Figura 84.** Carrizo 2

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Un triángulo equilátero tiene 3 ángulos de  $60^\circ$  cada uno, por lo que era necesario acoplar algún elemento con este ángulo que pueda juntar los carrizos.



**Figura 85.** Unión Carrizo con ángulos metálicos

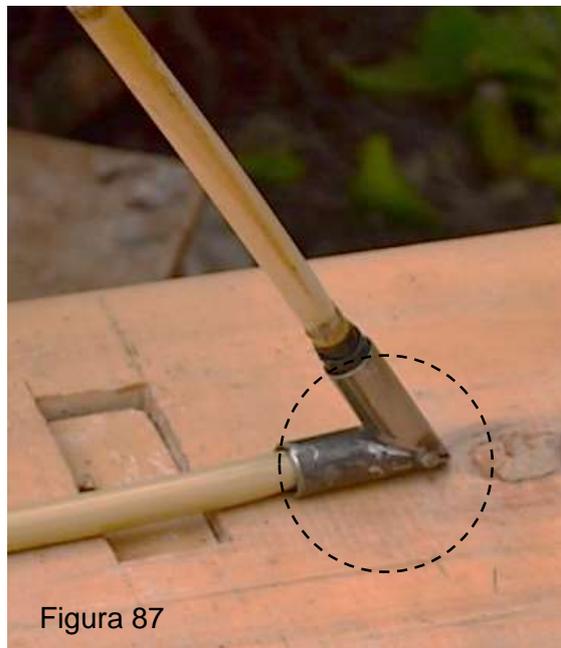
**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- El bambú no siempre tiene el mismo diámetro, por lo que en esta prueba se tuvo que usar caucho como un elemento relleno entre los ángulos de hierro y el carrizo.



**Figura 86**



**Figura 87**

**Figura 86.** Colocación de Caucho

**Figura 87.** Armado de piezas de bambú con ángulo y caucho

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Luego de tener ya las 6 piezas, se precisó de un elemento que las junte entre sí, permitiéndoles tener movilidad en conjunto. Entonces se propuso hacer unas “abrazaderas dobles” que pudiesen unirlos de dos en dos.



**Figura 88.** Colocación de abrazaderas dobles para unir las piezas de dos en dos

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

### **Resultado final / conclusiones**

- Al final del armado se observó que la estructura presentaba irregularidades, tanto en la forma del material como en el conjunto, restándole estabilidad en el momento de sostenerse; concluyendo que resultan ser materiales costosos y no adecuados para el propósito final.



**Figura 89.** Estructura armada

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

**Tabla 15.** Segundo modelo de experimentación.

<b>MODELO #2 (Tubos de PVC + Hierro)</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	
		Unitario	Total
Tubo PVC (3,50mx2")	18 U	\$3,00	\$54,00
Ángulos de hierro (8cm Ø)	18 U	\$0,70	\$12,60
Abrazaderas doble	10 U	\$0,30	\$3,00
Pernos (1 ½")	30 U	\$0,50	\$15,00
Tuercas	30 U	\$0,20	\$6,00
Arandelas	60 U	\$0,10	\$6,00
Cinta aislante	4 U	\$0,70	\$2,80
<b>TOTAL</b>			<b>\$98,80</b>

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

## Mecanismo de armado

- El sistema de armado es el mismo que en el modelo de bambú, con la diferencia que en lugar de usar caucho como relleno, se tuvo que sujetar el tubo y el ángulo de hierro con cinta adhesiva para su mejor contención.



**Figura 90.** Unión de tubo PVC – ángulo de hierro

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

## Resultado final / conclusiones

- Al finalizar el armado, se observó que la estructura presentaba irregularidades en las uniones, ya que para sujetar el tubo hay que aplicar calor, sufriendo cierta deformación, lo que le daba inestabilidad para sostenerse. Además, los materiales resultan ser costosos y no adecuados para el propósito final.
- Así mismo, se notó que las abrazaderas elaboradas de forma artesanal y con latón reciclado, no tienen la misma resistencia que una proveniente de fábrica, ya que por tratarse de una producción industrial son trabajadas con mayor precisión y refinamiento.



**Figura 91.** Estructura armada

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

#### **3.1.4. Forma definitiva.**

Estas pruebas fallidas permiten concluir que, tanto los materiales como el sistema empleados en la elaboración de los modelos anteriores, no resultan ser los adecuados para este tipo de estructura, por ello se debe buscar otra opción que proporcione mayor precisión en cuanto a la forma.

Al inspeccionar el tipo de materiales que se pueden reciclar en el medio, surge como una posible opción el tubo de cartón tipo “core”, al ser éste un material bastante firme y con un espesor que le otorga gran resistencia al aplastamiento, además, los tubos de cartón son de origen industrial, así que los diámetros son siempre iguales, lo que facilita la ejecución de la propuesta.

Se parte del mismo principio de formar triángulos regulares que luego puedan ser juntados, obteniendo así una figura mayor. En este caso, el procedimiento es el siguiente:

**Tabla 16.** Tercer modelo de experimentación

<b>MODELO #3</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	
		Unitario	Total
Tubo tipo Core (2,50 m x 2½ ")	18 U	(reciclados)	---
Cola blanca	1 lt	\$1,50	\$1,50
Pernos cabeza redonda	15 U	\$0,30	\$4,50
Tuercas	15 U	\$0,20	\$3,00
Arandelas	45 U	\$0,10	\$4,50
Piola cableada #18	2 U	\$1,70	\$3,40
Cera de opérculo	¼ Kg	\$1,00	\$1,00
Parafina	2 Kg	(reciclados)	---
Botellas de plástico tipo PET	8 U	(reciclados)	---
<b>TOTAL</b>			<b>\$13,90</b>

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

### **Mecanismo de armado**

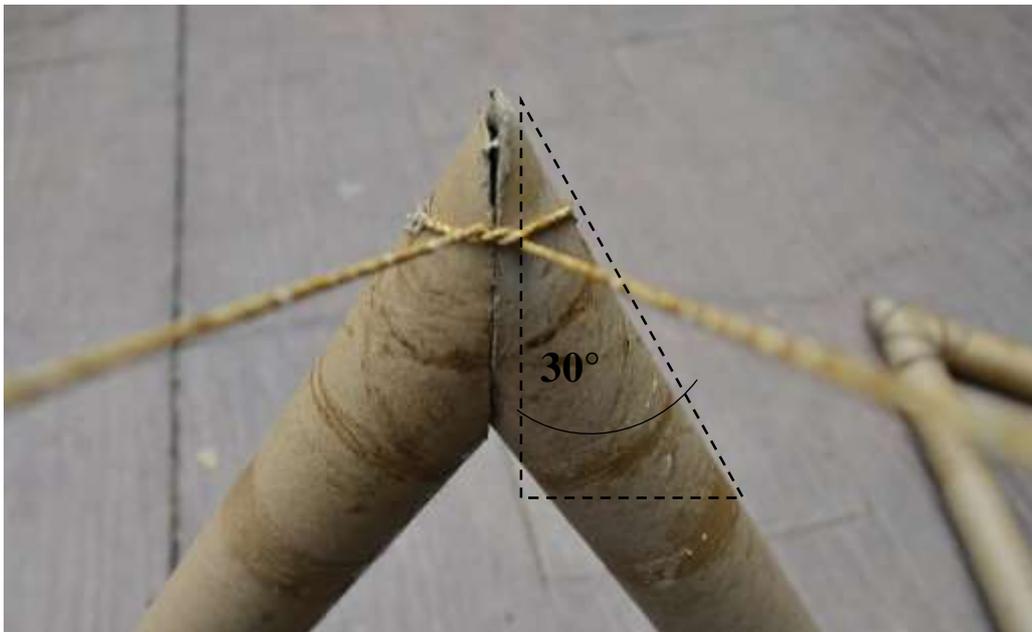
#### **Estructura de cubierta**

- Tubos de Cartón tipo Core de 2.5 m. x 7 cm. Diámetro y 7mm de espesor.



**Figura 92.** Tubos de cartón tipo Core  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

- Los tubos de cartón que forman la figura base (triángulo), precisan ser cortados con un ángulo de  $30^\circ$  en cada extremo, y unidos con cola blanca para un mejor emparejamiento.



**Figura 93.** Ángulo de corte del cartón  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

- Se encera el hilo con cera de abeja y se utiliza un amarre cruzado para una mejor sujeción entre tubos.



**Figura 94.** Cera de opérculo e hilo

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Se repite el mismo procedimiento en los tres extremos del triángulo hasta lograr la forma definitiva.



**Figura 96.** Amarre de tubos de cartón

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Se une mediante amarre un tubo a la base de cada triangulo para formar la estructura que soportará las tijeras (patas).



**Figura 97.** Amarre de tubo a la base del triángulo

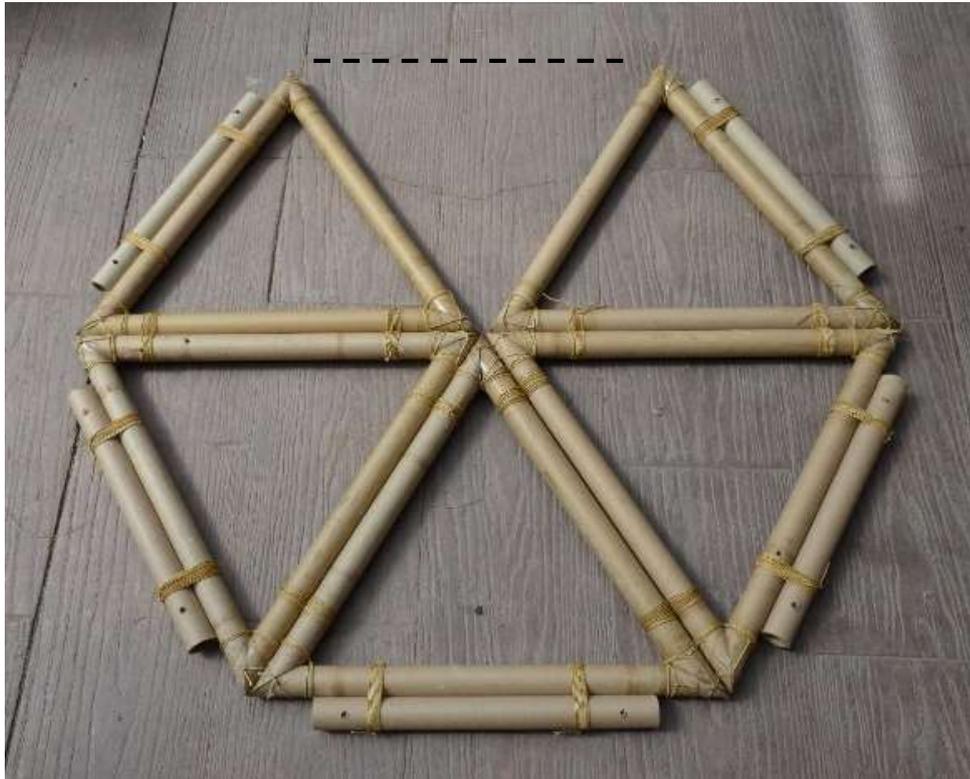
**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Una vez obtenidos los 5 triángulos, se amarran entre ellos para crear una estructura hexagonal.



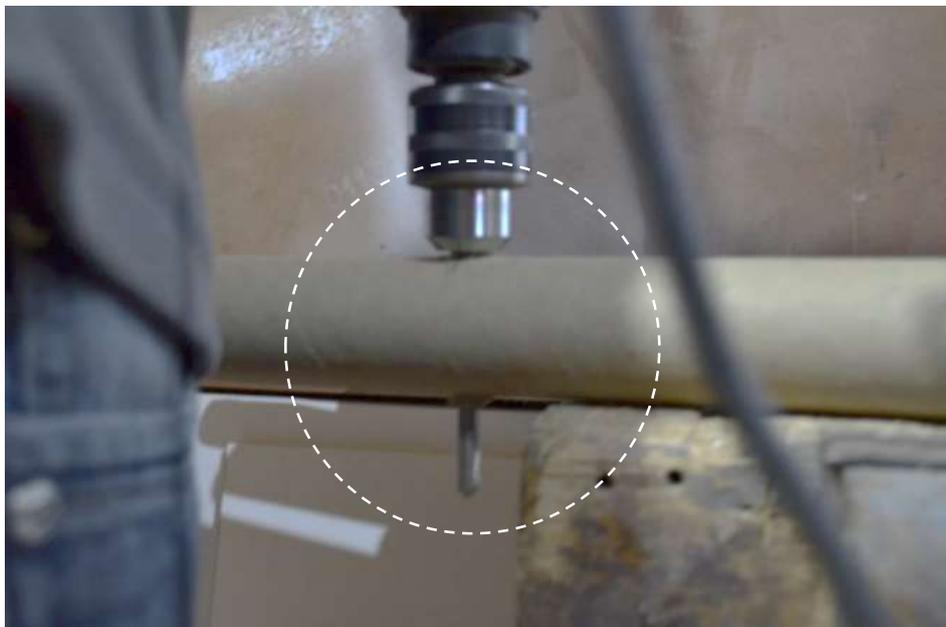
**Figura 98.** Tubos amarrados  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora



**Figura 99.** Estructura hexagonal  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

## Estructura de tijeras soportante

- Se cortan los tubos en ángulo recto de la medida requerida y se realizan las perforaciones necesarias para lograr el sistema de tijeras.



**Figura 100.** Perforación de tubos

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



**Figura 101.** Unión de tubos mediante pernos

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Sujeción de la estructura de tijeras (extremos) a la estructura superior mediante pernos.



**Figura 102.** Unión de estructura superior con base de estructura de tijeras

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



**Figura 103.** Estructura superior y estructura de tijeras unidas

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Teniendo armada la estructura de tijeras, se procede a cortar las botellas de plástico para ser usadas como protección de la base de dicha estructura.



**Figura104.** Botellas de plástico cortadas

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



**Figura 105.** Colocación de base de botella en extremo inferior de patas

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Empleando una pistola de calor se funden las botellas al tubo de cartón.



**Figura 106.** Fundición de botellas a tubo de cartón

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Se levanta la estructura final uniendo las tijeras entre sí con la ayuda de pernos.



**Figura 107.** Estructura final armada

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Ya que el tubo de cartón tipo Core es un material sensible a la absorción de humedad, se lo impermeabiliza con cera parafina reciclada.



**Figura 109.** Parafina  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora



**Figura 109.** Parafina derretida  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora



**Figura 110.** Colocación de parafina derretida en tubo de cartón

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

### **Conclusion:**

- El resultado final, en cuanto a materialidad, es satisfactorio debido a las propiedades de los tubos de cartón, la resistencia del hilo encerado, la protección que dan las botellas de plástico a la base, la firmeza que se da a la estructura al utilizar pernos y cola blanca, además de la accesibilidad que se tiene a los materiales por su bajo costo.

- **Detalles de módulo (fotografías):**



**Figura A.1\_** Detalle de amarre entre piezas triangulares que forman la estructura de cubierta.

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



**Figura A.2\_** Detalle de unión entre estructura de cubierta y soportes tipo tijeras 1.

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



**Figura A.3\_** Detalle de unión entre estructura de cubierta y soportes tipo tijeras 2.  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La autora



**Figura A.4\_** Detalle de unión entre tijeras.  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La autora

### 3.1.5. Carpa.

Luego de una investigación sobre los materiales de desecho más comunes dentro del medio, se ha llegado a la conclusión de que los plásticos son los desechos que más abundan en el mundo, es por ello que se decidió en primer plano, utilizar las fundas plásticas para realizar la cubierta de la estructura; el método había que analizarlo, hasta dar con el más adecuado que fue la fundición por medio del calor.

Esta parte se orienta, entonces, a la utilización del plástico tipo PEHD (fundas plásticas tipo camiseta). Según Roben (2003), el PEHD es el plástico que más se recicla en el Ecuador, debido sobre todo, a la baja complejidad de métodos que se requieren para procesar este tipo de plásticos, pudiendo establecerse plantas “caseras” en relación a las necesidades para el reciclaje de otro tipo de plástico.

Una vez recolectado el plástico PEHD necesario para la realización de la cobertura, se procede a someterlo a un proceso de fundición media (planchados) para integrarse y dar forma a una “carpa” que será la que cubra el diseño estructural.

**Tabla 17.** Especificaciones de la elaboración de la carpa

<b>CARPA</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	
		Unitario	Total
Fundas / retazos de plástico tipo PEHD y PELD	18 U	(reciclado)	--
Velcro	1 m	\$0,50	\$0,50
TOTAL			\$0,50

#### **Proceso de armado**

- Clasificación de plásticos de acuerdo a color y grosor (se consideraron 3 grosores: fino, medio y grueso).



Figura 111



Figura 112

**Figura 111.** Fundas recolectadas  
**Figura 112.** Clasificación de fundas

**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

- Recortar las juntas de los plásticos y bordes que suelen presentar distinto grosor, para generar un planchado homogéneo. Abrir los plásticos por sus costuras de forma que queden planos.



**Figura 113.** Preparar fundas para ser unidas  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

- Cubrir con papel para evitar el contacto directo del plástico con la plancha, debido a que puede quemar su superficie, dejándolo inservible.



**Figura 114.** Unión de fundas mediante calor

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Planchar de forma homogénea



**Figura 115.** Aplicación de calor sobre fundas protegidas con papel

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Se determinó que una carpa se puede elaborar con una media de 8 capas de plástico, las mismas que se someten a temperaturas que oscilan entre los 120° y 140°. La variación se da en función al tipo de plástico y el grosor.



**Figura 116.** Fundas unidas

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Al final, se pueden ensamblar múltiples secciones a través de la misma técnica para producir carpas o cobertores extensos, como se muestra en la imagen.



**Figura 117.** Cobertor armado

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

**CAPÍTULO IV**  
PROPUESTA

Como se ha visto en el desarrollo teórico, los espacios públicos han contemplado múltiples opciones de diseño que permiten satisfacer las necesidades que se generen en una sociedad que pretende expresarse y crear.

De esta manera, muchos espacios abiertos como parques, optan por la disposición de mobiliario transformable para eventos como exposiciones, presentaciones, ferias, eventos transitorios en general; pudiendo darle diferentes usos a la arquitectura temporal y así cubrir necesidades efímeras sin comprometer el diseño inicial del lugar.

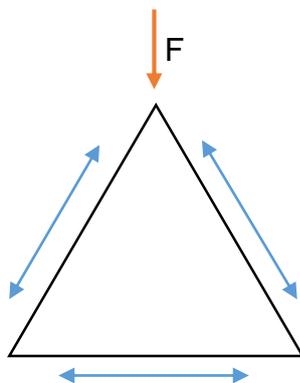
Por otro lado, la realidad de una creciente conciencia ambiental, hace del trabajo arquitectónico un compromiso con nuevas visiones. La ecología, la reutilización de materiales, el reciclaje, son términos que se han venido acoplado al avance de todas las ciencias.

Es por ello que se realiza una propuesta que sea vista como una inversión que pueda ser adquirida cualquier empresa o persona que esté interesada en utilizar un módulo para eventos efímeros a bajo costo, además de presentar características como una buena estética y fácil armado.

#### 4.1. Geometría

Se parte de la forma geométrica más simple, la más pura y sencilla: el triángulo, polígono de tres segmentos que determina tres puntos del plano y su limitación.

Es la figura indeformable por naturaleza, la que se mantiene en equilibrio total a pesar de las fuerzas que se le apliquen, ya que no hay manera de que se redistribuyan.



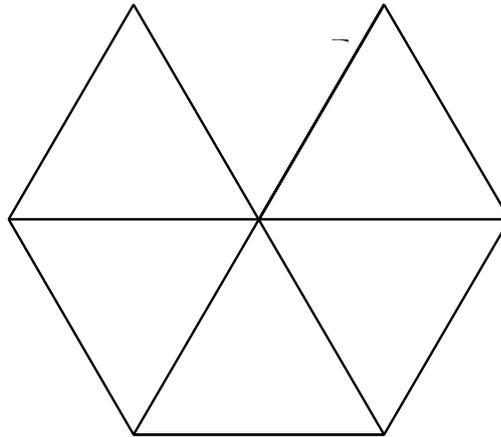
**Figura 118.** Fuerzas distribuidas en un triángulo

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

La figura completa en sí, tiene una relación geométrica entre triángulos, formando como base, visto en planta, un hexágono regular con la unión de 6 triángulos equiláteros.

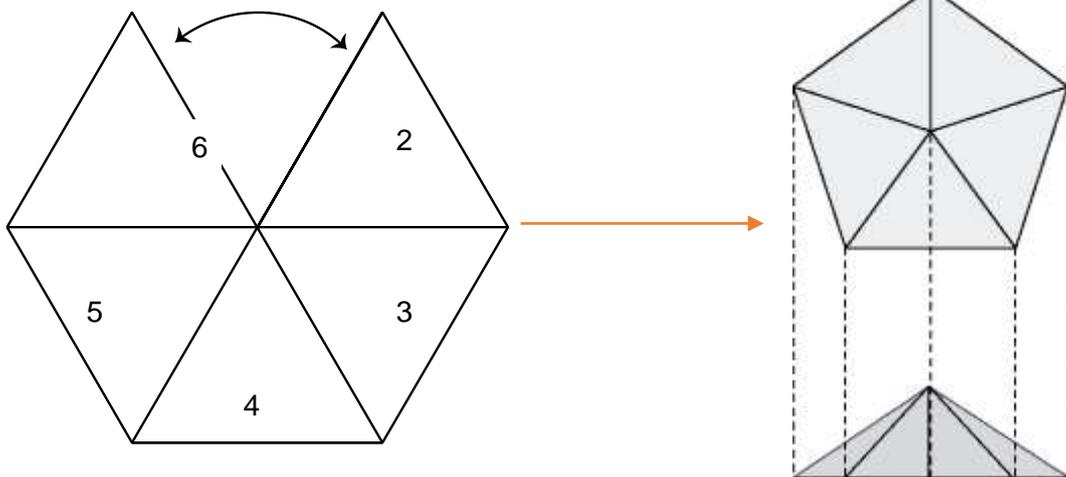
*Se necesitará de una sola medida para todos los vértices, estando a la misma distancia del centro, por lo que en cualquiera de sus caras se formará un triángulo indeformable, lo cual crea un equilibrio geométrico en 3ra dimensión al ser una figura inextensible.*



**Figura 119.** Figura en planta.

**Fuente:** La autora

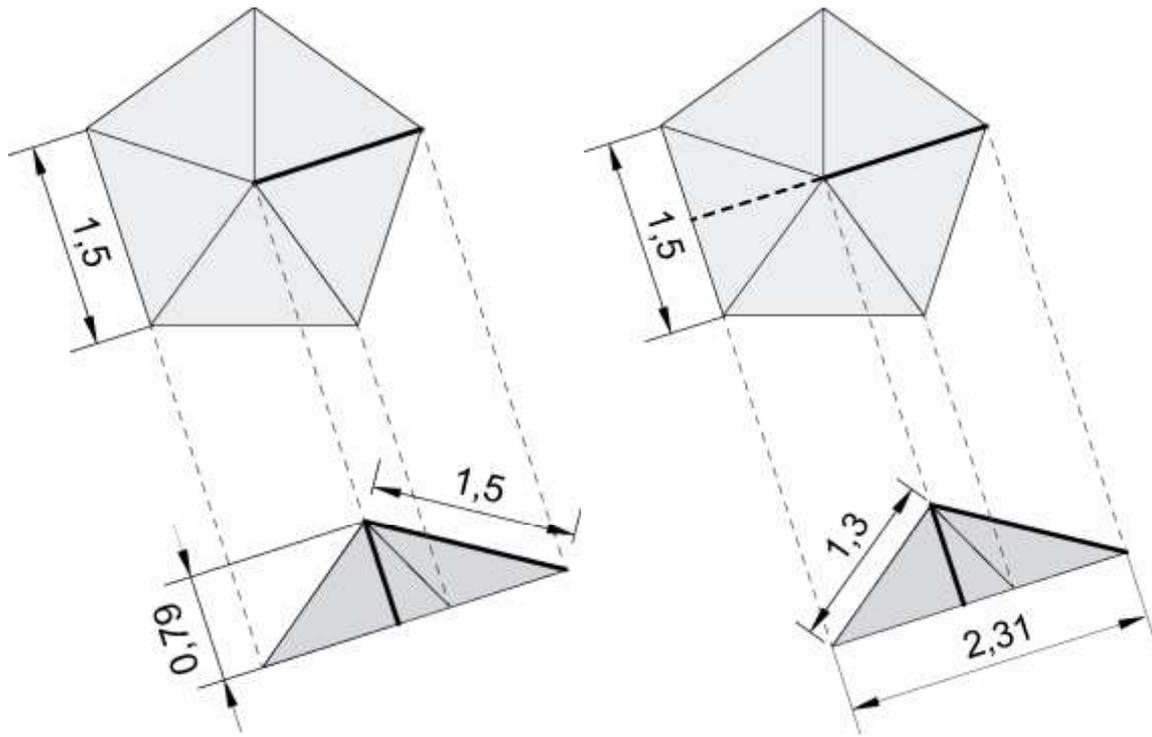
**Elaboración:** La Autora



**Figura 120.** Pirámide de 5 lados formada al unir aristas

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

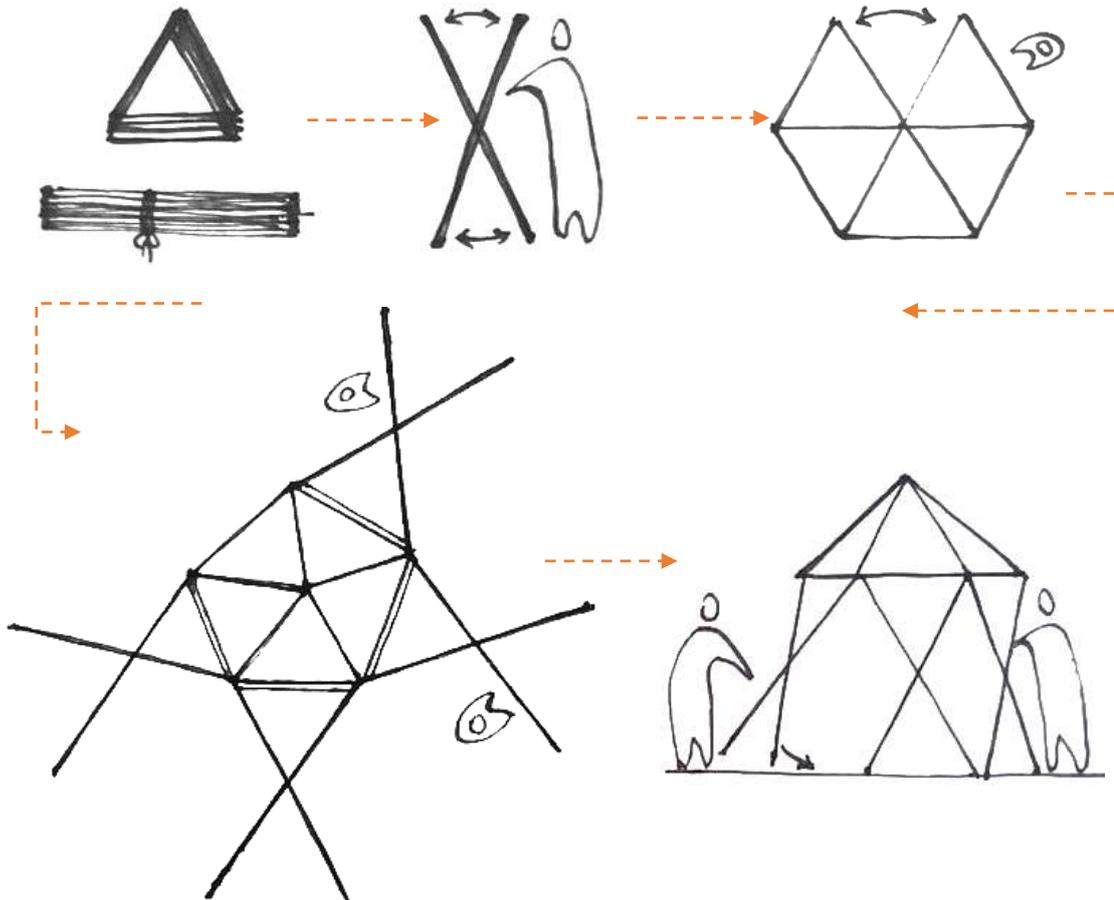


**Figura 121.** Geometría estructura de cubierta  
**Figura 122.** Geometría estructura de cubierta

**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

#### 4.1.1. Criterios de diseño.

- Debido al concepto de *transformable*, el modelo debe ser de fácil armado, montaje y desmontaje, ya que solamente se utilizará en eventos efímeros, es decir, algo de poca duración.

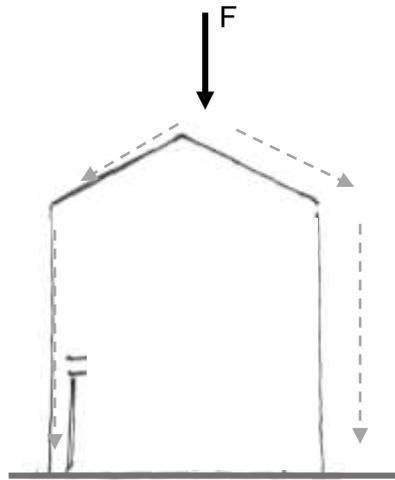


**Figura 123.** Opciones de uso del módulo

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Debido a la distribución de cargas, se llega a la conclusión de que se logra un módulo firme, además que no soporta cargas exteriores más que la de la carpa, que es una carga mínima.

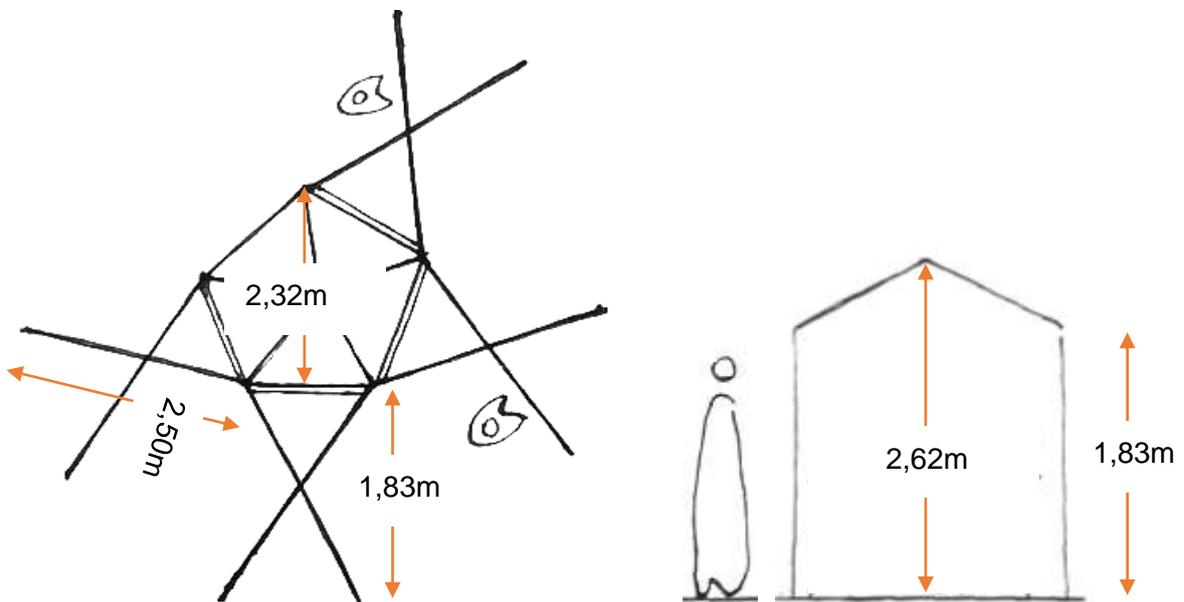


**Figura 124.** La carga del techo se transmite a la estructura y recae en los soportes tipo tijera, para luego distribuirse por las patas hasta el piso.

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

- Al llegar a la conclusión de que la pirámide de 5 lados es la mejor opción por tener mayor espacio interior, se ha de tomar en cuenta la altura que permita un confort ergonómico análogo a la forma. Siendo así un espacio en el que se pueda circular.



**Figura 125.** Dimensiones de módulo

**Fuente:** La autora

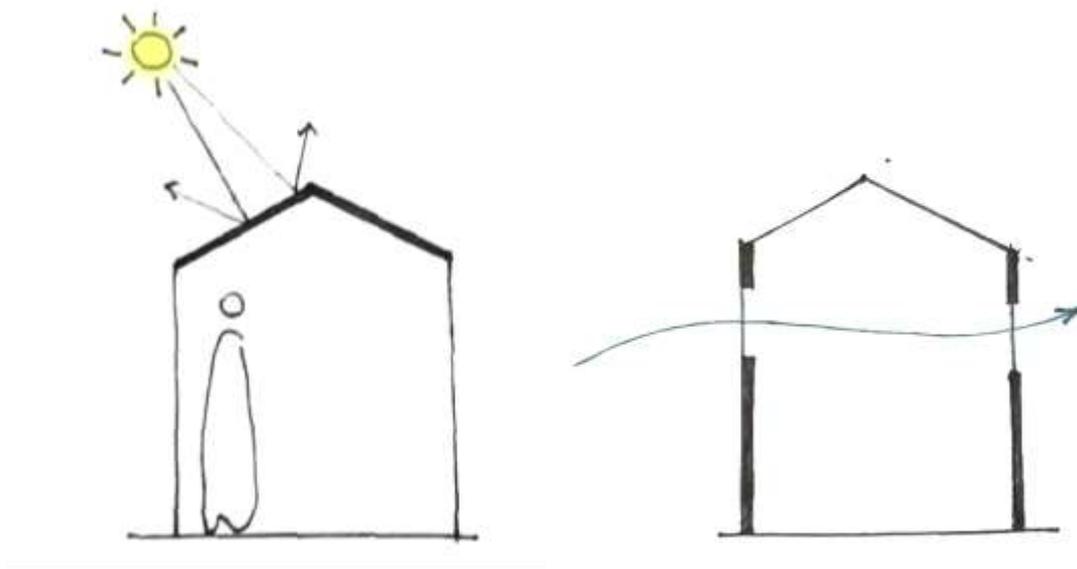
**Elaboración:** La Autora

- El módulo propuesto tendrá el concepto de *flexible*, por lo que se puede pensar en que satisfaga varias necesidades, puede ser el caso que se aplique como un módulo para ventas, exposiciones, o simplemente para cumplir la función 'estar'.



**Figura 126.** Opciones de uso del módulo  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

- Ya que el modelo se implantará en espacios públicos, al aire libre, se ha de tomar en cuenta igual, la incidencia de las inclemencias climáticas como lluvia o sol.



**Figura 127.** - La incidencia directa del sol será bloqueada con la cubierta oscura. – La ventilación será de tipo cruzada con vanos en cada cara con la opción de abrirse.  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

- La versatilidad que presenta el modelo, permite que se perciba como permeable (carpa cerrada completamente), así como también permeable (sin usar cobertura carpa) pudiendo controlar así el grado de privacidad interior.



**Figura 128.** Opción de permeabilidad / impermeabilidad dentro del módulo.

**Fuente:** La autora

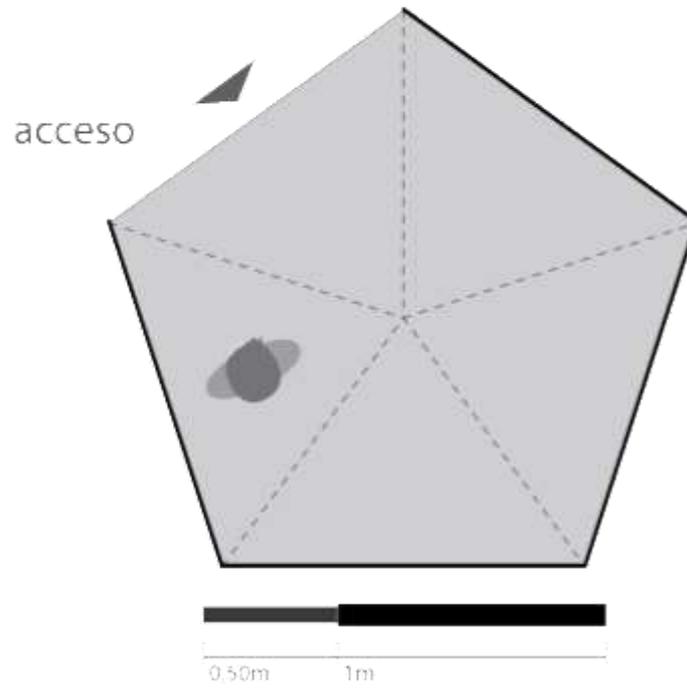
**Elaboración:** La Autora

#### **4.1.2. Opciones de modulación dentro del espacio.**

El diseño se basa en la utilización de los módulos individuales y en conjunto, según requiera el usuario, si se necesita mayor espacio interior se pueden juntar los módulos por sus aristas, así, la estructura se vuelve parte de un ornamento, bello en esencia, explícito como una tela de araña, un panal de abejas o las escamas de un pez.

El objetivo de crear formas orgánicas mediante la unión de módulos, reside en que se puede crear una comunidad entre los usuarios, y así mismo, se pueden crear conjuntos individuales o combinados sin dejar de lado la relación, el contacto visual y los espacios en común:

- Individual

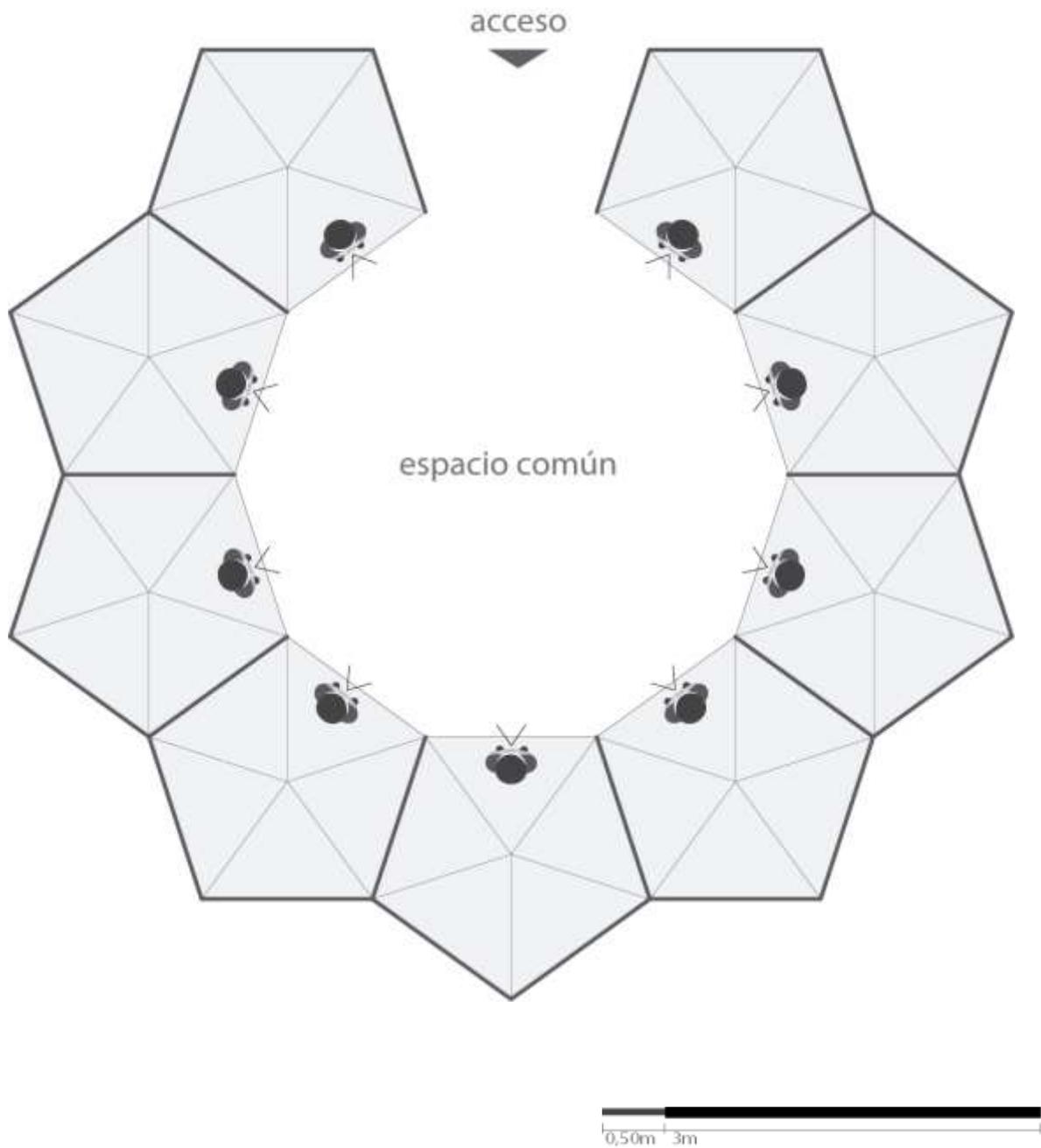


**Figura 129.** Módulo individual - Planta

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

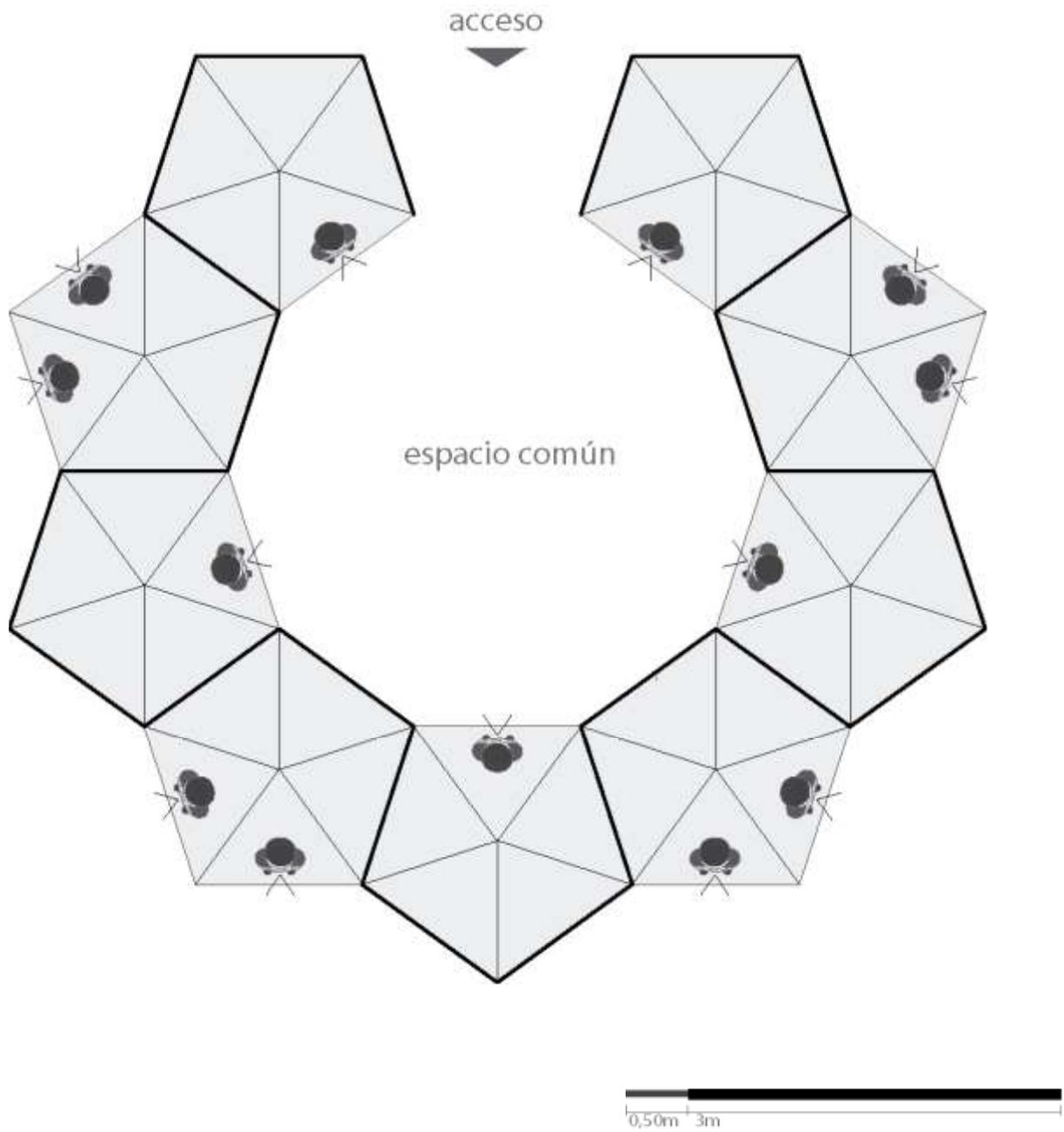
- Modulación en conjunto



**Figura 130.** Opción 1 de Modulación en Conjunto

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

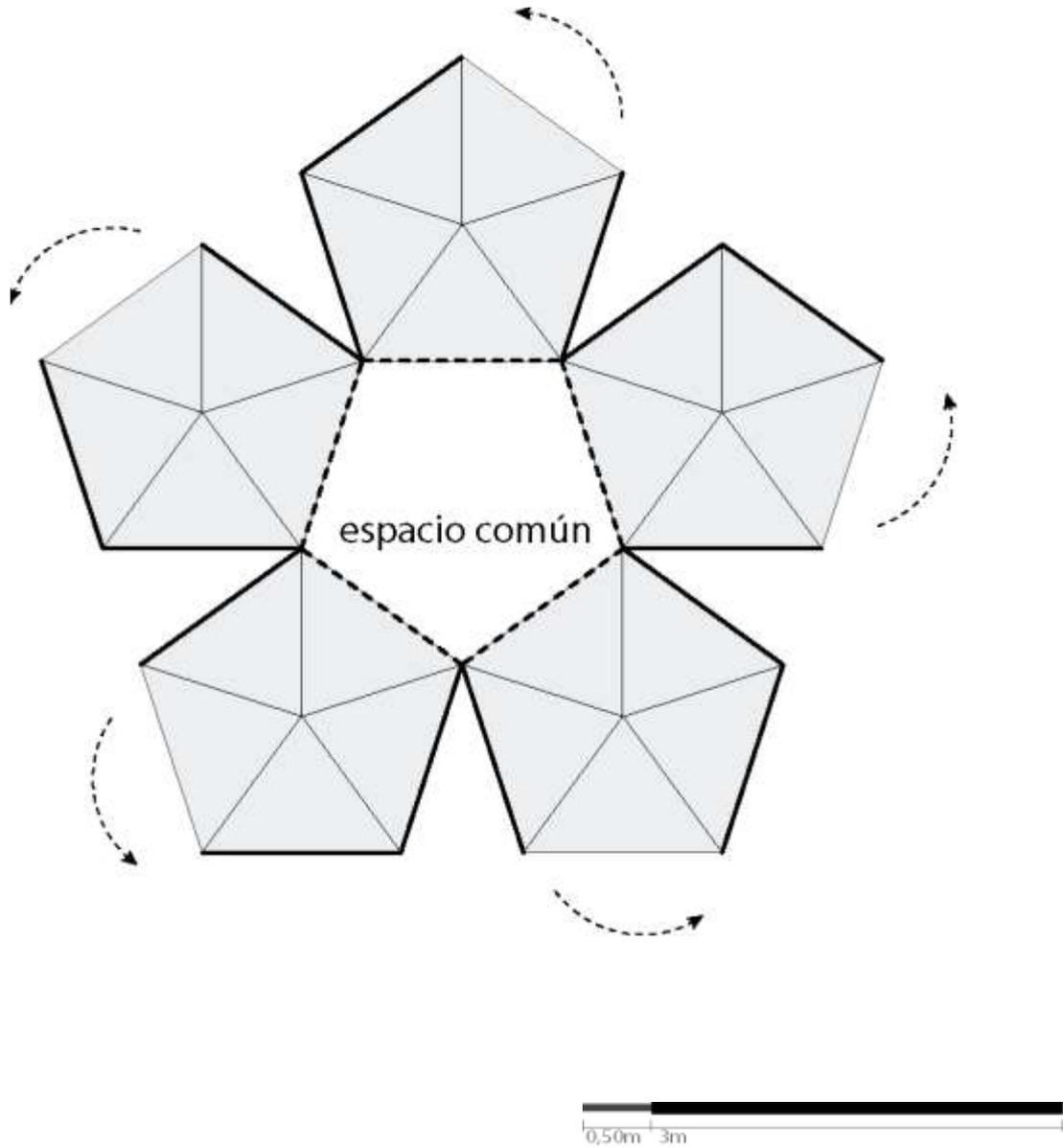


**Figura 131.** Opción 2 de Modulación en Conjunto

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora

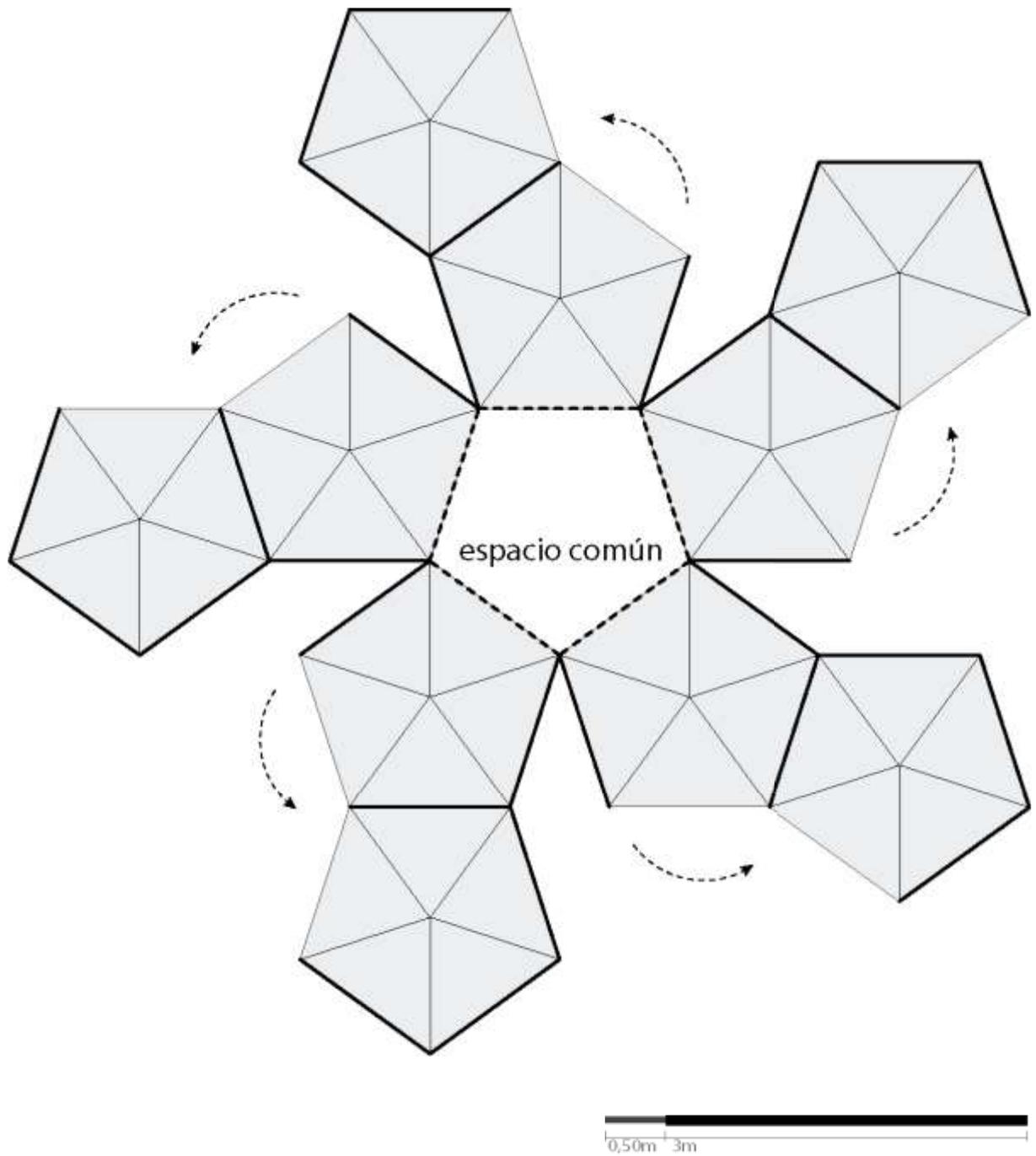
- Se pueden crear organizaciones cíclicas direccionadas a partir a de un patrón determinado.



**Figura 132.** Opción 3 de Modulación en Conjunto

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



**Figura 133.** Opción 4 de Modulaci3n en Conjunto

**Fuente:** La autora

**Elaboraci3n:** La Autora

## 4.2. Desarrollo

### 4.2.1. Materiales.

Estamos siempre en constante contacto con la materia, todo lo que tocamos, las teclas del computador, la silla en la que estamos sentados, el libro que tenemos en la mano, todo cuanto existe es materia; ¿cómo es que no nos detenemos un segundo a pensar que todo el cosmos, el universo entero es materia?

La estructura y funcionalidad de un elemento arquitectónico no le resta importancia a su materialidad, la arquitectura es una rama del *arte* y por ello no se debe desligar lo estético de lo funcional, es la dualidad que equilibra la creación.

*“La adecuación de los materiales y el de los revestimientos aplicados, la sensación táctil, áspera o lisa, la transmisión rápida o lenta del calor de nuestro cuerpo por contacto o por radiación, el olor de la madera, el de la piedra húmeda, o el de los productos sintéticos – como también la neutra carencia de todo olor- son cosas que ciertamente, merecen la atención del creador de ambientes destinados al hombre.”* (RICHARD NEUTRA, Oscar Niemeyer. 1996).

ESTRUCTURA

18 Tubos de cartón tipo *core* de 2 ½ " x 2,50m de largo y 7mm de espesor.



Cola blanca



15 pernos cabeza redonda de 5" (con una tuerca y tres arandelas por perno)



2 tubos de piola cableada #18 y  
cera de opérculo



8 botellas plásticas tipo PET



Parafina



**CARPA**

Fundas de plástico tipo camiseta	
Velcro	

**Figura 134.** Tubos de Cartón tipo core

**Figura 135.** Cola Blanca

**Figura 136.** Pernos de Cabeza Redonda

**Figura 137.** Piola cableada y cera de opérculo

**Figura 138.** Botellas tipo PET

**Figura 139.** Parafina

**Figura 140.** Fundas de plástico

**Figura 141.** Velcro

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

#### **4.2.2. Morfología y armado**

*“Una estructura no tiene por qué ser ortogonal: las construidas mediante una matriz tridimensional de formas triangulares y tetraédricas resultan mucho más rígidas y se emplean con frecuencia para grandes luces, hangares y puentes, por ejemplo”. (50 PRINCIPIOS Y ESTILOS SIGNIFICATIVOS DE ARQUITECTURA. pag.50. 2015)*

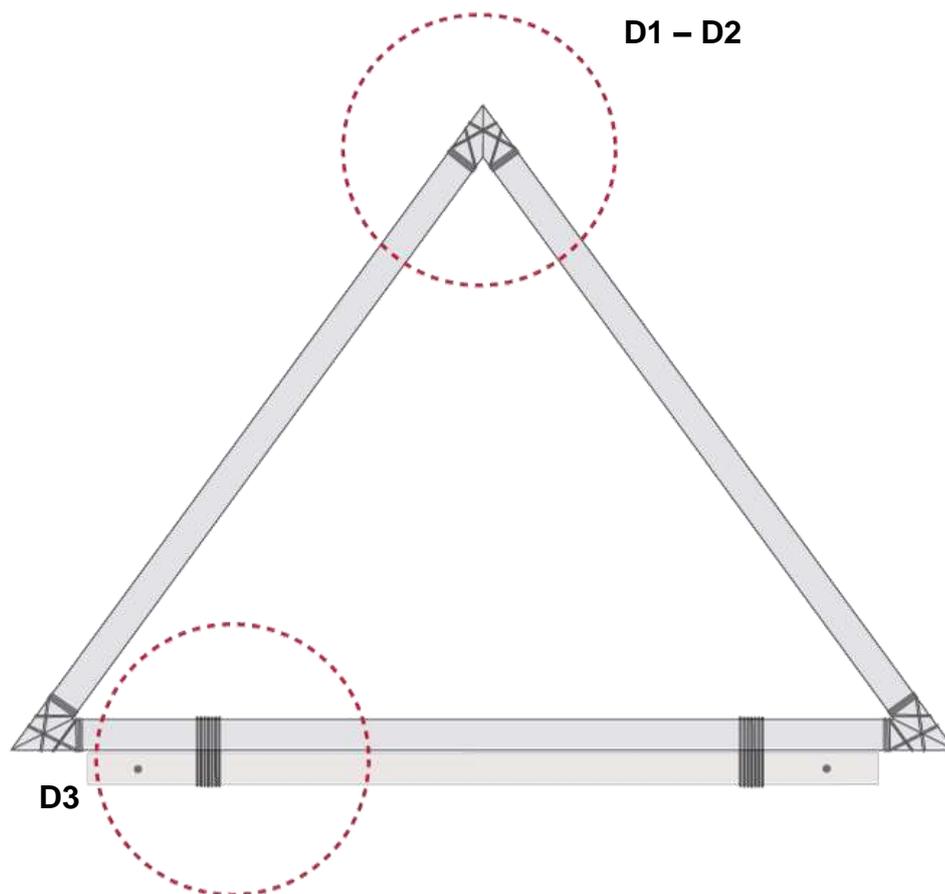
La idea es darle al usuario un espacio funcional, que cause bienestar es un punto muy importante dentro de la arquitectura, somos parte de su desarrollo psicológico, emocional; un espacio acogedor plasmará confort en sus ocupantes.



**Figura 142.** Materiales para armado de estructura para cubierta

**Fuente:** La autora

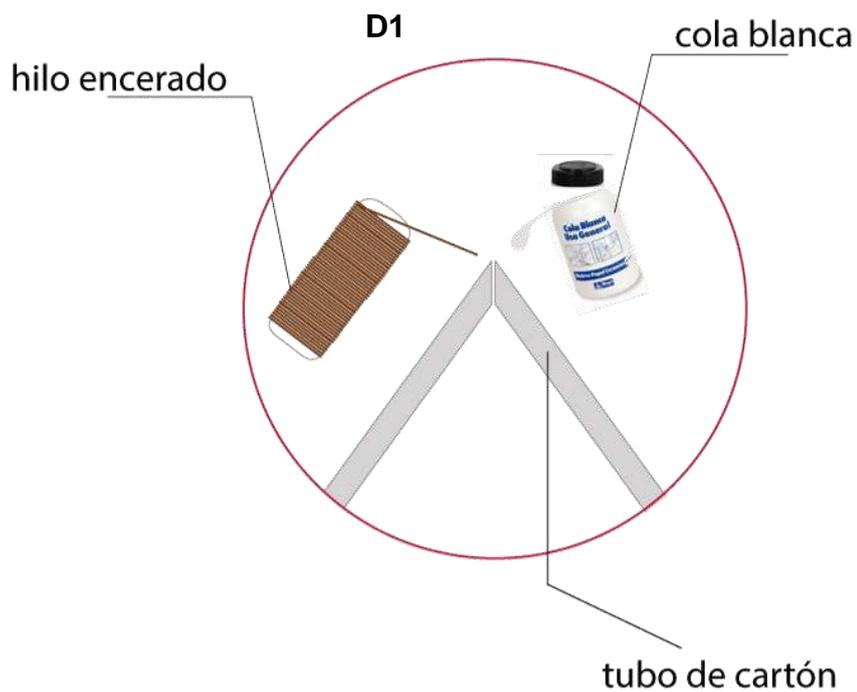
**Elaboración:** La Autora



**Figura 143.** Armado de pieza triangular para estructura de cubierta

**Fuente:** La autora

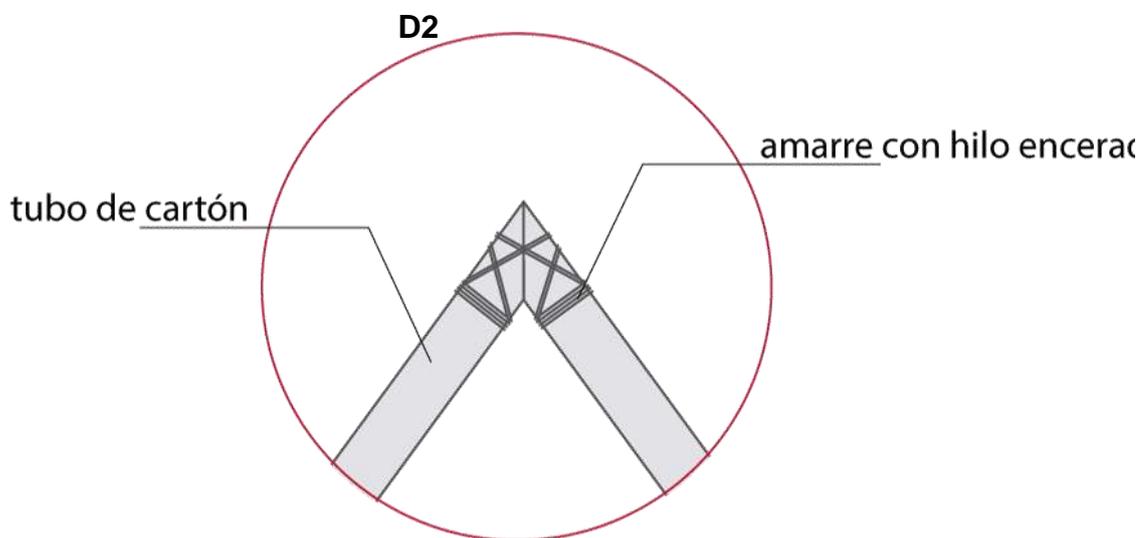
**Elaboración:** La Autora



**Figura 144 – Detalle 1.** Pegado de tubos en las esquinas

**Fuente:** La autora

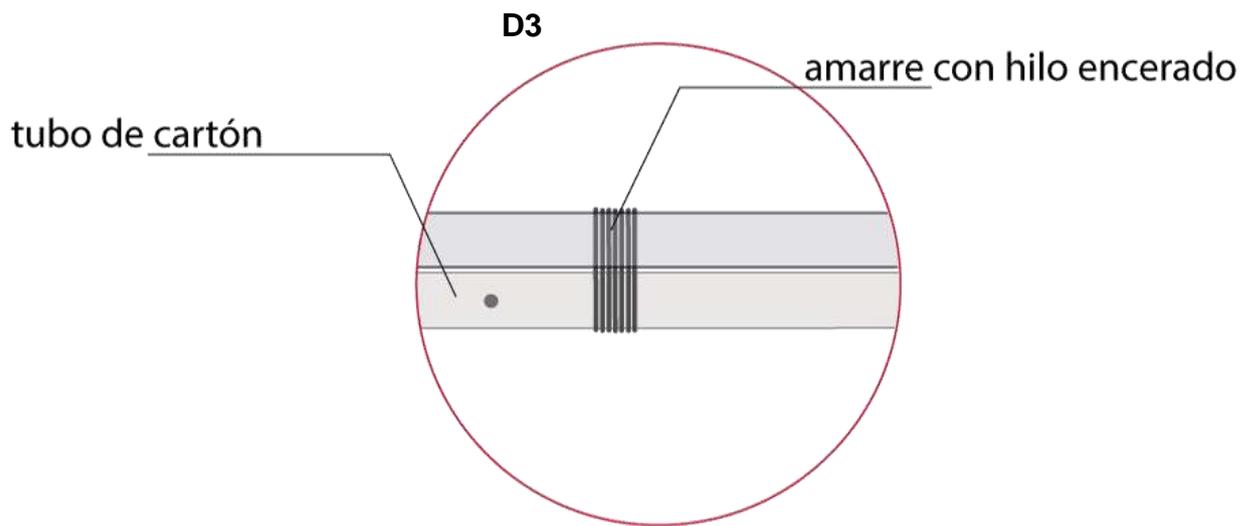
**Elaboración:** La Autora



**Figura 149– Detalle 2.** Amarre de tubos en las esquinas

**Fuente:** La autora

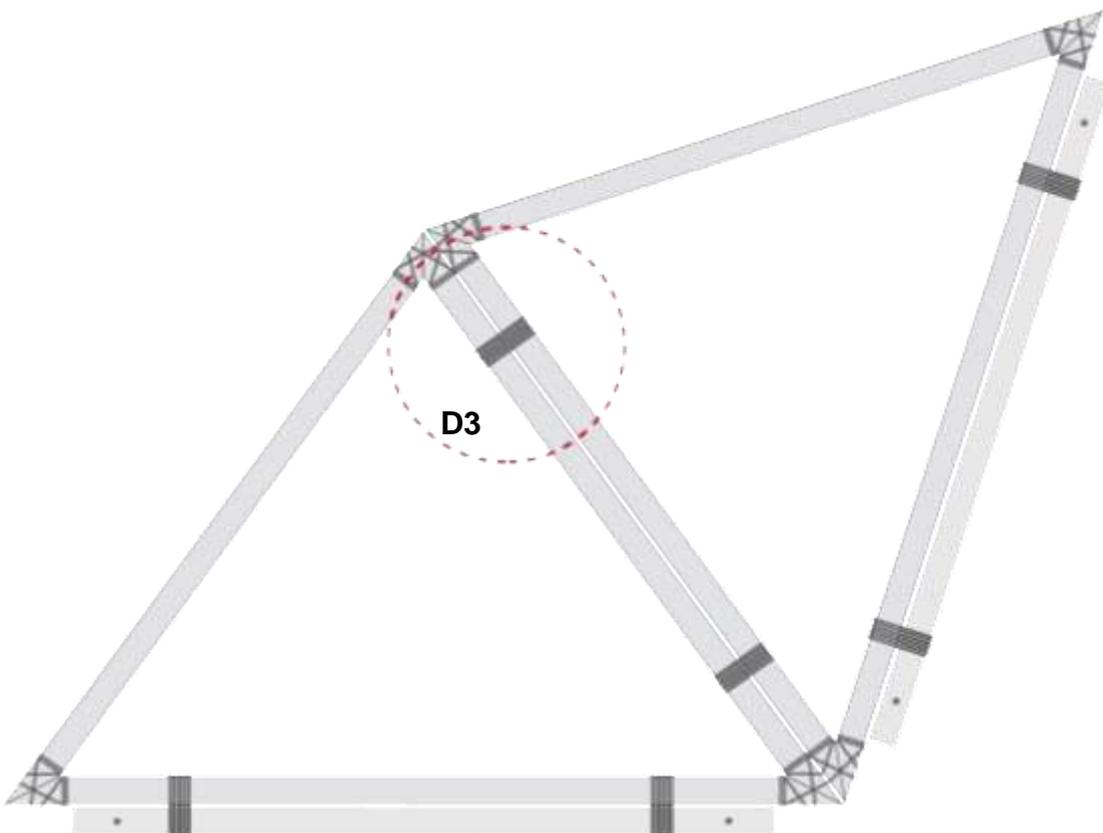
**Elaboración:** La Autora



**Figura 150– Detalle 3. Amarre** de tubos en la unión de tijeras con estructura superior

Fuente: La autora

Elaboración: La Autor



**Figura 151. Amarre** entre piezas triangulares de cubierta

Fuente: La autora

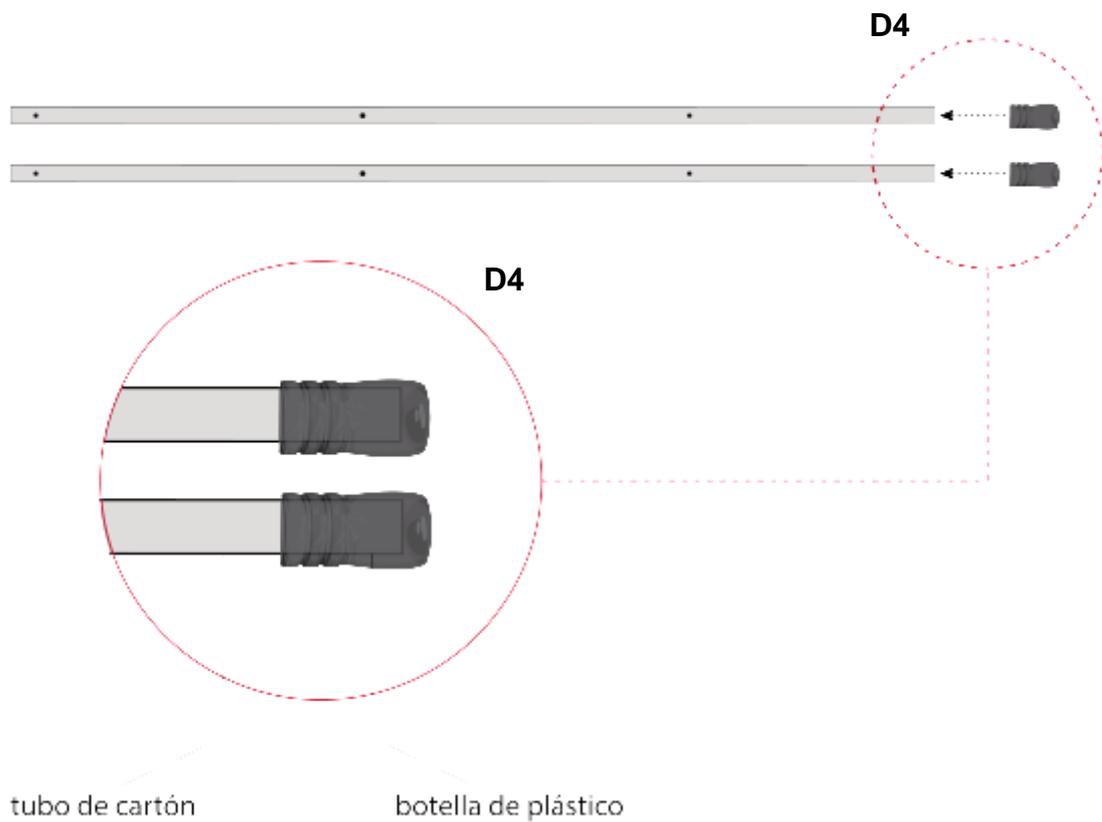
Elaboración: La Autora



**Figura 152.** Materiales para armado de sistema de tijeras

**Fuente:** La autora

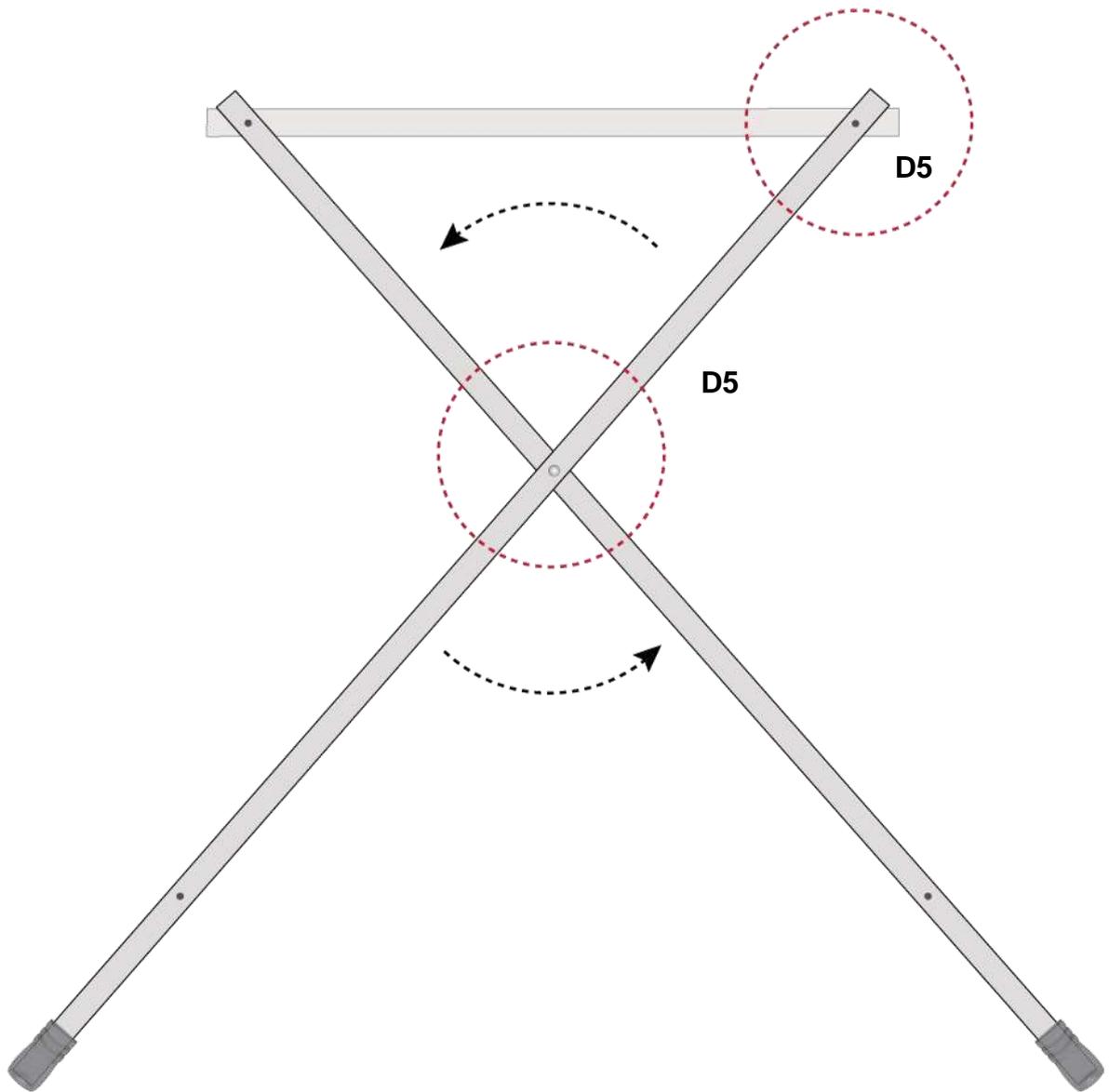
**Elaboración:** La Autora



**Figura 153- Detalle 4.** Colocación de botellas como aislante de la humedad

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



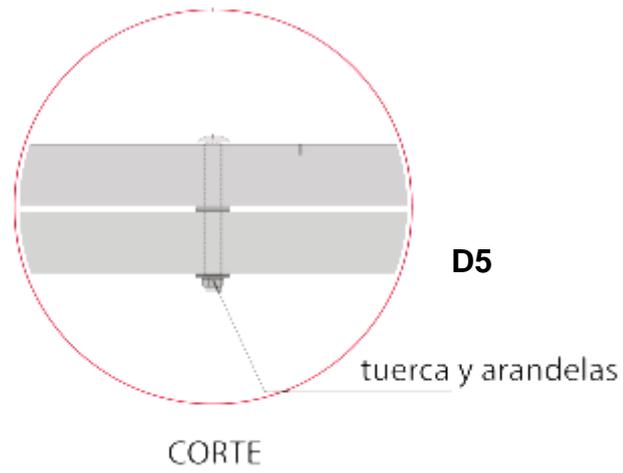
**Figura 154.** Unión entre tubos formando las tijeras

Fuente: La autora

Elaboración: La Autor

perno cabeza redonda

tubo de cartón



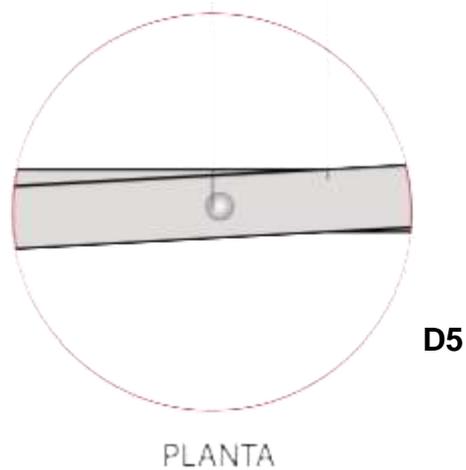
**Figura 155 - Detalle 5.** Colocación de pernos en tijeras

Fuente: La autora

Elaboración: La Autora

perno cabeza redonda

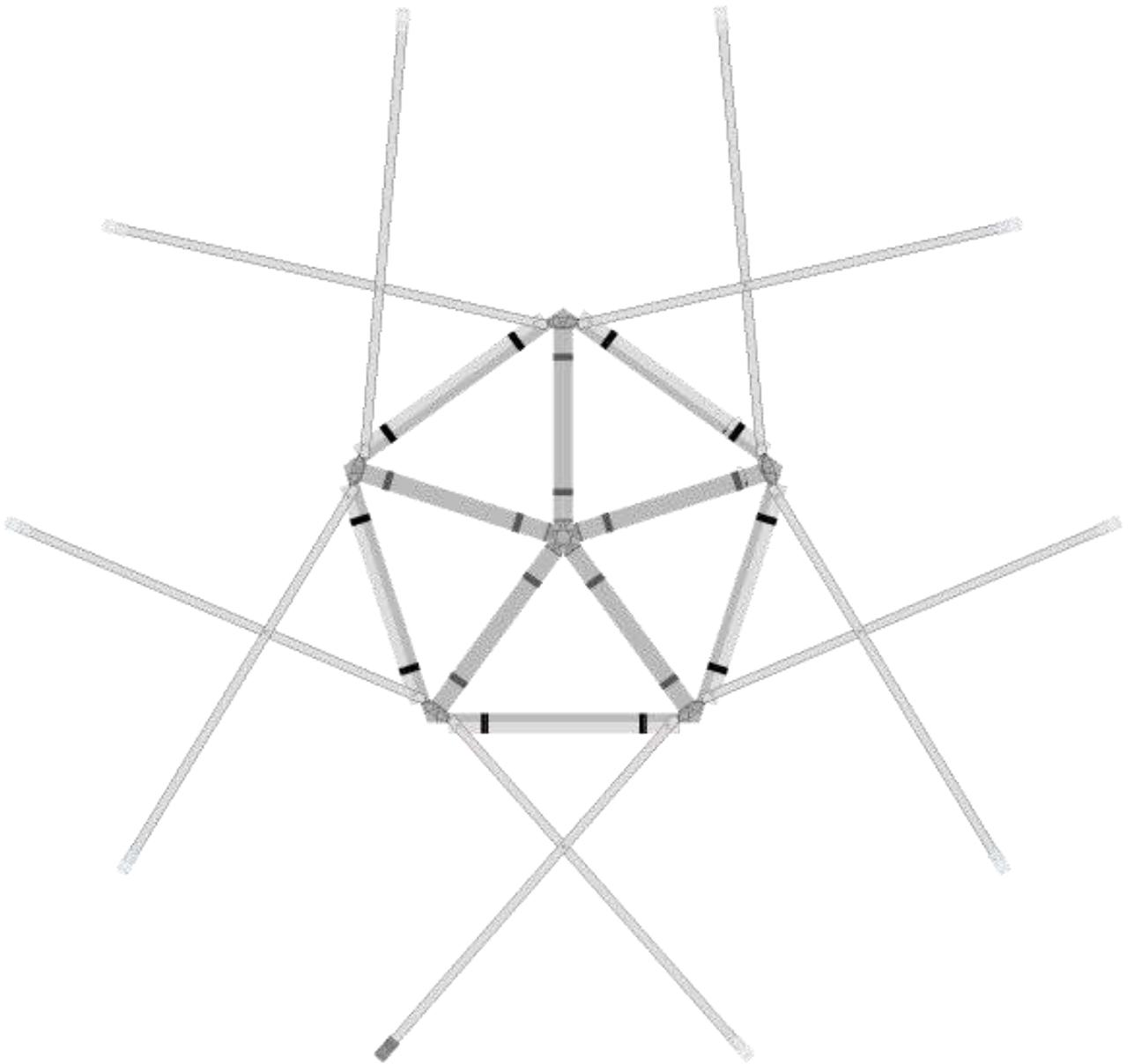
tubo de cartón



**Figura 156 - Detalle 5.** Colocación de pernos en tijeras

Fuente: La autora

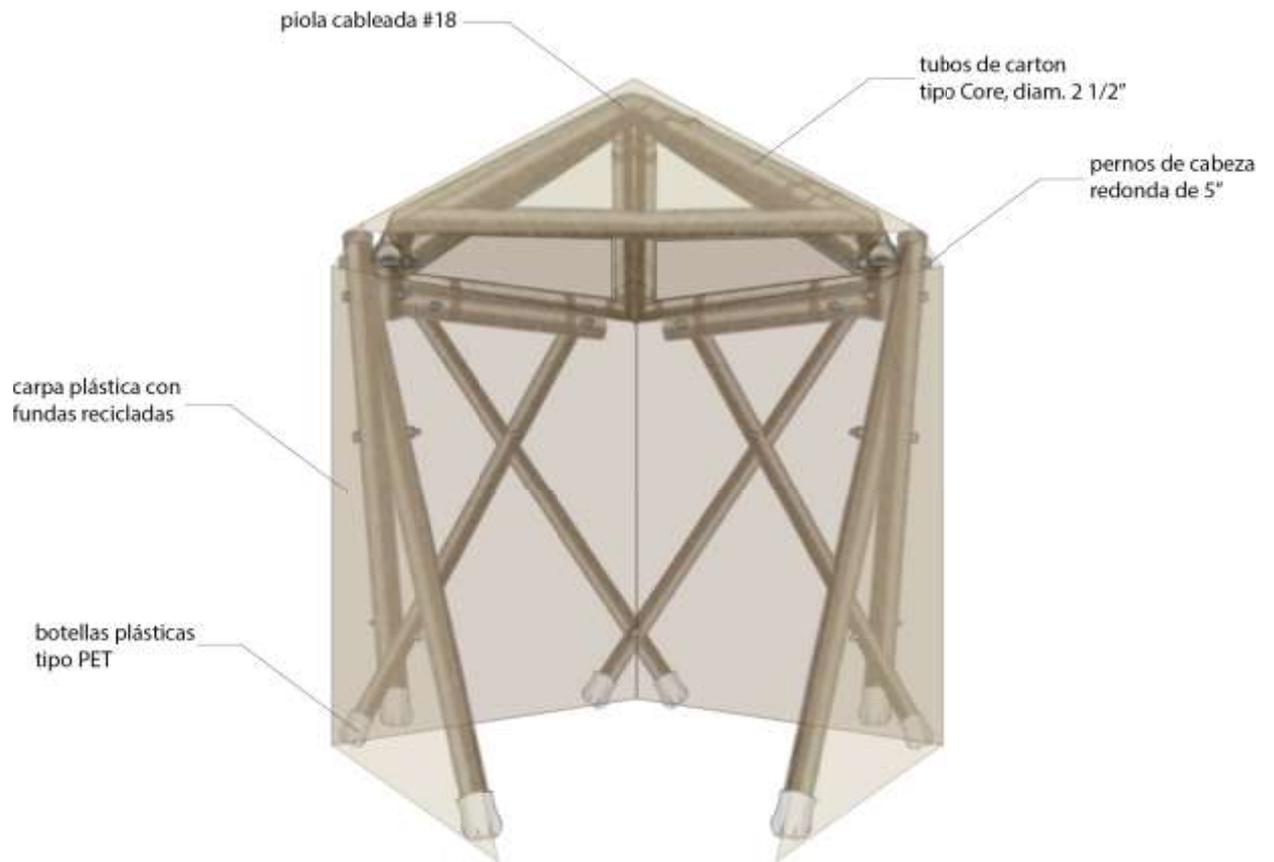
Elaboración: La Autora



**Figura 157.** Detalle de módulo desplegado

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



**Figura 158.** Módulo arquitectónico armado completo  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora



**Figura 159.** Sistema de Plegado para transporte de carpa  
**Fuente:** La autora  
**Elaboración:** La Autora

#### **4.2.3. Opciones de ubicación (ejemplo: Parque Recreacional Jipiro)**

Se toma como ejemplo el Parque Recreacional Jipiro, por ser un espacio en donde se resumen todos los microclimas de la ciudad a escala, teniendo en su interior amplias áreas verdes, plazas, pequeños bosques, riveras de río, espacios de campamento, canchas de cemento, etc., en donde se puede ubicar el proyecto según la necesidad del usuario.



**Figura 160.** Posible opción de ubicación (césped)

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



**Figura 161.** Posible opción de ubicación

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



**Figura 162.** Posible opción de ubicación

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



**Figura 163.** Posible opción de ubicación

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora



**Figura 164.** Posible opción de ubicación

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La autora

## CONCLUSIONES

- El diseño y construcción, utilizando desechos, permite personalizar el prototipo gracias a la variedad de texturas de los materiales.
- Por ser baratos y fáciles de conseguir, se reduce la mano de obra, el tiempo de instalación y adecuación.
- La arquitectura temporal, transformable, manipulable por el usuario, constituye consecuencias calculadas, deseadas o no, que cambian parcial o completamente la percepción que se tiene del diseño y de sus características estimulando la creatividad.
- Se logró proyectar un espacio que permite experimentar en forma y función sin alterar el espacio público más que con carácter temporal.
- La experimentación con varios materiales fue necesaria para darse en cuenta del nivel de trabajo que merece cada material, la resistencia que tiene y el aprovechamiento que se le puede dar al mismo en cuestión de costos y cantidad.
- Se decidió utilizar el cartón y plástico por ser dos materiales en mayor porcentaje de residuos generados en el país (referencia Guayaquil, cap. I, pág. 35).
- Los tubos de cartón se han utilizado por ser resistentes a la compresión, tienen un espesor considerable y sobre todo no están sometidos a fuerzas más que su propio peso.
- La impermeabilización del papel con cera es utilizada por las empacadoras para mejorar las propiedades, confiriendo protección para productos expuestos a medios húmedos, por lo que es ideal en combinación con el cartón.
- Se utilizaron sistemas sencillos de armado como tijeras y amarres para que sea fácil de entender y de fabricar, no solamente será útil para personas con base en la arquitectura sino para quien lo requiera.
- Es una estructura de fácil armado, fácil proceso de fabricación, fácil montaje, se requieren no más que de tres personas para realizarlo.

## RECOMENDACIONES

- Procúrese seleccionar los tubos de cartón que tengan mayor espesor y que se encuentren en mejores condiciones: no deben estar rotos o doblados, verificar si no sufren de humedad.
- Si tiene lascados los extremos, preferiblemente recortarlos para que no se despegue el cartón con el uso.
- Sostener el tubo por los extremos al omento de cortar o perforar, para que no se despeguen las capas de cartón, ya que es un material sensible en su manipulación.
- Es preferible amarrar los tubos de cartón con el hilo encerado antes de impermeabilizarlo con la cera ya que así tendrá una mejor adherencia al cartón.
- En caso de utilizar tubos más gruesos, se recomienda juntar las tijeras con varilla roscada.
- Se precisan de al menos 2 personas para sostener los tubos y otra para amarrar el hilo, para una mayor precisión.
- Es necesario armar por partes la estructura, empezando por la estructura de cubierta, luego las tijeras, se continúa uniendo las tijeras al cuerpo de la cubierta y finalmente se juntan con pernos las tijeras entre sí, levantando de esta manera la estructura completa.
- La carpa se fabrica luego de la estructura, teniendo en cuenta que pueden variar ciertas dimensiones de acuerdo al grosor de los tubos, son pequeñas medidas pero importantes.
- Se precisa limpiar las fundas de cualquier suciedad para mejor adherencia entre ellas.
- Tener en cuenta el tiempo de fundición y la temperatura de la plancha para mantener la homogeneidad en el plástico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abzac. (2008). Los tubos Abzac, 4. Retrieved from [www.abzac.com/images/pdf/PJ\\_espagnol/Los tubos alta fiabilidad.pdf](http://www.abzac.com/images/pdf/PJ_espagnol/Los_tubos_alta_fiabilidad.pdf)
- Allende Ponce, S. P., & Arriagada González, P. (2013). Polietileno de alta y baja densidad, 16.
- Aloxe. (2007). Wikimedia Commons. Retrieved from [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Montage\\_d%27une\\_yourte\\_murs.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Montage_d%27une_yourte_murs.jpg)
- Arias, P., & Seilles, M. (2014). Información Ambiental en hogares. *Ecuador En Cifras*, 4–46. <https://doi.org/10.13427/j.cnki.njyi.2014.01.027>
- Arq.com.mx. (2011). arq.com.mx. Retrieved from <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/11862.html#.WrC7NmrOXIX>
- Arquitectura, E. B. (2014). Arq.com.mx. Retrieved from [http://noticias.arq.com.mx/Detalles/18931.html#.Wq9r\\_2rOXIX](http://noticias.arq.com.mx/Detalles/18931.html#.Wq9r_2rOXIX)
- Arvelo, P. (2010). El verdadero Amazonas venezolano. Retrieved from <http://elverdaderoamazonasvenezolano.blogspot.com/2010/04/construccion-de-una-churuata.html>
- Baltzar, T. world of. (2014). baltzar. Retrieved from <https://baltzar.com>
- Bayona, D. (2017). Plataforma Arquitectura. *TUBOTELLA: Estudiantes Peruanos Desarrollan Estructura Modular Reciclada*. Retrieved from <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/875352/tubotella-estudiantes-peruanos-desarrollan-modulo-habitable-reciclado>
- Bodmer, K. (n.d.). ArchDaily. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/Tipi#/media/File:Tipi01.jpg>

Borja, J. (2003). *La Ciudad Conquistada*. (Alianza Editorial, Ed.).

Centers, R. T., & Hutch. (2014). thekaneko. Retrieved from  
<https://thekanekeo.org/seasons/truck-a-lecture/>

Cerero, M. (2014). Blog diario, hispavista. Retrieved from  
<http://arqefimera.blogspot.es/1389639834/jaima-arabe/>

COPRIN. (2017). COPRIN. Retrieved from <http://www.coprin.cl/aplicaciones-ceras-y-parafinas/>

Darwin. (2015). COLLECTIF PARENTHÈSE. Retrieved from  
<http://collectifparenthese.com/project/show/23>

Design, L. E. (2014). Archello. Retrieved from  
<http://www.archello.com/project/jewelry-studio>

Economía, R. (2013). El Telégrafo. Retrieved from  
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/ecuador-produjo-mas-de-1-400-millones-de-botellas-plasticas-en-2013>

Fracalossi, I. (2013). Plataforma Arquitectura. Retrieved September 7, 2017, from  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-288162/clasicos-de-arquitectura-la-casa-dymaxion-buckminster-fuller>

Franco, J. T. (2015). Plataforma Arquitectura. Retrieved from  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/767330/mexico-df-taller-de-construccion-con-bambu-levanta-22-pabellones-experimentales-en-la-unam>

Gabriel Comstock, Amy Jo Holtz, A. O. (2001). Rural Studio. Retrieved from  
<http://www.ruralstudio.org/projects/corrugated-cardboard-pod>

- Galdón, E. (2011). PROYECTOS 7 / PROYECTOS 8. Retrieved from <https://proyectos4etsa.wordpress.com/2011/11/05/casas-de-carton-shigeru-ban-kobe-turquia-1995/>
- Gómez, A. (2002). La cera de abeja, control y factores de calidad, 5.
- Griffiths, A. (2014). dezeen. Retrieved from <https://www.dezeen.com/2014/09/30/odda-loios-apartments-porto-multifunctional-modules/>
- Hider, J. (2017). Messy Nessy. Retrieved from <http://www.messynessychic.com/2017/02/02/the-futuristic-dwelling-machine-that-could-have-been/>
- Industriales, E. de I. (2014). Fabricación de Envases Plásticos Destinados a la Industria Alimenticia, 1–152. Retrieved from <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso11-12/Gema/envases-y-embalajes/memoriaplasticos.pdf>
- Intersindical, C. (2014). CONFEDERACION INTERSINDICAL. Retrieved from <http://www.sindicatoferroviario.com/DOCUMENTACION/SALUDLABORAL/LEGISLACION/dlep09.htm>
- Kronenburg. (2007). ARQUITECTURA QUE INTEGRA EL CAMBIO. In *FLEXIBLE* (p. 14).
- Lara Orellana, Fausto Andrés Zhigüe Álvarez, J. J. (2016). *Estructuras modulares paramétricas para espacios públicos de exposición*.
- Mariano. (2011). Tecnología de los plásticos. Retrieved from <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>
- Martinetti, P. L. (2017). Arquitectura revolucionaria. Retrieved from

<https://arquitecturadecarton.blogspot.com/2014/12/tubos-de-carton.html>

Medina, M. A. (2014). arQuitectura. Retrieved from

<https://energiayhabitabilidad2014.wordpress.com/2014/05/16/tubos-de-carton-un-material-sorprendente/>

Morales Guzmán, C. C. (2014). Proceso De Diseño De Sistemas Transformables, 14(1), 73–96. Retrieved from

<http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/moduloarquitecturacuc/article/view/640/5>

Nufrio, A. (1998). Empatías del Habitar. *Escala 181*.

Ocala. (2017). Costumbres medievales. Retrieved from

[http://www.costumbresmedievales.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=611](http://www.costumbresmedievales.com/index.php?main_page=product_info&products_id=611)

Oficial, L. B. G. (2011). La Bio Guía. Retrieved from

<http://www.labioguia.com/notas/la-regla-de-las-tres-r>

Oikos, C. (2000). *Manual de reciclaje de plásticos*.

Ponsford, M. (2016). CNN Estilo. Retrieved from

<http://cnnespanol.cnn.com/2016/01/15/shigeru-ban-los-palacios-de-papel-del-ganador-del-pritzker-podrian-durar-para-siempre/#0>

RAKOWITZ, M. (2004). MICHAEL RAKOWITZ. *paraSITE*. Retrieved from

<http://www.michaelrakowitz.com/parasite/>

Rivera-Zamora, A. (n.d.). Velas y Figuras de Cera de Abeja.

Roda, D. T. (2010). Tudo sobre plasticos. Retrieved from

<http://www.tudosobreplasticos.com/materiais/polietileno.asp>

Seguridad, F. D. E. D. D. E., Identificación, S., Producto, D. E. L., Compañía, Y. D. E. L. A., A, G. T. M. E. S. S., Panamericana, A. C., ... Rica, C. (2017). Parafina refinada, 1–9.

SUASNAVAS FLORES, D. F. (2017). *Degradación de materiales plásticos “PET” (polyethylene terephthalate), como alternativa para su gestión.*

Talamas, J. (n.d.). Tesis fin de Master.

Team, A. E. (2016). ArchDaily. Retrieved from <https://www.archdaily.pe/pe/794684/los-mejores-proyectos-universitarios-construidos-por-nuestros-lectores-2016>

Universo, E. (2008). El Universo. Retrieved from <https://www.eluniverso.com/2008/12/14/1/1430/4956F18455D14C95BCFFD7C7A46D0052.html>

Vergara, E. (2014). Plataforma Arquitectura. Retrieved from <https://www.archdaily.mx/mx/02-369472/en-detalle-especial-los-ensambles-de-madera-en-la-arquitectura-japonesa-tradicional>

Vinnitskaya, I. (2010). ArchDaily. Retrieved from <https://www.archdaily.com/89270/kiefer-technic-showroom-ernst-giselbrecht-partner>

## **ANEXOS**

## Parque Recreacional Jipiro como ejemplo de instalación del proyecto.

El Parque Recreacional Jipiro es el espacio que sintetiza todas las actividades temporales que se realizan dentro de la ciudad de Loja, además de contar con una alta concurrencia de los habitantes de toda la ciudad y sus visitantes por las actividades culturales que se realizan en éste.

### *Análisis y diagnóstico.*

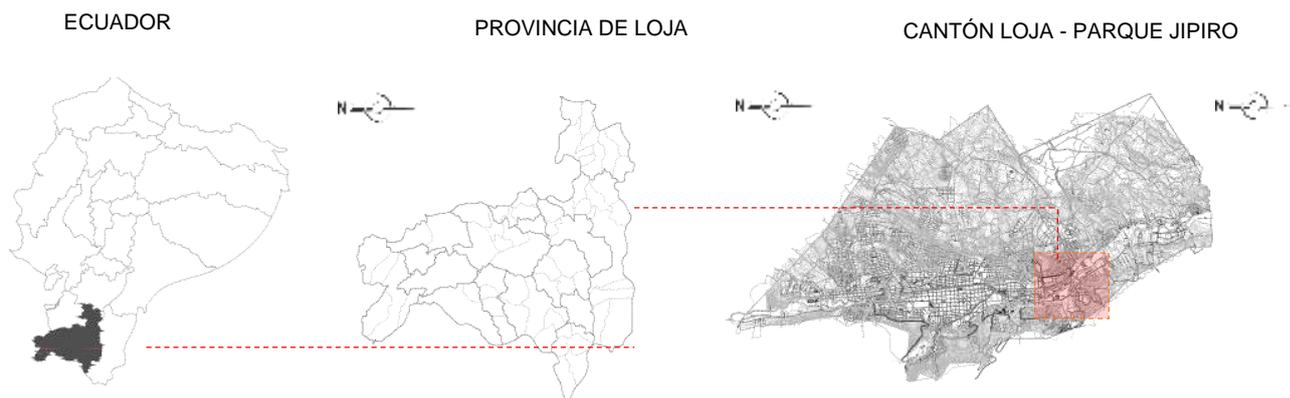
**Tabla A\_1.** Datos del Parque Recreacional Jipiro.

	UBICACIÓN:	Av. Salvador Bustamante Celi entre Daniel Armijos y Francisco Lecaro (Loja – Ecuador)
	LATITUD:	3°58'21"S
	LONGITUD:	79°12'14"O
	ALTITUD:	2060 msnm
	AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	1988
	ÁREA:	10Ha

**Figura A\_1.** Parque Recreacional Jipiro

**Fuente:** La autora

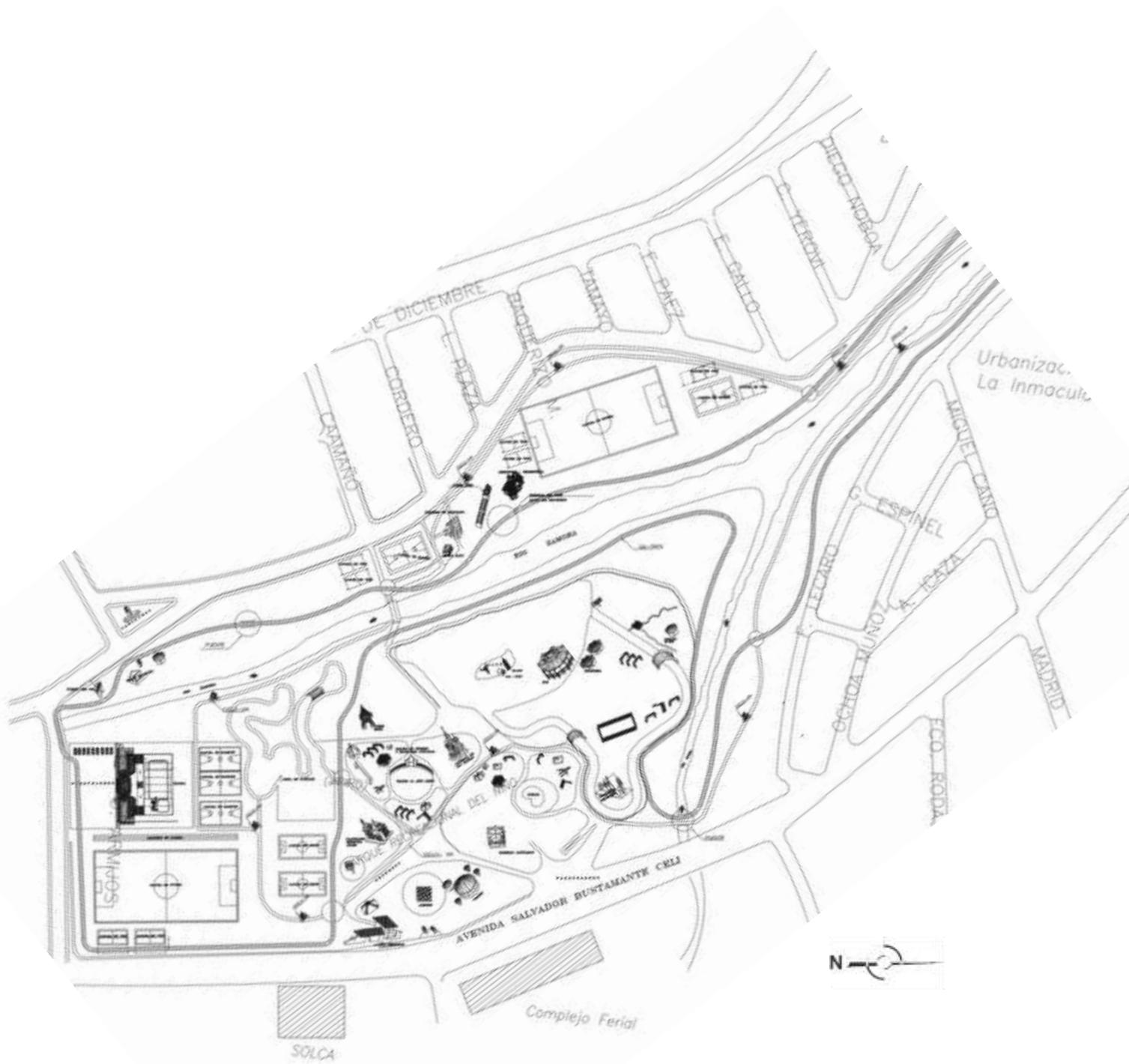
**Elaboración:** La Autora



**Figura A\_2.** Ubicación Geográfica del Parque Recreacional Jipiro

**Fuente:** La autora

**Elaboración:** La Autora



**Figura A 3.** Vista en Planta del Parque Recreacional Jipiro

Fuente: Plan de Ordenamiento Urbano de Loja 2009-2013

Elaboración: La Autora

## ZONIFICACIÓN

-  Áreas deportivas
-  Áreas verdes
-  Áreas de recreación



**Figura A\_4.** Zonificación del Parque Recreacional Jipiro  
**Fuente:** Plan de Ordenamiento Urbano de Loja 2009-2013  
**Elaboración:** La Autora

## EQUIPAMIENTO:

1. Mezquita Árabe
2. Templo Indomaláico
3. Catedral de San Basilio
4. Pirámide Maya
5. Cybertren
6. Pagoda China
7. Castillo Euro-latino
8. Laguna
9. Torre Eiffel



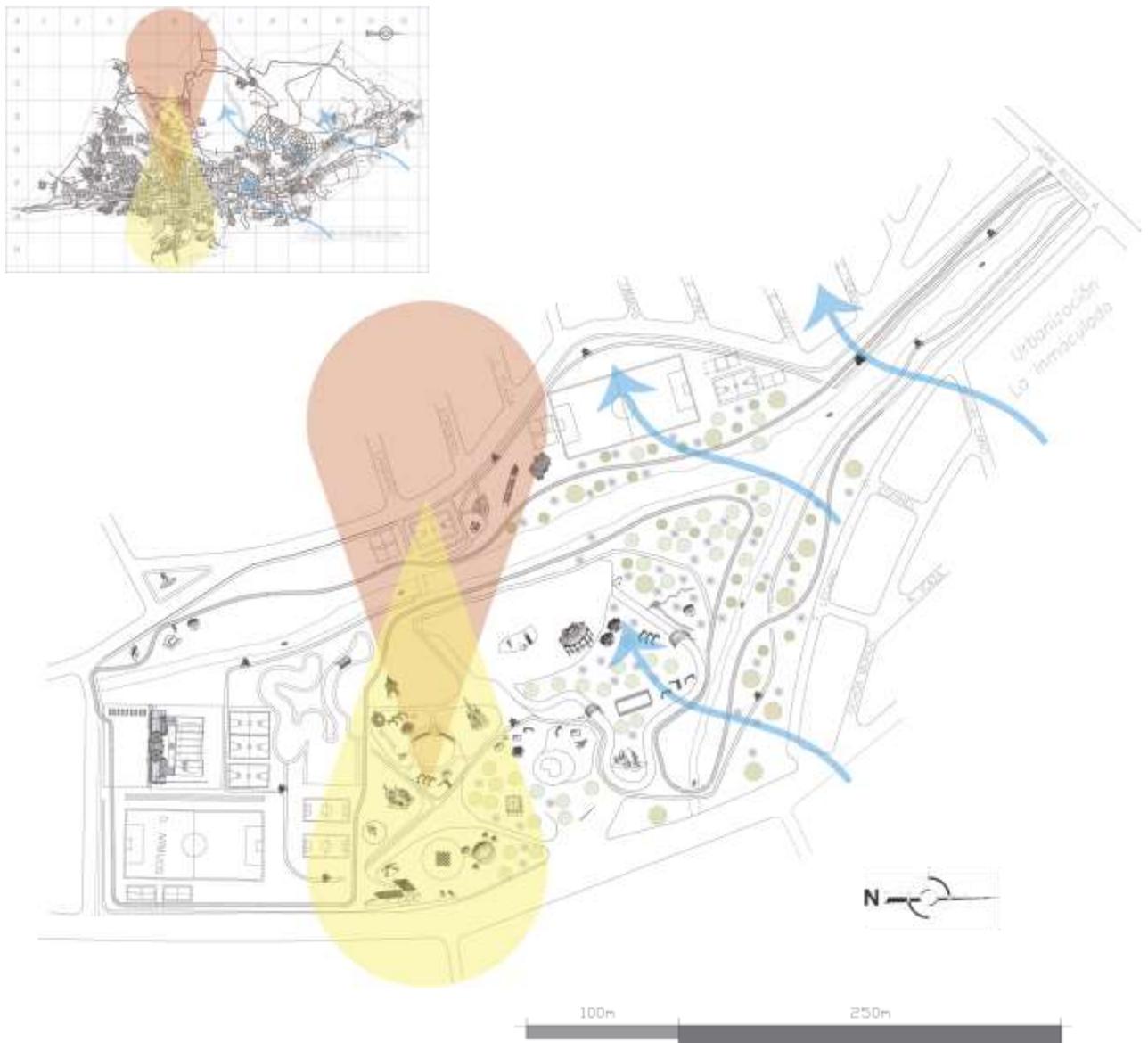
**Figura A\_5.** Equipamiento del Parque Recreacional Jipiro  
**Fuente:** Plan de Ordenamiento Urbano de Loja 2009-2013  
**Elaboración:** La autora

### ***Incidencia climática Loja - Parque Recreacional Jipiro***

**Tabla A\_2.** Datos de Incidencia Climática en la ciudad de Loja

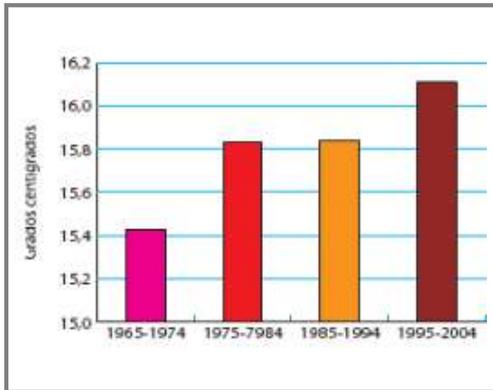
Área de clima temperado-ecuatorial, sub-húmedo (Hoya de Loja)
Temperaturas que fluctúan entre 16° y 21° C.
La humedad relativa media del aire en la urbe es de 75%, fluctuando entre 69 y 83%, existiendo mayor humedad de diciembre a junio, y menor humedad de julio a noviembre.
Las lluvias fluctúan alrededor de los 900 mm/año, y con una distribución homogénea, llueve más en el periodo enero-abril, y menos en el periodo julio-septiembre.
La precipitación máxima absoluta en 24 horas es de 65,4 mm
Junio y julio: llovizna tipo oriental (vientos alisos)
Mayor estiaje: octubre, noviembre y diciembre.
Soleamiento cerca de 1.600 horas al año, con valores más altos en los seis últimos meses, siendo noviembre el que detecta la mayor cifra de horas de brillo solar/día siendo de 5.3 horas/día.
Viento medio anual: 2.4. M/s. (julio y Agosto, con 3.9 m/s y 3.2 m/s.)
Rumbo del viento: NE - SO

**Elaboración:** La autora



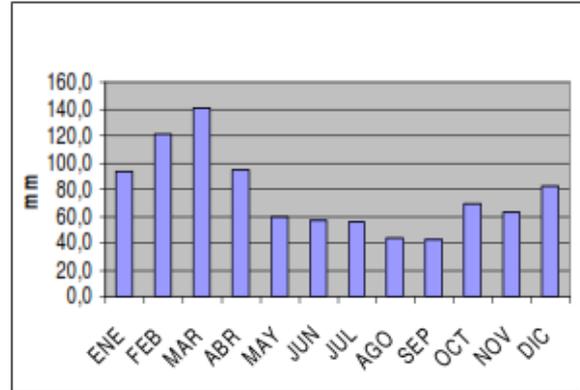
**Figura A\_6.** Mapa de Incidencia Climática en la ciudad de Loja y el Parque Recreacional Jipiro  
**Fuente:** Plan de Ordenamiento Urbano de Loja 2009-2013  
**Elaboración:** La autora

**Figura A\_7.** Distribución de la Temperatura Media de la ciudad de Loja



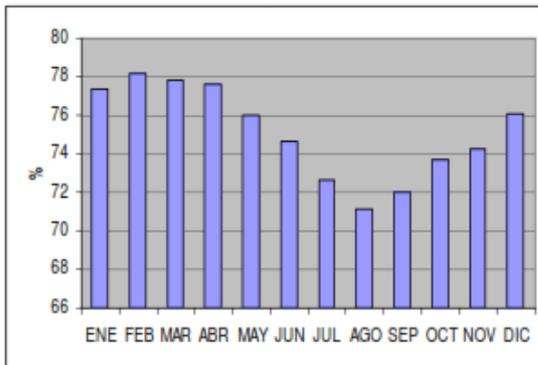
**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2005.

**Figura A\_8.** Distribución Anual de la Lluvia 1965-2005



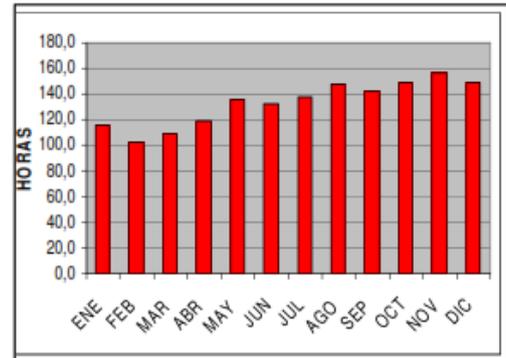
**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2005.

**Figura A\_9.** Humedad Relativa Media de Aire (%)



**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2005.

**Figura A\_10.** Horas de Brillo Solar Mensual



**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2005.

**Elaboración:** La autora

Se realiza un análisis contextual del Parque Recreacional Jipiro, con el fin de tener un tipo de variables existentes para la configuración del diseño del prototipo.

**Tabla A\_3.** Conclusiones del análisis contextual del Parque Recreacional Jipiro

<b>CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS CONTEXTUAL DEL PARQUE RECREACIONAL JIPIRO</b>			
CONTEXTO	ESTRUCTURA	VARIABLES AUXILIARES	CRITERIOS DE DISEÑO
FÍSICO	CLIMÁTICA	-La distribución de temperatura media de la ciudad de Loja, varía de un mínimo absoluto de 7,4°C hasta un máximo absoluto de 24,8°C, siendo el mes de noviembre el de mayor temperatura, con un máximo absoluto de 26°C.	- Elaboración de modelo con un sistema de ventilación cruzada.
		-La distribución anual de lluvia varía de 40 a 140 mm, siendo Marzo el mes con mayor precipitación.	- Aislamiento de la estructura del suelo para evitar contacto con el suelo húmedo. - Diseño de cobertura impermeable para evitar posibles filtraciones.
		-Las horas de brillo solar mensual, varían de 100 horas hasta 160 horas, siendo noviembre el mes con mayor número de horas solares en el día.	- Diseño de cobertura basado en la protección directa de los rayos del sol.
		-La humedad relativa media de aire, fluctúa entre el 71% y el 78%, siendo febrero el mes con mayor porcentaje de humedad relativa.	- Impermeabilización de la estructura para evitar deterioro y posible humedad del material (cartón).
	GEOGRÁFICA	-Terreno relativamente regular, la mayor parte de sus zonas son planas con una pendiente máxima del 2%.	-Diseño de estructura regular.

		-Diferentes tipos de suelo dentro de la misma zona: cemento, tierra, césped.	-Diseño flexible, acoplable a cualquier contexto.
URBANO	INFRAESTRUCTURA	Canchas deportivas, juegos infantiles, servicios sanitarios.	-Implantación del prototipo en diferentes sectores para mayor versatilidad y flexibilidad de usos.
	EQUIPAMIENTO	Equipamiento recreacional, equipamiento para ventas.	-Cubrir la necesidad de espacio para ventas informales y de corto tiempo.
SOCIAL	SOCIO-ECONÓMICA	El alquiler de una carpa con estructura de aluminio y cubierta de lona varía entre \$30 a \$90 diarios	-Abaratar costos con materiales alternativos que a su vez puedan ser reciclables o degradables.
	SOCIO-CULTURAL	Un gran número de personas visitan el Parque a lo largo de la semana por los eventos culturales que se realizan en el mismo.	-Presentar un modelo flexible que pueda ser utilizado en diferentes eventos o para diferentes fines.

**Elaboración:** La autora