



# UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

*La Universidad Católica de Loja*

## ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE ARQUITECTO

**Diseño de estructura efímera transformable con caña guadua, para uso en actividades eventuales en el espacio público de la ciudad de Loja. Su aplicación en la plaza de San Sebastián.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTOR:** González Mendoza, William Nilberto

**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-NY-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>*

2018

## APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Arquitecta Mgs.

Alexandra del Rosario Moncayo Vega

### DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Diseño de estructura efimera transformable con caña guadua, para uso en actividades eventuales en el espacio público de la ciudad de Loja. Su aplicación en la plaza de San Sebastián**, realizado por González Mendoza William Nilberto, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, enero de 2018

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo González Mendoza William Nilberto declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “Diseño de estructura efímera transformable con caña guadua, para uso en actividades eventuales en el espacio público de la ciudad de Loja. Su aplicación en la plaza de San Sebastián” de la Titulación Arquitectura, siendo la Mgs. Arq. 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 o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f. ....

Autor. González Mendoza William Nilberto

Cédula. 1104743297

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Nilberto y Zoila, quienes, a pesar de las adversidades, necesidades y problemas, nunca me negaron el apoyo para seguir adelante en mi camino de superación.

A mi querida esposa, quien ha sido pilar fundamental para continuar y con mucho esfuerzo y dedicación ha sabido apoyarme.

A mis queridos hijos, quienes son esa fuerza y luz para cada día dar el ciento por uno de esfuerzo, para poder ofrecerles un presente y un futuro mejor.

A mi familia y amigos que me han apoyado siempre de forma incondicional.

William.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, quien nos permite la vida, quien nos rodeó de seres tan especiales y queridos que siempre están al pie del cañón para apoyarnos y alentarnos.

A mis padres quienes me han apoyado incondicionalmente, tanto en mi vida estudiantil como personal.

A la Mgs. Arq. Alexandra Moncayo, quien, con su dedicación y empeño ha sabido guiarme no solamente durante el presente trabajo, sino también durante mi vida estudiantil, convirtiéndose en una amiga en quien se puede encontrar ese apoyo incondicional.

A todos los docentes y compañeros de aula que de una u otra manera me brindaron su apoyo en el presente trabajo, aportando sus ideas y observaciones en pos de mejorar el resultado del presente trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN .....	1
ABSTACT .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPITULO I.....	8
1. MARCO TEÓRICO.....	9
1.1. Sistemas Transformables.....	9
1.1.1. Generalidades.....	9
1.1.2. Antecedentes.....	10
1.1.3. Arquitectura Transformable en la actualidad.....	14
1.1.4. Definición.....	15
1.1.5. Clasificación.....	16
1.1.5.1. Arquitectura transformable estática permanente.....	16
1.1.5.2. Arquitectura transformable estática temporal.....	17
1.1.5.3. Arquitectura transformable móvil permanente.....	17
1.1.5.4. Arquitectura transformable móvil temporal.....	18
1.1.6. Principios de estructuras transformables.....	18
1.1.7. Aplicaciones.....	21
1.1.8. Arquitectura Efímera.....	23
1.1.8.1. Definición.....	23
1.1.9. Aplicaciones.....	26
1.2. El Bambú.....	28
1.2.1. Antecedentes.....	28
1.2.2. Definición.....	32
1.2.3. Guadua Angustifolia Kunh.....	33

1.2.3.1.	Propiedades Naturales.....	36
1.2.3.2.	Propiedades Ambientales. ....	38
1.2.3.3.	Propiedades Físico-Mecánicas. ....	38
1.2.3.3.1.	Características Mecánicas. ....	38
1.2.3.3.2.	Comportamiento Mecánico. ....	38
1.2.3.3.3.	Características Físicas.....	40
1.2.3.3.4.	Las Fibras.....	41
1.2.3.3.5.	Rotura.....	41
1.2.3.4.	Ventajas y Desventajas.....	42
1.2.3.4.1.	Ventajas.....	42
1.2.3.4.2.	Desventajas.....	43
1.2.4.	Ensamblajes y Uniones.....	44
1.2.4.1.1.	Teoría de uniones.....	44
1.2.4.1.2.	Uniones.....	46
1.3.	Espacio Público.....	51
1.3.1.	Concepto.....	51
1.3.2.	Actividades de exposición y comercio en el espacio público. ....	52
1.3.3.	Uso del Espacio Público y su Identidad.....	53
CAPITULO II.....		54
2.	ANÁLISIS DEL SITIO.....	55
2.1.	Metodología.....	55
2.2.	Análisis del caso de estudio.....	55
2.2.1.	Ciudad de Loja.....	55
2.2.2.	Plaza de San Sebastián.....	56
2.2.2.1.	Estado Actual.....	58
2.2.2.2.	Usos y Funciones.....	59
2.2.2.3.	Hitos de la Plaza.....	60
2.2.2.4.	Mobiliario.....	61
2.2.2.5.	Usos Diarios.....	62
2.2.2.6.	Intensidad de Uso.....	63
2.2.2.7.	Análisis FODA.....	64
2.2.2.8.	Registro de Actividades dentro de la Plaza.....	65
2.2.2.9.	Conclusiones.....	66
2.3.	Características del Mobiliario Utilizado en eventos Temporales.....	67
2.3.1.	Análisis Formal.....	68
2.3.2.	Problemas de Forma.....	68

2.3.2.1.	Distribución de las Cubiertas Temporales .....	71
2.3.3.	Análisis Funcional .....	72
2.3.3.1.	Ensamblaje de Carpas .....	72
2.3.4.	Análisis Constructivo .....	73
2.3.4.1.	Materialidad .....	73
2.4.	Análisis Proyectos Referentes .....	74
2.5.	Conclusiones y Estrategias Generales .....	79
CAPITULO III.....		80
3.	PROPUESTA .....	81
3.1.	Proceso de Diseño .....	81
3.1.1.	Desarrollo Formal.....	81
3.1.1.1.	Área de Intervención .....	81
3.1.1.2.	Principios de Diseño .....	82
3.1.1.2.1.	Modulación .....	82
3.1.1.3.	Módulo de Cubierta.....	84
3.1.2.	Desarrollo Funcional .....	87
3.1.3.	Desarrollo Constructivo .....	90
3.1.3.1.	Estructura .....	90
3.1.3.2.	Cobertura.....	92
3.1.3.3.	Anclajes y Uniones.....	94
3.2.	Documentación de la Propuesta.....	97
3.2.1.	Características Formales. ....	98
3.2.1.1.	Módulo Abierto: planta, elevación y perspectiva.....	99
3.2.1.2.	Módulo Cerrado: planta, elevación y perspectiva. ....	100
3.2.2.	Características Funcionales. ....	101
3.2.2.1.	Proceso de plegado del módulo .....	101
3.2.2.2.	Sistema de evacuación de aguas lluvias.....	102
3.2.2.3.	Variantes de Modulación (Ejemplos).....	103
3.2.3.	Características Constructivas.....	104
3.2.3.1.	Materialidad y componentes. ....	104
3.2.3.2.	Proceso Constructivo .....	105
3.2.3.3.	Detalles Constructivos .....	106
CAPÍTULO IV .....		112
4.	PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO. ....	113
4.1.	Obtención de guadua, corte y limpieza.....	113

4.2.	Fabricación de ensamblajes metálicos.....	114
4.3.	Armado de Pilote Central.....	116
4.4.	Armado de brazos.....	118
4.5.	Primera vista de estructura de módulo terminado.....	119
4.5.1.	Proceso de transformación del módulo.....	120
	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	121
	CONCLUSIONES.....	122
	RECOMENDACIONES.....	123
	BIBLIOGRAFÍA.....	124
	ANEXOS.....	127

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1.-	Intervención en Plaza Mataderos, Madrid. "Esto no es un paraguas".....	9
Ilustración 1-2.-	Jaima tienda de campaña de los Nómadas.....	10
Ilustración 1-3.-	Campamento militar Almogaver del siglo XIII.....	11
Ilustración 1-4.	Funcionamiento del Velarium.....	12
<b>Ilustración 1-5.</b>	<b>Aportes al desarrollo de la arquitectura transformable en la historia.....</b>	<b>13</b>
<b>Ilustración 1-6.</b>	<b>Módulo "ESTRAN".....</b>	<b>15</b>
Ilustración 1-7.	Clasificación _ Arquitectura Transformable.....	16
Ilustración 1-8.	Museo de Arte de Milwaukee.....	16
Ilustración 1-9 .	- Pabellón de Venezuela.....	17
Ilustración 1-10	Casas Modulares prefabricadas.....	17
Ilustración 1-11	Big M.....	18
Ilustración 1-12	Clasificación de las estructuras transformables.....	19
Ilustración 1-13	Clasificación de los nudos de las estructuras transformables.....	20
Ilustración 1-14.-	Ejemplos de tipos de transformación de estructuras.....	21
Ilustración 1-15.-	Aplicaciones de arquitectura transformable.....	22
Ilustración 1-16.	Arquitectura efímera dentro de una ciudad artificial en San Francisco.....	23
Ilustración 1-17.-	El Tabernáculo.....	24
Ilustración 1-18.-	Línea de Tiempo Arquitectura Efímera.....	25
Ilustración 1-19.	Refugios temporales plegables de Bambú - Ming Tang (China 2008).....	26
<b>Ilustración 1-20.</b>	<b>Refugios de tubo de cartón Shigeru Ban, terremoto de Haití.....</b>	<b>27</b>
Ilustración 1-21.-	Refugio emergente de cartón, Shigeru Ban.....	27
Ilustración 1-22.	Guadua, San Pedro de Vilcabamba.....	29
Ilustración 1-23.	Arq. Simón Vélez, referente colombiano en uso de la guadua.....	30
Ilustración 1-24.-	Centro Documental de Bambú Jorge Morán.....	30

Ilustración 1-25. Tableros Modulares para viviendas, Corporación Hogar de Cristo. ....	31
Ilustración 1-26. i. Bosque de guadua Colombia, d. Bambú en China.....	32
<b>Ilustración 1-27.-</b> Tallos de Guadua San Pedro de Vilcabamba .....	34
Ilustración 1-28. Guadua en Vilcabamba – Loja.....	36
Ilustración 1-29.- Características Físico- Mecánicas de la Guadua Angustifolia.....	40
Ilustración 1-30.- Corte transversal de Guadua, fibras en sus paredes. ....	41
Ilustración 1-31.- El nudo detiene la rotura longitudinal de la guadua. ....	42
Ilustración 1-32.- Diferente destajes de guadua .....	44
<b>Ilustración 1-33.</b> Unión de guaduas mediante ensamblajes metálicos .....	46
Ilustración 1-34. Unión con cuerdas.....	47
Ilustración 1-35. Unión Boca de Pescado .....	47
Ilustración 1-36.Unión Simón Vélez .....	48
Ilustración 1-37.- Unión con esferas metálicas T.Obermann.....	48
Ilustración 1-38.- Plaza de San Francisco, Domingo de Mercado, Quito 1780.....	51
Ilustración 1-39.- Exposición de Arte Plaza Central, Loja.....	52
Ilustración 1-40.- Plaza de San Sebastián, Loja, Ecuador.....	53
Ilustración 2-1.- Ubicación: Loja – Ecuador.....	55
Ilustración 2-2.- Ubicación Plaza de San Sebastián .....	56
Ilustración 2-3. – San Sebastián Espacio público histórico. ....	57
Ilustración 2-4. – Usos de la Plaza de San Sebastián durante el 2016 .....	66
Ilustración 2-5.- Cubiertas Temporales San Sebastián y El Valle.....	67
Ilustración 2-6.- Dimensiones de carpa Instalada en Evento Jueves Cultural. ....	68
Ilustración 2-7. – Problemas de visuales hacia el entorno construido. ....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. - Principales congresos de arquitectura transformable en Europa .....	14
Tabla 1-2. Propiedades de la Guadua Angustifolia .....	35
Tabla 1-3. Pates de la Guadua Angustifolia Kunh.....	37
Tabla 1-4.- Cuadro comparativo de compresión, Madera, Guadua, Acero.....	39
Tabla 1-5. – Consumo de energía para fabricar diferentes materiales. ....	43
Tabla 1-6. – Comparación entre tipos de uniones.....	45
Tabla 1-7. – Ensamblajes para unir guadua .....	49
Tabla 2-10. – Componentes materiales de carpas actuales.....	73
Tabla 3-1- Tabla de Precipitación Media Mensual. ....	86
Tabla 3-2.- Especificaciones técnicas Sika Boom .....	96

## **RESUMEN**

La necesidad de implementación de nuevos materiales, amigables con el medio ambiente, de mínimo consumo energético, nos incentiva a experimentar y usarlos en un tema urbano arquitectónico como la implementación de un módulo transformable de caña guadua que permita la apropiación de espacios públicos a través de la aplicación de este medio arquitectónico para el desarrollo de eventos en la plaza de San Sebastián de la ciudad de Loja.

La presente investigación plantea el diseño de una estructura transformable de carácter efímero, utilizando como material la caña guadua y ensamblajes metálicos que proporcionan la función de transformación al módulo.

**PALABRAS CLAVE:** guadua, transformables, espacio, público.

## **ABSTRACT**

The necessity of implementing innovative and eco-friendly materials with minimal energy consumption promotes the experimentation and use of such materials in an urban architectural theme such as the implementation of a transformable bamboo cane module that allows the appropriation of public spaces through the application of this architectural means for the development of events in the Plaza de San Sebastian of Loja city.

The present study proposes the design of a transformable structure of ephemeral character made of the cane guadua and metal assemblies that provide the transformation function to the module.

**KEY WORDS:** guadua, transformable, public, space.

## INTRODUCCIÓN:

A lo largo de la historia, los requerimientos espaciales del hombre siempre han sido similares, tanto en las necesidades como en la forma de responder a estas; este hecho provoca curiosidad por la exploración de nuevas soluciones espaciales, innovando de manera coherente el lenguaje arquitectónico al que se acostumbra; de esta manera, se propone una arquitectura alternativa con características flexibles, ajustables al contexto y sobre todo a los limitados recursos.

Por tanto, en esta investigación se propone optar por la aplicación de sistemas transformables que, faciliten la apropiación del espacio público.

Los sistemas transformables responden de manera muy eficiente a los constantes cambios en la arquitectura. En la actualidad, el tema de la arquitectura y tratamiento de equipamiento de los espacios públicos es muy básico y repetitivo existiendo problemas no solamente en lo que se refiere a la función espacial, sino también en lo estético y material, lo que ocasiona la destrucción tanto de los espacios construidos como de su entorno.

Así también, se busca el uso de materiales de carácter sustentable, ya que el campo de la construcción es quizá uno de los entes de desarrollo más importantes a nivel mundial, pero también una de las industrias de mayor producción de desechos contaminantes; es por ello, que se necesita el desarrollo técnico de los recursos naturales y renovables para poder construir de una manera sostenible que garantice una buena calidad de vida a largo plazo. Enfocándose no solamente en la proyección e inmediata construcción; sino que, tras el cumplimiento de vida útil, los desechos que se produzcan sean reciclables o reutilizables, manteniendo así el concepto de sostenibilidad.

Consecuentemente, se ha buscado innovar la materialidad utilizando la caña guadua como elemento constructivo de un sistema transformable que permita un mejor uso del espacio público.

Por tanto, con estas reflexiones, el presente trabajo de fin de titulación plantea el diseño de estructuras transformables y ecológicas, proponiendo el uso de la guadua. En el capítulo uno se presenta la investigación teórica referente al tema de arquitectura transformable, el bambú, sus características, manejo del material y conceptos de espacio público y su apropiación.

El capítulo dos contiene un análisis del caso de estudio (La Plaza de San Sebastián) desde lo Urbano, y su contexto inmediato, identificando sus diferentes cualidades sociales, espaciales y usos. Además, se analiza los módulos (carpas) usados actualmente en la plaza, desde el punto formal, funcional y constructivo.

Para finalmente en base a toda la documentación presentada, proponer una estructura transformable aplicada a la plaza de San Sebastián, realizando un proceso de diseño que dé solución a los problemas existentes y que nos derivan al diseño del módulo, con sus detalles constructivos y su imagen en la plaza de San Sebastián.

### **PROBLEMATIZACIÓN**

La industria de la construcción en nuestro país gana terreno cada día, hecho que lamentablemente va de la mano con la producción de desechos resultantes de las diferentes actividades referentes al campo de la construcción en sus diferentes etapas. Causando así un impacto ambiental que afecta directa o indirectamente a la salud de los habitantes actuales y futuros.

Para disminuir dicho impacto, se puede adoptar materiales ecológicos o sustentables. Pero en nuestro país como en la mayoría de los países Sudamericanos, no existe conciencia ecológica, y consecuentemente, no se impulsa la investigación para la experimentación y aplicación de dichos materiales.

*“En el Ecuador existen 14.366 establecimientos económicos dedicados a actividades relacionadas a la industria de la construcción como: Fabricación de productos metálicos, de hierro y acero (6.562), Actividades especializadas de construcción<sup>2</sup> (2.053), Fabricación de cemento, cal y artículos de hormigón (2.001), Extracción de madera y piezas de carpintería para construcciones (1.912), Venta al por mayor de materiales para la construcción (910), Construcción de proyectos, edificios, carreteras y obras de ingeniería civil (778) y Fabricación de equipo eléctrico, bombas, grifos y válvulas (150).” (INEC 2012)*

Así mismo, la tecnología utilizada en la construcción ecuatoriana no incluye materiales ecológicos, a pesar de la existencia de materia en base a la que se puede trabajar sea esta de tipo natural o reciclada, no se ha optado por la experimentación e industrialización de dichos materiales, mismos que ayudarían a contrarrestar la contaminación por desechos provenientes de la construcción.

Por otro lado, Loja es una ciudad que se desarrolla en un medio en el cual se vive de forma intensa las expresiones culturales en varios campos, mismas que ocupan el espacio público como escenario propio para dichas expresiones, sus plazas y parques son puntos permanentes de actividades, sobre todo de tipo cultural, por este motivo necesita persistentemente de estructuras que faciliten e impulsen el desarrollo de su uso.

Actualmente estas actividades se desarrollan utilizando estructuras muy rígidas que simplemente cubren la función de proteger de sol y lluvia (carpas), no se puede variar su estructura ni tamaño y por ende no se puede dar un carácter diferente acorde a la actividad que se vaya a desarrollar, a esto también se suma la falta de estética e identidad de estas estructuras.

Por tanto, es necesario dar ese impulso de la cultura y la integración de la población a través de intervenciones arquitectónicas efímeras en base a materiales ecológicos, que faciliten la flexibilidad de usos del espacio público de la ciudad, sobre todo en sus plazas.

### **JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de materiales sostenibles y amigables con el planeta se está tornando cada vez más evidente, y la demanda de consumidores de productos ecológicos está creciendo. Hoy en día, los productos ecológicos se realizan mediante una extensa gama de materiales. Varios materiales son completamente naturales, orgánicos, y otros son respetuosos con el medioambiente durante su producción.

A nivel mundial el uso de la caña guadua como material estructural se viene dando desde hace ya varios años, de forma muy tecnificada en países Orientales como China, La india, Japón, y de forma muy especial Indonesia, de la cual es importante mencionar la “Green School”, una unidad educativa levantada con bambú por John Hardy, ubicada en Balí, cuyo objetivo es la enseñanza del uso de materiales naturales y de forma especial el Bambú.

Por lo anterior, en las últimas décadas en países sudamericanos ya se explora de manera técnica el uso de la caña Guadua como material de construcción, Colombia por ejemplo tiene como principal referente al Arq. Simón Vélez, quién ha realizado hasta el momento numerosas obras utilizando este material como base constructiva.

Además. en nuestro país también se ha explorado de forma parcial el uso de este material, uno de sus precursores es el Arq. Jorge Morán quien lidera un laboratorio de eco materiales en la Universidad Santiago de Guayaquil para la tecnificación de este material que, además ya utilizado para construir viviendas de carácter social, un ejemplo de estas son las viviendas construidas por el MIDUVI en Monte Sinaí en Guayaquil para personas desalojadas de la Isla Trinitaria.

Uno de los aspectos potenciales a nivel nacional y local es la biodiversidad del Bambú en nuestro país existen 143 especies de Bambú, más conocido en nuestro medio como caña guadua. La biodiversidad, el carácter ecológico y las múltiples cualidades mecánicas y estéticas del material, además del bajo costo que puede representar el uso del mismo, son motivos muy fuertes para justificar la experimentación del material, además de que si bien a nivel nacional ya se viene explorando el material, en nuestra provincia aún no se ha desarrollado la experimentación de este, es por ello que se ha visto la necesidad de implementarlo en la solución de un problema puntual, que es la falta de estructuras que aporten al desarrollo de actividades de múltiple índole que se desarrollan en el espacio público de Loja.

Debido a la continuidad en las actividades de carácter sociocultural en la ciudad de Loja, y con más frecuencia en la plaza de San Sebastián, se tiene la necesidad de implementar una estrategia que aumente la variedad en estructuras que permitan desarrollar actividades de carácter público.

Para ofrecer una propuesta convincente y de buena calidad se pretende diseñar una estructura transformable, utilizando como material la caña guadua, que ha sido compañera de la humanidad desde épocas muy tempranas, pero solo en el siglo XXI se cree que dejara de ser un material de uso local.

## OBJETIVOS

### General:

Diseñar una estructura transformable de carácter efímero, utilizando como material la caña guadua, para actividades eventuales en el espacio público de Loja. Aplicado en este caso a la plaza de San Sebastián.

### Específicos:

1. Desarrollar una investigación documentada respecto a las diferentes variables:
  - Arquitectura Transformable
  - La Caña Guadua
  - Espacio Público
2. Realizar el análisis del caso de estudio, desde lo formal, funcional, y su contexto.
3. Realizar el diseño definitivo de la estructura sus diferentes acoples y detalles constructivos, partiendo de las actividades que se realizan en la plaza.
4. Construir un modelo prototipo de la estructura propuesta.

## HIPÓTESIS

Si la plaza de San Sebastián como espacio público es utilizada en diferentes actividades eventuales de tipo cultural, utilizando estructuras atemporales y monótonas, entonces es necesario contar con el diseño de nuevos módulos, o unidades transformables y efímeras, si utilizamos la caña guadua como material ecológico y sustentable, entonces se podrá realizar diferentes actividades con mayor funcionalidad, estética y eficacia y principalmente con visión de sustentabilidad urbano-arquitectónica.

**CAPITULO I**  
**MARCO TEÓRICO**

## 1. MARCO TEÓRICO.

### 1.1. Sistemas Transformables.

#### 1.1.1. Generalidades.

En el campo de la arquitectura, siempre ha existido la preocupación por innovar, el tema de arquitectura que caduca es más constante, no solo en lo que se refiere a la función espacial, sino también en lo estético, y esto motiva a transformar constantemente el entorno, que en particular se ve afectado por el adelanto de la sociedad.

Por lo que, la arquitectura transformable es una forma inteligente de solucionar problemas propios de ciudades complejas, ya que responden de manera muy eficiente a distintos cambios (sociales, culturales y ambientales), presentes en espacios de uso público, dando lugar a nuevas posibilidades de uso.



**Ilustración 1-1.-** Intervención en Plaza Mataderos, Madrid. "Esto no es un paraguas".

**Fuente:** <http://arquitecturaynaturalezabajoelsol.blogspot.com>

**Elaboración:** <http://arquitecturaynaturalezabajoelsol.blogspot.com>

*“La des-materialización es libertad y movimiento; los objetos se disuelven en el cuerpo, se convierten en cuerpo, portátiles y ligeros”. (Echavarría, 2008).*

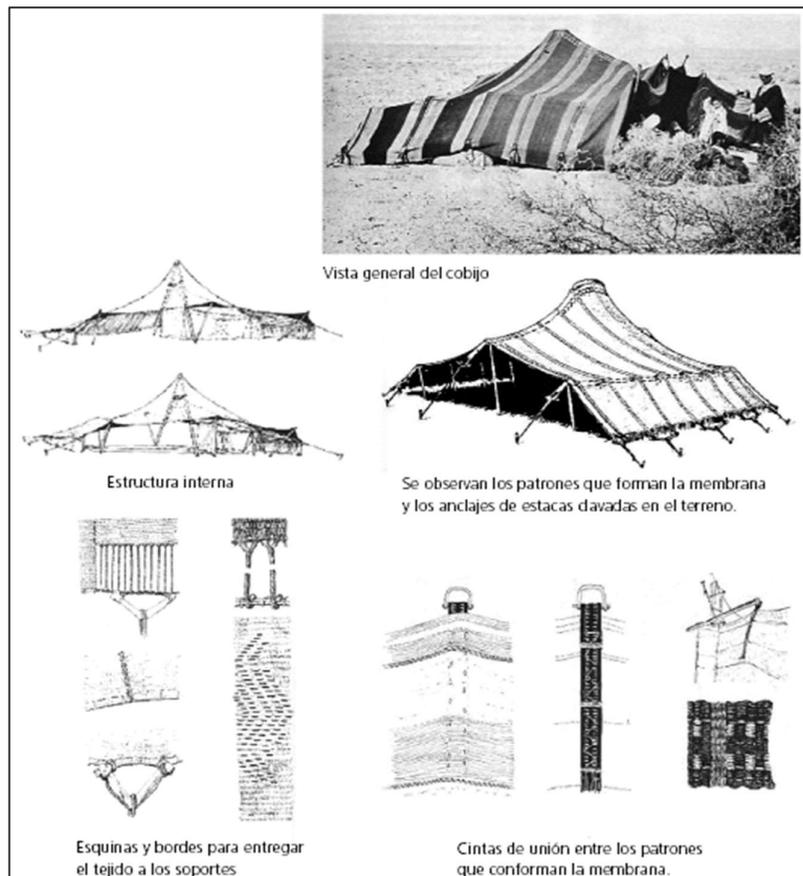
Es importante destacar que, para el diseño de un sistema plegable y transformable eficaz, este tiene que ser, flexible, modulado (prefabricado) y de fácil transformación; al existir estas tres cualidades se puede obtener una buena adecuación geométrica. (Morales Guzmán, 2014)

(...) se consolidan las estructuras transformables como un sistema estructural viable, ya que resuelven problemas constructivos, de montaje, proceso de despliegue, así como

también de estabilidad estructural, resistencia al desgaste, diseño de nudos, accesorios de reagudización y cubierta.(Calvo & Sanz, 2011)

### 1.1.2. Antecedentes.

Actualmente, la arquitectura transformable puede parecer novedosa y una rama de la arquitectura muy poco explorada, pero ha estado presente desde hace tiempo. Las Tribus primitivas nómadas del ubicadas cronológicamente en el 3,000 a.C. utilizaban como refugio la “Jaima” (Ilustración 1-2), se trata de una membrana que funciona como estructura y cubierta a la vez, se consigue dándole forma a la membrana y tensándola, trabajando a tracción. (Talamás, 2014)



**Ilustración 1-2.-** Jaima tienda de campaña de los Nómadas.

**Fuente:** [http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-96012007000300002&lng=es](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-96012007000300002&lng=es)

**Elaboración:** [http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-96012007000300002&lng=es](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-96012007000300002&lng=es)

Son los circos también una representación de la arquitectura temporal ancestral, su historia se remonta al legado de la cultural de algunas civilizaciones antiguas, como: China, India, Grecia, Roma, Egipto, etc.

En estas sociedades, aproximadamente 3.000 años atrás, los utilizaban como campamentos para la preparación de guerreros, rituales religiosos y prácticas festivas. (Ilustración 1-3)

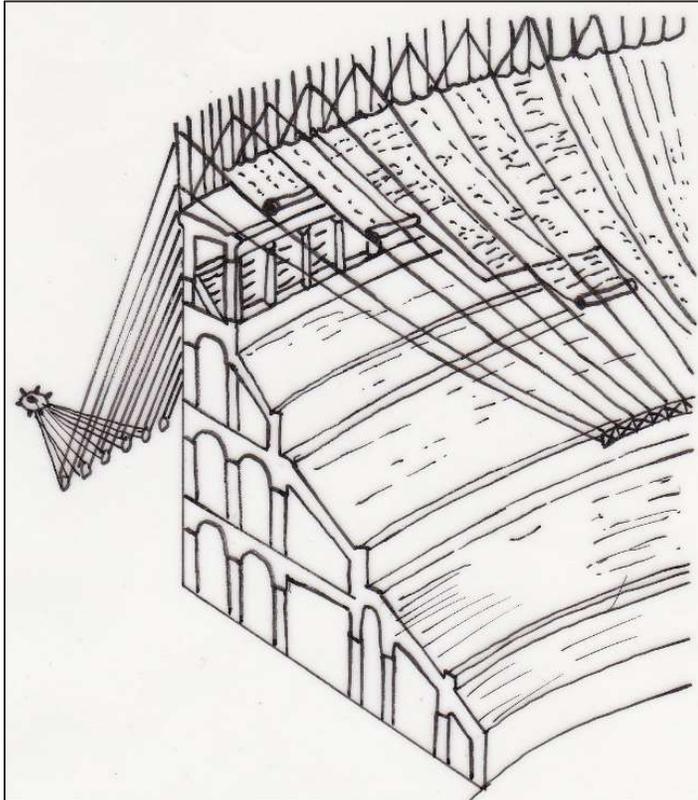


**Ilustración 1-3.-** Campamento militar Almogaver del siglo XIII.

**Fuente:** <https://www.blogcamping.com/la-tienda-de-campana-en-la-antiguedad/>

**Elaboración:** <https://www.blogcamping.com/la-tienda-de-campana-en-la-antiguedad/>

Actualmente se sigue usándose la tienda de campaña militar, ejércitos medievales fueron albergados en tiendas eficientes. De estructura aporticada de madera, que trata de asemejarse a lo que sería un cerramiento prefabricado de piedra. (Rodríguez González, 2007).



Por otro lado, el llamado “Velarium” (Ilustración 1-4), ubicado en el Coliseo Romano es otro ejemplo relevante, su construcción data del año 80 d.C. el cual consistía en una gran carpa que estaba diseñada para proyectar sombra hacia el interior del anfiteatro y proteger aproximadamente a 50,000 espectadores para el cual tenía capacidad, la lona se extendía mecánicamente por medio de poleas. (Talamás, 2014)

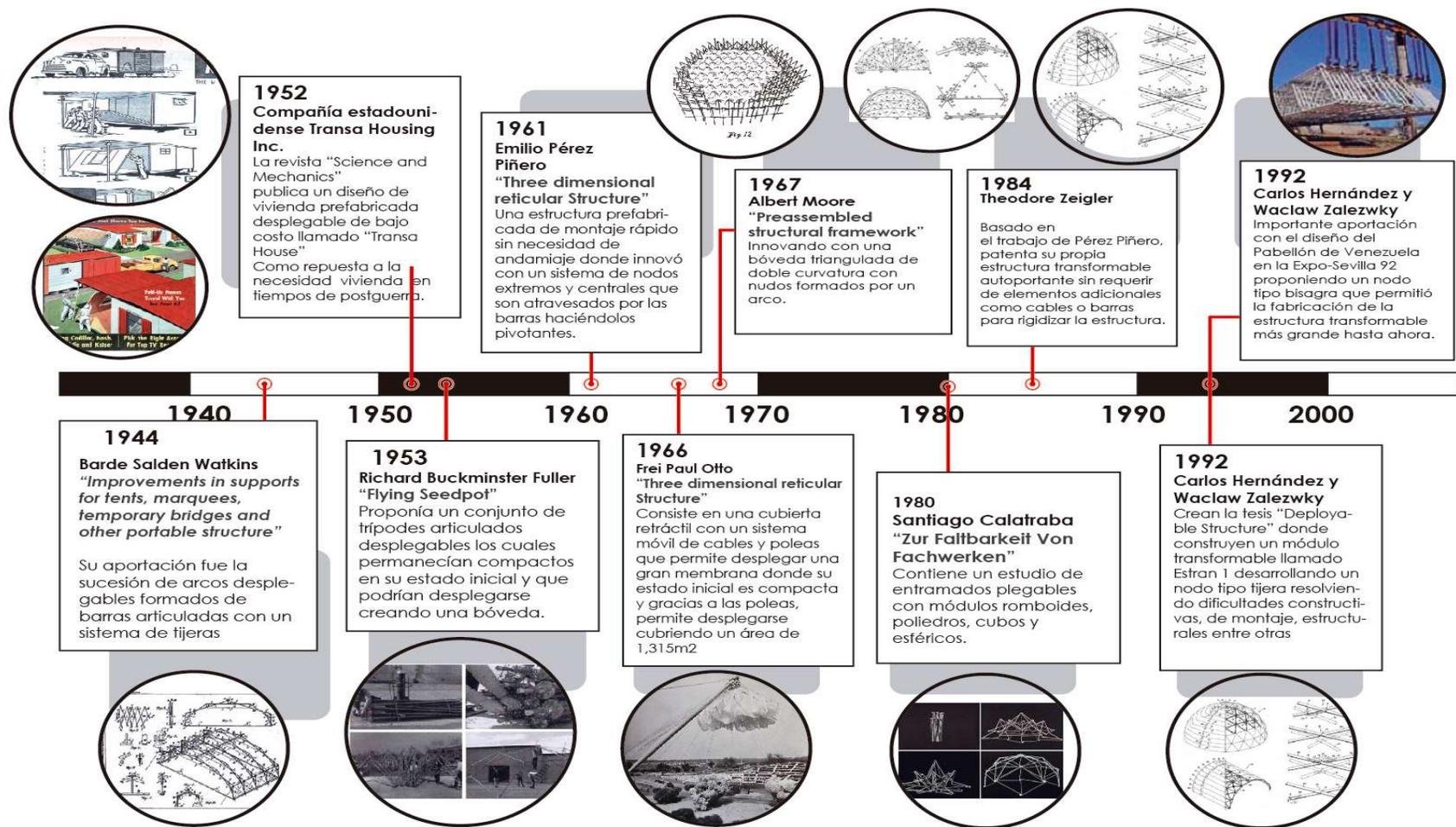
**Ilustración 1-4.** Funcionamiento del Velarium.

**Fuente:** <http://ken-wct.blogspot.com/2014/12/precedent-study-analysis-online-forum.html>

**Elaboración:** <http://ken-wct.blogspot.com/2014/12/precedent-study-analysis-online-forum.html>

*“Los tiempos de guerra y la arquitectura de emergencia han impulsado siempre el desarrollo de nuevas técnicas, reduciendo el enfoque en el diseño estético, pero generando ingeniosos y prácticos diseños, nuevos materiales, estructuras cada vez más livianas y de fácil montaje (...)”*  
(Echavarría, 2008).

El desarrollo de sistemas transformables se ha desarrollado a lo largo de la historia como una alternativa viable de solución de problemas utilizando nuevos sistemas y materiales que facilitan el uso y transporte.



**Ilustración 1-5.** Aportes al desarrollo de la arquitectura transformable en la historia.

**Fuente:** (Talamás, 2014)

**Elaboración:** El Autor

### 1.1.3. Arquitectura Transformable en la actualidad.

Talamás (2014) enuncia diferentes eventos, como: congresos, simposios, concursos, etc. que impulsan la investigación que se identifica con la arquitectura transformable o manejan de alguna manera temas de transformabilidad, cambio y que directamente potencialice a la arquitectura en cualquier de sus ramas. Lo cual es una muestra clara de que en la actualidad la arquitectura transformable, genera desarrollo un potencial en la arquitectura; algunos de estos eventos son:

**Tabla 1-1. - Principales congresos de arquitectura transformable en Europa**

CONGRESO	LUGAR	AÑO
Structural Morphology Group International Seminar	Londres, Inglaterra.	2011
TensiNet Symposium	Estambul, Turquía.	2011
TensiNet Symposium	Estambul, Turquía.	2013
Conference on Adaptation and Movement in Architecture	Toronto, Canada	2013
Simposio Anual IASS	Toronto, Canada	2013
Simposio Anual IASS	Wroclaw, Polonia	2013
Star Structural Architecture	Sevilla, España	2013
Congreso de Transformables	Sevilla, España	2013
Congreso Maras (4th International Conference on Mobile, Adaptable and Rapidly Assembled Structures)	Ostend, Bélgica.	2014
The 2014 International Conference on High Performance and Optimum Design of Structures and Materials	Ostend, Bélgica	2014

**Fuente:** (Talamás, 2014)

**Elaboración:** El Autor.

Teniendo en cuenta estos sucesos importantes para la arquitectura transformable, se permite determinar su potencial además de reconocer entidades que están involucradas en el tema. Existen varios entes educativos, grupos de investigación y estudios que están relacionados actualmente en temas de adaptabilidad y transformabilidad, cuyo objetivo principal es dar solución a necesidades de este medio que por catástrofes naturales o provocadas se ven afectados y requieren de la ayuda directa de la arquitectura.

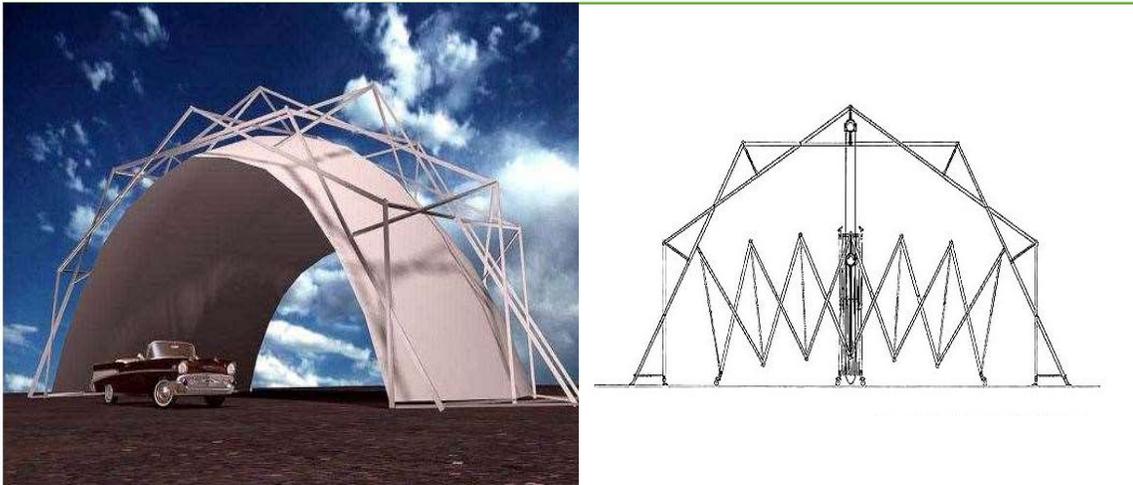
#### 1.1.4. Definición.

Según la RAE:

**Estructura.** - Disposición o modo de estar relacionadas las distintas partes de un conjunto.

**Transformable.** - Transmutar algo en otra cosa.

El concepto de arquitectura transformable no es nuevo, desde el origen de la arquitectura como respuesta a las necesidades espaciales del hombre, se han empleado diferentes conceptos que se pueden considerar como parte de la arquitectura transformable. Elementos tan básicos como puertas y ventanas forman parte de este tipo de arquitectura, ya que no solo cumplen la función de dar paso o cerrarlo, ambos casos el hecho de cerrar o abrir cualquiera de los dos elementos, producen cambios muy drásticos en el ambiente de la habitación en la que se encuentren.



**Ilustración 1-6.** Módulo "ESTRAN".

**Fuente:** [http://www.grupoestran.com/portafolio/est\\_transformables/00-an-co-et-estran1/](http://www.grupoestran.com/portafolio/est_transformables/00-an-co-et-estran1/)

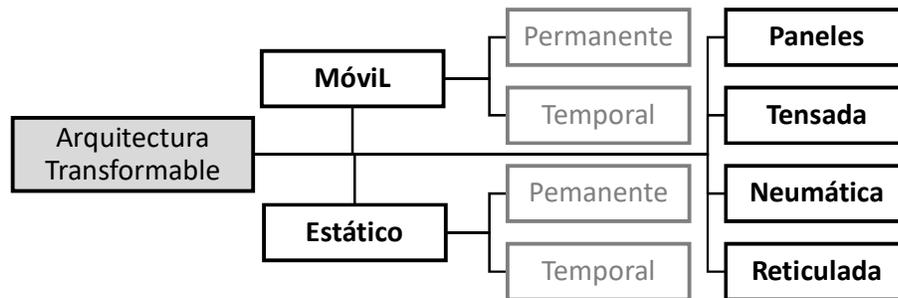
**Elaboración:** El Autor

Partiendo de este ejemplo (Talamás, 2014) define a la arquitectura transformable como:

*"(...) toda aquella que por medio de mecanismos permita el movimiento de sus diferentes elementos, durante el emplazamiento en el sitio de la obra o en el transcurso de su vida útil, ya sea para permitir la optimización del espacio, cambiar de utilización del mismo, brindar protección móvil o la aplicación de elementos móviles en el proceso de la construcción o despliegue pudiendo quedar la estructura fija temporalmente o permanentemente.*

### 1.1.5. Clasificación.

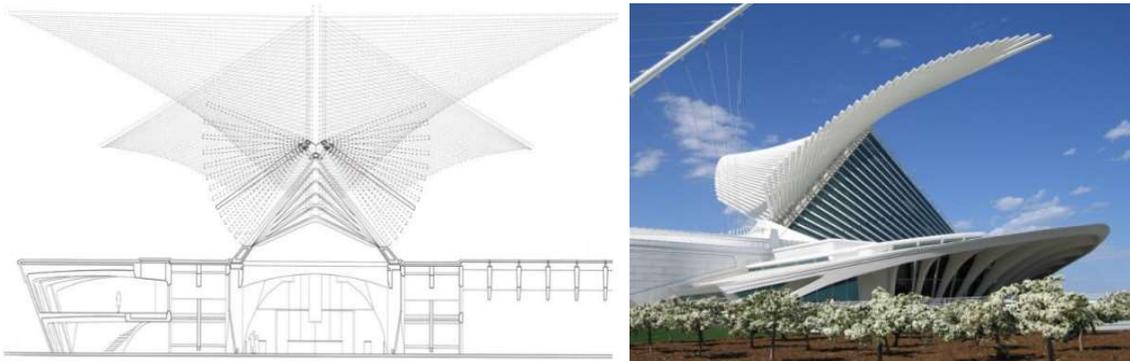
Talamás (2014) enuncia que este tipo de arquitectura se divide en cuatro diferentes categorías: las primeras dos, móvil y estática, mientras que las siguientes dos serían temporal y permanente, donde es el mismo caso, puede ser tanto permanente o temporal, pero imposible ser ambas. Por lo cual, todas las propuestas existentes de la arquitectura transformable forman parte de dos de estas cuatro clases dando lugar a las siguientes cuatro variantes. (Ilustración 1-7)



**Ilustración 1-7.** Clasificación \_ Arquitectura Transformable  
**Fuente:**(Talamás, 2014)  
**Elaboración:** El Autor

#### 1.1.5.1. *Arquitectura transformable estática permanente.*

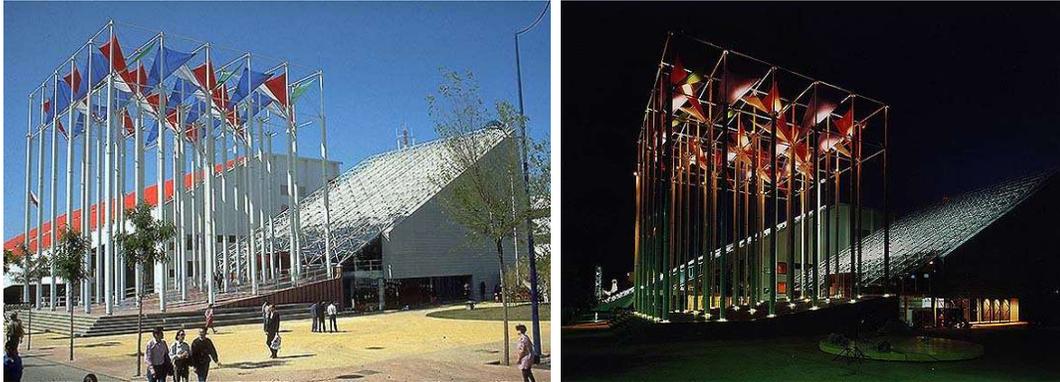
Los proyectos que encajan en esta variante son aquellos que aplican términos de transformabilidad ya sea en la ejecución en obra o durante el desarrollo de su vida útil. En cuanto son desplegados, es imposible realizar movimiento alguno en la estructura principal, pero al final se desmonta para ser trasladado a otro lugar.



**Ilustración 1-8.** Museo de Arte de Milwaukee  
**Fuente:** <http://www.arqhys.com/museo-de-arte-de-milwaukee.html>  
**Elaboración:** El Autor

### 1.1.5.2. *Arquitectura transformable estática temporal.*

Durante la ejecución de la obra no tienen elementos transformables que faciliten la construcción, pero una vez terminada la obra contiene una serie de elementos móviles que cambian su forma y estética exterior o interior sin la intención de ser retirados en un futuro, es decir, que queden permanentemente ubicados en el lugar de la construcción.



**Ilustración 1-9 . - Pabellón de Venezuela**

**Fuente:** <https://sites.google.com/site/rtearticulos2/home/-diseno/-diseno-carga/expandablestructureforthevenezuelanpavilionatexpo92>

**Elaboración:** El Autor

### 1.1.5.3. *Arquitectura transformable móvil permanente.*

Esta categoría cubre aquellas construcciones las cuales utilizan conceptos transformables antes y durante la ejecución de la obra y que al momento de estar en su forma final no es posible que regresen a su estado original.



**Ilustración 1-10 Casas Modulares prefabricadas**

**Fuente:** [www.ikons.id/tentang-rumah-prefab/](http://www.ikons.id/tentang-rumah-prefab/)

**Elaboración:** El Autor

#### 1.1.5.4. *Arquitectura transformable móvil temporal.*

Los proyectos arquitectónicos que tienen la capacidad de poder llegar a obra, cambiar de su estado original al estado final, permitan hacer uso de sus espacios y que, con el paso de un lapso, también permitan regresar a su estado original y poder ser trasladados y usados en otro sitio.



**Ilustración 1-11** Big M  
**Fuente:** Rodríguez, 2017  
**Elaboración:** El Autor

Además de esta clasificación que se define por las características de los elementos, también se puede dar una clasificación alternativa en base a la materialidad y a características.

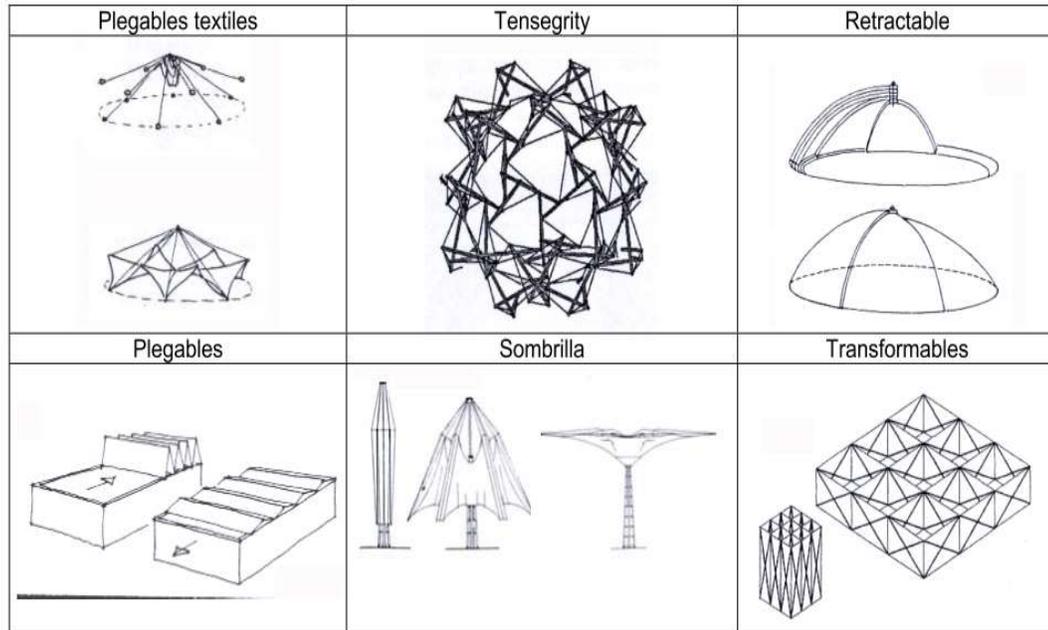
- **Paneles:** En donde todos los movimientos aplicados en un proyecto están siendo manejados principalmente en paneles de material variable.
- **Neumática:** Son membranas flexibles pretensadas por medio de aire a presión, usualmente rigidizadas por cables.
- **Tensada:** Son la que están formadas por membranas flexibles que emplean mástiles, tensores y cables para sostenerse, generalmente se usan para ciertas.
- **Reticulada:** Utiliza barras de diferentes materiales conectadas a través de diferentes nodos que le permiten una buena movilidad

#### 1.1.6. **Principios de estructuras transformables.**

Según Talamás (2014), el diseño de un sistema plegable eficiente tiene que ser, flexible, modulado y de fácil transformación; añadido a estas características es también importante la búsqueda geométrica de elementos que faciliten la función de apertura y cierre, admitiendo

que se puedan desarrollar en el menor tiempo posible, sin necesidad de utilizar elementos ajenos a la estructura.

Deben ser estructuras que se puedan configurar de forma variable, de forma prioritaria en el estado máximo de desplegado y además en el volumen mínimo posible.



**Ilustración 1-12** Clasificación de las estructuras transformables

**Fuente:** Rodríguez González, 2007

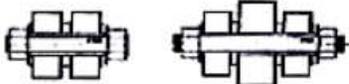
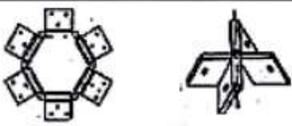
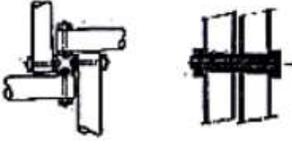
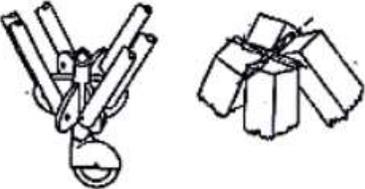
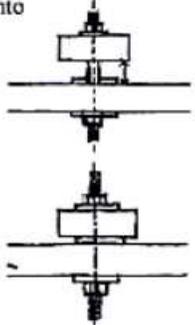
**Elaboración:** El Autor

En Rodríguez (2007) se exponen algunas tipologías de estructuras que cumplen con estos requisitos son:

- **Estructuras plegables textiles:** son estructuras que se pueden desplegar rápidamente a través de un sistema de poleas, cables y mástiles.
- **Cubiertas en tensegrity:** Siguen la tradición de las estructuras de Fuller No son desplegables, pero sí de rápido montaje a través de un sistema tridimensional, de cables y mástiles.
- **Estructuras retractables:** Son estructuras rígidas cuyos componentes se trasladan para cerrarse o abrirse a través de un sistema telescópico cilíndrico o esféricos.
- **Estructuras desplegables:** Son estructuras que se caracterizan por realizar movimientos tipo acordeón.
- **Estructuras de sombrilla:** Son estructuras que se pueden abrir o cerrar a través de brazos extensibles o plegable y un mástil central, adecuadas para luces de hasta 5 metros.

- **Estructuras móviles:** Son estructuras que se mueven completamente y tienen similitudes con los músculos y huesos de animales y de humanos.
- **Estructuras transformables:** Son estructuras diseñadas a través del sistema de tijeras con nodos pasantes y terminales.

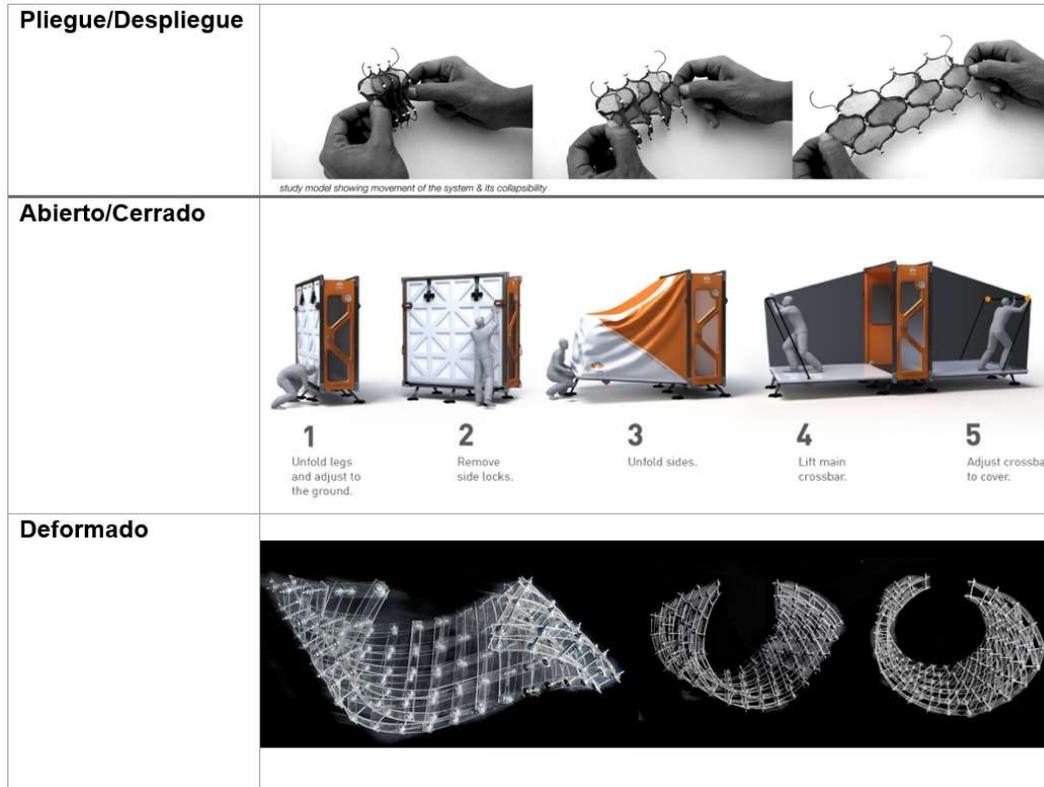
Una característica propia de las estructuras transformables es la presencia de mecanismos en las uniones, (Ilustración 1-13) estas permiten realizar el proceso de transformación cualquiera que sea su tipo, pliegue, despliegue, abertura, cerrado o deformado. (Ilustración 1-14)

TIPO DE NODO	GRAFICO	CONDICIONES
Por Rotación de la Barra		Pueden llegar a el Nodo varias barras 
Abisagrado		
Atornillado o por pasador		Las holguras son necesarias para el movimiento 
Por Rodamiento		

**Ilustración 1-13** Clasificación de los nudos de las estructuras transformables.

**Fuente:** Rodríguez González, 2007

**Elaboración:** Rodríguez González, 2007



**Ilustración 1-14.-** Ejemplos de tipos de transformación de estructuras.

**Fuente:** <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/refugio>

**Elaboración:** El autor

### 1.1.7. Aplicaciones.

Las guerras y catástrofes naturales son eventos que promueven al desarrollo de nuevas formas de arquitectura, una de sus aplicaciones son los refugios, que guardan características muy puntuales como el fácil transporte y que durante este ocupe el menor espacio posible.

Consecuentemente la arquitectura transformable evoluciona mientras se busca nuevas formas de solucionar los problemas sobre todo en este tipo de eventos.

Además, es protagonista en la exploración de nuevos elementos que faciliten la apropiación del espacio público. Con el paso del tiempo se desarrolla diferentes tipos de sistemas transformables traducidos en mobiliario de uso público, espacios de exposición, cubiertas plegables, módulos de estancia, etc. que además buscan el uso de tecnologías alternativas para ser más eficientes.

<p><b>REFUGIOS</b></p>	 <p>Refugio Pempén Fuente: <a href="http://plataformaarquitectura.cl">plataformaarquitectura.cl</a></p>	 <p>Refugio Desplegable Fuente: <a href="http://blog.is-arquitectura.es">http://blog.is-arquitectura.es</a></p>
<p><b>MOBILIARIO</b></p>	 <p>Silla Plegable. Fuente: <a href="http://4.bp.blogspot.com">4.bp.blogspot.com</a></p>	 <p>Sillón Rising Fuente: <a href="http://decoracion.tendencias.com">decoracion.tendencias.com</a></p>
<p><b>VIVIENDA</b></p>	 <p>Sharifi -ha La casa Transformable. Fuente: <a href="http://plataformaarquitectura.cl">plataformaarquitectura.cl</a></p>	 <p>Whiritoa House Fuente: <a href="http://architecturenow.co.nz">architecturenow.co.nz</a></p>
<p><b>COBERTURA</b></p>	 <p>Paraquas Carthago Alemania Fuente: <a href="http://www.tensinet.com">www.tensinet.com</a></p>	 <p>Cubierta Tecnológica Oasis Fuente: <a href="http://www.ecosistemaurbano.org">www.ecosistemaurbano.org</a></p>

**Ilustración 1-15.-** Aplicaciones de arquitectura transformable.  
Fuente y **Elaboración:** El Autor

### 1.1.8. Arquitectura Efímera.

#### 1.1.8.1. *Definición.*

Al tratar de arquitectura efímera habría que definir primero lo efímero y, según la

R.A.E., significa lo siguiente:

#### **Efímero**

(Del gr. ἐφήμερος, “de un día”).

1. adj. Pasajero, de corta duración.

2. adj. Que tiene la duración de un solo día.



**Ilustración 1-16.** Arquitectura efímera dentro de una ciudad artificial en San Francisco.

**Fuente:** <http://www.arplus.com/arquitectura-efimera>

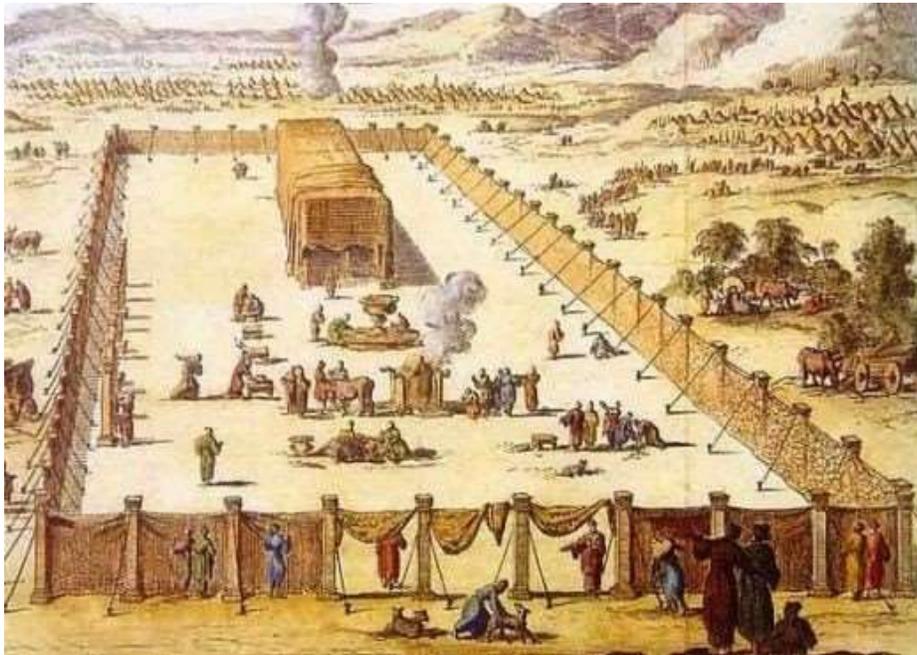
**Elaboración:** <http://www.arplus.com/arquitectura-efimera>

La palabra efímero proviene del vocabulario griego “de un día”, este término se refiere a un hecho o construcción que tiene un tiempo limitado de existencia (Ilustración 1-16). Son estructuras no permanentes que al actuar en solitario o juntamente con el espacio construido otorgan un carácter diferente al permanente, transformando la percepción del usuario respecto al lugar. (Arenas, 2015)

La historia de la arquitectura efímera se remonta a la Edad de Piedra, como comenta Arévalo (2010), al salir de las cavernas y complementar el refugio de las cuevas con viviendas situadas a la intemperie, construidas con materiales naturales:

*“La evolución de la Arquitectura de las Viviendas en la Edad de Piedra fue significativa, al pasar de una cueva a viviendas con distintos materiales naturales es un gran paso para la humanidad y su evolución.” (Arevalo, 2010)*

Los primeros ejemplos de arquitectura efímera, que surgen de la necesidad de protección frente a la intemperie y animales salvajes, que en un principio se reducía a cuevas y árboles, con la evolución del hombre surge la necesidad de movilidad del hombre nómada por lo que la arquitectura evoluciona y aparecen los primeros campamentos móviles.



**Ilustración 1-17.-** El Tabernáculo.

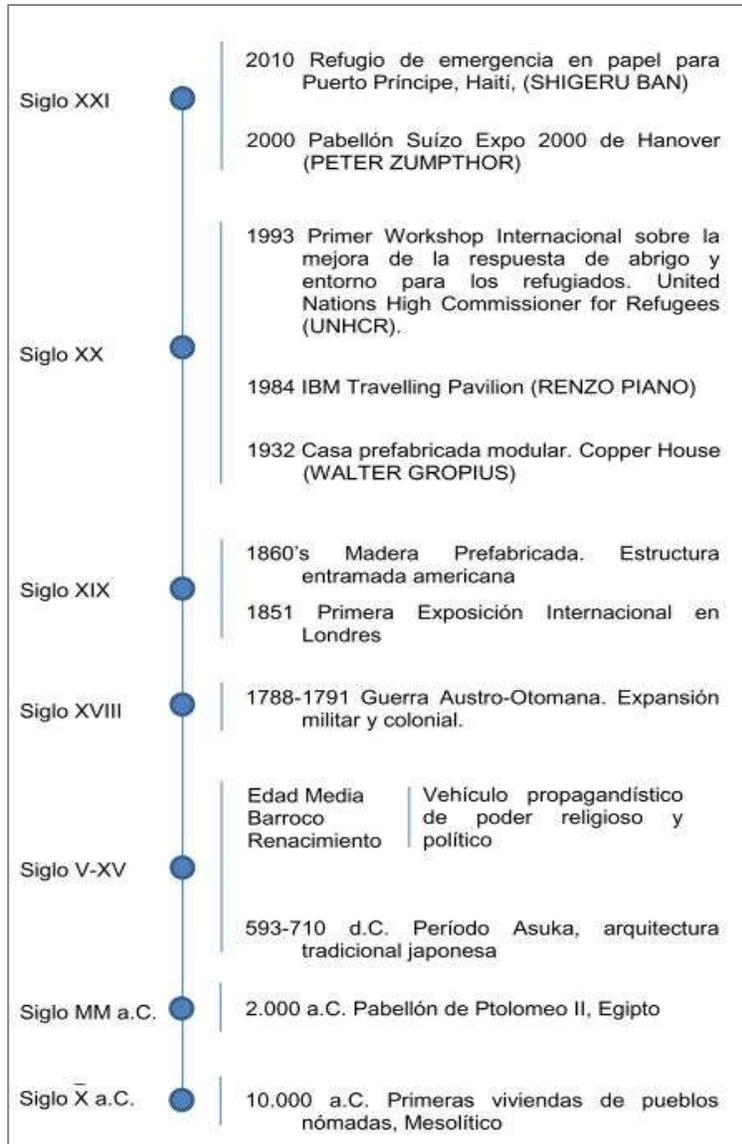
**Fuente:** <https://www.blogcamping.com/la-tienda-de-campana-en-la-antiguedad/>

**Elaboración:** <https://www.blogcamping.com/la-tienda-de-campana-en-la-antiguedad/>

Así, la arquitectura efímera viene dándose también desde la edad media, aunque de un modo más regular, así tenemos:

(...) es durante el Renacimiento y el Barroco cuando la arquitectura efímera alcanza su madurez. Usando maderas y telas se crean, en forma de túmulos y altares, espacios de exaltación al servicio de los poderes religiosos y políticos de la época. (Hurtado & Luelmo, 2012)

Así, se usaron y evolucionaron muchos campamentos, caravanas y demás expresiones de este tipo de arquitectura, un ejemplo es El Tabernáculo (Ilustración 1-17), templo móvil de los israelitas cuando viajaban por el desierto en su camino hacia la Tierra Prometida 1500 Años A.C.



**Ilustración 1-18.-** Línea de Tiempo Arquitectura Efímera

**Fuente:** <https://inhabitat.com/natural-japanese-cedar-keeps-the-louver-haus-in-south-korea-cool-and-private/louver-house-smart-architecture-lead-2/>

**Elaboración:** El Autor

Por tanto, en sus inicios es construida en madera y otros materiales no permanentes.

Pero la arquitectura efímera tiene una serie de tipologías que le son propias y que van desde las naves de hierro y de cristal levantadas para las exposiciones internacionales del siglo XIX,

como la famosa Torre Eiffel de París, hasta las construcciones propias de recintos feriado en los cuales se halla presente para cualquier exposición artística de hoy en día.

#### 1.1.9. Aplicaciones.

Actualmente, uno de los usos más interesantes y, sobre todo, útil a nivel humanitario, de la arquitectura efímera, es su aplicación para la construcción de refugios temporales para víctimas de emergencias humanitarias en situaciones de guerra o catástrofes naturales. Como por ejemplo el caso en el que el gobierno chino, tras el devastador terremoto de 7,9 grados que sacude China en mayo de 2008, y deja a millones de personas sin hogar hace un llamamiento para la construcción de un millón y medio de habitáculos de emergencia con una duración prevista de dos o tres años.

Tras esta catástrofe natural, el arquitecto Ming Tang propuso *Bamboo + Paper House*, un refugio basado en los brazos de un paraguas y el arte del origami. La combinación de los materiales naturales existentes de la zona afectada conforma un proyecto viable y sustentable en un momento tan drástico como son las catástrofes naturales. (Pastorelli, 2008)



**Ilustración 1-19.** Refugios temporales plegables de Bambú - Ming Tang (China 2008)

**Fuente:** [plataformarquitectura.cl](http://plataformarquitectura.cl)

**Elaboración:** El Autor

Otro ejemplo de arquitectura efímera de emergencia humanitaria se produce en 2010, al golpear el día 12 de enero un terremoto de 7,0 grados la capital haitiana de Puerto Príncipe, en el cual 1,2 millones de personas pierden sus hogares y más de medio millón de personas habitan en carpas de refugio hechas a mano y ni siquiera impermeabilizadas. Shigeru Ban colabora con los profesores y estudiantes de la Universidad Iberoamericana y Pontificia



**Ilustración 1-20.** Refugios de tubo de cartón Shigeru Ban, terremoto de Haití.

**Fuente:** <http://www.cosasdearquitectos.com/2014/03/la-arquitectura-de-shigeru-ban-premio-pritzker-2014/>

**Elaboración:** El Autor

Universidad Católica Madre y Maestra de la República Dominicana construyendo 50 refugios hechos de tubos de papel y materiales locales para un grupo minoritario de víctimas.

En este caso la funcionalidad y la necesidad urgente de una infraestructura efímera dejan de lado la cualidad estética del diseño, puesto que una estructura simple como una tienda de campaña con cubierta a dos aguas deja mucho que desear en cuanto a una apreciación estética de especial interés y unas características formales sugestivas.



**Ilustración 1-21.-** Refugio emergente de cartón, Shigeru Ban

**Fuente:** <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-346379/15-cosas-que-no-sabias-de-shigeru-ban/533075bfc07a80076c00000b>

**Elaboración:** <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-346379/15-cosas-que-no-sabias-de-shigeru-ban/533075bfc07a80076c00000b>

Sin embargo, la elección de materiales accesibles y sencillos de manipular mediante una estructura y combinación de piezas de fácil ensamblaje justifica la trascendencia de proyectos de esta índole a la hora de presentar una solución factible a una problemática tan delicada como es la fortuita carencia de un hábitat protegido para las víctimas de terremotos o similares desgracias de nuestro mundo.

La obra del arquitecto Shigeru Ban se caracteriza por la introducción de materiales sustentables en la construcción, en particular el papel en formato de tubo, a modo de columna o incluso mobiliario. Las cualidades estructurales de este material son mucho más resistentes de lo que se puede pensar en un principio, y aunque el ladrillo de papel prensado es más conocido, la prueba de que el formato de este material vegetal en forma cilíndrica es muy resistente se demuestra en el siguiente caso de construcción de un centro comunitario erigido por 160 voluntarios en tan sólo 5 semanas, con materiales donados por diversas empresas.

Dicho centro comunitario es la Iglesia de Papel, obra de Shigeru Ban situada en Kobe, Japón, la cual fue construida en 1995 debido al desplome de la original casa de culto tras el terremoto de Kobe del mismo año. La iglesia de papel es desmontada diez años más tarde, reaprovechando todos sus materiales, los cuales fueron enviados a una ciudad de Taiwán.

## **1.2. El Bambú.**

### **1.2.1. Antecedentes.**

Desde hace cientos de años el bambú se ha considerado como una pieza fundamental para el desarrollo de varios pueblos, que sin este recurso no habrían tenido el progreso que han conseguido, principalmente países menos desarrollados.

Añazco (2014), afirma que el uso histórico más reconocido del bambú es el papel. La primera escritura fue realizada sobre un pedazo de bambú partido, y desde la invención del papel varios países toman como materia prima la pulpa del bambú en lugar de árboles leñosos, para la fabricación del papel.

*“La planta en toda su integridad, desde sus raíces hasta sus hojas, es idónea de ser utilizada para diversos fines. Las especies de bambú, de acuerdo a sus propiedades, son usadas por el ser humano. Desde épocas prehistóricas, hasta el presente y con la tecnología que éste proyecta hacia el futuro, el único límite para sus usos es la imaginación del hombre.”*

(Morán 2005).



**Ilustración 1-22.** Guadua, San Pedro de Vilcabamba.

**Fuente:** El Autor

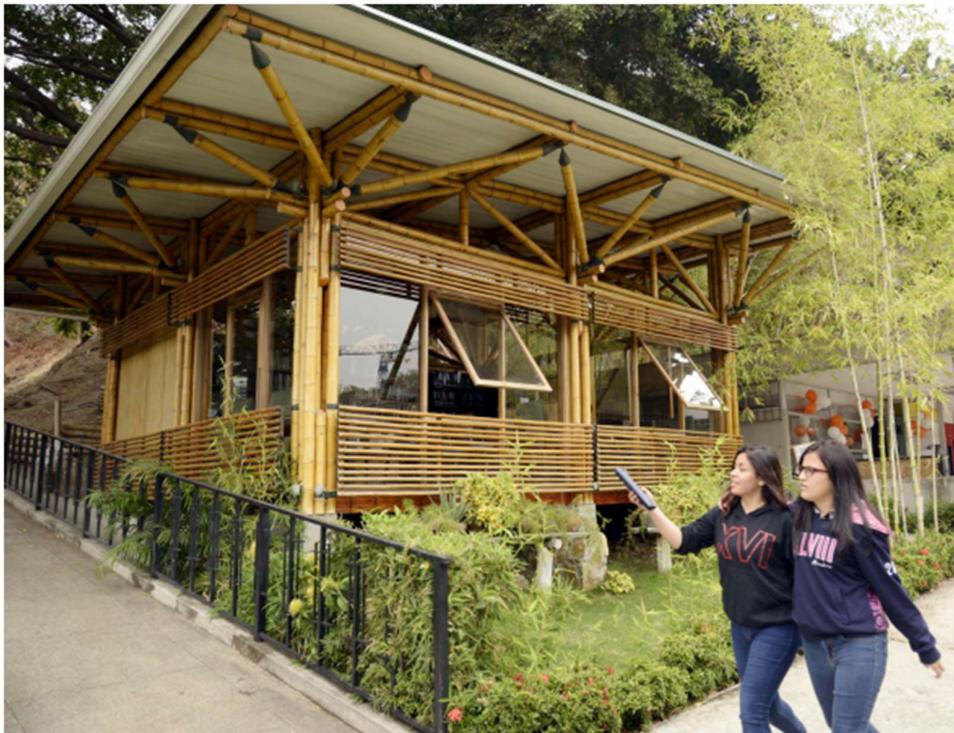
**Elaboración:** El Autor

En América Latina la explotación del bambú se reduce solo al uso local de especies que se encuentran cerca de quienes lo usan. En países como Colombia, Ecuador y Brasil el bambú está considerado como producto importante para la economía, debido al constante uso de este material en la construcción de viviendas sobre todo de carácter social, y el creciente uso de este como material alternativo de carácter sustentable. Podemos citar algunos ejemplos:

- **Colombia.** - Es un país que tecnológicamente tiene muchos avances en el uso del material, y que además tiene los mayores exponentes y los más reconocidos arquitectos de la región, el máximo referente es el arquitecto Simón Vélez, quien ha quitado la apreciación del bambú como un material para la construcción de vivienda para pobres y lo ha convertido en un material exclusivo y elegante.
- **Ecuador.** - Posee una de las industrias más desarrolladas para la construcción masiva de viviendas sociales, la Corporación Hogar de Cristo, el Arquitecto Jorge Morán es el principal referente, pionero en la investigación del bambú en Latinoamérica.



**Ilustración 1-23.** Arq. Simón Vélez, referente colombiano en uso de la guadua.  
**Fuente:** <http://concienciasustentable.abilia.mx/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez/>  
**Elaboración:** <http://concienciasustentable.abilia.mx/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez/>



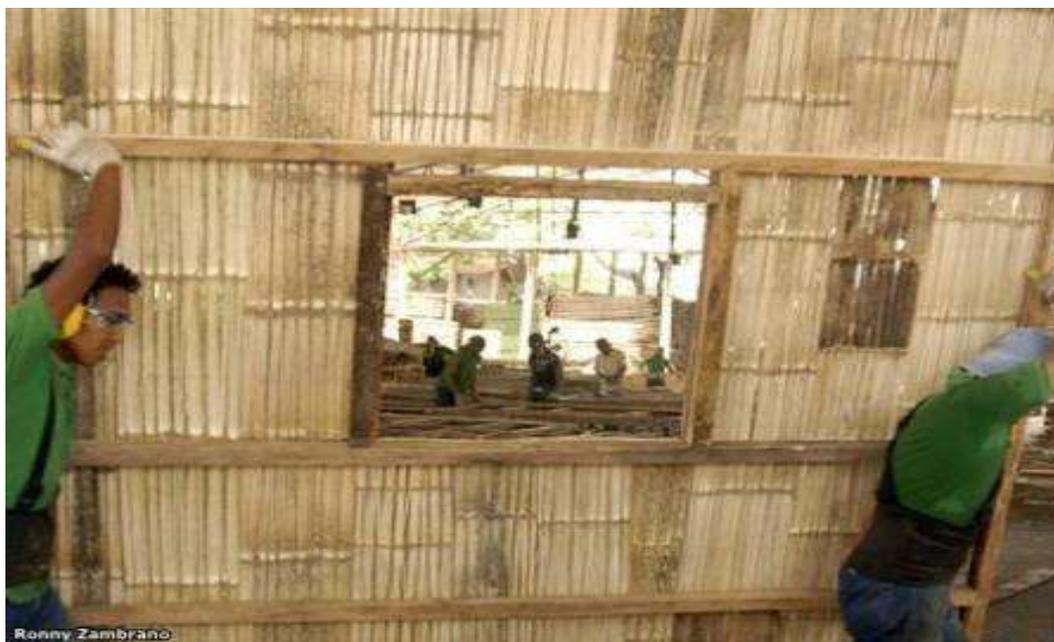
**Ilustración 1-24.-** Centro Documental de Bambú Jorge Morán.  
**Fuente:** <https://www.eluniverso.com/tendencias/2016/11/25/nota/5920732/bambu-considerado-futuro-construccion-sostenible>  
**Elaboración:** El Autor

*“En septiembre de 2015, en Damyang, Corea del Sur, le fue otorgada la distinción World Bamboo Pioneer por haber dedicado su vida al estudio y progreso del bambú en el mundo. En dicha ceremonia, Susanne Lucas, presidenta de la Organización Mundial del Bambú, resaltó: “El profesor Morán fue uno de los primeros en comparar las propiedades físicas del bambú con la madera y reconocer la gran fuerza estructural de algunas especies de bambú”. (Martillo, 2016)*

- **Brasil.** - ha desarrollado la industria de papel de bambú y la generación eléctrica con el uso de su biomasa.

A nivel mundial existen alrededor de 1000 especies de bambúes de las cuales al menos la mitad están en América, (Encalada Nuñez, 2016) cita a (Londoño Pava, 2001)

*“...Taxonómicamente, los bambusoideae son una familia de las gramíneas, tiene aproximadamente 87 géneros y más de 1250 especies en todo el mundo.” ...”de las cuales casi la mitad pertenecen a América (41 géneros y 451 especies) que se extienden desde el sudoeste de los Estados Unidos hasta Chile (p17)”.*



**Ilustración 1-25.** Tableros Modulares para viviendas, Corporación Hogar de Cristo.

**Fuente:** [www.eluniverso.com](http://www.eluniverso.com)

**Elaboración:** El Autor

En el Ecuador existen alrededor de 28 especies de bambúes Herbáceos y 47 especies de bambúes leñosos distribuidos en 11 y 7 géneros reactivamente, dentro de las especies leñosas se encuentra el género *Guadua* perteneciente a la subtribu *Guaduiane*... (Flores & Tandazo, 2012). Se puede localizar en las cuatro regiones ecuatorianas, siendo la más reconocida la que se encuentra en la región costa, pero gracias a la diversidad de los suelos

ecuatorianos, las características físico-mecánicas de la Guadua son muy similares en cualquiera de las tres principales regiones.

Sin embargo y a pesar de los adelantos investigativos y tecnológicos del material, a nivel sudamericano aún se tiene el mal fundado concepto de “material de los pobres”, esto debido al uso no tecnificado del mismo.

*“En el Ecuador, existen materiales nativos que son utilizados precariamente, uno de ellos corresponde a la conocida “madera de los pobres” o caña guadua, su uso inadecuado en asentamientos marginales, ha hecho que sea sinónimo de pobreza, inclusive el sector profesional, desconoce sus características y adecuado uso”. (Rea Lozano, 2012)*



**Ilustración 1-26.** i. Bosque de guadua Colombia, d. Bambú en China.

**Fuente:** <https://www.guaduibamboo.com/forum/shaping-bamboo-as-it-grows>

<http://www.1001gardens.org/2015/05/you-have-ever-seen-bamboos-but-not-giant-bamboos-dendrocalamus-giganteus/#arvlbdata>

**Elaboración:** El Autor

Países como Japón, China, Brasil, Colombia, entre otros, se ha desarrollado diferentes investigaciones partiendo desde el cultivo hasta la industrialización, sin embargo, en cada país el alcance de estos estudios es local, debido a la diversidad que las características que obtiene el bambú durante su crecimiento dependen directamente del tipo de ambiente en el cual se desarrolle. (Pantoja Trujillo & Acuña Jiménez, 2015)

### 1.2.2. Definición.

Según Oberman & Laude (2014), el Bambú es un “pasto gigante”. Crece en clima trópico y templado en los cinco continentes. Las características de sus géneros son muy variadas en

su forma color, tamaño, resistencia, etc. lo cual a su vez diversifica sus usos, existiendo desde bambúes comestibles hasta otros que son tan resistentes y se utilizan en la construcción.

Los bambúes se encuentran clasificada dentro de la familia *Bambusoideae*, constituyen el único grupo de gramíneas enteramente adaptados y diversificados a partir de los bosques, evolución que aconteció probablemente en los periodos oligoceno – mioceno del terciario (Londoño 2005).

Los bambúes son plantas de la familia de las gramíneas (Poaceae). Existen de tipo herbáceos y otros leñosos, a la par con su crecimiento desarrollan numerosos culmos al año, su altura va desde 1.00 m. hasta 60.00 m de altura y su diámetro llega a tener hasta 30 cm cerca de la base. Casi todos son rectos, sin embargo, existen algunas especies que tienen tallos flexionados en las puntas, y otras que crecen en forma sinuosa (Ilustración 1-26 i). (Ordoñez Candelaria, Mejía Saulés, & Bárcenas Pazos, 2010)

En América hay la presencia de 345 especies, distribuidas desde el sur de Estados Unidos, hasta el sur de Chile.

### **1.2.3. Guadua Angustifolia Kunh.**

La Angustifolia Kunth (caña guadua) es una especie de bambú perteneciente al género de la Guadua, que, gracias a sus características físicas y mecánicas únicas, por su gran tamaño se considera como la óptima para su uso en el ámbito de la construcción. Taxonómicamente pertenece a la familia de las gramíneas, considerada por ello como un pasto gigante. (Morales & Rodriguez, 2008)

El género Guadua, abarca cerca de 30 especies, se puede distinguir de las demás por los tallos robustos y espinosos, las bandas de pelos blancos en la región del nudo y las hojas caulinares en forma triangular, característica por la que adopta el termino angustifolia (hoja angosta). La especie Guadua angustifolia sobresale dentro del género por sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y un diámetro de 25 centímetros de diámetro.

Esta especie es endémica de América y se considera como nativo de Colombia, Venezuela y Ecuador; esta variedad de bambú en un inicio fue identificada como perteneciente a las Bambusas (bambú de origen asiático), hasta que en 1822 el botánico alemán Karl Sigmund



**Ilustración 1-27.-** Tallos de Guadua San Pedro de Vilcabamba

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

Kunth identifica el género con el nombre de Guadua, utiliza el vocablo indígena “guadua” que era como las comunidades nativas de Ecuador y Colombia llamaban a este bambú, y le otorga el nombre de *guadua angustifolia*.

Se encuentra en estado natural en Colombia, Ecuador y Venezuela, entre los 0 y 2000 msnm, en donde se forman bosques enteros que popularmente son conocidos como “guaduales” que se forma en algunas zonas que facilitan su crecimiento como la orilla de ríos y quebradas, el pie demente de la cordillera, los bosques montanos medio y bajo y los valles interandinos. (Morales & Rodriguez, 2008)

*“La guadua es considerada como uno de los bambúes de América más apropiados para la fabricación de papel. Su pulpa puede compararse con las pulpas obtenidas de Bambusa tulda de la india y Arundinaria alpina en África. Igualmente es utilizada para la construcción de muebles, objetos decorativos, instrumentos y edificaciones en bahareque”. (Pérez 2006)*

**Tabla 1-2.** Propiedades de la Guadua Angustifolia

GUADUA			
Nombre Común		Guadua	
Nombre Científico		Guadua Angustifolia Kunh	
Familia		Gramíneas	
Tribu		Bambuseae Vrae	
Subgénero		Bambusa	
Hábitat		0 msnm – 2200 msnm	
Precipitación		Superior a 1200 mm/año	
Humedad Relativa		75 % - 85 %	
Desarrollo óptimo	Altitud	900msnm – 1600 msnm	
	Precipitación	2000 mm/año – 2500 mm/año	
	Temperatura	20° - 26°	
Formas		Guadua Castilla	
		Guadua Macarena	
		Guadua Cebolla	
Variedades		Guadua Bicolor	Verde rayada y amarilla
		Guadua Negra	El gen determinante no se ha adquirido totalmente

**Fuente:** González, Díaz MEDELLÍN 1992

**Elaboración:** El Autor



**Ilustración 1-28.** Guadual en Vilcabamba – Loja

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

“El bambú es un hermano” es una frase común en los pueblos asiáticos que alcanzaron enorme desarrollo gracias a esta especie natural, por ello, para estas comunidades tiene tanta importancia como el agua y el aire.

Lastimosamente, en América, este material no ha sido valorado de la misma manera, a pesar de que los antepasados ya lo utilizaban: las balsas de las culturas Manteña y Machalilla eran construidas con bambú y con ese medio de transporte llegaron a comercializar con pueblos de México y Chile.

La *Guadua angustifolia* es una alternativa viable para sustituir la

madera, al igual que de otros bambúes, de ella se podría obtener industrialmente todo tipo de madera laminada y aglomerada (columnas, vigas, viguetas, cuarterones, tablas, paneles, etc.).

#### 1.2.3.1. ***Propiedades Naturales.***

Los bambúes en general, incluyendo la guadua, son de rápido crecimiento, durante los 6 primeros meses ya alcanza su altura máxima (15 -30m.), pueden llegar a crecer hasta 21 centímetros diarios, y regularmente entre los 5 y 6 años la guadua está lista para ser utilizada, llegando a tener ordinariamente un diámetro promedio de 9 a 13 cm. pero puede llegar hasta los 25 cm. y el promedio de 9 a 13 cm.

Por tanto, el ciclo de crecimiento de un bambú representa una tercera parte del ciclo de un árbol de rápido crecimiento, entre los 3 y 5 años la *Guadua* está lista para ser utilizada, su producción por hectárea es dos veces la del árbol y gracias a su raíz (rizoma) su cultivo se traduce en “podar la planta” ya que de sus raíces rebrotan nuevos tallos. (Añazco, 2013)

**Tabla 1-3.** Pates de la Guadua Angustifolia Kunh

PARTES DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNH			
Copa		Es la parte apical de la guadua, con una longitud entre 1.20 a 2.00 metros.	
Varillón		La sección tiene un diámetro pequeño y la longitud es de unos tres metros aproximadamente.	
Sobrebasa		El diámetro es menor y la distancia entre nudos es un poco mayor, comparado con la basa, la longitud es de aproximadamente cuatro metros.	
Basa		El diámetro es intermedio y la distancia entre nudos es mayor que en la cepa; es la parte del culmo de la guadua que más se utiliza; tiene una longitud aproximada de 11 metros.	
Cepa		Es la parte del culmo con mayor diámetro y espesores de pared mayores; Posee una longitud de 4 metros. Las distancias de cañutos son las más cortas y en la construcción se les utiliza como columnas.	
Rizoma		0 m.	Es un tallo modificado, subterráneo, que conforma el soporte de la planta. Es el lugar por donde la guadua absorbe los nutrientes. Se ha utilizado en estabilización de las laderas y prevención de la erosión producida por escorrentía, vientos fuertes y desmoronamiento.
		-2 m.	

**Fuente:** <http://la-gadua.over-blog.es/article-31973280.html>

**Elaboración:** El Autor

### 1.2.3.2. **Propiedades Ambientales.**

La guadua presta un sin número de beneficios de carácter ambiental: conserva el suelo, controla la erosión, regula el caudal hídrico, aporta materia orgánica, contribuye a la biodiversidad, elimina CO<sub>2</sub> y embellece el paisaje favoreciendo el ecoturismo.

La red de rizomas que se desarrollan en la capa superficial del suelo (20 – 50 centímetros) conjuntamente con su capacidad de crecimiento y su disposición para ocupar áreas inseguras, hacen de la guadua un recurso idóneo para la recuperación de suelos inestables y tierras degradadas por la deforestación.(Flores & Tandazo, 2012)

*“En el Ecuador la guadua representa una enorme riqueza ambiental, ya que es un importante fijador de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 17 toneladas métricas / hectárea / año, la producción de oxígeno y captación de carbono tiene un aporte de biomasa de 35 toneladas métricas / hectárea / año, su madera no libera a la atmósfera el gas retenido después de ser transformado en elemento o ser usada en construcción, ya que éste queda fijo en las obras realizadas con ella”.*  
(Flores & Tandazo, 2012)

### 1.2.3.3. **Propiedades Físico-Mecánicas.**

#### 1.2.3.3.1. *Características Mecánicas.*

Las características mecánicas de la Guadua dependen directamente del clima, suelo, ubicación, edad, tiempo de cosecha, humedad, etc. Además, las diferentes partes del tallo (Tabla 1-2) de la planta (cepa, basa y sobrebasa) tienen características diferentes y una variación en la sección transversal. La densidad de las fibras es muy variable en el espesor de la guadua. También depende de la forma de aplicación de las cargas, en forma paralela o perpendicular a la fibra.

La Guadua es una planta muy variable aun si el lugar de crecimiento es el mismo cada tallo es diferente razón por la cual no se puede estandarizar su geometría (diámetro, espesor, longitud) y su comportamiento.

#### 1.2.3.3.2. *Comportamiento Mecánico.*

La guadua tiene una resistencia a tracción muy considerable, misma que se da de mejor manera paralelo a la fibra, en cambio su resistencia a la compresión paralela a la fibra y a la flexión es baja. Su módulo de elasticidad en comparación al del acero es relativamente bajo, lo cual exige en el diseño controlar las deformaciones, especialmente cuando se diseñan elementos largos a flexión. (Pantoja Trujillo & Acuña Jiménez, 2015)

Para tener una aproximación del comportamiento de la guadua en relación a la madera y el acero en Oberman & Laude (2014), se toman barras de los distintos materiales, cada una de

2.5 m. de longitud, de secciones comunes y con un peso parecido de 8.7 kg, mismas que son sometidas a compresión. El ing. Civil Ronald Laude calculó la carga máxima se según EUROCODE 3 y 5 y con caso de Euler 2.

**Tabla 1-4.-** Cuadro comparativo de compresión, Madera, Guadua, Acero.

compresión a una barra de 2.5 m y 8.7 kg de materiales distintos	Madera tipo B EC5	S10/MS10	Guadua EC5	Acero, A36 EC3	S235		
Densidad	g/cm <sup>3</sup>		0.55	0.7	7.8		
E-Modul	KN/cm <sup>2</sup>		740	600	21000		
Fuerza adm. a compresión	KN/cm <sup>2</sup>		1.1	1.5	23.5		
Sección							
	D=9cm		D=12cm d=9cm	D=5.1cm d=4.5cm			
Area A	cm <sup>2</sup>		63.6	49.5	4.4		
Inertia I	cm <sup>4</sup>		322.1	695.8	12.7		
Esbeltez	$\lambda$		111.1	66.7	147.2		
Peso	kg		8.7	8.7	8.7		
Fuerza max adm.	KN		15.1	25.6	27.6		
Precio / metro Colombia / Alemania	€	2	5	1	3	4	8
ECOCOSTO	$\frac{Ml/m^2}{N/mm^2}$ (8)		80	30	1500		

**Fuente:** Oberman & Laude, (2004)

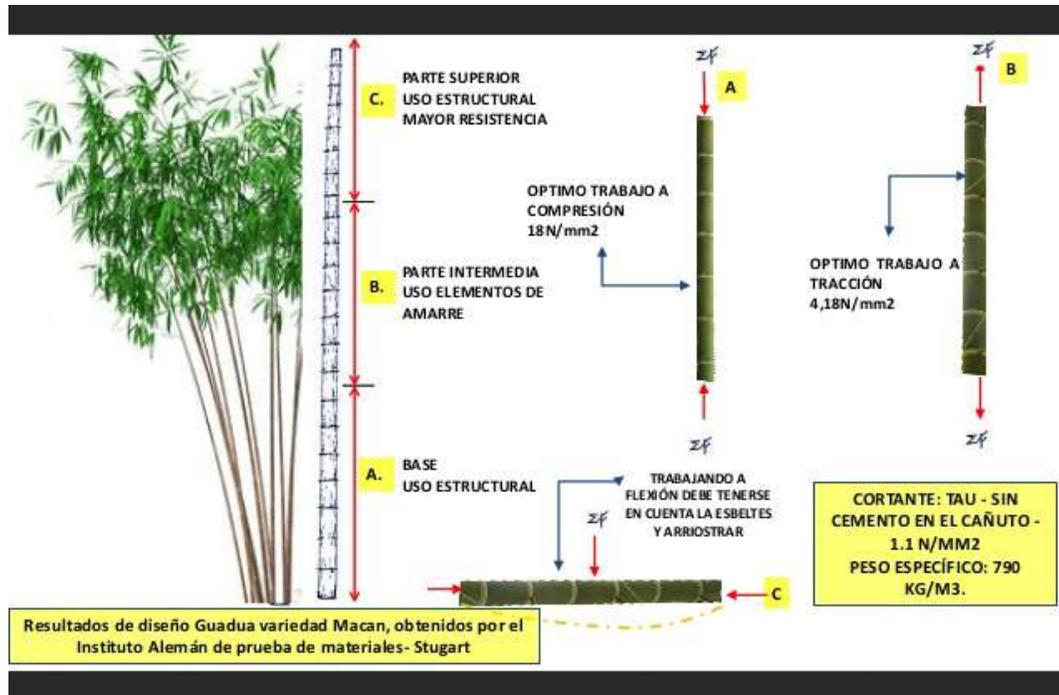
**Elaboración:** El Autor

*“El ejemplo nos enseña que gracias a su forma tubular la guadua tiene una esbeltez y un radio de giro muy favorable con respecto a las secciones de madera o acero con un peso igual. Resulta que la guadua resiste mucho más que la madera y en cuanto a la relación entre fuerza máxima y peso la guadua presenta un valor interesante ya que se aproxima al acero. Uno sí podría aumentar la sección del tubo de acero, pero se aumentaría igualmente el peso y el precio. Y si observamos los costos económicos y ecológicos la guadua tiene los mejores valores comparativamente.*

*Se puede concluir que la guadua es muy apta para estructuras livianas y espaciales en donde aparecen fuerzas axiales.”(Oberman & Laude, 2004)*

### 1.2.3.3.3. Características Físicas

La sección transversal de la Guadua se diferencia en una zona oscura exterior de aproximadamente 30% y una zona blanca porosa interior de 70% aproximado. Con el aumento de altura sobre el suelo, la porción de las fibras externas densas en relación con la sección transversal es más alta y por eso los tallos delgados se comportan mejor que los tallos gruesos en relación con la sección transversal.



**Ilustración 1-29.-** Características Físico- Mecánicas de la Guadua Angustifolia  
**Fuente:** <https://es.slideshare.net/FerminBlanco/guadua-angustifolia>  
**Elaboración:** El Autor

Pantoja Trujillo & Acuña Jiménez, (2015) Enuncian varias características a continuación citadas:

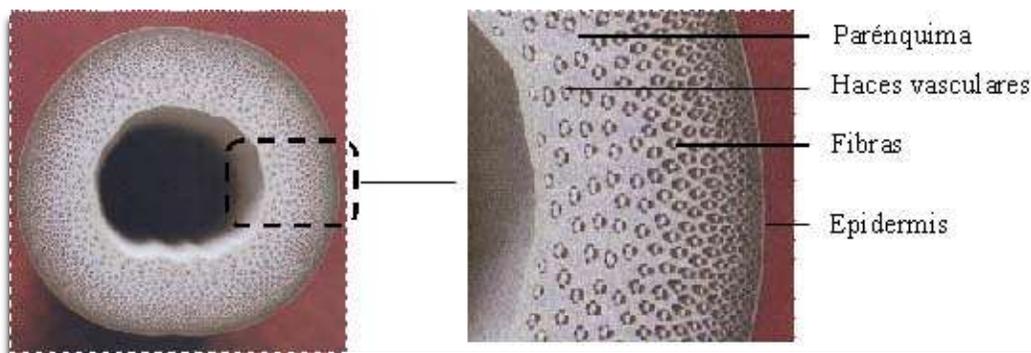
- La fuerza de compresión aumenta con la edad. El resultado de una prueba de compresión determinó que: los bambúes de 6 años tienen una resistencia de compresión 2,5 veces mayor que la resistencia de una guadua de un año.
- Las secciones de un tallo con nudos tienen unas características mecánicas 8% más altas que los que no tienen nudo, al aplicarle cargas de compresión paralelo a las fibras.
- Aplicando una presión perpendicular a las fibras los nudos absorben la fuerza hasta en un 45%, comparándolos con los que no tienen nudo. Los aspectos que influyen

en la densidad de los vasos para aumentar la firmeza a la presión son la altitud de la zona y la edad de los tallos.

- La firmeza a las acciones de la fuerza cortante es más alta con los tallos delgados que con los gruesos, debido a la proporción de fibras de alta resistencia por la sección transversal. Las secciones con nudos tienen una firmeza a las fuerzas cortante 50% más alta que las intersecciones.

#### 1.2.3.3.4. Las Fibras

El material de la Guadua está formado por una sustancia que mantiene las fibras unidas. Las fibras crecen axialmente y se consolidan en el extremo superior del tallo, como también en sus bordes externos.



**Ilustración 1-30.-** Corte transversal de Guadua, fibras en sus paredes.

**Fuente:** [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-221X2009000300001](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2009000300001)

**Elaboración:** El Autor

*“La masa de la Guadua está conformada por un 50% de celulosa y hasta 30% de lignina. Los tallos se afilan hacia arriba y el grueso de las paredes se adelgaza”.*

(Pantoja Trujillo & Acuña Jiménez, 2015)

La alta resistencia longitudinal de las paredes de los entrenudos se debe a que las fibras están dispuestas en dirección paralelas. En los nudos las fibras se cruzan en todas las direcciones.

#### 1.2.3.3.5. Rotura

La rotura de la madera convencional se diferencia de la rotura de la Guadua. Aquí no ocurre una ruptura espontánea por todo el tubo al rasgarse la fibra. Las grietas que se presentan se distribuyen inmediatamente en dirección de las fibras (Ilustración 1-32).

Las grietas longitudinales no pueden extenderse a todo su largo, debido a los nudos y diafragmas. (Prieto Alzate, 2004)



**Ilustración 1-31.-** El nudo detiene la rotura longitudinal de la guadua.

**Fuente:** <http://www.elcomercio.com/search/rio%20viche>

**Elaboración:** El Autor

#### 1.2.3.4. ***Ventajas y Desventajas***

En el campo de la construcción, existe un sinnúmero de materiales, naturales o artificiales cualquiera que fuera el caso, todos tienen ventajas y desventajas que, si se obvian al momento de aplicarlos constructivamente, pueden resultar en serios problemas a corto, medio o largo plazo. La Guadua no es la excepción, si bien es cierto es un material natural de muchas ventajas, pero ningún material deja de tener algún punto en contra.

(Oberman & Laude, 2004), en la investigación para su prototipo “mariposa” cita algunas de las ventajas y desventajas de la guadua:

##### 1.2.3.4.1. ***Ventajas***

- Es un material liviano que permite bajarle el peso a la construcción y que es un factor muy importante para construcciones sismorresistentes.
- Especialmente sus fibras exteriores la hacen muy resistente a fuerzas axiales. - La relación entre peso - carga máxima y su forma tubular apto para fuerzas axiales lo convierten en un material perfecto para estructuras espaciales en donde trabajan solamente dichas fuerzas axiales.
- El rápido crecimiento del bambú lo hace económicamente muy competitivo.
- En el contexto ecológico el uso del bambú juega un papel muy importante
- El bambú es un recurso renovable y sostenible

- Su rápido crecimiento y la alta densidad de culmos por área significan una productividad muy importante de la tierra y una biomasa considerable.
- El bambú se utiliza como planta de reforestación.
- Si el bambú lograra reemplazar la madera o el acero en algunas construcciones, la tala de la selva tropical se disminuiría por una demanda que cambiaría.
- La manipulación de la guadua desde el lugar donde crece hasta la obra necesita muy poca energía; la diferencia de la cantidad de energía y gastos que se necesita en su proceso es muy grande con respecto a otros materiales tradicionales (Tabla 1-4).

**Tabla 1-5.** – Consumo de energía para fabricar diferentes materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>ENERGÍA X ESFUERZO</b>
Concreto	240Mj/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>
Acero	1500Mj/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>
Madera	80Mj/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>
Bambú	30Mj/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>

**Fuente:**(Ordoñez Candelaria et al., 2010)

**Elaboración:** El Autor

#### 1.2.3.4.2. *Desventajas*

- La resistencia a fuerzas perpendiculares a las fibras (cortante) es muy baja lo que significa que el bambú tiene tendencia de rajarse fácilmente paralelo a las fibras.
- Una construcción de bambú necesita una protección por diseño que asegure que el bambú no recibe directamente ni humedad, ni rayones directos del sol.
- El bambú coge fácilmente fuego y como es vacío se quema rápido. - Todavía no se estableció una técnica confiable de inmunización contra hongos.
- El bambú es un recurso natural que no se puede estandarizar
- El comportamiento del bambú puede variar mucho con respecto a la especie, al sitio donde crece, a la edad, al contenido de humedad y a la parte del culmo o de la sección que uno esté utilizando.
- Aún no existe ningún código oficial que ofrezca una norma de clasificación para el uso estructural del bambú.
- Se necesita un buen mantenimiento para la durabilidad.

#### 1.2.4. Ensamblajes y Uniones

La unión entre piezas de guadua corresponde a un tema muy sustancial, ya que se debe resolver las uniones de forma adecuada para asegurar la resistencia y estabilidad de todo el sistema estructural.

El carácter de natural que posee la guadua acarrea cierta complejidad al realizar las uniones, ya que este es redondo y hueco, sus nodos están separados por una distancia variable y además en el sentido transversal no es perfectamente circular.

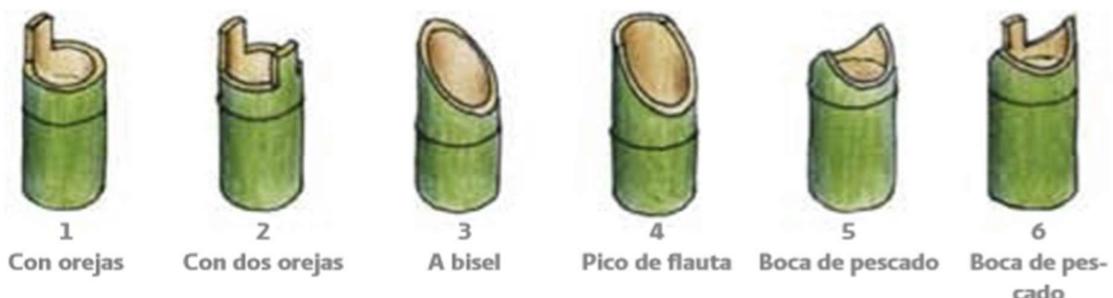
Pero debemos mencionar que materiales como la madera y el acero se convirtieron en materiales constructivos, solamente después de haber resuelto los problemas de las uniones, en el caso de la guadua, sucede lo mismo, es necesario desarrollar métodos para resolver las uniones de forma eficaz y así asegurar el uso de la guadua en elementos complejos como puentes, edificios, etc.

##### 1.2.4.1.1. Teoría de uniones

El objetivo principal de las uniones es comunicar entre las piezas de la estructura todos los esfuerzos que se puedan presentar por acción de fuerzas externas y así evitar en lo posible la presencia de deformaciones.

*“El bambú, es un material anisotrópico (que se expande y contrae en forma desigual en sus diversas direcciones –longitudinal, radial y tangencial–) con una resistencia muy baja a fuerzas de cortante paralelo a sus fibras y a las fuerzas transversales que se presentan en las uniones”.* (Ordoñez Candelaria et al., 2010)

Al ser un elemento natural, la guadua varía su sección transversal, es recomendable tratar de ubicar los ensamblajes cerca a los nudos que es donde existe mayor cantidad de resistencia a la compresión perpendicular a las fibras.



**Ilustración 1-32.-** Diferentes destajes de guadua

**Fuente:** (Ordoñez Candelaria et al., 2010)

**Elaboración:** El Autor

**Tabla 1-6.** – Comparación entre tipos de uniones

TIPO DE UNIÓN	VENTAJA	DESVENTAJA	RECOMENDACIONES	FUNCIÓN
<b>Con amarre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son fáciles de realizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No transmiten todos los esfuerzos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los amarres no deben quedar flojos.</li> <li>• Utilizar alambre galvanizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para cercas, barandales, pasamanos.</li> <li>• Para construir cubiertas temporales o andamios.</li> </ul>
<b>Con pasadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapidéz al Ensamblar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No aprovechan todo el diámetro del culmo para transmitir esfuerzos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las perforaciones deben realizarse cerca del nodo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para estructuras que requieran rapidez en su construcción.</li> <li>• Estructuras temporales.</li> </ul>
<b>Con centro de madera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor Transmisión de esfuerzos.</li> <li>• Compatibilidad entre bambú y madera.</li> <li>• Estandarización de uniones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe contar con el equipo necesario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar una resina adecuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para estructuras tridimensionales</li> <li>• Para solución de uniones en muebles.</li> </ul>
<b>Combinación de sistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil reemplazo de las piezas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor cantidad de Material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer un Buen diseño que facilite el reemplazo de piezas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para reforzar o facilitar las uniones</li> </ul>

**Fuente:**(Ordoñez Candelaria et al., 2010)

**Elaboración:** El Autor

#### 1.2.4.1.2. Uniones

La caña guadua no tiene un buen comportamiento frente a los esfuerzos perpendiculares a las fibras, sean estos de tracción o de cortante, por ello el principal reto al momento de construir con este material es el buen manejo de las uniones, es por ello que para la ejecución



**Ilustración 1-33.** Unión de guaduas mediante ensambles metálicos

**Fuente:** [http://armenia.locanto.com.co/ID\\_301723255/fabricacion-Acoples-uniones-platinas-para-la-guadua-y-madera](http://armenia.locanto.com.co/ID_301723255/fabricacion-Acoples-uniones-platinas-para-la-guadua-y-madera).

**Elaboración:** El Autor

de dichas uniones se hace necesario mano de obra especializada para realizar adecuadamente todos los ensambles con una mayor precisión. Según (Obermann T. 2004):

*“Tradicionalmente lo más común es unir dos guaduas de una manera muy manual; con cuerdas, con un pasador o formando una caja que se llama “boca de pescado” ...” La ventaja de estas uniones es que son económicos, sencillos y fácil de hacer pero sin embargo estos tipos de uniones no permiten aplicar grandes fuerzas.” (Oberman & Laude, 2004)*

Otro tipo de unión, muy aceptada en el medio es la que desarrolló el Arq. Colombiano Simón Vélez, en donde dos o tres entrenudos de la guadua se llenan con mortero y se colocan barrillas de acero longitudinal o paralelamente.



**Ilustración 1-35.** Unión Boca de Pescado  
**Fuente:** (Obermann T. 2004)  
**Elaboración:** El Autor

A pesar de ser la unión más aceptada esta no permite explotar la resistencia que posee el material, contrariamente a esto el mortero puede bajar la resistencia y tiempo de vida útil del material, pues al rellenar los entrenudos con mortero, la humedad de este entra en contacto con la parte interna del entrenudo lo que podría afectar al material, además el mortero da un



**Ilustración 1-34.** Unión con cuerdas  
**Fuente:** (Obermann T. 2004)  
**Elaboración:** El Autor

peso extra a la guadua, lo cual también afecta una característica muy importante del bambú como es la liviandad.



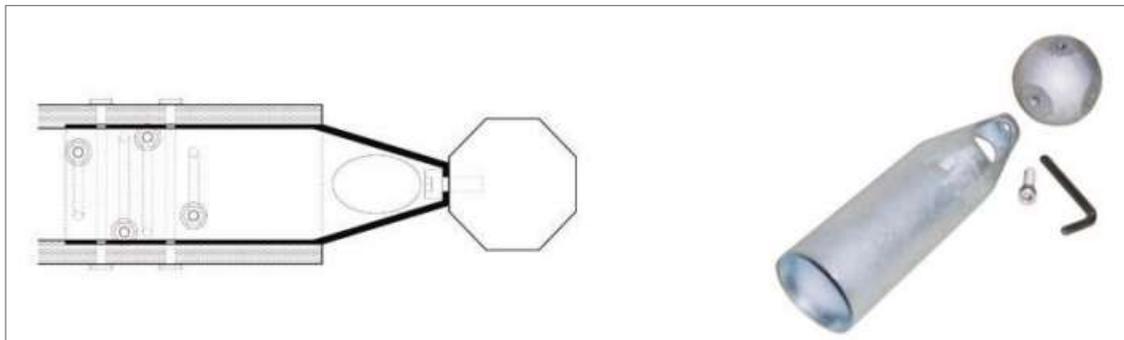
**Ilustración 1-36.** Unión Simón Vélez  
**Fuente:** (Obermann T. 2004)  
**Elaboración:** El Autor

El Arq. Tim Martin Obermann juntamente con el Ing. civil Ronald Laude, motivados por la falta de una unión que explote de mejor

manera las características mecánicas de la caña guadua, desarrollaron un nuevo tipo de unión que la describen así (Obermann t. 2004).

*“La unión consiste en dos elementos. Primero un tubo de acero con un diámetro de 9 cm y 30 cm de largo que entra 20 cm en la guadua. Las fuerzas axiales se transmiten a través de varios pasadores perpendiculares que unen la guadua con el tubo interior.*

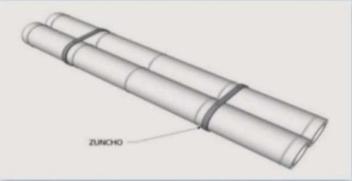
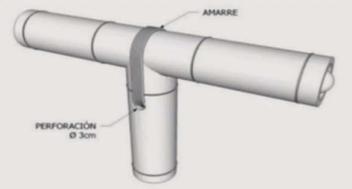
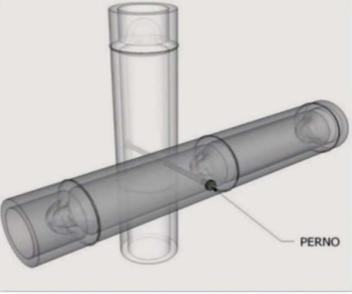
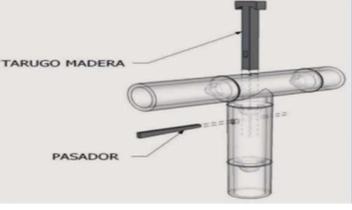
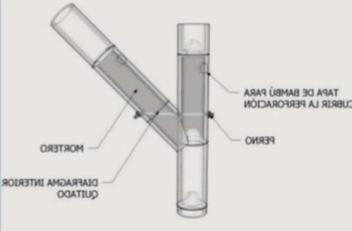
*Además, el tubo tiene por el otro extremo una forma cónica con una apertura elíptica que permite colocar un tornillo para conectarse con el segundo elemento. Este es una esfera de acero que tiene un diámetro de 10cm y que ofrece hasta 16 roscas en ángulos espaciales y libres para varios elementos como guaduas, tensores o la base.”*

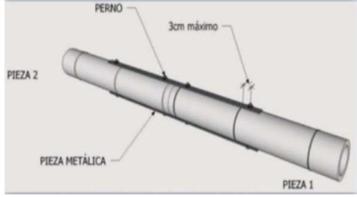
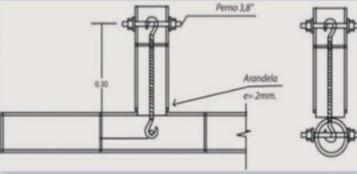
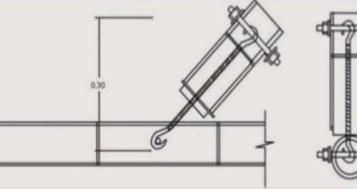
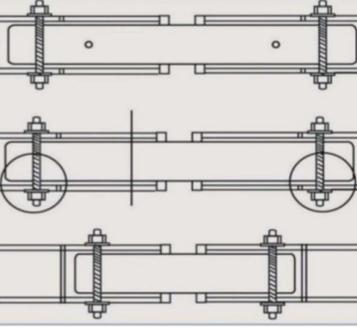


**Ilustración 1-37.-** Unión con esferas metálicas T.Obermann  
**Fuente:** (Obermann T. 2004)  
**Elaboración:** El Autor

Las esferas utilizadas en el desarrollo de la unión existen en el mercado, y dan mucha versatilidad, favoreciendo el fácil montaje y desmontaje de las estructuras que se puedan desarrollar.

**Tabla 1-7. – Ensamblajes para unir guadua**

ENSAMBLE	GRÁFICO
UNIÓN ZUNCHADA	 <p>ZUNCHO</p>
UNIÓN AMARRADA	 <p>AMARRE</p> <p>PERFORACIÓN Ø 3cm</p>
UNIÓN CON PERNO	 <p>PERNO</p>
UNIÓN CON TARUGOS	 <p>TARUGO MADERA</p> <p>PASADOR</p>
UNIÓN CON MORTERO	 <p>TABLA DE BAMBÚ PARA CUBRIR LA PERFORACIÓN</p> <p>PERNO</p> <p>MORTERO</p> <p>DIAPHRAGMA INTERIOR</p>

<p>UNIÓN LONGITUDINAL CON MADERA</p>	
<p>UNIÓN LONGITUDINAL CON HIERRO</p>	
<p>UNIÓN PERPENDICULAR CON PERNO</p>	
<p>UNIÓN DIAGONAL CON PERNO</p>	
<p>UNIÓN COLINEAL CON PERNO</p>	

**Fuente:**(Ordoñez Candelaria et al., 2010)  
**Elaboración:** El Autor

### 1.3. Espacio Público

#### 1.3.1. Concepto.

*“...el espacio público puede cumplir distintas funciones en la ciudad, al extremo de que es factible encontrar posiciones extremas y contradictorias que lo conciben como un espacio de aprendizaje (Joseph, Isaac), ámbito de libertad (Habermas) o lugar de control (Foucault). En otras palabras, el espacio público es un ámbito o escenario de la conflictividad social que puede tener una función u otra, dependiendo de los pesos y contrapesos sociales y políticos.”(Carrion, 2007)*

El concepto de espacio público es confuso, recibe diversas definiciones aportadas por distintas áreas profesionales (arquitectura, sociología, geografía, etc.).

Por lo que, en arquitectura y urbanismo se manifiestan como espacios funcionales y sostenibles pertenecientes a una ciudad tales como: plazas, parques, aceras, calles, etc. que se caracterizan por tener acceso libre y público, permitiendo así, un intercambio social, cultural e inclusivo de todos quienes hacen uso de estos y en donde, además existe la particularidad de expresarse libremente. (Dascal, 2007)



**Ilustración 1-38.-** Plaza de San Francisco, Domingo de Mercado, Quito 1780

**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza\\_de\\_San\\_Francisco\\_\(Quito\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza_de_San_Francisco_(Quito))

**Elaboración:** El Autor

Los lugares públicos pueden progresar o no en la medida en que el contexto toma o pierde significado. Cuando el espacio público se usa para comunicar, transmite símbolos que, a la vez, son compartidos y permiten dar un carácter particular a un lugar, contribuyendo así a la apropiación del espacio público. Cuando el espacio público no facilita el encuentro de los usuarios y no tiene un carácter propio, se tornan cambiantes y transitorios, se vuelven rutinarios y practicante se pierden. (Páramo & Burbano, 2014)

La máxima representación del espacio público dentro de una ciudad es la plaza, que a lo largo de la historia se ha convertido en símbolo de encuentro.

La mayoría de las ciudades latinoamericanas construyeron sus plazas y estas se constituyeron en el centro de actividades comerciales, políticas y culturales. (Moncayo, 2009)

### 1.3.2. Actividades de exposición y comercio en el espacio público.

*“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”. (Sortica, G. 2012).*

El diccionario de LA RAE define:

#### **Exposición:**

*“Presentación pública de artículos de la industria o de las artes y las ciencias con fines comerciales o culturales.”.*

Por lo tanto, la exposición que se establece en el espacio público genera un intercambio de ideas entre individuos, siendo estas de carácter comercial y cultural principalmente, generando puntos de encuentro y reunión por medio de estas actividades.

Fernando Moncayo asevera que la vida colectiva es el valor fundamental de la ciudad.

*“Este acercamiento a la vida colectiva supone factores que permitan una sociedad heterogénea y tolerante a esto se llega mediante espacios adecuados para la vida colectiva en los cuales se motiva el diálogo y la gestión de conflictos entre los ciudadanos.” (Moncayo, 2009)*



**Ilustración 1-39.-** Exposición de Arte Plaza Central, Loja.

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

Consecuentemente, se concluye que los espacios urbanos necesitan de elementos capaces de concederles un carácter propio que motive su uso por parte del usuario, permitiendo así que se desarrolle la vida colectiva, valor fundamental de la ciudad.

Por otro lado, los factores ambientales, también se suman como condicionantes que impiden el uso de los espacios urbanos, la presencia del sol y la lluvia conlleva a buscar soluciones que faciliten el uso del espacio, y es tan importante el uso del espacio público, pues es el centro de la producción de la sociedad misma.

*(...) la ciudad es un espacio público, un conjunto de puntos de encuentro, un sistema de lugares significativos, donde el espacio público es de la representación donde la sociedad puede visibilizarse y, por tanto, hacer más ciudad para más ciudadanos y más ciudadanos para más ciudad. (Carrion, 2007)*

### **1.3.3. Uso del Espacio Público y su Identidad.**

El espacio público es el escenario de la sociedad dentro de una ciudad, con el tiempo el uso de lugares públicos viene a darle cierta identidad a cada espacio. Al intentar recuperar o mejorar el espacio público, es indispensable rastrear no solamente su evolución espacial, sino todos los acontecimientos históricos, sus rutinas y hechos que dan cierta particularidad al lugar, y sirven como impulsores de identidad del lugar, garantizando así la identidad y apropiación del espacio por parte de los usuarios. (Páramo & Burbano, 2014)

*“Es así como se lucharía contra la pérdida del significado de los espacios, al ligar el pasado al presente, al hacer visible su historia y crear las posibilidades para un mayor aprendizaje de la ciudad y apropiación del lugar” (Páramo y Cuervo, 2006; 2009).*



**Ilustración 1-40.-** Plaza de San Sebastián, Loja, Ecuador  
**Fuente:** Squa Drone  
**Elaboración:** El Autor

**CAPITULO II**  
**ANÁLISIS DEL SITIO**

## 2. ANÁLISIS DEL SITIO.

### 2.1. Metodología.

Debido a que se trata de un mobiliario urbano menor, el análisis se ha realizado en cuanto al contexto inmediato de la plaza de San Sebastián, desde el aspecto urbano arquitectónico.

Además, considerando que esta forma parte del centro histórico, y las estructuras usadas en la actualidad no permiten que la gente se integre a su contexto inmediato, dando la espalda al centro histórico. se ha realizado un análisis de estas, tomando en cuenta su carácter formal, funcional y constructivo.

### 2.2. Análisis del caso de estudio

#### 2.2.1. Ciudad de Loja

La ciudad de Loja es un valle que se encuentra ubicado en la región sur del Ecuador, a una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar.



<b>Latitud:</b>	4°1´ Sur
<b>Longitud:</b>	79° 15´Oeste
<b>Locación:</b>	Ecuador
<b>Extensión:</b>	337 000 Km2
<b>Habitantes:</b>	14.000 000

**Ilustración 2-1.-** Ubicación: Loja – Ecuador

**Fuente:** Google Earth

**Elaboración:** El Autor

La ciudad de Loja ha consolidado a su centro urbano en un área de actividades socioculturales y económicas, mientras que alrededor del mismo y en su periferia se consolidan las áreas de residencia las cuales se encuentran desconectados entre sí y con el centro de la ciudad, sumado a esto existe una carencia de espacio público y de equipamiento comunal, lo que se evidencia con el favorecimiento a las circulaciones vehiculares y dejando de lado el espacio para el ser humano. Por lo que las principales actividades y recorridos confluyen y se realizan en el centro de la ciudad de manera superpuesta.

### 2.2.2. Plaza de San Sebastián.

La plaza de San Sebastián o de la Independencia se encuentra ubicada en el centro de la ciudad de Loja en la Calle Mercadillo entre Bolívar y Bernardo Valdivieso.



**Ilustración 2-2.-** Ubicación Plaza de Sam Sebastián  
**Fuente:** Google Earth  
**Elaboración:** El Autor

<b>Tipo:</b>	Plaza
<b>Categoría:</b>	Histórica
<b>Provincia:</b>	Loja
<b>Cantón:</b>	Loja
<b>Parroquia:</b>	San Sebastián
<b>Actividades:</b>	Socio-Cultural



La plaza de San Sebastián fue desde sus orígenes una plaza de comercio (A), pues aquí se realizaban las ferias más importantes de la ciudad, dentro de la plaza podemos encontrar 3 iconos principales: la torre de reloj de 32m (B) de alto donde se conmemoran hechos históricos de la ciudad; la iglesia de San Sebastián (C) la cual fue construida en honor al patrono del mismo nombre y por último una glorieta (D) donde se realizan los principales eventos artísticos de danza música y teatro.

Actualmente la plaza es considerada un punto de encuentro y de reunión para actividades: Sociales, Culturales, Políticas, Religiosas, Comerciales y Turísticas para todos los lojanos y sus visitantes.

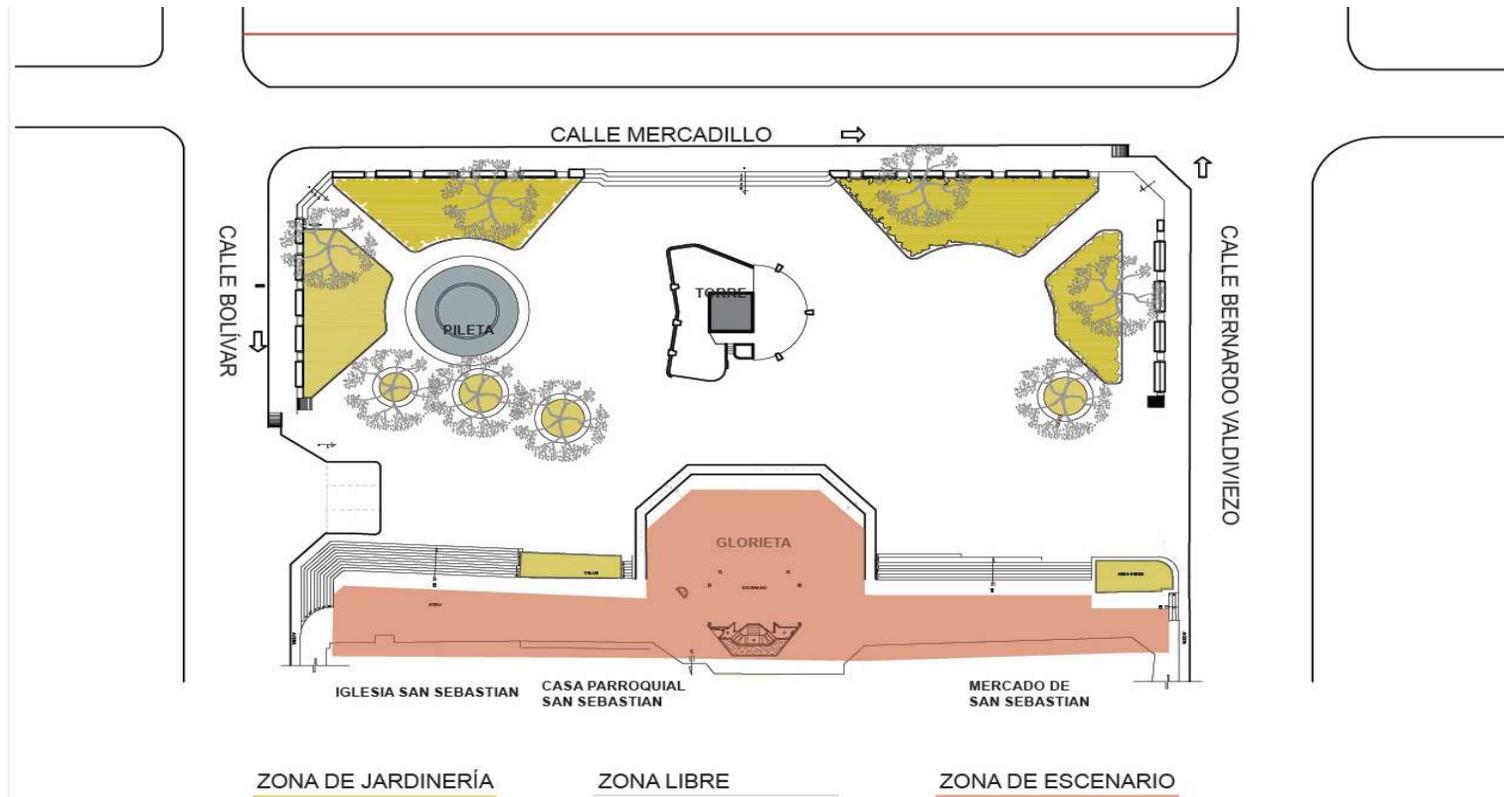
**Ilustración 2-3.** – San Sebastián Espacio público histórico.

**Fuente:** <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=806620&page=3>

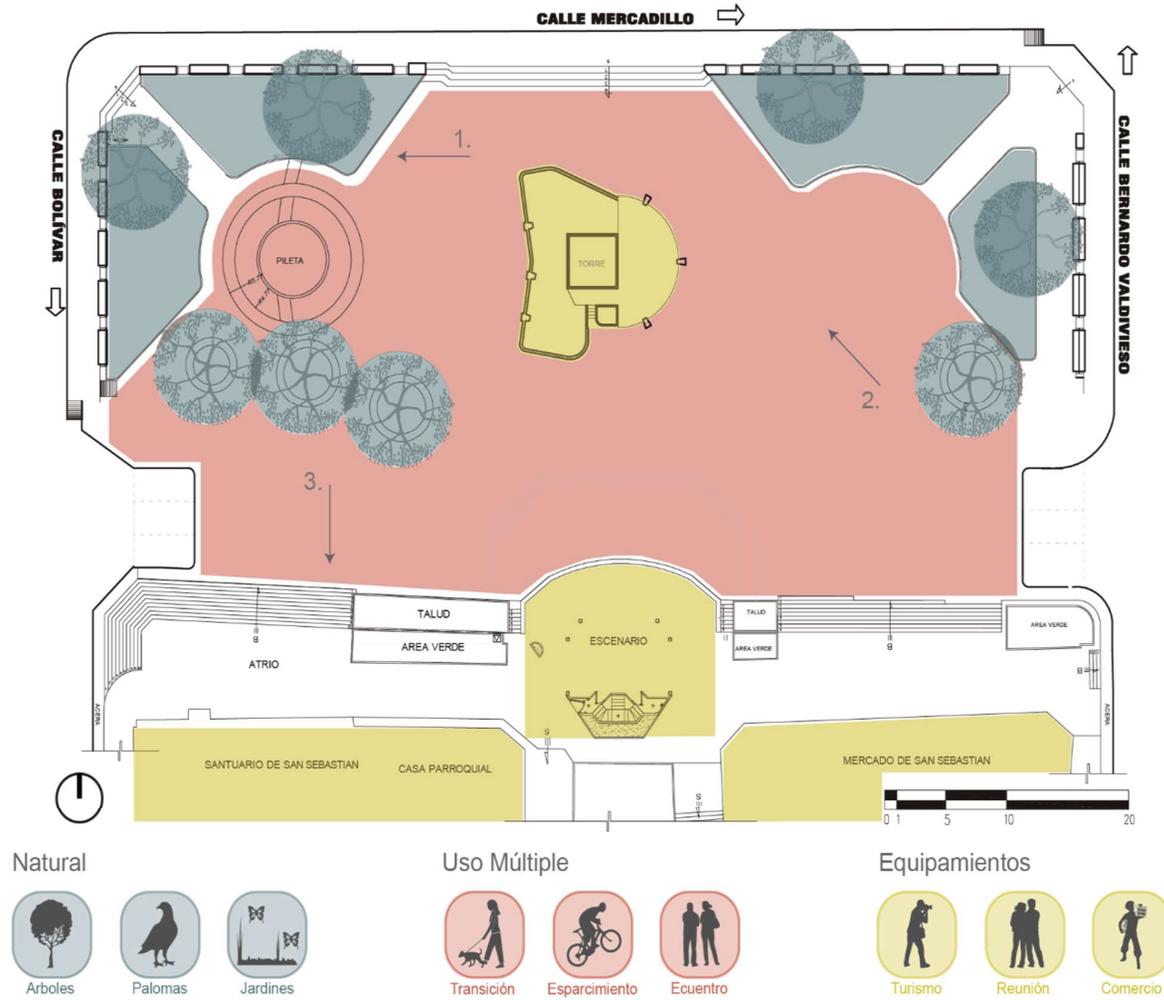
**Elaboración:** El Autor.

### 2.2.2.1. **Estado Actual**

En la plaza de San Sebastián convergen cuatro realidades: lo natural, el área de uso múltiple, los hitos presentes y el contexto inmediato.



### 2.2.2.2. Usos y Funciones.



Jardines de la Plaza



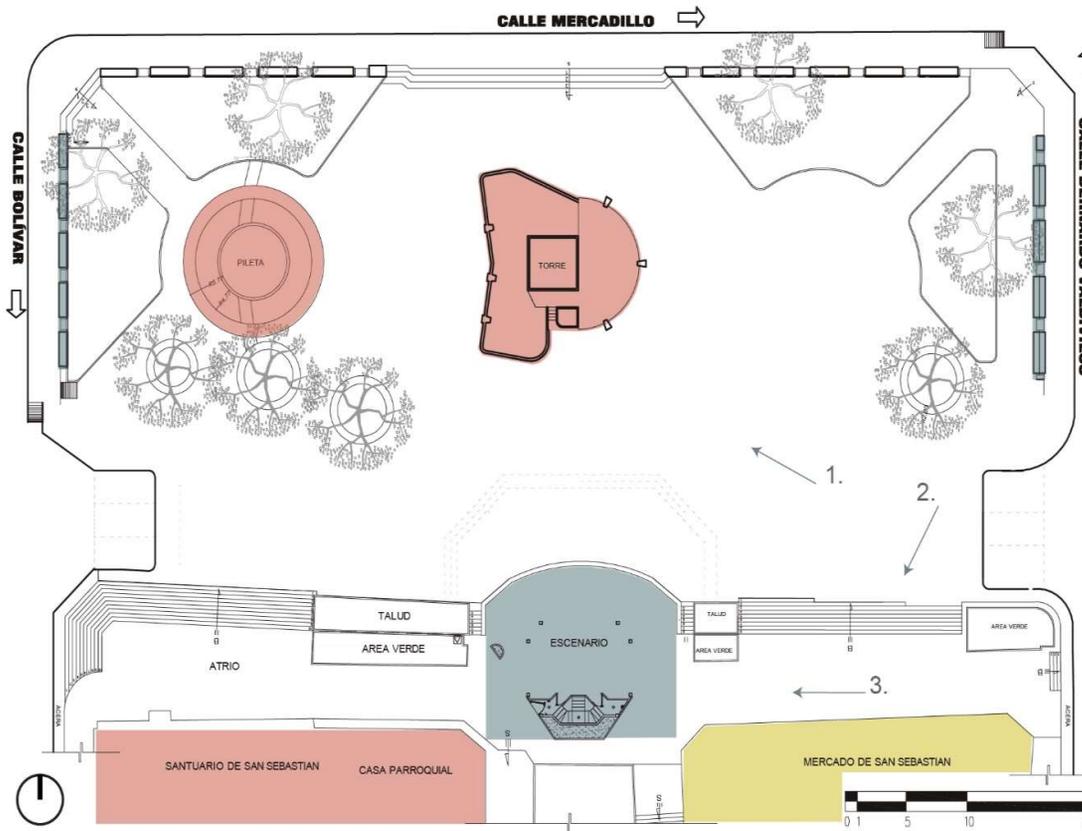
Centro de la Plaza



Iglesia San Sebastián

### 2.2.2.3. Hitos de la Plaza.

Dentro de la plaza los hitos principales son de 3 tipos: simbólicos/decorativos, comerciales y de entretenimiento.



Escenario



Glorieta

Simbólico Decorativo



Iglesia



Torre/Reloj



Pileta

Comercial



Mercado



Torre San Sebastián



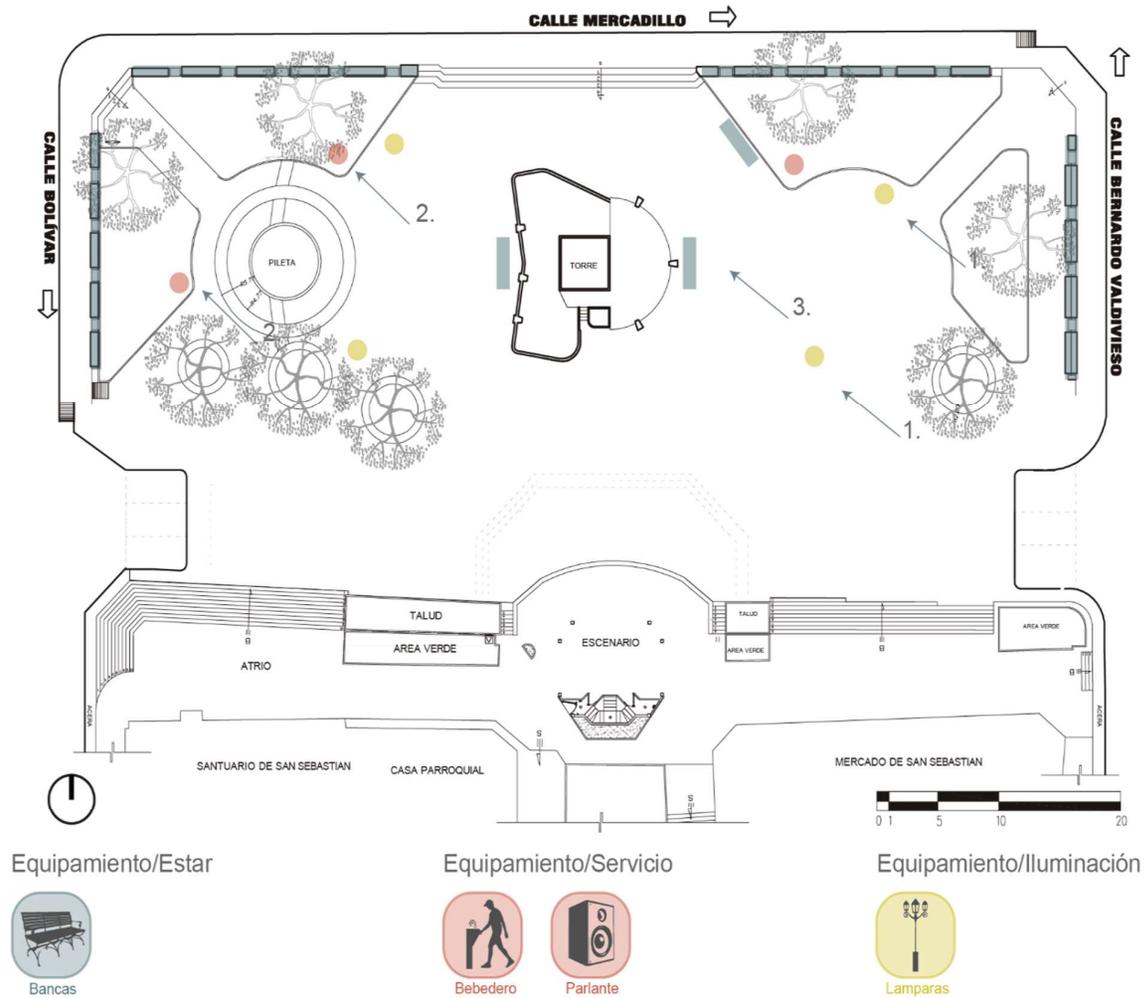
Mercado San Sebastián



Glorieta

### 2.2.2.4. **Mobiliario.**

La plaza de Sansebastián cuenta con mobiliario para complementar las actividades que se realizan dentro de la misma.



Lamparas



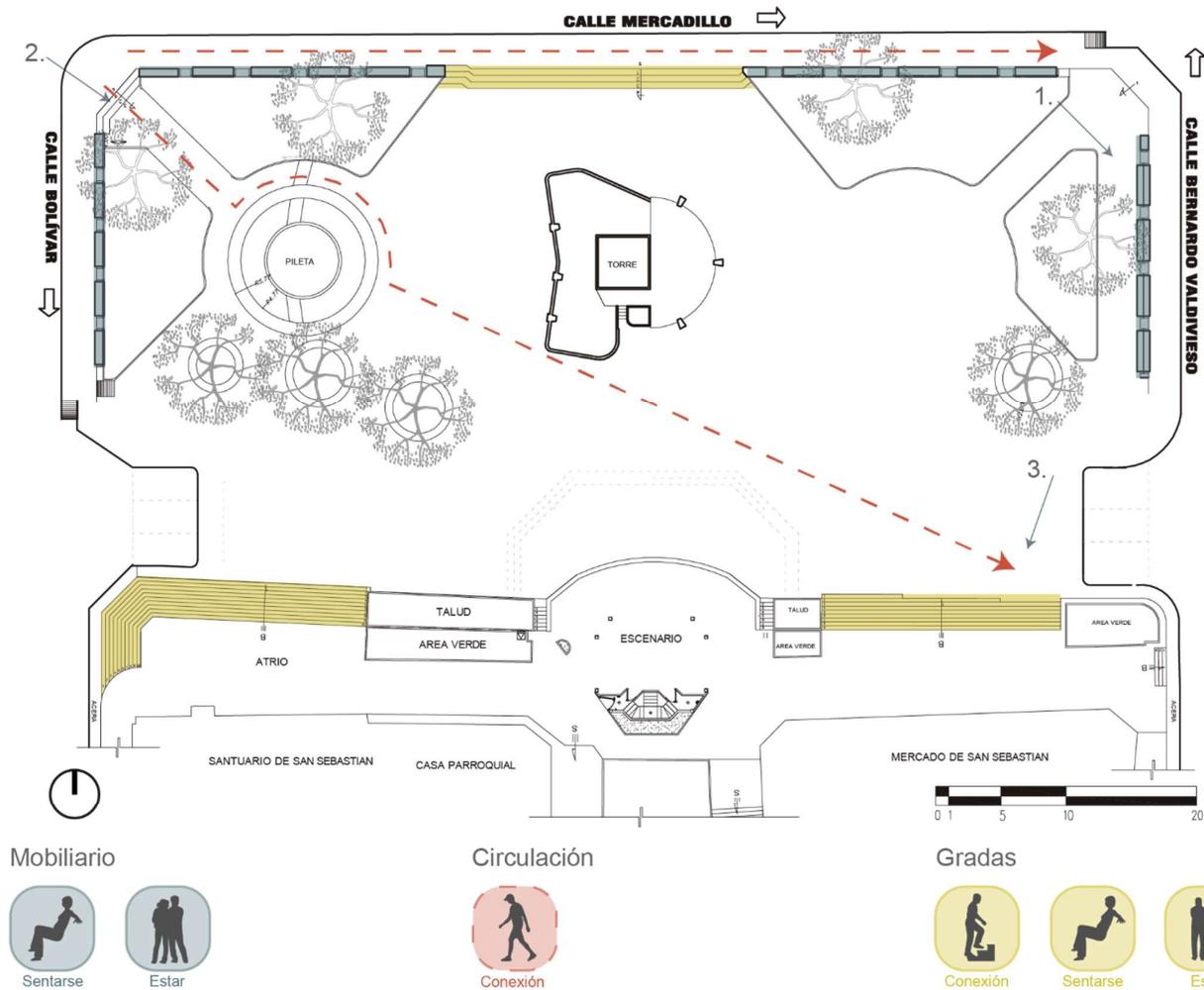
Parlantes/Bebederos



Bancas

### 2.2.2.5. Usos Diarios.

Diariamente la plaza sirve como una conexión entre equipamientos colindantes, además brinda espacios para el descanso y encuentro.



Mobiliario/Calle B. Valdivieso



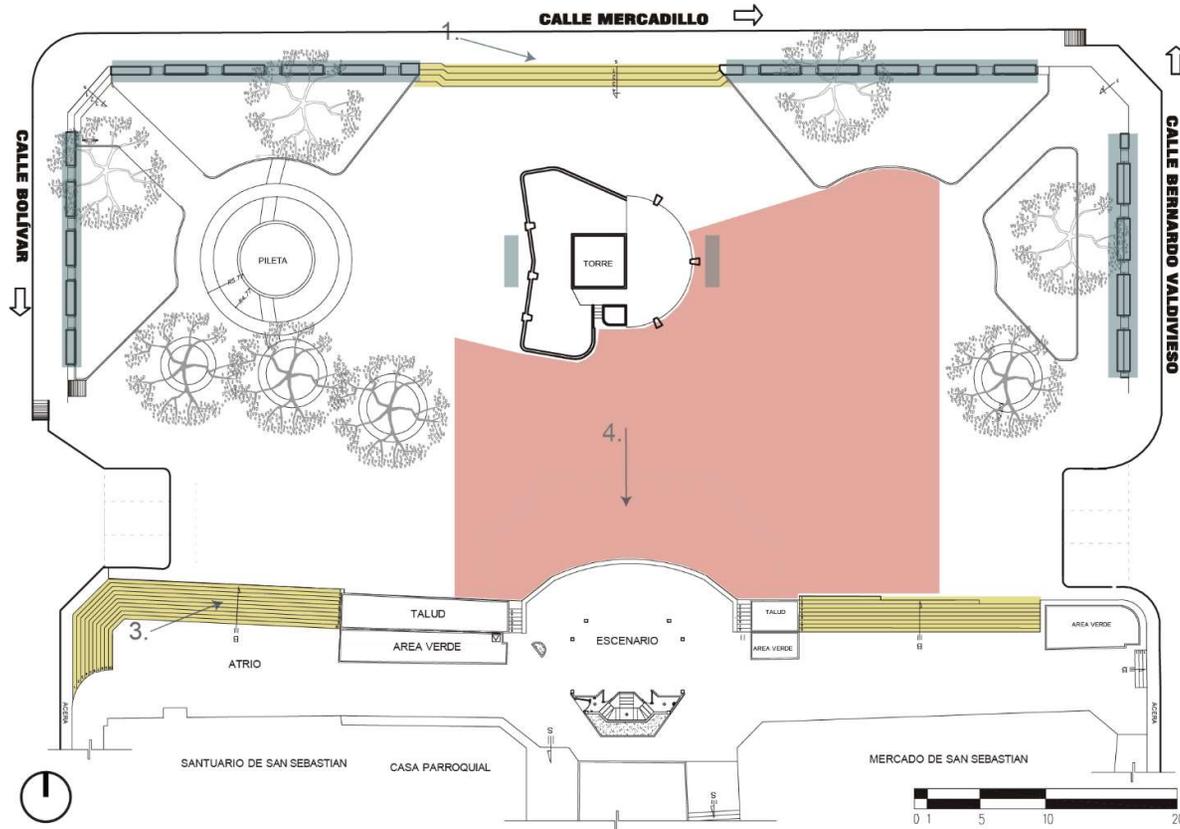
Principal Circulación



Gradas/Usos Secundario

### 2.2.2.6. *Intensidad de Uso.*

Los usos de la plaza se encuentran distribuidos de la siguiente manera: de uso frecuente, medio y eventual.



Frecuente



Bancas/Estar

Medio



Gradas/Estar

Eventual



Estudiantil



Cultural



Político

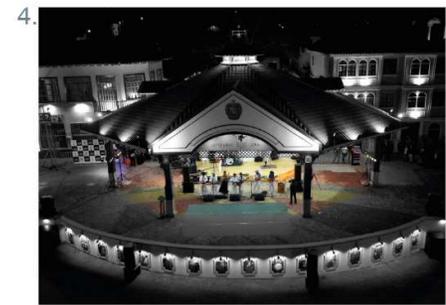


Uso Medio

Uso Frecuente



Feria Estudiantil



Evento Cultural

### 2.2.2.7. Análisis FODA.

En la siguiente tabla se presentan una síntesis del análisis de funcionamiento de la plaza de San Sebastián.

ANÁLISIS FODA						
ASPECTOS	SUB-ASPECTOS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS	POSIBLES SOLUCIONES
ASPECTOS AMBIENTALES	SOLEAMIENTO / VENTILACIÓN	Rayos solares directos	Iluminación natural	Incidencia Solar Directa	Espacio no usado por fuertes rayos solares	Implementación de módulos que proporcionen sombra
		Brisas suaves	Fácil ventilación	Vientos más fuertes en temporada del año	Destrucción de elementos propensos al viento en ciertas temporadas	Trabajar en un diseño que se enfoque en solucionar el problema del viento
	SUELO / TOPOGRAFÍA	Espacio Construido Consolidado	Implantación de cualquier tipo de módulo	Espacio construido y consolidado	No se puede realizar modificaciones constructivas	Diseñar elementos constructivos que se adapten al espacio artificial existente
		Área de plaza libre en su mayor parte	Facilidad de modulación en todas las direcciones			
VEGETACIÓN	Existencia de árboles de tamaño medio	Tomar en cuenta como elementos de diseño complementario	Poca vegetación, pocos lugares de sombra	No uso del lugar	Implementación de módulos que generen sombra	
ASPECTOS ARTIFICIALES	VIALIDAD / TRANSPORTE	Centro Consolidado Accesibilidad de Transporte	Aumentar el uso de la plaza	Alto tráfico en horas pico	Embotellamiento de vehículos	Incentivar el transporte peatonal
	ENTORNO CONSTRUIDO	Espacio turístico representativo de la ciudad	Fomentar y aportar con las actividades culturales y comerciales	Espacio con pocos lugares de estancia	Abandono de la plaza	Atraer usuarios hacia la plaza con implementación de lugares de sombra
		Entorno viviendas patrimoniales con portalería	Abstraer tipologías o características del espacio construido	Portalería es usada para el comercio informal	Desorden y obstrucción de espacios de circulación	Ubicar de forma itinerante los comerciantes en la plaza
ASPECTOS ADICIONALES	IDENTIDAD	Plaza icono de la ciudad / Importancia Histórica	Potenciar de forma práctica cualquier actividad de la plaza	Uso de la plaza creciente en actividades variables	Perdida de concepto de plaza histórica	Incentivar al usuario al uso de la plaza
	USOS	Diferentes actividades a lo largo del año	Estudiar las necesidades que requieren los usos	Usos muy variables de la plaza	Desorden en uso de la plaza para las múltiples actividades	Brindar mayor importancia al uso primario de una plaza



Vegetación



Construcciones aledañas



Festival Cultural

#### Ambiental



La vegetación no genera la sombra necesaria para realizar actividades

Factores Naturales

#### Entorno



El contexto de la plaza son casas patrimoniales y con apartamiento.

Contexto Histórico

#### Usos



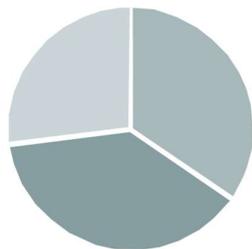
Principal uso actividades de carácter cultural

Cultura

### 2.2.2.8. Registro de Actividades dentro de la Plaza

Los eventos realizados en el ultimo año dentro de la Plaza de San Sebastian han sido realizados bajo la autorización del Municipio de Loja.

EVENTOS PLAZA SAN SEBASTIAN 2016					
MOTIVO	RESPONSABLE	MES	ENTIDAD	CANTIDAD	TIPO
FIESTAS SAN PATRONO JURADO	MUNICIPIO DE LOJA	ENERO	MUNICIPAL	2	FERIA ARTESANIAS
DIAS DEL AMOR Y AMISTAD	MUNICIPIO DE LOJA	FEBRERO	MUNICIPAL	3	FERIA COMERCIO
X FERIA DE INNOVACION PEDAGOGICA	COLEGIO SAN GERARDO	FEBRERO	INSTITUCIONAL	1	ACADEMICO-EXPOSICION
II FERIA DISTRITAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	DISTRITO 7 EDUCACION	ENERO-DICIEMBRE	INSTITUCIONAL	1	ACADEMICO-EXPOSICION
JUEVES CULTURALES	MUNICIPIO DE LOJA	MAYO	MUNICIPAL	50	CULTURAL
DIA DE LA MADRE	MUNICIPIO DE LOJA	MAYO	MUNICIPAL	3	FERIA COMERCIO
DIA DE LA MUJER	MUNICIPIO DE LOJA	MARZO	MUNICIPAL	2	FERIA COMERCIO
CASA ABIERTA INSTITUCIONES EDUCATIVAS	UTPL-SUDAMERICANO	ENERO-DICIEMBRE	INSTITUCIONAL	6	ACADEMICO-EXPOSICION
EXPO VACACIONAL	PADRE SIRO SOTO	ABRIL	INSTITUCIONAL	1	RELIGIOSA
EVENTO CULTURAL. CONSUMO DEL CAFÉ	MINISTERIO DE CULTURA	MARZO	INSTITUCIONAL	1	CULTURAL
EXPOSICIÓN DE 740 TRABAJO ESTUDIANTIL	UNIDAD EDUCATIVA LA SALLE	ABRIL	INSTITUCIONAL	1	ACADEMICO-EXPOSICION
CAMPAÑA PRINCIPIOS Y VALORES FAMILIA	LEONARDO TIBÁN	MAYO	PARTICULAR	2	CAMPAÑA
ACTIVIDADES DE SEGURIDAD	GESTION DE RIESGOS	MAYO	INSTITUCIONAL	1	CAMPAÑA
XXII ANIVERSARIO DE CREACION	COMIL 5	MAYO	INSTITUCIONAL	1	CULTURAL
CASA ABIERTA	UNIDAD EDUCATIVA LA SALLE	MAYO	INSTITUCIONAL	1	ACADEMICO-EXPOSICION
FERIA DE EMPRENDIMIENTO	LICEO DE LOJA	MAYO	INSTITUCIONAL	1	ACADEMICO-EXPOSICION
CURSO FORMACIÓN ENFERMEROS	INSTITUTO LOS ANDRES	MAYO	INSTITUCIONAL	2	ACADEMICO-EXPOSICION
DIA DEL ELECTROMECANICO	COLEGIO ELECTROMECANICA	JUNIO	INSTITUCIONAL	1	EXPOSICION
EVENTO DIA DE LA JUVENTUD	MIES	JUNIO	INSTITUCIONAL	1	CULTURAL
FERIA GASTRONOMICA	CAPTUR	SEPTIEMBRE	INSTITUCIONAL	2	FERIA COMERCIO
EVENTO SEGURIDAD VIAL	ANT	SEPTIEMBRE	INSTITUCIONAL	1	EXPOSICION
FIESTA INDEPENDENCIA	MUNICIPIO DE LOJA	NOVIEMBRE	MUNICIPAL	1	CULTURAL
ECUADOR EJERCITATE	COORDINACIÓN DE DEPORTES	DICIEMBRE	INSTITUCIONAL	1	CAMPAÑA
FERIA ARTESANAL NAVIDEÑA	MUNICIPIO DE LOJA	DICIEMBRE	MUNICIPAL	3	FERIA COMERCIO



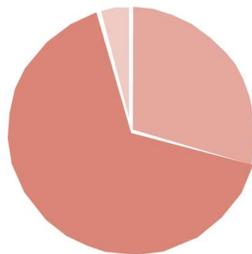
■ Enero/Abril  
■ Mayo/Agosto  
■ Septiembre/Diciembre

Mes



Fiestas

La mayor cantidad de eventos se dan entre Mayo y Agosto



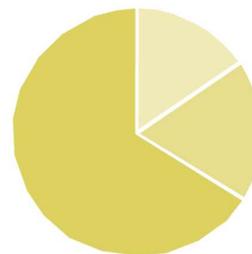
■ Institucional  
■ Municipal  
■ Particular

Entidad



Instituciones

Las Intituciones que mas realizan eventos son las educativas



■ Cultural  
■ Ferias  
■ Academico Exposición

Tipo



Cultura

La mayor cantidad de eventos son culturales



1. Fiesta Artes Vivas

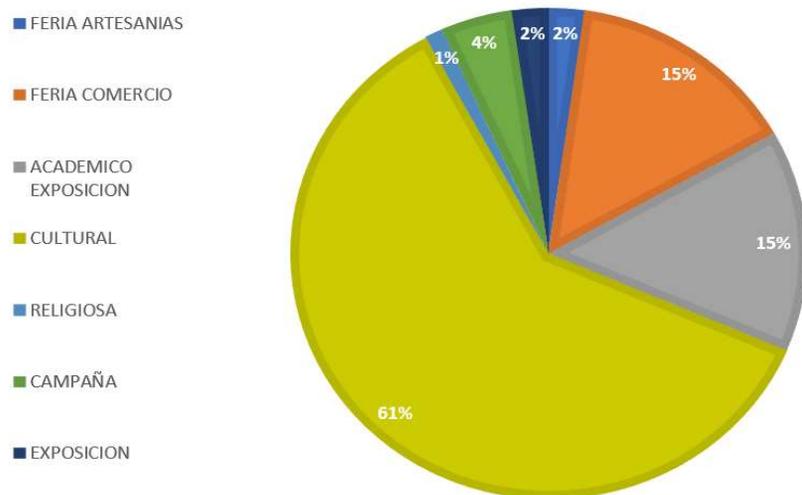


2. Feria Artesanias



3. Feria del Dulce

### 2.2.2.9. Conclusiones.



**Ilustración 2-4.** – Usos de la Plaza de San Sebastián durante el 2016

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

Como hemos comprobado, la plaza de San Sebastián es usada para distintos tipos de eventos, ferias, exposiciones, campañas, arte, etc. Las actividades de carácter cultural son las que más se apropian de este espacio ocupando estadísticamente un 61%, seguido de las Ferias de Comercio (15%) y Exposiciones Académicas (15%), que comparten un segundo lugar en la escala del uso de la plaza (Ilustración 2-3).

El dominio del uso de actividades de carácter cultural se justifica por el intenso uso de la plaza en actividades como las del Jueves Cultural realizada a semana seguida durante todo el año, además la plaza también es un punto importante en el desarrollo de actividades del Festival de Artes Vivas de Loja.

Para este tipo de actividades es de vital importancia el uso de elementos de cobertura, que dependiendo del tipo de actividad que se realice puede o no utilizarse, pero en la mayoría de los casos su presencia es ineludible. Y como complemento el uso de mobiliario auxiliar como mesas sillas, caballetes de exposición o elementos similares, dependiendo siempre del uso específico de la plaza.

Además, para el uso del espacio público tanto en ferias de comercio como en exposiciones se mantiene la necesidad de elementos de cobertura y mobiliario auxiliar, cabe recalcar siempre que la ubicación y forma de uso tanto de los elementos de cobertura como del mobiliario auxiliar dependerá del tipo de actividad a efectuar.

### 2.3. Características del Mobiliario Utilizado en eventos Temporales.

Las cubiertas temporales son elementos que permiten protegernos de los factores naturales principalmente del sol y lluvia por un tiempo determinado.



**Ilustración 2-5.-** Cubiertas Temporales San Sebastián y El Valle.

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

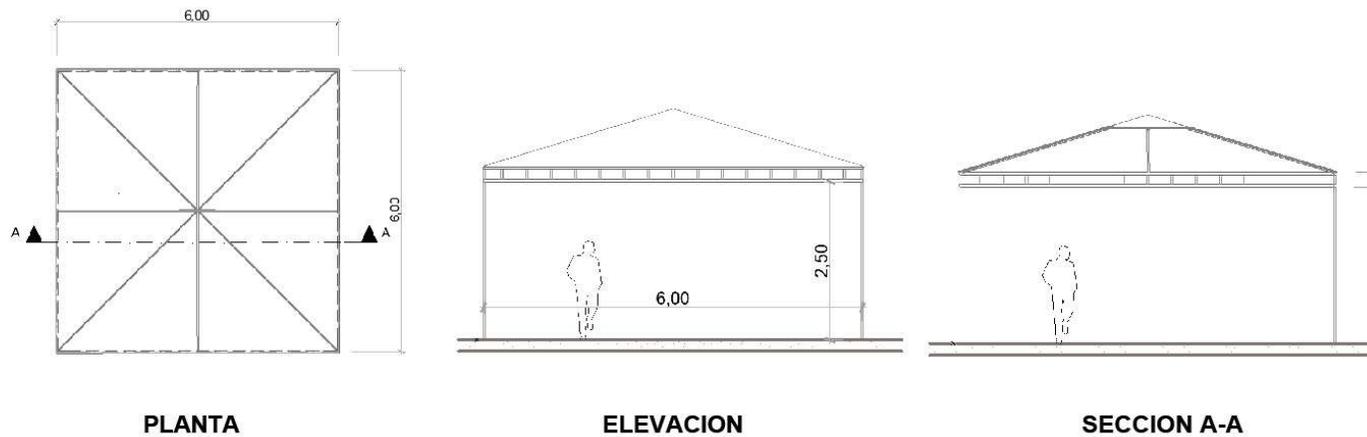
Tipo:	Pórtico
Estructura:	Metálica
Cubierta:	Lona
Dimensiones:	6m x 6m
Altura:	3.65 m
Mobiliario:	Desmontable

En la plaza de San Sebastián generalmente para realizar eventos se emplean las carpas tipo pórtico las cuales se las ubican a lo largo de la misma dependiendo de las necesidades que el evento requiera; dichas carpas son armadas in situ y una vez concluido el evento son retiradas del lugar.

Este tipo de soluciones no se pueden considerar como soluciones arquitectónicas sino mas bien una solución rápida sin criterios técnicos que estudien el contexto en el que se aplican. Por ello siempre tendrán el mismo carácter y la misma solución sin importar los requerimientos.

### 2.3.1. Análisis Formal

Las carpas que regularmente se usan las proveen empresas que proporcionan este servicio, estas no mantienen una medida estandarizada las medidas dependen de la empresa y en muchas ocasiones existe más de una medida por empresa, pero, generalmente se pueden apreciar medidas de 6.00 x 6.00, 5.50 x 3.25, 4.00 x 4.00, etc.



**Ilustración 2-6.-** Dimensiones de carpa Instalada en Evento Jueves Cultural.

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

### 2.3.2. Problemas de Forma.

La rigidez de los elementos no permite un buen funcionamiento, en cuanto a alturas, la forma de cubierta crea sensaciones de aplastamiento e impide la conexión visual con el entorno (Ilustración 2-6). Uno de los requisitos básicos para la correcta apropiación del espacio público, es mantener la identidad e historia del lugar y, por medio de estas crear un carácter especial que haga de uno u otro espacio un lugar único.

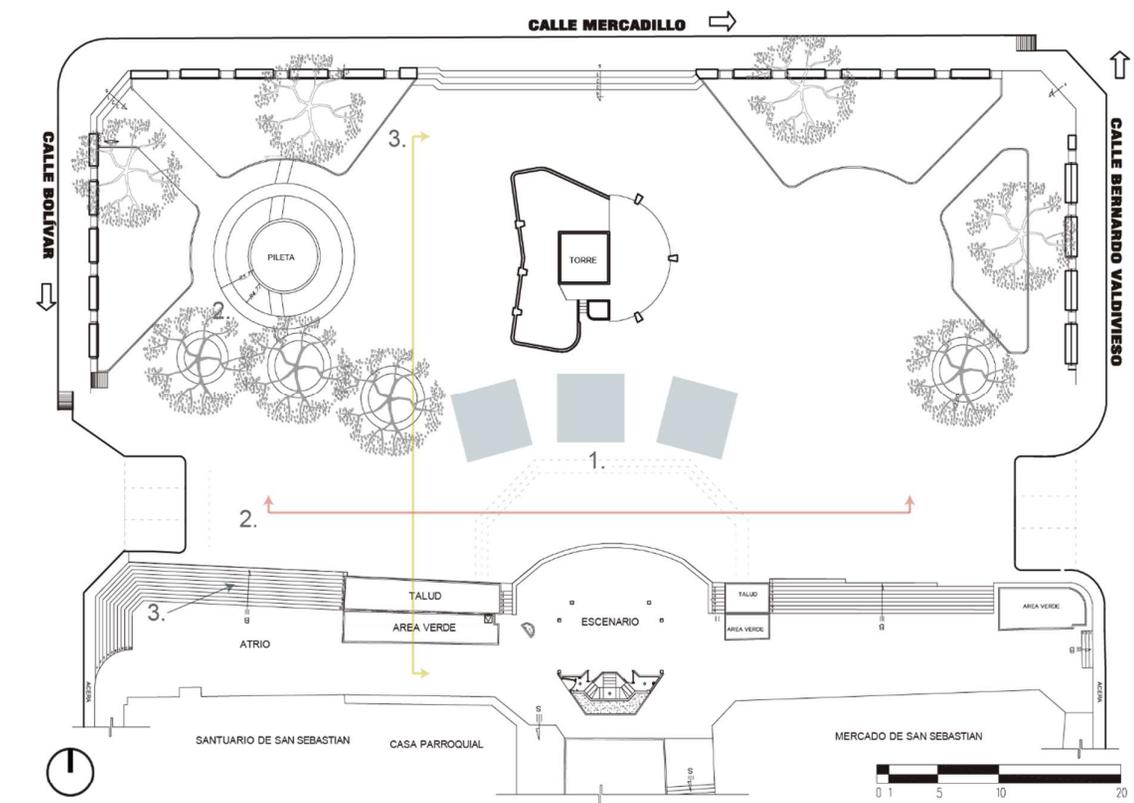
Pero lamentablemente al impedir las visuales hacia el entorno arquitectónico construido y los elementos propios de la plaza estamos degradando la identidad histórica del lugar dando la espalda a este, por lo que, si no se utiliza una alternativa diseñada propiamente para la plaza, no se conseguirá otorgar un carácter propio a la misma.



**Ilustración 2-7.** – Problemas de visuales hacia el entorno construido.

**Fuente:** El Autor

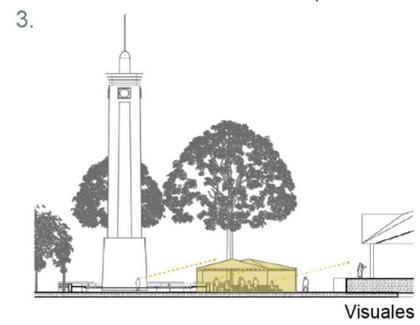
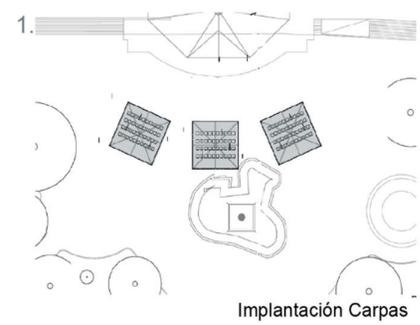
**Elaboración:** El Autor



Planta  
Carpas

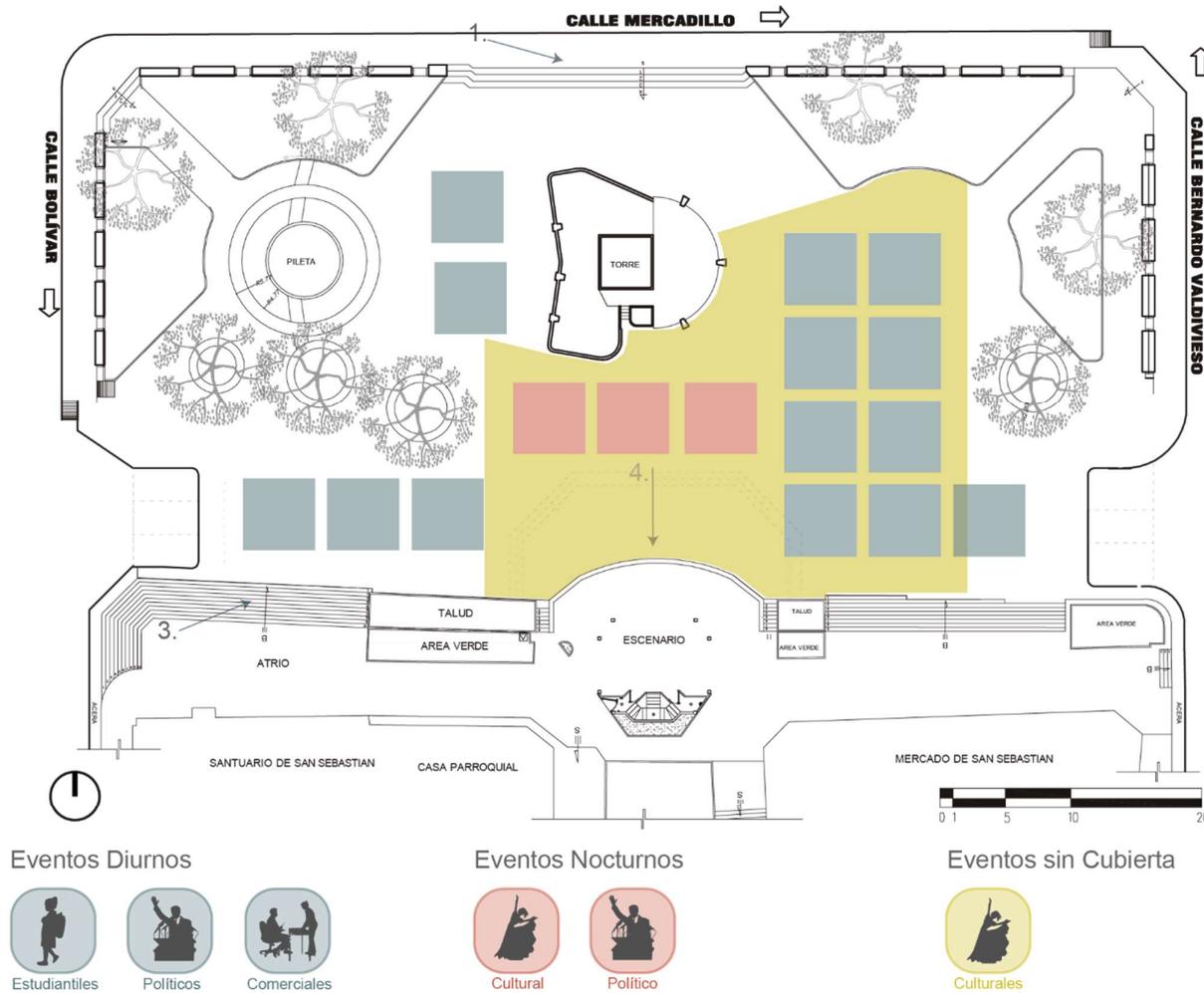
Corte Longitudinal  
Escala

Corte Transversal  
Visuales



### 2.3.2.1. Distribución de las Cubiertas Temporales

Las Cubiertas actuales se encuentran distribuidas generalmente de 2 formas: para eventos diurnos y para eventos nocturnos.



1. Feria día de la Madre



2. Jueves Culturales



3. Festival de Artes

### 2.3.3. Análisis Funcional

#### 2.3.3.1. Ensamblaje de Carpas

Los elementos que conforman las carpas pueden ser manipulados por una persona, pero en el proceso de montaje es necesario como mínimo 2 personas y toma alrededor de 25 minutos el montaje de una carpa integral. Cabe recalcar además, los costos de alquiler son elevados, una carpa oscila entre 35 y 50 dólares por día.



#### Personal



Grupo

Para el armado de la carpa se necesita mínimo 2 personas

#### Tiempo



Moderado

El armado de la carpa se realiza entre 15 a 20 minutos

#### Equipo



Herramientas

Los ensamblajes se realizan sin herramientas

### 2.3.4. Análisis Constructivo

#### 2.3.4.1. Materialidad

Tabla 2-10. – Componentes materiales de carpas actuales.

COMPONENTE	GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
<b>ESTRUCTURA</b>		La estructura de los módulos actuales está conformada de hierro, generalmente perfil cuadro de 2" que, con el paso del tiempo, el uso y la falta de mantenimiento tiende a oxidarse y visualmente producen una mala imagen. Deteriorando no solo a los elementos de la estructura, sino también a la carpa.
<b>ENVOLVENTE</b>		La envolvente está conformada por carpa, generalmente de color blanco, que con el montaje y desmontaje sumado al mal estado de la estructura tiende a mancharse e incluso a romperse.

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor.

## 2.4. Análisis Proyectos Referentes

En las siguientes tablas se presenta una síntesis de proyectos referentes y la extracción de estrategias aplicables a nuestro caso de estudio.

Penda architect  
 Proyecto: "Rising Canes"  
 Anji (Zhejiang) - China

### PROYECTO REFERENTE 1

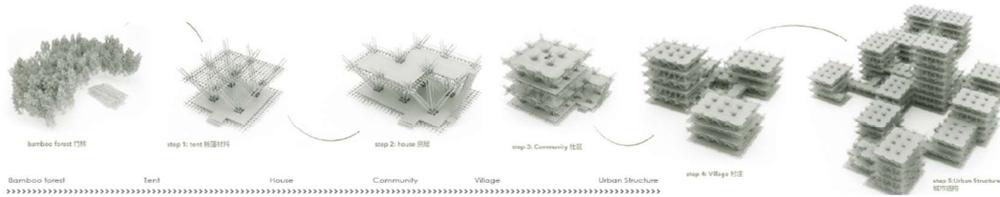
#### PROBLEMÁTICA

La necesidad del uso de materiales que no produzcan residuos durante el proceso de construcción, y el constante riesgo de catástrofes naturales, sustentan el desarrollo de este proyecto, donde además de cumplir la función de refugio, se trata de incluir al módulo en la naturaleza del bambú, dando libertad al crecimiento de este, y al uso del módulo como refugio temporal, sin causar daño alguno al medio natural

#### CONCEPTOS DE DISEÑO

La estructura posee un crecimiento progresivo, a medida que el número de habitantes aumenta la estructura se amplia logrando dar así a múltiples espacios, como lo son puentes e incluso estructuras flotantes

MODULACIÓN



La principal intención de los arquitectos es de implantar el proyecto en un bosque de bambú, y generando una permeabilidad tanto para los usuarios como para la vegetación del lugar, dando libertad en el uso de espacios.

PERMEABILIDAD



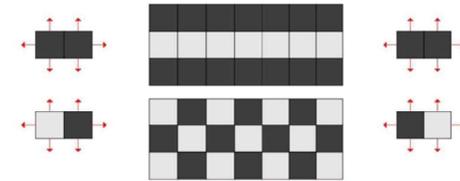
El proyecto se describe un verdadero enfoque ecológico para el crecimiento en donde no se deja daño alguno sobre el medio ambiente existente ni en el material de construcción en si.

MATERIALIDAD

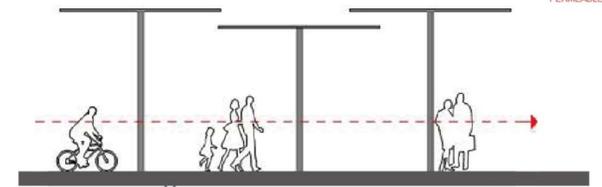


#### ESTRATEGIAS ABSTRAIDAS DEL REFERENTE

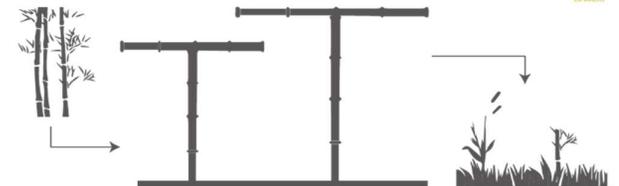
La modulación se genera de forma radial, de tal manera que el modulo se repita conservando la configuración, facilitando así su funcionamiento y la modulación de todos los elementos de la estructura total.



La permeabilidad del proyecto permite una libertad y variedad de usos, que combinados con su modulación, definirá de mejor manera los limites de los mismos acorde a la necesidad eventual que se requiera.



Materiales no convencionales, que no comprometen al medio ambiente, y que aportan un plus importante al desarrollo de nuevas tecnologías de construcción que aportan a una arquitectura amigable con el mismo.



## PROYECTO REFERENTE 2

Ming Tang  
 Proyecto. "Folded bamboo houses +  
 Paper house"  
 China

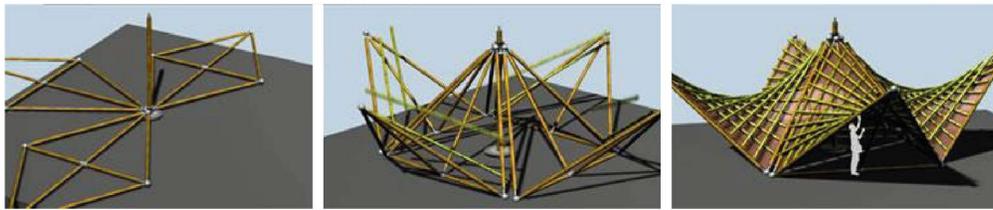
### PROBLEMÁTICA

Después del terremoto que azotó a China en el año 2008 Ming Tang propuso este innovador diseño con características que apuntan a la facilidad de producción, bajo costo y abundancia de material. Propuestos de bambú estos refugios temporales son estructuras lineales con una geometría angulosa que les permite armarse y desarmarse fácil y rápidamente para ser transportados hasta los lugares donde se lo requiera.

### CONCEPTOS DE DISEÑO

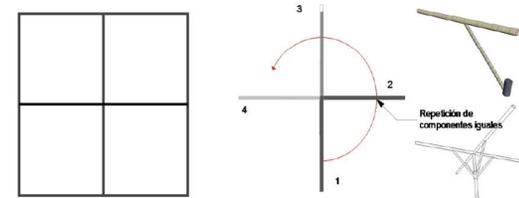
La edificación esta basada en la unión de cuatro paraboloides hiperbólicas, la secuencia de trabajo muestra desde el armado de los elementos perimetrales, la conexión de estos bordes con cañas mas delgadas formando una doble curvatura.

MÓDULO RADIAL



### ESTRATEGIAS ABSTRAIDAS DEL REFERENTE

La modulación se genera de forma radial, un solo elemento como módulo se repite teniendo una misma configuración, que facilita el funcionamiento y la modulación de la estructura total..

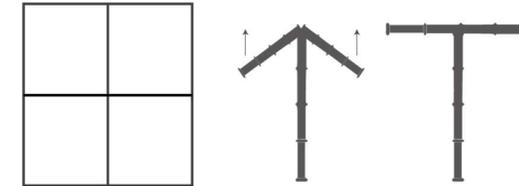


ESTRUCTURA LINEAL

Propuestos de bambú, estos refugios temporales son estructuras lineales con una geometría angulosa que les permite armarse y desarmarse fácil y rápidamente para ser transportados hasta los lugares destino.

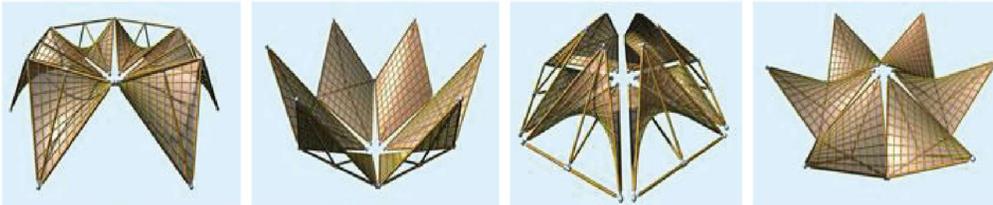


La estructura modular es de tipo radial, pero utiliza formas lineales que se conforman de una materialidad liviana y de facil ensamble, ademas se puede generar formas curvas con la disposición de los elementos lineales.

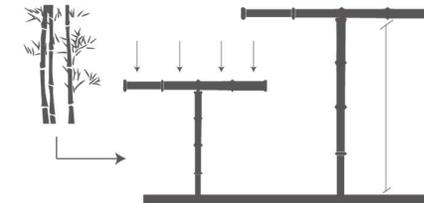


MATERIALIDAD

La materialidad es solucionada con el uso del bambú, un material poco ocasional en la arquitectura pero con interesantes cualidades estructurales por su livianidad y resistencia, ademas de sus conocidos beneficios medioambientales debido a su abundante y rapido crecimiento.



El bambú posee intrinsecas muchas ventajas tanto en su manera natural, asi como su uso como material constructivo, en este caso se puede explotar su linialidad y su resistencia estructural.



## PROYECTO REFERENTE 3

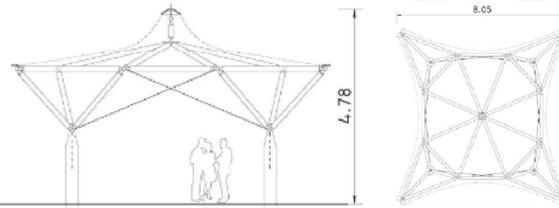
### PROBLEMÁTICA

El prototipo "Mariposa" se lo desarrolla como aplicación de un nuevo tipo de ensamble para la caña guadua mismo que potencialice las características mecánicas de la caña guadua, en especial su resistencia a la tracción, dicho ensamble utiliza como elementos conectores esferas metálicas que se articulan con los conos metálicos previamente emperrados en los extremos de la caña guadua.

### CONCEPTOS DE DISEÑO

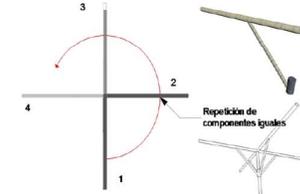
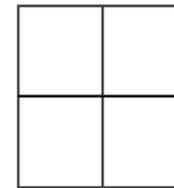
Se realiza el diseño y montaje de una estructura estrellada de 4 puntos unido por ensambles metálicos. La estructura modular tipo radial, pero utiliza formas lineales, que se conforman de una materialidad liviana de fácil ensamble.

MÓDULO RADIAL



### ESTRATEGIAS ABSTRAIDAS DEL REFERENTE

Los ensambles utilizados en la estructura serán diseñados con el objetivo de optimizar en lo posible las características de la guadua. La estructura modular es liviana y de fácil ensamble.

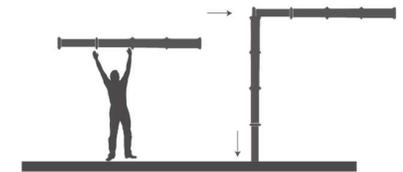


ESTRUCTURA LIVIANA

La estructura se desarrolla con uniones metálicas que se ensamblan a través de una esfera metálica con agujeros roscados que se disponen en varios ángulos radiales al centro de la esfera.

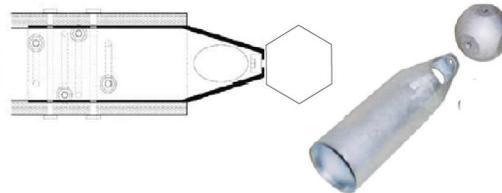


Los ensambles metálicos facilitan la unión y entre elementos de materialidad de guadua, pues al ser un material hueco su manejo es complejo, pero al utilizar mecanismos metálicos existentes se pueden generar estructuras resistentes.

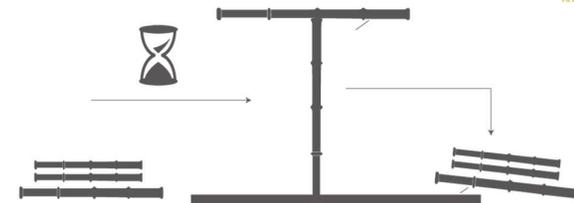


ENSAMBLES

El objetivo de la propuesta es una unión que puede transmitir un máximo de fuerza, que es relativamente liviana que tiene un alto nivel de prefabricación y que finalmente permite el montaje y desmontaje rápido y fácil para estru



Las esferas tridimensionales ya existen en el mercado. Igualmente se pueden prefabricar esferas adaptadas a los distintos diseños para unir los elementos en cualquier ángulo. Su fácil montaje es apto para arquitectura temporal.



# PROYECTO REFERENTE 4

Arq. Carlos César Morales Guzmán  
 Proyecto: Proceso de Diseño de Sistemas Transformables  
 en las cubiertas Ligeras  
 Mexico

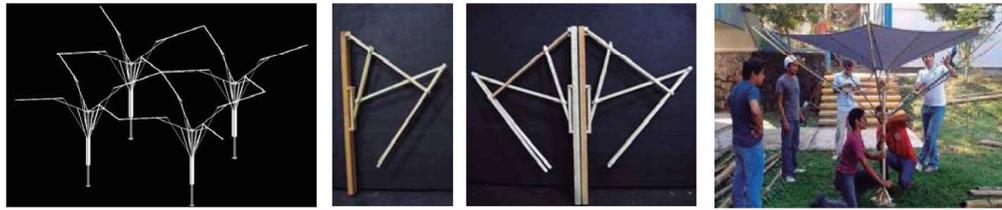
## PROBLEMÁTICA

Se presentan los resultados de la investigación desarrollada bajo la línea de investigación del grupo Arquitectura y Urbanismo, cuyo objetivo es analizar el diseño arquitectónico a través de la creación de sistemas transformables, relacionados con una arquitectura cambiante que transforma el espacio rápidamente y con diferentes funciones. En la actualidad, se requieren espacios cada vez más dinámicos para realizar diferentes eventos.

## CONCEPTOS DE DISEÑO

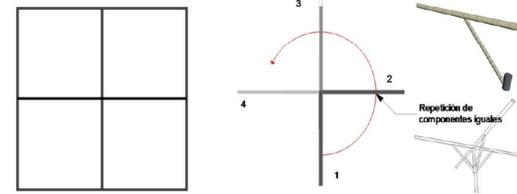
La primera aproximación experimental se aplicó a una cubierta transformable tipo paraguas: esta se desarrolla iniciando con la utilización de brazo plegable que articula su movimiento, esto sumado a una estructura ascendente que ayuda a desplegar diferentes formas

MÓDULO RADIAL



## ESTRATEGIAS ABSTRAIDAS DEL REFERENTE

Los ensambles utilizados en la estructura fueron diseñados con el objetivo de optimizar en lo posible las características de la Guadua con un tipo de estructura modular de tipo radial



ESTRUCTURA LIVIANA

Este primer proyecto experimental se define con la interacción articulada de sus miembros lineales, que generan una combinación paramétrica en varios puntos móviles, siendo su función modular en sus miembros estructurales, solo así se logrará versatilidad

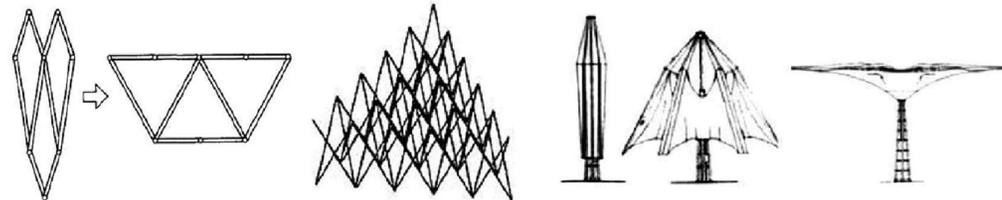


Los ensambles metálicos facilitan la unión entre elementos de materialidad de guadua que combinados con dichos elementos darán como resultado una estructura resistente pero más económica y liviana



ENSAMBLES

Se puede observar en las imágenes experimentales el funcionamiento de las estructuras cuyo proceso de apertura y cierre sea tan elemental, que pueda realizarse en pocos minutos y con los propios dispositivos internos del sistema, es decir estructuras con varias configuraciones en el espacio.



El principio de la sombrilla es un sistema que con pocos elementos estructurales puede realizar una cobertura muy extensa, en comparación con el sistema de tijeras que necesita muchos elementos para su funcionamiento



# PROYECTO REFERENTE 5

Arqs. Paredes Pino  
 Proyecto: Centro abierto de actividades ciudadanas  
 Paredes Pino  
 Córdoba - España

## PROBLEMÁTICA

El proyecto presentado a continuación se desarrolla en torno a crear para Córdoba una ciudad que como muchas otras de España es acumuladora de actividades y de personas, un sitio para poder realizar actividades como encuentro, descanso, es decir que genere en las personas sentir el espacio y hacer una parada a disfrutar de estas actividades; por otro lado otras de las condicionantes era poder proteger de las inclemencias del tiempo, la flexibilidad y la temporalidad.

## CONCEPTOS DE DISEÑO

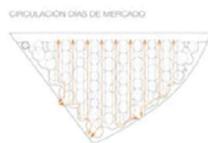
CONFIGURACIÓN PLAZA

El primer paso de los arquitectos fue tener definido las actividades que se fueran a realizar dentro del espacio para luego poderlas interconectar por medio de circulaciones que generen recorridos a través de las mismas, con esta primera premisa procedieron a colocar los elementos que vayan configurando el espacio de acuerdo a las necesidades ya antes mencionadas.

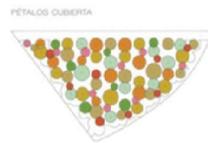
### CAAC USOS Y CONFIGURACIONES



### CAAC CIRCULACIONES



### CAAC ELEMENTOS DEL SISTEMA



### CAAC PREFABRICACION



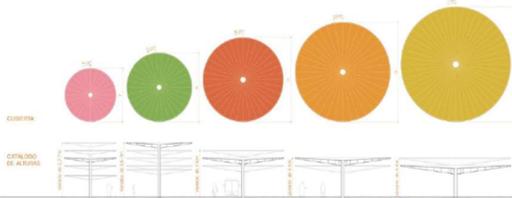
## ESTRATEGIAS ABSTRAIDAS DEL REFERENTE

La disposición de los módulos dentro de la plaza intentan generar un ambiente flexible que de una variedad a las actividades que se realizan dentro de la plaza de San Sebastián

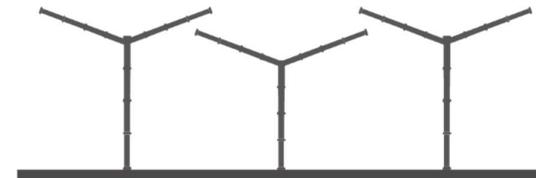


MODULO DE CUBIERTA

El espacio en la plaza se configura por medio de un módulos que poseen un solo punto de apoyo y que aumentan su tamaño tanto radialmente como en altura dependiendo de las actividades que se vayan a realizar bajo ellos y que permiten un juego de sombras dando una perspectiva de bosque urbano.

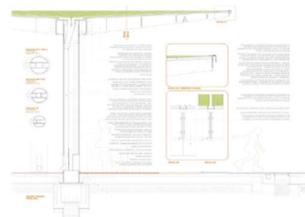


La diferente altura en los módulos permiten un traslape entre los mismos evitando la filtración de aguas lluvias entre los mismos y generando juegos de sombras.

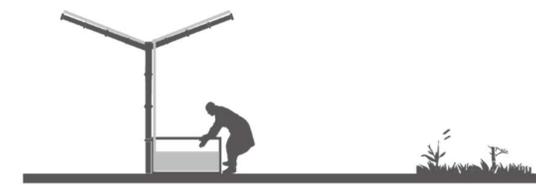


AGUAS LLUVIAS

Las aguas lluvias son evacuadas por el centro del apoyo del módulo facilitando así su canalización hacia las zonas verdes de la plaza y así aprovechar al máximo energéticamente sus condiciones geométricas.

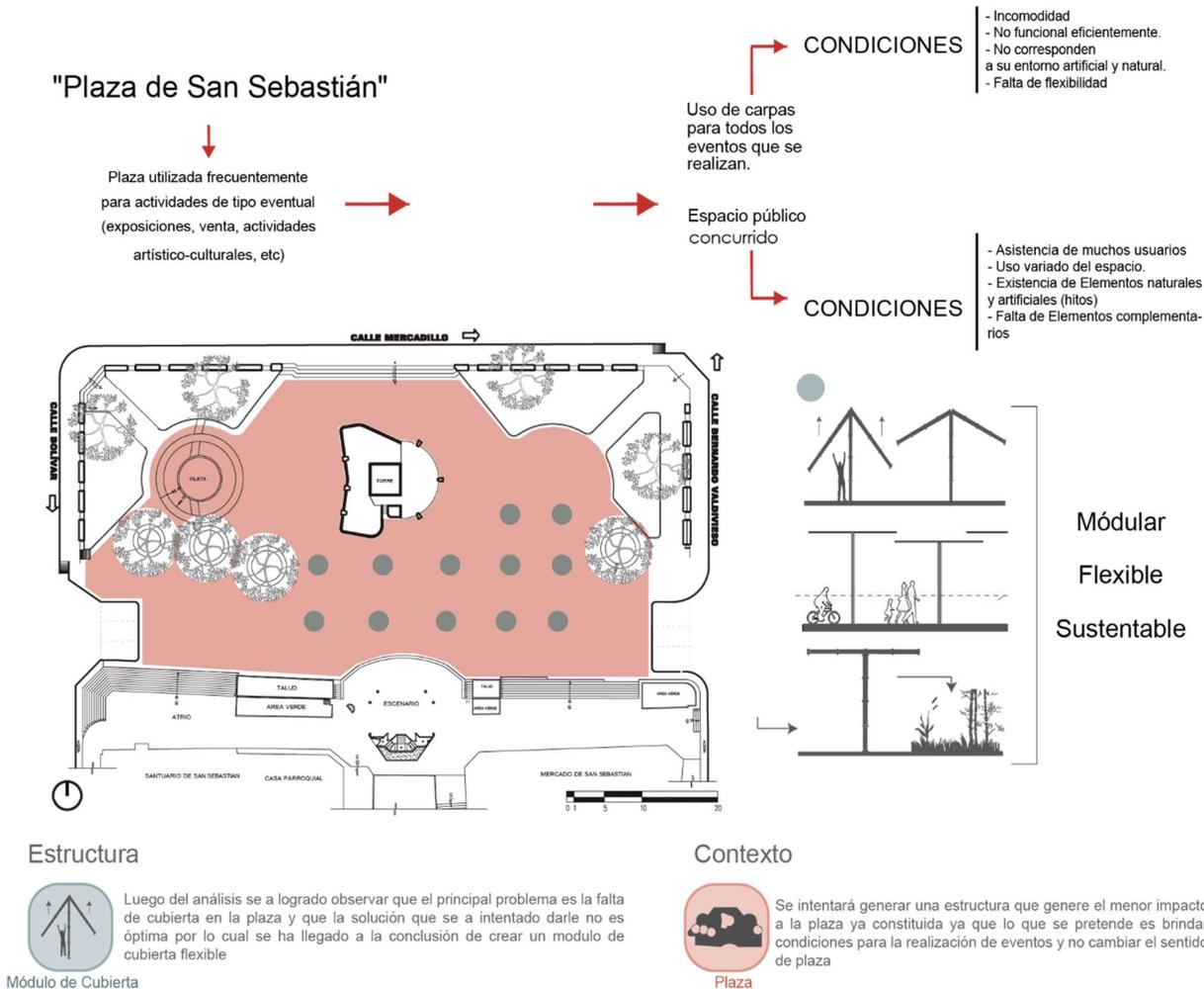


Las aguas lluvias serán canalizadas por el centro de las estructura llegando a un contenido para un uso en alguna actividad relacionada en la plaza.



## 2.5. Conclusiones y Estrategias Generales

Luego del análisis realizado se ha generado un cuadro que sintetice las necesidades del área en estudio y las posibles soluciones.



Plaza San Sebastián



Eventos en el día



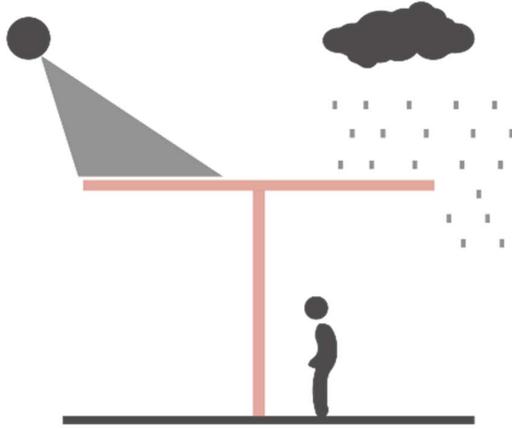
Eventos Nocturnos

### **CAPITULO III**

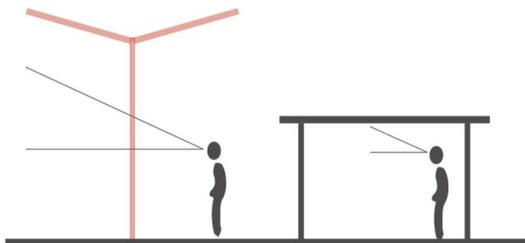
### **PROPUESTA**

### 3. PROPUESTA

#### 3.1. Proceso de Diseño



**Ilustración 3-1.** – Necesidades Climáticas  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor



**Ilustración 3-2.-** Necesidad de adaptación al entorno construido.  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor.

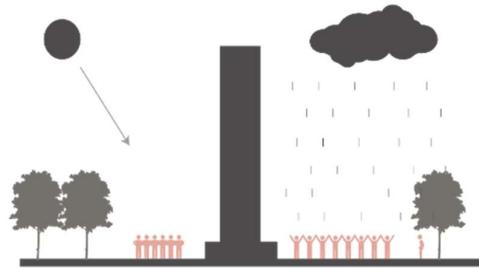
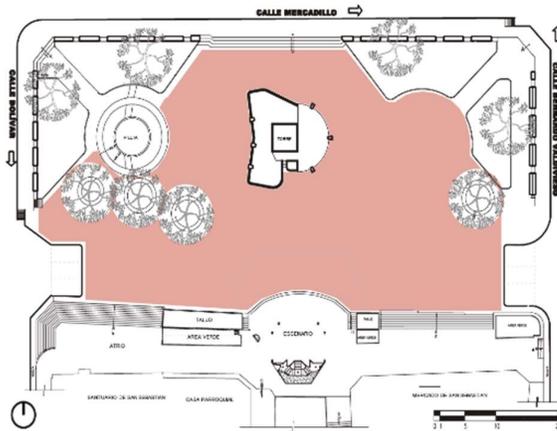
En este capítulo se desarrollará las condiciones y los principios básicos empleados para el diseño un módulo de cubierta a implementar en la plaza de San Sebastián para resolver no solo el problema de sombra y protección contra la lluvia durante los diversos eventos que aquí se realizan, sino su función y su integración en el contexto inmediato.

#### 3.1.1. Desarrollo Formal

Una vez realizado el análisis se concluyó que la principal necesidad de la Plaza de San Sebastián es la implementación de espacios de resguardo de carácter flexible para la protección climática y su adaptación al contexto para los usuarios, debido a la cantidad de eventos que se realizan en esta plaza durante el día como durante la noche, y que a pesar de que se ha intentado solucionar el problema con la implementación de varios tipos de carpas comerciales, estas no brindan las condiciones necesarias para un óptimo uso del espacio.

##### 3.1.1.1. Área de Intervención

Debido a que los eventos realizados en la plaza son de diversa índole, (cultural, comercial, político, etc.) los mismos que promueven aglomeración de personas, la intervención se generará a lo largo de toda el área abierta de la plaza, lo cual permitirá variedad y mayor libertad a los usuarios y a los mismos organizadores al implantar los equipamientos propios de cada uno de los eventos que se pudiesen realizar.

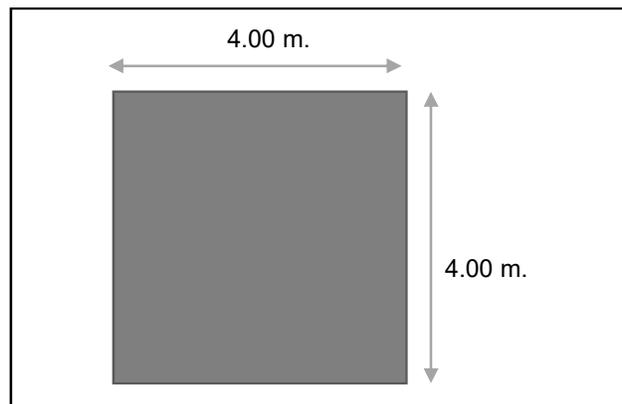


**Ilustración 3-3.-** Área de Intervención  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor

### 3.1.1.2. Principios de Diseño

#### 3.1.1.2.1. Modulación

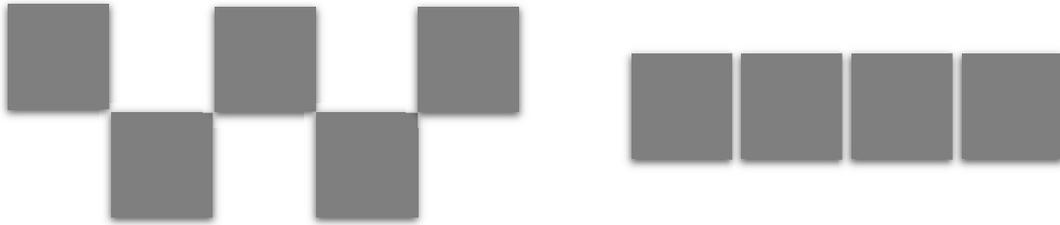
El diseño de un área modular surge de la necesidad de optimizar el espacio y la generación de recorridos y circuitos que permitan una circulación fluida mientras existe la conglomeración de los usuarios a la hora de los eventos, por cuanto tomando como eje a la Torre del Reloj se ha desarrollado una retícula modular.



**Ilustración 3-4.-** Módulo a utilizar  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor

El módulo resultante es un cuadrado de 4.00 m x 4.00 m resultado de la configuración de la plaza tomando como eje de partida la Torre del Reloj.

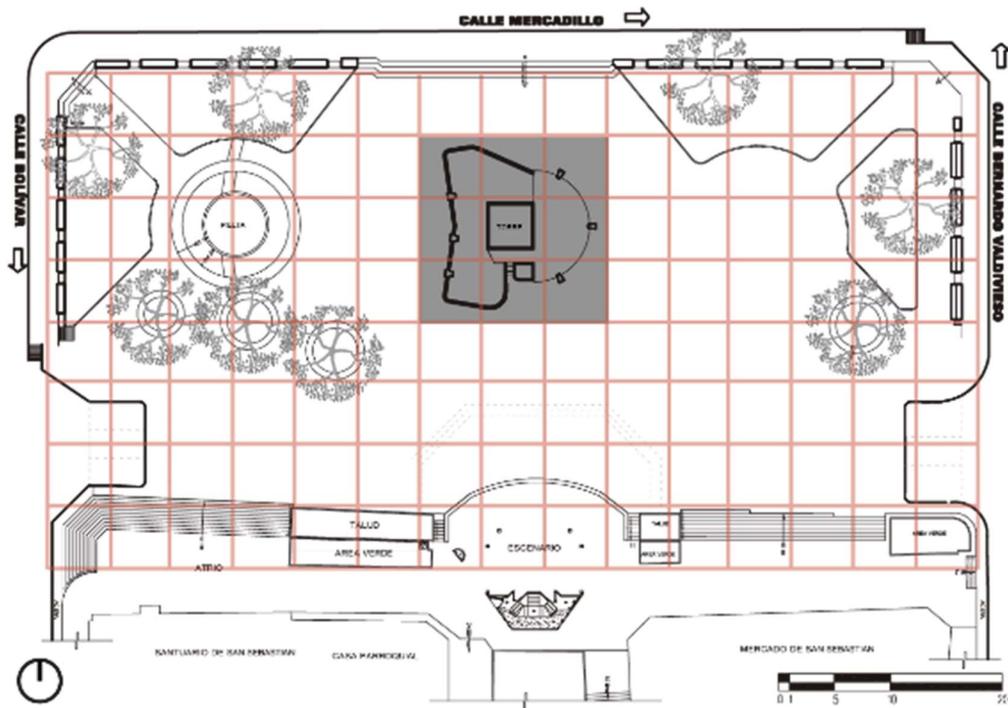
Esta modulación permitirá generar distintas composiciones en planta que promuevan diversidad en los distintos eventos que se realicen.



**Ilustración 3-5.-** Variación de Modulación

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor



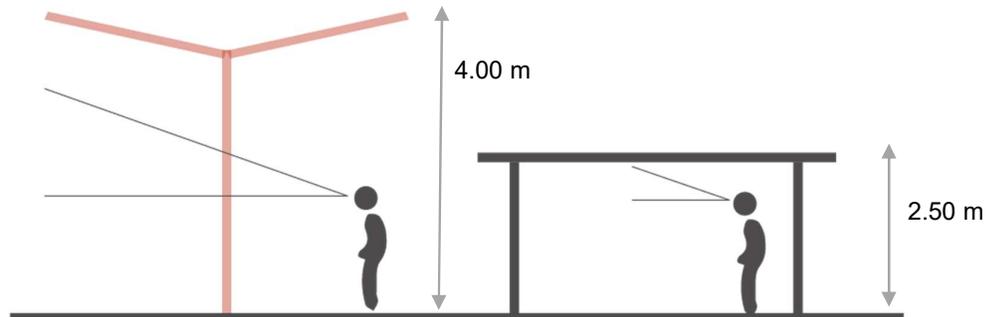
**Ilustración 3-6.-** Área de Modulación (área de uso)

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor

### 3.1.1.3. *Módulo de Cubierta*

La estructura a diseñar debe colocarse en los módulos de 4m x 4m definidos dentro de la plaza, en cuanto a la altura de la misma se ha definido de acuerdo con el rango de visión del usuario dentro de la estructura, el cual es el principal problema de las carpas comunes que no permiten un extenso ángulo de visión a todos los que se encuentran utilizándola.

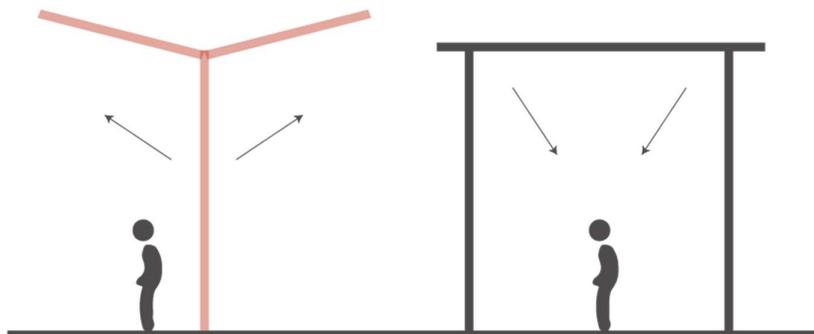


**Ilustración 3-7.-** Comparativa de función de modulo antiguo y nuevo

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

Para poder optimizar el espacio del módulo definido en la plaza se ha optado por un sistema en el cual se apoye el módulo de cubierta en un solo punto, así con la sucesión del mismo se podría generar un ambiente de apertura.

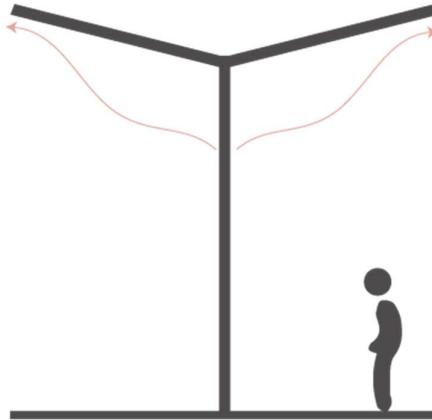


**Ilustración 3-8.-** Estructura con un solo punto de apoyo.

**Fuente:** El Autor

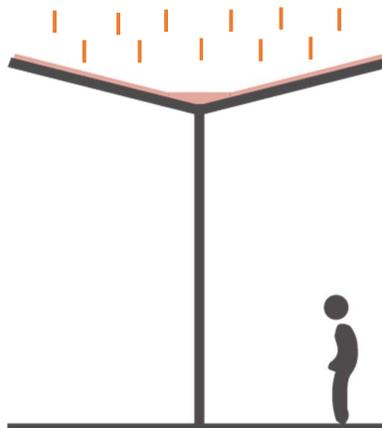
**Elaboración:** El Autor.

Con la premisa de un solo punto de apoyo se ha añadido los brazos que generan la cubierta en forma de un cono invertido, esto solucionará de forma parcial la influencia del viento, el cual al no tener donde acumularse, evitará contrarrestar los esfuerzos generados por el mismo.



**Ilustración 3-9.-** Fluidez del viento dentro del módulo.  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor.

Esta forma cónica antes mencionada también ayudará a solucionar la recolección de aguas lluvias, dicha forma dirigirá el agua hacia un sistema colocado en el elemento de apoyo del módulo, facilitando así la conducción y dirección de las aguas lluvias.



**Ilustración 3-10.-** . Recolección de aguas lluvias.  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor.

Este sistema de recolección de aguas pretende la reutilización de las mismas, en Loja cuya precipitación mensual va de los 70 a 150mm (PDYOT Loja 2014), haciendo un cálculo con el valor máximo diario tendríamos  $150\text{mm} / 30 \text{ (días)} = 5\text{mm} / \text{m}^2$  (por día), esta cantidad en relación a los 16 m<sup>2</sup> que cubre cada módulo nos representa una necesidad de 80 litros (80000cm<sup>3</sup>) diarios, lo que en medidas comerciales nos representa 4 canecas comerciales de capacidad.

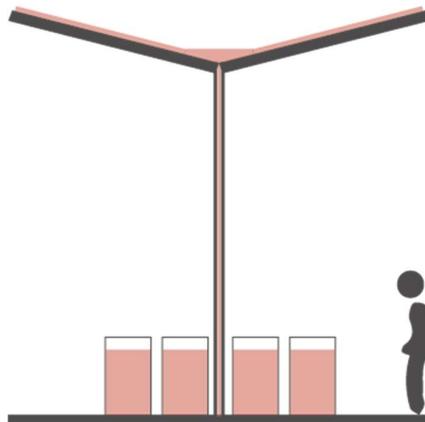
**Tabla 3-1-** Tabla de Precipitación Media Mensual.

CODIGO	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M033	LA ARGELIA-LOJA	94.2	128.0	150.7	99.1	63.5	53.5	49.9	41.6	39.4	71.2	75.5	89.8	956.4
M143	MALACATOS	65.7	89.3	120.3	98.0	35.8	7.5	5.5	4.9	24.2	76.1	60.3	81.5	669.1
M144	VILCABAMBA	106.3	132.5	156.9	110.2	50.3	15.5	8.7	6.2	32.0	82.5	76.0	92.7	869.7
M145	QUINARA INAMHI	98.4	141.8	171.6	120.9	31.0	12.7	7.2	5.5	29.5	101.1	85.4	138.5	943.5
M147	YANGANA	131.8	171.4	191.7	119.7	79.0	58.3	44.8	30.0	38.5	93.7	82.9	118.2	1160.1
M764	QUINARA PREDESUR	95.8	92.9	134.4	99.0	42.7	15.1	3.3	5.5	30.6	67.2	73.0	123.0	782.5

Fuente: PDyOT Loja 2014

Elaboración: El Autor

Estos recipientes de agua necesarios serán diseñados de forma que no representen un estorbo complementando así al módulo principal de cubierta, sin embargo, dependiendo del temporal pudieran también ser retirados para generar mayor amplitud durante un día soleado.



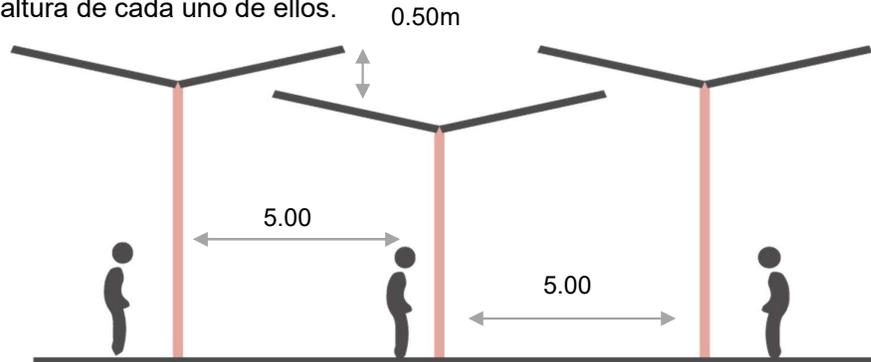
**Ilustración 3-11.-** Capacidad diaria del módulo por precipitación en Loja

Fuente: El Autor

Elaboración: El Autor.

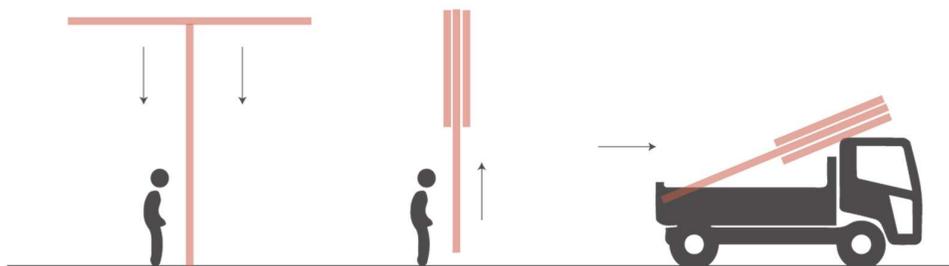
### 3.1.2. Desarrollo Funcional

Ahora bien, en referencia al módulo en conjunto es necesario que exista un traslape entre cada una de las estructuras para asegurar que no pudieran existir filtraciones de agua o rayos de sol donde no se requiere por ende se desarrollarán dos módulos con una diferencia de 50cm en la altura de cada uno de ellos.



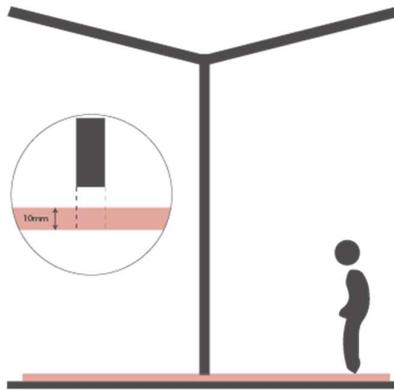
**Ilustración 3-12.-** Traslape de los Módulos.  
**Elaboración:** El Autor.

Debido a que el módulo solo será requerido durante los eventos realizados en la plaza, posteriormente deberá ser retirado para que la plaza conserve su ambiente natural, para facilitar su transporte y su manipulación antes y después del montaje de la estructura los brazos que sostienen la cubierta se despliegan de tal forma que generan un elemento lineal que permite un transporte con mayor facilidad y seguridad.



**Ilustración 3-13.-** Estructura Temporal Plegable.  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor.

Pensando en la estructura desmontable se han introducido al diseño dos sistemas una que sería aplicado puntualmente en la plaza de San Sebastián que es una placa metálica base de 1,30 x 1,30 y un espesor de 10mm, el cual afianzará al módulo y por su mínimo espesor, no representará un elemento “estorbo”.

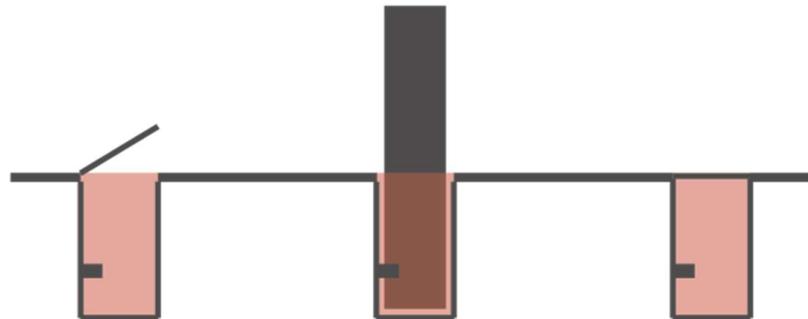


**Ilustración 3-14.-** Placa Temporal.

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor.

Otra de las alternativas principalmente en la construcción de nuevas plazas sería implementar dentro de las mismas esperas en las cuales serán ancladas las estructuras, dichas esperas si serán permanentes por lo cual tendrán un método para ser selladas mientras las estructuras no están en uso y evitar que produzcan inconvenientes dentro de sus actividades normales.

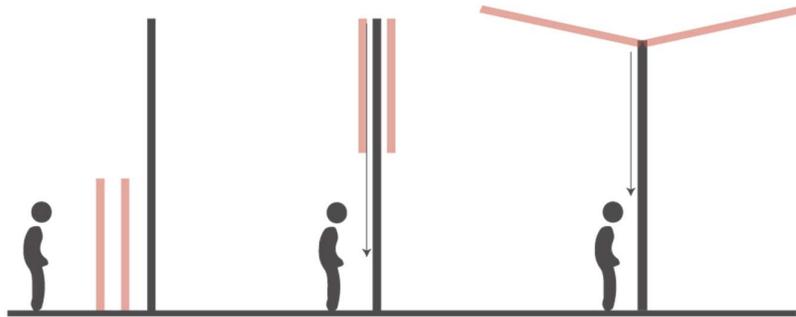


**Ilustración 3-15.-** . Espera de anclaje.

**Fuente:** El Autor

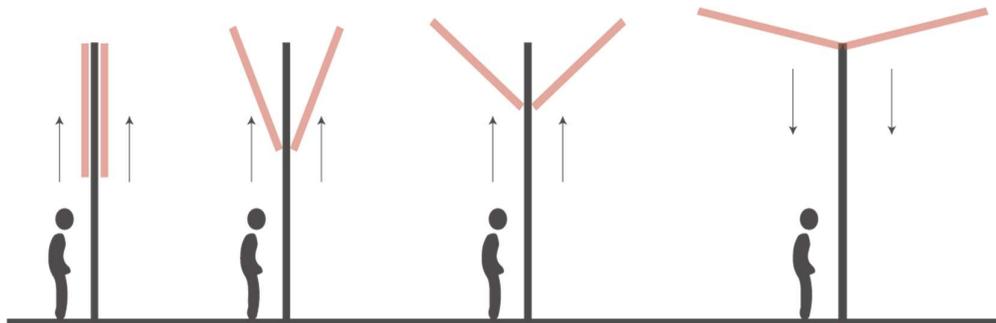
**Elaboración:** El Autor.

Refiriéndonos ahora a la apertura de la estructura, esta consta de dos elementos uno fijo que es el poste de contención y otro móvil que estaría formado por cuatro brazos los cuales se despliegan en forma de una sombrilla invertida cuya manipulación estará al nivel del usuario para no requerir de elementos externos como escaleras para producir dicho movimiento.



**Ilustración 3-16.-** Apertura del Módulo.  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor.

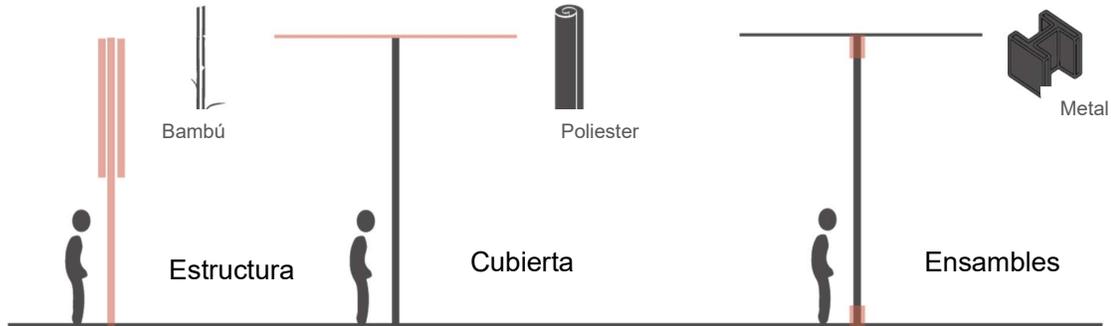
La manipulación de los brazos que sostienen a la cubierta no solo genera un elemento lineal, sino que puede ser regulando de acuerdo con la necesidad que requieran sus usuarios, pasando por tres disposiciones de los brazos antes de su posición cónica final.



**Ilustración 3-17.-** Abertura Brazos de la Cubierta.  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor.

### 3.1.3. Desarrollo Constructivo

Se pretende generar un módulo ligero y sustentable por lo cual se emplearán tres materiales principales los cuales están siendo parte de: Estructura, Cubierta, Uniones y Anclajes respectivamente, dichos materiales son de fácil acceso y reflejan la idea que se pretende plasmar del proyecto.



**Ilustración 3-18.-** Materialidad del Módulo.

**Fuente:** El Autor

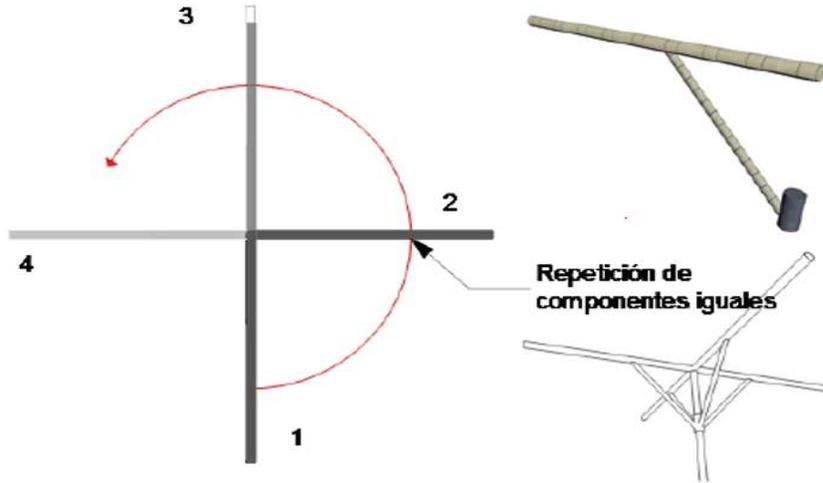
**Elaboración:** El Autor.

#### 3.1.3.1. Estructura

La estructura principal del módulo se realizará en bambú, este material se encuentra infravalorado, presenta las condiciones óptimas para resistir la estructura planteada, además facilita el mantenimiento de la misma y finalmente es un aporte a la idea de sustentabilidad debido a que su vida útil no termina con el módulo, sino que estas piezas pueden emplearse para otros usos.

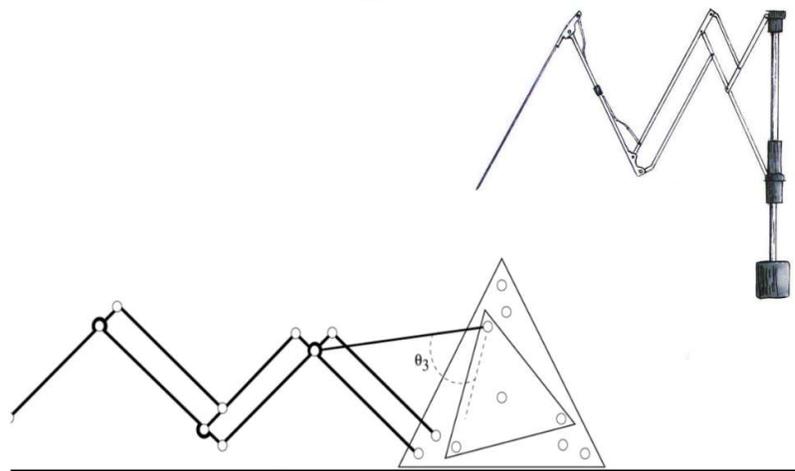
La guadua resiste mucho más que la madera, en cuanto a la fuerza máxima y peso, la guadua se aproxima a las características del acero (Tabla 1-4), que, aunque tiene una sección menor en este ejemplo, el aumento del mismo significaría un aumento en el peso y en el costo, finalmente en cuanto a costos ecológicos y económicos la ventaja de la guadua es inminente, debido a esto la guadua es muy apta para estructuras livianas y donde se quiera implementar valores de sustentabilidad.

La estructura es modular consta de 4 elementos estructurales dispuestos en forma radial (Ilustración 3 -19) estos módulos a su vez se conforman de dos partes, uno funciona como apoyo (mástiles) mientras que el restante es el brazo que se pliega y despliega apoyándose en el mástil.

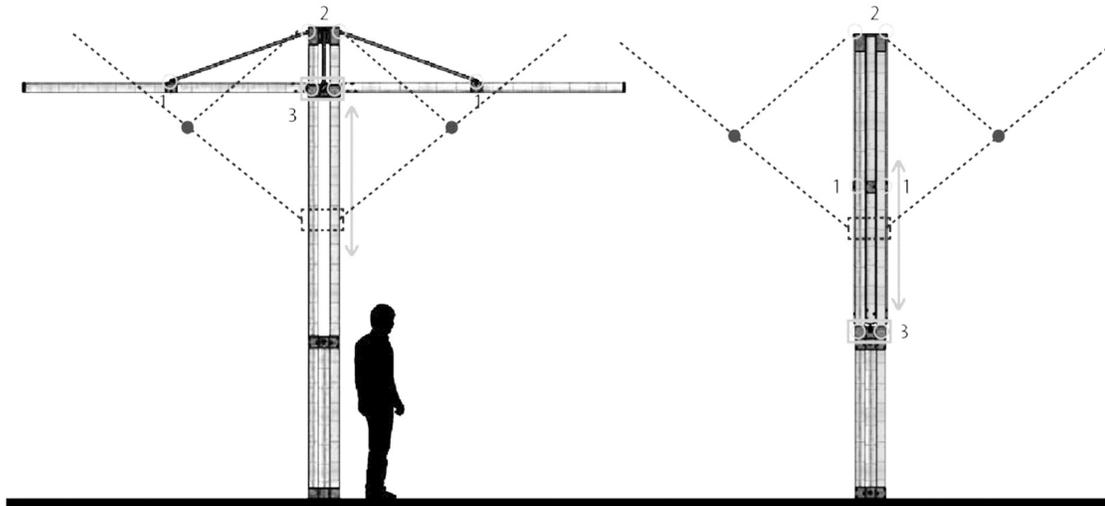


**Ilustración 3-19.-** Modulación general de estructura.  
**Fuente:** El Autor  
**Elaboración:** El Autor.

El brazo desplegable (transformable) es el que define la transformabilidad del módulo, cabe recalcar que se ha utilizado 4 elementos por tema de modulación, puesto que es mucho más adaptable un elemento de planta cuadrada respecto a otras. Pero el funcionamiento de un módulo de diferente forma es el mismo, siendo la forma la única variante.



**Ilustración 3-20.-** Brazo desplegable.  
**Fuente:** Morales, (2011)  
**Elaboración;** El Autor.



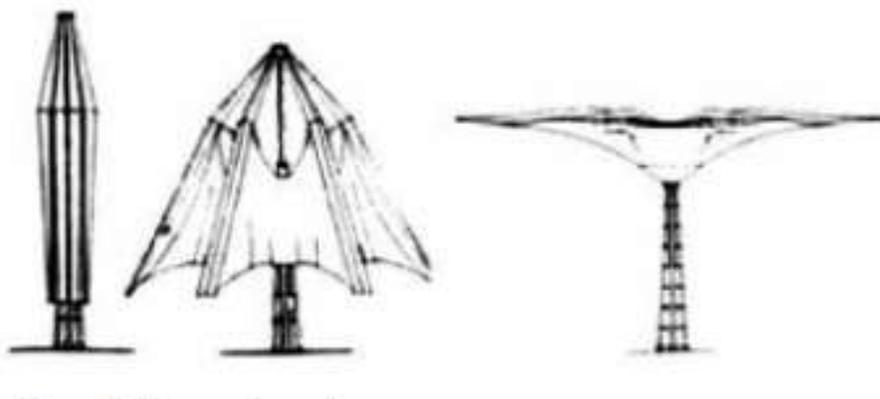
**Ilustración 3-21.-** Funcionamiento general de la estructura.

**Fuente:** El Autor

**Elaboración:** El Autor

### 3.1.3.2. *Cobertura*

La cobertura del módulo debe ser flexible para que se adapte a las distintas aberturas que puede adoptar el módulo, además de ser de un material impermeable debido a que la estructura busca también cubrir de la lluvia a sus usuarios, por estas razones se pretende utilizar una lona.



**Ilustración 3-22.-** Sistema de Sombrilla con cobertura flexible.

**Fuente:** Morales. 2011

**Elaboración:** El Autor

En la actualidad los tejidos naturales han quedado atrás y cada vez más copan el mercado una serie de fibras sintéticas, las cuales pueden aumentar su duración y resistencia por medio

de revestimientos de tal forma que las estructuras pueden llegar a ser permanentes debido a la resistencia de las mismas a las inclemencias naturales, entre las membranas más utilizadas tenemos:

**Lonas sintéticas pintadas o revestidas:** para refugios de pequeña escala (tiendas de campaña, toldos).

**Poliéster reforzado con PVC:** para estructuras comerciales, tiendas temporales, no se estiran tanto como el nylon, pero es más fuerte y duradero.

**Fibra de vidrio revestida con teflón:** para estructuras textiles permanentes de escala muy grande, es más fuerte rígida e incombustible.



**Ilustración 3-23.-** Tienda de Poliéster.

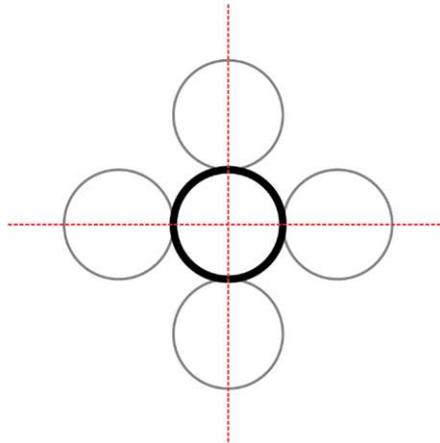
**Fuente:** <http://www.todoteletienda.es/fr/hogar-y-limpieza/16663-tienda-de-campan/>

**Elaboración:** <http://www.todoteletienda.es/fr/hogar-y-limpieza/16663-tienda-de-campan/>

Debido a las necesidades de resistencia y permeabilidad necesaria para el módulo a diseñar se cree más conveniente la implementación de una membrana de poliéster reforzado con PVC, debido a que es la combinación de permeabilidad y flexibilidad necesaria para el proceso de apertura que sufre el módulo durante su colocación.

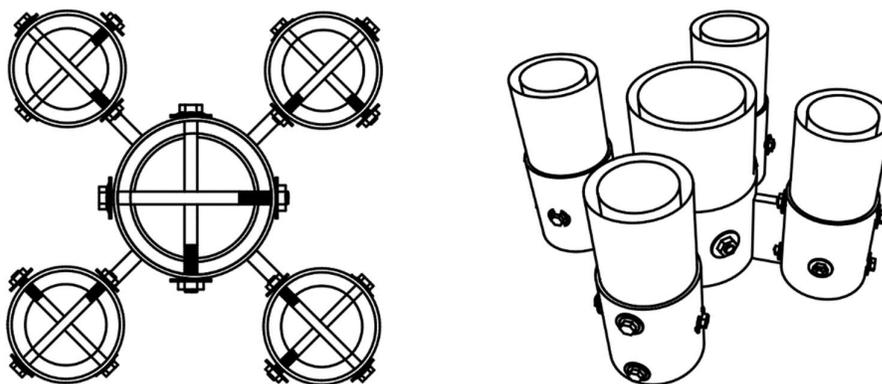
### 3.1.3.3. Anclajes y Uniones

Debido a que la estructura principal es realizada en bambú se necesita elementos que permitan conectar las distintas piezas sin debilitarlas, por lo cual se utilizará elementos metálicos debido a que muchas de estas piezas son comerciales y de no existir es fácil su prefabricación.



**Ilustración 3-24.-** Diagrama general de ensamblajes utilizados en el mástil del módulo.  
**Fuente:** El Autor.  
**Elaboración:** El Autor.

Estos elementos son modulares, en la base del módulo nuevamente repetimos la radiación, los ensamblajes utilizados se forman de un elemento central que sostiene a cuatro elementos modulares iguales, tanto en forma como en función.



**Ilustración 3-25.-** Anclajes prefabricados, maqueta de ensamble de base de mástil.  
**Fuente:** El Autor.  
**Elaboración:** El Autor.

Cabe recalcar que, ante la imperfección de la guadua, se ha optado por un sistema de zunchos o abrazaderas en la mayoría ensambles, elementos que permiten “abrazar” el material y evitar con esto la rotura del material.



**Ilustración 3-26.-** Abrazadera prefabricada referente para el desarrollo de ensambles.  
**Fuente:** <https://www.hilti.ie/installation-systems/stainless-steel-parts/pipe-rings/r4917>  
**Elaboración:** El Autor.

La unión de los brazos al mástil se realiza mediante el uso de ensambles de conexión articulada que los sostienen y de forma complementaria se usa tensores que de igual forma son articulados tanto a los brazos como al elemento de conexión del mástil.



**Ilustración 3-27.-** Ensamble de conexión articulada prefabricado  
**Fuente:** <http://www.rackart.com/component/customfilters/estructuras-lean-conectores/?limitstart=0>  
**Elaboración:** El Autor.

Otra acotación importante es la utilización de un polímero que nos permita evitar fisuras o rupturas en los postes de guadua a la hora de colocar las placas metálicas, por ello se implementara el Sika Boom -400 Fire es cual es una espuma líquida de poliuretano profesional con clasificación al fuego.

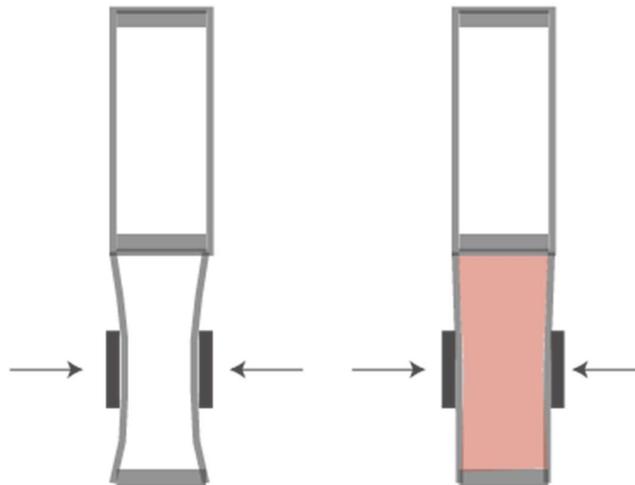
**Tabla 3-2.-** Especificaciones técnicas Sika Boom

COLOR	PRESENTACIÓN	BASE QUIMICA	DENSIDAD	TEMPERATURA AMBIENTE	TOEMPO LIBRE DE TACK
Rosa	Aerosol de 750cm3	Poliuretano	Aplicación con pistola: 28kg/m3 Aplicación manual:33kg/cm3	18°c A 25°C	5 minutos

**Fuente:** <https://ecu.sika.com/>.

**Elaboración:** El Autor.

Este compuesto permitirá rellenar las cámaras de la guadua donde vaya a existir una presión, disminuyendo su compresión, pero sin reducir su flexibilidad, es así que se evitara fisuras en la misma reduciendo el riesgo debido a que es un producto no inflamable.



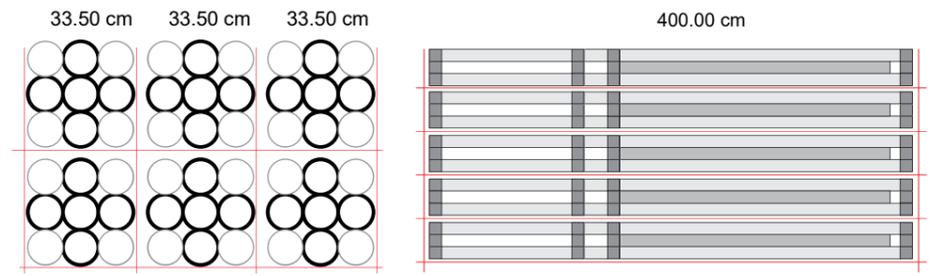
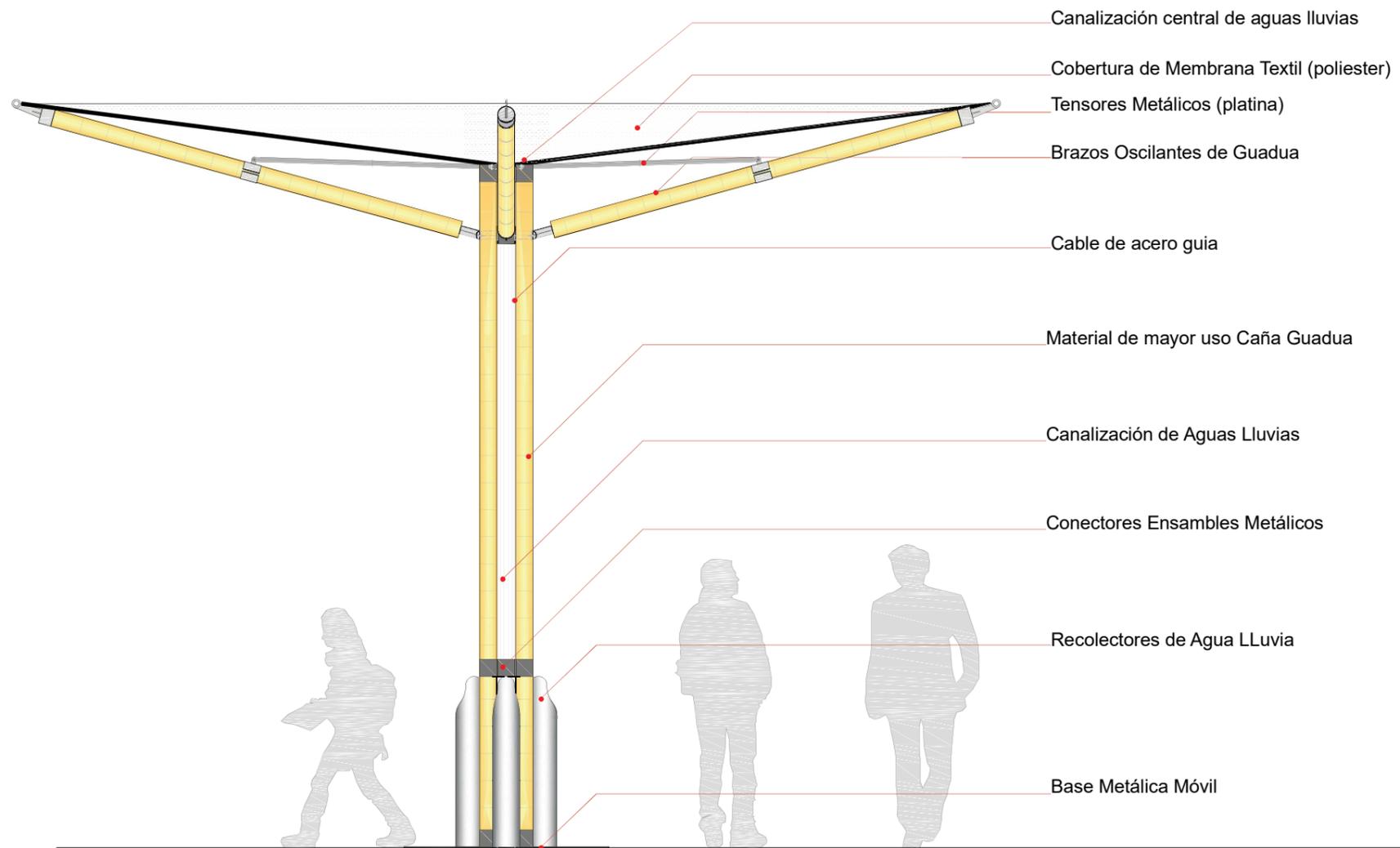
**Ilustración 3-28.-** Aplicación y función de Sika Boom.

**Fuente:** El Autor

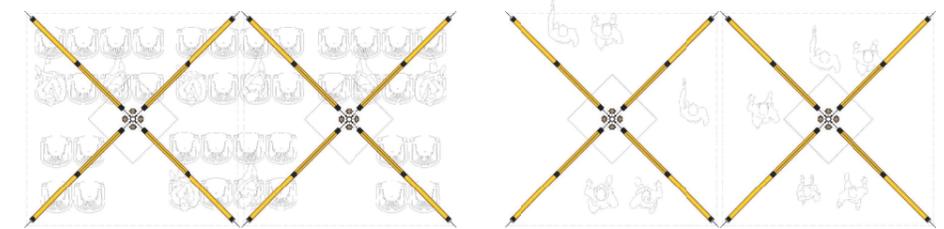
**Elaboración:** El Autor.

### **3.2. Documentación de la Propuesta.**

### 3.2.1. CARACTERÍSTICAS FORMALES



Módulo Apilable (fácil transporte)

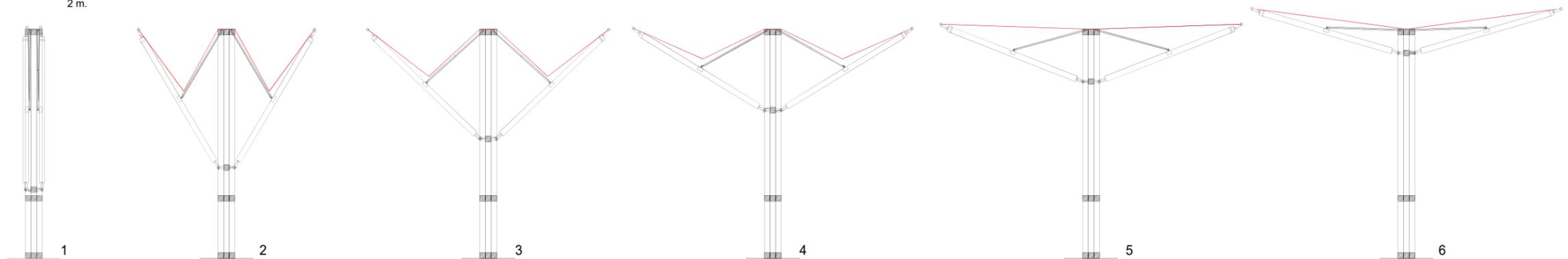


Diferentes Usos (modulación)

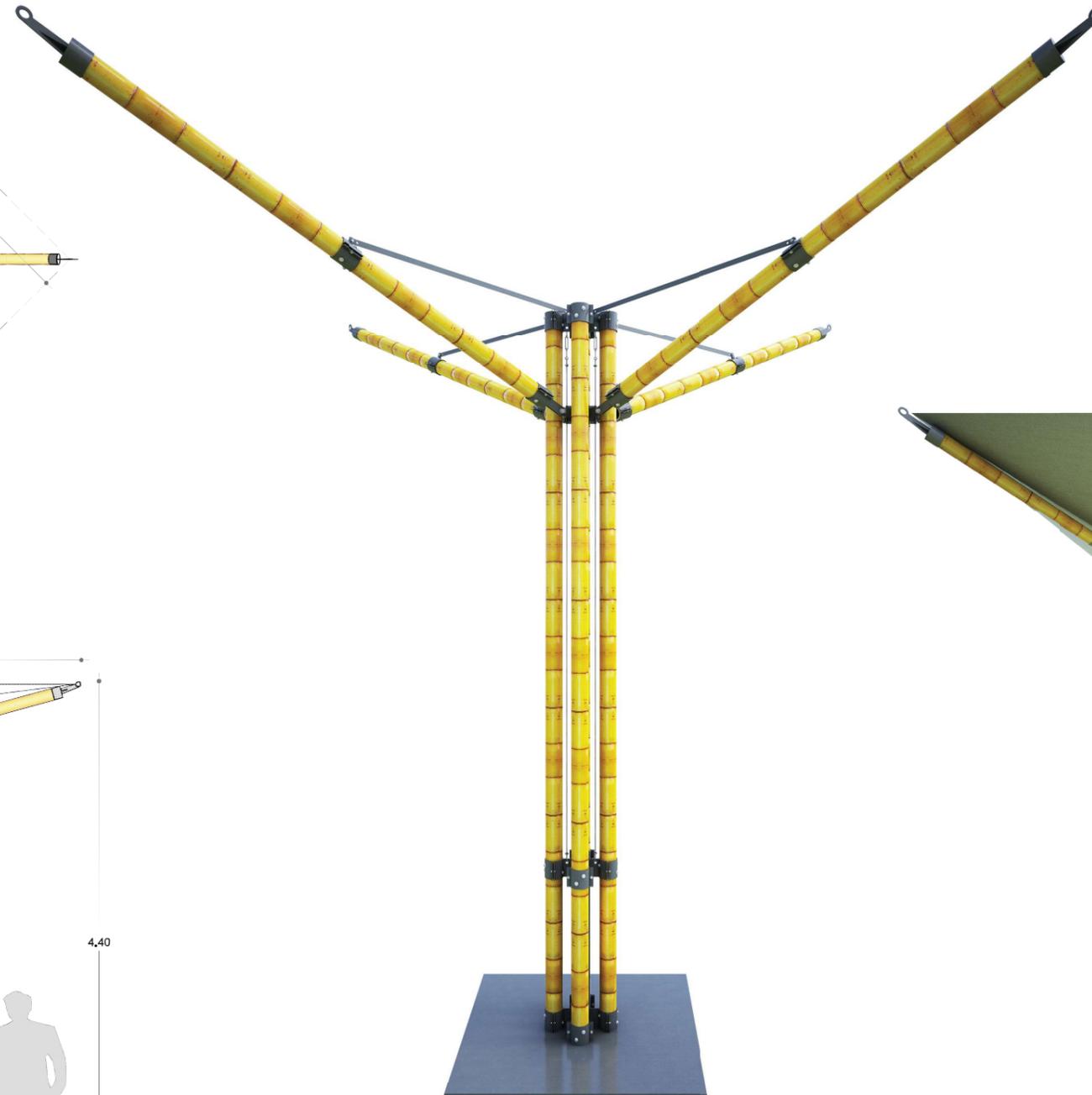
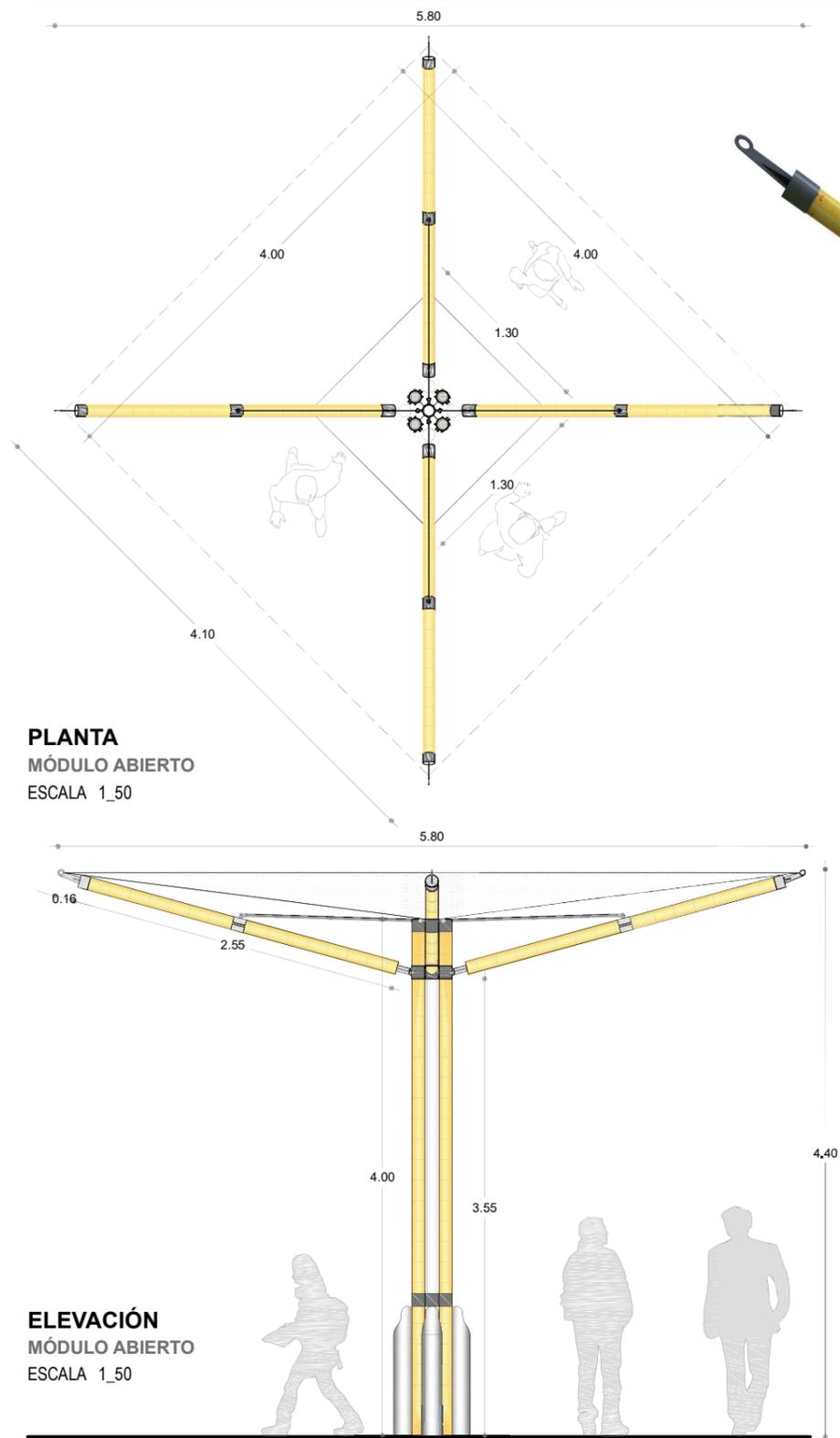


0 0.25 0.50 1 2 m.

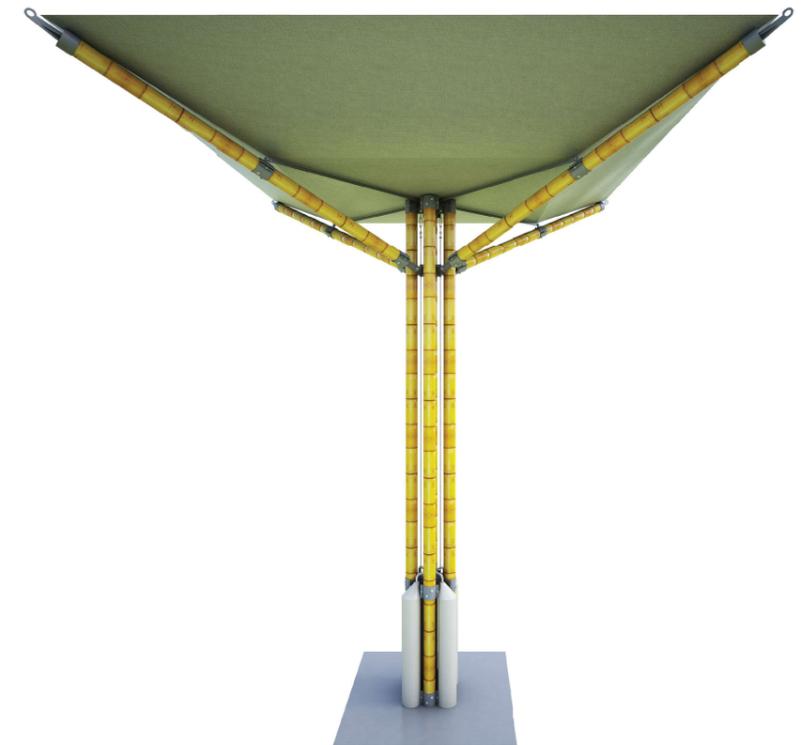
**PROPUESTA TRANSFORMABLE**  
Proceso de apertura



3.2.1.1. MÓDULO ABIERTO: PLANTA, ELEVACIÓN Y PERSPECTIVA

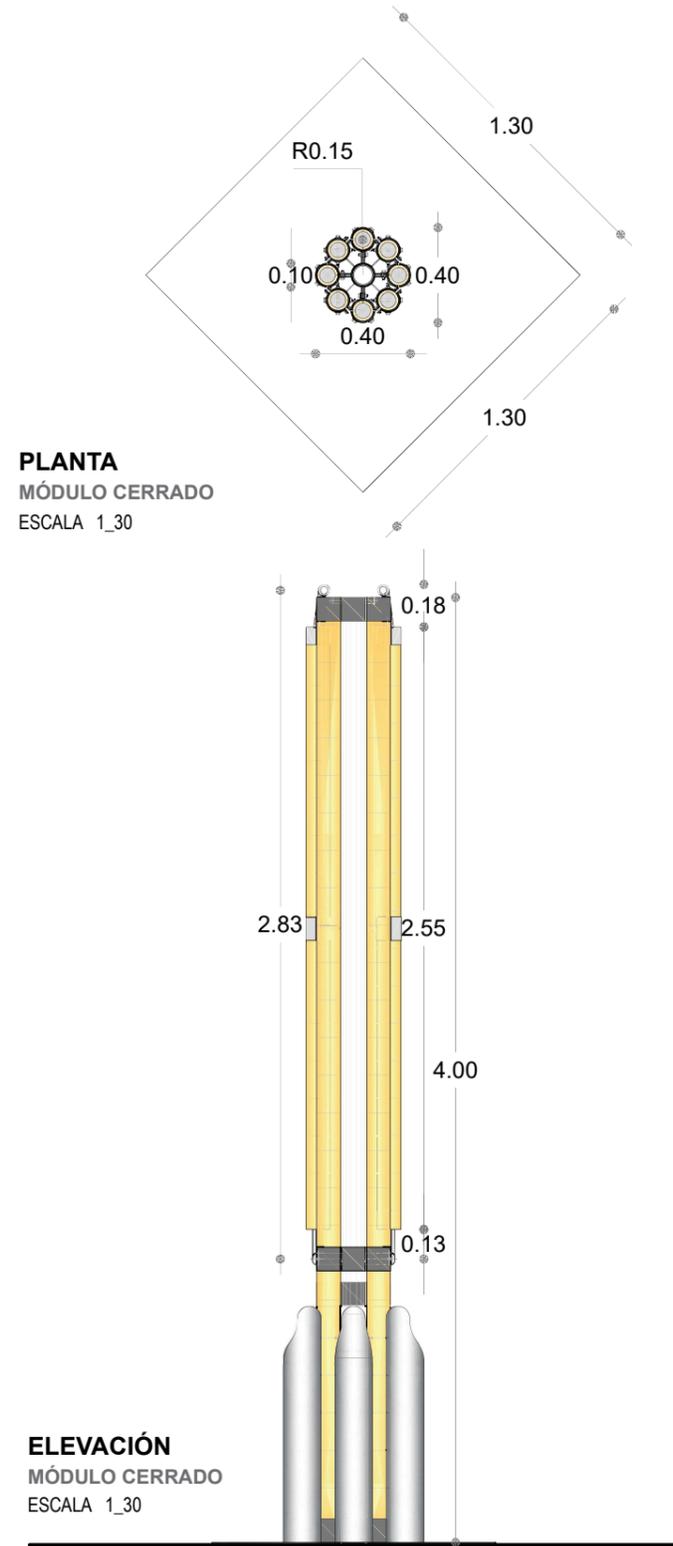


**PERSPECTIVA**  
MÓDULO ABIERTO  
ESTRUCTURA



**PERSPECTIVA**  
MÓDULO ABIERTO  
INTEGRAL

3.2.1.2. MÓDULO CERRADO: PLANTA, ELEVACIÓN Y PERSPECTIVA



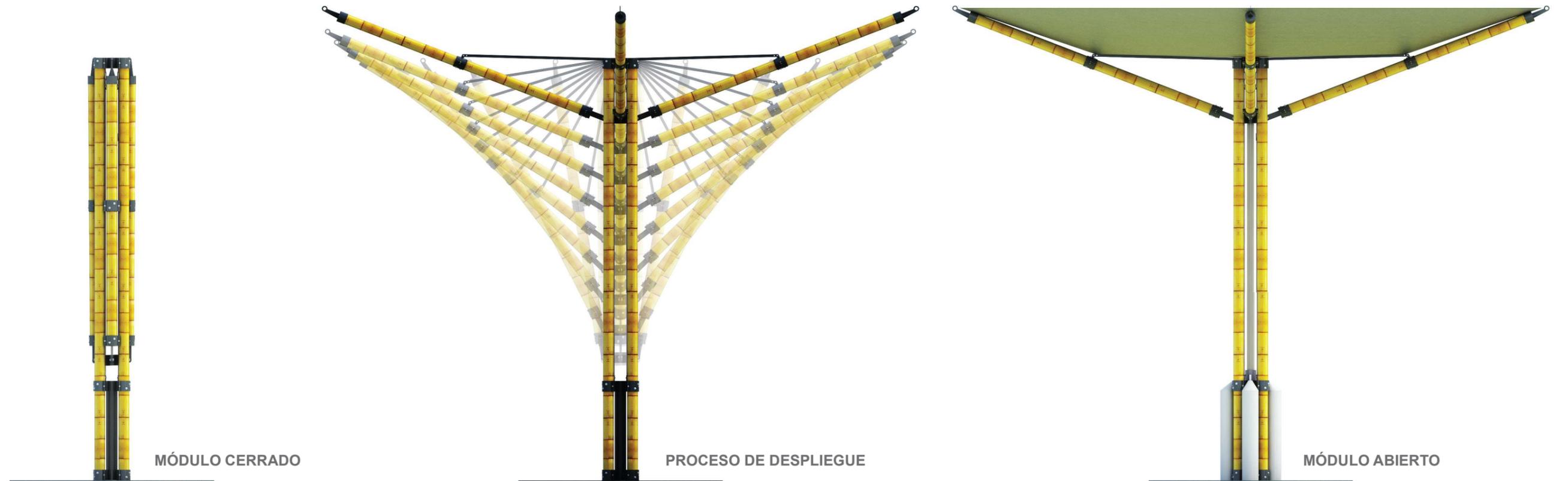
**PERSPECTIVA**  
MÓDULO CERRADO  
ESTRUCTURA



**PERSPECTIVA**  
MÓDULO CERRADO  
INTEGRAL

### 3.2.2. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

#### 3.2.2.1. PROCESO DE PLEGADO DEL MÓDULO



#### Descripción de Funcionamiento:

##### 1. SISTEMA DE PLEGADO

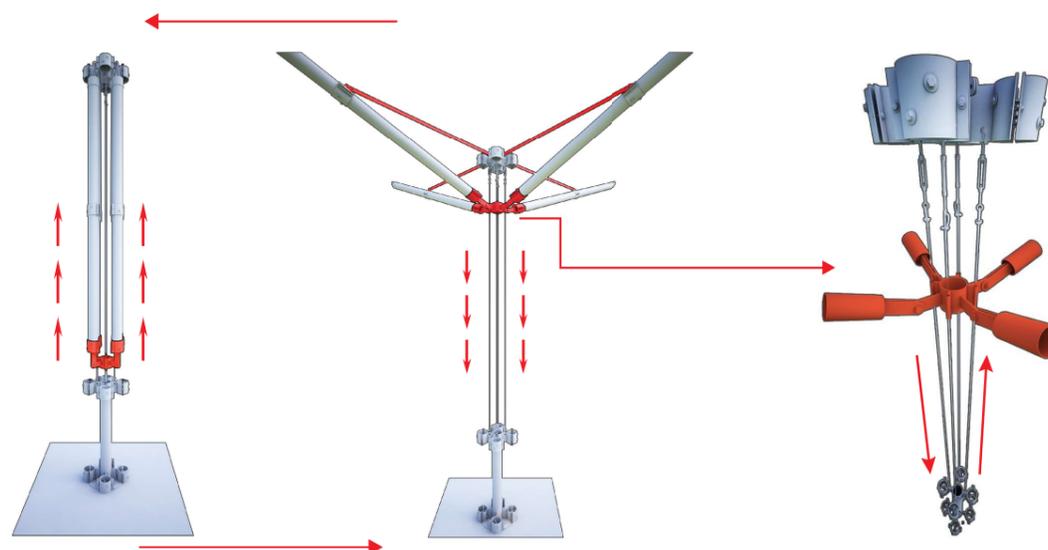
El módulo está formado de forma general por un ensamblaje fijo superior y uno inferior, mismos que funcionan como conectores estructurales y a la vez como puntos de anclaje del sistema de cables guía para el despliegue y despliegue del módulo. Un elemento central (ensamblaje gupia) que sostiene los brazos del módulo recorre este cableado por medio de guías, permitiendo la función de transformación del módulo.

La altura y grado de apertura de los brazos es controlado por una platina articulada al ensamblaje superior y en cada uno de los cuatro brazos. Al subir o bajar el ensamblaje guía dichas platinas realizan un movimiento giratorio que sostiene y controla el movimiento de los brazos.

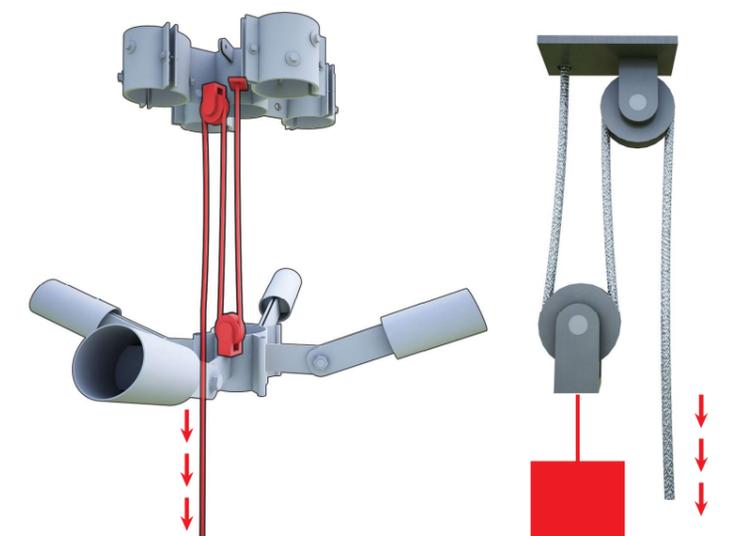
##### 2. SISTEMA DE TRACCIÓN (POLEAS)

Para subir o bajar el ensamblaje guía se utiliza un sistema de doble polea, el ensamblaje fijo superior sostiene una de las poleas y un punto fijo de la cuerda, la segunda polea es empujada al ensamblaje guía, por donde pasa la cuerda que viene del punto fijo superior, regresa a la polea superior y termina en la parte inferior del módulo para su accionamiento.

#### 1. SISTEMA DE PLEGADO

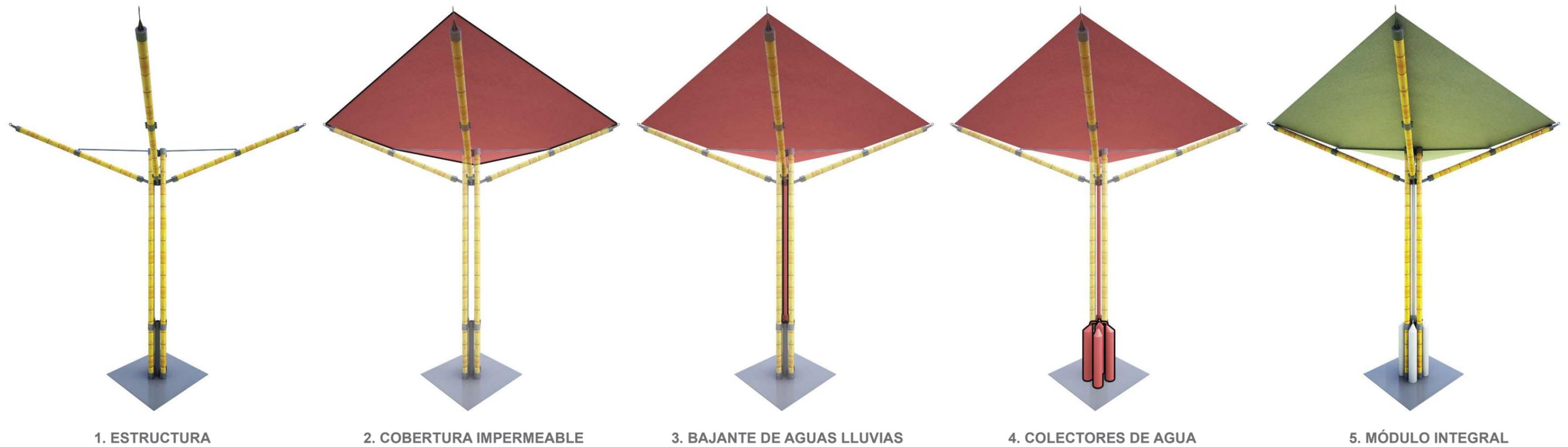


#### 2. SISTEMA DE TRACCIÓN (POLEAS)



### 3.2.2. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

#### 3.2.2.2. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS



#### Descripción de Funcionamiento:

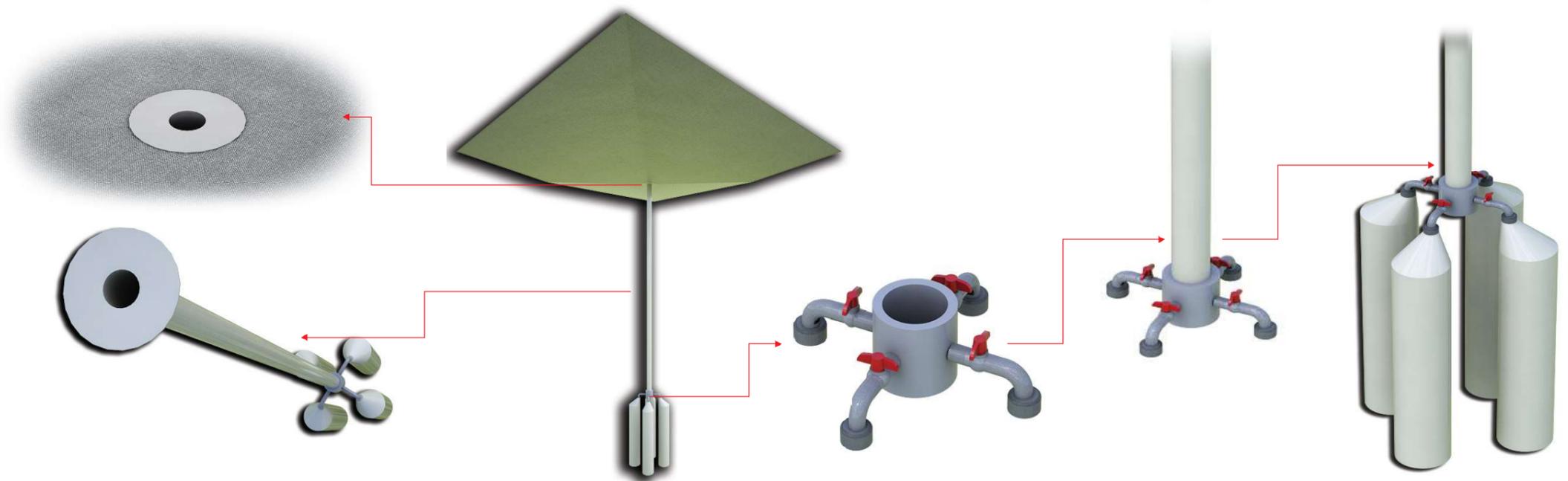
##### 1. COBERTURA

La cubierta esta conformada por 4 piezas de poliéster que forman una pirámide invertida que confluye hacia un desagüe central que desemboca en una tubería que funciona como bajante de aguas lluvias.

##### 2. RECOLECCIÓN DE AGUA

La tubería bajante se conecta con 4 recipientes recolectores por medio de un sistema de mangueras flexibles con una llave angular independiente, misma que permite el retiro de recolectores aun cuando estos puedan estar bajo influencia de la lluvia.

Finalmente el agua recolectada se podrá reutilizar tanto en la plaza o lugar en donde se encuentre o despues de transportarla si fuese necesario.

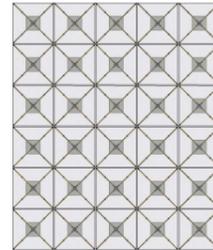


### 3.2.2. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

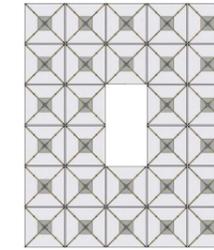
#### 3.2.2.3 VARIANTES DE MODULACIÓN (EJEMPLOS)



MÓDULOS CERRADOS.



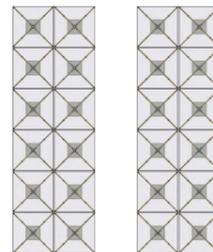
**MODULACIÓN LLENA**  
 Genera un espacio cerrado, con circulaciones en ambos sentidos.



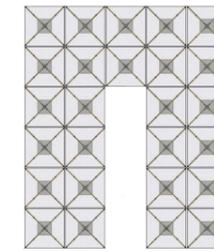
**MODULACIÓN PATIO**  
 Genera espacios de circulación similares a la portalería, dejando un espacio central libre de cobertura.



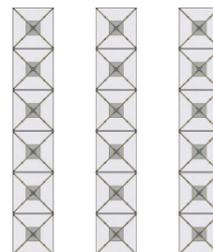
MÓDULOS ABIERTOS.



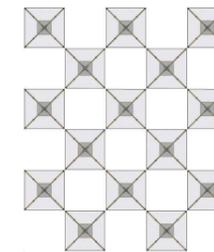
**MODULACIÓN DOBLE TRAMO**  
 Se forman dos tramos tipo portalería paralelos.



**MODULACIÓN EN "U"**  
 Genera un tipo portalería en "u" dejando un espacio central libre.



**MODULACIÓN HILERAS**  
 Se generan espacios mucho más abiertos con mayor libertad de movimiento lineal.

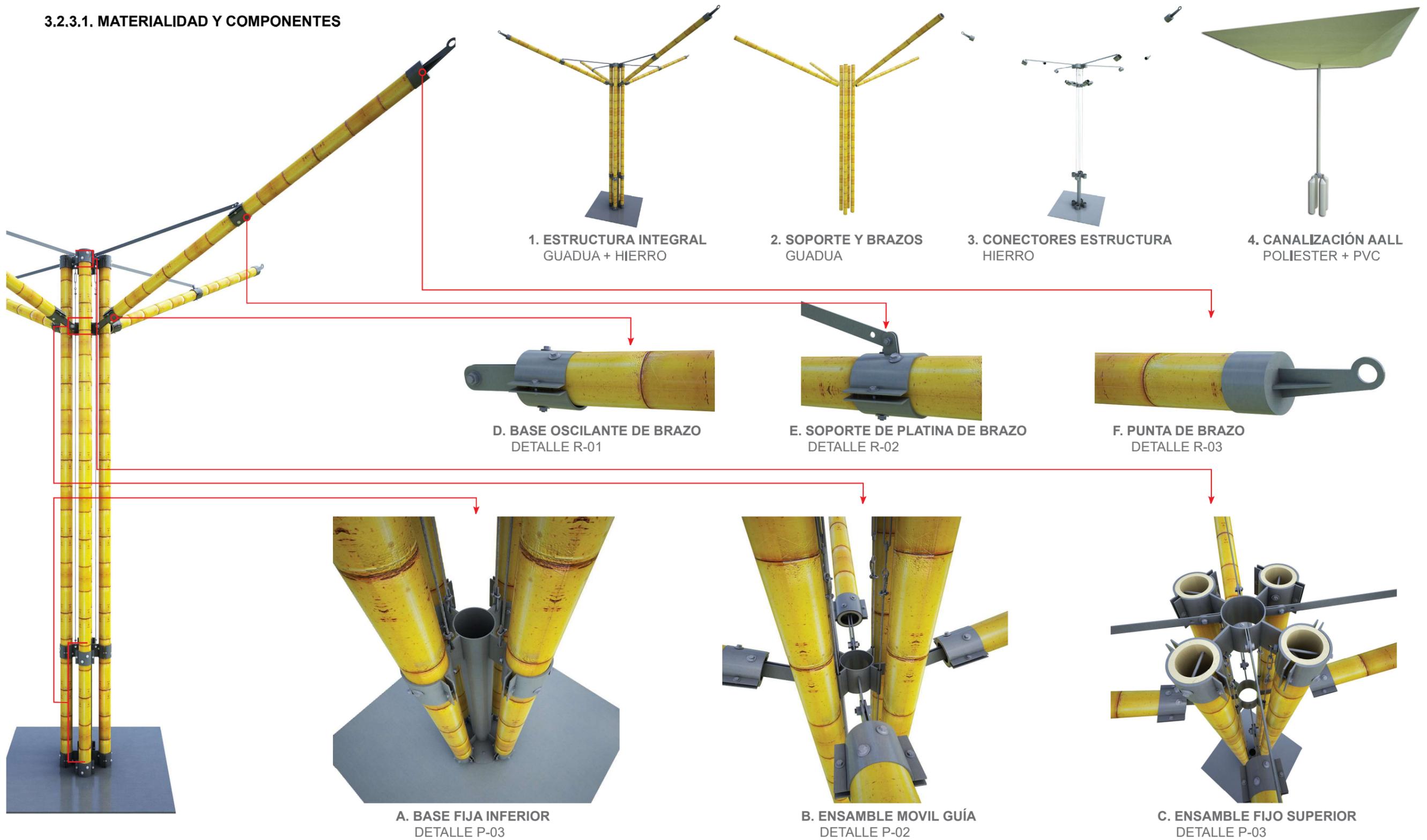


**MODULACIÓN AJEDREZ**  
 Se generan espacios espontáneos, que a su vez jugarían con la sombra presente y ausente.



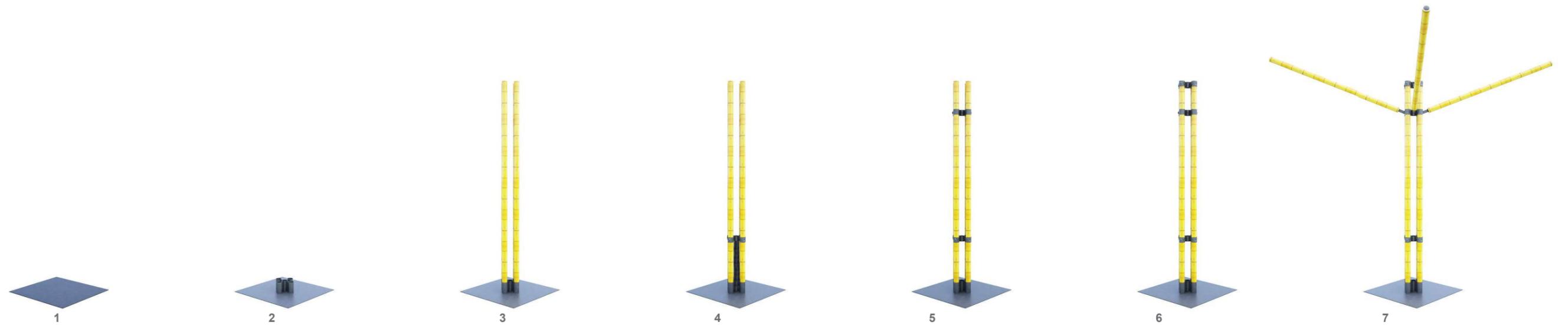
### 3.2.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

#### 3.2.3.1. MATERIALIDAD Y COMPONENTES



### 3.2.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

#### 4.3.1. PROCESO CONSTRUCTIVO.



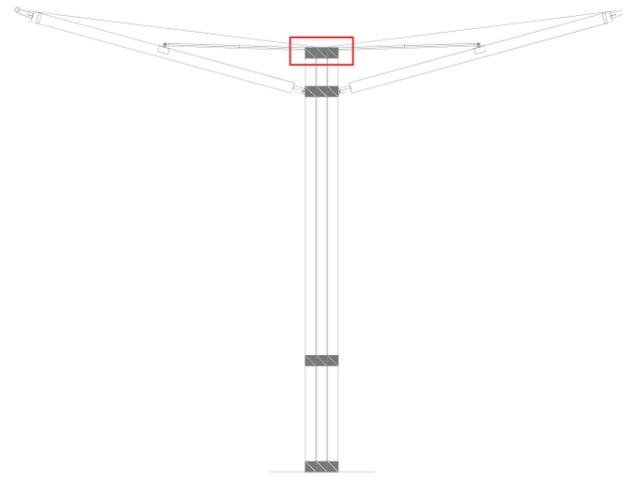
#### PROCESO CONSTRUCTIVO



#### PROCESO CONSTRUCTIVO BRAZOS Y COLECTOR DE AALL

3.2.3. DETALLES CONSTRUCTIVOS

DETALLE P-01

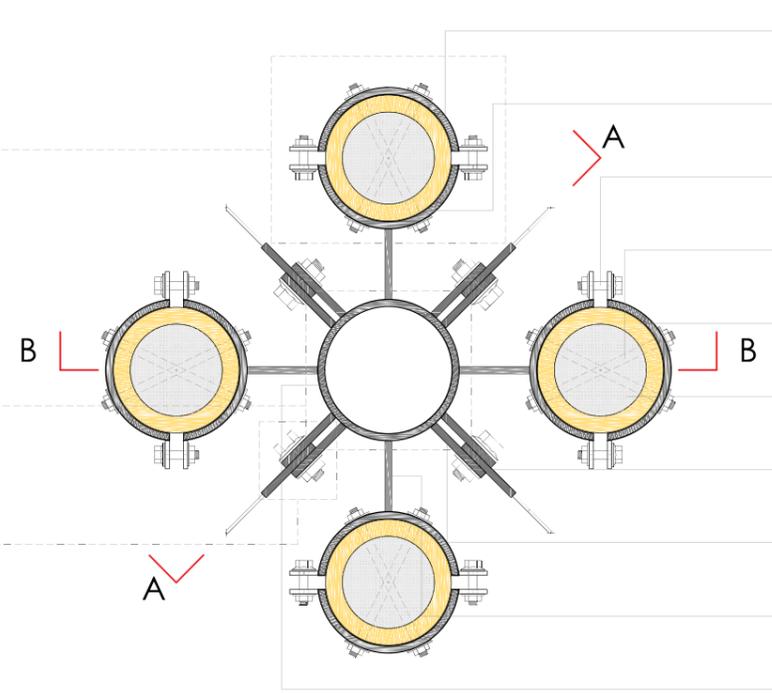


UBICACIÓN

COMPONENTE 1 MODULAR  
4 UNIDADES

COMPONENTE CENTRAL  
1 UNIDADES

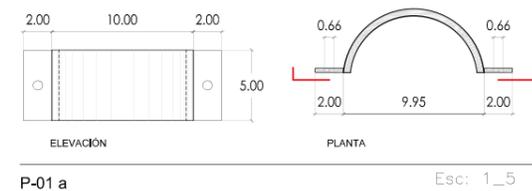
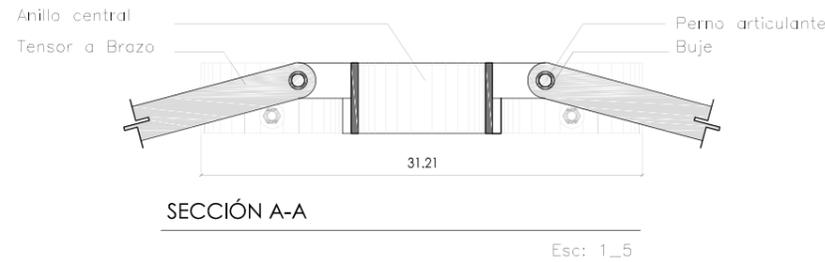
COMPONENTE 2 MODULAR  
4 UNIDADES



- Abrazadera \_Platina 2" x 1/8 P-01 a
- Abrazadera Fija \_Platina 2" x 1/8 P-01 b
- Perno 1/4" x 1,5"
- Varilla roscada 1/4" x 15 cm
- Guadua vertical de poste (4.00 m.)
- Poliuretano expansivo (sika boom)
- Perno 3/8" x 1,5" + Buje P-01 c
- Espera de tensor \_Platina 3/4" x 1/8" P-01 d
- Unión \_Platina 2" x 1/8" P-01 e
- Anillo Central \_Platina 2" x 1/8" P-01 f



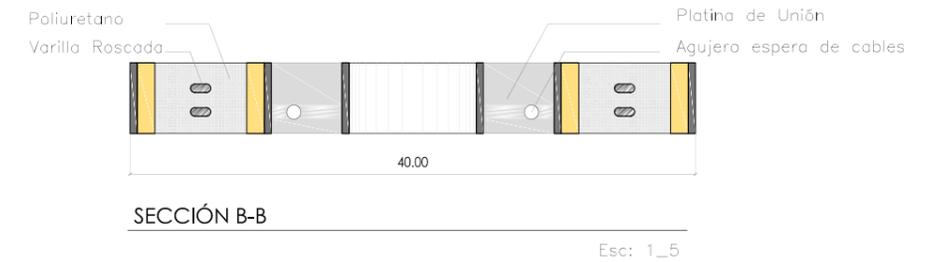
PERSPECTIVA



P-01 a  
Abrazadera  
Platina 2" x 1/8

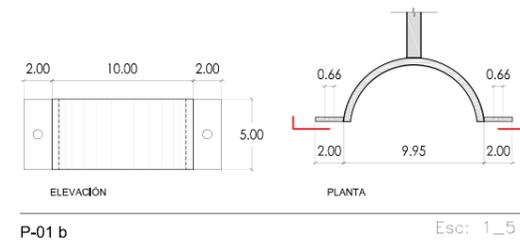


P-01 c  
Buje de articulación

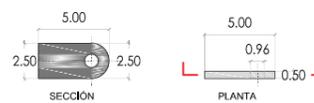


SECCIÓN B-B

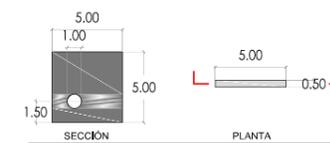
Esc: 1\_5



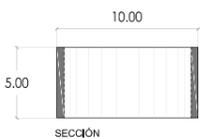
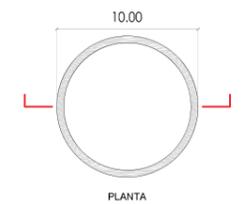
P-01 b  
Abrazadera Fija  
Platina 2" x 1/8



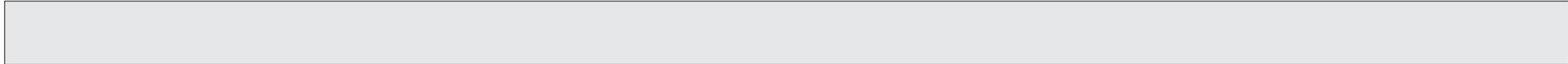
P-01 d  
Espera de tensor  
Platina 3/4" x 1/8



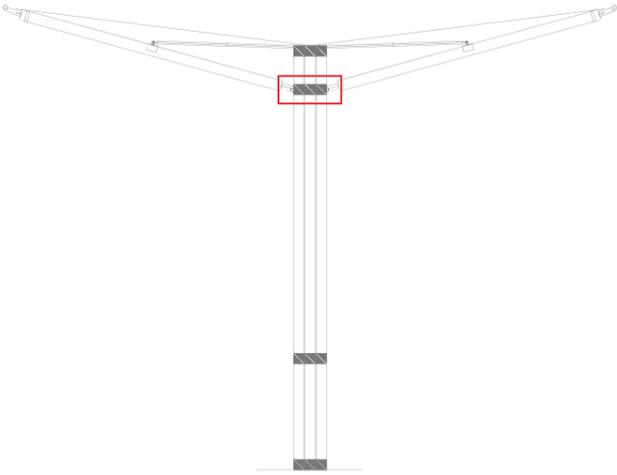
P-01 e  
Platina de Unión  
Platina 3/4" x 1/8



P-01 f  
Anillo Central  
Platina 2" x 1/8



DETALLE P-02

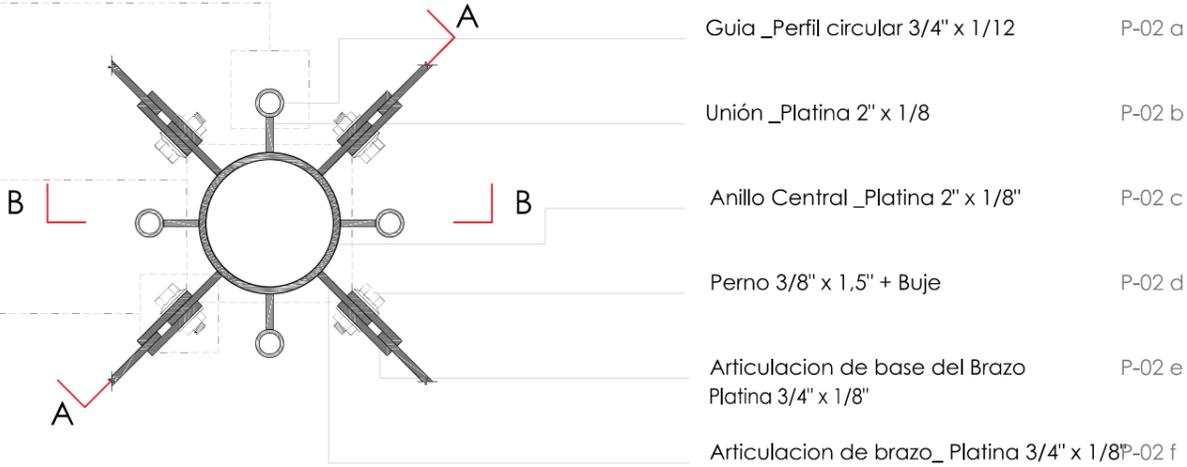


UBICACIÓN

COMPONENTE 1 MODULAR  
4 UNIDADES

COMPONENTE CENTRAL  
1 UNIDADES

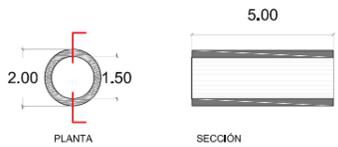
COMPONENTE 2 MODULAR  
4 UNIDADES



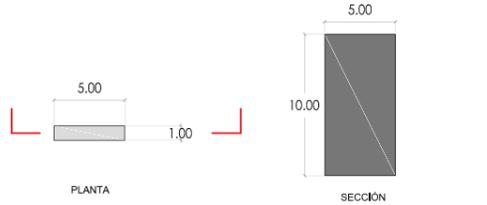
- Guía\_Perfil circular 3/4" x 1/12 P-02 a
- Unión\_Platina 2" x 1/8 P-02 b
- Anillo Central\_Platina 2" x 1/8" P-02 c
- Perno 3/8" x 1,5" + Buje P-02 d
- Articulacion de base del Brazo Platina 3/4" x 1/8" P-02 e
- Articulacion de brazo\_Platina 3/4" x 1/8" P-02 f



PERSPECTIVA



P-02 a Esc: 1\_2.5  
Guía  
Perfil circular 3/4" x 1/12



P-02 b Esc: 1\_5  
Unión  
Platina 2" x 1/8



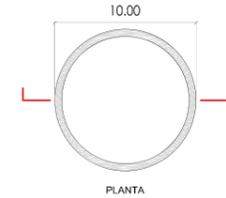
P-01 d Esc: 1\_5  
Buje de articulación



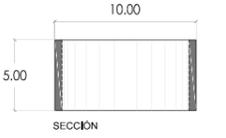
P-02 e Esc: 1\_5  
Espera de brazo  
Platina 3/4" x 1/8



P-02 f Esc: 1\_5  
Articulación de brazo  
Platina 3/4" x 1/8



P-02 c Esc: 1\_5  
Anillo Central  
Platina 2" x 1/8



TITULACIÓN DE ARQUITECTURA

Trabajo de fin de Titulación:  
Diseño de estructura efímera transformable con caña guadua, para uso en actividades eventuales en el espacio público de la ciudad de Loja. Su aplicación en la plaza de San Sebastián.

Autor: William N. González Mendoza  
Director: Mgs. Arq. Alexandra Moncayo V.

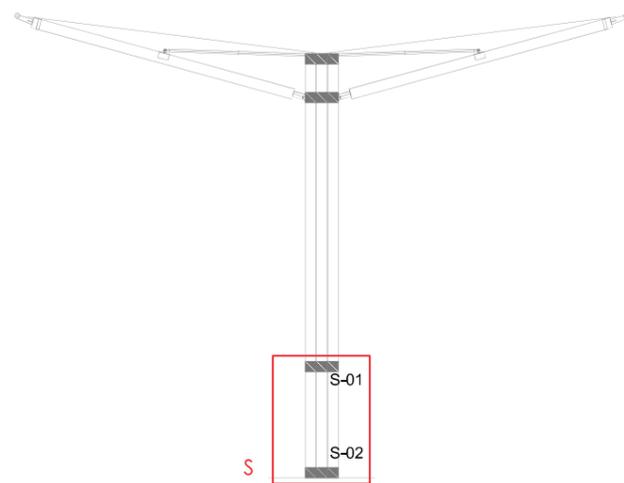
Fecha: Diciembre 2017

Escala: Indicada

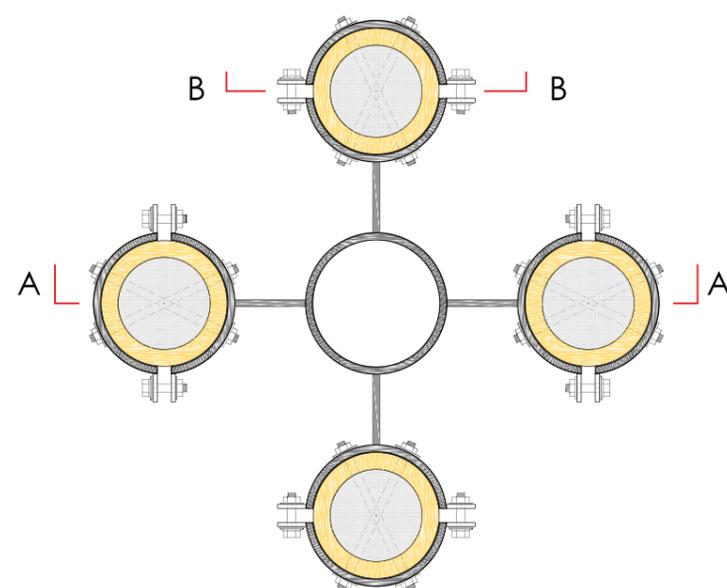
10\_14



DETALLE P - 03

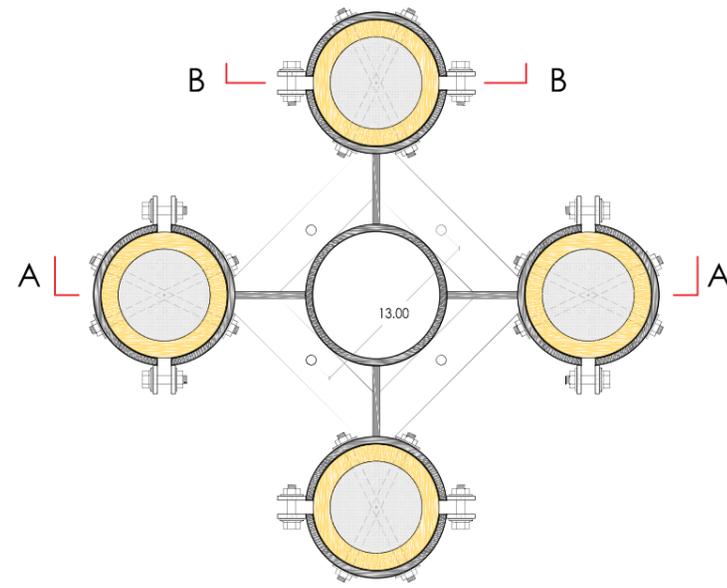


UBICACIÓN



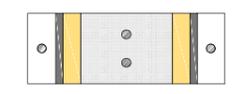
SUPERIOR

S-01 Esc: 1\_5



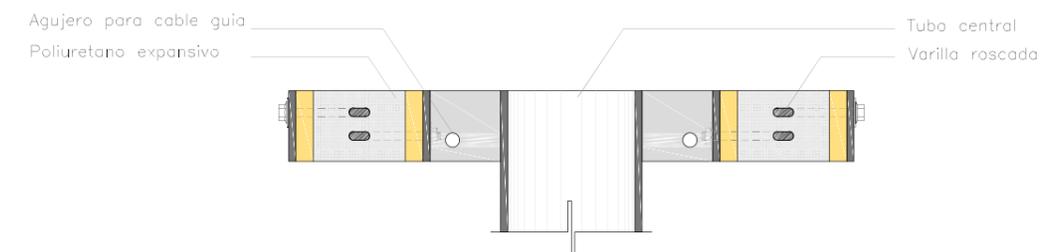
BASE

S-02 Esc: 1\_5



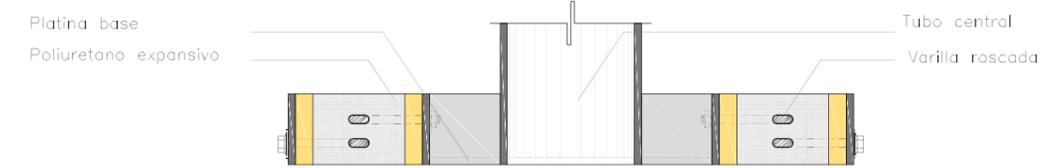
SECCIÓN B-B

S-01 Esc: 1\_5



SECCIÓN A-A

S-01 Esc: 1\_5

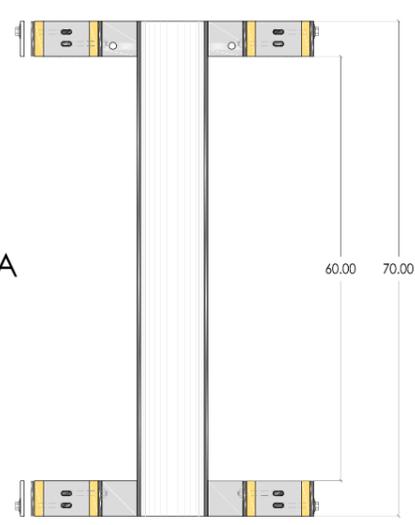


SECCIÓN A-A

S-02 Esc: 1\_5

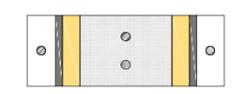


PERSPECTIVA



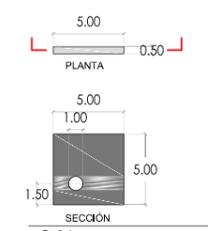
SECCIÓN A-A

Pieza Completa Esc: 1\_10



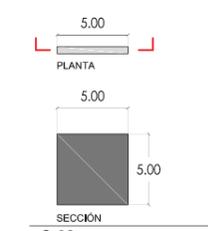
SECCIÓN B-B

S-02 Esc: 1\_5



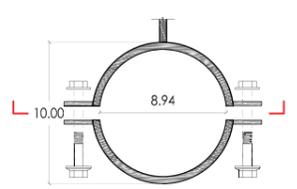
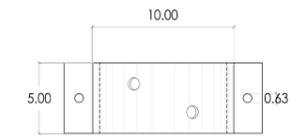
S-01 a Esc: 1\_5

Espera de tensor Platina 3/4" x 1/8



S-02 a Esc: 1\_5

Espera de tensor Platina 3/4" x 1/8



S-01 b / S-02 b Esc: 1\_5

Abrazaderas (P0-1 a y P0-1 b) Platina 2" 1/8



TITULACIÓN DE ARQUITECTURA

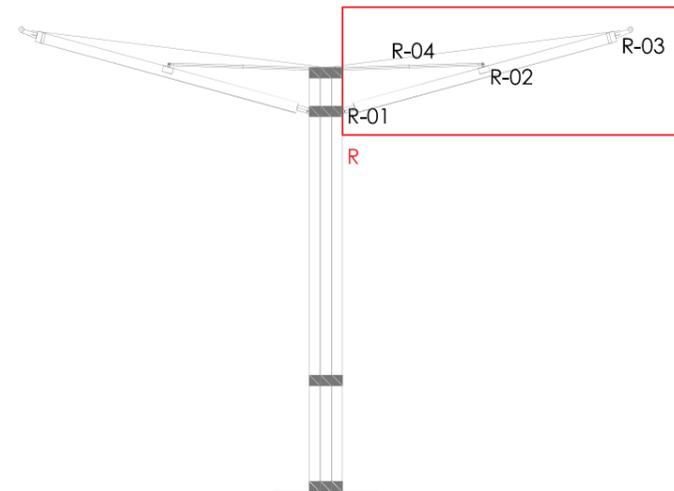
Trabajo de fin de Titulación:  
Diseño de estructura efímera transformable con caña guadua, para uso en actividades eventuales en el espacio público de la ciudad de Loja. Su aplicación en la plaza de San Sebastián.

Autor: William N. González Mendoza  
Director: Mgs. Arq. Alexandra Moncayo V.

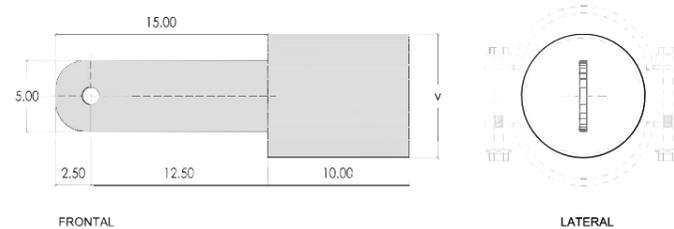
Fecha: Diciembre 2017

Escala: Indicada

11\_14



UBICACIÓN

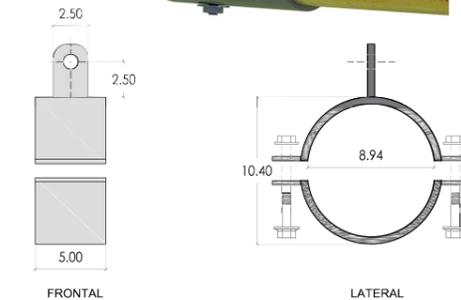


FRONTAL

LATERAL

R-01  
Base de Brazo  
+ 2 Abrazaderas P-01 a

Esc: 1\_5



FRONTAL

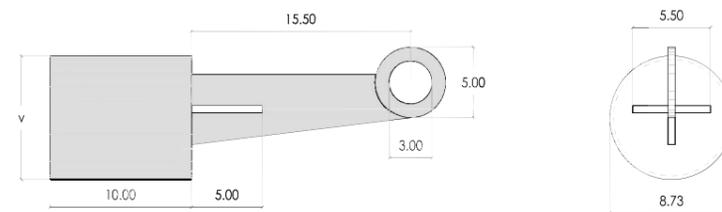
LATERAL

R-02  
Sosen de Tensor de Brazo  
En base a abrazaderas P-01 a

Esc: 1\_5



PERSPECTIVA

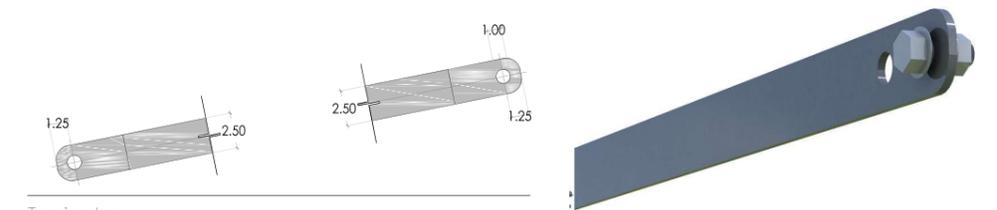


FRONTAL

LATERAL

R-03  
Terminal de Brazo  
Espera para amorte de Cobertrura

Esc: 1\_5



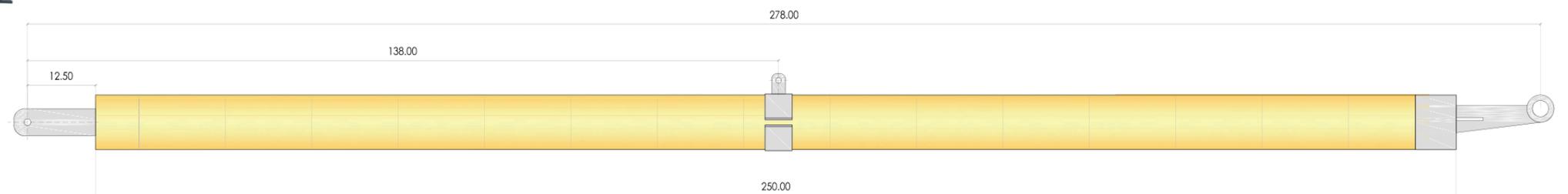
Terminales

Esc: 1\_5

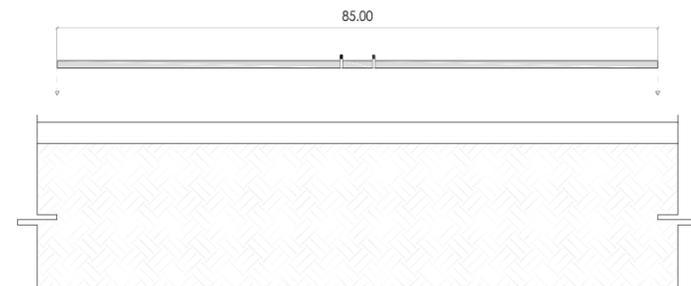


R-04  
Tensor de Brazo  
Platina articulada 1"

Esc: 1\_50



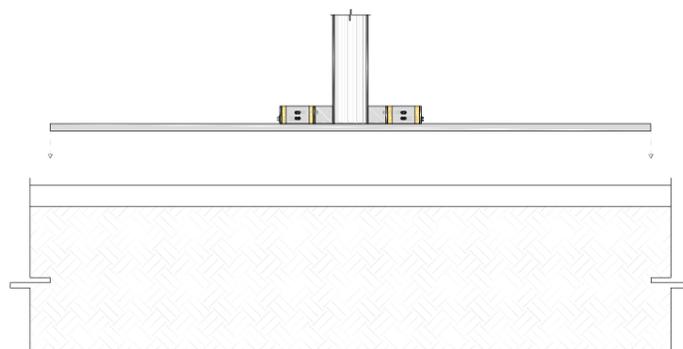
Esc: 1\_200



SECCIÓN A-A

Placa Base  
Empernable, Pernos embebidos

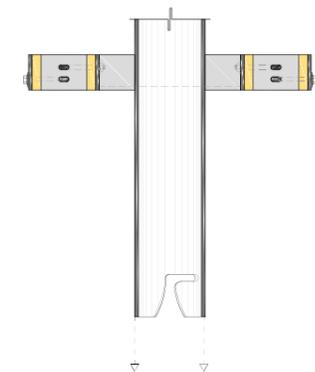
Esc: 1\_20



SECCIÓN A-A

Placa Base + base de poste empernados  
Base Instalado

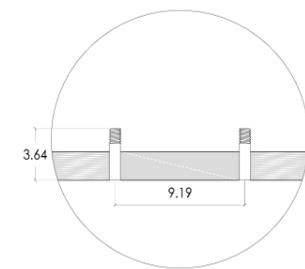
Esc: 1\_20



Sección Funcionamiento

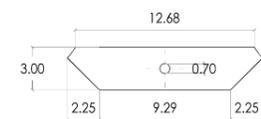
Base Fija  
(Detalles en lámina 14)

Esc: 1\_5



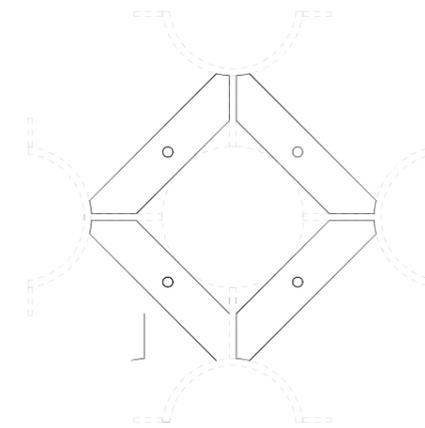
Detalle de Pernos  
Pernos soldados en placa

Esc: 1\_5



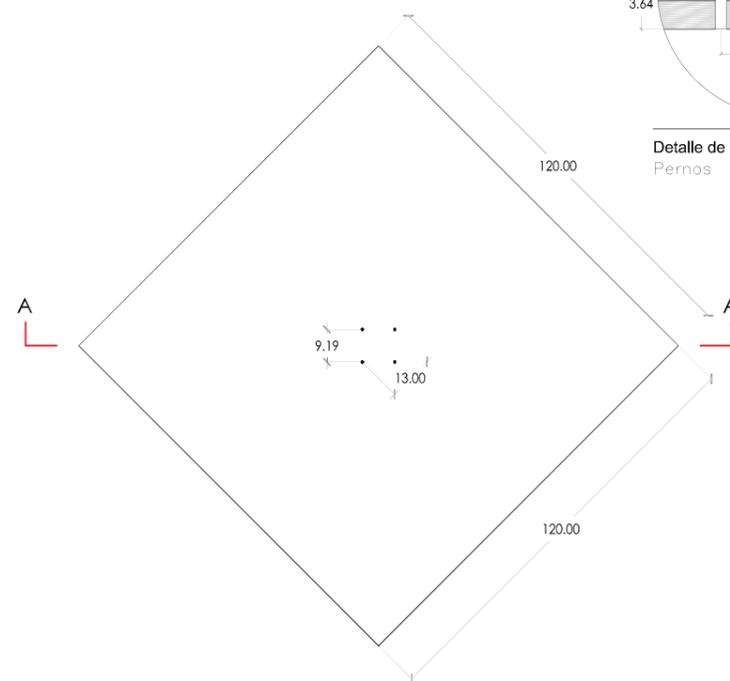
Detalle de placas de base del poste  
Placas de a empernar

Esc: 1\_5



Ubicación de placas de base del poste

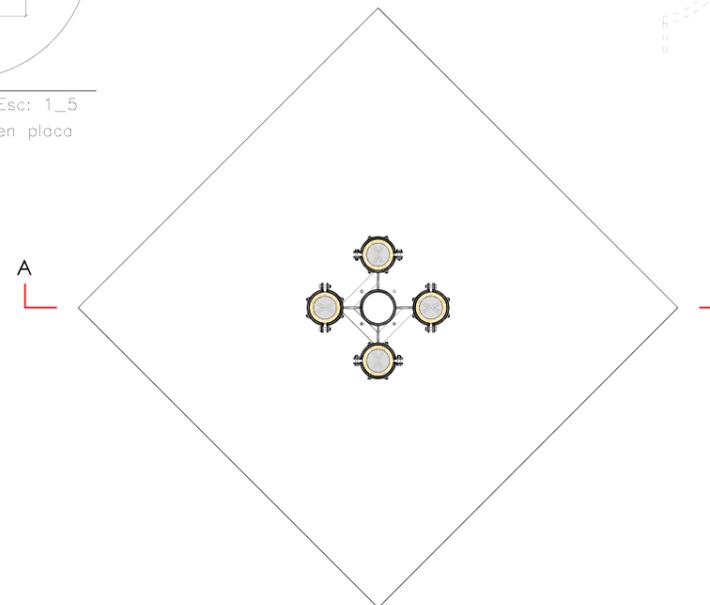
Esc: 1\_5



PLANTA

Placa Base  
Empernable, Pernos embebidos

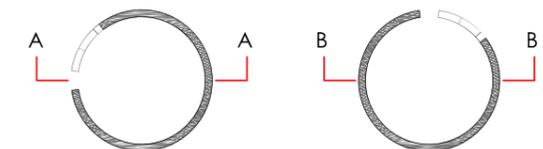
Esc: 1\_20



PLANTA

Placa Base + base de poste empernados  
Base Instalado

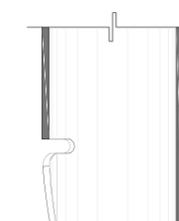
Esc: 1\_20



PLANTA

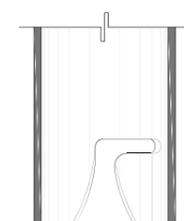
Base de Poste Espera fija

Esc: 1\_5



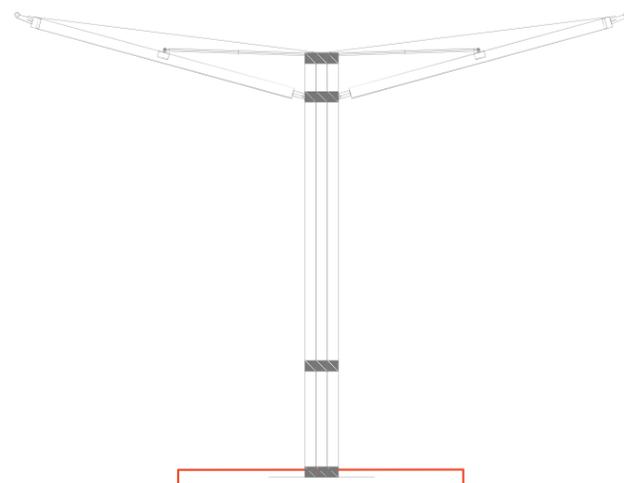
SECCIÓN A-A

Base de Poste Espera fija



SECCIÓN B-B

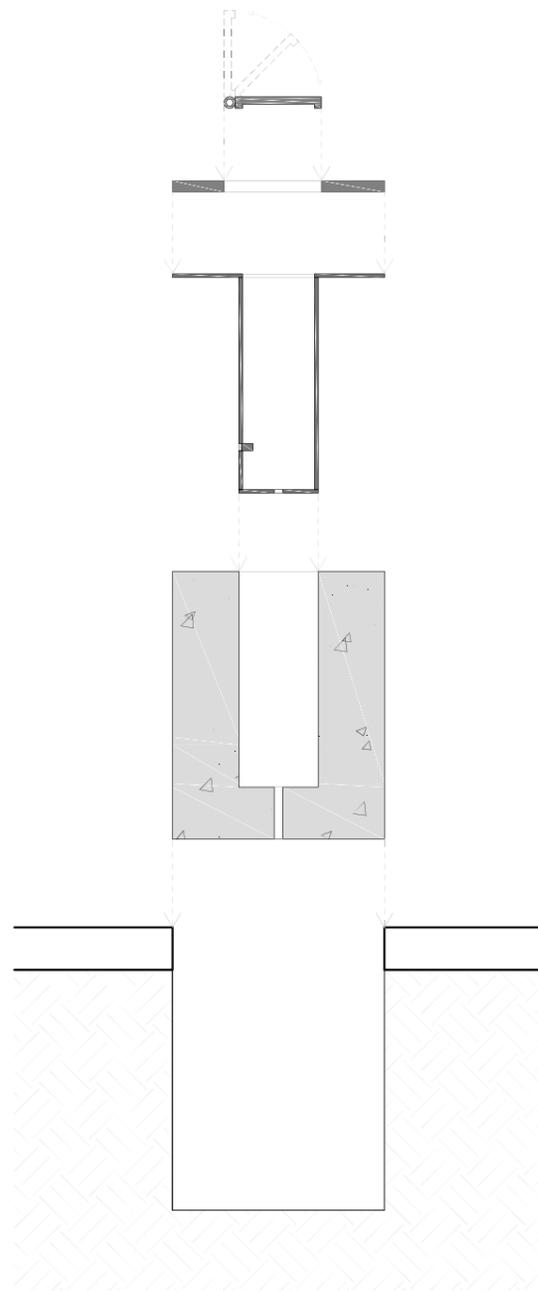
Esc: 1\_5



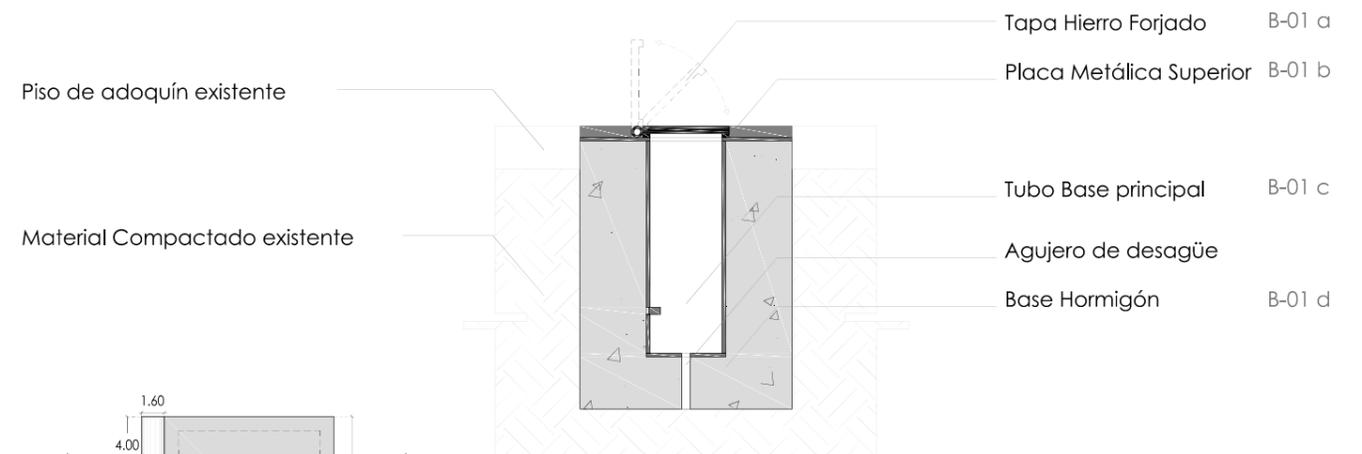
UBICACIÓN



PERSPECTIVA



COMPONENTES ESPERA DE BASE Esc: 1\_10



Piso de adoquín existente

Material Compactado existente

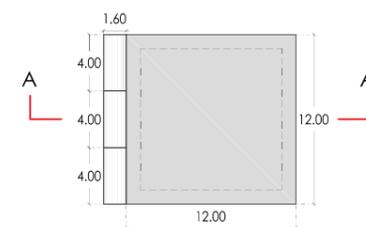
Tapa Hierro Forjado B-01 a

Placa Metálica Superior B-01 b

Tubo Base principal B-01 c

Agujero de desagüe

Base Hormigón B-01 d



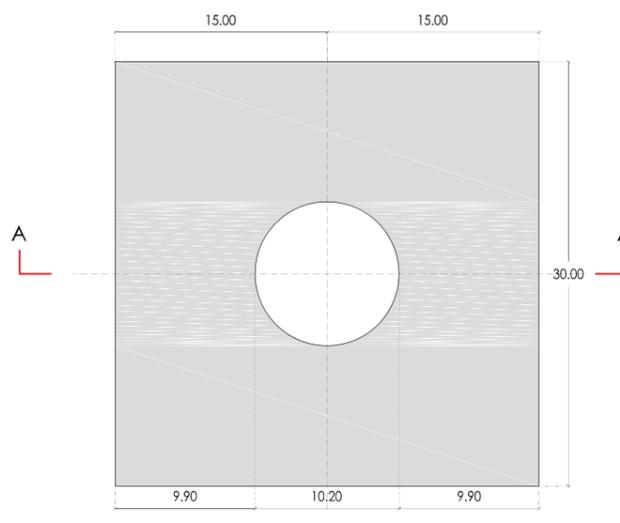
PLANTA



SECCIÓN A-A

B-01 a Esc: 1\_5

Tapa Hierro Forjado



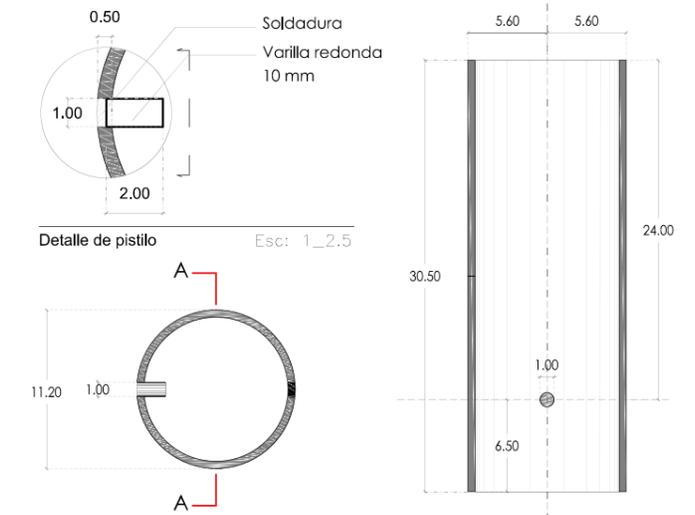
PLANTA



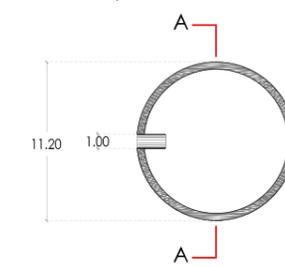
SECCIÓN A-A

B-01 b Esc: 1\_5

Placa metálica 5 mm

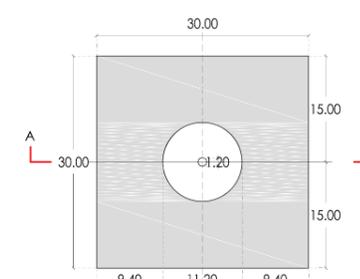


Detalle de pistilo Esc: 1\_2.5



PLANTA

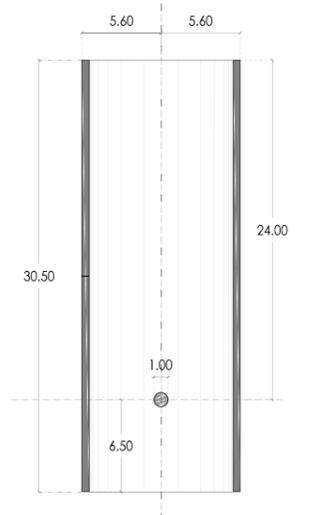
B-01 c Esc: 1\_5



PLANTA

B-01 d Esc: 1\_10

Base Hormigón



SECCIÓN A-A

Esc: 1\_5

**CAPÍTULO IV**  
CONSTRUCCIÓN

#### 4. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.

##### 4.1. Obtención de guadua, corte y limpieza.

*Secuencia fotográfica.*



##### DESCRIPCIÓN:

- Se selecciona guaduas de un diámetro similar tanto para la columna vertical como para los brazos.
- Se realiza una limpieza de las “virutas” presentes en los nudos de la guadua.
- Una vez cortadas las ocho guaduas necesarias para la construcción del módulo, pasamos a realizar los ensambles metálicos.

## 4.2. Fabricación de ensambles metálicos.

*Secuencia fotográfica.*





## DESCRIPCIÓN

- En base a los ensambles ya diseñados se procede a realizar en el taller los ensambles metálicos propuestos. Que en su mayoría se conforman de platina de 2" curvada o rectas.
- Cabe resaltar que se realiza el ensamble con elementos tipo abrazadera para su buen acople con las guadas cuyo diámetro no es uniforme y en este caso varia entre 9 y 10 cm.

### 4.3. Armado de Pilote Central

*Secuencia fotográfica.*



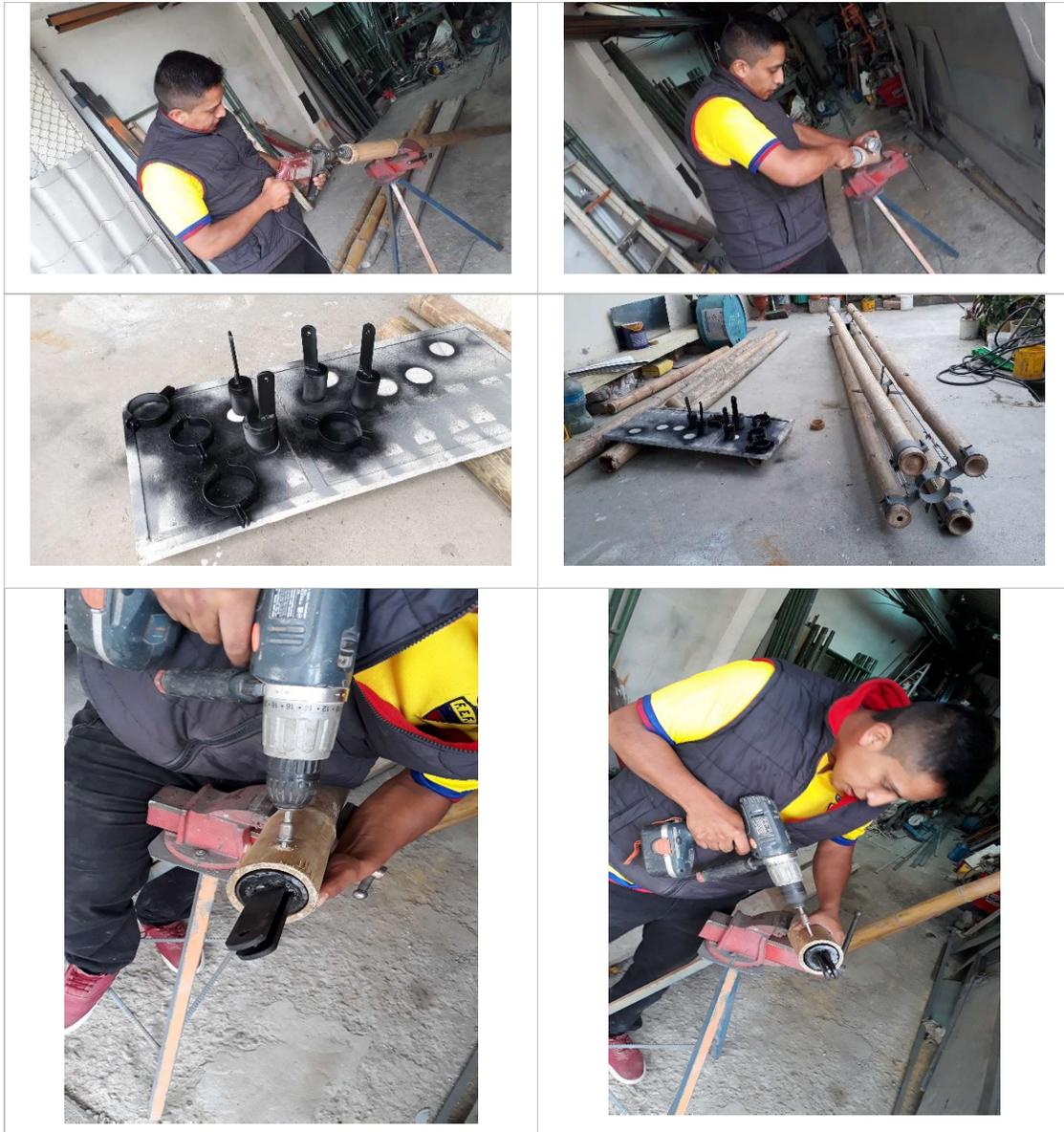


#### **DESCRIPCIÓN:**

- Para la unión de ensambles con la guadua se ha utilizado pernos de  $\frac{1}{4}$ " en diferentes medidas que varían de acuerdo con el diámetro que tenga la guadua.
- Se debe tomar en cuenta que mientras se arma el módulo no se debe ajustar del todo los pernos de los ensambles sino hasta completar el pilote entero.
- Al finalizar el armado se debe manipular la estructura y contrarrestar torsiones, y a la par ajustamos los ensambles para solucionar dichas imperfecciones.

#### 4.4. Armado de brazos.

*Secuencia fotográfica.*



#### DESCRIPCIÓN:

Se procede a empernar cada uno de los ensambles que se unirán a uno de los ensambles del pilote central.

- Para la unión de ensambles con la guadua se ha utilizado pernos de  $\frac{1}{4}$ " en diferentes medidas que varían de acuerdo al diámetro que tenga la guadua.

#### 4.5. Primera vista de estructura de módulo terminado



#### 4.5.1. Proceso de transformación del módulo



## COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

*“Si la plaza de San Sebastián como espacio público es utilizada en diferentes actividades eventuales de tipo cultural, utilizando estructuras atemporales y monótonas, entonces es necesario contar con el diseño de nuevos módulos, o unidades transformables y efímeras, si utilizamos la caña guadua como material ecológico y sustentable, entonces se podrá realizar diferentes actividades con mayor funcionalidad, estética y eficacia y principalmente con visión de sustentabilidad urbano-arquitectónica.”*

Una vez concluida la investigación se corrobora la hipótesis planteada, mediante el diseño de una estructura efímera transformable con caña guadua, aplicado en la plaza de San Sebastián, puesto que no solo mejora la imagen arquitectónica hacia y desde la plaza sino además su construcción es mucho más económica, la facilidad de modulación permite un sinnúmero de usos, otorgando a cada escenario un carácter completamente diferente con solo variar la modulación aplicada. Y finalmente el destacar que se realizó con un material sustentable, de poquísimos consumo energético y que además de todo es reutilizable y reciclable.

## CONCLUSIONES

En función del análisis formal de las estructuras actuales se concluye lo siguiente:

- Que, para el desarrollo de actividades eventuales en la plaza de San Sebastián, es recomendable el uso de estructuras transformables debido a que estas, por su flexibilidad característica, permiten una mayor adaptación al entorno arquitectónico inmediato.
- El material que se utiliza en esta estructura presta un sin número de beneficios ambientales, posee propiedades físico-mecánicas inmejorables en un material vegetal, por lo que se sustituyó a otros materiales tradicionales por este.
- Los resultados permiten concluir que, en busca de la innovación arquitectónica, históricamente se ha realizado el diseño y construcción de estructuras y módulos transformables de diferentes materiales. En la presente investigación se propone un módulo de materialidad sustentable, que rescata la identidad arquitectónica del espacio público.
- El módulo diseñado y construido, muestra algunas variantes de funcionamiento, siendo muy importante su uso alternativo como recolector de aguas lluvias para lugares que no tienen acceso a agua tratada.
- Se determinó que, durante la construcción de la estructura se presentan ciertas dificultades con las imperfecciones naturales de la guadua, como la falta de uniformidad del diámetro, torceduras naturales, presencia de nudos, etc.), que deben ser tomadas en cuenta durante el proceso de diseño.

## **RECOMENDACIONES**

En función de las conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Que el GAD Municipal de Loja, considere adoptar el uso de estructuras transformables de caña guadua, como nueva alternativa para el desarrollo de actividades eventuales en la plaza de San Sebastián, o en los diferentes espacios públicos de la ciudad.
- Adoptar el uso de materiales sustentables, que presentan una notable diferencia en la cantidad de energía y gastos que se necesitan durante su proceso.
- Que la UTPL, por medio de las carreras técnicas impulse la experimentación de nuevos sistemas transformables utilizando materiales sustentables, en base a la estructura propuesta.
- Que se incentive la investigación de módulos de uso flexible que puedan aportar al uso sustentable de recursos naturales como el agua.
- Que durante el proceso de diseño se considere de manera especial las imperfecciones naturales de la caña guadua, evitando que estas impidan el correcto funcionamiento del sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Añazco, M. (2013). *Estudio de vulnerabilidad del bambú (guadua angustifolia) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte Perú. Unión Europea - Red Internacional del Bambú y Ratán*. Recuperado a partir de [keneamazon.net](http://keneamazon.net)
- Arenas, A. (2015). *La arquitectura efímera como revitalizador de espacio público*. Ilustre Universidad Simón Bolívar.
- Arevalo, T. (2010, junio). Historia de la vivienda Edad de piedra - Egipto - Mesopotamia - Roma. *Apuntes*. Recuperado a partir de <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com.es/2010/06/historia-de-la-vivienda-edad-de-piedra.html>
- Calvo, J., & Sanz, P. (2011). ARQUITECTURA PLEGABLE PARA UNA DÉCADA PRODIGIOSA La obra de Emilio Pérez Piñero y la arquitectura de los años sesenta. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 114–127. Recuperado a partir de <https://polipapers.upv.es/index.php/EGA/article/view/888>
- Carrion, F. (2007). *Espacio público: punto de partida para la alteridad. Journal of Chemical Information and Modeling*. Quito. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Dascal, G. (2007). *Los espacios públicos y el capital social: aportes para comprender la relación entre ambos conceptos* (No. 16). *Cuadernos de Geografía* (Vol. 16). Bogotá, Colombia.
- Encalada Nuñez, J. (2016). *Modelo de panel prefabricado en guadúa, aplicado a la industrialización de la construcción, para divisiones verticales*. Universidad de Cuenca.
- Flores, G., & Tandazo, J. (2012). "Proceso De Industrializacion De La Caña Guadua Como Material Alternativo Para La Construcción Y Diseño De Vivienda Tipo De Una Y Dos Plantas , Empleando Caña Guadua En Sus Elementos Estructurales " Previa a La Obtención Del Título De : Ingeniero Civil E. Escuela Politécnica del Ejército.
- Martillo, J. (2016). Jorge Morán: El arquitecto de la caña. Recuperado a partir de <http://www.larevista.ec/comunidad/cuerpo-y-alma/jorge-moran-el-arquitecto-de-la-cana>
- Moncayo, F. (2009). *El espacio colectivo: Un manifiesto para la ciudad*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Morales, E., & Rodríguez, A. (2008). *Bambú como elemento Estructural*. Escola Politécnica

Superior.

- Morales Guzmán, C. C. (2014). *Proceso De Diseño De Sistemas Transformables* (Vol. 14). Mexico. Recuperado a partir de <http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/moduloarquitecturacuc/article/view/640/5>
- Oberman, T. M., & Laude, R. (2004). *Bambú: recurso sostenible para estructuras espaciales*. Antioquia. Recuperado a partir de [http://www.maderinsa.com/bamboo-space/documentacion\\_esp.pdf](http://www.maderinsa.com/bamboo-space/documentacion_esp.pdf)
- Ordoñez Candelaria, V. R., Mejía Saulés, T., & Bárcenas Pazos, G. (2010). *Manual para la Construcción Sustentable con Bambú*. México.
- Pantoja Trujillo, N. H., & Acuña Jiménez, D. F. (2015). *Resistencia al corte paralelo a la fibra de la guadua angustifolia*. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*. Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Páramo, P., & Burbano, A. (2014). LOS USOS Y LA APROPIACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA DEMOCRACIA. *Revista de Arquitectura [en línea]*, 16(1657–308), 12–19. <https://doi.org/10.41718/RevArq.2014.16.1.2>
- Pastorelli, G. (2008). Refugios Temporales 2009-2010. Recuperado a partir de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-11607/refugios-temporales-de-bambu-ming-tang>
- Prieto Alzate, R. (2004). *Optimización De Union En Guadua*. Universidad de Santander.
- Rea Lozano, V. (2012). *Uso De La Caña Guadua Como Material De Construcción: Evaluación Medioambiental Frente a Sistemas Constructivos Tradicionales*. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado a partir de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/356/1/T-SENESCYT-0126.pdf>
- Rodríguez González, N. (2007). *Diseño de una estructura transformable por deformación de una malla plana en su aplicación a un refugio de rápido montaje*. Universidad Politécnica de Cataluña, España. Recuperado a partir de <http://www.tdx.cat/handle/10803/6126>
- Talamás, J. (2014). *Arquitectura transformable móvil temporal. Sistema de paneles*

*removibles para usos múltiples y estudio de un prototipo como caso de estudio.*  
Universidad Politécnica de Cataluña, España.

Echevarria, P. (2008). *Arquitectura portátil*. Barcelona, España: Editorial Links

## **PÁGINAS WEB**

<http://arquitecturaynaturalezabajoelsol.blogspot.com>

[http://www2.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-96012007000300002&lng=es](http://www2.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-96012007000300002&lng=es)

<https://www.blogcamping.com/la-tienda-de-campana-en-la-antiguedad/>

<https://sites.google.com/site/rltearticulos2/home/-diseno/-diseno-carga/expandablestructureforthevenezuelanpavilionatexpo92>

<http://www.arqhys.com/museo-de-arte-de-milwaukee.html>

[www.ikons.id/tentang-rumah-prefab/](http://www.ikons.id/tentang-rumah-prefab/)

<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/tag/refugio>

<http://www.arkiplus.com/arquitectura-efimera>

<https://inhabitat.com/natural-japanese-cedar-keeps-the-louver-haus-in-south-korea-cool-and-private/louver-house-smart-architecture-lead-2/>

<http://www.cosasdearquitectos.com/2014/03/la-arquitectura-de-shigeru-ban-premio-pritzker-2014/>

<http://concienciasustentable.abilia.mx/arquitectura-en-bambu-la-obra-de-simon-velez/>

<https://www.eluniverso.com/tendencias/2016/11/25/nota/5920732/bambu-considerado-futuro-construccion-sostenible>

<https://www.guadubamboo.com/forum/shaping-bamboo-as-it-grows>

<http://www.1001gardens.org/2015/05/you-have-ever-seen-bamboos-but-not-giant-bamboos-dendrocalamus-giganteus/#arvlbdata>

<http://la-guadua.over-blog.es/article-31973280.html>

<https://es.slideshare.net/FerminBlanco/guadua-angustifolia>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza\\_de\\_San\\_Francisco\\_\(Quito\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza_de_San_Francisco_(Quito))

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.** Proceso de fabricación de prototipo de estructura (maqueta borrador).

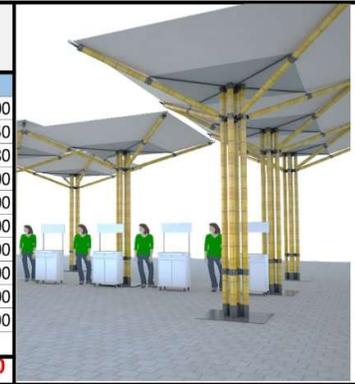


**ANEXO 2.** Presupuesto comparativo entre módulos existentes y módulo propues

**PRESUPUESTO COMPARATIVO**

**MODULO FLEXIBLE DE GUADUA**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT.	SUB TOTAL
<b>ESTRUCTURA</b>				
GUADUA TRATADA Y CURADA	M	25,00	2,00	50,00
PLATINA DE 2" x 1/8	M	6,00	1,75	10,50
PLATINA DE 1" x 1/8	M	8,00	0,85	6,80
PLACA METALICA 1,20 *1,20 * 8MM	U	1,00	95,00	95,00
PERNOS 1/4 x 2,5"	U	40,00	0,25	10,00
PINTURA ESMALTE + DISOLVENTE	GLOBAL	1,00	7,00	7,00
POLEAS	U	2,00	3,00	6,00
TUBO DE DESAGUE DE 3 "	U	2,00	3,00	6,00
CUERDA ESLINGA	M	8,00	2,00	16,00
LONA DE COBERTURA POLIESTER	U	1,00	100,00	100,00
<b>TOTAL</b>				<b>307,30</b>



**CARPA PERFIL CUADRADO DE ACERO**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT.	SUB TOTAL
<b>ESTRUCTURA</b>				
PERFIL CUADRADO 2"x 3mm.	M	45,00	5,00	225,00
PERFIL CUADRADO 1 1/2"x 3mm.	M	2,00	3,00	6,00
PINTURA ESMALTE + DISOLVENTE	GLOBAL	1,00	20,00	20,00
LONA DE COBERTURA POLIESTER	U	1,00	230,00	230,00
<b>TOTAL</b>				<b>481,00</b>

