

Análisis de las Cubiertas en palma para tecnificar procesos constructivos en construcciones tradicionales.

Presentado por:

Angie Katherine Álvarez Bonilla

Angie Vanessa Castellanos Torres



Universidad La Gran Colombia

Proyecto de tecnología en construcciones arquitectónicas

Bogotá – Colombia

2018

Análisis de las Cubiertas en palma para tecnificar procesos constructivos en construcciones tradicionales.

Presentado por:

Angie Katherine Álvarez Bonilla

Angie Vanessa Castellanos Torres

Trabajo de grado como requisito parcial para optar título de:  
Tecnólogo en construcciones arquitectónicas

Director de proyecto:

Arquitecto. Walter Barreto

Línea de investigación:

Hábitat tecnológico y constructivo



Universidad La Gran Colombia

Proyecto de tecnología en construcciones arquitectónicas

Bogotá – Colombia

2018

## NOTAS DE ACEPTACIÓN

Observaciones

---

---

---

---

---

---

Firma Director Trabajo de Grado

---

Firma del presidente jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

BOGOTA, D.C., MARZO DE 2019

## Tabla de Contenido

Introducción .....	1
Justificación .....	4
Marco Conceptual .....	6
¿Qué es una cubierta? .....	6
Marco Problemático .....	6
Árbol de Problemas .....	7
Árbol de Soluciones .....	8
Objetivos .....	11
Objetivo General .....	11
Objetivos Específicos .....	11
Marco Teórico .....	12
Tecnificar, Mecanizar e Industrializar .....	12
Cultura pijaos .....	13
Proceso Constructivo .....	16
Tipos de palma .....	23
Tratamiento de la palma .....	31
Referentes Teóricos .....	31
Cubiertas Inclinadas .....	33
Cubierta a Dos Aguas .....	34
Cubierta a Cuatro Aguas .....	34
Cubierta en Paja o Palma .....	35
Técnica .....	37
Materiales para el proceso constructivo. ....	37
Elementos de la cubierta inclinada. ....	39
Grupos y Tipos de Cubierta .....	39
Colocación .....	40
Durabilidad .....	41
Marco Ambiental .....	42
Marco Legal .....	46
Incorporado por Ordenanza N° 6927/00 .....	47

Reglas CP 2012. ....	49
NSR-10 Titulo E – Casas de Uno y Dos Pisos.....	49
Reglamento para la aprobación de utilización de sistemas constructivos no convencionales (SCNC).....	51
Ley 400 (19 de agosto de 1997) Norma para Construcción Sismo Resistentes.....	52
Análisis de Resultados .....	52
Conclusiones .....	55
Lista de Referencias .....	56

## Lista de Figuras

<i>Figura 1</i> Palma en Caja de Petri .....	9
<i>Figura 2</i> Tratamiento con Retardantes Químicos.....	10
<i>Figura 3</i> Cubierta en Palma.....	15
<i>Figura 4</i> Subestructura en Madera .....	17
<i>Figura 5</i> Entramado de la Estructura.....	18
<i>Figura 6</i> Corte de la Palma.....	18
<i>Figura 7</i> Centro de Acopio.....	19
<i>Figura 8</i> Colocación en las Ataduras.....	19
<i>Figura 9</i> Colocación en las Ataduras.....	20
<i>Figura 10</i> Tejido de Hojas .....	20
<i>Figura 11</i> Tejido de Hojas .....	21
<i>Figura 12</i> Despiece de Ubicación.....	21
<i>Figura 13</i> Colocación de la Palma.....	22
<i>Figura 14</i> Camada de Cubierta.....	22
<i>Figura 15</i> Camadas de la Cubierta .....	23
<i>Figura 16</i> Cubierta en Palma.....	27
<i>Figura 17</i> Iraca Palmicha.....	29
<i>Figura 18</i> Proceso de la Palma .....	31
<i>Figura 19</i> Techos Cónicos.....	33
<i>Figura 20</i> Cubierta a Dos Aguas .....	34
<i>Figura 21</i> Cubierta a Cuatro Aguas.....	34
<i>Figura 22</i> Cubierta en Paja.....	35
<i>Figura 23</i> Proceso de Cobijado .....	36
<i>Figura 24</i> Fachada de una Pajiza.....	38
<i>Figura 25</i> Norma que regula los materiales de la cubierta.....	51
<i>Figura 26</i> Cubierta en Palmiche de la Comunidad Indígena Amoya.....	53

**Lista de Tablas**

<i>Tabla 1</i> Conductividad Térmica .....	44
<i>Tabla 2</i> Estructura de madera para cubiertas .....	47

## Análisis de las Cubiertas en palma para tecnificar procesos constructivos en construcciones tradicionales.

### **Resumen**

Esta investigación se base en el desarrollo de un sistema constructivo de cubiertas en palma, dando a conocer una técnica tradicional ejecutada antiguamente para la construcción, que como resultado se regula el confort de las viviendas, protegiéndolas de la intemperie y generando impermeabilización, los componentes de la palma crean ventajas con excelente aislamiento térmico y diferentes características favorables para las viviendas. Se pretende optimizar un sistema tan cotidiano en nuestro lugar de estudio, realizando también, una investigamos de los tipos de palma que se utilizan en las edificaciones para los techos tradicionales en la comunidad indígena Amoya, teniendo en cuenta sus necesidades y dogmas, generando un cambio favorable para su construcción; debido a que las características de mantenimiento de este tipo de techos generan un costo elevado, un cambio total de su cubierta por daños del habita y una humedad relativa que por su mal proceso de instalación puede llegar a generar diferentes tipos de problemas como lo es la degradación de la guadua, generando una mala resistencia. Por esto fue necesario estudiar las características de la cubierta en palma que se encontraron en la comunidad, sus ventajas y desventajas, procesos constructivos y normas que regulan este tipo de técnica.

De igual manera es necesario tener en cuenta el modo de construcción de la comunidad indígena, ya que para ellos cada material tiene un porque, relacionado a sus creencias, ellos usan para la edificación los materiales que crecen en sus tierras puesto que les da armonía y comodidad a sus construcciones.

Palabras claves: cubiertas en paja, aislamiento térmico, mantenimiento, comunidad indígena



## **Abstract**

This research was based on the development of a system constructive covered palm, revealing a traditional technique executed once for construction, which resulted in the comfort of homes is regulated, protecting them from generating elements and waterproofing components create advantages palm excellent thermal insulation and different favorable characteristics for dwellings. He It aims to optimize an everyday system in our study site, performing well, one investigated the types of palm used in buildings for roofing Amoya in traditional indigenous community, taking into account their needs and dogmas, generating a favorable change for its construction; because the characteristics of maintenance of roofs generate such a high cost, a total change of its cover for damages of lives and relative humidity for bad installation process can eventually generate different types of problems such as the degradation of bamboo, generating a poor resistance. For this was necessary to study the characteristics of the covered in palm found in the community, its advantages and disadvantages, processes constructive and rules governing this type of technique.

Similarly, it is necessary to consider how to build the Indian community, because for them each material has a reason, related to their beliefs, they use for building materials growing on their land since He gives harmony and comfort to their buildings.

Keywords: straw roofs, thermal insulation, maintenance, indigenous community

## Introducción

Desde la edad de piedra las personas han usado como método de construcción los diferentes materiales que nos da la naturaleza. Puesto que, gracias a la demanda de zonas verdes en todo el planeta, los continentes europeos y africanos facilitaron la abundancia que se tenía para los materiales y empezaron a construir refugios para salvaguardarse. Uno de los primeros usos que se conoció de este tipo de construcción fue en Estados Unidos, donde se dio después de una ley llamada Homestead de 1861, que trata de asentamientos rurales donde podían adquirir tierras gubernamentales de forma gratuita, lo cual fue gratificante puesto que gracias a esta ley es que a todo aquel ciudadano se le facilitaba el traslado de sus familias a las grandes áreas rurales después de la guerra civil. (Torres, 2014).

En los campos, los colonos no tenían suficiente madera, la cual servía en la utilización de la construcción tradicional en Estados Unidos. Al no tener material para las edificaciones, empezaron a ser ingeniosos e imitaron la forma de construcción de los aborígenes, fundando así refugios temporales con el material más económico y abundante que pudieron hallar, el cual fue la paja y para que ya no tuvieran corrientes de aire por las paredes, las cubrieron con una capa de estuco.

Podemos analizar este artículo como una de las primeras formas de utilización de la paja en construcción. Nos damos cuenta que era un material que se caracterizaba por su bajo costo, fácil implementación y abundancia. También, en esta época se pudo analizar la palma como otra alternativa de construcción para diferentes tipos de vivienda, dándole así paso a los nuevos

componentes prácticos. Esta técnica permitía el ahorro de materiales, dándole así necesidad de más mano de obra, brindando puestos de trabajo sin incremento del valor total de la vivienda.

Para entender un poco más los daños que causa la humedad en las viviendas con cubiertas de palma, así como la importancia y necesidad de limpiar las partes afectadas, es fundamental tener en cuenta que, en una construcción en madera, la propagación de la humedad en los techos se produce gracias a la presión ejercida por el agua desde su penetración, lo cual es un suceso de capilaridad ya que tiene una capa muy delgada de material vegetal. Eso nos lleva a que la forma de implementación es esencial para evitar la humedad y evitar penetración por una errónea instalación. Teniendo en cuenta los diferentes factores, métodos de construcción y tipos de aislantes que utilizamos para esta técnica. (Condemarin, 2000).

Mediante un proceso investigativo fundamentado en los conocimientos y destrezas adquiridas durante todo el proceso de aprendizaje. Para así establecer una posible solución para el mejoramiento de cubiertas mediante un proceso tecnificado sin olvidar lo que este tipo de materiales significa para la comunidad.

De esta forma se quiere exponer al lector los principales inconvenientes de la técnica tradicional para cubiertas en palma, gracias a que es un material biológico producto de residuos de plantaciones agrícolas que con exceso de humedad se descompone o se pudre creando un ambiente desagradable y no óptimo para su habitabilidad. De igual manera también señalar, sus diferentes problemáticas al no realizar el proceso de construcción adecuado puesto que este material genera proliferación de insectos, olor nauseabundo que este puede llegar a una

*degradación irreversible de la edificación* y otro tipo de desventajas. Aunque es un material local y económico que depende de una mano de obra calificada, y al no saber manipularla se deteriora.

## Justificación

La evaluación de las condiciones actuales y el funcionamiento de las cubiertas de la comunidad, nos permite conocer la técnica que utilizan para la construcción de los techos y las uniones que realizan para soportar estos elementos vegetales. Optamos por analizar sus condiciones de habitabilidad y diferentes tipos de materiales para realizar dichas techumbres. Proyectar el porqué de las problemáticas de humedad que persisten en el entorno de los techados en palma y de igual manera, identificar las problemáticas al realizar el proceso de instalación de estas cubiertas. Para así poder llegar a tecnificar las mismas brindando así un confort en las viviendas de la comunidad, empleando materiales que se encuentren en el lugar para generar un gasto nulo en su mantenimiento y una técnica apropiada al momento de instalación, para que puedan llegar a emplearlas en diferentes construcciones de estos mismos.

Cuando se origina humedad en la cubierta de palma, sucede porque la capa final de la cubierta se ha separado y tiene huecos entre las fibras. Esto ocurre por el paso del tiempo y las lluvias, así mismo se desprende, porque no está bien compacta al momento de la implementación. Otras veces, al atarla manualmente los alambres van creando pequeños agujeros en los manojos que más tarde crecerán o permitirán que se suelte. Por tal motivo la mano de obra de este tipo de técnicas es tan costosa y manual. (Moyano, 2014)

El origen de la humedad por gravedad es gracias a los desperfectos de impermeabilización que se les proporcionan a las cubiertas de un edificio. Puesto que se pueden crear estancamientos por derivaciones de fuertes lluvias, principalmente cuando concurren con defectos en la evacuación de las aguas lluvias, el agua se decante y se filtra mediante una grieta

que se encuentra en la cubierta, la cual se conecta con la capilaridad de la estructura y desciende al interior de la vivienda. En otras condiciones, también se pueden filtrar directamente cuando se dejan vanos muy grandes en los techos, donde entran directamente sin ingresar mediante capilaridad a esto se les llaman goteras las cuales nos indica la existencia de mala instalación en las techumbres. (Condemarin, 2000).

Observamos que este tipo de cubiertas requieren un gran cuidado al realizar su construcción. pues si al momento de ensamblar la paja queda algún agujero o simplemente no queda bien compacta, crea que al momento de unas fuertes lluvias o simplemente con el paso del tiempo y el agua este reposada se traspase a su subestructura generando así humedad en la madera. Igualmente se tiene en cuenta su pendiente para que el agua no se retenga y forje una filtración en capilaridad llegando así al interior de la casa.

## **Marco Conceptual**

### **¿Qué es una cubierta?**

Se entiende por cubierta al mecanismo que protege las edificaciones en la parte superior. Este elemento tiene unas estructuras las cuales ayudan a formar una pendiente, que sirve para impedir que el agua se estanque. Es decir que la cubierta es un revestimiento que contiene diferentes componentes que la completan. (Juez, 2013).

“Las cubiertas son estructuras de cierre superior, que sirven como cerramientos exteriores, cuya función fundamental es ofrecer protección al edificio contra los agentes climáticos y otros factores, para resguardo, darle intimidad, aislación acústica y térmica, al igual que todos los otros cerramientos verticales.” (Construmatica, s.f, parr.1).

Anteriormente, la cubierta fue lo más importante de la edificación ya que era el elemento que protegía el interior de la construcción, de los agentes climáticos, brindaba comodidad y privacidad, se plateo para crear espacios cubiertos, donde lo más importante era crear un confort.

## **Marco Problemático**

¿Cómo proponer lineamientos técnicos y constructivos que puedan orientar los procesos de instalación de cubiertas en palma para la comunidad indígena Amoya?

## **Árbol de Problemas**

El problema deriva de la necesidad de la comunidad indígena Amoya de mejorar las condiciones de habitabilidad sin olvidar sus técnicas ancestrales. Es un problema económico y de implementación de procesos técnicos en las cubiertas, que afecta directamente a la comunidad, producto de habitar ambientes no adecuados para vivir.

La deficiencia de las cubiertas en palma se basa en su inadecuada instalación y los daños causados por la mala ejecución de los techos, llegando a causar humedad en los interiores de las casas de cubierta vegetales. Gracias a que es un material biológico producto de residuos de plantaciones agrícolas, que se descompone o se pudre con facilidad generando un ambiente desagradable.

Antiguamente para los Pijaos, la paja y la palma eran los materiales más empleados en la construcción tradicional para techos, ya que se pensaba que, al igual que las hojas de los árboles servían como resguardo para protegerse de la intemperie, ya que era un material que se encontraba fácilmente en la zona. Es así como partieron de la elaboración de chozas y carpas para luego llegar a construir con algo más sólido como la piedra y las viviendas hechas sobre hielo; el hombre generó un refugio propio que no sólo se aprovechó para resguardarse de los agentes climáticos de la naturaleza, sino que además este era una zona en la cual convivía junto a su familia, comía, dormía e instauraría relaciones sociales.

En base a esto, se han creado generalidades para la construcción con paja o palma de las cubiertas tradicionales en diferentes países, que establecen una adecuada manipulación. Sin



embargo, este tema no se encuentra definido en la etnia, es así entonces que se propone tomar como caso de estudio las edificaciones de la comunidad indígena Amoya. En la que se observan las lesiones por su mala instalación al no tener los conocimientos técnicos de implementación de este tipo de cubiertas para su aprovechamiento.

### **Árbol de Soluciones**

Teniendo en cuenta que una de las problemáticas más grandes que tienen las cubiertas en palma es su mala instalación, y la realización de sus procesos técnicos, hemos optado por plantear un manual que explique el paso a paso de cómo se debe techas, teniendo en cuenta normas necesarias y la necesidad de nuestro caso de estudio.

Uno de los peores enemigos de las cubiertas vegetales por los daños que estos causan son los pájaros y roedores ya que hacen nidos en los aleros y es un material muy atractivo para ellos. Por lo cual puede evitarse colocando una malla de alambre o de gallinero cubriendo los aleros.

Además de que el material vegetal puede ser atacado por hongos y por insectos, es altamente combustible. Sin embargo, para evitar estos problemas el material puede ser sometido a un tratamiento químico, que se aplica por inmersión y aspersion. Hay que tener en cuenta que este tratamiento solo sirve como retardante ya que no se puede hacer que el material sea totalmente ignifugo.

Adicionalmente se realizaron pruebas de resistencia a hongos y a fuego, para la prueba de hongos se hizo una prueba microbiológica donde se encubo la palma en una caja de Petri durante 7 días, luego de esto se hizo un registro fotográfico donde se observó crecimiento fúngico en los

extremos y en la superficie de la palma, lo que sugiere que el material requiere de un tratamiento adicional para volverlo resistente. Este tratamiento también se utiliza para retardante del fuego ya que es un material altamente combustible, el cual es:

Para el tratamiento se deja secar la hoja de la palma hasta que llegue a un contenido de humedad del 12% y 15% para luego tratarlo por inmersión por una hora con los siguientes componentes químicos:

- Sulfato de amoníaco                      28 Libras
- Carbonato de amoníaco                14 Libras
- Bórax                                        7 Libras
- Ácido Bórico                              7 Libras
- Sulfato de aluminio                    14 Libras
- Agua                                        500 Libras

En la Figura N°1, se observa el crecimiento del hongo al hacerle la prueba microbiológica, donde se encubo por 7 días a unos 25°.



*Figura 1* Palma en Caja de Petri - Fuente creación propia

En la Figura N° 2, se le coloca a la palma el tratamiento por inmersión dejándolo por una hora con los químicos mencionados. Luego de hacerle el tratamiento se dejó el material al secado natural y se evidencio que sirve como retardante de hongos y fuego, dándole así una mayor durabilidad a la cubierta en palma.



*Figura 2* Tratamiento con Retardantes Químicos- Fuente creación propia

Para la solución del posamiento de las aguas lluvias en las cubiertas, se diseña la estructura con una inclinación adecuada la cual es de 45°. Además, se coloca las hojas de palma de abajo hacia arriba entre paños llegando a un espesor de 50 cm para que el agua resbale con fluidez, la cual se dirige a un cárcamo. Esto se puede llegar a utilizar en recolección de aguas lluvias para diferentes fines.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Tecnificar los procesos constructivos de las cubiertas en palma tomando como estudio de caso la comunidad indígena Amoyá para resolver las diferentes problemáticas presentadas.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar las diferentes lesiones presentadas en la cubierta en palma.
- Conocer los materiales utilizados en el lugar para la construcción de las cubiertas.
- Describir su proceso constructivo.

## Marco Teórico

### **Tecnificar, Mecanizar e Industrializar**

Al querer ejecutar una tecnificación de un proceso constructivos, entramos a entender de manera general el significado de tecnificar como fuente base para entrar en contexto, al realizar una investigación y desarrollo sobre el caso de estudio Las acciones científicas y tecnológicas involucran la formación de conocimientos nuevos, dando mecanismos que generan progreso en la sociedad, y, si se le añade practicas avanzadas a través de innovaciones se tendrá un ciclo completo de investigación. (Pujol, 2008).

La tecnología se reduce a un conjunto de instrumentos que crea el hombre, utilizados como medios para llegar a un fin de acuerdo a sus necesidades. La tecnología está sujeta a un conjunto de prácticas como la producción, maquinas, creación y usos de los medios, incluyendo el material y no material de hechos técnicos; por tal motivo este medio está conectado a los requerimientos de las instituciones y las conclusiones previstas a las que la tecnología sirve. Para llegar a la tecnología aplicando los conocimientos adquiridos mediante un aprendizaje de investigación, se requiere un conjunto de ordenamientos o recursos que se utilizan en una acción determinada, en específico cuando se obtienen por medio de su pericia y demandan práctica. (Rammert, 2001).

Con respecto a la innovación, la OCDE la define como el “conjunto de etapas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos, que llevan o que intentan quitar a la implementación de productos y de procesos

nuevos o mejorados.” (OCDE, 2003, P.46). Por lo tanto, incluye la adquisición de nuevas tecnologías, generando un cambio progresivo en el ámbito constructivo y en diferentes demandas de otros mercados, creando la necesidad de innovar en el paso de los años.

### **Cultura pijaos**

Los pijaos compartían características culturales y lingüísticas con los pueblos Coyaimas y Natagaimas, según los historiadores el territorio se extendía desde la ciudad de Ibagué hacia el sur y gran parte de la cordillera Oriental. En 1882 encabezada por Quintín Lame, quien amparo la ley 89 de 1890, donde logra el reconocimiento de los cabildos indígenas en ortega y chaparral, a partir de la fecha iniciaron 10 años de lucha por los territorios indígenas, fueron víctimas de violencia que se materializaron en el desalojo de sus tierras, la dispersión social y la desarticulación cultural, así como la migración de las familias pijao lo que genero el desconocimiento cultura.

En caso del territorio tolimense al comenzar el siglo XX solamente sobrevivió el pueblo pijao de más de setenta pueblos indígenas, en este mismo momento llegó a Gaitana, en planadas, la primera oleada pueblo nasa, que constituirá décadas después, el resguardo Paez de Gaitana y luego el resguardo la Mercedes. En la arquitectura ancestral, la elaboración de sus viviendas representa una tradición en las mentalidades de los indígenas, puesto que estas casas son edificadas con materiales que se encuentran en su entorno natural que rodea las comunidades.

Para las familias pijaos un espacio vital en el desarrollo familiar y social, es su vivienda, tiene espacios claramente definidos según la concepción Pijao. Por ejemplo, al frente de la casa

se encuentran construidas las “barbacoas y enramadas” donde se reciben las visitas y se integra la familia, además, las cocinas se construyen siempre al lado de la habitación principal, es donde se transmite la tradición oral de la tulpa o la hornilla, y finalmente los dormitorios es donde solo entran los moradores o dueños de la vivienda, dejando claro que es un espacio privado.

Las comunidades indígenas construyen sus viviendas mediante la minga, quienes conciben la idea, adquieren los materiales de su entorno y con ayuda de sus familias ponen en marcha la obra, cada comunidad tiene su propia manera de construir de acuerdo a los materiales que les brinda la tierra. Los materiales siempre han estado en el medio ambiente, y han estado siempre en cercanía a la población, de igual manera, así como lo fácil que se pueden obtener, es por ello que se empezó a utilizar para la construcción de edificaciones en la mayoría de los lugares del mundo a lo largo de décadas. (Torres, 2014).

La implementación de la paja y el barro en la construcción como material, se establece en periodos de la antigua Mesopotamia, en donde se construida con una mezcla de barro y paja. Al ser materiales que sirvieron en esa época, se siguieron utilizando a lo largo de la historia, lo único que se restauró fueron las técnicas utilizadas al pasar los años, los recursos utilizados y colocación. (Torres, 2014).

Al tratarse de una técnica tradicional no existe un esquema constructivo. Cada techador o cada maestro, dependiendo la zona en la que se localice, sus propiedades climáticas y el tipo de paja o palma que se encuentra en el lugar, adquieren su manera de implementación. Sin embargo, hay generalidades para la construcción con paja o palma, se realiza una sobre estructura en madera, que puede estar atada entre sí, conectada con elementos metálicos o juntas de madera. El

tipo de madera que se utiliza para este tipo de cubiertas es la rolliza porque es más fuerte que una madera aserrada, teniendo igual área transversal, también tiene esfuerzo de crecimiento a tracción, gracias a esto genera mejor resistencia y además se identifica por tener un aspecto rústico.

En la Figura N° 3, se observa una subestructura en madera atada entre sí, se evidencia también como empiezan a construirse desde los aleros hacia arriba, para evitar que se generen filtraciones.



*Figura 3* Cubierta en Palma, Fuente (Torres, 2014).

Se utilizan plantas de costera como por ejemplo el carrizo, esto se refiere a cualquier tipo de planta que tenga tallo largo, por general de las que florecen en cantos de los ríos.

Regularmente, las cubiertas se construyen con vegetaciones de tallo rígido, como las palmeras y cañas que llegan hasta 2 metros de extensión, los cuales no tienen arqueos ni nudos, normalmente con tallos huecos (esto nos indica que se han secado favorablemente). Se seccionan y luego se acopian en grupos para dejarlo secar el tiempo necesario. (Tebar, 2014).



La paja era de cereal por lo cual, era un cultivo necesario para los campesinos de diferentes regiones, esto hacía que fuera una siembra fértil, ya que se le podía dar diferentes utilidades como las mantas para vacas, manojos para abrazar el cerdo, cunas, antorchas cestos, cobertizos, molinos como tal toda aquella artesanía de tejer. Aún más importante es utilizado como materia prima de las cubiertas, gracias a sus mecanismos esenciales, la paja tenía ventajas favorables para los techados. (Alvarez, s.f.).

La palma es apreciada por ser el árbol de la vida ya que no solo se utiliza para la construcción, si no que de igual manera estas plantas abastecen comida y sustento, es decir, proporciona alimentos múltiples, objetos se producen a partir de su yema floral, hojas, flores, frutos, hasta sus fibras y espinas tienen aprovechamiento humano. El principal aporte de la palma a la vivienda del hombre es su hoja, no es solo un material de construcción, “la hoja de palma es un sistema constructivo pues por sí sola es un material articulado y estructurado. No requiere ni estructuración previa ni articulación con otros elementos, ya que constituye por sí misma una especie de panel capaz de cubrir o dividir con muy poco esfuerzo un espacio completo.” (Amador, 2003, párr.1) Evidenciamos en este párrafo que la palma tiene diferentes fines, los cuales brinda sustento al ser humano, llegando a ser muy útil para las necesidades básicas de la sociedad.

### **Proceso Constructivo**

En el proceso constructivo de la cubierta se debe tener en cuenta en el tipo de construcción que se va a ejecutar y partiendo de esto se realiza el diseño que debe cumplir con la impermeabilidad y el correcto aislamiento térmico y acústico. La cubierta cuenta con:

- **Estructura:** Conjunto de elementos que soportan las cargas de la cubierta.
- **Cubierta:** que es el conjunto de elementos que va sobre la estructura.
- **Accesorios complementarios:** tales como lima hoyas, caballetes, claraboyas.

Se debe tener en cuenta la inclinación que varía según el material que se vaya a emplear para el correcto desalojo del agua de la cubierta, en el caso de las cubiertas en paja o palma la inclinación correcta está entre el 50 y 80%. Para la madera que va en la estructura de la cubierta normalmente es usada la madera aserrada por sus propiedades físicas y porque es la base de los productos en madera. (Martin, 2004).

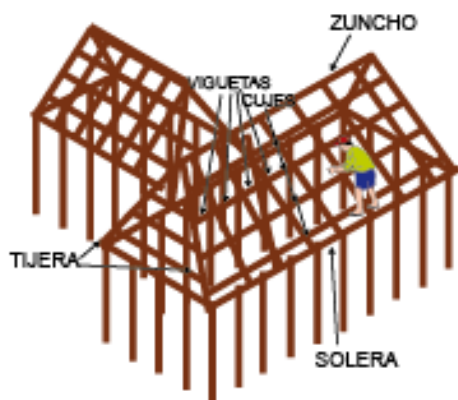


Figura 4 Subestructura en Madera, Fuente adaptado de (Wilches, 2009)

En la Figura N°4 se observa una subestructura en madera atada entre sí, se evidencia también como empiezan a construirse los elementos que complementan la estructura.

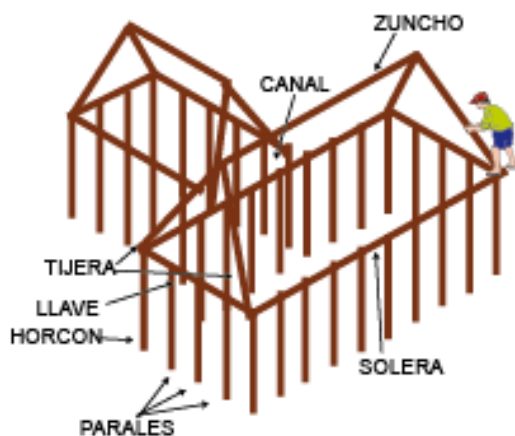


Figura 5 Entramado de la Estructura, Fuente adaptado de (Wilches, 2009)

En la Figura N° 5, se observa el entramado de la estructura en madera con la ubicación de vigas que será la que soporte sus propias cargas y la de la cubierta.

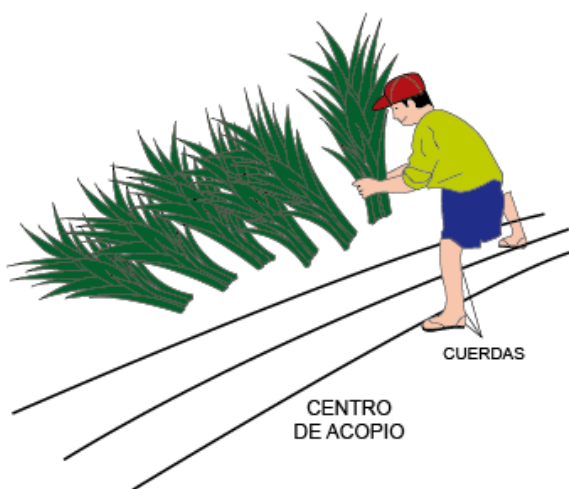
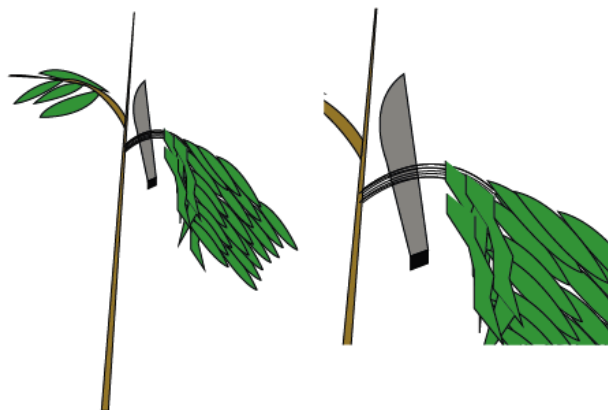


Figura 6 Corte de la Palma, Fuente adaptado de (Vargas, 2002)

En la Figura N°6 se cortan las hojas cosechables de la copa, se cogen los cogollos y se secciona sin dañar el renuevo foliar, para que vuelvan a crecer de manera rápida.



*Figura 7* Centro de Acopio, Fuente adaptado de (Vargas, 2002)

En la Figura N° 7 se coloca la extracción de las hojas en el sitio de acopio, luego se ubica sobre las ataduras donde el largo del precioso queda por fuera.



*Figura 8* Colocación en las Ataduras, Fuente adaptado de (Vargas, 2002)

En la Figura N° 8 apoyado por las ataduras se entrelazan las hojas que se colocaron sobre el centro de acopio, estas se unen con las ataduras y se moldean a un paquete al que se le llama tercio.



*Figura 9* Colocación en las Ataduras, Fuente adaptado de (Vargas, 2002)

En la Figura N° 9 se muestra como el palmichero une las hojas generando el tercio el cual pesa 30 kilogramos para transportarlo al lugar de construcción, se golpea la caña para evitar la picadura de arácnidos y dañe la cosecha.



*Figura 10* Tejido de Hojas, Fuente adaptado de (Vargas, 2002)

En la Figura N° 10 se observa el tejido de las hojas en donde se unen dos listones en los extremos dejándole una luz de 5 centímetros, para luego hacerle un dobléz al precíolo donde se entrelazan los listones hoja por hoja, para iniciar la construcción del paño hasta llegar a tejer tres metros de largo.

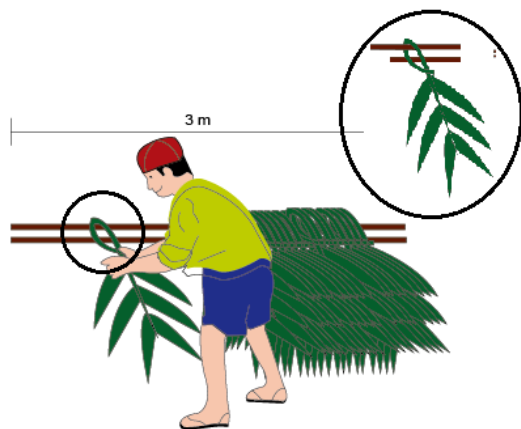


Figura 11 Tejido de Hojas, Fuente adaptado de (Vargas, 2002)

En la Figura N° 11 se observa la operación que se realiza para confeccionar un paño de hoja. Es importante entretelar las hojas recién cortadas, ya que el precioso se pone rígido y en el instante que se hace el doblar se puede romper.

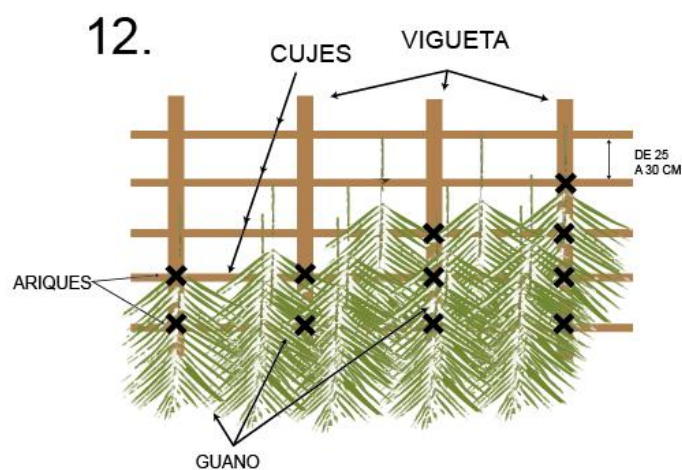


Figura 12 Despiece de Ubicación, Fuente adaptado de (Wilches, 2009)

En la Figura N°12 se observa el despiece de la ubicación del caballete, canaleta de recolección de aguas y sus respectivas uniones.

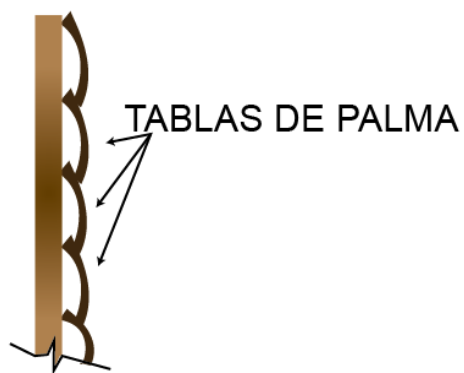


Figura 13 Colocación de la Palma, Fuente adaptado de (Wilches, 2009)

En la Figura N° 13, se observa cómo debe ser la colocación de la palma de abajo hacia arriba para impedir el paso del agua.

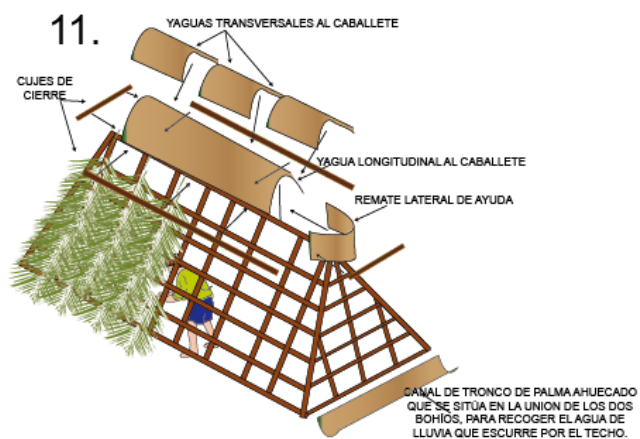


Figura 14 Camada de Cubierta, Fuente adaptado de ((Wilches, 2009)

En la Figura N°14, se observa las diferentes capas que debe llevar la cubierta, amarrándose a los apoyos con los tallos de la misma palma.

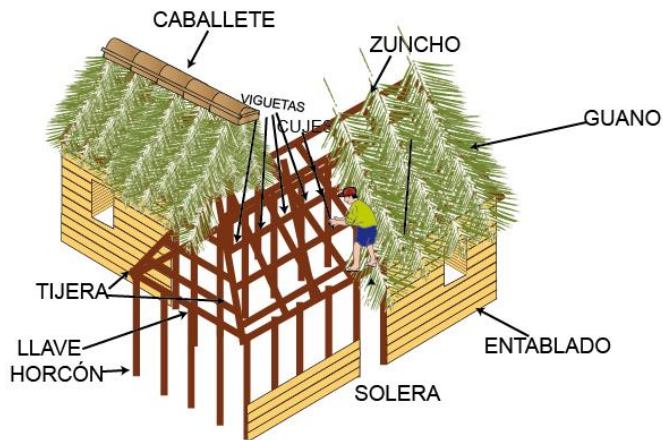


Figura 15 Camadas de la Cubierta, Fuente adaptado de (Wilches, 2009)

En la Figura N°15, se observa cómo se empieza la colocación de la palma y los accesorios complementarios que hacen parte de los acabados de la cubierta.

### Tipos de palma

Por el área rural de Norfolk y Cambridge al estado de Inglaterra se evidenciaron las primeras cubiertas echas en paja, las cuales hacen parte de la belleza de las campiñas de este país. Muchas de estas casas fueron construidas en los años 90, en las que se utilizaron una planta que se conoce con el nombre de “caña de Norfolk” (*phragmites australis*), en Colombia y en otros estados hispanoamericanos es considerada una maleza que crece en la orilla de los lagos, a la cual no se le da ninguna utilidad. Por otra parte, se prefiere el empleo de hojas de palma y de otras plantas en la construcción de cubiertas, ya que tienen una durabilidad máxima de 8 a 10 años.



Curiosamente no solo en los países de habla hispana si no en todos los idiomas se emplean los techos de paja para hacer referencia a una construcción con cubierta vegetal, este término fue uno de los primeros utilizados por el hombre, por ser una construcción de arte antiguo, que tuvo origen cuando el hombre salió de los subsuelos y fue esencial para el construir cobijo de los agentes atmosféricos. Desde entonces hasta el siglo dieciséis, las cubiertas vegetales fueron utilizadas en las áreas urbanas y campestres aun en los países más desarrollados de Europa. (López, 1983).

Para después ser el material más utilizado por la gente de pocos recursos económicos, no solo por la disponibilidad del material sino también porque requería de estructuras muy livianas y de muy bajo costo para sostenerlas.

Las palmas de la región de estudio son utilizadas para los techos de la comunidad indígena Amoya, se hallaron 3 especies de palmas nativas, a continuación, se encuentra la lista de las palmas encontradas con sus nombres vernáculos y científicos:

**Palma de cera** Esta palma es considerada una de las más grandes de la naturaleza, tiene una altura de 60 metros y vive casi 100 años, pero su reproducción es demasiado larga, es decir crece de forma de lenta. Por tal motivo salió una ley 061 del año 1985 donde prohíbe la comercialización de dicha palma, ya que está en vida de extinción. (Reserva Natural, s.f.).

El tallo de esta palmera es usado para la construcción debido a que es una madera fibrosa, pero tiene un inconveniente y es que es difícil de manipular, a consecuencia de esto es utilizada para canales de agua, construcción de casas en bahareque, puentes rurales, cercas etc. Pues es

una madera que es más fácil usándola completa, ya que es difícil de manejar. Además, es resistente a la intemperie, gracias a su figura decorativa también se llega a emplear en parques, plazas avenidas. (Reserva Natural, s.f.)

**Platanillo (Senecio petasitis)**, Es una palma que tiene una forma redonda, es de crecimiento rápido, no es una planta a la que se le tiene que tener muchos cuidados, se divide en bastantes ramas, mide de uno a dos metros de alto y corresponde a la familia Asteraceae.

Tiene hojas grandes que miden cerca de diez centímetros de radio, poseen una superficie cubierta de pelos finos y nervaduras palmeadas; dependiendo del clima las hojas se tornan de diferentes colores, por ejemplo, cuando hace frío se tornan de color rojizo, es por esto que el Senecio Petasitis es comúnmente usado en jardines, ya que le da un ambiente diferente dependiendo el clima.

Esta planta normalmente se encuentra en lugares donde hay mucho sol, aunque se acomoda a la sombra no es el mejor lugar donde puede estar. Se adapta a suelos con un buen drenaje y frescos, sobrelleva la sequía, pero no aguanta inundaciones en el terreno. Resiste las plagas y las diferentes enfermedades, normalmente tolera superficies sueltas y livianos, pero de igual manera terrenos calcáreos y hasta salados; esta planta se tiene que podar anualmente, luego de la fase de florescencia, para realizar limpieza y mantenimiento. Del platanillo se obtiene los tallos leñosos, los que pueden dar inicio a nuevas palmeras, tiene una gran capacidad de envolvente, ya que se cubre si hace mucho frío y luego vuelve a brotar de manera hermosa. (Violeta, 2013).

**Palmiche**, (Genoma deversa), es una palma real que crece en territorios amazónicos, sus hojas se conocen porque tienen excelente textura y durabilidad, por lo cual son usadas para la construcción de cubiertas para las poblaciones nativas y campesinas que habitan el área rural. la recolección del palmiche se realiza por familias en época seca, bajo condiciones climáticas estables.

En Colombia es conocida en la familia de las Butyracea para los ambientalistas, pero principalmente es distinguida como palma de vino y a modo artesanal es nombrada como la palma de cera. Es una planta gruesa y que crece de forma solitaria, no tiene espinas ni raíces profundas, llega a tener una altura de hasta 20 metros. Es una clase de especie que posee de 25 a 40 hojas, grandes, pinadas y rígidas, la cual forma una corona tupida, produce flores femeninas y masculinas que se intercalan. Las femeninas normalmente miden 2,5 metros de largo, son mucho más grandes que las masculinas, ya que estas miden de 30 a 50 cm de largo; también crecen en ellas frutos que al madurarse tornan a un color amarillo las cuales contienen dos semillas por fruto. (Reyes, 2010).

La palma genoma deversa es considerada como una de las plantas más rentables en Colombia ya que posee ventajas para diferentes usos a nivel local, reportando 36 diferentes usos. Como lo son la medicina, la ornamentación y sirve como alimento para los animales y humanos; de igual manera uno de sus usos más importantes es la que son utilizadas para la construcción de techos y artesanías como canastos, sombreros, abanico, escobas y diferentes formas manuales ya que tiene una maleabilidad y consistencia óptima, que, gracias a sus componentes resistentes

genera dureza. Su fibra se obtiene del cogollo (que es la parte que brota de la palma). (Reyes, 2010)

Para la actividad de techado de las viviendas se recolectan paños de hoja en promedio unas 300 hojas, el palmichero debe golpear la caña con el fin de evitar picaduras de arácnidos, hormigas etc. Las características de este tipo de palma para la construcción es que la permeabilidad es óptima, tiene mayor durabilidad, permite ambientes frescos, aísla el sonido y es un material no inflamable algo bastante importante teniendo en cuenta que la mayoría de estas palmas son altamente inflamable.

La técnica del techado con la jatata es muy práctica, se puede llegar a utilizar tanto en zonas rurales y urbanas como las tejas de zinc o tejas de cerámica, no solo porque tiene una belleza estética, sino que también tiene ventajas que si se saben utilizar de una manera práctica y técnica genera mejoras. En el pasar de los años se ha demostrado que mantiene una utilidad de 3 a 5 años en zonas sudamericanas. (Palenque, 2011).



*Figura 16* Cubierta en Palma, Fuente creación propia

En la Figura N°16, Las cubiertas de palma en los edificios requieren una capa suficiente para impedir el paso del agua en periodos de lluvia y la radiación solar. Por más cerrada que se encuentre una hoja de palma es necesario que la cubierta tenga varias capas para asegurar la impermeabilidad del techo y su correcto funcionamiento (Amador, 2003).

Se escoge este tipo de palma porque tiene potencialidades ya mencionadas anteriormente, de igual manera se encuentra fácilmente en el territorio de estudio. También se propaga por semilla, las cuales germinan después de 4 meses y tiene como particularidad que para la construcción de este techado es necesaria la actividad tradicional familiar de recolección de dichas hojas.

**Iraca palmicha (Carludovica palmata)**, Es denominada una planta terrenal, sin talluelo brotando de la superficie y que crece desarrollándose en colonias. Es un arbusto herbáceo de 1, 5 y 2,5 metros de altura, dispone de cogollos agrupados los cuales crean una roseta, estas plantas son de 65 centímetros de largo, los cuales están representados como un abanico, que tienen filos acerados. Estos se duplican vegetativamente ya que no generan semillas, son diferenciados de las palmas ya que ellas poseen un tallo y no crecen llanamente del suelo.

Como lo señala Aguilar (2009) La *Carludovica palmata* crece en forma silvestre en los bosques tropicales de las regiones Occidental y Oriente, en zonas ubicadas a una altitud promedio de 100 a 180 metros sobre el nivel del mar con temperaturas que fluctúan entre los 22°C y 26°C. Sus suelos se caracterizan por ser catalogados de arcillosos (Yagual, 2016, P.6).

La Iraca Palmicha la cual es utilizada para fabricar artesanías y sombreros procede de Montecristi, en el departamento de Manabí. No obstante, en un inicio era manipulada para la producción de marqueteterías, pero gracias a su plasticidad y aptitud de la fibra vegetal ha generado que se utilice para diferentes fines de las artesanías como maletas, gorras, billeteras etc. Si bien, hay que reiterar que este uso es generado en la costera del país. Pero al trasladarse se evidencia que esta planta es utilizada para distintos fines no solo artesanales.

La técnica para realizar los techos con esta fibra vegetal es muy importante, ya que la característica de esta palma es que entre más técnica sea la forma de tejido, más tiempo puede persistir la estructura. Se entrelaza, ubicando un cogollo sobre el otro, dejándolas todas en un mismo orden, esto hace que las hojas se intercalen entre ellas, tupiendo cualquier espacio para que no se filtre la luz o el agua. (Guerrero, 2016).

Se teje toda la estructura hasta llegar a la cumbre, que es el vértice donde se da la unión de ambos lados. Al ser diferente al resto del techo, el tejido también lo es. Se divide los dos lados de la estructura en la mitad, y se cubre toda esa línea que junta los lados para que no quede espacio en la unión y así prevenir cualquier posibilidad de goteras. (Guerrero, 2016, párr.9).



*Figura 17* Iraca Palmicha, Tomada de (Guerrero, 2016)

En la Figura N° 17, vemos el armado del tejido que se realiza para el techado de las viviendas, es un método 100% artesanal, que ocupa tiempo, pero es un material férreo contra los agentes climáticos.

Otro de los usos importantes de esta fibra vegetal, es que se utiliza para el recubrimiento de distintos materiales constructivos, como por el ejemplo la guadua, ya que este material es utilizado para las estructuras de edificaciones, por ser flexible, resistente y ecológico. La iraca palmicha gracias a sus vertebras en las hojas, su flexibilidad y su resistencia al humo hace que proteja los diferentes materiales de la humedad que este produce y del humo.

#### *Tipologías anatómicas de las Cardulovica Palmata*

Sus características son:

- Tiene un aspecto intermedio, posee un conjunto de raíces profundo, abundante, está compuesto por elementos agrupados en pequeños haces, resistente a las deshidratación y tolerante a los desbordamientos
- Su período de duración es extenso, es un vegetal perpetuo de falso tallo. Es una familia originaria y acondicionada a escenarios cálidos.
- Controla el desgaste, da cobijo a los conductos, genera espacios de disminución, y resguarda pendientes y afluentes, también opera como un filtro para estancar y desordenar agentes maleables de la superficie. (Romero, 2011).

## Tratamiento de la palma

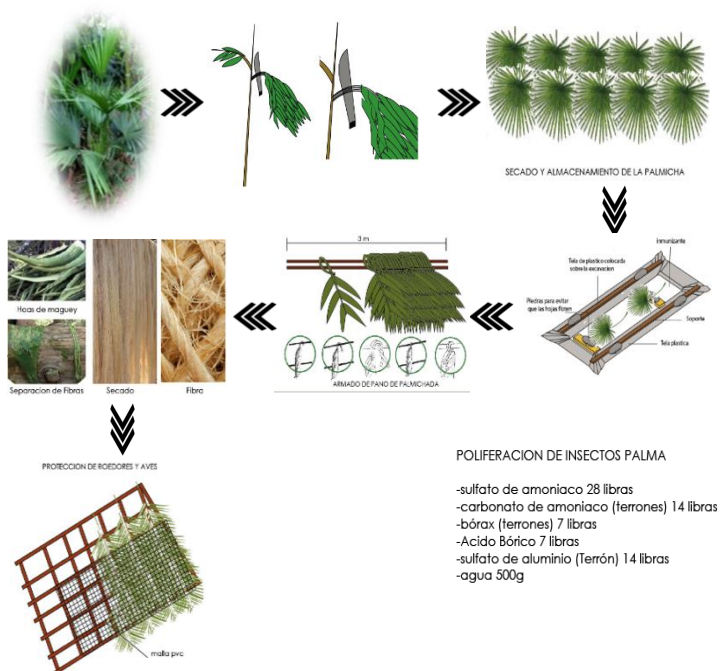


Figura 18 Proceso de la Palma, Adaptado de (Vargas, 2002)

En la Figura N°18 se observa el paso a paso para la utilización de palma como elemento constructivo, donde se evidencia el proceso de corte, el secado al medio ambiente, tratamiento ignífugo para Hongos e insectos, luego se Muestra los diferentes tejidos que se realizan, como queda después del procedimiento elaborado y por último una malla en PVC Para la protección contra roedores y aves.

## Referentes Teóricos

- Construcción de cubiertas vegetales, Arq. Oscar Hidalgo López (1983).

Esta tesis se basa en los diferentes materiales vegetales que se pueden utilizar en la elaboración de cubiertas, ya que crecen en abundancia y tienen ventajas muy particulares. En



este estudio también se elabora una guía con métodos y técnicas apropiadas que se pueden aplicar, generando soluciones a las desventajas que tienen los materiales; como su alta conductividad, proliferación de insectos entre otros. Utilizando los diferentes retardantes que se han estudiado en el transcurso de los años.

- Guía para el manejo y aprovechamiento del Plamiche o Jatata, Perci Montoya Vargas (2002).

Esta guía tiene como objetivo sugerir u orientar las principales técnicas que debe usar el campesino para el aprovechamiento de esta especie. De igual manera tiene detalles importantes del desarrollo del aprovechamiento actual de este recurso y específica la descripción general de la palma. Nos da a conocer todo su proceso para la implementación de techados, desde el momento en que se corta, hasta cuando se instala.

- Manual de construcción con bambú guadua – Oscar hidalgo

Es un manual que nos da aplicaciones donde nos enseña la manera que se tiene que cortar la guadua para no dañarla de acuerdo a su edad. También, nos muestra su proceso de curado, tratamientos contra insectos y hogos, y, así mismo nos indica el manejo de la elaboración de tableros de esterilla, fabricación de canales y latas, las diferentes uniones que se utilizan para la construcción con guadua o bambú, nos muestra la elaboración de baldosas para pisos, la construcción de pisos y paredes, nos da las normas para la construcción con bambú, techos, nos expone como se evita el aplastamiento de los extremos, todo lo muestra con muy buenos detalles de cada una de las piezas.

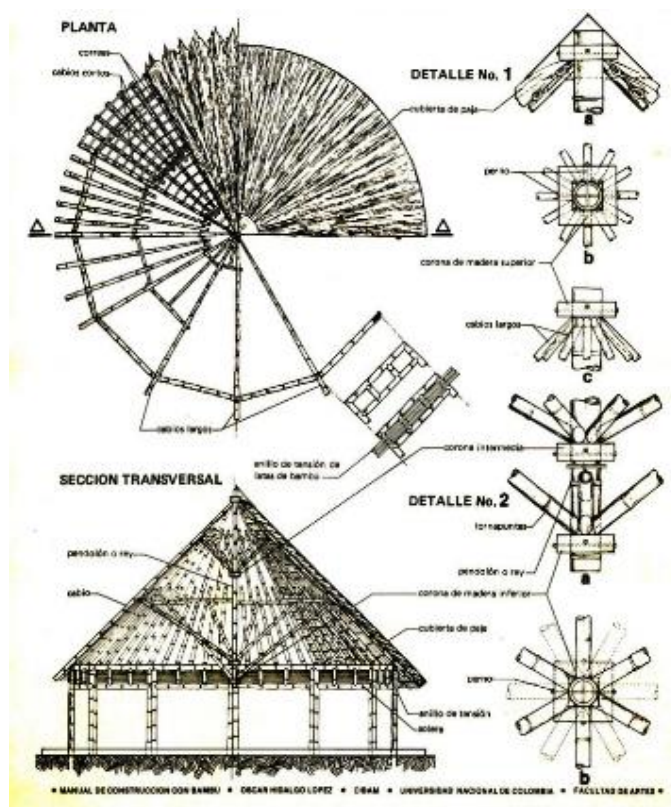


Figura 19 Techos Cónicos, fuente tomada de (López, s.f.).

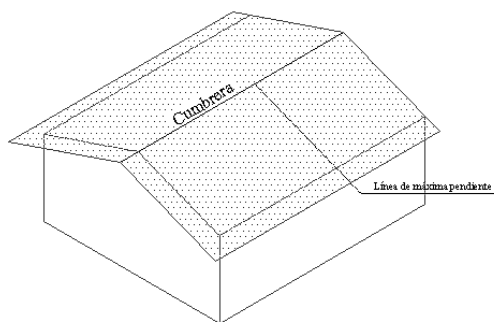
En la Figura N°19, se observa los tipos de uniones que se utilizan en los techos cónicos, se muestra las correas y como tiene que ir la dirección de las guaduas, también nos muestra un prototipo de la sección transversal de la cubierta.

### Cubiertas Inclinadas

Para reconocer este tipo de cubiertas tenemos como característica que su inclinación debe ser superior al 10%, a estos planos inclinados también se le conocen como faldones. Tiene diferentes formas como:

### **Cubierta a Dos Aguas**

Está cubierta es a dos vertientes que se unen por su parte superior en el soporte o cumbrera, por lo que su estructura suele estar montada sobre los muros o fachadas, cerramientos murales de forma triangular que funcionan de soporte.

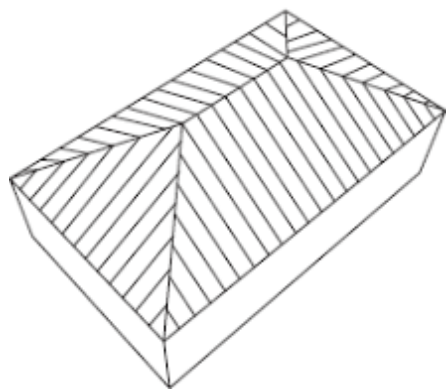


*Figura 20* Cubierta a Dos Aguas, fuente tomada de (Autopromotores, s.f.)

En la Figura N° 20, se evidencia las dos inclinaciones de la cubierta dándole referencia a la cubierta de dos aguas.

### **Cubierta a Cuatro Aguas**

La que tiene cuatro vertientes o faldones de cubierta, unidos por medio de las limas tesas que a veces pueden ser de un material distinto al utilizado en los faldones.



*Figura 21* Cubierta a Cuatro Aguas, (Autopromotores, s.f.)

En la Figura N° 21, se nota los puntos de encuentro de la cubierta y las inclinaciones que forman así triángulos entre sí para las bajantes de aguas.

### **Cubierta en Paja o Palma**

Lo más interesante de estas edificaciones son los rellenos de paja, los cuales son de gran complicación, gracias a la técnica que se debe utilizar y la habilidad que se debe tener con los haces de paja para constituir una cubierta. Las múltiples capas hacen de los techos un mecanismo reciamente compacto, transige estanqueidad y genera entereza a los cambios de clima. Además, al tener en cuenta la inclinación adecuada para estos tipos de techo es fundamental para que las aguas lluvias resbale avivadamente, impidiendo filtraciones y de igual manera disgregación de la paja (Martin, 2004).



*Cubierta de Paja. Puntallana*

*Figura 22* Cubierta en Paja, fuente tomada de (Martin, 2004)

En la Figura N° 22, se observa la cubierta de paja con unas varas de madera a su alrededor. La estructura es a partir de jubrones cada 60 cm y unas varas internas cada 20 cm de madera, esto sirve para armar la cubierta, que esta revestida por paja. El cobijado de la cubierta se repite cada 2 o 3 años, según el detrimento que haya tenido el revestimiento. Una vez acopiadas las

panojas, se retira la paja con raicilla contenida, se remueve la tierra de las raíces impidiendo que estas contengan mucha tierra, puesto que el contacto con la humedad precipitara la disgregación de la misma y se disponen los flejes propuestos para el asilado. (Martin, 2004)

El proceso comienza de abajo hacia arriba con puñados de paja, los haces quedan puesto de forma escalonada, luego se fijarán los manojos de paja a los bastones, posteriormente se ejecuta el proceso de oprimir los haces con un palo de madera, donde este tenga un orificio en su extremo para que permita introducir el alambre, o ya en inutilidad la tira de maleza, luego de eso procede al zurcido, iniciándose este tejido de afuera hacia dentro, trabajo que se perfecciona generando compresión en los manojos con continuos golpes para que se compacte. (Martin, 2004).



*Proceso de cobijado. Los Galguitos*

*Figura 23* Proceso de Cobijado, Fuente tomada de (Martin, 2004)

En la Figura N° 23, se ve el proceso de cobijado de la paja la forma en que lo compactan capa por capa para así evitar filtraciones.

## Técnica

### **Materiales para el proceso constructivo.**

Los recursos naturales y el medio físico son propios del lugar, materiales que incorporan la construcción y la diversidad de funciones en el proceso constructivo.

**La madera.** Es uno de los materiales más conocidos e importante utilizados para construcción, su riqueza y variedad Arbórea hace que sea un material atractivo y de fácil obtención. Las más conocidas en ámbito son:

El castaño Este tipo de madera es utilizada para elementos verticales o a modo de pie derecho, gracias a que es una madera resistente la cual se le puede transmitir cargas. En vista de que tiene un excelente comportamiento, el cual soporta bien el peso y también es resistente a los insectos. Otro dato de esta viga es que se utiliza para que descansen las soleras o durmientes.

**La flaya.** Esta madera es normalmente manipulada para estructuras de la cubierta, más exactamente para los jubrones, vigas o durmientes. Su utilización para el acebiño en los exteriores no es muy frecuente, ya que tiene un comportamiento perjudicial, puesto que se deteriora con rapidez. (Martin, 2004)

**Acebiño.** Su uso es exclusivamente en el interior, sus bastones son de un diámetro menor que el castaño, es de sistema paralelo tanto en la utilización interna y externa. El acebiño permite atar los manojos que formaran las techumbres.

**Brezo.** Esta mata es empleada, frecuentemente como elemento complementario en la estructura del techo. Su madera se emplea a manera de calzos y clavos, para la sujeción de las partes que contienen la estructura.

“Las zarzas. Por lo general se han utilizado para el «cosido de los haces de paja» a las latas, al igual que los juncos, sirven para el amarre de estas a los hibrones. En la actualidad han sido sustituidos por alambres.” (Martín, 2004, p.181)

**La palma.** Es el elemento más importante y fundamental en las cubiertas vegetales, gracias a que es un material que posee aislamiento y es un regularizador de temperatura al interior de las construcciones. Este material crece más que todo en zonas tropicales. (Martin, 2004).



*Fachada. Llano Machin, Pantallana.*

*Figura 24* Fachada de una Pajiza, fuente tomada de (Martin, 2004)

En la Figura N° 24 se ve la fachada de una cubierta en paja llamada pajiza, se observa que al exterior de la cubierta también tiene una sobre estructura en madera.

### **Elementos de la cubierta inclinada.**

La cubierta está desarrollada por diferentes faldones oblicuos que son establecidos en planos y aristas los cuales son mencionados a continuación:

- **Faldón:** vertientes inclinadas que establecen la cubierta.
- **Alero:** Es la continuación en cornisa de un faldón encima del plano de la fachada.
- **Cumbrera o Caballete:** Es el plano horizontal de la cubierta la parte más alta, la cual está conformada por el punto de encuentro de dos faldones.
- **Lima:** Es la saliente que se genera por el encuentro de dos faldones inclinados.

Existen dos tipos de limas, a saber:

- **Lima tesa:** es la intersección entre dos pendientes de una cubierta en forma curveada.
- **Lima hoya:** Es una arista que recolecta las aguas lluvia. El cual posee un ángulo menor de 180° que se forman al encontrarse.

### **Grupos y Tipos de Cubierta**

Las cubiertas vegetales se dividen en tres grupos, de acuerdo a la clase de planta y a la parte de ella que se utilice. Cada uno de estos grupos comprende a su vez diversos tipos de cubiertas, de acuerdo a la forma y dimensiones del material vegetal y de la manera como se coloque:

#### **Primer Grupo - Cubiertas hechas con hojas**

1. Hojas de palma
  - a) Hojas pinadas de gran longitud
  - b) Hojas palmeadas de gran diámetro



- c) Hojas pequeñas armadas en peines
- 2. Hojas gramíneas y de otra familia de plantas
  - a) Del tipo palmeado
  - b) Del tipo Oblongo

### **Segundo Grupo – cubiertas hechas con tallos o culmos de plantas herbáceas**

- 1. Cereales y similares
- 2. Trigo peinado
- 3. Cañas de agua
- 4. Tallos armados

### **Tercer grupo – cubiertas hechas con elementos obtenidos de plantas leñosas**

- 1. Tejas de bambú
- 2. Ripias o tejamaníes de bambú
- 3. Ripias o tejamaníes de madera (Lopez, 1983, p.17).

### **Colocación**

“Para la colocación del material vegetal de los tipos de cubiertas vistos anteriormente, se emplearán 3 tipos de métodos.”

- 1. El primer método es la colocación directa sobre las correas: este método es utilizado normalmente para la distribución de las tejas en bambú, ripias de bambú y madera, hojas de tipo palmeado, ya sean de palmas o de centeno. En esta técnica cada una de las hojas o de los

elementos en bambú o madera, son aseguradas a las correas que están en la estructura de la cubierta.

2. Armadas en peines: es un método que se emplea con hojas y tallos flexibles, tienen como cualidad que no se parten al doblarse, que se asegura una latilla de bambú o de madera, formando peines hasta de dos metros de longitud, que luego se fija perpendicularmente.
3. Método de manojos o atados: se utiliza cuando se utilizan tallos delgados como el bálago, paja de cereales y el culmo de otras gramíneas, con los que se aseguran y colocan con las correas de la cubierta, ya sea amarrados directamente o colocando una varilla sobre ellos de bambú, madera o acero, que posteriormente se amarra a las correas o por medio de ganchos metálicos. (López, 1983, p.18).

### **Durabilidad**

Las cubiertas vegetales dependen de muchos factores para que tengan durabilidad los cuales son:

- a) Una de ellas es el tipo y calidad del material vegetal que se utilice, en Inglaterra existe una especie muy reconocida que se llama *phragmites australis* y el bálago del centeno. Gracias a estos materiales es que pueden tener una durabilidad máxima de 100 a 60 años respectivamente. En cambio, en Colombia muchas de las hojas de palma y de gramíneas utilizadas en las techumbres de las edificaciones no sobrepasan los 10 años, lo que nos hace pensar que esto se debe a otros factores.

- b) Las condiciones climáticas del lugar tienen mucha importancia, puesto que cuando están en zonas muy húmedas, se pudren en menor tiempo. Es allí donde se preservan con productos químicos.
- c) El espesor de las cubiertas es otro de los factores importantes ya que a mayor espesor mayor es la durabilidad. Para llegar a un espesor conveniente las correas o los peines deben tener muy poca separación en el sentido vertical. El traslape debe ser mayor en sentido horizontal, se debe hacer en sentido del viento, si no se hace de esta manera puede levantar la cubierta.
- d) Es fundamental para la durabilidad la pendiente de los techos ya que a mayor pendiente el riesgo de que la cubierta sufra de posamiento es menor. Por ello la pendiente no debe ser menor a 45° para las cubiertas hechas con hojas; de 47° hechas con tallos y 35° para tejas en bambú. (López, 1983, p.18).

### **Marco Ambiental**

En este marco se especifica los diferentes beneficios que tiene la paja para la construcción científicamente y sus propiedades más favorables que son usados como recursos renovables, sus cambios en las propiedades físicas que genera una particularidad para las edificaciones en la actualidad y de igual manera no muestra como este material no le hace daño a medio ambiente.

“La acreditación con la que cuenta esta casa de Trokoniz la han otorgado los laboratorios ENAC -Entidad Nacional de Acreditación ENAC-. Esta certificación permite a la empresa vasca construir no sólo casas” sino también cualquier tipología edificatoria sea residencial,

administrativa, hospitalaria o docente. Es decir, construir colegios, hospitales o edificios de oficinas de madera y paja, edificios de consumo casi nulo que suban hasta los 28 metros de altura es posible en un momento en el que la factura de la luz no deja de subir. (Ecohabitar, 2017) este artículo nos da a conocer la paja como material de construcción ya certificado en otros lugares del mundo, no solo para construir casas residenciales, si no también, para construcciones en altura y para edificios comercial de igual forma.

Las cubiertas vegetales son construcciones naturales que no deterioran el terreno, no provocan escombros ni broza, y sus materiales no contaminan la tierra. Lo cual nos enseña que la paja toquilla es un material 100% reversible. Las viviendas hechas en paja o palma son resistentes a los agentes climáticos: según expertos, resisten movimientos de tierra y fuego, más que las edificaciones construidas con ladrillo y cemento.

La tecnología de manipulación y colocación de la *Cardulovica Palmata* las hace impermeables y transpirables, permitiendo mantener en su interior temperaturas medias anuales en torno a los 17°-18° C, con una oscilación total de 10°C (de los 10-12°C en invierno a los 20-22°C en verano); manteniendo en épocas de frío un fuego constantemente encendido, el humo cumpliendo, además, las funciones de impermeabilización y protección de parásitos. Así mismo, para las reparaciones de las cubiertas colocando sobre la propia paja placas de fibrocemento o metálicas. (Martin, 2004).

La cubierta de *Cardulovica Palmata*: una de sus ventajas es el aislamiento térmico, ya que los flujos de calor se filtran a través de la cubierta. El beneficio térmico de un techado con

material vegetal es cambiante dependiendo del espesor, es esencial que el grosor sea de 30 cm, también, tiene un principio básico de inclinación y un contenido de humedad específico; además es indispensable tener en cuenta los flujos de ventilación tanto de la cubierta como de los diferentes espacios al interior. (Martin, 2004).

Tabla 1 Conductividad Térmica

	Conductividad térmica $\lambda$ (W/mK)	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico $c_p$ (J/kg·K)
Tablero paja	0.057	310	1300
Tablero fibra paja	0.10	300	2100
Cubiertas paja	0.07	240	180

Fuente: CIBSE. *Environmental design. Guide A, 2006.*

En la Tabla N°1, se puede observar la conductividad térmica, densidad y calor específico de la paja en diferentes utilizaciones, tomado de “CIBSE. Environmental design. Guide, 2006”

Las propiedades térmicas beneficiosas de la *Cardulovica Palmata* se potencian aún más por sus propiedades higroscópicas, que se describen con más detalle en el siguiente texto. Como coproductor de la producción de cereales, la paja es un recurso renovable, económico y fácilmente disponible para la construcción. Al igual que otros materiales vegetales, los cultivos de cereales usan dióxido de carbono a través del proceso natural de la fotosíntesis.

Como recurso renovable, los materiales a base de plantas son un medio efectivo para eliminar y almacenar el exceso de dióxido de carbono de la atmósfera. Los materiales basados en

cultivos, como la paja, son un coproductor de la producción de alimentos, por lo que, a diferencia de los cultivos como las plantas herbáceas, que se cultivan exclusivamente con biocombustible.

Además de los cambios en las características físicas de la *Cardulovica Palmata*, la práctica agrícola moderna ha llevado a un cambio en la pureza de la paja (Staniforth, 1979). El uso generalizado de herbicidas significa que la mayoría de las balas de paja ahora tienen un contenido mínimo de malezas, mientras que las balas de paja que provienen de un sitio de producción orgánica generalmente contienen una mayor proporción de hierbas y malezas de hoja ancha como muelles y cardos. Estas malezas son de mayor valor nutricional que la paja de cereal y, por lo tanto, pueden contribuir a una mayor susceptibilidad al crecimiento de moho o plagas.

La paja toquilla de cereal (*Cardulovica Palmata*) se compone de dos partes distintas: los nudos y los entrenudos. Los nudos son el punto donde las hojas de la planta crecen hacia arriba, y los entrenudos son las secciones huecas del tubo, sinónimo de paja de cereal seco. En su conjunto, la paja está formada por tres compuestos químicos principales: celulosa, hemicelulosa y lignina. Estos tres componentes constituyen alrededor del 90% de la masa seca de paja, y el resto formado por elementos solubles en agua caliente y ceniza (Harper y Lynch, 1981). La fracción de ceniza insoluble contiene sílice, que tiene varias ventajas para el uso de paja en la construcción. Por ejemplo, el contenido de sílice dificulta la combustión de la paja en aplicaciones de generación de energía y reduce su digestibilidad. (Walker, 2016).

Las *cyclanthaceae* (*Iraca Palmicha*) son plantas monocotiledóneas (hojas con vértebras longitudinales) son muy semejantes a las palmeras, pero se logran diferenciar de ellas por su

talluelo que, habitualmente son más mórvidos y pueden ser cercados, poseen cogollos grandes y fragmentados, sus hojas se distingue a las palmeras ya que escasean de una estructura en aspecto de lámina sutil.

Sus cogollos son sencillos con lámina larga, uno de sus extremos se fragmento en dos pedazos vértices y ramas, flores unisexuales, son hembras con ovario interno que crecen primero, se Multiplican vegetativamente, a diferencia de las palmas que se desarrollan en tallo fibroso.

La utilización de los enramados vegetales que preserven la potencialidad de propagación y diferencia celular, el cual genera nuevos talluelos y a partir de conjuntos celulares que están presentes en varios órganos. Este espécimen de propagación tiene fundamentalmente 3 variantes, los cuales son:

1. La micro propagación a partir de tejidos vegetales en cultivo in vitro.
2. La propagación a partir de bulbos, rizomas, hijuelos estolones, tubérculos o segmentos (esquejes) de las plantas que conserven la potencialidad de enraizar.
3. La propagación por injertos de segmentos de la planta sobre tallos de plantas receptoras más resistentes. (Romero, 2011, p.20).

### **Marco Legal**

Existe constancia de las cubiertas no convencionales desde antes de la Edad Media cuando se formaron las primeras poblaciones. La creación de los pueblos trajo consigo la necesidad de un material de construcción fácilmente disponible, económico y duradero como la

paja. A causa de los incendios producidos en distintas ciudades medievales, se redactó la primera normativa vigente de construcción, que prohibía la edificación de nuevas cubiertas vegetales y ordenaba el revocado de las que ya existían con una capa de yeso.

Pero en general este tipo de técnicas no tienen ninguna restricción o problemas legales para su construcción, ningunas restricciones.

Tabla 2 Estructura de madera para cubiertas

Capítulo	Actividad	Definición de la actividad	Materiales	Normas	Responsabilidades
ESTRUCTURA	Estructura de madera para cubiertas	en algunos casos tabla o tablilla para recibir los aislantes térmicos o acústicos, la impermeabilización y la cubierta en teja de barro, asbestocemento, acrílico, cemento, madera, paja, cartón, etc. Sus dimensiones y características estarán dadas por el diseño arquitectónico, el cálculo estructural y las exigencias funcionales y estéticas propuestas	Láminas de madera contrachapada, aglomerada, etc. Inmunizante Retardadores del fuego Clavos, pernos, platinos, arandelas y discos de agarre		Son responsables el diseñador, el ingeniero calculista, el maestro encargado, los armadores y el interventor.

Nota: Definición de las actividades para estructuras de madera. Tomado de (Ministerio d ambiente, 2012)

En la Tabla N° 2, observamos que no existen normas que regulen la utilización de la paja como elemento estructural de una cubierta.

### **Incorporado por Ordenanza N° 6927/00**

Se prohíbe la utilización de techos con cubiertas de paja brava para la construcción de comedores, bares y/o cualquier otro tipo de comercio de uso público; como así también en locales residenciales de uso privado, a excepción de cubiertas de quinchos, con poca superficie, ubicados en áreas de recreo



como camping, campos de deportes y/o balnearios, en zonas de baja densidad de población.

Estas construcciones permanecerán abiertas en sus laterales y estarán separadas de cualquier edificación con características diferentes, muros medianeros y/o construcciones linderas como mínimo 10 metros.

No se admitirá por debajo de la cubierta la utilización de parrilleros, cocinas o cualquier otro artefacto similar que por el tipo de funcionamiento puedan generar riesgo de incendio.

Los parrilleros o similares estarán alejados de los quinchos como mínimo 5 metros. La distancia entre quinchos será de 5 metros como mínimo. Los conductores de energía eléctrica en las instalaciones permanentes serán protegidas con blindaje de acuerdo con las normas en vigencia.

Otorgarse un plazo perentorio de cuatro (4) meses a partir de la promulgación de la referida ordenanza (31/05/00) para que toda construcción destinada a comercio de uso público, como así también locales residenciales de uso privado cuya cubierta está realizada en paja brava, que no se encuentren ubicados en las áreas expresamente permitidas, se adecuen a los lineamientos de la referida Ordenanza mediante cambio de cubierta (a reglamentaria), o procediendo a su demolición. En caso de quinchos ubicados en zonas de uso

permitidas por la referida Ordenanza, el plazo para su adecuación (separación con otras construcciones, separación entre quinchos, etc.) será de 1 (uno) año. (Ordenanza, 2000, art.1).

### **Reglas CP 2012.**

Reglas profesionales de construcción en paja, aislamiento y soporte de revestimiento.

Esta normativa nos da una descripción general de la construcción en paja, propiedades de este material, las técnicas constructivas empleadas, el procedimiento de control de calidad y el revestimiento necesario, ha habido mucha discusión sobre tener o no tener una normativa para la construcción con paja. Sin embargo, no es obligatorio y por el momento en Colombia no se encuentra este tipo de normativa, pero fue necesario investigar que regulación tienen otros países que utilizan la paja como material de obra y en España hallamos esta regla general de la paja. Es preciso aclarar que para evitar errores graves en la obra necesitamos una guía y unas técnicas descritas para asegurar un trabajo de calidad, conseguir financiación y seguros para la obra. (Nitzin, 2012)

### **NSR-10 Título E – Casas de Uno y Dos Pisos**

Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente

#### **E.1.1 GENERALIDADES**

E1.1.1 – ALCANCE – El presente título establece los requisitos para la construcción sismo resistente de viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada y de bahareque encementado. Estos requisitos son de índole general y están dirigidos a todo el profesional de la ingeniería y la arquitectura que trabajan en construcción de vivienda, así no sean especialistas en cálculo estructural. En este

título se establecen las condiciones estructurales que permiten un funcionamiento adecuado de las viviendas de uno y dos pisos ante cargas laterales y verticales en las diferentes zonas de amenaza sísmica. (NSR-10, 2010, Cap. E.1).

E.1.1.1.1 En este título se dan los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos, realizadas en muros de mampostería o muros de bahareque encementado, que pertenecen al grupo de uso I tal como lo define A.2.5.1.4 y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.1.1, es decir, construcciones de uno y dos pisos que formen parte de programas de máximo 15 viviendas y menos de 3000 m<sup>2</sup> de área construida. . (NSR-10, 2010, Cap. E.1).

E.1.1.1.2 Las casas de uno y dos pisos que se construyan en estructuras diferentes a los muros de mampostería o de bahareque encementado o que pertenezcan a los grupos de uso II, II, IV tal como los define A.2.5 de este reglamento, las bodegas y similares, deben diseñarse los requisitos de los capítulos A.1 a A.2 de este reglamento. (NSR-10, 2010, Cap. E.1).

### **E.9.3 — MATERIALES DE CUBIERTA**

**E.9.3.1** — Los materiales utilizados para el cierre de la cubierta deben garantizar una impermeabilidad suficiente para proteger de la humedad las guaduas y la madera de la estructura de soporte.

**E.9.3.2** — Cuando se utilicen las cubiertas de teja de barro, debe evitarse su contacto directo con la guadua o madera, previniendo la transmisión de la humedad por efecto de la capilaridad.

**E.9.3.3** — No se permite el uso de losas de concreto o de mortero como cubiertas de casa de uno y dos pisos en muros de bahareque encementado construidas de acuerdo con el presente Título.

### **E.9.4 — CIELO-RASO**

**E.9.4.1** — El cielo-raso se debe construir en materiales livianos, anclados a la estructura del entrepiso o de la cubierta y deben permitir la ventilación de los elementos estructurales y no estructurales

*Figura 25* Norma que regula los materiales de la cubierta, fuente tomado de (NSR-10, 2010, cap. E.9)

En la Figura N° 25, se observa que deben tener los materiales de una cubierta para cumplir con la norma sismo resistentes, para muros en bahareque, es una generalidad que puede llegar a servir para diferentes materiales utilizados en la cubierta.

## **Reglamento para la aprobación de utilización de sistemas constructivos no convencionales (SCNC)**

Reglamento para la aprobación de utilización de sistemas constructivos no convencionales. El Gobierno Peruano, con el fin de garantizar la calidad arquitectónica estructural, durabilidad, seguridad y condiciones de habitabilidad de las viviendas que se construyen empleando Sistemas Constructivos No Convencionales promulgó el Decreto Supremo N° 010-71-VI que entre otros.

Por Decreto Legislativo N° 145 Ley del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda – ININVI, modificada con Decreto Legislativo N° 582, esta entidad es la encargada de proponer, para su aprobación y autorización de

Sistemas Constructivos No Convencionales previos a su comercialización, por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (SCNC, 2012, P.3).

### **Ley 400 (19 de agosto de 1997) Norma para Construcción Sismo Resistentes**

ARTICULO 9o. MATERIALES ALTERNOS. Se permite el uso de materiales estructurales no previstos en esta ley y sus reglamentos, mediante autorización previa de la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes" en los términos del artículo 14, sujeto al régimen de responsabilidades establecido en la presente ley y sus reglamentos. (Ley 400, tít. III, art. 90, 1997).

ARTICULO 11. MÉTODOS ALTERNOS DE CONSTRUCCIÓN. Se permite el uso de métodos alternos de construcción y de materiales cubiertos, pero cuya metodología constructiva sea diferente a la prescrita por éstos, siempre y cuando el diseñador estructural y el constructor presenten, en conjunto, un memorial en el cual inequívocamente aceptan las responsabilidades que se derivan de la metodología alterna de construcción. (Ley 400, tít. III, art. 11, 1997).

### **Análisis de Resultados**

Con el fin de lograr los objetivos determinados en el inicio del caso de estudio, se realizó una investigación de las diferentes problemáticas que posee la construcción de cubiertas con materiales vegetales, las cuales son: la proliferación de insectos, alta combustión, la mala instalación que genera goteras, lo cual hace que la estructura en guadua tenga lesiones como

hongos y debilitamiento. Además, se realizó una visita en el lugar de estudio el cual fue la vereda la Virginia, comunidad indígena Amoya, donde se observó de manera general que tipo de palmas se utiliza para estos techos y como ellos construyen de manera empírica sin tener un proceso constructivo previo al realizar esta actividad.

Se presenta resultados partiendo de las problemáticas más comunes encontradas al ejecutar la construcción de estas cubiertas existentes, y posteriormente se muestran los resultados de las fallas halladas en el caso de estudio.



*Figura 26* Cubierta en Palmiche de la Comunidad Indígena Amoya, fuente creación propia

En las Figura N° 26, se observa el techo de la cubierta de la comunidad, en donde se evidencia las fallas por su mala instalación, se pueden ver los huecos en la cubierta y la manera en que amarran las guaduas, lo cual trae como consecuencia humedad en la estructura, proliferación de insectos y hongos en la cubierta.

Para utilizar apropiadamente un material vegetal en la construcción de cubiertas, se debe tener en cuenta algunos aspectos como su inclinación, puesto que esto genera problema de posamiento de aguas lluvia en los techos, los cuales traerían problemas de humedad en el interior de las casas. Por ello la solución propuesta ya que es un material ligero no sería de gran ayuda utilizar canales que dirijan el agua, por tal motivo se implementó un cárcamo el cual sirve para la recolección de aguas lluvias que se pueden utilizar para diferentes fines.

## Conclusiones

A través de la documentación obtenida en el caso de estudio, se encontró que hay una tradición oral en la comunicación de la manera de construir las cubiertas, ya que es una forma artesanal. Por lo cual, nos dio a concebir que todos los conocimientos ancestrales van de generación en generación forjando un proceso de construcción mal implementado. Por tal motivo, al proponer el manual, los planos y las especificaciones, se logra que esa forma artesanal de trabajar se vuelva una técnica, la cual se podrá replicar y podrá ser susceptible a mejoras. Es así como se cumple con el objetivo de tecnificar un proceso para la comunidad.

En el manual se explica el proceso constructivo que debe tener una cubierta de fibras vegetales, específicamente la que se encontró en el caso de estudio. Teniendo en cuenta su forma de trabajo colaborativo a la cual se le llama Minga, en donde se involucra desde los niños hasta las personas de la tercera edad, esto considerando su forma de trabajo lo cual es algo tradicional desde hace siglos. De igual manera también se da importancia a la Norma NSR 10 título J donde nos da a conocer los requisitos de prevención, detección y extinción contra incendios, para que tengan todas las prevenciones adecuadas en cualquier edificación de la vereda, ya que es un material altamente combustible. (Se anexa manual).



## Lista de Referencias

- Alvarez, A. C. (s.f.). *biblioteca virtual Miguel de Cervantes* . Obtenido de <http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/construcciones-de-techo-de-paja-pervivencia-y-destruccion/html/>
- Amador, A. G. (enero de 2003). *la palma en arquitectura*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/272491920>
- Amador, A. G. (Enero de 2003). *la palma en la arquitectura* . Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/272491920\\_LA\\_PALMA\\_EN\\_LA\\_ARQUITECTURA](https://www.researchgate.net/publication/272491920_LA_PALMA_EN_LA_ARQUITECTURA)
- Autopromotores. (s.f.). *Autopromotores*. Obtenido de Tipos de cubiertas y tejados: [https://www.autopromotores.com/proyecto/tipos-de-cubiertas-para-tejados/#Cubiertas\\_Inclinadas](https://www.autopromotores.com/proyecto/tipos-de-cubiertas-para-tejados/#Cubiertas_Inclinadas)
- Consultor, G. C. (2000). *UNESCO*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001231/123153s.pdf>
- E. R. PALENQUE, F. G. (1 de 02 de 2011). *Revista boliviana de fisica*. Obtenido de ENSAYOS DE IMPACTO SOBRE LA JATATA (Geonoma deversa): [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1562-38232011000200003](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-38232011000200003)
- Ecohabitar. (2017). la 4ª feria bioraba aborda las ventajas de la construcción sostenible. *EcoHabitar*.
- El congreso de Colombia. (1997). *Ministerio de ambiente*. Recuperado el 15 de 05 de 2018, de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0400\\_1997.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0400_1997.pdf)
- Etxebarria, M. O. (2012). *slideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/FerminBlanco/construccin-con-balas-de-paja>
- Francia Robles. (s.f.). *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/partes-del-marco-teorico/>
- Guerrero, B. (08 de 01 de 2016). *Arquitectura vernácula Paja Toquilla y otros materiales de la selva*. Obtenido de Bienes raíces clave:

<https://www.clave.com.ec/2016/01/08/arquitectura-vernacula-paja-toquilla-y-otros-materiales-de-la-selva/>

- Guillermo Condemarin. (9 de 2000). *UNESCO*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001231/123153s.pdf>
- Héctor H. Zorrilla. (2016 de mayo de 19). *arquitectura de casas* . Obtenido de <http://www.arquitecturadecasas.info/techos-de-paja-y-junco-breve-historia/>
- Juez, J. t. (2013). *Restauración y rehabilitación*. 3: Tornapunta Ediciones, S.L.U.
- Lopez, O. H. (1983). *Construcción de cubiertas con Vegetales*. Bogota D.C: Universidad la Nacional de Colombia.
- Lopez, O. H. (s.f.). *Manual de Construcción en Bambú*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://issuu.com/gestiondediseno/docs/manual-de-construccion-con-bambu-guadua>
- Maria Tebar. (13 de 08 de 2014). *DecoEstilo*. Obtenido de <http://www.decoestilo.com/articulo/techos-de-paja-cubierta-ecologica/>
- Martín, P. M. (2004). *Palmensis*. Obtenido de [http://www.palmensis.com/estudios-generales/pdf/cero/05\\_MERINO.pdf](http://www.palmensis.com/estudios-generales/pdf/cero/05_MERINO.pdf)
- Martin, P. m. (2004). *UNA APROXIMACIÓN A LA ARQUITECTURA*. Obtenido de Revista de Estudios Generales de la Isla de La Palma: [http://www.palmensis.com/estudios-generales/pdf/cero/05\\_MERINO.pdf](http://www.palmensis.com/estudios-generales/pdf/cero/05_MERINO.pdf)
- Ministerio de vivienda construcción y Saneamiento. (2012). *Reglamento para la aprobación de utilización de sistemas constructivos no convencionales*. peru: Sencico .
- Moyano, C. M. (2014). *Patologías en construcciones de adobe y paja*. Obtenido de [https://issuu.com/elpandelmono/docs/patolog\\_\\_as\\_en\\_construcciones\\_de\\_ad](https://issuu.com/elpandelmono/docs/patolog__as_en_construcciones_de_ad)
- Nitzin, R. (2012). *Reglas profesionales de construcción con paja*. España: Icaria.
- NSR10. (2010). Título E-casa de uno y dos pisos. En A. C. sísmica, *Reglamento Colombiano de construcción sísmo resistente* (págs. 1-46). Colombia: Bicentenario.

- OCDE,. (2003). *Manual de Frascati*. Obtenido de propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental:  
<http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/24801/24121>
- P. Walker, A. T. (2016). *Universida los Andes*. Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uniandes.edu.co:8443/search?q=strow%20construction&show=25&sortBy=relevance>
- Poblado Cantabro . (03 de 03 de 2012). *Poblado Cantabro*. Obtenido de <http://pobladocantabrodeargueso.blogspot.com.co/2012/03/cubiertas-de-paja-construcciones.html>
- Pujol, E. &. (2008). *I+ D+ I: una perspectiva documental*. In *Anales de documentación*. Obtenido de Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.:  
<http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/24801/24121>
- Rammert, W. (15 de Enero de 2001). *LA TECNOLOGÍA: SUS FORMAS Y LAS DIFERENCIAS DE LOS MEDIOS*. Obtenido de Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. : <http://www.ub.edu/geocrit/sn-80.htm>
- Refugio Corazones Verdes Reserva Natural. (s.f.). *Refugio Corazones Verdes Reserva Natural*. Obtenido de <https://refugiorcorazonesverdes.com/blog/154-la-palma-de-cera>
- Reyes, C. C. (junio de 2010). *USO Y MANEJO DE LA PALMA REAL (Attalea butyracea)*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8506/tesis464.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero, E. J. (2011). *“Propagación vegetativa del Cardulovica palmata*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU:  
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2604/Romero%20Fernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tebar, M. (13 de 08 de 2014). *DecoEstilo*. Obtenido de <http://www.decoestilo.com/articulo/techos-de-paja-cubierta-ecologica/>

- Torres, I. R. (11 de 07 de 2014). *ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN CON BALAS DE PAJA*. Recuperado el 04 de 05 de 2018, de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48222/TFG\\_IBORRA\\_LUCAS\\_ROMANS\\_TORRES.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48222/TFG_IBORRA_LUCAS_ROMANS_TORRES.pdf?sequence=1)
- Vargas, P. M. (2002). *Guía para el manejo y aprovechamiento del Plamiche o Jatata*.
- Wilches, c. (2009). *EL BOHÍO DE NUESTROS CAMPOS*. Recuperado el 06 de 05 de 2018, de <https://cvilchesmonzon.wordpress.com/2009/09/01/el-bohio-de-nuestros-campos/>
- Yagual, D. T. (2016). *Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4290/1/UPSE-TAA-2016-041.pdf>