



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**ESTUDIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN MATERIAL
COMPUESTO POR FIBRA DE MIMBRE (*Salix Viminalis*) Y
ACETATO DE POLIVINILO CON PROPIEDADES
AUTO-ESTRUCTURANTES**

Proyecto para optar al título profesional de Diseñadora Industrial
Alumna: María Luz Fernández Gallardo
Profesor guía: Mauricio Tapia Reyes

Universidad de Chile - Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Santiago, Chile - Promoción 2015



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA
Y URBANISMO

PROYECTO DE TITULO

Tipo de proyecto
Experimental

Profesor Guía
Mauricio Tapia Reyes

Alumna
María Luz Fernández Gallardo

Carrera
Licenciatura en Diseño, Mención Diseño Industrial

Institución
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile

Fecha de impresión
Marzo 2016

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos los mentores, guías y pilares mi vida. Los que día a día me ayudan a construir mi camino a base de amor, paciencia y cariño.

A mi Poroto Benjamin, que ilumina nuestras vidas y nos alegra desde el día que llegó.

A mis profesores, que me inculcaron la pasión por la carrera y dieron luz a mis ideas más alocadas.

A Paty, Be, Yeni y Naty. Gracias por escucharme en momentos de pena, apoyarme y animarme en momentos de duda y alegrarme con su compañía todos los días.

A Felipe, por su apoyo, consejos, cariño y por su gran capacidad de contención en los momentos mas difíciles, pero por sobre todo gracias por tu paciencia.

Finalmente a mis amigos de la vida, a esos que son incondicionales, los que siempre estuvieron, están y estarán, a los que son mi familia en estas tierras lejanas

ABSTRACT

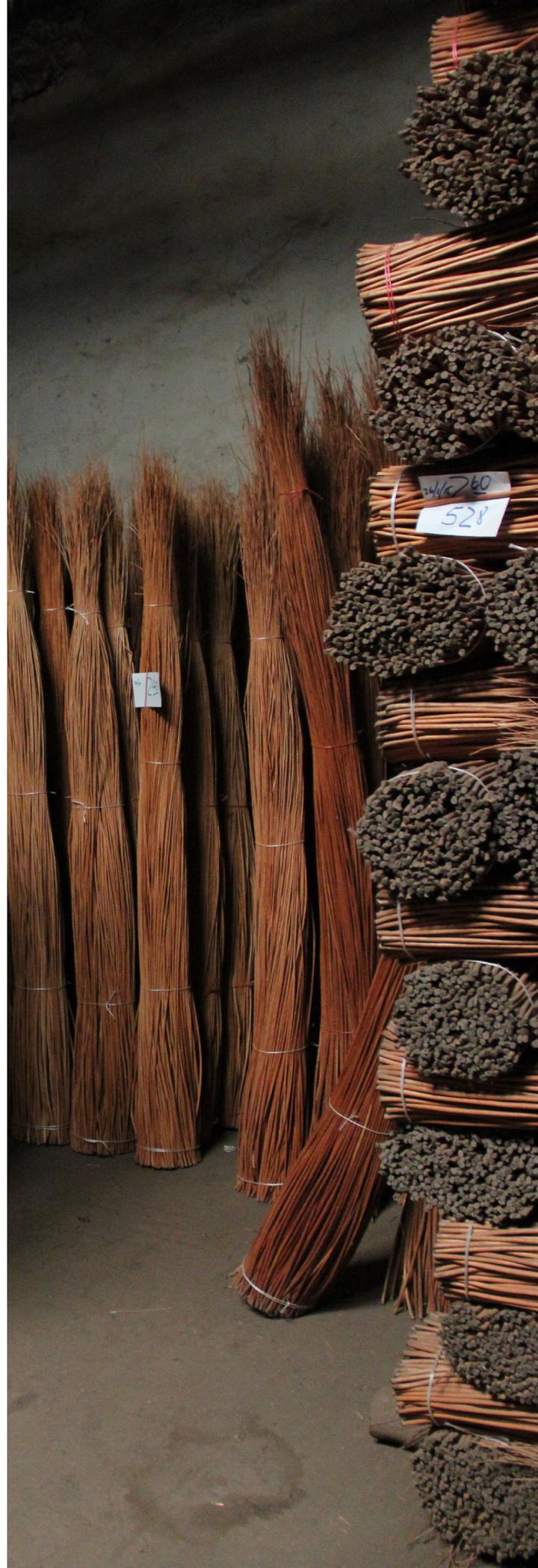
El proyecto de título presentado a continuación, de acuerdo al protocolo de titulación del consejo del Departamento de Diseño de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, se enmarca como proyecto de tipo profesional.

El siguiente proyecto consiste en el proceso de experimentación de un material compuesto, constituido por fibra de mimbre (*Salix Viminalis*) en formato de huirá entramada, y un adhesivo de fijación Acetato de Polivinilo (PVA). Esto con el objetivo de generar piezas auto soportantes, es decir, que carezcan de una estructura interna o externa que les proporcione la morfología final.

A través de diversas etapas de experimentación fue posible identificar y determinar los parámetros de relación entre estos dos componentes. Es así, como el trabajo se divide en tres partes fundamentales que responden a los objetivos del proyecto. En una primera etapa se diseñan las morfologías que se someterán al moldeo a través de la técnica de machihembrado. Posteriormente la segunda parte consiste en la definición de los parámetros a estudiar y las variables que las probetas finales presentarán, para finalizar en la etapa de aplicación y creación de probetas de estudio, que logren levantar y generar información relevante con respecto al uso del material.

Es así como por medio de una metodología experimental de diseño se busca explorar la plasticidad natural del mimbre, al ser fijado a través de un adhesivo, constituyéndolo como un material compuesto, con la finalidad de generar nuevos conocimientos que sirvan para mejorar las técnicas productivas del material, las cuales permitirán ampliar la tipología morfológica actual de manera de contribuir una vía hacia la micro-industrialización sostenible de éste.

El aporte en este sentido se dirige a los atributos de valor que se localizan en el proceso de diseño que genera elementos de innovación y sobre la premisa de la pertinencia y el compromiso que el diseñador adquiere con su entorno, y con nuestros saberes tradicionales.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 12	12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	14
1.1 Formulación del problema	15
1.2 Objetivos	15
1.3 Pregunta de investigación	15
1.4 Alcances del estudio	16
a. Finalidades.	16
b. Límites.	16
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	17
2.1 Mimbres: como materia prima nacional	18
2.1.1 Mimbres en Chile	18
2.1.2 Procesos del mimbres	20
Normalización y comercialización	21
La huira	22
La estructura	23
2.2 Percepción del material	24
2.3 Usos y Tipologías del mimbres	25
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	26
3.1 Material Polimérico fibro-reforzado (FRP)	27
3.1.1 La Matriz	27
3.1.2 Refuerzo	28
3.1.3 Filosofía de diseño	28
3.2 Sistema de Curvado para madera	28
3.2.1 Técnica de molde Machihembrado	28
Sobre la conducción de moldes	28
Sobre la presión	29
Sobre el material a introducir	29
Sobre el adhesivo de fijación	29
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.	30
4.1 Descripción General	31
4.2 Hipótesis.	31
4.3 Tipo de Experimentación	31
4.4 Justificación	32
Selección del material	32
Selección del tejido	32
Selección del adhesivo	32
Selección de la tecnología de producción	32
4.5 Variables	33
4.6 Unidad de estudio	34

CAPÍTULO V: EXPERIMENTACIÓN	35
5.1. Descripción	36
5.2 Desarrollo del Experimento	36
Parte 1: Selección de las formas	37
Parte 2: Definición de parámetros	39
Parte 3: Creación de probetas	47
-Etapa 1	48
-Etapa 2	52
5.3 Prototipo Final	56
Selección de la forma	57
Planos generales	57
5.4 Conclusiones empíricas	58
CAPÍTULO VI: CATEGORIZACIÓN Y MECANIZADO	59
6.1 Clasificación del material	60
6.2 Mecanizado	62
Cote	63
Perforado	65
Conclusiones	67
CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	72

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Mapa ubicación Chimbarongo	18
Imagen 2: Mapa Chile ubicación Chimbarongo	18
Imagen 3. Salix Viminalis Fuente: Atlas de plantas Chile	19
Imagen 4: Esquema procesos del mimbre	20
Imagen 5: Esquema clasificación por norma	21
Imagen 6: Procesos preparación huiras	22
Imagen 7: Esquema tipos de estructuras	23
Imagen 8: Porcentaje uso de muebles mimbre	24
Imagen 9: Esquema categorización geometrías y usos	25
Imagen 10: Esquemas modo de uso moldes	29
Imagen 11: Esquema etapas experimentación	31
Imagen 12: Esquema de objetivos y actividades	36
Imagen 13: Deformación gradual de la curva	37
Imagen 14: Esquema morfologías y movimientos.	38
Imagen 15: Huiras en remojo de agua	39
Imagen 16: Pesaje de las huiras	39
Imagen 17: Gráficos de absorción de agua huiras finas	39
Imagen 18: Gráficos de absorción de agua huiras gruesas	40
Imagen 19: Criterios de evaluación	41
Imagen 20: Comparación absorción	42
Imagen 21: Gráficos coeficiente de absorción huiras finas	42
Imagen 22: Gráficos coeficiente de absorción huiras gruesas	43
Imagen 23: Elaboración de pruebas y criterios a 25°	44
Imagen 24: Diferencia de fijación en huiras a 25 °C	44
Imagen 25: Gráficos peso probetas en intervalos	45
Imagen 26: Elaboración de pruebas y criterios a 100°C	45
Imagen 27: Diferencia de fijación en huiras a 100 °C	45
Imagen 28: Gráficos peso probetas en intervalos 100°C	46
Imagen 29: Ilustración máquina afinadora espesor huiras.	47
Imagen 30: Ilustración máquina afinadora anchura huiras	47
Imagen 31: Etapa 1 de variables y cantidad de probetas	48
Imagen 32: Etapa 2 de variables y cantidad de probetas	52
Imagen 33: Modelo prototipo final seleccionado	56
Imagen 34: Render opciones de prototipo final	56
Imagen 35: Diseño 3D descartado	56
Imagen 36: Esquema ángulos positivos y negativos	57
Imagen 37: Modificación en moldes	58
Imagen 38: Modificación bordes de moldes	58
Imagen 39: Explicación apertura final en probetas	58
Imagen 40: Pruebas de mecanizado	60
Imagen 41: Gráfico categorización del material	61
Imagen 41: Etapas y variables del mecanizado	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivo general y específicos del proyecto	15
Tabla 2: Ventajas del uso del mimbre según ámbito	24
Tabla 3: Propiedades de las matrices	27
Tabla 4: Ventajas fibras naturales	27
Tabla 5: Variables etapa 1	33
Tabla 6: Variables etapa 2	33
Tabla 7: Cantidad de probetas etapa 1	34
Tabla 8: Cantidad de probetas etapa 2	34
Tabla 9: Evaluación probeta huir fina con mezcla pva	41
Tabla 10: Evaluación probeta huir gruesa con mezcla pva	41
Tabla 11: Probetas y sus variables individuales, etapa 1	50
Tabla 12: Evaluación probetas según criterios, etapa 1	51
Tabla 13: Probetas y sus variables individuales, etapa 2	54
Tabla 14: Evaluación probetas según criterios, etapa 2	55
Tabla 15: Datos arrojados por pruebas de tracción	61
Tabla 16: Evaluación según ASTM 1666-87	62
Tabla 17: Evaluación mecanizado sierra huincha	63
Tabla 18: Evaluación mecanizado sierra circular	63
Tabla 19: Evaluación mecanizado esmeril	63
Tabla 20: Evaluación mecanizado multi-herramienta	64
Tabla 21: Evaluación mecanizado láser	64
Tabla 22: Evaluación mecanizado taladro manual	65
Tabla 23: Evaluación mecanizado taladro pedestal	65
	66

A large pile of cut wooden logs, with the central section containing the title 'INTRODUCCIÓN'. The logs are stacked in a way that shows their circular cross-sections, and the wood has a warm, brownish-orange hue. The background is slightly blurred, emphasizing the texture and quantity of the wood.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico Chileno se ha basado históricamente en sus recursos naturales tanto renovables como no renovables. La estructura exportadora está conformada por 45% de producción minera y un 10% de productos agrícolas y forestales. Dentro de este último grupo, podemos encontrar los Productos Forestales No Madereros (PFNM), que durante el año 2014 alcanzaron un FOB de US\$ 84,2 millones traducido a una cantidad de 18 mil toneladas de productos. Se puede considerar por ende, que los PFNM en Chile son un mercado poco explotado y en estado de desarrollo primario debido a la escasa información con respecto al potencial que estos pueden brindar.

Los PFNM se encuentran asociados a usos tradicionales y de baja tecnología, a menudo con políticas sesgadas en su contra, con escasa investigación y desarrollo tecnológico, así como de una inadecuada transferencia al sector social. (FAO, 1998)

Es así que productos como el mimbre, el cual se ubica dentro del folklore de nuestro país y se emplea desde antaño en la fabricación de muebles, utensilios domésticos y decorativos, ha tenido un desarrollo más avanzado en temas de producción y obtención (materia prima) que otros PFNM. No obstante en temas de manufactura, no ha avanzado de la misma manera, descuidando así factores o aspectos que lo harían deseable y aceptado de mejor forma en mercados nacionales e internacionales.

A pesar de las intervenciones de diferentes instituciones para mejorar el conocimiento del cultivo y la producción del sauce-mimbre, la apertura de mercados, capacitaciones y aplicación de tecnologías no han logrado revitalizar la actividad, y los artesanos dedicados al mimbre en la actualidad no sobrepasan las 300 familias, de 1200 que existían en la década de los 90, (Abalos, 1998). Las causas de la baja en la actividad son variadas, destacando las migraciones de jóvenes, la escasa innovación tecnológica en sus procesos, baja innovación de sus formas a lo largo del tiempo y la fuerte incorporación de los plásticos en nuestros mercados, llegando a consumir 50 Kg per cápita a nivel nacional (ASIPLA, 2014)

Sin embargo, hoy por hoy esta actividad presenta enormes potencialidades y debe ser reforzada y revalorizada, ya que según la ASIPLA, (Asociación Gremial de Industriales del Plástico en Chile) el consumo de plásticos ha disminuido constantemente durante los 10 últimos años poniendo en evidencia que un importante sector de la población presenta marcadas preferencias por los productos compuestos de materiales nobles, no contaminantes y biodegradables, así como también que contribuyan a la disminución de contaminación en sus procesos productivos.

Esta nueva tendencia está dando lugar a la toma de conciencia y compromiso por parte de algunos diseñadores y empresas, donde el concepto del diseño "forma-función" se ve debilitado puesto que las exigencias no están solamente ligadas a aspectos funcionales, económicos, tecnológicos y valor de uso, sino también a otras de características simbólico-psicológicas, fundamentales para el éxito de un producto en el mercado actual. El predominio de la dimensión comunicativa de los objetos y los aspectos psicológicos de la relación usuario-producto constituyen un factor determinante del diseño en las últimas décadas, debido a que el objeto industrial es un soporte de comunicación que influye en la generación y definición de valores culturales. (Bañó, 2010)

De esta manera, es necesario incorporar este concepto en la actividad de productos como el mimbre, con la finalidad de darle nuevos alcances y potencialidades, dado que por años, éste ha sido focalizado como un producto artesanal, de bajo costo, de baja duración y con una tendencia ligada a lo rústico. La poca exploración de nuevas formas de trabajo así como de morfologías, en comparación a otras fibras vegetales, han llevado al mimbre a una pérdida en las preferencias de consumo. Por ende, es desde el diseño que se debe buscar nuevas técnicas para el tratamiento del material, que permita adquirir nuevas formas para diversificar y potenciar sus usos, y de esta manera contribuir a satisfacer las nuevas exigencias de una comunidad cada vez más creciente.

Dentro de este contexto, esta investigación contribuye a potenciar y reutilizar materiales naturales con significado socio-cultural para el país, que desde una perspectiva del diseño posmoderno, fomenta la búsqueda de nuevos procesos productivos para el mimbre como materia prima nacional, contribuyendo de esta forma a ampliar los mercados ya existentes y brindándole aplicaciones o técnicas que lo mantengan vigente más allá de las actuales. Asimismo, de la mano con la creación de técnicas y procesos sustentables que logren combinar recursos renovables y tecnologías limpias, que aporten al desarrollo tanto en el área social, económica y medioambiental, de la comunidad donde se generen.

No obstante, se tiende a pensar que la industrialización de un producto artesanal, lleva dicho oficio a una extinción segura, contrario a esto, hoy en día, el diseño y su visión acerca de la identidad de los productos hace que la búsqueda de nuevos procesos para un material realce tanto a éste como el oficio que va detrás, cambiando y ayudando a la visión que un usuario y el mercado pueda tener sobre él.



CAPÍTULO I

Planteamiento del Proyecto

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Chile existen numerosas materias primas nobles, dentro de ellos es posible mencionar los Productos Forestales No Madereros (PFNM) que en su mayoría son exportados en forma bruta para su aplicación en el mercado internacional. Es así como en Chile, de la producción total de mimbre, se exportan 389,53 toneladas correspondientes al 70% del material producido. (INFOR, 2014), siendo Argentina y España los mayores consumidores.

El estudio realizado por INFOR en 2008 (Instituto forestal), plantea que los productos no madereros son de bajo impacto en el mercado actual, debido a la falta de introducción de tecnologías y facilidades de procesamiento y almacenaje; los estándares de calidad de los productos a menudo son deficientes y la mayoría de las actividades tradicionales relacionadas con la recolección y procesamiento de los PFNM son baratas e intensivas en mano de obra, por lo que tienden a convertirse en las primeras bajas dentro del proceso de desarrollo económico. Por otro lado, los mercados para muchos PFNM son efímeros, principalmente por la competencia por parte de sustitutos más baratos o convenientes como por ejemplo imitaciones de fibras sintéticas.

En el caso del mimbre, el trabajo se ve desvalorizado por las nuevas generaciones, debido a la desactualización de los procesos. Esto se ve reflejado en el uso de estructuras internas o externas (removibles o no)

que limitan la morfología de los productos, encasillando el trabajo del material en formas cerradas y por revolución. La innovación de nuevas técnicas productivas, consistentes en combinaciones de materialidad y tecnologías para el logro de nuevas morfologías, podrían sin duda darle un nuevo realce a la actividad basada en el mimbre, ampliando la tipología de productos a nivel morfológico.

Asimismo, la búsqueda y demanda de nuevos materiales nobles, no contaminantes y reciclables, se hace cada vez más necesaria. Los usuarios buscan en los mercados productos hechos con materiales de menor toxicidad que asimilen las cualidades morfológicas y aplicaciones de polímeros u otros.

Hoy en día se sabe que lo sustentable y lo eco-amigable son tendencias claras en ciertos grupos sociales de nuestro país, así por ejemplo en el reciente estudio de McCann Erickson y la Escuela de Publicidad de la U. del Pacífico, (2012) revela el perfil del consumidor verde chileno. Según esa medición, un 46% de los santiaguinos han comprado productos ecológicos en los últimos tres meses. Así, la introducción de nuevos procesos y tecnologías limpias para este material podría contribuir a lo que hoy en día se denomina micro industrialización del producto, generando una cadena de desarrollo sustentable tanto para el agricultor, artesano y consumidor.

1.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Explorar las capacidades morfológicas de un tejido de huir de mimbre, a través de la experimentación con moldes, contramoldes y un adhesivo de fijación, para liberarlo de su soporte estructural y potenciar la plasticidad natural de este material.

ESPECIFICO N°1

1. Definir las variables morfológicas para la construcción de probetas, a través de un modelo que permita la deformación gradual y progresiva de la forma.

ESPECIFICO N°2

2. Definir los parámetros necesarios para moldear el mimbre con un adhesivo de fijación, mediante la técnica de machihembrado.

ESPECIFICO N°3

3. Aplicar y evaluar los parámetros a las morfologías seleccionadas, para la conformación de piezas basadas en un entramado de huir con un adhesivo de fijación.

Tabla 1: Objetivo general y específicos del proyecto.
Elaboración propia.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible generar estructuras compuestas por tramas de huiras, conformadas a partir de moldes y contramoldes y fijadas con un adhesivo, liberando así las formas soportadas por estructuras?

1.4 ALCANCES DEL PROYECTO

a. Finalidades:

El presente proyecto busca identificar los fundamentos prácticos relacionados con el moldeado y fijado del mimbre, en forma de huiria entramada a través de un adhesivo, con el fin de generar nuevos conocimientos que sirvan para mejorar las técnicas productivas del material, las cuales podrían ampliar la tipología morfológica actual y de esta forma generar una micro-industrialización sostenible de éste.

Asimismo se busca aprovechar y destacar la plasticidad natural del mimbre, fijándolo a través de un adhesivo, permitiendo de esta manera, liberar el trabajo actual que conlleva la realización de una estructura que defina y limite su geometría.

b. Límites:

El presente proyecto se enfoca en levantar información respecto de los parámetros y variables que sean necesarios para el moldeado de entramados de huiria de mimbre (cuya fijación se logra a partir de un adhesivo), dando énfasis a la producción de las piezas así como en la morfología de éstas las cuales se restringen a formas de simple y doble curvatura de diferente angulación, transición y rotación.

Por otro lado, la selección y utilización para la incorporación de tecnologías a los procesos del mimbre se limita al uso de maquinaria existente dentro de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

En tanto a las limitaciones, la búsqueda y recopilación de información en la fase inicial se ve limitada debido al poco conocimiento bibliográfico existente y a la desactualización de información con respecto al mimbre, en cuanto a su producción, procesos y manejo.

A man wearing a grey cap and a brown leather apron stands in a workshop, operating a large green industrial machine. The machine has a horizontal roller with a spring mechanism on top. Below the roller, a large pile of thin, light-brown sticks or fibers is visible. The background shows a dark, industrial setting with concrete pillars and a bright light source. The text "CAPÍTULO II" is prominently displayed in white, bold letters, with "Antecedentes del Proyecto" written below it in a smaller white font.

CAPÍTULO II

Antecedentes del Proyecto

2.1 MIMBRE

“Como materia prima nacional.”

El mimbre es un tipo de fibra vegetal perteneciente a los Productos Madereros No Forestales (PMNF), que proviene de la familia de las Salicáceas, las cuales presentan 3 géneros, destacando solo 2 por su valor comercial: *Populus* (Álamo) y *Salix* (Sauce), (INFOR, 1998).

A nivel mundial existen alrededor de 300 tipos de *Salix*, que se distribuyen a lo largo de 4 continentes: Europa, Asia, Norteamérica y África. Generalmente su crecimiento se da en zonas de climas fríos y templados. En Sudamérica existe sólo un tipo de *Salix* nativo (*Humboldtiana wild*) y es comúnmente conocido como Sauce Chileno o Sauce Negro el cual crece de forma natural a lo largo de ríos y esteros en Argentina, Chile y Uruguay.

Muchos arbustos de la especie *Salix* –como *Salix viminalis*, *S. purpurea*, *S. cinerea*, *S. caprea*, *S. triandra*, *S. alba* var. *vitellina* y *S. fragilis*– se utilizan en artesanía y cestería. Hoy en día, la exitosa producción que tuvieron estas fibras en épocas de antaño en países como Francia, España e Italia ha decaído notablemente, principalmente por el elevado costo de los terrenos, la escasez y alta valoración de la mano de obra, circunscribiendo su producción a elementos específicos, de alta calidad y a pequeña escala.

Si bien a nivel Latinoamericano existe un tipo de *Salix*, la introducción del *Salix viminalis* en la época colonial ha hecho de éste una planta de crecimiento silvestre al alrededor de ríos y esteros del centro-sur de nuestro país. El clima, los suelos óptimos y bajos costos de producción así como de mantención y terrenos, ha hecho que Chile sea uno de los mayores productores de *Salix viminalis* a nivel mundial.



Imagen 1: Mapa ubicación Chimbarongo
Elaboración propia

2.1.1 Mimbre en Chile

En Chile el principal producto utilizado como fibra es el mimbre, el cual obtiene de las ramas de sauce mimbre de la especie *Salix viminalis*, rama exótica que se ha aclimatado muy bien en el país a lo largo del valle Central hasta la región de Aisén. La introducción del *Salix viminalis* como materia prima a Chile aún no es clara, existen diversas fuentes literarias y artísticas que datan el uso del mimbre a finales de la década del 1800. La idoneidad de los tallos o vástagos flexibles del *Salix viminalis* para los artículos de artesanía se piensa que se descubrió en la pequeña localidad de Chimbarongo, a 200 km de Santiago, a inicios del siglo XX. (Tornero, 1872).

A finales de la década de los 90 según la FAO, la mayor producción y distribución de este material se concentra en la zona centro-sur de nuestro país, entre la V y VIII región, con una producción de aproximadamente 200 hectáreas, concentradas preferentemente en Chimbarongo, las cuales producen 6.200 t/año de materia prima. De aquél volumen anual: un 8% es exportado, un 30% se pierde por descalificación o residuos y el 59% restante se utiliza en la fabricación artesanal (3.800 t). (Abalos, 1998). En 1997, según el censo nacional agropecuario, la actividad se sigue concentrando en la VI región dentro de la comunidad de Chimbarongo (232,2 hectáreas sembradas de un total de 235,1 a nivel nacional)

Actualmente en el país no existen registros ciertos sobre la cantidad de mimbre producido versus lo exportado. Algunos antecedentes indican, como el caso de Osvaldo Sandoval, dueño de Mimbres Sandoval, principal productor esta fibra en la zona, que sólo un 5% de la cosecha se comercializa para el mercado interno, de un total de 600 toneladas semestrales producidas, dejando claro entonces el declive de la producción y el poco aprovechamiento que se le da a la fibra por parte de la industria nacional (La tercera, 2009).



Imagen 2: Mapa Chile
ubicación Chimbarongo
Elaboración propia.

Esto ha influido en que la participación y el desarrollo de la actividad haya disminuido considerablemente durante la última década. Hacia el año 2005, solo 300 vecinos continuaban ejerciendo este oficio, la mayoría de los cuales viven en poblaciones y cuenta con pequeños talleres en los patios traseros de sus casas. (Abalos, 2005)

Al mismo tiempo la ampliación del mercado de exportación del insumo principal del artesano ha generado una elevación del costo de la materia prima y una disminución de la oferta de la fibra en el país.

Por último, uno de los principales competidores de artesanías de mimbre ha sido la importación de artículos de ratán, una palma trepadora de latitudes bajas y sectores selváticos procedente del sudeste asiático y del Pacífico, de gran demanda también en los sectores socioeconómicos altos del país, además de la gran cantidad de imitaciones de fibras traídas desde países asiáticos y fabricados en plásticos.

Dada esta situación, han sido varios los intentos gubernamentales de revitalizar la actividad en torno al mimbre. En las últimas décadas se han instaurado políticas que apuntan a la promoción de la industria y

al crecimiento de la oferta de bienes y servicios dentro de la región y que aseguren la difusión de la creación artística y del patrimonio cultural (CNCA, 2008).

De igual forma, instituciones universitarias como el Departamento de Diseño (DdD) de la Universidad de Chile en conjunto con la Municipalidad de Chimbarongo gestionan en la actualidad proyectos que permitan frenar y revertir la paulatina desmotivación de la población hacia la ejecución del rubro, preservando y potenciando, mediante la introducción de nuevas estrategias y tecnologías, el valor cultural y económico de este material.

Se trata entonces de lograr mejoramientos, ya sea en técnicas, mercados u otras innovaciones, desde el diseño cultural, o sea desde la perspectiva sociocultural de los artesanos de Chimbarongo, de manera de no producir crecimiento y desarrollo asimétrico y poco equitativo, por lo cual, es de vital importancia que los alcances de estos proyectos sean socializados con los artesanos para mantener la identidad de la actividad, el patrimonio material e inmaterial, técnico y cultural a través del rescate de sus experiencias y que las innovaciones vayan en beneficio de ellos.



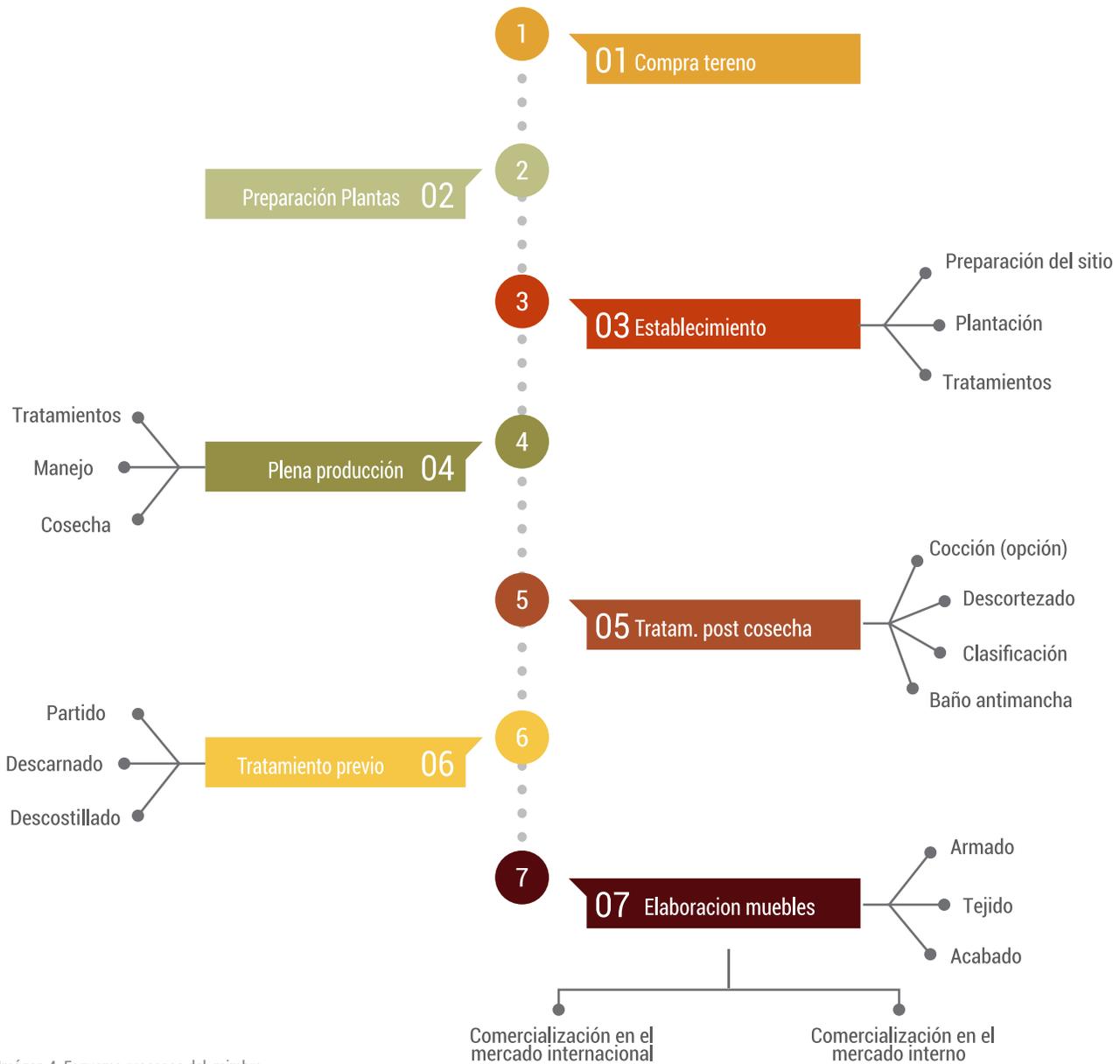
Imágen 3. *Salix viminalis*
Fuente: Atlas de plantas Chile.

2.1.2 Procesos del mimbre

La producción de mimbre se caracteriza por una alta heterogeneidad del producto, debido al alto grado de variabilidad y las diferencias en cuanto al manejo agrícola sobre éste, teniendo como consecuencia una pérdida considerable sobre el producto extraído total.

Por otro lado, es debido a la mano de obra no calificada que lo produce que el producto en si presenta falencias en su formación inicial (estacas), en la tecnificación en cuanto al manejo de predio, regadío y fertilización, así como en general en su mantención pre-cosecha.

En tanto a su cosecha, ella es realizada durante el invierno cuando el arbusto pierde todas las hojas y una hectárea de arbustos adultos (2 a 3 años) puede llegar a producir de 18 a 25 toneladas de material.



Imágen 4: Esquema procesos del mimbre
Fuente; Abalos 2005. Elaboración propia.

2.1.3 Normalización y comercialización.

Debido a su grado de heterogeneidad y a la mano de obra no calificada que genera el material es que el instituto nacional de normalización (INN), desarrollo una forma técnica (Nch 2039.c98) que establece la clasificación y características físicas que deben cumplir las varillas de mimbre para su comercialización y uso a nivel industrial.

Según la norma, las varillas de mimbre se clasifican en: tipos, variedades, clases y grados de calidad.

Los canales de distribución y comercialización del mimbre suelen ser informales. En la mayoría de los casos son los propios agricultores los que están a cargo de generar los contactos para la venta, ya sea nacional o extranjera, tarea que también realizan los intermediarios (agentes a cargo de generar nexos entre agricultores y compradores).

Según Tipos

(superficie varilla)

- Varillas de mimbre con corteza
- Varillas de mimbre descortezado

Según Variedad

(diámetro varilla)

- Varillas de mimbre fino
- Varillas de mimbre mediano
- Varillas de mimbre grueso

Según Clases

(tratamiento varilla)

- Varillas de mimbre blanco
- Varillas de mimbre cocido café claro
- Varillas de mimbre cocido café med.
- Varillas de mimbre cocido café osc.
- Varillas de mimbre teñido

Según Grados

(calidad varilla)

- Varillas de mimbre grado 1
- Varillas de mimbre grado 2
- Varillas de mimbre grado 3



La Huira

Una huira corresponde a la sección longitudinal de una varilla de mimbre, blanco o cocida, obtenida mediante partido, descarnado y descostillado con un ancho comprendido entre 2 mm y 10 mm.

Para la obtención de la huira, el proceso sigue siendo artesanal, presentando nuevamente heterogeneidad en la creación de cada pieza. Según la Nch 2039,c98 las huiras solo presentan un grado de calidad debiendo cumplir las siguientes requisitos:

El espesor debe ser prácticamente uniforme, libre de protuberancias, médula u otras alteraciones que afecten la flexibilidad.

No deben presentar síntomas de daños de insectos, hongos u otros agentes biológicos.

No más del 10% de las huiras deben presentar desuniformidad en el color y textura.

Así mismo, la obtención de las huiras se caracteriza por un proceso que cuenta con 4 pasos fundamentales, los cuales se realizan manualmente, y dadas las características de cada varilla, terminan siendo heterogéneos tanto en diámetro como en espesor.



REMOJO 02

Las partes de las varillas son introducidas en un baño con agua en condiciones ambientales durante un tiempo determinado, con el propósito de ablandar el área del corazón y médula del mimbre



REBAJADO 04

Consiste en dimensionar las huiras en el ancho de una manera homogénea por medio de una máquina descostilladora, cuyo fin es dar una forma más delgada a la huira para trabajos más finos

1

01 PARTIDO DE LA VARILLA

Las varillas se seccionan en 3 o 4 partes mediante cuñas de madera, cuyo desplazamiento es guiado por un pequeño corte inicial con cuchillo.



2

3

03 DESMEDULADO

Para este proceso las huiras pasan por una máquina descarnadora cuya función es extraer la médula o corazón. Se utilizan dos tipos de máquinas, manual y eléctrica.



4

Imagen 6: Procesos preparación huira
Elaboración Propia

Se puede concluir entonces que sin un avance tecnológico que desplace la producción manual de la huira, no es posible parametrizar el material, lo que llevaría entonces a una pérdida al momento de querer estandarizar la construcción de un producto a base de entramado de huira.

La estructura

Una vez concluida la etapa de preparación de la huir se procede a la construcción de la estructura que le dará forma. Las estructuras se pueden dividir en dos categorías: externas o internas, siendo el factor determinante si la estructura forma parte del tejido final (como urdimbre o reforzante interno) o si la estructura hace de horma para generar la forma y luego ser removida.

La materialidad de las estructuras es variada. Cuando son internas puede ser construidas con la misma varilla de mimbre como guía, con madera u otro material como perfiles o alambre. Las geometrías de estos productos se verán limitados según la versatilidad del material que componga dicha estructura. Por lo general, en la actualidad la versatilidad de los materiales introducidos a logrado ampliar el espectro morfológico de estos productos.

Por otro lado, la materialidad de las hormas que se pueden ver dentro del trabajo del mimbre son estructuras compuestas de madera y generadas en revolución por un torno.

Igualmente las geometrías que componen las hormas se pueden clasificar en tres sub categorías:

- **Geometrías abiertas:** Son aquellas que tienen, al menos, una cara abierta y no presentan tejido por donde se puede extraer la horma en su totalidad.
- **Geometrías semi abiertas:** Aquellas hormas que al igual que las abiertas presentan una cara sin cubrir pero que para remover la estructura deben ser segmentadas ya que dicha cara es de una menor área que volumen que se quiere extraer.
- **Geometrías Cerradas:** Son aquellas que se cierran casi en su totalidad y que en su mayoría la horma no es retirada. Usualmente son recipientes como botellas que quedan tejidas.

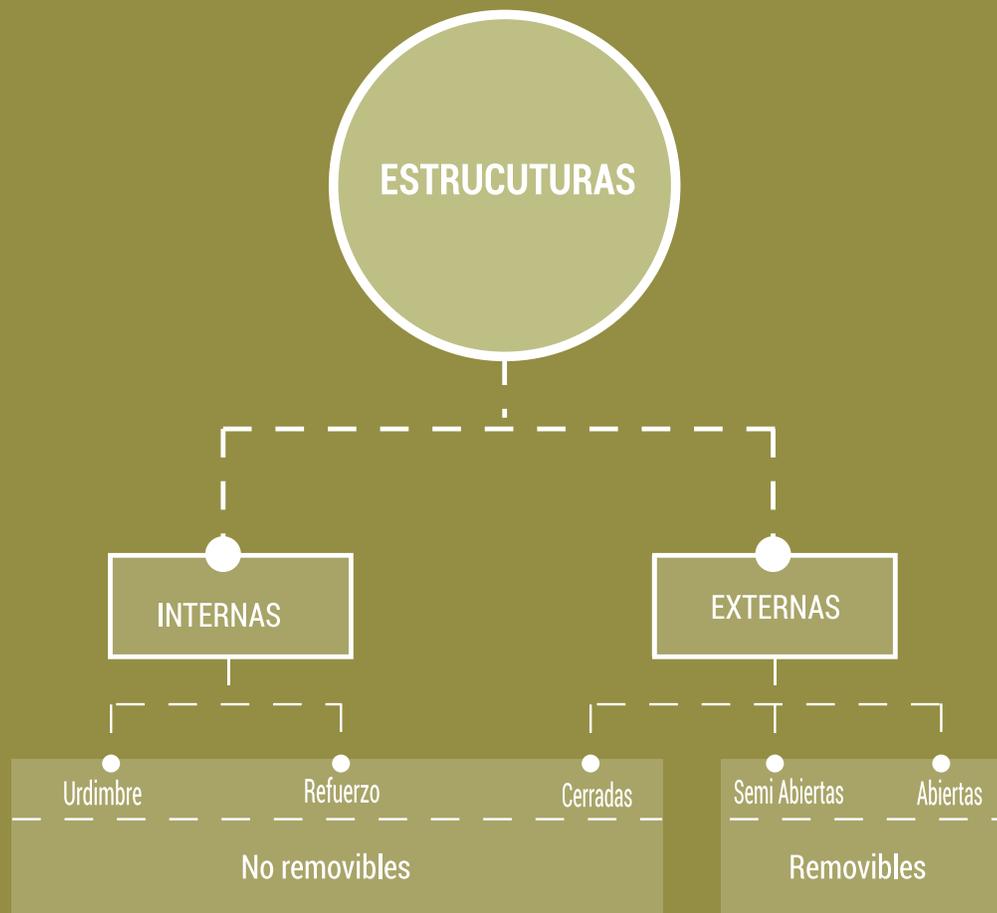


Imagen 7: Esquema tipos de estructuras
Elaboración propia.

2.2 Percepción del material.

En Chile una de cada tres personas presenta algún mobiliario o decoración fabricado en mimbre (Abalos, 2005) adornando espacios exteriores e interiores de los hogares.

Un estudio cualitativo realizado por CORPA (Empresa de Investigación de Mercado) pudo determinar que los productos de mimbre son definidos como de carácter informal dentro del hogar, entendiéndose esto como aquellos productos ubicados en espacios exteriores y ciertos espacios interiores. El estudio también estipula que la preferencia del mimbre cocido versus el mimbre blanco tiene un relación de $\frac{3}{4}$ en los consumidores.

Dentro de las ventajas destaca su calidez, comodidad, liviandad y que presentan precios más barato que otros materiales.

Como desventajas, cabe mencionar las malas terminaciones, desprolijidad, falta de creatividad en forma del diseño y su corta durabilidad.

La siguiente tabla, muestra beneficios asociados al cultivo e industrialización del mimbre desde un punto de vista sustentable, considerando roles económicos, sociales y medioambientales.

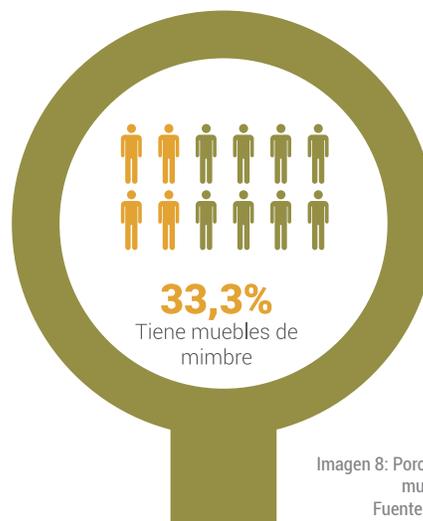


Imagen 8: Porcentaje uso de muebles mimbre
Fuente: Abalos 2005

Económicos	Sociales	Ambientales
<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento de la producción e ingresos del sector rural, asociados a la producción de materia prima, a la manufacturación de productos y a la prestación de servicios - Diversificación de la producción predial - Aumento en el valor de la propiedad - Desarrollo de un sistema de comercio de bienes y servicios 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento del bienestar de la población rural, reduciendo la migración, generando fuentes laborales, desarrollando la capacidad de auto gestión. - Generación de un nexo entre productores, fabricantes y comercializadoras. - Promoción de la especialización de mano de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diversificación forestal - Conservación y recuperación de los suelos - Prevención de inundaciones, reducción de la sedimentación y proceso de embancamiento de ríos y cauces. - Control de los procesos erosivos del suelo. - Importante rol en la captura de CO2 de la atmósfera.

Tabla 2: Ventajas del uso del mimbre según ámbito.
Fuente: Abalos, 2005. Elaboración propia.

2.3 Usos y tipologías del mimbre en el mercado.

Es posible ver distintos tipos de formas dentro de los productos de mimbre que escapan de lo tradicional, tanto formas básicas o por revolución, y de las diferentes geometrías en los productos existentes en el mercado se distinguen con claridad formas planas, de curvatura simple y de doble curvatura.

Las formas planas se encuentran en objetos de menor escala y decorativos (estantes, portavasos, aros, etc). Las de doble curvatura, responden a la construcción de luminaria y de ciertos muebles minimalistas, y las de doble curvatura a la construcción de muebles con formas básicas (conos, esferas). Por otro lado, las geometrías complejas pueden ser encontradas en productos de morfologías orgánicas.



Imagen 9: Esquema categorización según geometrías y usos. Elaboración propia.



CAPÍTULO III

Marco Teórico del Proyecto

3.1 MATERIAL POLIMÉRICO FIBRO REFORZADO (FRP)

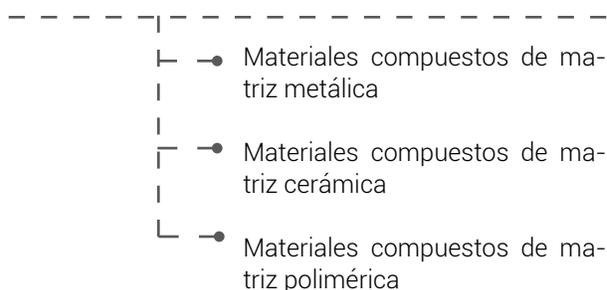
“Como mejora a las deficiencias del mimbre en su estado natural.”

Los FRP pertenecen a la vasta familia de los materiales compuestos orgánicos, es decir, a la de aquellos materiales que están constituidos por dos fases: el refuerzo, presente en forma continuo o discontinua dependiendo del material y caracterizado por una elevada resistencia mecánica; y la matriz que se puede identificar como elemento continuo y, generalmente, mecánicamente más débil.

La característica peculiar de estos materiales es la de ofrecer beneficios mecánicos mejores o, por lo menos, más “completos” que las proporcionadas individualmente por cada uno de los material que la componen.

3.1.1 La Matriz

De las diferentes clasificaciones que se pueden hacer sobre materiales compuestos, una de las más significativas es la que se refiere a su matriz y en ella se pueden identificar tres grupos:



La matriz es el componente de los materiales compuestos que ofrece cohesión y protección a la fibra con la que se combine.

Propiedades de las matrices

- Soporta las fibras manteniéndolas en su posición correcta
- Transfiere la carga a las fibras fuertes
- Protege la pieza en su manufactura y uso.
- Evita propagación de grietas en la fibra
- Controla las propiedades elásticas, químicas y físicas.

Tabla 3: Propiedades de las matrices. Fuente: Stupenengo, (2011)

3.1.2 Refuerzo

El refuerzo en un material compuesto puede estar dado por partículas o fibras. En el caso de las partículas (refuerzo discontinuo), el éxito de las materias estará dado por la relación del tamaño de las partículas y la distribución de éstas dentro de la matriz. En el caso de la fibra (refuerzo continuo) se dará por la relación longitud/diámetro de ésta.

La mayoría de los compuestos reforzados con fibra consiguen una mejor resistencia a la fatiga, mejor rigidez y una mejor relación resistencia-peso al incorporar fibras resistentes y rígidas, aunque frágiles, en una matriz más blanda y dúctil (Stupenengo, 2011).

En el mercado de las fibras, las más utilizadas son: fibra de vidrio, carbono, aramida, y naturales.

Fibras Naturales

El desarrollo desmedido de la industria, en post de un crecimiento de las naciones, ha llevado a crear escenarios desfavorables para el entorno medioambiental. Cada vez se tiende a buscar materiales reforzados con fibras que sean de menor impacto ambiental y que conserve o disminuya los gastos económicos en comparación con los utilizados. (Amigó, Salvador, Sahuquillo; 2008)

Es debido a este panorama que hoy las fibras naturales provenientes de vegetales como el lino o la fibra de coco se posicionan como alternativas a las existentes, ya que responden de igual forma a los esfuerzos.

Ventajas Fibras vegetales

- Menor costo que p.ej. fibra de vidrio.
- Buena insonorización y aislamiento térmico.
- Menor densidad, reducción significativa en el peso.
- Aspectos ecologicos
- Menos abrasión (cuidado de herramientas de moldear)

Tabla 4: Ventajas fibras naturales. Fuente: Stupenengo, (2011)

3.1.3 Filosofía de diseño

El diseño de un FRP debe tener en consideración distintos factores que involucran una buena terminación. Su éxito está determinado por la relación entre la longitud de la fibra y su diámetro. De esta forma, fibra con menores espesores de distancia entre ellas distribuirán de mejor manera la carga de la matriz.

- Longitud y diámetro de la fibra: A menudo las fibras se fracturan debido a defectos de superficie. Fabricarlas con un diámetro lo más pequeño posible le da a la fibra menos área superficial, en consecuencia, hay menos defectos que puedan propagarse durante el proceso o bajo carga. También se prefieren fibras largas.
- Cantidad de fibra: Una fracción mayor de volumen de fibras incrementa la resistencia y la rigidez del compuesto (presenta mayores propiedades mecánicas intrínsecas). Sin embargo, la fracción máxima de volumen de fibras es, aproximadamente, 80 por ciento; más allá de esta cantidad las fibras ya no quedan totalmente rodeadas por la matriz y la transferencia de carga deja de ser eficiente.
- Orientación de la fibra: En el caso de posicionar más de un capa de fibra, la orientación de éstas deberá variar en ángulos que van de 0° a 90°. En el caso de que sea solo una o más capas posicionadas en una misma dirección, se les llamará capa 0°, esta presenta resistencia sólo en el sentido de la fibra y presenta deficiencias en el contrario.

3.2 SISTEMA DE CURVADO PARA MADERA

El curvado de madera data del siglo XVII, lo que ha llevado que con el paso de los años y el crecimiento de la industria y de nuevas tecnologías, sea uno de los procesos más estudiados en el caso.

En la actualidad existen diversos tipos de procesos para curvar madera, que van desde la generación de cortes en su estructura para su plegado, hasta la generación de prensas y moldes las que llevan al límite a la plasticidad del material.

Para fines de este proyecto, no se describirán en su totalidad los procesos existentes hoy en día para el curvado de madera, sólo se enfocará en la técnica de Molde Machihembrado. Esto justificado bajo la investigación de Eduardo Torrealba "Técnica para el desarrollo de Pieles Estructurales con Doble Curvatura en Madera Contrachapada."

3.2.1 Técnica de Molde Machihembrado

Esta técnica es utilizada para curvar piezas de madera compuesta por capas, que pueden ser chapas o tulipas delgadas, las cuales son más flexibles y pueden curvarse en húmedo, seco y a temperatura ambiente. El proceso consiste en encolar chapas de madera que luego serán sometidos a moldes machos y hembras, con el fin de prensar el componente. Esto genera un material con mayor rigidez que una chapa común y alcanza formas que la madera no laminada no puede. (Vignote, 2006)

Sobre la construcción de los moldes:

Los moldes para esta técnica están compuestos de dos piezas. Una pieza macho, que corresponde a la forma convexa, y otra hembra que corresponde a la contra forma de la curva (cóncava). Los materiales que se emplean en la construcción de estos moldes deben ser resistentes y duros para lograr comprimir el material que ingrese en su interior, de igual forma, deben ser capaces de tolerar las altas presiones a las cuales serán expuestos para no deformarse en el tiempo. (Lefteri, 2008). Para la generación de estos moldes es importante diseñar considerando la diferencia dimensional entre el radio interior y el radio exterior de la curva, lo que estará dado por el espesor de pieza a fabricar.

Sobre la presión:

Para lograr un buen prensado de la pieza es preciso que la presión vertical sea uniforme en toda la superficie del molde, abarcando la mayor área posible, con el fin de evitar que algunas zonas reciban mayor fuerza que otras.

Sobre el material a introducir:

En cuanto al material, este debe considerar una amplitud y extensión mayor que la forma final que se quiera generar, logrando así tener un margen de error para que una vez realizada y desmoldada la pieza pueda recortarse y generar una pieza limpia. Es usual que en los extremos de los moldes las piezas tiendan a salir con pequeños errores de presión y/o fijación del material.

Sobre el adhesivo de fijación:

Los adhesivos son parte de la familia de los pegamentos. Son sustancias líquidas, no metálicas, pastosa o sólidas que permiten unir firmemente una pieza a otra. La unión de estas piezas es una reacción física y química, de forma que éstas resistan las exigencias mecánicas a las que serán sometidas, sin alterar la esencia de su estructura.

Dichos pegamentos pueden diferenciarse entre colas y adhesivos, siendo las primeras a base de diluyentes acuosos, mientras que los adhesivos, contienen líquidos de sustancias orgánicas. (Nutsch, 1992)

En cuanto a la utilización de los adhesivos, algunas de las principales variables para el óptimo trabajo con el material, (Barrios et al, 2010), corresponden a:

- **Vida de Trabajo:** corresponde al tiempo admitido entre la preparación del adhesivo y su aplicación sobre las piezas a unir.
- **Viscosidad:** consiste en la movilidad del adhesivo al momento de su aplicación, influyendo en el nivel de penetración sobre la madera. La viscosidad puede modificarse con la temperatura.
- **Almacenamiento:** Corresponde a los tiempos y condiciones ambientales en el que un adhesivo puede ser mantenido en buenas condiciones, sin afectar su composición.

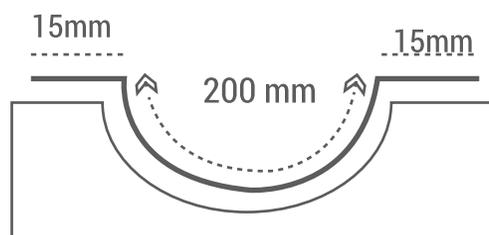
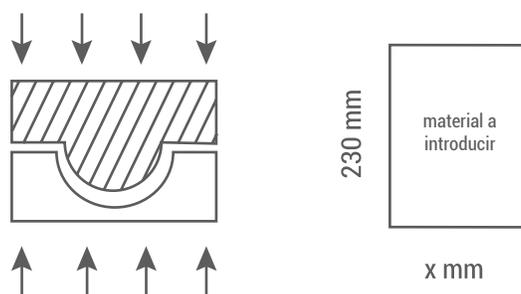
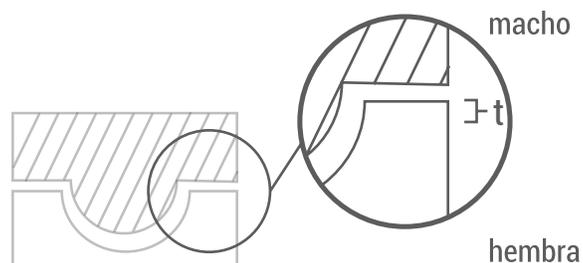


Imagen 10: Esquemas modo de uso moldes.
Elaboración propia.



CAPÍTULO IV

Diseño Metodológico

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Para trabajar el mimbre curvado en geometrías básicas y complejas se hace necesaria la construcción de una estructura que soporte el tejido a lo largo de la forma.

Esta estructura puede ser interna, conformando parte del tejido como urdimbre, o externa, a través de una horma o esqueleto, que permita la generación y moldeo del material, pudiendo éste, permanecer o retirarse en su finalización.

Como una manera de innovar, respecto de la técnica descrita, el presente proyecto consiste en el estudio del comportamiento de la conformación de un material fibro-reforzado que está compuesto por mimbre y acetato de polivinilo, que por medio de la técnica del machihembrado, genere curvas simples, complejas y abiertas, compuestas netamente de huiras (tanto en su trama como en su urdimbre), estructurándose sin la necesidad de apoyo o sostén tanto interno como externo.

Para el logro de este entramado se emplea el método de las probetas, además se busca identificar los parámetros óptimos de cada variable, generando así, información relevante sobre la posibilidad de la creación de un entramado auto estructurante. Asimismo, se plantea la combinación de técnicas artesanales en combinación con tecnologías limpias (CAD-CAM) para la conformación de dichas probetas.

4.2 HIPÓTESIS

La utilización de un material de Acetato de Polivinilo (PVA) reforzado con fibras de mimbre (huira) y sometido a la técnica del machihembrado, hace posible la generación de curvas simples, complejas y abiertas, que se estructuran sin la necesidad de apoyo o sostén, tanto interno o externo, dejando en evidencia la plasticidad natural del mimbre.

4.3 TIPO DE EXPERIMENTACIÓN

Este estudio se divide en dos etapas fundamentales, cuyos métodos y herramientas de investigación, permiten la recopilación de información y antecedentes según los objetivos planteados en el inicio.

En una primera etapa la investigación se desarrolla como descriptiva, utilizando herramientas documentales que apuntan a la búsqueda y fundamentación de las variables que la componen, creando así, un marco teórico que respalda y orienta la investigación en su segunda etapa.

La segunda etapa consiste en una fase exploratoria, orientando las herramientas hacia una investigación aplicada a partir de la creación o realización de prototipos y consta de experimentación in situ, la que permite generar conocimientos e información para el uso y análisis en futuras investigaciones.

Cabe destacar que la fase exploratoria se divide en dos etapas: la primera de ellas consta de pruebas en moldes de curvatura simple y se realiza durante el periodo de IBM. La segunda es análoga a la anterior pero se diferencia en la conformación de los moldes.

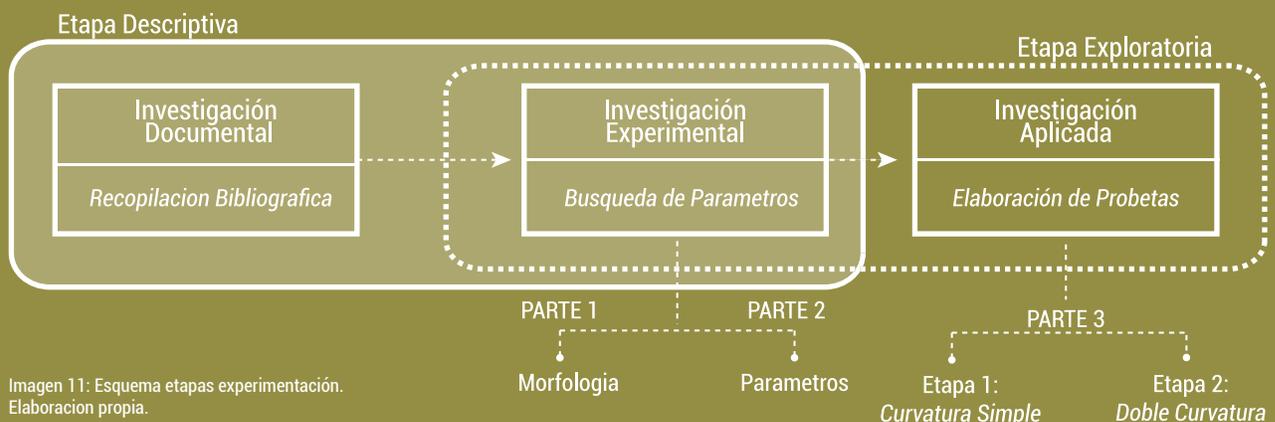


Imagen 11: Esquema etapas experimentación. Elaboración propia.

4.4 JUSTIFICACIÓN

4.4.1 Selección del material

a. Moldes: De acuerdo a lo indagado y al respaldo teórico, el material para la construcción de moldes queda definido a partir de una solución viable, de fácil alcance y de pertinencia a la investigación. Para este paso, la construcción de los moldes se divide en dos etapas, siendo los primeros moldes sólidos, constituidos de MDF de 15 mm prensados entre sí, y en una segunda etapa compuestos de costillas de MDF de 3mm.

Como se mencionó con anterioridad, las conclusiones de una primera etapa realizada en IBM arrojan que la construcción de moldes sólidos no permiten la correcta realización de la técnica machihembrado, esto debido a que se hace necesaria la ventilación permanente de las probetas para su secado. Sin embargo, aún con estas limitantes, se logran ejecutar las pruebas con variaciones a la técnica (las que se especifican en la etapa de experimentación).

b. Mimbres: La elección del mimbres cocido versus el mimbres blanco se determina netamente desde la componente estética, razón por la cual, presenta una mayor aceptación en el mercado (Sandoval, 2010). Entonces, su elección, no obedece a sus cualidades mecánicas, sino más bien a un factor de percepción visual sobre el material. Por otra parte, las huiras se clasifican en dos tipos: finas, cuyo grosor es 2 de mm; y gruesas de 3 mm.

4.4.2 Selección del tejido

Con respecto al tejido, existen múltiples diseños dentro de la elaboración de productos en mimbres. Estos están constituidos por una trama y una urdimbre que le dan la forma y composición. Según Abalos 2005, los tejidos más usados dentro de la elaboración de productos en mimbres son: 1x1, 2x1, 3x1, circular, junco. Para propósitos de esta experimentación se seleccionan los 4 primeros, dejando fuera al último debido al complejo proceso que involucra tejerlos.

4.4.3 Selección del adhesivo

En el mercado podemos encontrar gran variedad de adhesivos. De acuerdo a lo planteado en el contexto y la problemática, la determinación de este material responde a la búsqueda de compuestos con menor toxicidad medioambiental, soluble al agua y de gran resistencia, por esta razón se considera como adecuado el uso de acetato de polivinilo (PVA o cola alifática), específicamente de la marca Titebond.

Entre sus propiedades más destacadas se menciona su solubilidad en agua, su resistencia a ésta una vez seco y que responde a un fácil manejo y aplicación debido a que no necesita condiciones especiales de uso.

Finalmente, el PVA es un producto no tóxico que presenta una biodegradabilidad mediana y es fácilmente bioeliminable según la norma OECD 302-B.

4.4.4 Selección de la tecnología de producción

Se determina que debido al nivel de precisión que necesita la construcción de los moldes, y los recursos disponibles en un entorno cercano, el uso de tecnología CAD/CAM a base de cortadora laser y CNC Router es el más adecuado, por su rapidez, facilidad y buenos resultados en su terminación.

4.5 VARIABLES

Para la selección de variables se determina dividir la experimentación en 2 grupos, los cuales se definen según el tipo de curvatura simple o compleja que presenten los prototipos. De esta forma, las variables no son fijas para ambos grupos, quedando entonces de la siguiente forma:

Ángulo	Orientacion Fibra	Tipo Huira	Tejido
20°	A favor trama	Fina <0,5 mm espesor <2,0 mm ancho	1x1
50°			2x1
70°	A favor urdimbre	Gruesa <1,0 mm espesor <3,0 mm ancho	3x1

Tabla 5: Variables etapa 1.
Elaboración propia

Etapa 1: Simple Curvatura

Etapa 2: Doble Curvatura

Ángulo	Geometría	Ancho Huira	Tejido
20°	Paraboloide Elíptico	<3,0 mm	1x1
50°	Paraboloide Hiperbólico (P.H)		2x1
	70°	PH Transición	3x1
	PH Revolución	>2,0 mm	

Tabla 6: Variables etapa 2.
Elaboración propia

4.6 UNIDAD DE ESTUDIO

La unidad de estudio para este caso serán las probetas (pieza lista y extraída del molde). La cantidad estará estipulada de un principio a medida que se evalúen las diferentes geométricas. Cada grupo presentan etapas que serán definidas por la familia geométrica que se quiera evaluar.

ETAPA 1		Grupo A	Grupo B	Grupo C	TOTAL:	
ETAPA 1	Plano	Angulo (-)	Tejido (x3)	Huira (x1)	3	
	Parabola	Trama a favor	Angulo (x3)	Tejido (x3)	Huira (x2)	18
		Trama en contra	Angulo (x3)	Tejido (x1)	Huira (x1)	3
	Senoidal	Angulo (x3)	Tejido (x1)	Huira (x1)	3	
						27

Tabla 7: Cantidad de probetas etapa 1. Elaboración propia

ETAPA 2		Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G	TOTAL:
ETAPA 2	Paraboloide Elíptico	Angulo (x3)	Tejido (x2)	Huira (x1)		6
	Paraboloide Hiperbolico	Trama a favor	Angulo (x3)	Tejido (x1)	Huira (x1)	3
		Trama en contra	Angulo (x1)	Tejido (x1)	Huira (x1)	1
	P.H Transición	Trama a favor	Angulo (x3)	Tejido (x1)	Huira (x1)	3
		Trama en contra	Angulo (x2)	Tejido (x1)	Huira (x1)	2
	P.H Revolución	Angulo (x3)	Tejido (x1)	Huira (x1)		3
					18	

Tabla 8: Cantidad de probetas etapa 2. Elaboración propia

A 3D printed structure made of dark brown material, possibly wood or plastic. It features a central dome-like structure with a grid of intersecting lines. Below the dome is a large, flat grid of similar lines. The structure is set against a light gray background.

CAPÍTULO V

Experimentación

5.1 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente experimentación consiste en el estudio del curvado de un material compuesto de fibra de mimbre en forma de huir entramada y un adhesivo de fijación PVA. El fin es generar volúmenes con geometrías de simple y doble curvatura a través del método de curvado machihembrado.

La unidad de estudio está compuesta de probetas que se desarrollan con la ayuda de moldes generados a partir de tecnologías CAD-CAM y que permitan identificar las capacidades morfológicas que presenta dicho material.

El experimento cuenta con dos etapas que se distinguen por el tipo de geometría a probar. La primera etapa involucra las geometrías con curvaturas simples y la segunda las de doble curvatura. Cabe destacar que la técnica de moldeo es siempre la misma, sufriendo solo variaciones de materialidad y composición de los moldes.

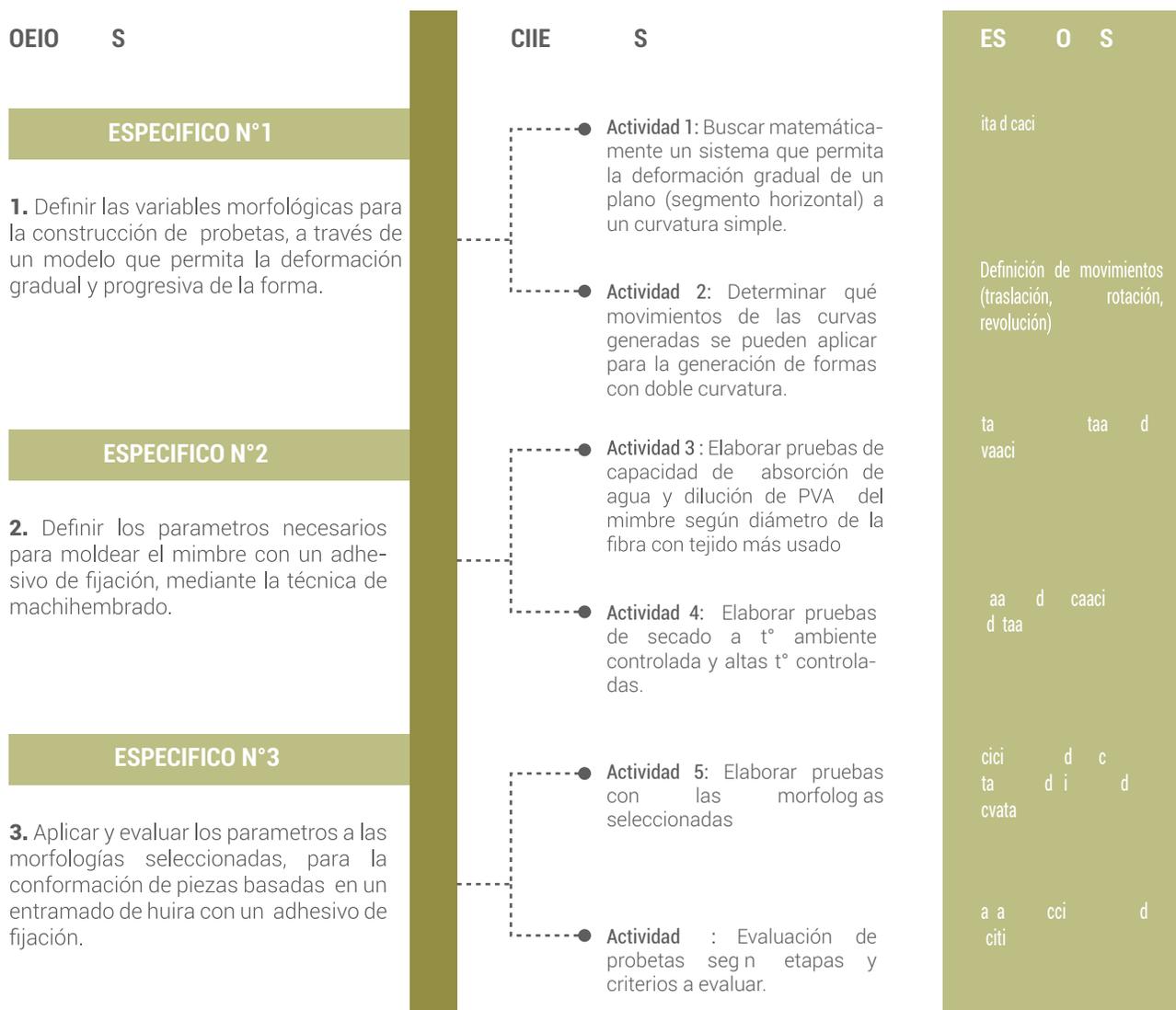


Imagen 12: Esquema de objetivos y actividades.
Elaboración propia

5.2 DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.

La realización del experimento se subdivide en tres partes que logran responder a los objetivos específicos presentados anteriormente, a través de las actividades planteadas para cada una.

PARTE N°1

Definición de las morfologías a evaluar.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Búsqueda de un sistema matemático que permita la deformación gradual de una sección longitudinal de perímetro fijo a través de diferentes angulaciones.

• **Actividad 1:** Buscar matemáticamente un sistema que permita la deformación gradual de un plano (segmento horizontal) a un curvatura simple.

• **Actividad 2:** Determinar qué movimientos de las curvas generadas se pueden aplicar para la generación de formas con doble curvatura.

Definición de las Morfologías

El estudio se centra en responder a la hipótesis que propone dar forma una trama de mimbre sin necesidad de una estructura de sostén de por medio. Debido a esto, se decide que la definición de las geometrías a evaluar deben ser progresivas a través de una deformación gradual de un segmento. Dicho segmento debe tener una distancia determinada que no variará a medida que se curve.

Es así, como a partir de una sistema de ecuaciones (figura x), el cual determina una longitud fija y el cambio de angulación, se logran generar las curvas llamadas posteriormente como curvas principales. Se entiende como curva principal aquella que inicia todas las formas de la experimentación, ésta se define según el sistema de ecuaciones planteado. Dicha curva permanece con una longitud mínima de 200 mm y determina el tamaño máximo de cada prueba.

De acuerdo a los resultados de la fórmula y a la construcción de las geometrías en un programa de modelamiento 3D, se determina que la angulación en las piezas varía con un rango de diferencia notoria entre intervalos de 20° a 30°, seleccionando las parábolas con angulación: 20°, 50° y 70° para la construcción y fabricación de los moldes finales.

Ecuaciones:

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{y}{x} \quad \wedge \quad x^2 + y^2 = c^2$$

luego:

$$\Rightarrow \operatorname{tg}^2(\theta) = \frac{y^2}{x^2}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}^2(\theta) = \frac{c^2 - x^2}{x^2}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}^2(\theta)x^2 = c^2 - x^2$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}^2(\theta)x^2 + x^2 = c^2$$

$$\Rightarrow (\operatorname{tg}^2(\theta) + 1)x^2 = c^2$$

$$\Rightarrow \sec^2(\theta)x^2 = c^2$$

$$\Rightarrow \sec^2(\theta)x^2 - c^2 = 0$$

$$\Rightarrow (\sec(\theta)x - c)(\sec(\theta)x + c) = 0$$

$$\Rightarrow \sec(\theta)x - c = 0 \quad \vee \quad \sec(\theta)x + c = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{c}{\sec(\theta)} \quad \vee \quad x = -\frac{c}{\sec(\theta)}$$

$$\Rightarrow x = \frac{c}{\sec(\theta)}$$

por tanto

$$\Rightarrow y = \sqrt{c^2 - \frac{c^2}{\sec^2(\theta)}}$$



$$c = 100$$

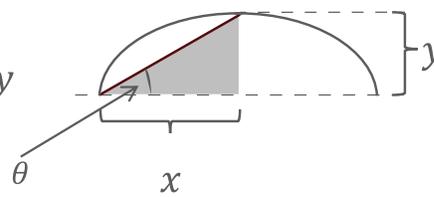
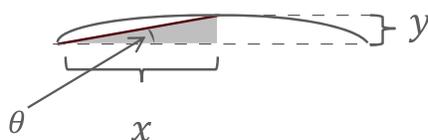


Imagen 13: Desformación gradual de la curva.

En una segunda etapa se determinaron los movimientos de dichas curvas que permitan la generación de formas en doble curvatura, simple o compleja. Nuevamente se busca una evolución de la forma gradual que empiece con curvaturas simple que respondan a morfologías de mimbre existentes en la actualidad, para evolucionar a geometrías más complejas y no existentes en el mercado.

De esta forma, se combinan los tres movimientos principales para la generación de morfologías que son: Traslación, Rotación y Revolución.

Resultados

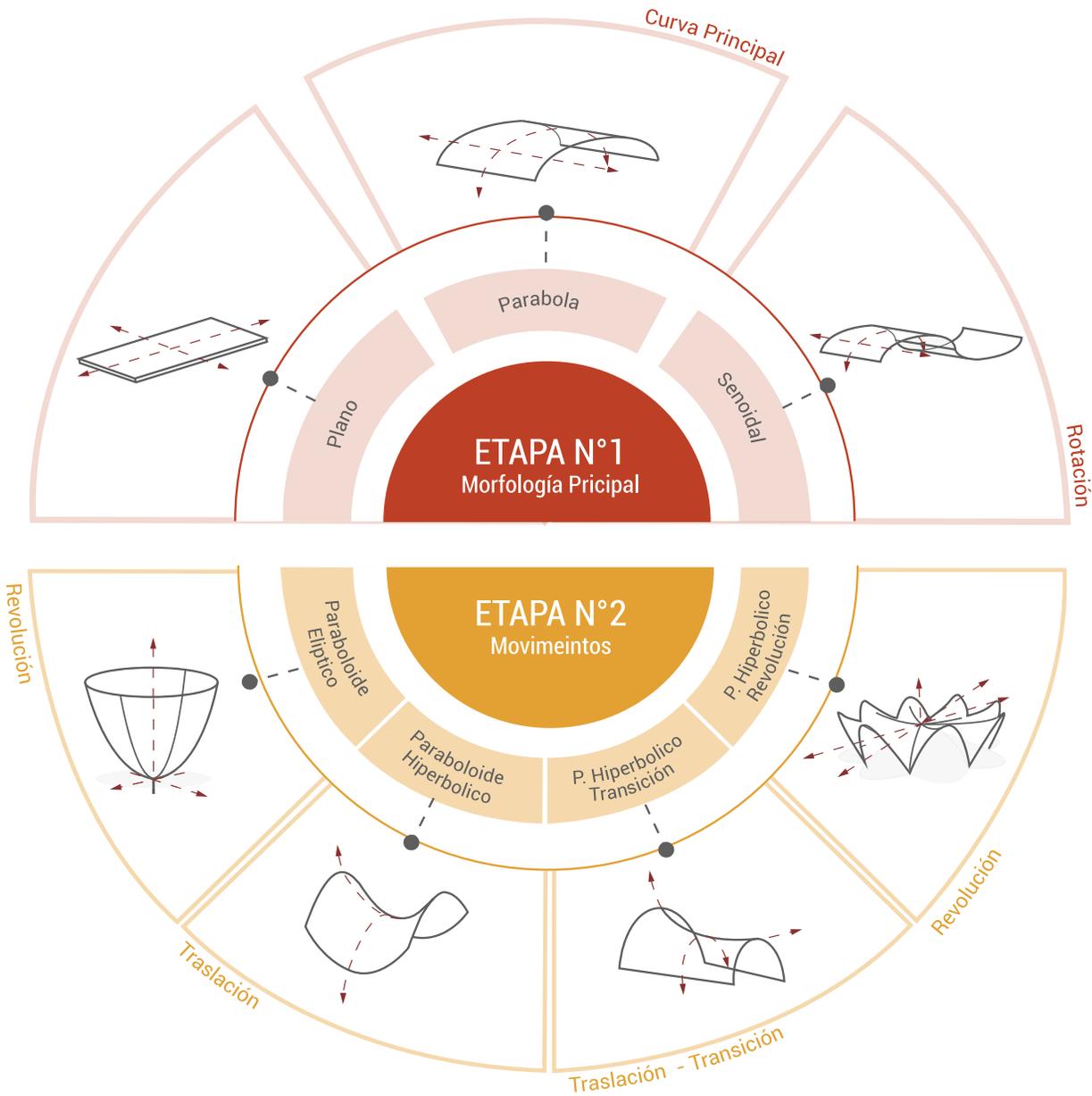


Imagen 14: Esquema morfologías y movimientos por etapas. Elaboración propia

PARTE N°2

Definición de parámetros para probetas.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Definir el tiempo de absorción y cantidad de dilución de mezcla PVA con agua para establecer parámetros de aplicación a las probetas.

● *Actividad 3: Elaborar pruebas de capacidad de absorción de agua y dilución de PVA del mimbre según diámetro de la fibra con tejido más usado*

● *Actividad 4: Elaborar pruebas de secado a t° ambiente controlada y altas t° controladas.*

a. ABSORCIÓN

Finalidad

Determinar el tiempo de saturación de las fibras según su espesor para así definir un tiempo de remojo mínimo de las probetas.

Procedimiento

Se someten 3 huiras gruesas ($\geq 3\text{mm}$ anchura x $\geq 1\text{ mm}$ espesor) y 3 huiras finas ($\leq 2\text{mm}$ x $\leq 0,5$) de longitud 10 cm a un recipiente con agua, todas previamente pesadas en seco. Se pesan las huiras en intervalos de 5 min por un periodo total de 60 minutos.



Imagen 15: Huiras en remojo de agua.
Elaboración propia



Imagen 16: Pesaje de las huiras.
Elaboración propia

Resultados

Huira Fina

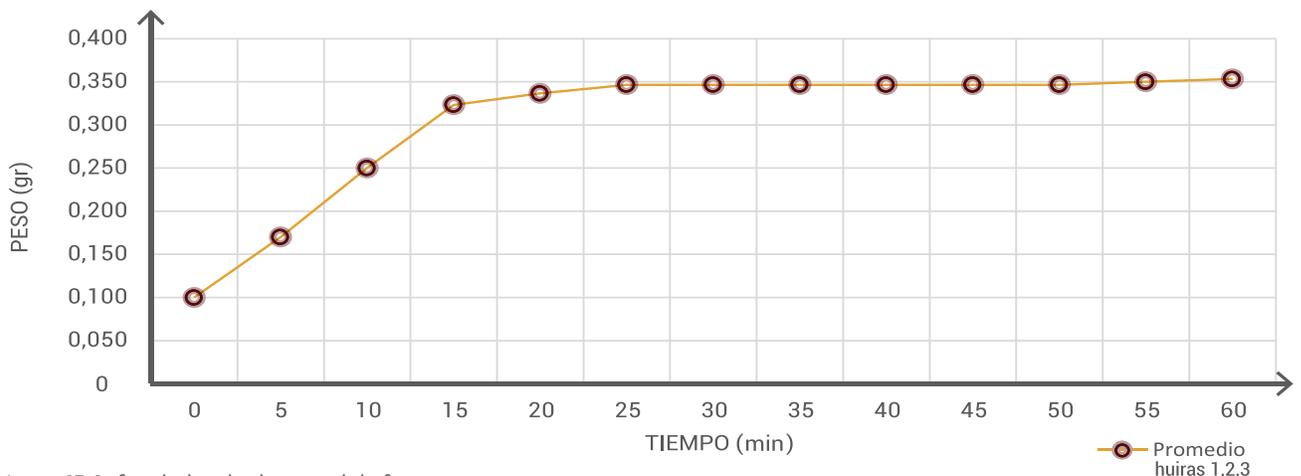


Imagen 17: Gráficos de absorción de agua en huira fina
Elaboración propia.

Huira Gruesa

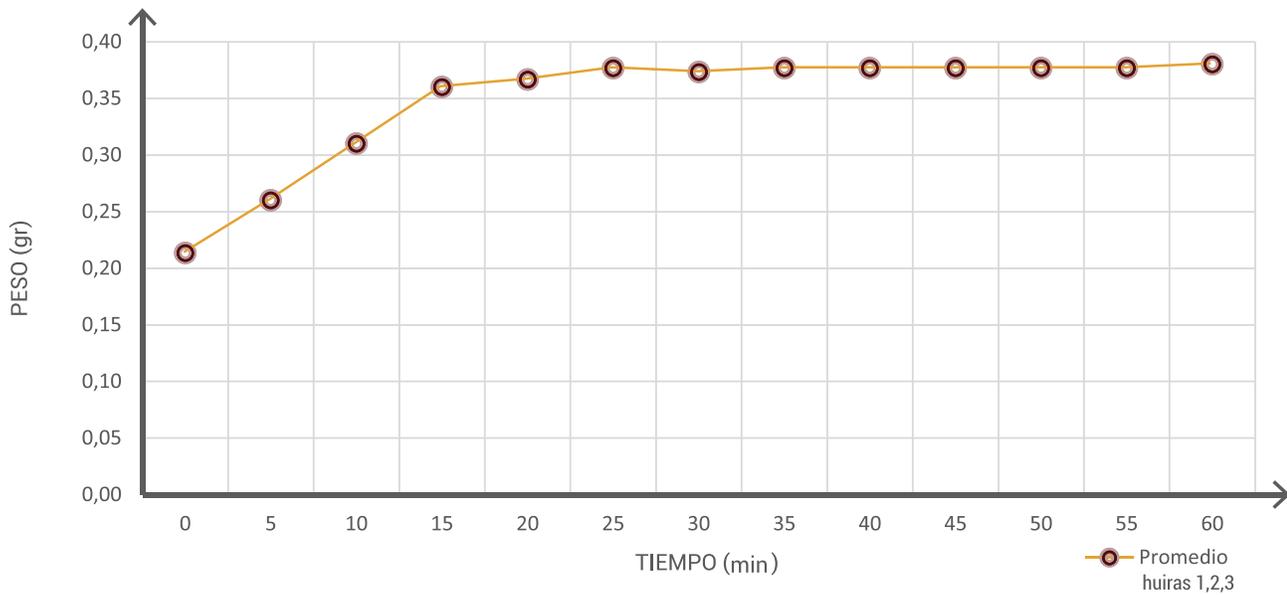


Imagen 18: Graficos de absorcion de agua en huira gruesa
Elaboración propia.

ANÁLISIS RESULTADOS:

Se considerará el tiempo de absorción como el tiempo transcurrido hasta que el peso de la huira no sufra variación y la tasa de absorción como la variación de peso en cada medición.

De los datos que provienen del experimento con la huira fina se observa que los primeros 15 minutos la huira absorbe agua de manera considerable ya que en cada medición su peso aumenta 0,7 gr, durante los minutos 15 y 25 la tasa de absorción disminuye (el peso aumenta 0,002 gr y luego 0,001 gr) para luego, a partir del minuto 25, ser nula puesto que el peso se mantiene constante en 0,35 gr.

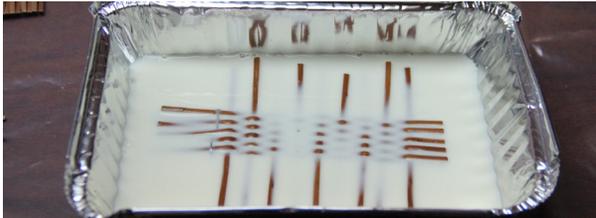
Por otra parte, los resultados obtenidos con la huira gruesa indican que durante los primeros 15 minutos la huira absorbe 5 gr cada 5 minutos, entre los minutos 15 y 25 el peso aumenta 0,01 gr en cada medición y desde el minuto 25 el peso es constante y es de 0,38 gr, lo cual indica que desde ese momento la huira ya no absorbe agua.

Por lo tanto, el tiempo de absorción para ambas huiras es de 25 min (o bien la tasa de absorción es nula a partir del minuto 25).

b. DILUCIÓN PVA / AGUA

Finalidad: Determinar la cantidad de adhesivo PVA diluido en agua que es necesaria para lograr una mezcla homogénea del material de manera que el adhesivo sea absorbido por la fibra sin acumulaciones externas o notorias. Posteriormente determinar cual de éstas fija mejor una curva con la técnica de machimbrado.

Procedimiento: Se fabrican 18 probetas con trama de 1x1 de tamaño 15 cm x 3 cm. De éstas, la mitad son fabricadas con huir delgada (2 mm) y la otra mitad con gruesa (3mm).



Homogeneidad, fase en plano.

Se considerarán 9 probetas de huir delgada y 9 de huir gruesa. Cada una de ellas se someten, a una solución de PVA con agua que pesa en total 100 g, por un intervalo de 30 minutos. La concentración de PVA por probeta varía desde 10 g hasta 90 g (cada 10 g).

Antes de sumergir las probetas en la solución se pesa cada una en seco y posteriormente a los 30 min, esto genera nociones de cuánto es lo que absorbe cada probeta dependiendo de la densidad de la solución en la cual se sumerge.

Fijación, fase curvada.

En una etapa posterior, se eligen las probetas con mejor aspecto en homogeneidad y se someten nuevas tramas (5 finas y 5 gruesas) a pruebas de curvado a través de moldes, evaluando cual de ellas conservan de mejor manera la forma inicial y la fijación del entramado así como su fragilidad al tacto.

Criterios de evaluación:

Homogeneidad

Considera las fallas notorias de acumulación de PVA



1
Notorio

2
Semi Notorio

3
No Notorio

Fijación fibra

Se mide la capacidad de fijación al tacto de la fibra



1
Fija

2
Semi fija

3
Suelta

Imagen 19: Criterios de evaluación
Elaboración propia.

Resultados:

A continuación se presentan las tablas de evaluación según mezclas y los criterios definidos.

Huir Fina

	10 grs / 90 grs PVA / Agua	20 grs / 80 grs PVA / Agua	30 grs / 70 grs PVA / Agua	40 grs / 60 grs PVA / Agua	50 grs / 50 grs PVA / Agua	60 grs / 40 grs PVA / Agua	70 grs / 30 grs PVA / Agua	80 grs / 20 grs PVA / Agua	90 grs / 10 grs PVA / Agua
Homogeneidad	1	1	1	1	2	3	3	3	3
Fijación fibra	3	3	2	1	1	1	1	1	1
TOTAL	4	4	3	2	3	4	4	4	4

Tabla 9: Evaluación de probetas huir fina con mezcla pva según criterios. Elaboración propia.

Huira Guesa

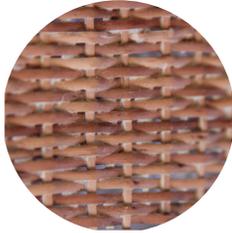
	10 grs / 90 grs PVA / Agua	20 grs / 80 grs PVA / Agua	30 grs / 70 grs PVA / Agua	40 grs / 60 grs PVA / Agua	50 grs / 50 grs PVA / Agua	60 grs / 40 grs PVA / Agua	70 grs / 30 grs PVA / Agua	80 grs / 20 grs PVA / Agua	90 grs / 10 grs PVA / Agua
Homogeneidad	1	1	1	1	1	3	3	3	3
Fijación fibra	3	3	2	2	1	1	1	1	1
TOTAL	4	4	3	3	2	4	4	4	4

Criterios de Evaluación
Probetas con mezcla
Mejor Puntaje

Tabla 10: Evaluación de probetas huira gruesa con mezcla pva según criterios. Elaboración propia.

ANÁLISIS RESULTADOS:

La solución que logra una mezcla homogénea y una mejor fijación es, para la huira fina la compuesta por 40 gr de PVA y 60 gr de agua, y para la huira gruesa es la solución de 50 gr de PVA y 50 gr de agua.



Trama con acumulación de PVA.

Imagen 20: Comparación absorción. Elaboración propia.



Trama sin acumulación de PVA.

Adicionalmente se observó que mientras aumenta la proporción de PVA en la solución, la diferencia de peso entre la huira seca y con PVA disminuye, en consecuencia mientras mayor es la densidad de la solución menor es la capacidad de absorción de ambas huiras (fina y gruesa), esto dado que la solución no es capaz de penetrar la fibra, quedando una fracción de ella en la superficie, por esta razón se descarta el uso de resinas de epoxi y poliéster cuyas densidades son altas. El comportamiento descrito se observa también en el título de Martel (2014); "Estudio de la conformación de un material compuesto en base a fibra de mimbre, Salix Viminalis, y resina epoxi."

Lo anterior se manifiesta en los siguientes gráficos en donde se introduce el término coeficiente de absorción definido como la diferencia de peso entre la huira seca y con PVA:

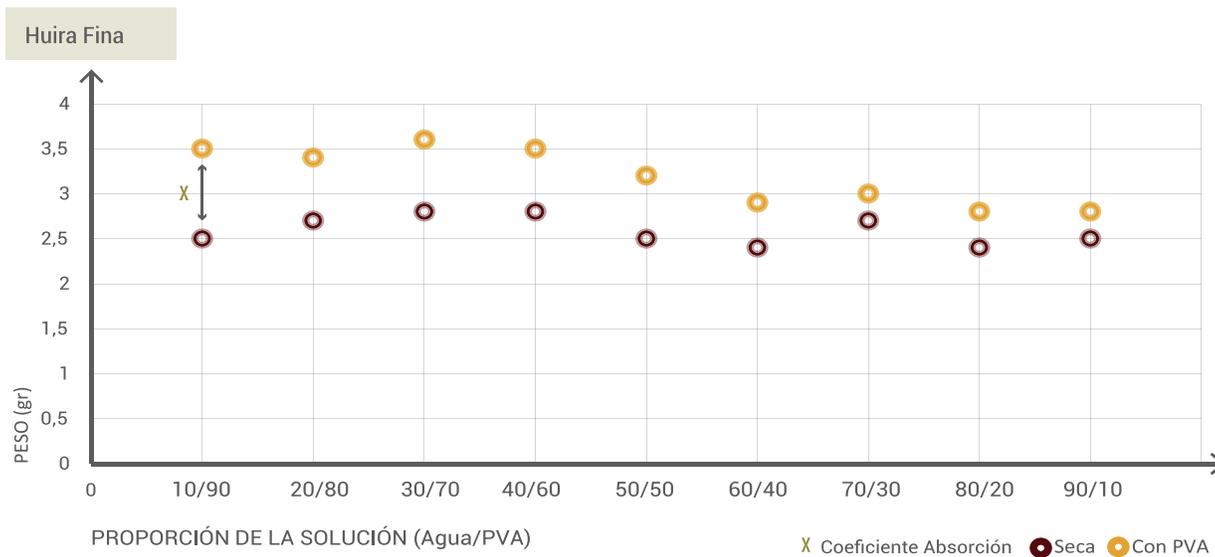


Imagen 21: Gráficos coeficiente de absorción en huira fina. Elaboración propia.

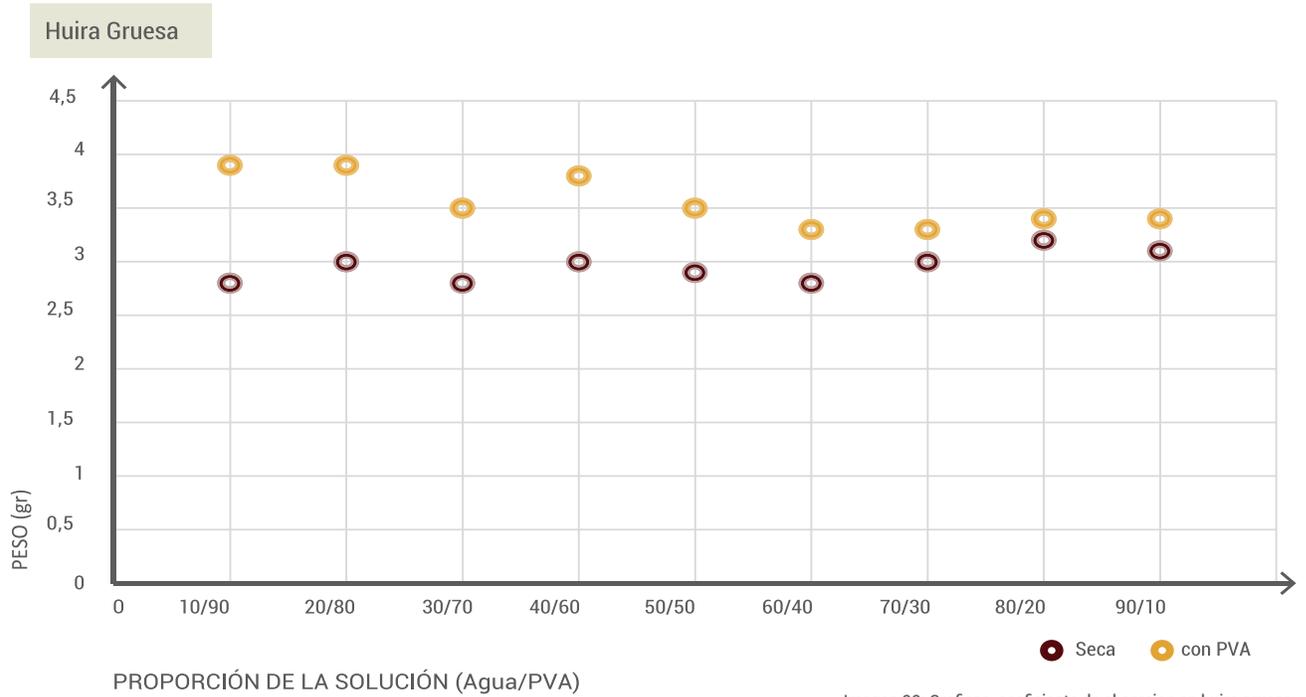


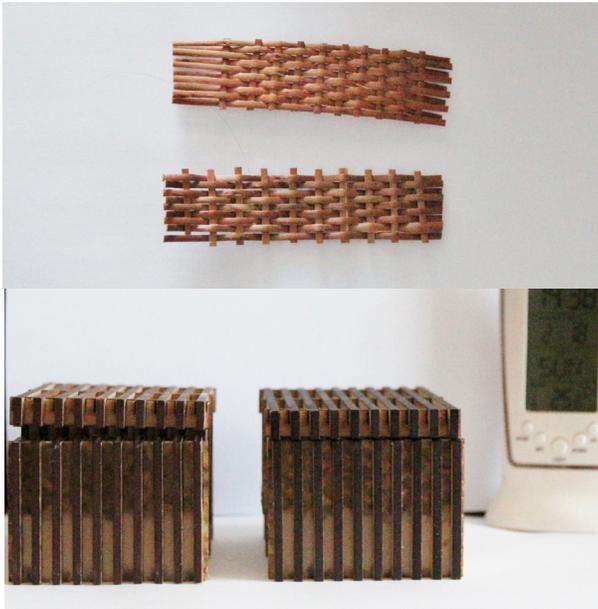
Imagen 22: Graficos coeficiente de absorcion en huira gruesa.
Elaboración propia.

c. SECADO

Finalidad: Determinar el nivel de fijación de las probetas a distintas temperaturas de secado, así como también el tiempo de secado mínimo necesario para fijar las fibras.

Procedimiento: Se fabrican 4 probetas con trama de 1x1 de área 30cm². De éstas, la mitad son fabricadas con huirá delgada (2 mm) y la otra mitad con gruesa (3mm). Asimismo durante esta prueba se descartan los moldes sólidos realizados en la primera etapa ya que estos no contemplan la ventilación necesaria para el secado de las piezas.

Resultados: Temperatura ambiente 25°C



-Temperatura ambiente fija (25°C)
 La prueba consiste en someter dos tramas de huirá con diferentes espesores (grueso y fino) pero de iguales características tanto en superficie, tejido y dilución de PVA, a moldes con la mínima área de ventilación (área de separación entre las costillas en el molde)

Permanecen un tiempo máximo aproximado de 2 horas en moldeado midiendo cada 10 minutos el peso de la probeta.



Area ventilacion
10 mm²



Tiempo secado:
2 horas.



Mediciones
10 min



Area Probeta
30 cm²

Imagen 23: Elaboración de pruebas y criterios a 25°
Elaboración propia.

Fijación de la forma en huirá gruesa y fina a temperatura ambiente 25°C

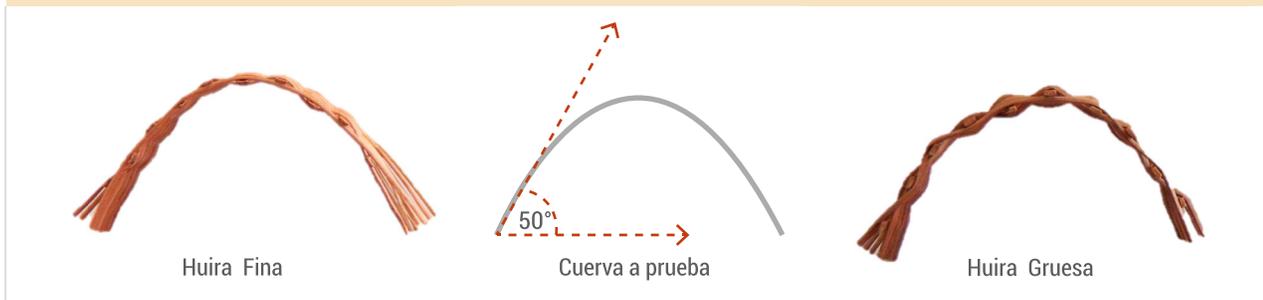
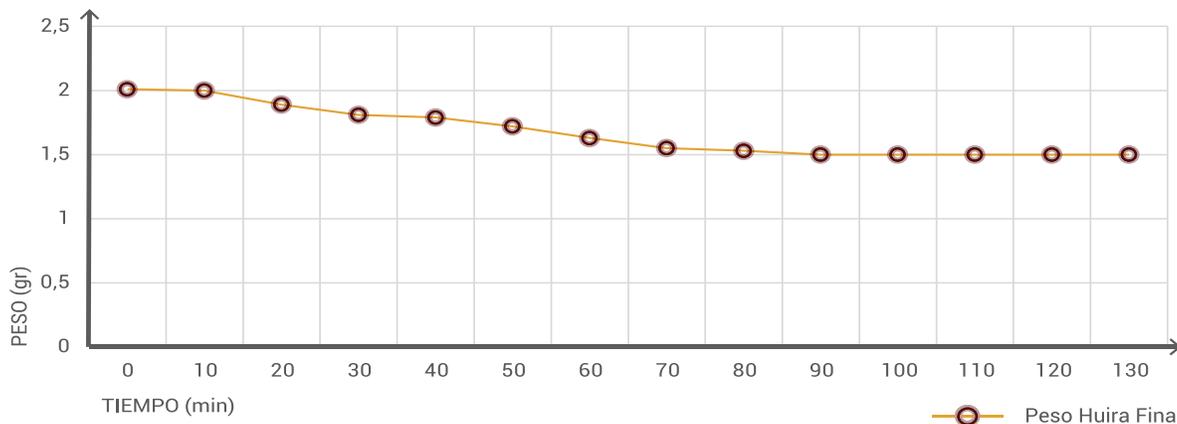


Imagen 24: Diferencia de fijación en huirás a 25 °C
Elaboración propia.

Huirá Fina



Huira Gruesa

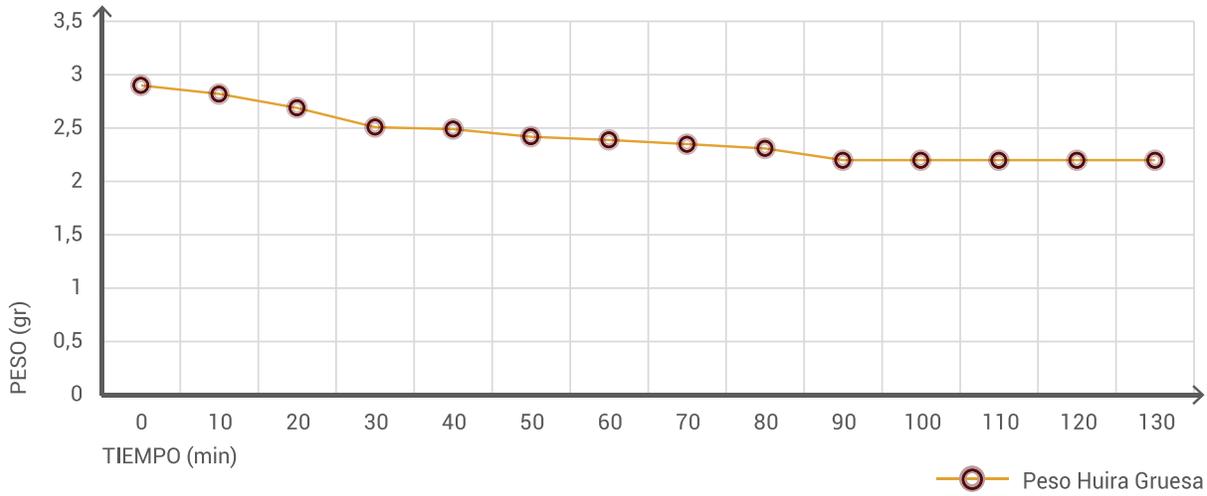


Imagen 25: Graficos de peso probetas a diferentes intervalos. Elaboración propia.

Resultados: Temperatura controlada 100°C



-Temperatura controlada (100°C)

Ambas tramas de huiras se someten, esta vez, a un horno convencional de temperatura controlada a 100°C durante 36 min, midiendo cada 3 minutos el peso de la probeta.



Area ventilacion
10 mm²



Tiempo secado:
36 min.



Mediciones
3 min



Area Probeta
30 cm²

Imagen 26: Elaboración de pruebas y criterios a 100°C. Elaboración propia.

Fijacion de la forma en huiras gruesa y fina a temperatura controlada 100°C

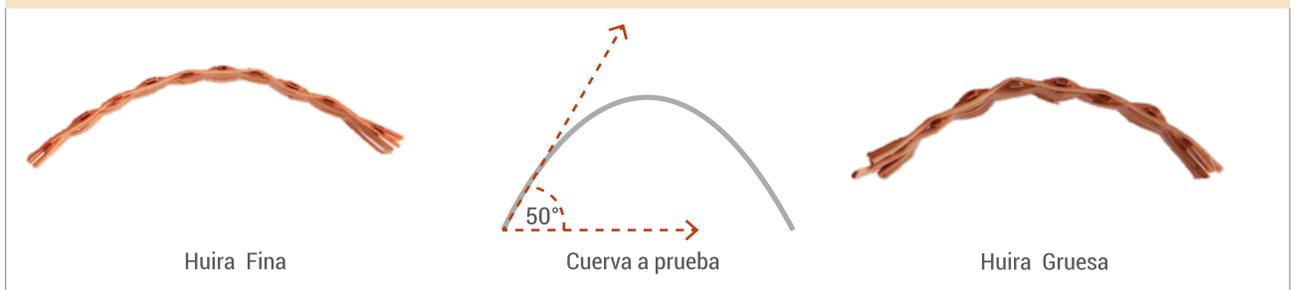
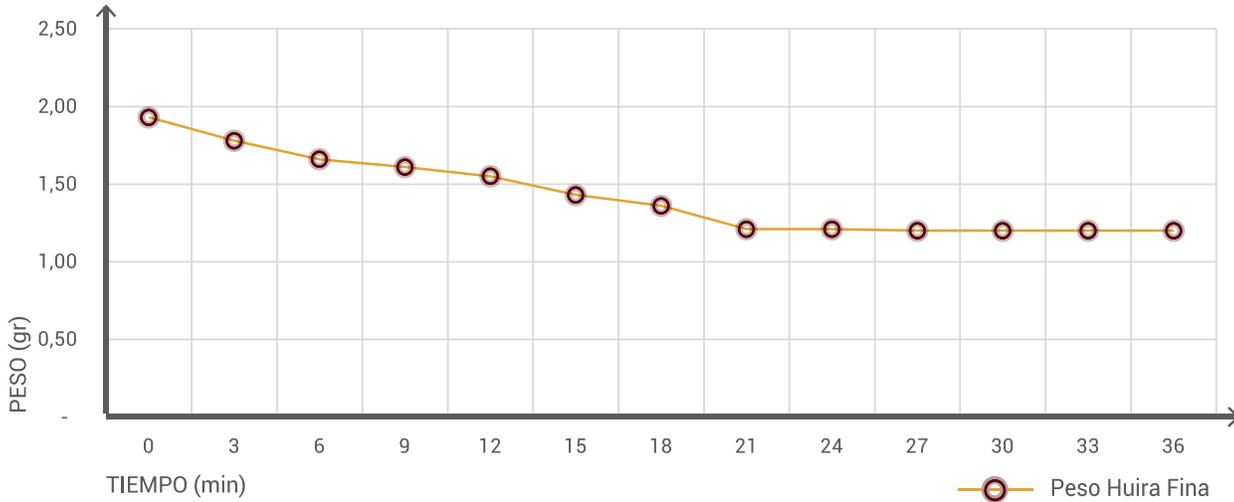


Imagen 27: Diferencia de fijacion en huiras a 100 °C. Elaboración propia.

Huira Fina



Huira Gruesa

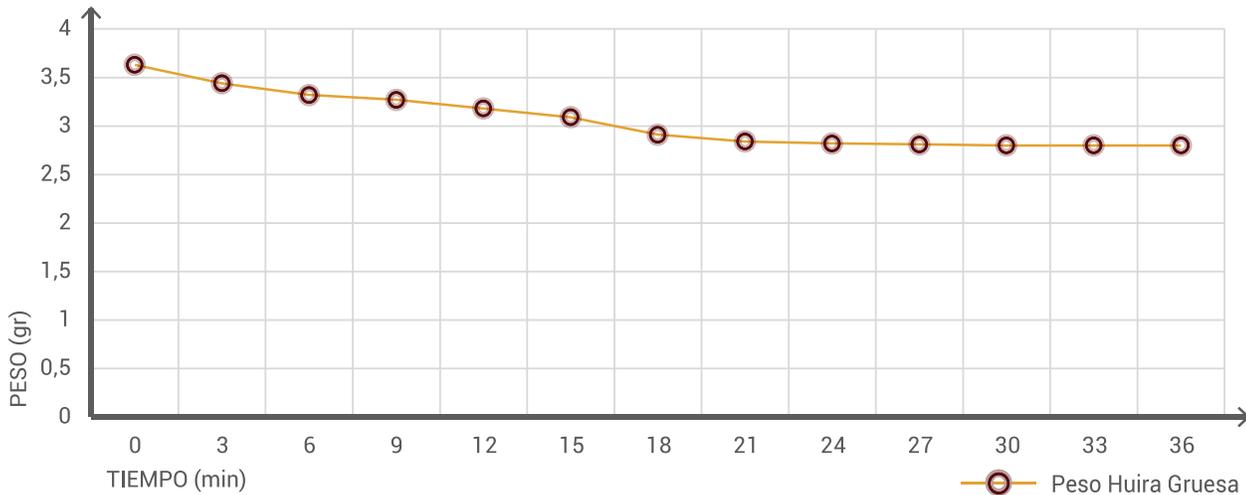


Imagen 28: Gráficos de peso probetas a diferentes intervalos. 100°C
Elaboración propia.

ANÁLISIS RESULTADOS:

Para determinar el tiempo de secado se medirá el peso de la probeta cada cierto tiempo ya que la variación de él es una buena aproximación de la cantidad de agua perdida producto de la evaporación, así si el peso (medido con un decimal) no sufre variación significará que la probeta se ha secado.

Para el experimento de temperatura ambiente fija (25°C) los resultados arrojan que para ambas huiras (fina y gruesa) el peso no sufre variación desde el minuto 90 y por tanto el tiempo de secado es 90 minutos. Por otro lado, para el caso de la temperatura controlado a 100°C, desde el minuto 21 el peso de ambas huiras se mantiene constante (tiempo de secado 21 min).

A pesar de los resultados obtenidos no se puede determinar en general un tiempo de secado, ya que en él influye también el área de la superficie de la prueba y el área de ventilación del molde, lo cual variaría dependiendo del tamaño de la probeta, es por esto que se decide utilizar los tiempos de secado tradicionales de la huira que van de 6 a 12 hrs según el tamaño de la trama.

Por último, en cuanto a la fijación de las probetas, es notoria la deformación que sufren una vez desmoldadas las pruebas secadas a una t° de 100 °C en comparación a las secadas a 25°C. Esto puede deberse a la rápida evaporación que sufre la fibra en el primer caso.

PARTE N°3

Elaboración de probetas de estudio

DESCRIPCIÓN GENERAL

Aplicación de las morfologías y parámetros estudiados para la construcción de probetas de estudio que arrojen información relevante para futuras aplicaciones.

• *Actividad 5: Elaborar pruebas con las morfologías seleccionadas*

• *Actividad 6: Evaluación de probetas según etapas y criterios a evaluar.*

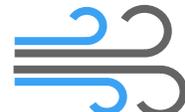
CONSTANTES:



Longitud de la curva principal:
200mm.



Tiempo de remojo:
25 min



Tiempo de secado:
6 a 12 hrs

Preparación de la huirra

Para la elaboración de la trama que compone las probetas se hace necesario un trabajo previo de dimensionado de las huiras, esto según las variables determinadas desde el inicio. Para fines prácticos dentro de la experimentación se llamará huirra gruesa a aquella que mida mas de 3 mm de espesor, y huirra fina a la que sea de 2 mm.

Por otro lado, en la primera etapa se cuenta con una huirra fina que además de tener la variable de ancho 2 mm es de menor espesor que las utilizadas posteriormente, variando de entre 1 a 1,5 mm.

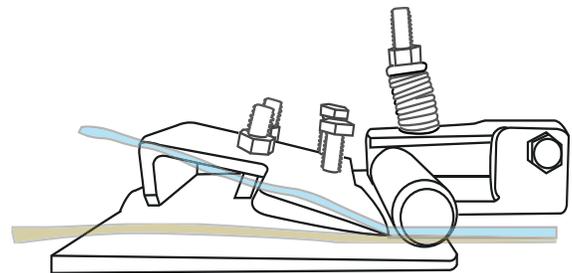


Imagen 29: Ilustración machina para afinar espesor huirra. Elaboracion Propia.

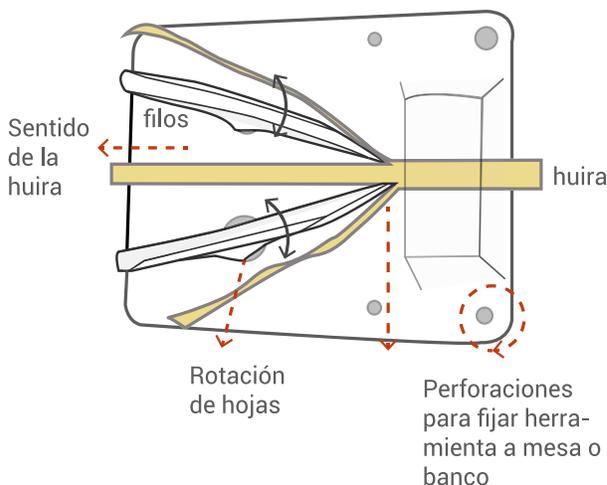


Imagen 30: Ilustración machina para afinar anchura huirra. Elaboración propia.

Preparacion de la Mezcla:

La mezcla variará entre los distintos tipos de huiras. Es así como a partir de las pruebas de dilución mencionadas con anterioridad se seleccionan las mezclas más adecuadas para cada una. Con una balanza de precisión se pesan primero las cantidades necesarias de PVA para luego agregar la cantidad de agua. La mezcla debe quedar homogénea en la totalidad del proceso, por lo que se recomienda volver a mezclarla cada 15 minutos para evitar que el pva decante.

ETAPA N°1

Descripción:

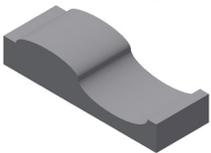
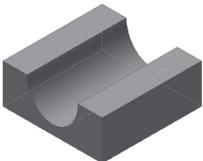
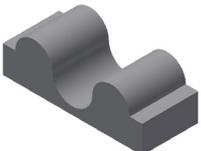
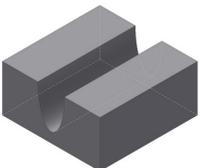
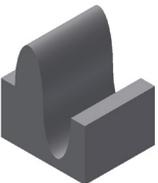
Esta primera etapa consiste en la experimentación de morfologías de curvatura simple las que estarán representadas a través de planos, parábolas y curvas senoidales. De estas tres formas se desprenden 24 probetas de estudio. (esquema con las morfologías, las variables y la cantidad)

		Angulo	Tejido	Huira		
	Grupo A Plano	(-)	(x3)	(x1)	3	
	Grupo B Parabola	Trama a favor	(x3)	(x3)	(x2)	18
		Trama en contra	(x3)	(x1)	(x1)	3
	Grupo C Senoidal	(x3)	(x1)	(x1)	3	TOTAL: 27

Imágen 31: Esquema etapa 1 de variables y cantidad de probetas
Elaboración propia.

Procedimiento:

El proceso de elaboración de probetas en esta primera etapa consta de 4 pasos principales, los cuales se resumen a continuación:

	PARABOLA	SENOIDAL
20°		
50°		
70°		

PASO 1

Construcción de los moldes

La construcción de los moldes se define según las curvas principales mencionadas con anterioridad. Por medio de programas de modelamiento paramétrico se generan moldes y contramoldes que serán físicamente modelados a través de tecnología CNC Router.

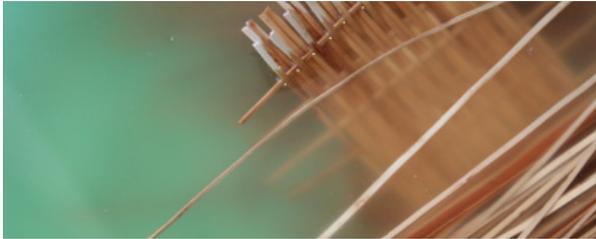
Dichos moldes se constituyen de 7 cortes longitudinales en material mdf de 15 mm de espesor.



PASO 2

Tejidos

La trama se teje en base a un bastidor simple diseñado para esta investigación. Consta de un listón que hace de prensa y que presiona de forma uniforme a las huiras, las que posteriormente formarán el entramado.



PASO 3

Remojo y curvado sin PVA

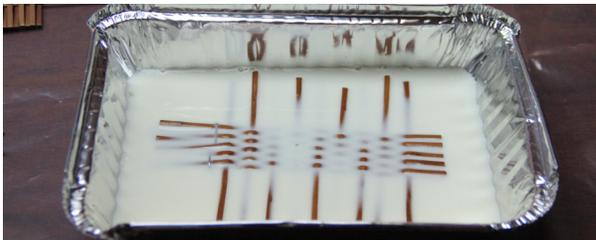
Como paso para verificar la flexibilidad del mimbre y si el entramado de huiras puede satisfacer las demandas de la curva a la que se somete, se hacen primero pruebas en remojo sin solución de PVA.



PASO 4

Prensado sin PVA:

Se presan los prototipos en moldes sellado con polietileno por 5 horas mínimo, independiente del grosor de las huiras que componen la trama. Esto con el fin de que el mimbre se adapte a la forma de los moldes y pueda luego ser moldeado sin necesidad de una contraparte que lo presiones.



PASO 5

Impregnación.

Este paso es la impregnación a través del remojo de la pieza de huiras entramada en solución de PVA-Agua. La diferenciación está dada en las primeras pruebas de dilución donde la huiras delgada será sometida a una mezcla de 40/60 y la más gruesa a una de 50/50.



PASO 6

Moldeo en pieza cóncava.

El moldeo durante esta etapa se realizará sólo en la pieza hembra o cóncava debido a la nula ventilación que se provoca al hacer presión con ambas partes. De esta manera la sujeción de la forma se realizará a través de elásticos que presionen en tres puntos (extremos de la curva y centro).

Probetas y variables:

	Ángulo			Huíra		Tejido			Orientación	
	20°	50°	70°	Fina	Gruesa	1x1	1x2	1x3	Favor	Contra
A1	—	—	—		✓	✓			—	—
A2	—	—	—		✓		✓		—	—
A3	—	—	—		✓			✓	—	—
B1	✓				✓	✓			✓	
B2	✓				✓		✓		✓	
B3	✓				✓			✓	✓	
B4		✓			✓	✓			✓	
B5		✓			✓		✓		✓	
B6		✓			✓			✓	✓	
B7			✓		✓	✓			✓	
B8			✓		✓		✓		✓	
B9			✓		✓			✓	✓	
B10	✓			✓		✓			✓	
B11	✓			✓			✓		✓	
B12	✓			✓				✓	✓	
B13		✓		✓		✓			✓	
B14		✓		✓			✓		✓	
B15		✓		✓				✓	✓	
B16			✓	✓		✓			✓	
B17			✓	✓			✓		✓	
B18			✓	✓				✓	✓	
B19	✓			✓		✓				✓
B20		✓		✓		✓				✓
B21			✓	✓		✓				✓
C1	✓				✓	✓			✓	
C2		✓			✓	✓			✓	
C3			✓		✓	✓			✓	

Tabla 11: Probetas y sus variables individuales
Elaboración propia.

Criterios a evaluar:

-Homogeneidad:	<i>Uniformidad de la mezcla de PVA sobre la trama.</i>	1 Notoria	2 Semi notoria	3 No notoria
-Textura:	<i>Capacidad del tejido de permanecer sin deformaciones</i>	1 Bueno	2 Regular	3 Malo
-Morfología:	<i>Fidelidad del material a los moldes a los que será sometido</i>	1 Lograda	2 Regular	3 No lograda
-Impregnación:	<i>Absorción del PVA en la fibra medido por la rigidez al tacto.</i>	1 Rígido	2 Semi rígido	3 Suelto

Resultados

	Homogeneidad	Textura	Morfología	Impregnación	TOTAL
A1	3	3	-	2	8
A2	2	2	-	3	7
A3	2	2	-	1	5
B1	1	1	2	1	5
B2	2	2	2	2	8
B3	2	3	2	2	9
B4	1	1	1	1	4
B5	2	1	2	1	6
B6	2	2	2	1	7
B7	1	2	1	1	5
B8	1	2	2	1	6
B9	2	2	2	2	8
B10	2	2	2	2	8
B11	1	3	2	2	8
B12	2	2	2	2	8
B13	1	1	2	2	6
B14	2	2	2	2	8
B15	2	2	2	2	8
B16	1	1	1	2	5
B17	1	2	2	2	7
B18	2	2	2	2	8
B19	1	3	3	3	10
B20	1	2	3	3	9
B21	1	2	2	3	8
C1	1	2	2	1	6
C2	1	1	1	2	5
C3	1	2	2	2	7

Criterios de Evaluación
 Probetas con mezcla
 Probetas con mejor puntaje

Tabla 12: Evaluación probetas según criterios
Elaboración propia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante la etapa 1 se evalúan las probetas elaboradas según los 4 criterios ya definidos. A través de una tabla que combina el número total de probetas según grupos y los parámetros a evaluar es posible seleccionar aquellas con mejor evaluación (puntaje más bajo). Es así, como para el grupo A (Plano), la probeta A3 es la que mejor satisface la evaluación. Para el grupo B (Parábola), la probeta con mejor éxito es la B4, mientras que en el grupo C (Senoidal), la probeta C3 es la que mejor se desempeña.

Al hacer un análisis rápido de dicho estudio, se comprueba que las probetas con mejor éxito al momento de ser evaluadas son aquellas en trama 1x1 de huir gruesa, de ángulos de 50° y con la trama a favor de la curva principal. Sin embargo solo las probetas con la urdimbre a favor de la curva principal pueden ser catalogadas como fracasos, esto se debe a que el espesor de la huir (fina) y la poca cantidad de fibras que soportan la curva hacen que ésta pierda forma una vez desmoldada. El uso de una huir con un espesor de 0,5 mm dificulta la óptima fijación de la fibra, debido a que es la pulpa de la varilla la que absorbe la mezcla y que al quitársela, dejando sólo la corteza, la fibra se ve forzada a absorber menos cantidad de adhesivo.

ETAPA N°2

Descripción:

Esta segunda etapa consiste en la elaboración de probetas en doble curvatura que respondan a la curva principal y vayan ajustándose mediante los movimientos de traslación, rotación y revolución anteriormente mencionados. Además se menciona que según lo concluido en la primera etapa los moldes serán construidos por medio de costillas para permitir la ventilación de la probeta pudiendo así facilitar su secado.

		Angulo	Tejido	Huíra		
	Grupo D Paraboloide Eliptico	(x3)	(x2)	(x1)	6	
	Grupo E Paraboloide Hiperbolico	Trama a favor	(x3)	(x1)	(x1)	3
		Trama en contra	(x1)	(x1)	(x1)	1
	Grupo F P.H Transición	Trama a favor	(x3)	(x1)	(x1)	3
		Trama en contra	(x2)	(x1)	(x1)	2
	Grupo G P.H Revolución	(x3)	(x1)	(x1)	3	
TOTAL:					18	

Imágen 32: Esquema etapa 2 de variables y cantidad de probetas
Elaboración propia.

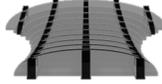
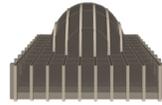
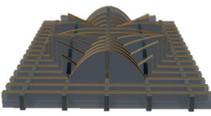
Procedimiento:

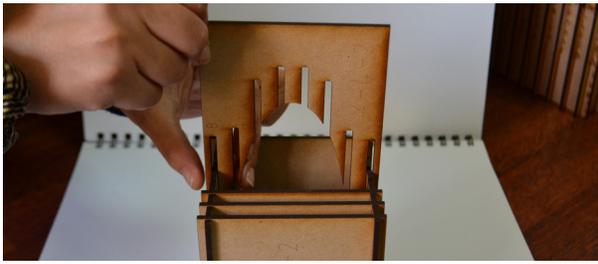
La elaboración de las probetas consta de 6 pasos al igual que la primera etapa y se diferencian en el uso de un contramolde para formar la probeta mediante presión, así como en la composición mediante costillas.

PASO 1

Diseño de los moldes:

El diseño de los moldes se crea a partir de los movimientos mencionados con anterioridad, donde la longitud de la curva principal queda definida como una constante. Cabe destacar el uso de programas paramétricos como Inventor para la generación de formas, así como 123Dmake para la generación de costillas.

	Paraboloide Eliptico	Paraboloide Hiperbolico	P.H Transición	P.H Revolución
20°				
50°				
70°				



PASO 2

Armado y preparación de los moldes

Los moldes están compuestos por piezas de mdf de 3 mm cortados en láser que deben ser ensambladas y encoladas en sus ranuras. Luego se procede al lacado de la pieza que permitirá disminuir la cantidad de desmoldante que se le proporcione al molde.



PASO 3

Tejido de los paños

Para esta etapa la selección de tejidos corresponde a 1x1 y circular. En el caso del primero se construye mediante bastidores que permitan la sujeción de la trama en un extremo. Los circulares son construidos de la misma manera en la que se elaboran los fondos de cesterías.



PASO 4

Remojo en Mezcla:

La pieza se queda remojando 20 minutos en la mezcla. Se retiran los excesos con una brocha previo a su moldeo.



PASO 5

Prensado:

Se somete el paño al molde, fijándolo mediante prensas y cuidando que dicha presión sea pareja en el total de la superficie del molde, teniendo especial cuidado en los bordes. Posteriormente se dejan secar las piezas a temperatura ambiente de 25°C (alcanzados con una estufa eléctrica), durante un período de 12 hrs.



PASO 6

Desmolde:

Se retira la pieza del molde y con un paño se remueven los excesos de cera desmoldante que puedan quedar fijados a ella.

Probetas y variables:

	Ángulo			Huira		Tejido		Orientación		Curva Principal	
	20°	50°	70°	>2mm	<3mm	1x1	Circular	Trama	Urdimbre	200 mm	300mm
D1	✓				✓		✓	—	—	✓	
D2		✓			✓		✓	—	—	✓	
D3			✓		✓		✓	—	—	✓	
D4		✓			✓		✓	—	—		✓
D5	✓				✓	✓		—	—	✓	
D6		✓			✓	✓		—	—		✓
E1	✓				✓	✓			✓	✓	
E2		✓			✓	✓			✓	✓	
E3			✓		✓	✓			✓	✓	
E4	✓				✓	✓		✓		✓	
F1	✓				✓	✓			✓	✓	
F2		✓			✓	✓		✓		✓	
F3			✓		✓	✓		✓		✓	
F4		✓			✓	✓			✓	✓	
F5			✓		✓	✓			✓	✓	
G1	✓				✓	✓		—	—	✓	
G2		✓			✓	✓		—	—	✓	
G3											

 Modificación de la orientación a favor de la curva principal.
 Modificación a la longitud de la curva principal
 — No aplica variable
 - - - - - Se descarta su elaboración a pesar de contruir molde

Tabla13: Probetas y sus variables individuales, etapa 2
Elaboración propia.

Criterios a evaluar:

-Homogeneidad:	<i>Uniformidad de la mezcla de PVA sobre la trama.</i>	-----●-----	1 Notoria	2 Semi notoria	3 No notoria
-Textura:	<i>Capacidad del tejido de permanecer sin deformaciones</i>	-----●-----	1 Bueno	2 Regular	3 Malo
-Morfología:	<i>Fidelidad del material a los moldes a los que será sometido</i>	-----●-----	1 Lograda	2 Regular	3 No lograda
-Impregnación:	<i>Absorción del PVA en la fibra medido por la rigidez al tacto.</i>	-----●-----	1 Rigido	2 Semi rigido	3 Suelto

Resultados

	Homogeneidad	Textura	Morfología	Impregnación	TOTAL
D1	1	2	1	1	5
D2	1	3	2	2	8
D3	3	3	3	3	12
D4	1	2	2	2	7
D5	1	2	1	1	5
D6	1	1	1	1	4
E1	1	2	2	2	7
E2	1	1	1	1	4
E3	1	2	1	1	5
E4	2	1	2	1	6
F1	1	2	2	1	6
F2	1	2	2	1	6
F3	1	2	2	1	6
F4	1	1	1	1	4
F5	1	2	1	1	5
G1	1	1	1	1	4
G2	1	2	1	1	5

■ Criterios de Evaluación

■ Probetas con mezcla

■ Probetas con mejor puntaje

Tabla 14: Evaluación probetas según criterios, etapa 2
Elaboración propia.

ANÁLISIS RESULTADOS:

Al igual que en la primera etapa, se evalúan a través de tablas los criterios por cada probeta. De esta forma, para el grupo D (Paraboloide Elíptico), la probeta con mejor éxito es la numero D6, para el grupo E (Paraboloide hiperbólico) es la numero E2, grupo F (Paraboloide hiperbólico en transición), la probeta F4 y finalmente para el grupo G (Paraboloide hiperbólico Revolución) la G1.

Durante la ejecución del grupo D queda claro que el tejido circular no es apto para la técnica aplicada, debido a que la conformación del tejido presenta huiras superpuestas en forma de urdimbre. Dichas huiras al ser moldeadas y no estar fijas como las centrales, deslizan el tejido quedando espacios amplios (Ver anexos grupo D). Por otro lado, para curvaturas amplias de 50 a 70° sólo son exitosas aquellas probetas en tejidos 1x1 y con una longitud de curva mayor (300 mm) a la planteada desde un inicio (200 mm), de aquí los grupos E, F y G, serán puestos a prueba sólo con tramas 1x1.

Al finalizar la experimentación de la etapa 2 se puede concluir que los entramados son capaces de moldear formas complejas y en distintos grados de angulación; que se deben eliminar los vértices como los de las probetas G y ser modificados por curvas sinodales o curvas suavizadas que eliminen la llegada abrupta del material.

PROTOTIPO FINAL

DESCRIPCIÓN GENERAL

Luego del análisis a las morfologías estudiadas se pretende la combinación de éstas en una morfología final, en la cual se apliquen todas las variables y conclusiones empíricas que pudieron resultar de los análisis previos. Cabe mencionar que este prototipo, de carácter físico-integral, se enfoca netamente en el estudio del ámbito morfológico del material puesto que pretende de manera global entregar información relacionada al comportamiento del mimbre sometido a geometrías complejas.



Imágen 33: Modelo prototipo final seleccionado. Elaboración propia.



Imágen 34: Render opciones de prototipo final. Elaboración propia.



Imágen 35: Diseño 3D descartado. Elaboración propia.

Selección de la forma:

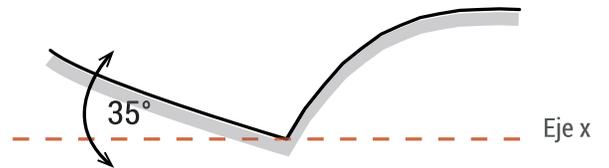
Según las experimentaciones anteriores, las probetas con mayor éxito serían aquellas en tramas 1x1, tanto en simple como doble curvatura. Por otro lado este tejido cobra mayor realce a ser utilizado con la trama a favor de la curva principal si esta sólo se traslada o rota, en el caso de las formas donde dicha curva se revoluciona la combinación del sentido no afecta a la forma final como se visualiza en los grupos D y G. Por esta razón se seleccionan dichos grupos para generar la prueba final y la selección del movimiento de la curva en la geometría final responde netamente a aquella que es considerada más compleja y donde se visualice la mayor cantidad de variables, dentro de ellas se encontrarían las formas por revolución, donde la fibra debe actuar en más de un sentido.

Si bien las formas con curvaturas revolucionadas responden de mejor manera a los ángulos de 50°, lo hacen de manera similar a los ángulos de 20°, lo que deja claro que para esta prueba se hace necesario probar nuevamente la deformación gradual de la curva. Por temas de tiempo, materiales y recursos se recurre a diseñar con la media de estos dos ángulos, quedando así un ángulo de 35° para la prueba final.

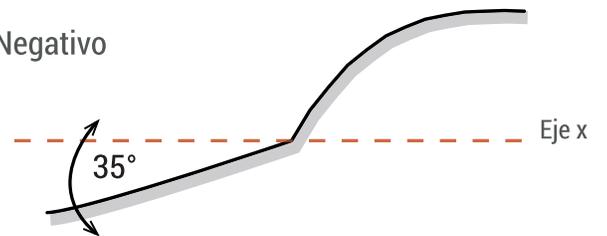
Finalmente se diseñan dos prototipos digitales donde se combinan las formas seleccionadas, ambas con un paraboloide elíptico central de 35° y donde su única diferencia está en el grado de inclinación de las curvas en revolución.

Si bien teóricamente ambos diseños serían aptos para su ejecución, se decide por aquel con ángulo de inclinación negativo, esto debido al tamaño de la prueba (60 cm diámetro) y al tiempo y materiales disponibles para su ejecución.

Positivo



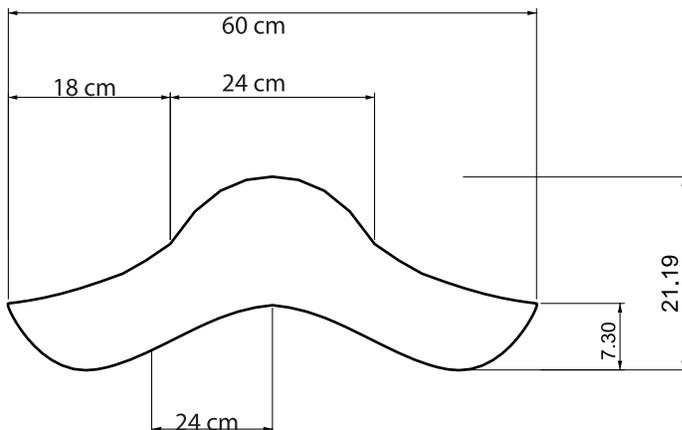
Negativo



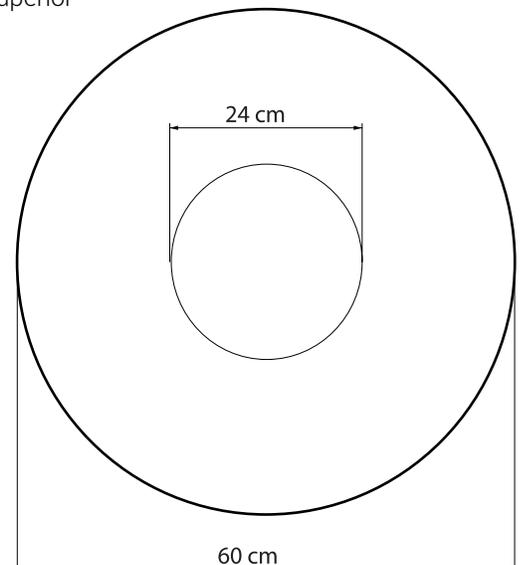
Imágen 36: Esquema angulos positivos y negativos.
Elaboración propia.

Planos generales.

Vista Frontal



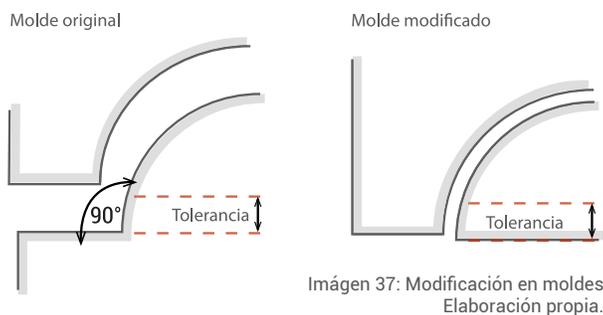
Vista Superior



5.4 CONCLUSIONES EMPÍRICAS

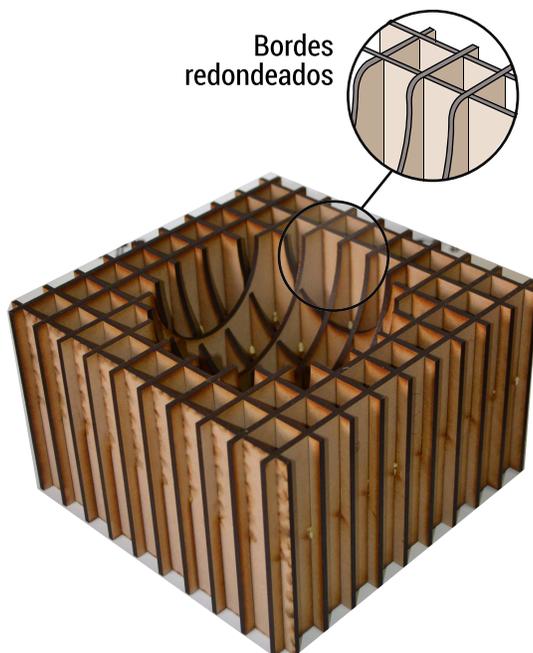
Sobre los moldes

La construcción de los moldes en una primera instancia se diseña con un plano que rodea la forma a la cual se quiere someter el entramado. Debido a esto, el quiebre que se produce en 90 grados genera un desplazamiento de la trama como se pueden observar en los resultados del grupo D (ver anexos fichas de probetas) afectando así la textura final de las pruebas. Esto deja claro que el mimbre si bien es un material flexible, al ser sometido a una angulación mayor de 50° no es capaz de generar ángulos rectos que continúen la forma.



Imágen 37: Modificación en moldes
Elaboración propia.

Por otro lado, es necesario suavizar los bordes de las costillas puesto que en las pruebas de mayor angulación hacen de topes para la fibra entramada, enganchándose o ejerciendo presión en los bordes de las probetas.



Imágen 38: Modificación bordes de moldes
Elaboración propia.

Sobre el impregnación

Si bien la impregnación de las probetas termina siendo exitosa, cabe destacar que se hace sumamente necesario reforzar los bordes y tolerancias de las probetas. Esto debido a que dichas superficies no cuentan con un modelo que fije mediante presión la fibra en la trama y por tanto se recomienda aplicar PVA puro sobre ellas lo cual reforzará el tejido impidiendo así su movimiento al momento del recorte de excedentes.

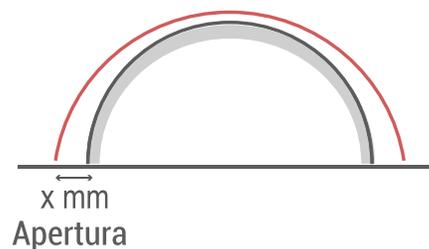
Sobre el tejido.

Como se menciona con anterioridad la trama a moldear no podrá exceder el 1 m². Esto se debe a que durante las pruebas de moldeado en tejidos circulares la superposición de huiras que construyen la trama al ser moldeadas se recogen con la curva, deformando el tejido y perjudicando así la textura y morfología final de la prueba.

Sobre la probeta:

El mimbre se puede catalogar como un material con memoria puesto que una vez moldeado sin aglomerante tiende a deformarse al cabo de unas horas. Es aquí donde la mezcla de adhesivo cumple con el objetivo de darle forma, sin necesidad de una estructura. Asimismo es importante destacar que si bien el mimbre con mezcla de PVA logra fijar las morfologías estudiadas éstas siempre tienden deformarse levemente.

Para el caso de la huir gruesa, la media de las probetas estudiadas indica que existe una leve tendencia a la deformación, produciéndose una apertura de 0,2 mm a 0,3 mm sobre la curva principal. Para la huir fina la deformación es un poco más notoria y va en un rango de apertura de 0,4 a 0,5 mm.



Imágen 39: Explicación apertura final en probetas.
Elaboración propia.



CAPÍTULO VI

Categorización y Mecanizado

6.1 CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

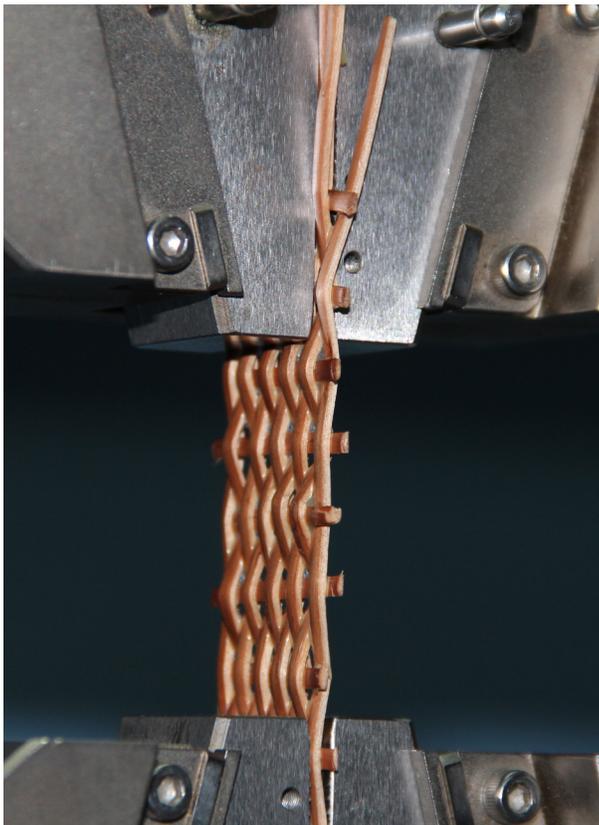
Para catalogar el material se harán las pruebas de tracción necesarias de forma de obtener el comportamiento del material bajo distintas cargas y la relación densidad/módulo de young.

6.1.1 Prueba de Tracción

Es una prueba que mide la resistencia del material al ser estirado por una fuerza constante aplicada paulatina y progresivamente hasta que el material ceda provocando la rotura de éste.

Una muestra del material (probeta) es sujeta en cada extremo por una pinza y cada una de ellas ejercerá una fuerza de estiramiento hasta la rotura del mismo.

En este caso, se someten a ésta prueba 4 probetas de huir gruesa de ancho < 3mm previamente sometidas a una mezcla PVA/Agua de proporción 50/50.



Imágen 40: Pruebas de mecanizado
Elaboración propia.

6.1.2 Resultados:

El coeficiente de correlación indica si existe una relación lineal entre la carga y el desplazamiento, en este caso, el coeficiente es 0,52 y por tanto existe levemente una relación directa (relación proporcional) entre la carga y el estiramiento.

Por otra parte, el modulo de young obtenido (considerando la media de las cargas aplicadas y la media del desplazamiento máximo) sitúa al material en la zona de maderas, específicamente entre maderas de balsa y pinos en general.

Sin embargo, no es posible clasificar el material de forma precisa ya que la cantidad de pruebas es insuficiente (por lo general es necesario realizar 10 pruebas como mínimo), por lo que se recomienda realizar nuevamente la prueba para certificar su clasificación.

Área inicial	Largo inicial	Densidad
30 cm ²	9,8 cm	0,45 mg/m ³
Pr N°	Carga máx. (N)	Desp. máx (mm)
1	1342.77869	7.80144
2	1161.65735	7.46369
3	977.63306	5.40156
4	1170.23621	4.17631
Media	1252.21802	7.632565

Correlación	Modulo Young
0,52	0,24 GPa

Tabla 15: Datos arrojados por pruebas de tracción. Elaboración propia.

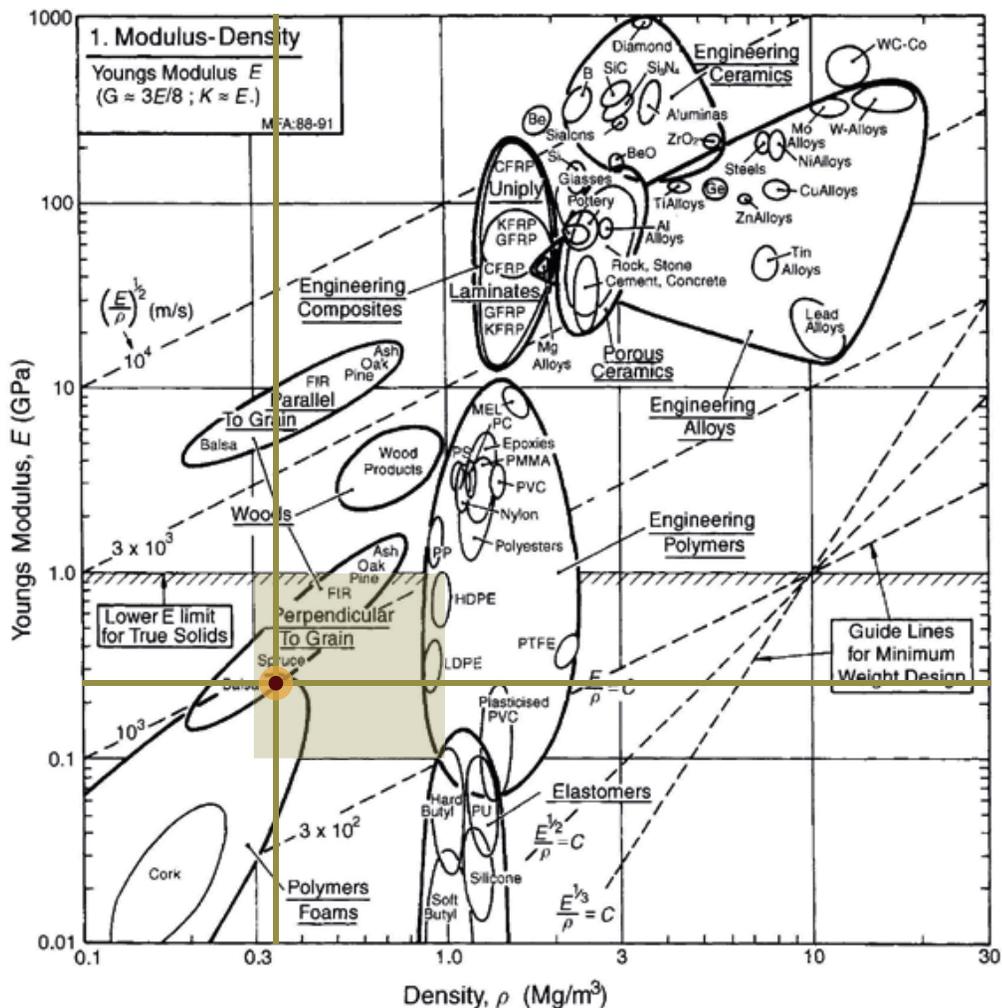


Imagen 41: Grafico categorización del material. Elaboración propia.

6.2 MECANIZADO DE PROBETAS

Para conocer el comportamiento del material en procesos de mecanizado se realizaron pruebas tomando como referencia la norma ASTM D 1666-87, (Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood Base Materials) la cual establece el procedimiento de trabajo para la realización de ensayos de trabajabilidad en madera, en ella se menciona que la evaluación de las probetas se debe realizar mediante una inspección visual, identificando la fibra levantada, marcas de cuchillo y fibra apelmada, en procedimientos de cepillado, barrenado, moldurado, torneado y lijado.

Las probetas fueron sometidas a pruebas de corte, torneado y fueron procesadas según las condiciones se describen en el esquema

Dependiendo de la magnitud de los defectos se clasifican las probetas sobre la base de la siguiente escala. (Esquema x)

Clase	Descripción
1	Muy buena, sin defectos
2	Buena, defectos de intensidad mínima.
3	Satisfactorio, los defectos pueden desaparecer en el siguiente paso de trabajo
4	Suficiente, los defectos pueden desaparecer en el siguiente paso, pero con mayor aplicación.
5	Deficientes, defectos graves

Tabla 16: Evaluación según ASTM 1666-87
Elaboración propia.

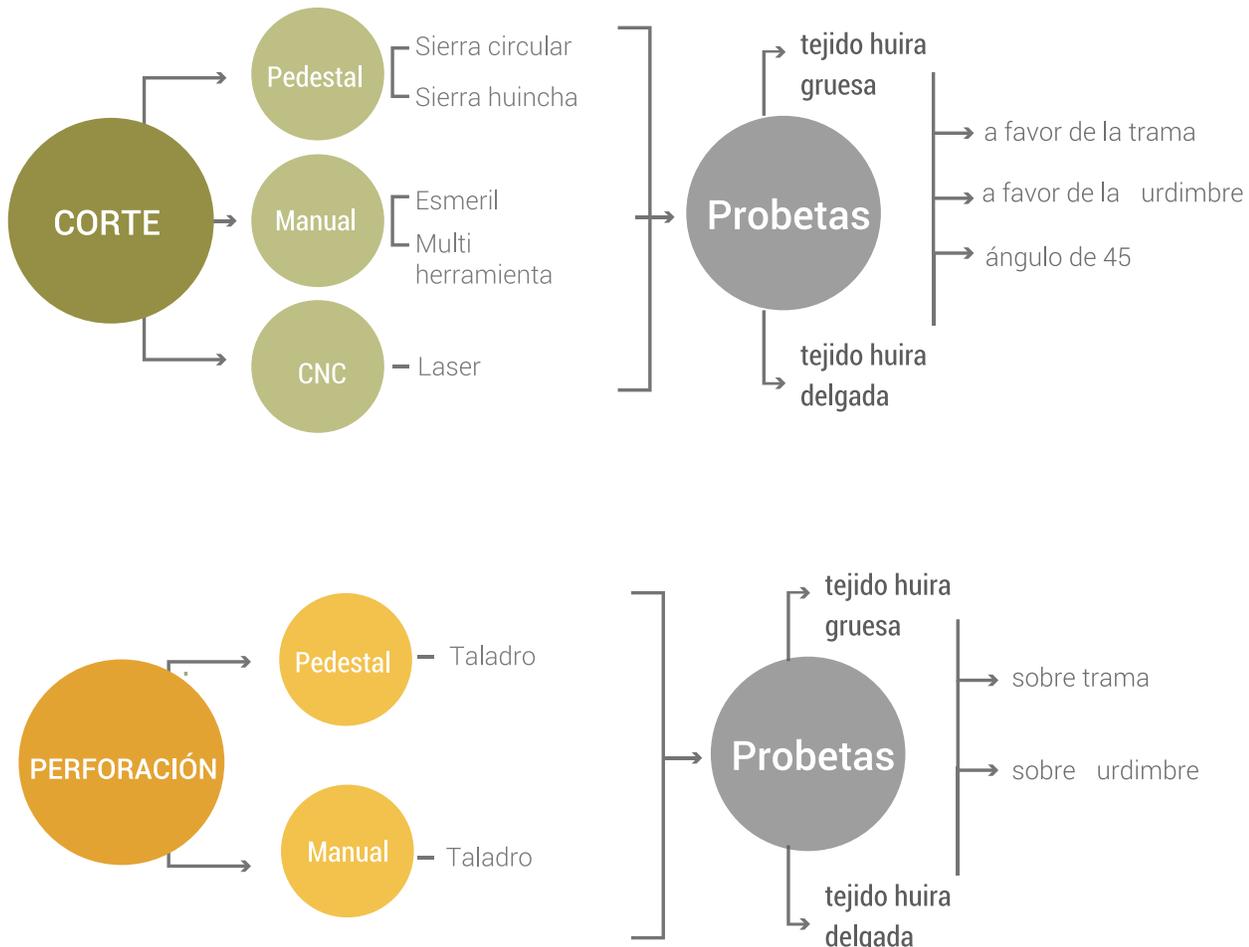
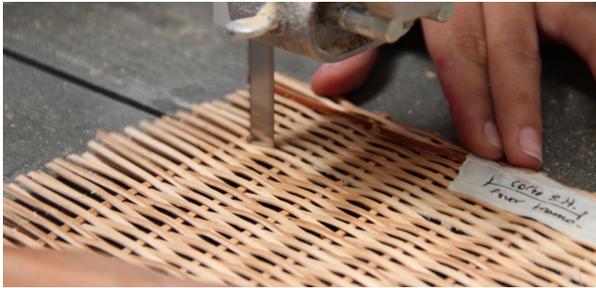


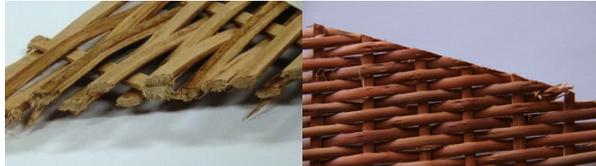
Imagen 41: Etapas y variables del mecanizado.
Elaboración propia.

6.2.1 CORTE



Sierra Huincha	Tejido huira gruesa y delgada	
Potencia : 1800 Watts Velocidad : 4700 RPM	PRUEBA	Subre trama
	CORTE	Subre urdimbre
	SOBRE	En ángulo de 45°

Corte en Ángulo de 45°



Corte sobre trama



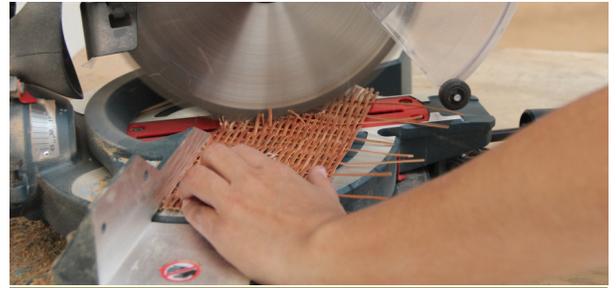
Corte sobre urdimbre



Clasificación

		1	2	3	4	5
Huirra fina	Trama			✓		
	Urdimbre		✓			
	45°				✓	
Huirra gruesa	Trama			✓		
	Urdimbre		✓			
	45°			✓		

Tabla 17: Evaluación mecanizado sierra huincha. Elaboración propia.



Sierra Circular	Tejido huira gruesa y delgada	
Potencia : 1100 Watts Velocidad : 500/ 1000 RPM	PRUEBA	Subre trama
	CORTE	Subre urdimbre
	SOBRE	En ángulo de 45°

Corte en Ángulo de 45°



Corte sobre trama



Corte sobre urdimbre



Clasificación

		1	2	3	4	5
Huirra fina	Trama					✓
	Urdimbre			✓		
	45°			✓		✓
Huirra gruesa	Trama					
	Urdimbre			✓		
	45°			✓		

Tabla 18: Evaluación mecanizado sierra circular. Elaboración propia.



Esmeril 4,5	Tejido huira gruesa y delgada	
Potencia : 670 Watts Velocidad : 11000 RPM	PRUEBA	Subre trama
	CORTE	Subre urdimbre
	SOBRE	En angulo de 45°



Multiherramienta	Tejido huira gruesa y delgada	
Potencia : 175 Watts Velocidad : 10000 RPM	PRUEBA	Subre trama
	CORTE	Subre urdimbre
	SOBRE	En angulo de 45°

Corte en Ángulo de 45°



Corte en Ángulo de 45°



Corte sobre trama



Corte sobre trama



Corte sobre urdimbre



Corte sobre urdimbre



Clasificación

		1	2	3	4	5
Huira fina	Trama		✓			
	Urdimbre			✓		
	45°		✓			
Huira gruesa	Trama		✓			
	Urdimbre			✓		
	45°		✓			

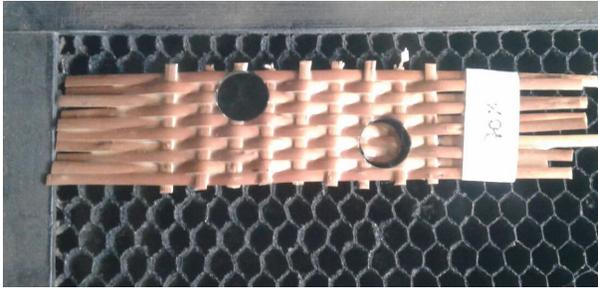
Tabla 19: Evaluación mecanizado esmeril
Elaboración propia.

Clasificación

		1	2	3	4	5
Huira fina	Trama		✓			
	Urdimbre	✓				
	45°		✓			
Huira gruesa	Trama		✓			
	Urdimbre		✓			
	45°			✓		

Tabla 20: Evaluación mecanizado multiherramienta.
Elaboración propia.

6.2.2 PERFORACIÓN



Láser	Tejido huira gruesa y delgada	
Potencia : 85% Velocidad : 9,0%	PRUEBA CORTE SOBRE	Subre trama
		Subre urdimbre



Taladro manual	Tejido huira gruesa y delgada	Separación
Potencia : 350 Watts Velocidad : 1400 RPM	PRUEBA PERFORACIÓN	Subre trama
		Subre urdimbre
		40 mm



Corte en huira fina



Perforación broca madera 6mm



Corte en huira gruesa



Perforación broca madera 8mm



Perforación broca madera 10mm

Clasificación

		1	2	3	4	5
Huira fina	Trama	✓				
	Urdimbre	✓				
	45°	✓				
Huira gruesa	Trama	✓				
	Urdimbre	✓				
	45°	✓				

Tabla 21: Evaluación mecanizado láser
Elaboración propia.

Clasificación

		Huira Fina	Huira Gruesa
6mm	Trama	3	2
	Urdimbre	3	3
8mm	Trama	5	5
	Urdimbre	5	5
10 mm	Trama	5	5
	Urdimbre	5	5

Tabla 22: Evaluación mecanizado taladro manual
Elaboración propia.



Taladro de pedestal	Tejido huira gruesa y delgada	Separación
Potencia : 350 Watts Velocidad :1400 RPM	PRUEBA PERFORACIÓN	Subre trama Subre hurdimbre
		40 mm



Taladro manual	Tejido huira gruesa y delgada	Separación
Potencia : 350 Watts Velocidad :1400 RPM	PRUEBA PERFORACIÓN	Subre trama Subre hurdimbre
		40 mm

Perforación broca madera 6 mm



Perforación saca bocado 50mm



Perforación broca madera 8 mm



Perforación saca bocado 50mm



Perforación broca madera 10 mm



Clasificación

		Huira Fina	Huira Gruesa
6mm	Trama	5	5
	Urdimbre	5	5
8mm	Trama	5	5
	Urdimbre	5	5
10 mm	Trama	5	5
	Urdimbre	5	5

Tabla 23 : Evaluación mecanizado taladro pedestal
Elaboración propia.



6.2.3 CONCLUSIONES MECANIZADO

Corte:

Para las pruebas de corte se seleccionan herramientas estáticas y manuales. En relación a las herramientas estáticas o de pedestal, se puede concluir que funcionan con pequeños defectos en huiras gruesas, tanto en cortes sobre urdimbre, trama o en angulación. Por otro lado, las huiras finas responden sólo de manera similar a la sierra de huincha, quedando descartado el uso de sierras circulares para esta trama ya que el diámetro de la hoja de corte es mayor al ancho de la huirá, lo que en conjunto con la vibración provoca la separación de las fibras.

Por otro lado, las herramientas manuales presentan menos fallas visibles al momento de ejecutar los 3 tipos de cortes y en ambos tipos de huirá, esto se debe a la diferencia de RPM que presentan las maquinarias manuales versus las de pedestal, como también el diámetro de corte de los discos. De las últimas la que mejor desempeña los cortes según la clasificación es la herramienta multifuncional.

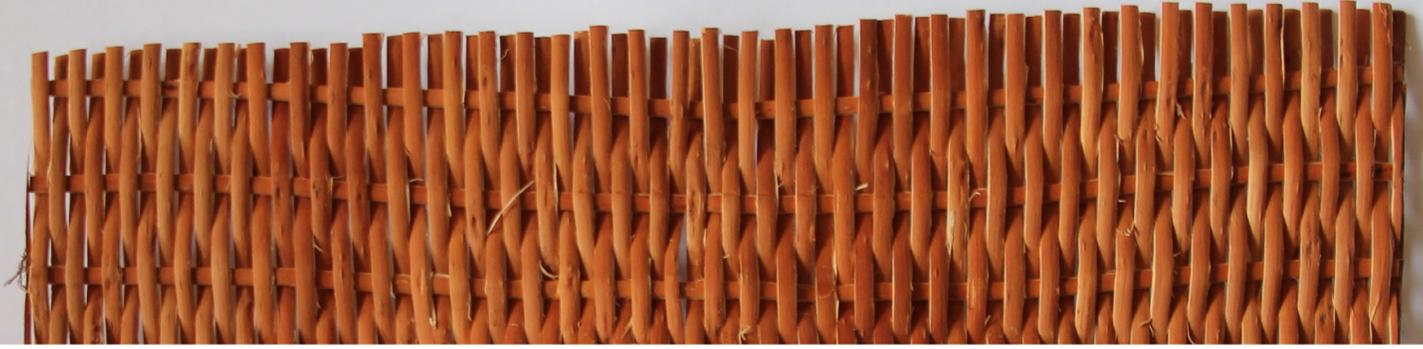
Perforación:

En cuanto a la perforación de las probetas, aquellos intentos realizados en maquinaria de pedestal quedan des (que funciona la maquinaria, demasiada baja).

Los resultados con mejor éxito se obtienen con el taladro manual con broca 6mm o menor y sacabocado de 6cm en adelante y es aquel que mejor se desempeña en la tarea de corte, tanto en huirá fina como en huirá gruesa.

Láser:

Si bien se realizan pruebas en máquinas tradicionales y de bajo costo de utilización, también se considera el corte de las piezas en maquinaria láser. Tanto en temas de perforación como de corte la máquina responde de manera similar a lo que sería un corte de plancha mdf de 3mm. Los bordes quedan calcinados fundiendo los restos de resina que quedan en la fibra y sellando de forma casi natural la apertura u corte que se le proporcione.



Sobre la experimentación

El estudio presentado permitió la creación de un método procedimental para la elaboración de un material compuesto de mimbre en forma de huira entramada y un adhesivo de fijación acetato de polivinilo. De esta forma el proyecto sentó las bases de los procesos productivos a través de la extrapolación de la técnica de machihembrado, logrando la elaboración de morfologías simples y complejas auto-estructurantes.

Con respecto a la experimentación, esta logra dilucidar las características principales de la combinación de materiales, permitiendo conocer el comportamiento en las distintas etapas morfológicas planteadas desde el inicio. Si bien las pruebas mecánicas no son certeras debido a la cantidad de probetas estudiadas, se puede deducir que el material combinado presenta mejoras con respecto a la plasticidad y el nivel de rigidez final del mimbre. De igual forma, se entiende que el material no es apto para soportar cargas amplias, por lo que se descarta su uso para mueblería u otras actividades que involucren el soporte de cuerpos.

Además, a través de los procesos de moldeo se puede determinar el que material siempre va a necesitar un proceso de mecanizado posterior como lo tienen los distintos tipos de tableros existentes en el mercado.

Por otro lado, al igual que todo material compuesto a menor diámetro de la fibra mayor es la capacidad del material reforzado de adaptarse a las formas. Lamentablemente en la actualidad las normas de estandarización se aplican solo a la producción y comercialización de varillas, quedando en desuso aquellas normas que definen los tipos de huira, estos factores en combinación con la poca innovación que se le ha dado al mimbre a lo largo de estos años, hace que el material sea de bajo consumo a nivel de productos en nuestro país.

Por último, la experimentación responde positivamente a la hipótesis planteada durante el proyecto, ya que si bien hubo morfologías con poco éxito, resultaron escasas las que no pudieron elaborarse, dejando claro que la combinación con la mezcla de acetato de polivinilo aumenta la plasticidad del mimbre y logra estructurarlo impregnando la trama y fijando la forma.

Sobre el aporte del diseño

De acuerdo a los antecedentes presentados en el inicio de este proyecto, es indudable que el trabajo en mimbre sigue siendo un trabajo desvalorizado a nivel país, visualizándose esto en el total de exportación de esta materia prima y el bajo consumo de productos por parte de los usuarios. Se señala que este desinterés por el material se debe a la poca innovación de las morfologías, al escaso avance tecnológico a nivel de procesos y la mala percepción del material por parte de la comunidad.

Por otro lado, la industria del mimbre siempre se ha ligado a la construcción de muebles y artículos decorativos, sería interesante entonces desprenderlo hacia nuevos mercados, donde la fibra se venda como paneles tejidos o como un símil a lo que serían los tableros de madera existentes en el mercado, con la diferencia que al ser sometido al proceso aquí estudiado lograrse llegar mediante un paso a las morfologías deseadas. La información levantada en este proyecto apunta a dicho objetivo, donde se visualice el mimbre como un material entramado maleable, ligero y biodegradable que es capaz de llegar a morfologías complejas solo en combinación con una mezcla de PVA.

Finalmente es importante concluir que si bien este proyecto apunta a los que sería una semi-industrialización del trabajo en mimbre, sigue necesariamente ligado al mundo de la artesanía, ya que la construcción de tejidos aun depende de la mano de obra que actualmente lo produce. Es por esto que a través de un trabajo colaborativo el diseño apunta a ampliar el uso de este material, integrando las tecnologías disponibles a los artesanos o quien quiera hacer uso de este, simplificando la tarea de producción o elaboración de productos, apuntando al molde como una oportunidad que disminuye los tiempos de elaboración y realzando el valor de la materia prima nacional a través del establecimiento de procesos industriales dentro del trabajo.

Proyecciones

Como todo proyecto son múltiples las áreas donde se puede seguir proyectando la investigación. Una de las proyecciones más relevantes sería la elaboración de un estudio enfocado en la aplicación de la técnica y el material en la elaboración de un producto específico. Esto levantaría nueva información y vislumbraría las potencialidades del material sobre un producto en concreto.

Por otro lado, se hace necesario proyectar la investigación hacia el estudio de un sistema que logre parametrizar y estandarizar la elaboración de huira, alejándolas de los sistemas de máquinas que se usan en la actualidad, para dar paso a fibras más definidas y de mayor calidad.

Finalmente sería sumamente interesante el estudio del material aplicado a la elaboración de panelera decorativa o revestimiento, nicho que se aleja totalmente a los ejercidos en la actualidad. La ligereza, la terminación del entramado, la mecanización posterior y las morfologías a las que puede llegar el material, lo hacen sumamente apto y atractivo para este tipo de productos.

BIBLIOGRAFÍA.

ABALOS M. (2005). "Hacia la industrialización del sauce mimbre chile-no". En: UNASYLVA, Vol 56. Nº 221.

ABALOS, M.; INFOR; INTEC-CHILE; PROCHILE. (1998) Mimbres. Wicker. Chile: De la producción al consumo. Santiago: INFOR.

AMIGO, V; SALVADOR, M; SAHUQUILLO, O. (2008). "Aprovechamiento de fibras naturales como elementos de refuerzo de materiales poliméricos". Universidad Politécnica de Valencia. España

BAÑÓ, H; "El diseño industrial. Nuevos aspectos funcionales, estéticos y simbólicos de los productos de consumo". Universidad CEU Cardenal Herrera. Madrid

BESEDNJAK, A.; (2011) "Materiales Compuestos". Univ. Politécnica de Catalunya. Barcelona, España.

CAVIEDES, CODELIA, ARANDA.; (2012) "Vicisitudes y horizontes de las artesanías de la región del Rapel, en Chile Central frente a la Globalización: del metal en Coya y de la fibra vegetal en Chimbarongo". Universidad de Chile, Santiago. Chile

CNCA, Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. (2011). Política de fomento a la artesanía 2010-2015. Valparaíso: CNCA.

CNCA, Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. (2008) Chile Artesanal. Patrimonio hecho a mano. Estudio de caracterización y registro de artesanías con valor cultural y patrimonial. Valparaíso: CNCA.

INTEC Chile (2000) Proceso de industrialización y comercialización del mimbre. Un manual ilustrado. Santiago: INTEC Chile

INTEC Chile; (1998). "Productos Forestales No Madereros en Chile" (1998). Santiago, Chile. FAO

INFOR, (2014); "Boletín nº22, Productos Forestales no madereros". Ministerio de Agricultura. Santiago.

LEFTERI, C.; (2008) "Así Se Hace: Técnicas de Fabricación para Diseño de Producto". Editorial Blume, Barcelona, España.

McCANN E. (2012) Escuela de Publicidad U. del Pacífico; "El nuevo consumidor verde". Universidad del Pacífico. Santiago.

STUPENENGO, F.; (2011) "Materiales compuestos, guía didáctica". Ministerio de Educación, Buenos Aires. Argentina

TORNERO, R. (1872). Chile ilustrado: guía descriptiva del territorio de Chile, de las capitales de Provincia, de los puertos principales, Imp. Mercurio, Valparaíso.

VIGNOTE, S.; **MARTINEZ, I.;** (2006) "Tecnología de la Madera"; 3ra Ed. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid.



TABLAS DE RESULTADOS

Absorción:

Huir Fin Peso Inicial Seco		Tiempo (min)												
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Ejemplar	1 0,1 grs	Peso (gr)	0,19	0,23	0,32	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	2 0,08 grs	Peso (gr)	0,14	0,25	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	3 0,12 grs	Peso (gr)	0,18	0,27	0,33	0,33	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36

Huir Gruesa Peso Inicial Seco		Tiempo (min)												
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Ejemplar	1 0,23	Peso (gr)	0,26	0,31	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
	2 0,19	Peso (gr)	0,25	0,3	0,34	0,35	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39
	3 0,22	Peso (gr)	0,27	0,32	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39

Dilución:

Proporción de la Solución

		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	
		10 90	20 80	30 70	40 60	50 50	60 40	70 30	80 20	90 10	
Peso (gr)	Seca	2,8	3	2,8	3	2,9	2,8	3	3,2	3,1	○
	Con PVA	3,9	3,9	3,5	3,8	3,5	3,3	3,3	3,4	3,4	○

Proporción de la Solución

		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	
		10 90	20 80	30 70	40 60	50 50	60 40	70 30	80 20	90 10	
Peso (gr)	Seca	2,5	2,7	2,8	2,8	2,5	2,4	2,7	2,4	2,5	○
	Con PVA	3,5	3,4	3,6	3,5	3,2	2,9	3	2,8	2,8	○

FICHAS POR PROBETAS

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices		Imágenes (Frontal- Superior)					
Número prototipo A1	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	1/2		50% / 50%	6 hrs	Solido ^E
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
25 cm x 10 cm		10gr	10gr	---	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

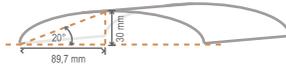
Curvas Generatrices		Imágenes (Frontal- perspectiva)					
Número prototipo A2	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	1/2		50% / 50%	6 hrs	Solido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
25 cm x 10 cm		10gr	10gr	---	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices		Imágenes (Frontal- perspectiva)					
Número prototipo A3	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	1/2		1x1	6 hrs	Solido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
25 cm x 10 cm		10gr	10gr	---	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



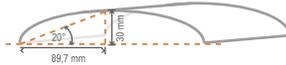
Imágenes (Frontal- lateral- perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		1x1	6 hrs	Sólido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
B1	20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



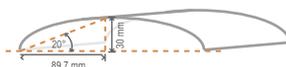
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		2x1	6 hrs	Sólido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
B2	20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



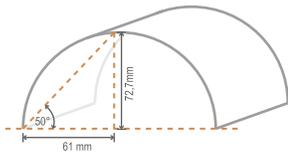
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		3x1	6 hrs	Sólido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
B3	20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



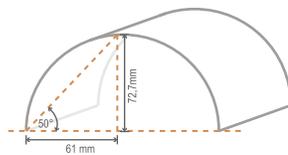
Imágenes (Frontal- lateral- perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		1x1	6 hrs	Sólido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
B4	20 cm x 10 cm		20gr	20gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



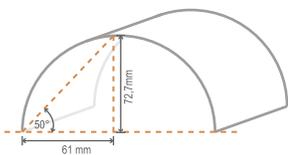
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		2x1	6 hrs	Sólido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
B5	20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



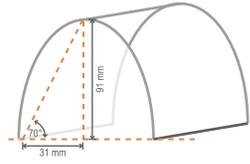
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		3X1	6 hrs	Sólido
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
B6	20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Lateral- Perspectiva)



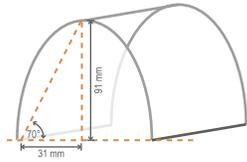
Número prototipo

B7

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		1x1	6 hrs
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura
20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Lateral - Perspectiva)



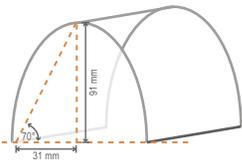
Número prototipo

B8

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		2x1	6 hrs
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura
20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal - Lateral- Perspectiva)



Número prototipo

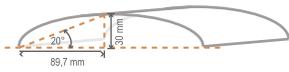
B9

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		3x1	6 hrs
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura
20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)

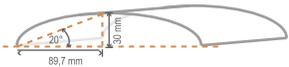


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	B10	Ancho ≥ 2mm	Espesor ≥ 0,5 mm	40% / 60%		1x1	6 hrs
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
20 cm x 10 cm		20gr	30gr	Trama	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)

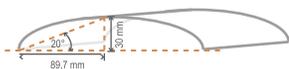


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	B11	Ancho ≥ 2mm	Espesor ≥ 0,5 mm	40% / 60%		2x1	6 hrs
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
20 cm x 10 cm		20gr	30gr	Trama	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

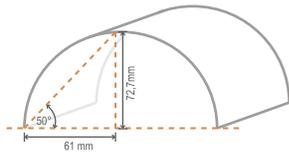
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	B12	Ancho ≥ 2mm	Espesor ≥ 0,5 mm	50% / 50%		3X1	6 hrs
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
20 cm x 10 cm		10gr	10gr	Trama	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



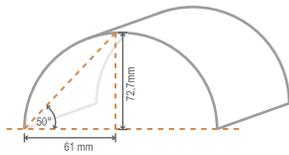
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo B13	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho	Espesor	40% / 60%		1x1	6 hrs	Sólido
	≥ 2mm	≥ 0,5 mm					
	Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
	20 cm x 10 cm	20gr	30gr	Trama-	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



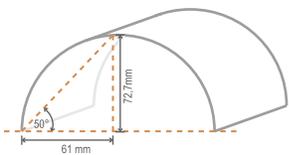
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo B14	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho	Espesor	40% / 60%		2x1	6 hrs	Sólido
	≥ 2mm	≥ 0,5 mm					
	Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
	20 cm x 10 cm	20gr	30gr	Trama	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)

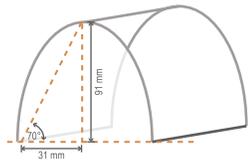


Número prototipo B15	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho	Espesor	40% / 60%		3x1	12 hrs	Sólido
	≥ 2mm	≥ 0,5 mm					
	Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
	20 cm x 10 cm	10gr	10gr	Trama	25°C		

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal- Lateral - Perspectiva)

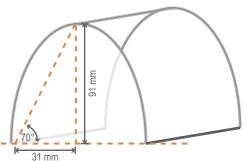


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	B16	Ancho	Espesor	40% / 60%		1x1	6 hrs
≥ 2mm		≥ 0,5 mm					
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
	20 cm x 10 cm		20gr	30gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal- Lateral - Perspectiva)

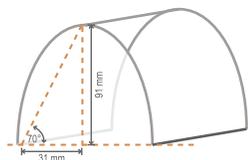


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	B17	Ancho	Espesor	40% / 60%		2x1	6 hrs
≥ 2mm		≥ 0,5 mm					
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
	20 cm x 10 cm		20gr	30gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

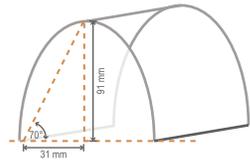
Imágenes (Frontal- Lateral - Perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	B18	Ancho	Espesor	40% / 60%		3x1	6 hrs
≥ 2mm		≥ 0,5 mm					
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura		
	20 cm x 10 cm		20gr	30gr	Trama	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



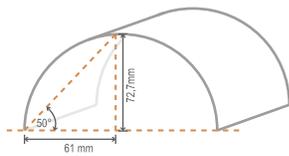
Número prototipo

B19

Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 2mm	Espesor ≥ 0,5 mm	40% / 60%		1x1	6 hrs	Sólido
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
20 cm x 10 cm		20gr	30gr	Urdimbre	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



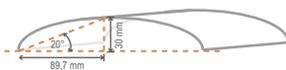
Número prototipo

B20

Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 2mm	Espesor ≥ 0,5 mm	40% / 60%		1x1	12 hrs	Sólido
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
20 cm x 10 cm		20gr	40gr	Urdimbre	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo

B21

Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 2mm	Espesor ≥ 0,5 mm	40% / 60%		1x1	12 hrs	Sólido
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	
20 cm x 10 cm		20gr	30gr	Urdimbre	25°C	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal - Lateral - perspectiva)

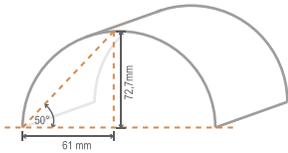


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho $\geq 3\text{mm}$	Espesor $\geq 1\text{mm}$	50% / 50%		1x1	7 hrs	Costillas
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Movimiento
C1	40 cm x 10 cm		20gr	20gr	Trama	25°C	Rotación

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)

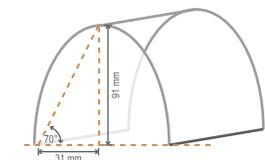


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho $\geq 3\text{mm}$	Espesor $\geq 1\text{mm}$	50% / 50%		1x1	7hrs	Costillas
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Movimiento
C2	40 cm x 10 cm		20gr	20gr	Trama-	25°C	Rotación

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

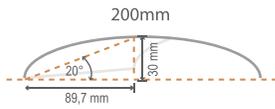
Imágenes (Frontal - Lateral - Perspectiva)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho $\geq 3\text{mm}$	Espesor $\geq 1\text{mm}$	50% / 50%		1x1	7hrs	Costillas
	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Movimiento
C3	40 cm x 10 cm		20gr	20gr	Trama	25°C	Rotación

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Superior)



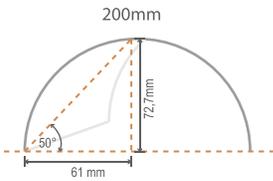
Número prototipo

D1

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde	
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		Circular	12 hrs	Costillas
Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación	
30 cm diametro	20gr	20gr	----	25°C	4 cm2	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Superior)



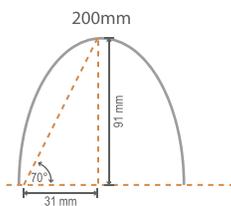
Número prototipo

D2

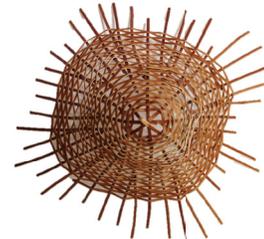
Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde	
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		Circular	12 hrs	Costillas
Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación	
30 cm diametro	20gr	20gr	----	25°C	2,25 cm2	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Superior)



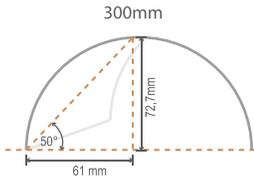
Número prototipo

D3

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde	
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		Circular	12 hrs	Costillas
Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación	
30 cm diametro	20gr	20gr	----	25°C	1 cm2	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



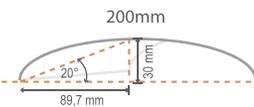
Imágenes (Frontal- Superior)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho	Espesor	50% / 50%		Circular	09 hrs	Costillas
	≥ 3mm	≥ 1 mm					
D4	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación
	35 cm diametro		20gr	20gr	----	25°C	6,25 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



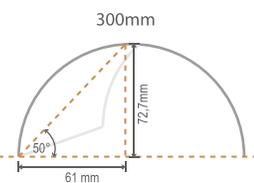
Imágenes (Frontal- Superior)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho	Espesor	50% / 50%		1x1	12 hrs	Costillas
	≥ 3mm	≥ 1 mm					
D5	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación
	20 x20 cm		20gr	20gr	----	25°C	4 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



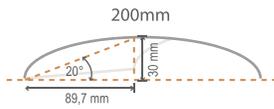
Imágenes (Frontal- Superior)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	Ancho	Espesor	50% / 50%		1x1	12 hrs	Costillas
	≥ 3mm	≥ 1 mm					
D6	Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Tamaño molde
	35 x35 cm		20gr	20gr	----	25°C	6,25 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



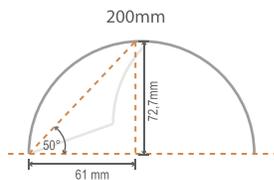
Imágenes (Frontal- Lateral)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	E1	Ancho	Espesor	50% / 50%		1x1	12 hrs
≥ 3mm		≥ 1 mm					
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación	
	230 x 230 cm		20gr	20gr	Urdimbre	25°C	4 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



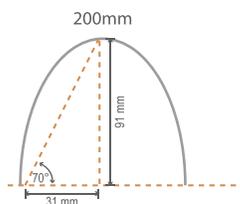
Imágenes (Frontal- Lateral)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	E2	Ancho	Espesor	50% / 50%		1x1	12 hrs
≥ 3mm		≥ 1 mm					
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación	
	230 x 230 cm		20gr	20gr	Urdimbre	25°C	3,5 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Lateral)

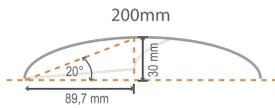


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	E3	Ancho	Espesor	50% / 50%		1x1	12 hrs
≥ 3mm		≥ 1 mm					
Tamaño Paño		Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación	
	230 x 230 cm		20gr	20gr	Urdimbre	25°C	3,5 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal- Lateral)

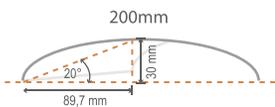


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	E4	Ancho	Espesor	50% / 50%		Circular	12 hrs
≥ 3mm		≥ 1 mm			Orientacion	Temperatura	Area ventilación
Tamaño Paño		Agua	PVA	Trama	25°C	4 cm2	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal- Lateral)

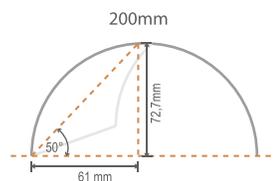


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	F1	Ancho	Espesor	50% / 50%		Circular	12 hrs
≥ 3mm		≥ 1 mm			Orientacion	Temperatura	Area ventilación
Tamaño Paño		Agua	PVA	Urdimbre	25°C	5,5 cm2	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

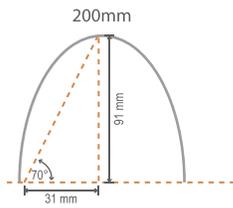
Imágenes (Frontal- Lateral)



Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	F2	Ancho	Espesor	50% / 50%		Circular	12 hrs
≥ 3mm		≥ 1 mm			Orientacion	Temperatura	Area ventilación
Tamaño Paño		Agua	PVA	Trama	25°C	5,5 cm2	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Lateral)



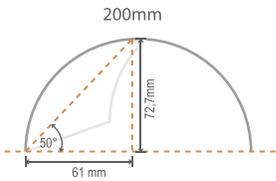
Número prototipo

F3

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		12 hrs	Costillas
Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación
230 x 230 cm	20gr	20gr	Trama	25°C	3 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Lateral)



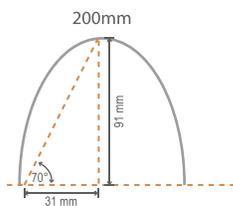
Número prototipo

F4

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		12 hrs	Costillas
Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación
230 x 230 cm	20gr	20gr	Urdimbre	25°C	5,5 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices



Imágenes (Frontal- Lateral)



Número prototipo

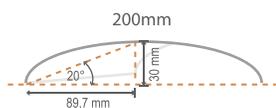
F5

Huiras	Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		12 hrs	Costillas
Tamaño Paño	Agua	PVA	Orientacion	Temperatura	Area ventilación
230 x 230 cm	20gr	20gr	Urdimbre	25°C	3 cm2

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal- superior)

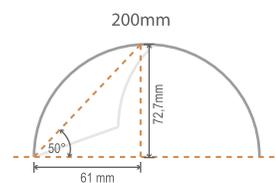


Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	G1	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		Circular	12 hrs
Tamaño Paño 230 x 230 cm		Agua 20gr	PVA 20gr	Orientacion ----	Temperatura 25°C	Area ventilación 2,25 cm2	

FICHA DE REGISTRO VARIABLES / PROBETAS

Curvas Generatrices

Imágenes (Frontal- Superior)



Sin imagen disponible

Sin imagen disponible

Número prototipo	Huiras		Mezcla		Tejido	Secado/Prensado	Tipo Molde
	G2	Ancho ≥ 3mm	Espesor ≥ 1 mm	50% / 50%		Circular	12 hrs
Tamaño Paño 230 x 230 cm		Agua 20gr	PVA 20gr	Orientacion ----	Temperatura 25°C	Area ventilación 2,25 cm2	



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO