

BAMBÚ

técnicas para favorecer su utilización

Trabajo Final
Informe

Bruno D'Abbisogno / Federico García
Tutora: Analaura Antúnez
Diciembre 2016

ÍNDICE

01 resumen p.1

02 introducción

Marco conceptual p.2

Motivación p.4

¿Qué es el bambú? p.5

Bambú en Uruguay p.8

03 antecedentes

Investigación previa p.9

Proyectos relacionados en Uruguay p.11

04 encuadre

Planteamiento del problema p.15

Definición del usuario p.16

Hipótesis p.17

Objetivos p.18

Metodología p.19

05 análisis de las condiciones

Ejemplos de usos de la caña de bambú en el mundo p.20

Características destacables p.35

Especies de bambú en Uruguay (fichas) p.338

Análisis de procesos p.50

Visita a talleres p.72

Insumos madereros p.83

Rango de precios p.85

Requerimientos ergonómicos p.89

06 desarrollo y ejecución

Requisitos p.92

Concepto de producto p.93

Valoración p.96

Producto final p.98

Agradecimientos

Julián Gago
Andrés Parravicini
Samago
Gabriel Arenares de Zhú

Familiares, amigos y novias por el aguante

Y al grillito!

GLOSARIO

Varilla/latilla/lata - Sección de caña que se obtiene del corte longitudinal de la misma.

Tablilla - Sección de caña uniforme de sección cuadrada o rectangular que se obtiene luego del rectificado de las varillas/latilla/lata.

Aserrado - Realizar un corte generalmente en una pieza de madera mediante una hoja de sierra.

Cepillado - Alisado de una pieza generalmente de madera generando una cara plana.

Manufactura - Proceso de fabricación de un producto que se realiza con las manos o con ayuda de máquinas.

RESUMEN

Resumen

La caña de bambú es un recurso muy utilizado como materia prima manufacturable en varias regiones del mundo, en cambio en Uruguay a pesar de crecer de forma espontánea en varias zonas de su territorio es ignorado su potencial y utilizado mínimamente con fines ornamentales.

Según nuestra investigación previa (PAIE) la técnica más utilizada para manufacturar el bambú es la de obtener tablillas uniformes a partir de su caña. Esta técnica es desconocida en Uruguay y requiere de maquinaria específica que no se encuentra en la región, y la que se ofrece en el mercado internacional es de alto costo ya que están diseñadas sólo teniendo en cuenta una producción a gran escala.

Mediante el desarrollo de una herramienta para procesar la caña de bambú con el fin de obtener una materia prima manufacturable se pretende fomentar y favorecer el aprovechamiento del bambú en Uruguay.

Se espera incluir un nuevo material en el desarrollo de productos locales pudiendo reformular diseños ya existentes o generar nuevos conceptos aprovechando las cualidades de este material, favoreciendo así la **innovación social**.

El aprovechamiento de este material favorecerá pequeños desarrollos productivos que podrán ir desde emprendimientos de artesanos, carpinteros, diseñadores o cualquier persona que se interese en la producción de objetos y que esté abierta a la experimentación con nuevas técnicas y materiales, brindando así la posibilidad de aprovechar un recurso natural y local promoviendo un **desarrollo sustentable**.

INTRODUCCIÓN

Marco conceptual

Para dar un marco conceptual a esta investigación se parte de la definición de diseño aportada por el Área Teórica Metodológica de la EUCD que lo entiende como "la actualización de las soluciones a situaciones que emergen de la interacción del ser humano con su hábitat"⁷.

Tomando como horizonte gnoseológico: "la concepción heideggeriana del habitar, en tanto nos remite a una crítica epistemológica y ontológica más de fondo a la concepción de lo humano y la subjetividad presente en las versiones positivistas y afines a las mismas; es decir, las que dan por sentado de forma incuestionable a la naturaleza del ser que habita. (...) Así, habitamos la ciudad, los puentes, las calles, las instituciones, la comunidad, la cultura. **Al habitar ligamos vitalmente los objetos a los sentidos:** un puente no es un puente si no cumpliera esa función vital que motivó su construcción y su uso; sería otra cosa simplemente."⁸

Esta investigación se enfoca desde un punto de vista analítico y crítico. Para explicar este enfoque se toma el concepto de adaptación activa a la realidad, elaborado por Álvarez y Blanco en su texto "Componer, habitar, subjetivar. Aportes para la etnografía del habitar." el cual propone:

"(...) la adaptación implica la adecuación de las necesidades al medio social; el aprendizaje y la comunicación de manera activa implican una creación, una **adaptación propia, crítica y a su vez transformadora de la realidad.** Como método propone una crítica de la vida cotidiana,

como una forma de aprendizaje que implica un reconocimiento de lo real concreto como forma de lograr un proceso de transformación, en una praxis que modifica situaciones individuales y colectivas. **En esta crítica de la vida cotidiana el mecanismo de des-naturalización y cuestionamiento de lo dado, lo obvio, permite la apertura a lo nuevo, la creación y la ruptura de estereotipos.**"⁹

Es fundamental que el profesional del diseño adopte esta postura crítica ya que:

"las prácticas y sentidos cotidianos se naturalizan, se tornan invisibles en sus determinaciones. Su crítica, su análisis, su deconstrucción permiten comprender las tramas vinculares, los significados de estas, a la vez que abren brechas a la generación de lo nuevo. Por ello, si bien el habitar implica una cotidianidad, necesaria para investir de sentido el espacio y las prácticas, no puede tornarse inerte al punto de vaciarse, de obviarse, como una actividad mecánica, desvitalizada. La crítica como deconstrucción a la vida cotidiana habilita una adaptación activa, una problematización tendiente a desnaturalizar las determinaciones, a reflexionar críticamente sobre las ideologías, las relaciones con los otros y con el espacio colectivo."¹⁰

⁷ MARTINEZ AGUSTONI, Fernando. "Guía: Introducción al pensamiento del diseño"

⁸ ÁLVAREZ PEDROSIAN, Eduardo; BLANCO LATIERRO, María Verónica. "Componer, habitar, subjetivar. Aportes para la etnografía del habitar." En: Bifurcaciones. Noviembre 2013, núm. 15.

⁹ Ibídem

¹⁰ Ibídem

INTRODUCCIÓN

Marco conceptual

Desde esta perspectiva crítica del habitar es que se aborda el tema de la sustentabilidad utilizando para esto los aportes de otro autor, el teórico del diseño Ezio Manzini quien sostiene que "Para realmente alcanzar un modelo de desarrollo equilibrado en todos sus componentes, incluyendo por supuesto el medio ambiental, **es preciso modificar los estilos de vida de la sociedad en dirección a minimizar el consumo de energía y de recursos materiales.**"¹¹

Para que esto sea posible es necesario un cambio cultural, una forma distinta de habitar, "Menos automóviles, menos productos disponibles, menos frutas exóticas son situaciones que no podrían ser aceptadas a menos que partamos de un escenario cultural distinto al actual: un escenario donde los autos no sean necesarios porque existen mejores opciones de movilidad; un escenario donde re descubrir el valor del cuidado de las cosas materiales y la calidad de éstas mismas, en donde podamos apreciar la sensación del paso del tiempo, el cambio de las estaciones que nos comunican las variaciones de las frutas disponibles para consumir."¹²

¹¹ Manzini, Ezio. [En línea]. <<http://www.changedesign.org/Resources/Manzini/Manzini-MenuMain.htm>> [Consulta: 18 de junio 2016]

¹² (Manzini, Ezio. Design, Environment and Social Quality: From "existenzminimum" to "quality maximum" en Design Issues, 1994. Pp. 37-43.)

En este nuevo escenario es preciso definir el rol del diseño, como nos dice Manzini podemos afirmar que, "Ciertamente el diseño no puede cambiar el mundo ni puede diseñar los estilos de vida (imponiendo maneras de actuar en la gente de acuerdo a sus intenciones). Pero **el diseño puede "dar forma" a un mundo cambiante, y "ofrecer oportunidades" para dar pie a nuevos tipos de comportamiento.**"¹³

Por lo tanto podemos decir que el "papel expreso de la actividad del **diseñador como el facilitador, como creador de las condiciones para que la creatividad social emerja** a través del diseño de sistemas y procesos, más que de productos y objetos solamente."¹⁴

¹³ Ibidem

¹⁴ Manzini, Ezio. [En línea]. <<http://www.changedesign.org/Resources/Manzini/Manzini-MenuMain.htm>> [Consulta: 18 de junio 2016]

INTRODUCCIÓN

Motivación

Lo que nos motiva inicialmente para realizar este proyecto es la posibilidad de profundización y sistematización de un largo proceso que comenzó casi accidentalmente cuando en el año 2009 para un ejercicio de la asignatura "Taller de madera" de segundo año de la carrera de Diseño Industrial, en el que se pedía la realización de un producto a partir del curvado de madera decidimos fabricar un longboard (tabla con ruedas que permite desplazarse y realizar distintos trucos). El ejercicio fue resuelto con éxito y pudimos realizar cinco tablas. A pesar de esto el resultado no nos dejó conformes ya que alguna de las tablas se rompieron al poco tiempo de uso. Por lo tanto continuamos investigando a pesar de haber terminado con el ejercicio y descubrimos que el material que habíamos utilizado (laminado de guatambu) no era el más adecuado y que las mejores tablas eran fabricadas con bambú. A partir de un acercamiento inicial a este material nos enteramos que se podía conseguir en Uruguay, que la mayoría de las cañas que crecen por varias regiones del país eran de bambú. Esto nos abrió la puerta a un mundo nuevo que hoy nos trajo hasta acá y que no sabemos hasta dónde nos puede llevar.

Por otro lado vemos en este trabajo final la posibilidad de cuestionar y reformular las diferentes visiones sobre el diseño que vemos durante la carrera y mediante la perspectiva que le demos al proyecto, conformar una identidad que nos permita afrontar la disciplina desde un enfoque propio, consolidando así cuál es el rol que queremos asumir como diseñadores en la sociedad.

INTRODUCCIÓN

¿Qué es el bambú?

El Bambú es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas, familia que abarca entre otras plantas el maíz, trigo, sorgo o incluso el pasto verde de los jardines.



Se caracteriza por tener un tallo de forma cilíndrica, ser hueca y estar segmentada por nudos macizos que se denomina caña.



INTRODUCCIÓN

¿Qué es el bambú?

Existen más de 1250 especies en 75 géneros de bambú en el mundo. La superficie total de los bosques de bambú en el mundo asciende a 14 millones de hectáreas distribuidas principalmente en las zonas de Asia, el Pacífico, América y África.

Estos cultivos se encuentran casi totalmente en países en vías de desarrollo de las áreas climáticas tropicales y subtropicales. La región de América cuenta con la mitad de la diversidad de las especies de bambú, distribuidas desde el este de Estados Unidos hasta el sur de Argentina.³



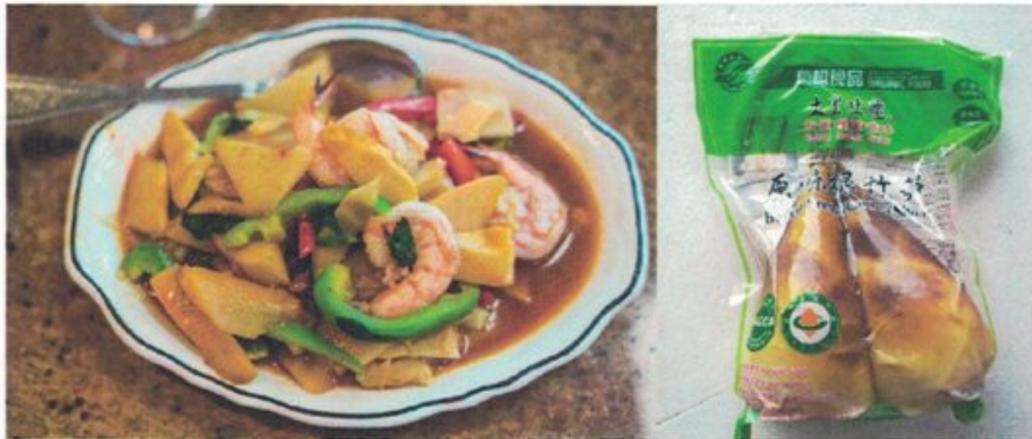
³ Hidalgo, Oscar. Bamboo: The Gift of the Gods. 2003.

Imagen extraída de INBAR. Red Internacional del bambú y el ratán. [En línea]. <<http://www.inbar.int>> [Consulta: 25 de mayo 2016].

INTRODUCCIÓN

¿Qué es el bambú?

El bambú es una de las plantas con más usos del mundo, aplicada mayormente en la construcción, fabricación de muebles, cestería, artesanías, papel, textil, alimentos, y como recurso natural para la conservación y transformación del medio ambiente. Más adelante se profundizará en algunos ejemplos (p.20).



INTRODUCCIÓN

Bambú en Uruguay

En Uruguay crecen de forma espontánea al menos once especies entre las cuales se encuentran las conocidas como Caña Tacuara y Carajá. Dichas especies eran utilizadas por los Charrúas para la fabricación de armas y herramientas.

Al día de hoy casi no se le da uso a esta versátil planta e incluso es vista en muchas ocasiones como una plaga. Por otro lado la bibliografía y el conocimiento técnico sobre el bambú en Uruguay es prácticamente nulo.



Bambú *Phyllostachis Aurea* en Uruguay como caña tacuara.

ANTECEDENTES

Investigación previa

En 2010 realizamos un proyecto de investigación en el marco del PAIE de la CSIC en el cual se indagó en las técnicas de manufactura del bambú. Para esto se identificaron por un lado las especies de bambú que se encuentran en el país y sus características, y por otro lado las diferentes técnicas que se utilizan a nivel mundial para la manufactura de las cañas. Luego de cruzar los resultados del relevamiento más las pruebas realizadas en taller se concluyó que es posible la utilización de la caña de bambú local como materia prima manufacturable.

Del relevamiento surgió que el método más empleado para utilizar el bambú como materia prima es el de obtener tablillas uniformes a partir de la caña. Estas tablillas se utilizan de diversas maneras que van desde productos artesanales como cestos y biombos hasta industriales como mobiliario y pisos hechos a partir de tableros realizados con tablillas prensadas y pegadas. (ver ejemplos en p.20)

Las técnicas más utilizadas para la obtención de tablillas presentan algunas variantes pero los pasos son similares: Luego de cosechada la caña, mediante un corte transversal se obtiene un tramo al que se le realizan cortes longitudinales de manera que se obtengan varillas que luego se rectifican para uniformizarlas obteniendo así las tablillas. (ver esquema en la página siguiente y su estudio en profundidad en p.50)

Estas técnicas son desconocidas en Uruguay y requieren de maquinaria específica que no se encuentra en la región, además las maquinarias que se ofrecen en el mercado internacional son de alto costo ya que están diseñadas sólo teniendo en cuenta una producción a gran escala.

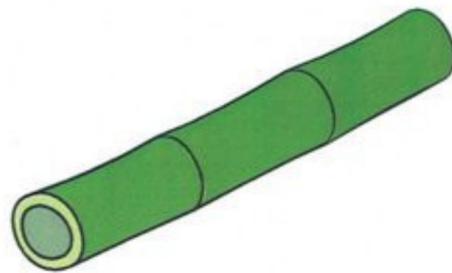
Esta maquinaria no resulta conveniente para Uruguay ya que no se cuenta con la infraestructura necesaria para proporcionar bambú para una producción a gran escala por la falta de plantaciones controladas y certificadas, como si pasa por ejemplo con el eucalipto. Además por ser un material tan poco estudiado en el país no es posible garantizar en primera instancia un resultado favorable por lo que realizar una gran inversión resulta poco atractivo.

Como conclusión encontramos que para favorecer y facilitar la utilización de la caña de bambú como materia prima manufacturable sería necesario un dispositivo que permita obtener tablillas uniformes por un costo mucho menor al de la maquinaria existente y accesible en el mercado local. Por otro lado sería conveniente divulgar el potencial de este material para alentar aún más su utilización.

ANTECEDENTES

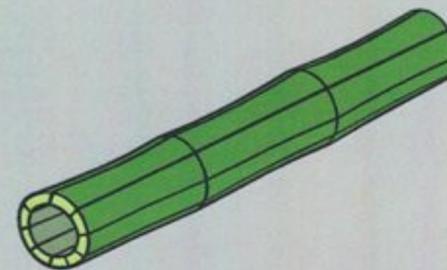
Breve descripción del proceso

Paso 1

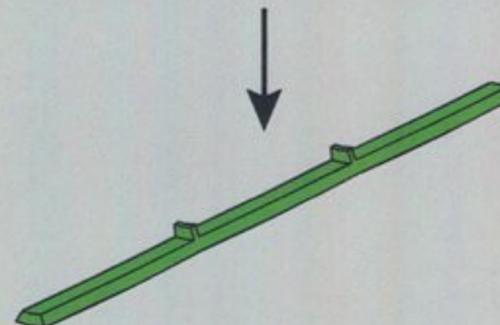


Se corta un tramo de caña (corte transversal)

Paso 2



Se le realizan cortes longitudinales obteniéndose varillas



Paso 3



Se rectifican las varillas para conseguir tablillas uniformes

Este proceso es estudiado en profundidad en la etapa de análisis p.50

ANTECEDENTES

Proyectos relacionados en Uruguay

En 2010 cuando se realizó la investigación anteriormente mencionada no se había encontrado bibliografía específica, proyectos relacionados o técnicos con conocimiento sustancial sobre el bambú en Uruguay. Vemos con entusiasmo como este escenario ha cambiado con el surgimiento de varios proyectos (en su mayoría vinculados a la EUCD) que pretenden profundizar y divulgar los conocimientos sobre este material que ha pasado desapercibido durante muchos años.

Bambú en Uruguay, proyecto enmarcado en los fondos concursables del Ministerio de Educación y Cultura en los cuales se realizaron muestras en distintos departamentos del país con el fin de divulgar las características del bambú e incentivar su utilización.

Este proyecto está a cargo de la D.I. Katia Sei Fong egresada de la Escuela Universitaria Centro de Diseño y estudiante de arquitectura, quien se encuentra trabajando en diversos proyectos relacionados al bambú desde el 2010.



Katia Sei Fong. [En línea]. <<http://katiaseifong.com/>>. [Consulta: 25 de mayo 2016].

ANTECEDENTES

Proyectos relacionados en Uruguay

Taller Introducción al uso y aprovechamiento de la caña de bambú, realizado en 2013 a cargo de docentes de la Escuela Universitaria Centro de Diseño en la localidad de San Antonio, en el departamento de Salto. El proyecto llevado adelante con el apoyo de la Unidad de Extensión de la EUCD y del municipio local, de acuerdo su sitio web "tuvo como objetivo principal fomentar el uso de este material nativo, que es abundante en algunas zonas del país y se considera una "plaga" a pesar de contar con varias ventajas para su explotación, destacándose sus beneficios para el medio ambiente".



Taller "Introducción al uso y aprovechamiento de la caña de bambú" [En línea]. <<http://proyectobambu-uruguay.blogspot.com.uy/>>. [Consulta: 25 de mayo 2016].

ZHU Innovación en Bambú, busca promover y difundir los beneficios del cultivo y utilización de la caña de bambú en Uruguay. A través de actividades de difusión, capacitación, propagación, establecimiento de plantaciones, consultoría y servicios de diseño, ZHÚ propone fomentar su utilización y generar conocimiento a nivel nacional. En este proyecto participa la Lic. en Diseño Industrial Analaura Antúnez que desde el 2011 se especializa en bambú. En dicho año obtuvo una beca para participar durante dos meses en el China Bamboo Research Center (CBRC) en un curso de capacitación sobre bambú; cultivo, procesos, tecnologías y usos, en Hangzhou, China. En 2013 viajó a la Ciudad de Panamá a participar durante una semana a un seminario-taller sobre cómo construir una vivienda con bambú. Desde entonces ha tenido la oportunidad de dictar cursos y conferencias tanto en diversas zonas de Uruguay como en Argentina, Costa Rica y El Salvador.



ZHU Innovación en Bambú. [En línea]. <<http://zhu.uy/>>. [Consulta: 5 de mayo 2016].

ANTECEDENTES

Proyectos relacionados en Uruguay

Colectivo Gramíneas es un proyecto que “busca promover y difundir el uso y aprovechamiento de fibras vegetales locales como el bambú, totora y junco, recursos naturales, renovables y abundantes en Uruguay.” “A través de talleres teórico-prácticos, se propone potenciar la creatividad de cada participante y materializar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de objetos de uso.”



Colectivo Gramíneas. [en línea] <<https://www.facebook.com/colectivogramineas/>> [Consulta 5 de mayo 2016].

Trabajo final (en desarrollo) de la estudiante Paola Maldonado de la carrera de Diseño Industrial opción Textil en el cual trabaja objetivos similares a los de este proyecto, “Generar un aporte que contribuya a fomentar el uso de las especies de bambú nativas en Uruguay, como una vía de desarrollar una materia prima renovable y sustentable.” En este caso, como se mencionó antes, desde la perspectiva Textil, haciendo uso de las fibras de este material.



ANTECEDENTES

Proyectos relacionados en Uruguay

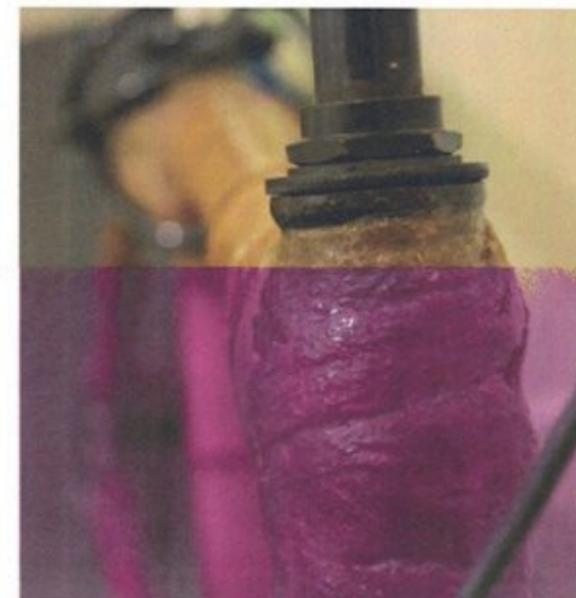
Bicicleta de bambú, Este proyecto realizado por Federico García (Co-autor de esta tesis) surgió luego de una investigación realizada en un ejercicio de la carrera en 3er año de la EUCD a mediados de 2011. En dicha investigación se estudiaron diferentes medios alternativos de transporte y se encontró éste tipo de bicicleta fabricada con caña.

Un tiempo después se decidió realizar unas pruebas de uniones con bambú, y diferentes pegamentos y fibras naturales. Luego de dichas pruebas se concluyó verificando que la opción más adecuada sería unir los segmentos de caña con fibra de cáñamo y pegarla con resina epoxi.



A principio de 2012 se procedió a realizar un cuadro de bicicleta con bambú, el cual tuvo algunas fallas debido a que se saltaron unos pasos en la fabricación. Fue entonces que varios meses después se realizó el segundo cuadro con algunas modificaciones y ajustes.

La bicicleta fue utilizada durante 2 años aprox. y no presentó ninguna falla estructural en cuanto al bambú, aunque si tuvo una falla a nivel de uniones, debido a que no se respetaron ciertos patrones en la fabricación.



ENCUADRE

Planteamiento del problema

La caña de bambú es un recurso muy utilizado como materia prima manufacturable en varias regiones del mundo, en cambio en Uruguay a pesar de crecer de forma espontánea en varias zonas de su territorio es ignorado su potencial y utilizado mínimamente con fines ornamentales.

Según nuestra investigación previa (PAIE) el método más utilizado para manufacturar el bambú es la de obtener tablillas uniformes a partir de su caña. Esta técnica es desconocida en Uruguay y requiere de maquinaria específica que no se encuentra en la región, y la que se ofrece en el mercado internacional es de alto costo ya que están diseñadas sólo teniendo en cuenta una producción a gran escala.

Es por esto que se propone realizar un dispositivo que permita obtener

tablillas uniformes por un costo mucho menor al de la maquinaria existente, y por lo tanto accesible en el mercado local.

De esta manera se espera favorecer y facilitar la utilización de la caña de bambú como materia prima manufacturable, con el fin de aprovechar este recurso local de gran potencial.

ENCUADRE

Definición del usuario

Artesanos, Carpinteros, Diseñadores y cualquier persona que se interese en la producción de objetos y que esté abierto a la experimentación con nuevas técnicas y materiales.

“Cada día son más las personas que se animan a producir sus propios productos ya sea siguiendo un instructivo en internet o por intuición propia. Esto se debe a factores como el fácil acceso a la información, a las herramientas, a los materiales y una tendencia a favor del DIY (Do It Yourself) que abarca desde personas que lo hacen como pasatiempos u otros que instalan pequeñas empresas donde producen productos personalizados.”¹⁴

¹⁴ Clement, Santiago. “Taller 3D. Diseño de una fresadora CNC auto-construible de bajo costo.” Tutor: Andrés Parrallada. Grado. [Tesis]. Escuela Universitaria Centro de Diseño, 2003.

ENCUADRE

Hipótesis

Mediante el desarrollo de una herramienta para procesar la caña de bambú con el fin de obtener una materia prima manufacturable se pretende fomentar y favorecer el aprovechamiento del bambú en Uruguay.

En primera instancia se busca incentivar el aprovechamiento de este recurso natural que a pesar de crecer de forma espontánea en varias regiones del país es prácticamente ignorado.

Esto permitirá el acercamiento a este material tan versátil que es utilizado de múltiples maneras en todo el mundo (ver usos en p.20). Evidenciando así su potencial y las características que lo destacan de otras materias primas en términos de sustentabilidad y de sus características físico mecánicas (ver características en p.35).

Se espera incluir un nuevo material en el desarrollo de productos locales pudiendo reformular diseños ya existentes o generar nuevos conceptos aprovechando las cualidades de este material, favoreciendo así la **innovación social** tal como la expresa Ezio Manzini en su publicación "SMALL, LOCAL, OPEN, AND CONNECTED: Design for Social Innovation and Sustainability". (Ver anexos)

El aprovechamiento de este material favorecerá pequeños desarrollos productivos que podrán ir desde emprendimientos de artesanos, carpinteros, diseñadores o cualquier persona que se interese en la producción de objetos y que esté abierto a la experimentación con nuevas técnicas y materiales. Brindando la posibilidad de aprovechar un recurso natural y local promoviendo así un **desarrollo sustentable** también desde el enfoque de Manzini según la publicación antes mencionada.

ENCUADRE

Objetivos

Como **objetivo general** se propone:

Fomentar el aprovechamiento del bambú por ser un recurso local de gran potencial.

Como **objetivos específicos** se propone:

Profundizar en el conocimiento de los tipos de bambú disponibles en Uruguay y sus características.

Profundizar en los procesos y herramientas que se utilizan para la obtención de tablillas a partir de la caña de bambú.

Conocer los tipos de productos que se generan con caña de bambú como materia prima.

Conocer las características que destacan a este material.

ENCUADRE

Metodología

A partir de la definición de la problemática a abordar que surge del marco conceptual y los antecedentes del proyecto se plantea realizar una etapa de diagnóstico y análisis de las condiciones, con el fin de determinar los requisitos del producto. Se plantean luego diferentes alternativas, las cuales sometidas a un proceso de valoración selectiva dan lugar a la definitiva para su desarrollo y realización.

Etapa 1

Definición de la problemática

Etapa 2

Análisis de las condiciones
Requisitos

Etapa 3

Concepto de producto
Alternativas
Evaluación de alternativas

Etapa 4

Producto final

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo

Como se dijo anteriormente los usos del bambú son múltiples, principalmente se utiliza su caña pero se puede aprovechar toda la planta, desde su raíz (rizoma) que se consume como alimento hasta sus hojas que sirven como biomasa.

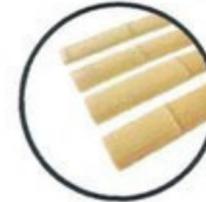
Este relevamiento se enfoca en el aprovechamiento exclusivamente de la caña de bambú y se determinaron tres tipologías en las cuales se agrupan los ejemplos de su uso que resultan más relevantes, centrándonos en los ejemplos que contengan cierto grado de producción industrial y relacionado con la producción de objetos.

Otros usos que no fueron relevados en este trabajo pero vale tener presentes:

Alimentación, Medicina, Papel, Biomasa.



Formato original - Utilización de la caña de bambú en su forma original.



Tablilla (simple) - Utilización del bambú a partir de tablillas obtenidas de su caña.



Tablilla (compuesto) - Utilización del bambú a partir de tablillas obtenidas de su caña conformando tableros, alfajias, etc.



Fibra - Utilización del bambú a partir de las fibras obtenidas de su caña.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Formato original - Construcción - Green Village

Green Village es una comunidad planificada ubicada en Bali que cuenta con 18 casas fabricadas artesanalmente en un 99% de bambú. Cada casa está diseñada a medida y de forma tal de que aprovechen todas las virtudes de este material.

“Green Village es un proyecto que lleva al bambú a su máxima expresión. Las estructuras curvas cambiaron la percepción de este material, dejaron de ser pequeñas chozas y se convirtieron en estructuras dinámicas que superaron los límites de esta hierba conocida como ‘acero vegetal’” Dice una de las integrantes del equipo de diseño la Arquitecta Macarena Chiriboga.



Green Village. [En línea]. <<http://greenvillagebali.com/>>. [Consulta: 25 mayo 2016].

Nota en Clarín. [En línea]. <http://arq.clarin.com/construccion/potencia-acero-vegetal_0_1448255659.html>. [Consulta: 25 mayo 2016].

Nota en Azureazure [En línea]. <<http://azureazure.com/casas/Green-Village-bali-ciudades-futuro>>. [Consulta: 25 mayo 2016].

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Formato original - Bicicletas - Calfee Design

Calfee Design se dedica al diseño de bicicletas de alto rendimiento. Entre los modelos que ofrece se encuentra una línea realizada en bambú, la cual además de ser igual de resistente que los materiales convencionales como fibra de carbono, aluminio, acero y titanio brindan una mayor suavidad al andar, debido a su eficiencia en la transferencia de energía.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Formato original - Mobiliario - Proyecto Nacional de Bambú (P.N.B.) Costa Rica

Este proyecto tiene como objetivo "dotar de elementos constructivos de bajo costo a los sectores de la sociedad más marginados."

En su libro sobre Muebles en bambú, Virginia Carmiol describe las intenciones del Proyecto Nacional de Bambú de la siguiente manera: "Se espera que el bambú pueda llegar a venderse como cualquier otro material (como sucede con la madera)."

Luego detalla a qué se dedica el P.N.B:

- La construcción de vivienda
- Siembra de bambú
- Venta de plantines
- Venta de material preservado
- Venta de muebles
- Consultorías



Juego de mobiliario diseñado por Brian Erickson en el marco del Proyecto Nacional de Bambú de Costa Rica

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Tablilla (simple) - Mobiliario - IBUKU

Según su sitio web "IBUKU es un equipo de diseñadores y constructores que aspiran a sacar el máximo provecho del bambú, los artesanos con talento local y las mentes jóvenes. Creemos que el potencial del bambú se subestima. (...) Trabajamos duro para extraer la belleza de esta hierba silvestre abundante. Los artesanos balineses tradicionales trabajan en estrecha colaboración con nuestros diseñadores para desarrollar un equilibrio de ideas antiguas y nuevas."

Este mobiliario llamado "teardrop seat" está realizado 100% en bambú con técnicas tradicionales de la región de Bali. Las tablillas obtenidas del bambú se entrelazan para darla la forma y la estructura.



IBUKU. [En línea]. <<http://ibuku.com/>>. [Consulta: 12 setiembre 2016].

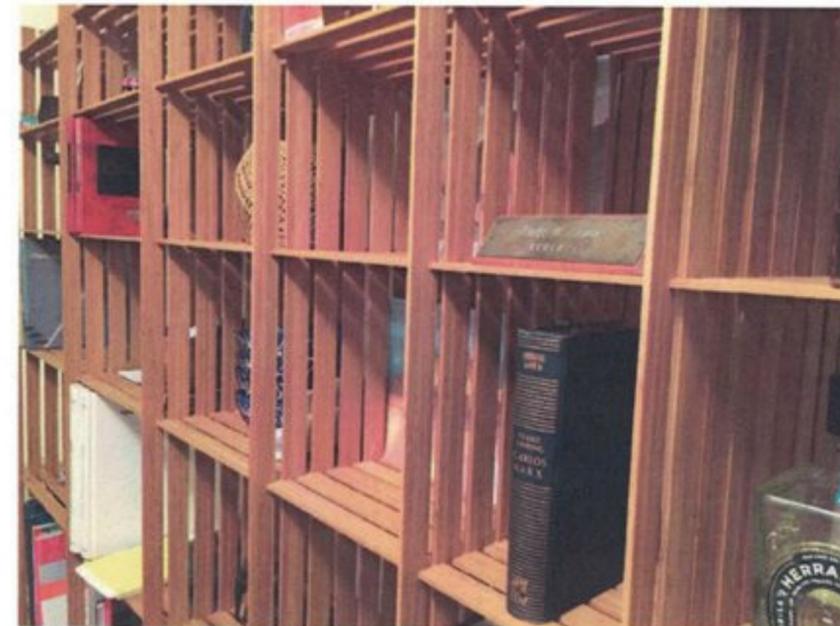
ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Tablilla (simple) - Otros

Con el uso de la caña en este formato también se puede encontrar, diversos tipos de mobiliario, cestos y bowls entre otros.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Tablilla (compuesto) - Mobiliario - Greenington

Greenington es una empresa que se dedica desde 2004 a la fabricación de muebles de bambú de alta calidad.

En su página web explican que eligen el bambú por ser un material ecológico y renovable:

Greenington. [En línea]. <<http://www.-greenington.com/>>. [Consulta: 25 mayo 2016].



“El bambú es una de las mejores plantas en la tierra para capturar carbono. También libera un 35 por ciento más de oxígeno que puestos equivalentes de árboles.”

“Greenington utiliza toda la caña de bambú en el proceso de fabricación. El 100% del material de bambú se utiliza, incluyendo el aserrín, que se empezó a utilizar para la generación de vapor por la habitación del horno y prensa de la máquina seca.”

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Tablilla (compuesto) - Suelos, vigas, tableros, chapas y otros -MOSO

“Con mas de 20 años de experiencia en la joven industria del bambú, MOSO International es el pionero en la innovacion de soluciones en bambú para interior y exterior. MOSO es reconocido como la primer marca global gracias a su foco en la sostenibilidad, la calidad de producto y la innovación.”

El caso de MOSO es de paticular interes para este proyecto ya que ha conseguido un alto nivel de industrialización del bambú, logrando productos de excelente calidad y bajo impacto medioambiental, cumpliendo con estándares internacionales como la certificación del FSC (Que asegura los beneficios medioambientales, sociales y económicos) y las normas ISO 9001 y 14001. A su vez estudios de la Universidad Tecnológica de Delft publicados en su página web determinan que la huella de carbono de sus productos es neutra o incluso que genera un saldo negativo de la huella de carbono durante el ciclo de vida completo.

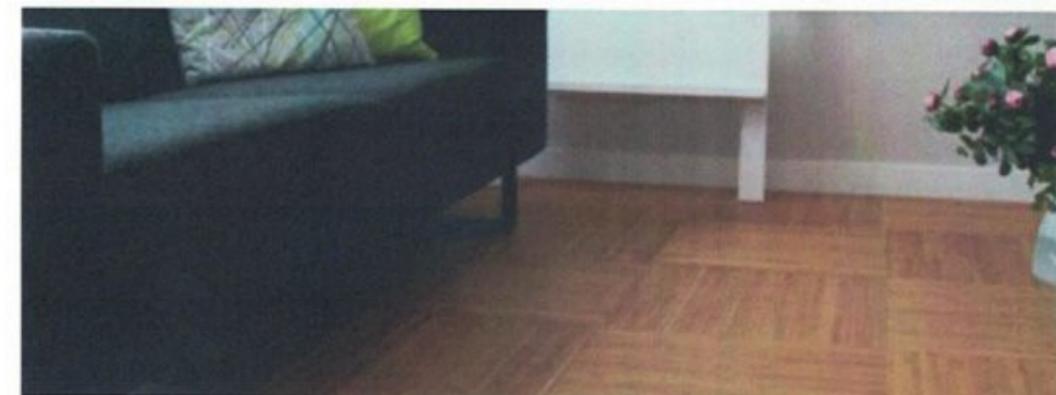
MOSO fabrica una gama de productos en bambú tanto para uso interior como exterior, los cuales se agrupan en cuatro categorias que se describen a continuación.

MOSO. [En línea]. <<https://www.moso.eu/es>>. [Consulta: 25 mayo 2016].

ISO, the International Organization for Standardization. [En línea]. <<http://www.iso.org/>>. [Consulta: 25 mayo 2016].

1 - Suelos de bambú

MOSO ofrece diferentes suelos de bambú tanto para aplicación residencial como para casos de alto transito.



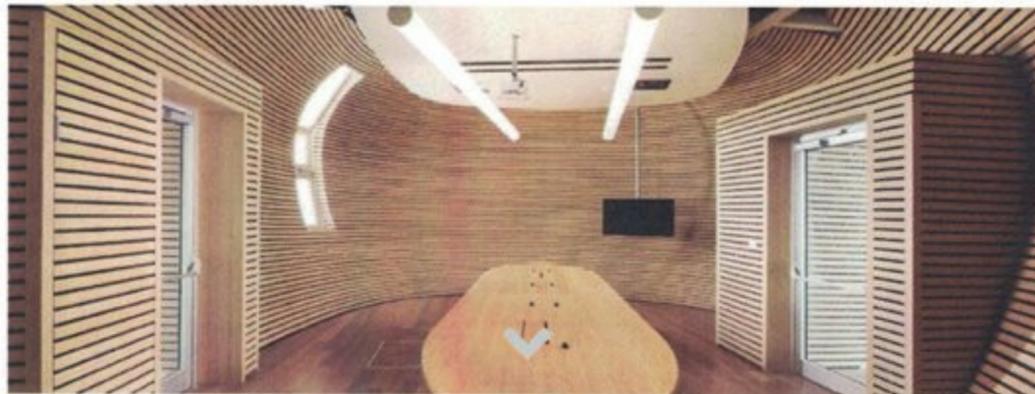
FSC, Forest Stewardship Council. [En línea]. <<https://es.fsc.org/>>. [Consulta: 25 mayo 2016].

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo

2 - Vigas, tablero y chapas.

MOSO fabrica una "amplia gama de vigas, tableros y chapas en varios tamaños, espesores, colores y texturas." Dichos productos "se utilizan en todo el mundo en diversas aplicaciones que van desde revestimientos de paredes, techos, marcos de ventanas, puertas, escaleras, muebles y cocinas."



3 - Exteriores

Las vigas para exterior de bambú de MOSO son fabricadas mediante un proceso de tratamiento térmico y luego prensado, lo que le otorga al bambú una extraordinaria dureza superior a la de otras maderas como el roble. Este producto es utilizado tanto para decks como para revestimientos exteriores y mobiliario urbano.

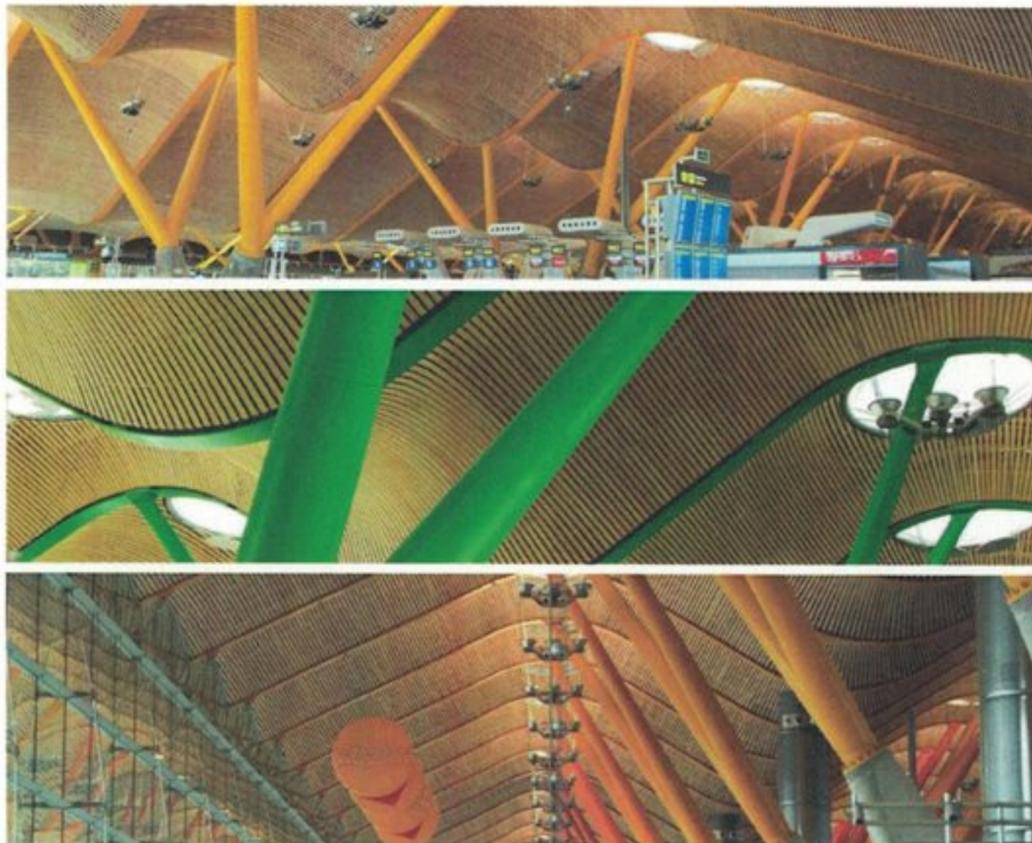


ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo

4 - Vigas, tablero y chapas.

Además de los productos estandar MOSO también trabaja con soluciones a medida con diferentes proyectos en todo el mundo destacados por su innovación, dentro de los cuales se destaca el techo del Aeropuerto Internacional de Madrid.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Tablilla (compuesto) - Longboards - Loaded y Banzai

Tanto Loaded (USA) y Banzai (ARG) se dedican a la fabricación de tablas para deportes extremos. Para sus longboards utilizan láminas de bambú que unidas con los pegamentos adecuados logran una gran resistencia y flexibilidad, logrando así un andar más fluido que con las tablas de madera tradicional. Por su gran flexibilidad, los longboards de bambú son prácticamente irrompibles y a su vez son muy livianos.



Loaded Boards. [En línea]. <<http://loadedboards.com/>> [Consulta: 25 mayo 2016].

Banzai Boards. [En línea]. <<http://www.banzaiboards.com.ar/>> [Consulta: 25 mayo 2016].

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Tablilla (compuesto) - Utensilios - Bambuhome

Bambuhome se dedica a realizar productos para el hogar en bambú. Se caracterizan por ser trabajados a mano de acuerdo a procesos sustentables.

Los productos son fabricados en china por artesanos de las localidades de donde se obtiene el bambú.

Su intención es ser sustentables no solo en la elección del material, sino también en el modelo de negocios, en el cual se cuida que en toda la cadena de producción se den prácticas justas de trabajo en condiciones seguras.



Bambuhome. [En línea]. <<https://www.bambuhome.com/>> [Consulta: 25 mayo 2016].

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Tablilla (compuesto) - Otros

Utilizando la caña en este formato también se pueden encontrar lentes, tablas de surf e instrumentos entre otros.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo



Fibra - Textiles

La fibra de bambú, una nueva fibra natural textil desarrollada por la Universidad de Pekín, es considerada la mejor alternativa ya que es una fibra sostenible, amigable con el medio ambiente y comparte algunas propiedades con el algodón, incluso le añade características y cualidades excepcionales. Es extraída al 100% de la pulpa de la caña de bambú, proviene de cultivos con ciclos renovables cortos por lo que sería una fibra con un alto valor ecológico. Es biodegradable; no necesita la implementación de pesticidas como el algodón ya que posee una sustancia natural denominada kun de bambú que protege la planta de las plagas. También posee la capacidad de mejorar y recuperar los suelos erosionados o degradados y ayuda a reducir las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero. (Hallet y Johnston, 2010)

Es la alternativa más adecuada para ser aplicada en la indumentaria de bebés debido a diversas razones: evita la implementación de pesticidas y químicos altamente contaminantes y perjudiciales para la piel; los tejidos son naturalmente suaves, no necesitan la implementación de ningún tratamiento; posee una muy buena absorción de la humedad y ventilación; tiene propiedades hipoalergénicas, bacteriostáticas y de esterilización de un modo natural. (Mishra, Rane y Sabale, 2008)



Fibra de bambú. [En línea]. <http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyctograduacion/-detalle_proyecto.php?id_proyecto=1119> [Consulta: 25 mayo 2016].

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Ejemplos de aprovechamiento de la caña de bambú en el mundo

Conclusiones

De los formatos relevados se destaca por su amplia variedad de usos el de tablillas, ya sea simple como compuesto. Este formato además, por ser un insumo estandarizable permite proyectar objetos con mayor precisión y producirlos en serie con un resultado más controlado.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Características destacables

El bambú en términos de forestación, sustentabilidad y características físico-mecánicas posee características que lo destacan y lo convierten en un recurso y materia prima muy favorable para su utilización.

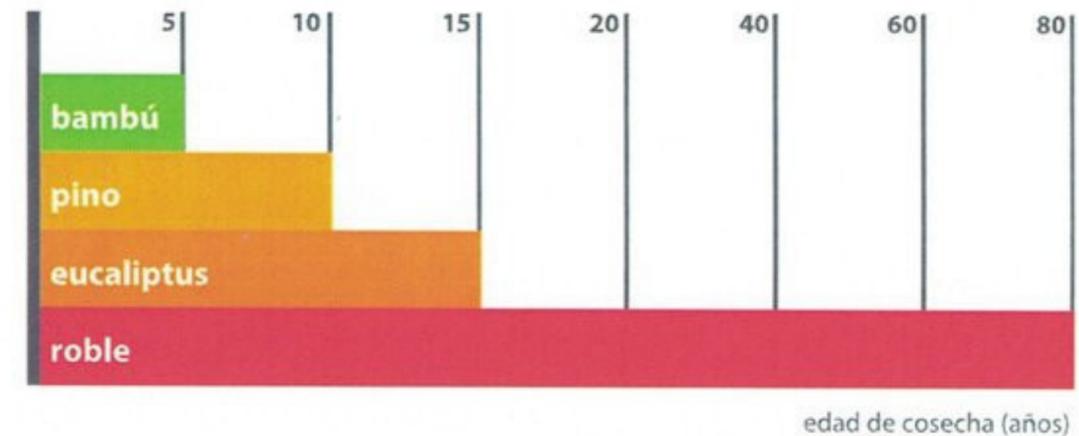
Forestación y sustentabilidad ambiental

"El bambú en general (...) supera los beneficios de la reforestación de bosques de madera porque tiene un crecimiento más rápido, y esto hace que el bosque nuevo, aumente la liberación de oxígeno y retenga más dióxido de carbono, además, su anatomía hace que la planta proteja el suelo, controlando la erosión y el cauce de los ríos, también permite la existencia de otros cultivos en el mismo terreno, sin degradarlo, y además no desplaza la fauna endémica del bosque nativo"⁴

A diferencia de la madera tradicional que cuando es cosechada el árbol muere, el bambú se puede cosechar cada año o año y medio sin tener que reforestar ya que si se tala de forma correcta la planta no muere y por lo tanto rebrota.⁵

⁴ BARRETO CASTILLO, Walter Mauricio. "Evaluación de guadua laminada pegada aplicada a propuesta de reticulado plano". Director: Arquitecto Gonzalo Patiño Ortiz. Trabajo de grado para optar al título de arquitecto. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá D.C. 2003.

Gráfica comparativa bambú/madera - edad de cosecha



⁵ MORENO, Ruben Dario. "Cultivo, manejo y aprovechamiento del bambú." En: Primer encuentro internacional sobre bambú, el bambú una alternativa sostenible (2015, Buenos Aires)

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Características destacables

Características físico-mecánicas

“Es un material con una fuerza de tensión increíble en relación a su peso. La fuerza tensión del bambú es de un 20% superior el del hierro y con un peso muchísimo menor.”⁶

Las propiedades físico-mecánicas del bambú son muy superiores a la de la madera, como ejemplifica la tabla presentada a continuación.

Por otra parte debido a su anatomía el bambú es de fácil manipulación, almacenamiento y transporte.

Gráfica comparativa bambú/madera - Tracción, elasticidad y densidad

	Resistencia a la tracción (MPa)	Modulo de elasticidad (GPa)	Densidad (g/cm ³)
Madera			
cedro	29.3-48.5	4.4-9.8	0.29-0.46
abeto	30.7-33.8	5.9-6.7	0.31-0.34
pino	34.0-41.6	6.5-8.8	0.36-0.42
nogal	62.5-81.0	8.8-11.4	0.56-0.67
roble	47.7-74.9	7.9-12.4	0.53-0.61
Bambú			
fibra	610	46	1.16
matriz	50	2	0.67
compuesto	140-230	11-17	0.6-1.1

Gráfica extraída de Hidalgo, Oscar. Bamboo: The Gift of the Gods. 2003.

⁶ BAMBUSETUM. Las ventajas del bambú. [En línea]. <<http://www.bambusetum.com/bambu.html>>. [Consulta: 8 de octubre 2013].

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Características en destacables

Conclusiones

El bambú presenta características por las cuales no solo es un recurso atractivo para su utilización como materia prima, sino que además favorecer su uso y de esta manera su plantación trae grandes ventajas medioambientales.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Estudio de Especies

El Bambú es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas, familia que abarca entre otras plantas el maíz, trigo, sorgo o incluso el pasto verde de los jardines. Claramente existen diferencias visibles entre la caña y sus familiares, por eso se diferencian en Subfamilias, en la cual el bambú pertenece a la Bambusoideae. Dentro de esta segmentación también encontramos diferentes géneros, y dentro de estos géneros existen diversas especies. Por ejemplo la Tacuara, es una de las más conocidas de nuestra región, aunque por lo general las personas suelen nombrar como Tacuara a diversos tipos de caña, pero en realidad pertenece al Género: *Phyllostachis*; Especie: *aurea*.

Existen en el mundo alrededor de 1600 especies de bambú, integrando 121 géneros aproximadamente y se distribuyen mayoritariamente en América Central, América del Sur, África, Asia.

En América del Sur contamos con unas 440 especies pertenecientes a unos 41 géneros, en los cuales se encuentran por ejemplo los más populares: *Guadua*, *Bambusa*, *Chusquea*, *Arundinaria*.

En Uruguay no se cuenta con especies nativas, es decir, no hay una especie de caña que crezca únicamente en nuestro territorio de manera natural (sin que haya sido traída de otro país) pero si contamos con especies nativas de la región, que crecen tanto en nuestro territorio, como en Argentina o Brasil por ejemplo.

A su vez, existen especies naturalizadas, que se han traído de otras regiones y se han adaptado con los años a nuestras condiciones climáticas y geográficas sin necesidad de control alguno.

Las especies relevadas en Uruguay son:

- Guadua chacoensis* (nativa)
- Guadua trinii* (nativa)
- Chusquea ramosissima*(nativa)
- Chusquea tenella* (nativa)
- Phyllostachis aurea* (naturalizada)
- Phyllostachis bambusoides reticulata* (naturalizada)
- Phyllostachys nigra* (naturalizada)
- Bambusa tuldooides* (naturalizada)
- Bambusa vulgaris vitatta* (naturalizada)
- Bambusa multiplex* (naturalizada)
- Arundinaria japonica* (naturalizada)
- Pleioblastus simonni* (naturalizada)

Algunas de estas especies solo se han encontrado en lugares puntuales y la cantidad existente es escasa como para un real aprovechamiento como complemento a la madera.

Por esto se pasará a desarrollar información sobre las especies nombradas a continuación que se conoce que existen en gran cantidad en el país:

- | | |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| - <i>Guadua chacoensis</i> (nativa) | - <i>Bambusa tuldooides</i> (naturalizada) |
| - <i>Guadua trinii</i> (nativa) | - <i>Pleioblastus simonni</i> (naturalizada) |
| - <i>Chusquea ramosissima</i> (nativa) | |
| - <i>Chusquea tenella</i> (nativa) | |
| - <i>Phyllostachis aurea</i> (naturalizada) | |

HIDALGO LOPEZ, Oscar. "Bamboo the Gift of Gods". Enero 2003. En: Taxonomy-Distribution of Bamboo In the world, núm. 32.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Maderabilidad:

Se decide segmentar las cañas en una escala de maderabilidad.

Esto significa que se discriminará de acuerdo a cuan aprovechable sea el tallo para extraer tablillas de sección ortogonal. Las medidas de sección de dichas tablillas pueden variar dependiendo del diámetro exterior y espesor del tallo.

Por ejemplo en un diámetro de caña de 150 mm con un espesor de 20 mm es posible extraer tablillas de sección 45x16 mm (Fig. 1), en cambio en un tallo de 40 mm de diámetro con un espesor de 5 mm es posible extraer una tablilla de sección 12x3 mm (fig. 2).

Se define un diámetro mínimo de caña de 40 mm para procesar, ya que a partir de este limite la cantidad de desperdicio de material es semejante al producto final. A su vez se torna engorroso y peligroso trabajar con piezas demasiado pequeñas.

Diámetro sección 150 mm

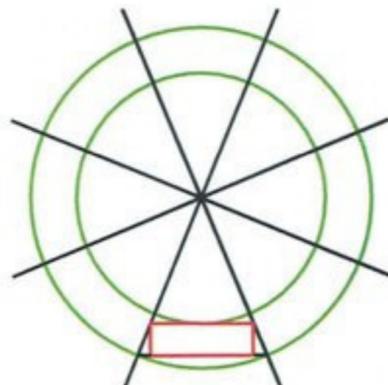


Fig. 1

Diámetro sección 50 mm



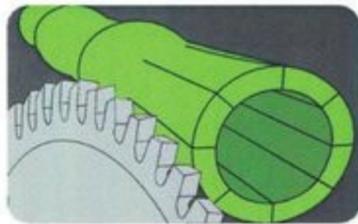
Fig. 2

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

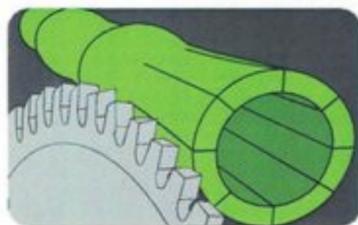
Tipología de Maderabilidad:

Para diferenciar el aprovechamiento de la caña se genera un ecualizador que separará las especies en tres grados: Óptimo; Aceptable; No Aceptable.

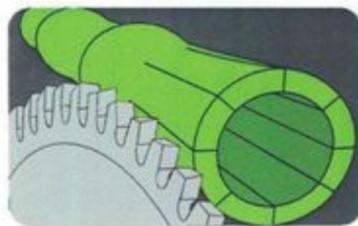
Este ecualizador será utilizado en las fichas técnicas de las especies, para poder identificar con facilidad su nivel de maderabilidad.



Óptimo



Aceptable



No Aceptable



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Se ha decidido expresar los datos de las diferentes especies que se encuentran en Uruguay en formato de fichas técnicas, para entender y poder comparar los datos de manera eficiente y objetiva. El formato utilizado es a modo generalizado ya que para los fines a los que se apunta en esta investigación no es necesario entrar en detalles.

En nuestro país es poca la bibliografía sobre bambú nativo o naturalizado, por lo que es necesario complementar con datos del extranjero o extraerlos de la web. En este caso se ha relevado los datos de la página web de ZHU-Innovación en Bambú, quienes cuentan con un equipo que ha realizado un relevamiento a nivel Nacional y publicado recientemente la información en su página web. Este hecho es de gran importancia ya que en Uruguay no existe otro lugar donde se encuentren todos estos datos unificados. Otro punto relevante es que las plantas crecen de diferente manera según su ubicación geográfica, clima y calidad de los suelos (entre otros factores) por lo que se pueden comparar datos recogidos en nuestro país con otros de países de otro continente inclusive.

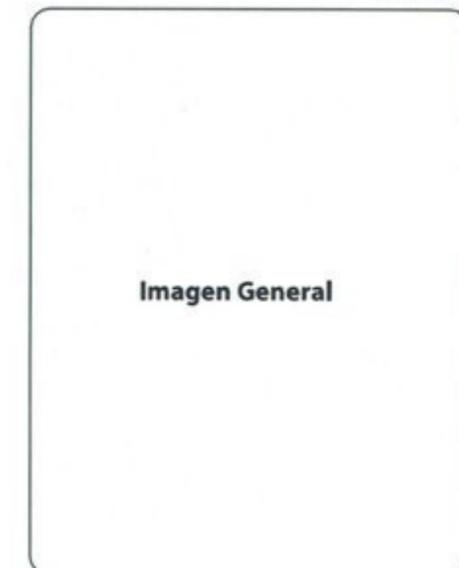
Existen datos que sirven de guía a la hora de identificar una especie, por ejemplo el formato de las hojas, los brotes, color del tallo, los nudos, entre otros, aunque para poder definir con certeza que tipo de bambú es, se necesita realizar estudios científicos más específicos. En el caso de las fichas técnicas a continuación, se mostrarán diferentes imágenes para una identificación primaria de la especie.

Formato de Ficha Técnica

Nombre Científico



Nombre Común:
Origen:
Clima:
Altura (cm):
Diámetro (cm):
Ubicación en Uruguay:
Características distintivas:
Usos:



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Guadua chacoensis

Nombre Común: Tacuaruzú

Origen: Nativa de América del Sur.

Clima: Tropical a Templado.

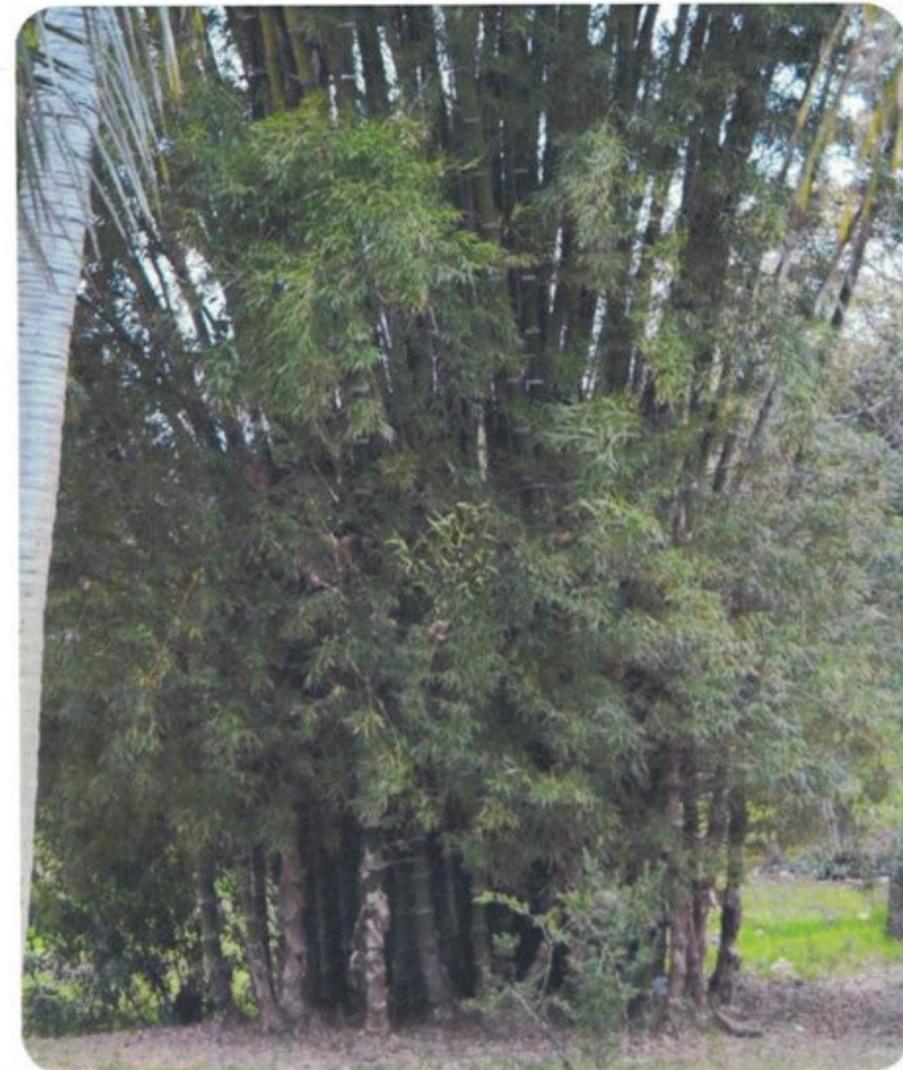
Altura: 15 a 20 m

Diámetro: 10 a 15 cm

Ubicación en Uruguay: Crece naturalmente en las islas del Río Uruguay en el departamento de Artigas, pero existen ejemplares en otros lados del país como en Montevideo, jardín Botánico.

Características Distintivas: Caña gruesa con anillos blancos en los nudos, ramas espinosas, entrenudos de paredes lisas y verde lustroso. Esta especie es la de mayor tamaño en Uruguay, y su madera es de muy buena calidad, fuerza y dureza.

Usos: Debido a la calidad de su madera esta especie es ideal para construcción, mobiliario, pisos flotantes, o también como control de erosión y reforestación.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Guadua trinii

Nombre Común: Tacuara

Origen: Nativa de América del Sur

Clima: Templado

Altura: 6 a 10 m

Diámetro: 3 a 8 cm

Ubicación en Uruguay: Se encuentra en la zona fronteriza con Brasil y en el Litoral Oeste.

Características Distintivas: Cañas gruesas, huecas y curvas, con nudos y ramificaciones espinosas, entrenudos de paredes ásperos y opacos. Su madera no es de buena calidad.

Usos: Esta especie es de poco aporte en este aspecto, debido a la baja calidad de su madera, su curvatura, y espinas que hacen engorroso su manejo.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Chusquea ramosissima

Nombre Común: Carajá, Tacuarembó.

Origen: Nativa de América del Sur

Clima: Templado a Frío

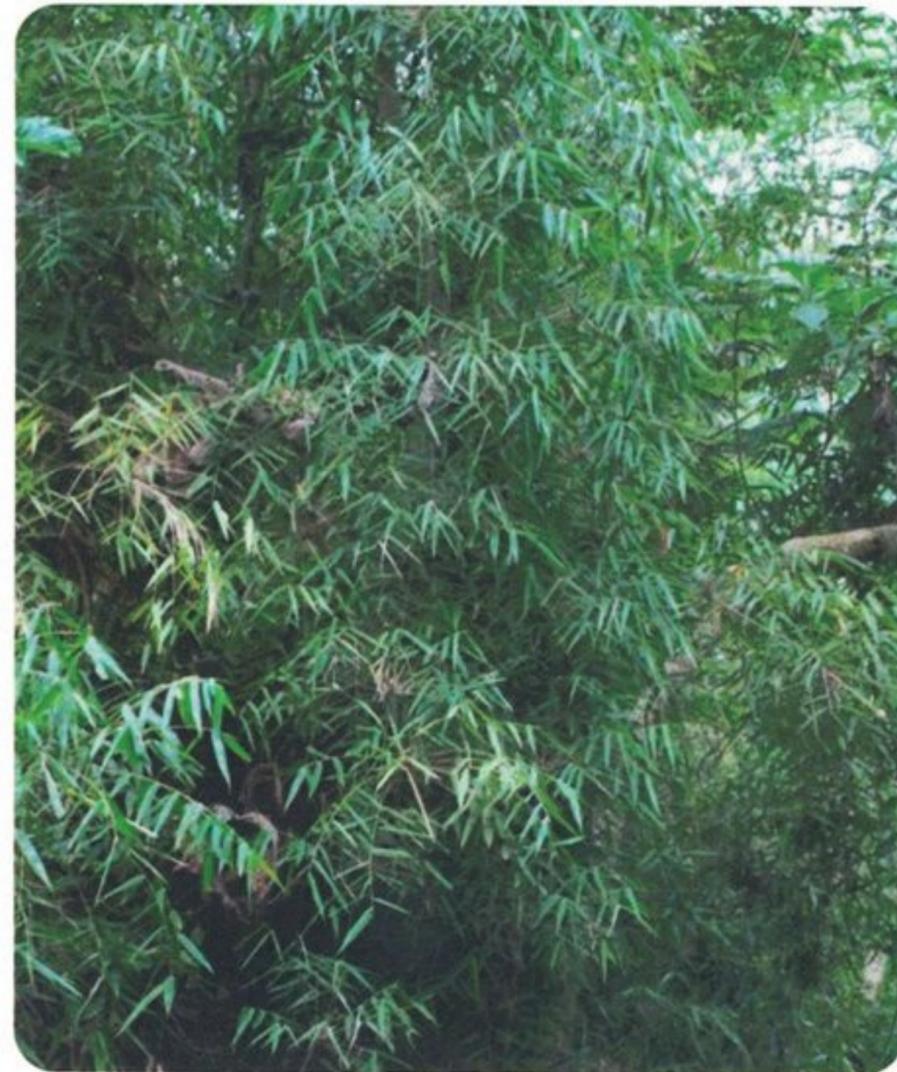
Altura: 2 a 10 m

Diámetro: 1 a 1.5 cm

Ubicación en Uruguay: Bosque Serrano y litoral oeste del País

Características Distintivas: Cañas de entrenudos macizos, con muchas ramificaciones y trepadora.

Usos: Artesanías y medicinal



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Chusquea tenella

Nombre Común: Carajá, Cresiume.

Origen: Nativa de América del Sur

Clima: Templado a Frío

Altura: 2 a 3 m

Diámetro: 1 a 1.5 cm

Ubicación en Uruguay: Bosque Serrano y litoral oeste del País

Características Distintivas: Cañas huecas de características similares a Ramosissima pero se diferencian por las manchas de color violeta en los tallos y los pelos que presentan de jóvenes.

Usos: Artesanías



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Phyllostachys aurea

Origen: Este de China

Clima: Templado a Frío

Altura: 4 a 8 m

Diámetro: 2 a 5 cm

Ubicación en Uruguay: Está distribuida en casi toda la extensión del territorio uruguayo

Características Distintivas: Tallos acanalados verdes o amarillos en caso de exposición al sol. Suele tener nudos apretados y apilados en su base.

Usos: Ornamental en jardines o como barreras de viento, mobiliario y artesanías. Sus brotes son comestibles.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Bambusa tuldoides

Origen:China

Clima: Subtropical Templado

Altura: 6 a 15 m

Diámetro: 3.5 a 6 cm

Ubicación en Uruguay: Se puede encontrar en el litoral este del país y en diversos parques y jardines a modo decorativo.

Características Distintivas: Tallos de color verde azulado cuando crecen y verde pálido en estado de madurez. Es una caña erecta con ramificaciones en sus nudos.

Usos: Ornamental, como barrera contra viento. Brotes comestibles.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

-*Pleioblastus simonni*

Origen:

Clima:

Altura:

Diámetro:

Ubicación en Uruguay:

Características Distintivas:

Usos:



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Conclusiones-Fichas Técnicas:

Existen 7 especies de bambú aprovechables en diferentes grados según para el fin que se plantee. Se decide agrupar en 3 grados de aprovechabilidad a dichas especies tomando como referencia su maderabilidad.

Óptimo:

-*Guadua chacoensis*

Aceptable:

-*Phyllostachys aurea*

-*Bambusa tuldoides*

-*Guadua trinii* *

No Aceptable:

-*Chusquea ramosissima*

-*Chusquea tenella*

-*Phyllostachys nigra*

*Si bien su diámetro es aceptable, en la información de las fichas técnicas se evidencia que su madera no es de buena calidad. Por lo tanto no será tomada en cuenta para procesar.

La especie para lograr un aprovechamiento óptimo es la *Guadua Chacoensis*, pero al solo crecer en algunos puntos del país se hace difícil su acceso. En cambio las de aprovechamiento medio se encuentran en gran parte del territorio nacional, por esto se decide centrar la investigación en estas últimas.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

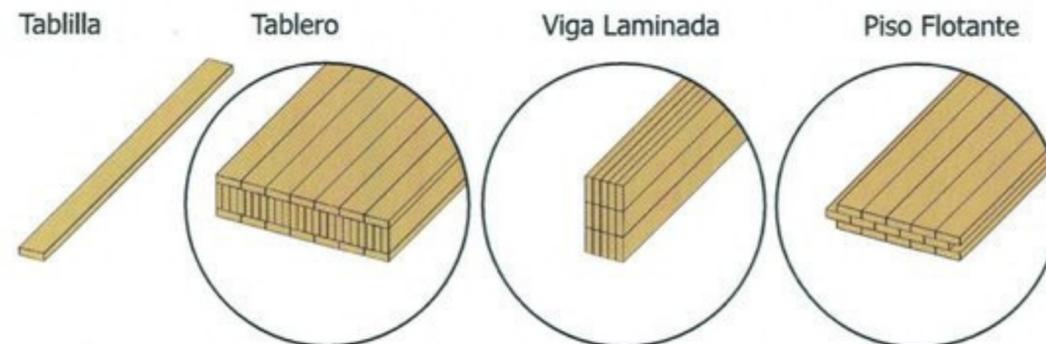
Análisis de Procesos

A nivel regional es muy poca la experiencia en el manejo del bambú y sobretodo la producción industrial de productos derivados de éste, por esto es que es necesario investigar en otras partes del mundo. Los procesos utilizados a nivel mundial pueden variar según el producto final o la escala de producción entre otros factores. Por ejemplo en países como China, India, Japón, Indonesia, donde se concentra la mayor producción del mundo, las grandes empresas utilizan maquinaria especializada para producción a gran escala. Dado que una de las bases de este trabajo es la complementación con la madera se analizarán los procesos que se utilizan para obtener productos comparables con dicho material.

Para poder llegar a formatos que se utilizan en la industria maderera, es necesario generar tablillas de bambú para prensar de diversas maneras (ver imagen).

Las empresas que realizan pisos flotantes, tableros, vigas o cualquier producto que necesite de tablillas, realizan generalmente los mismos procesos al principio de la cadena de producción. No obstante, se decide analizar otras técnicas que se consideran interesantes para el fin de esta investigación, como por ejemplo la fabricación de palillos (tipo brochet).

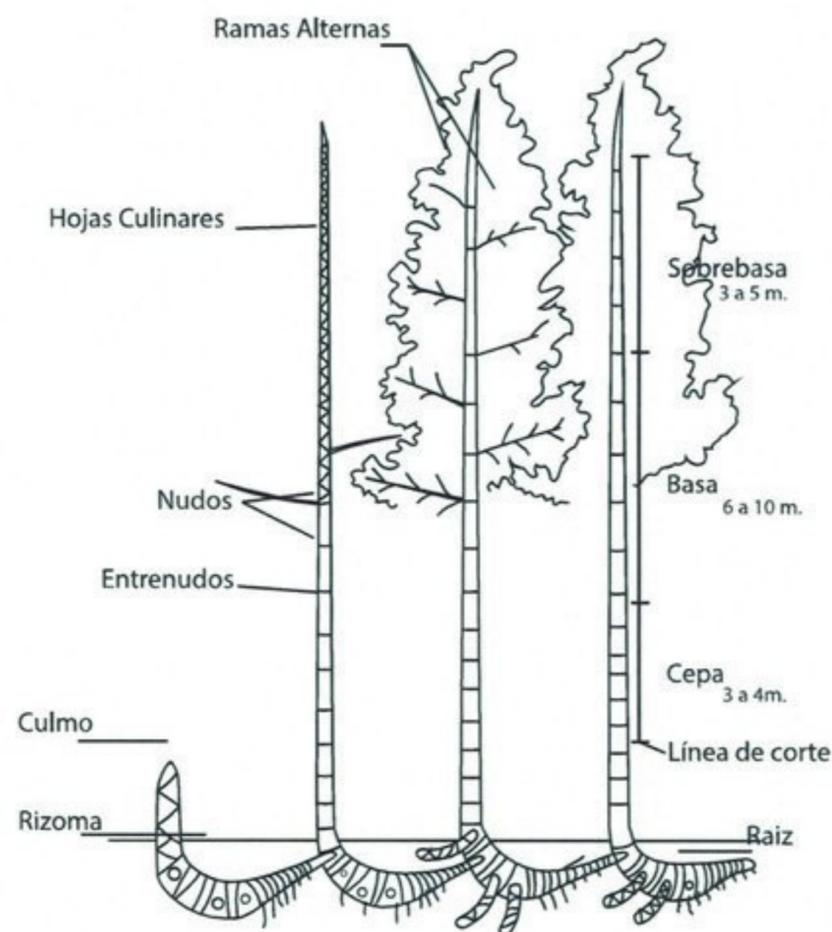
Algunas conformaciones posibles:



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Análisis de Procesos

Previamente a cortar la caña es necesario entender y analizar sus partes para saber como proceder. La parte que se utiliza para madera es la mas gruesa del tallo, que como se muestra en la imagen se divide en tres partes, Ceba, Basa y Sobrebasa.



El dato más relevante a la hora de la elección de los tallos es la circunferencia formada por el diámetro interior de la caña, en la parte mas delgada, esto nos definirá la cantidad de latillas que se podrán extraer o en su defecto saber que ancho y espesor tendrán las mismas.

A continuación se mostrará de forma ilustrativa parte del proceso desde que se corta la caña en el bosque hasta que llega a fábrica donde se dividen en diferentes sectores según el uso que se le va a dar. Es importante aclarar que las imágenes son extraídas de la web y son provenientes de los países asiáticos, donde la producción de bambú y sobre todo las especies son muy diferentes a lo que se conoce en Uruguay.

Stamm Jörg, "Laminados De Guadua". En: Conferencia (2002, Pereira) Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Análisis de Procesos

Selección de cañas

La edad del tallo a cortar es determinante a la hora de la elección, ya que las propiedades físico-mecánicas varían según en que etapa se encuentre la caña.

Los brotes aparecen normalmente en primavera u otoño, y el diámetro que tiene ese brote, es el que va a tener la caña, o sea que no crece en diámetro. Durante el primer año aproximadamente crece hasta alcanzar su punto mas alto y comienza a desarrollar el follaje (ramas y hojas).

Luego de este año empieza un proceso de maduración que lleva aprox. de 4 a 6 años, por lo que se calcula que a los 5 años de edad la caña está en condiciones físico-mecánicas optimas.

Luego de los 8 a 10 años comienza a perder estas propiedades entrando en una etapa de vejez.

Existen maneras de identificar a grandes rasgos la edad o etapa en la que se encuentra el tallo, que no suelen ser exactas pero a simple vista son de gran ayuda:

-Color-Los tallos con un color verde intenso y lustroso, están normalmente aun en etapa de crecimiento, en cambio los que ya tienen un color mas apagado y opaco ya entraron en la etapa de madurez.

-Manchas-En los tallos maduros se puede empezar a visualizar unas pequeñas manchas blancas de unos 1-2 mm de diámetro, a medida que pasan los años éstas van aumentando su tamaño.

Información extraída en entrevistas con Ing. Agrónomo Gabriel Arenares

-Nudos-En algunas especies los nudos comienzan a blanquear a partir de la madurez.

-Ubicación-Las cañas que se encuentran hacia el centro del cañaveral suelen ser las mas añejas, dado que siempre se van expandiendo.

Caña madura



Caña joven



Especie Guadua Angustifolia Kunth

En los grandes bosques de bambú la selección es realizada por los cañeros, quienes saben a veces con simplemente golpear el tallo si éste está apto para cortar.

Claramente hoy en día están asistidos por métodos científicos de seguimiento del crecimiento en los cuales se marcan los tallos para saber su edad y a esto se le agrega elementos de medición de humedad entre otros.

HIDALGO LOPEZ, Oscar. "Bamboo the Gift of Gods". Enero 2003. En: Taxonomy-Distribution of Bamboo In the world, núm. 32.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Análisis de Procesos

Corte de tallo.

El corte debe ser realizado a partir del segundo o tercer anillo de la caña, a su vez debe ser un corte en diagonal, para evitar que se forme un cuenco, retenga agua y de esa forma se deteriore la planta. Este paso se puede realizar tanto con motosierra, sierra de mano, machete, etc, pero siempre cuidando de no rajar la caña que se está extrayendo.



Extracción y apilamiento.

Como se ve en las imágenes se van sacando los tallos y se cortan las ramas para poder extraerlos del bosque hacia lugares mas despejados.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Análisis de Procesos

Transporte a fábrica.

Al ser un tallo hueco, su peso en relación al volumen es diferencial en comparación a la madera, por eso se trata de aprovechar al máximo la capacidad de carga de los camiones, llegando a veces incluso a peligrar la estabilidad de los mismos.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Análisis de Procesos

Corte de secciones.

Al llegar a fábrica es necesario cortar tramos de bambú para facilitar el manejo dentro de la misma. Estos cortes no son hechos al azar sino que en este paso ya se debe definir que parte se va a usar para que fin. Por ejemplo si se van a utilizar para hacer tableros pisos flotantes palillos de brochette, etc.

A su vez influye si se está cortando mas sobre la basa o la cepa del tallo, ya que el espesor varía según donde se corte.

Para ésta tarea es necesario una sierra de corte transversal, existen en varios modelos, tamaños y potencias que varían según el fin.



Sierra para cortes de poca longitud, por ejemplo para palillos de brochettes, escarbadientes, inciensos, etc.



Sierras para cortes de tramos largos, por ejemplo para tableros, pisos flotantes vigas, etc..

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Análisis de Procesos/Procesado en Fábrica

A continuación se analizará con detenimiento los procesos mas relevantes para esta investigación.

Se encontró que dentro de fábrica los procesos se pueden englobar en dos etapas:

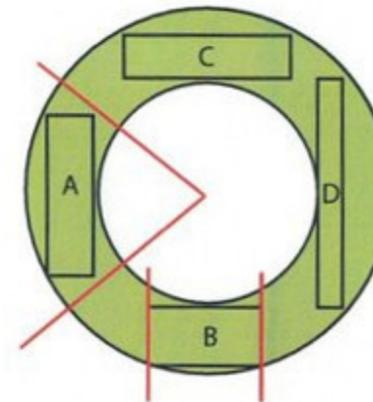
- Etapa 1/Corte Longitudinal
- Etapa 2/Rectificado

Dentro de cada etapa existen los siguientes procesos:

- Corte por filo
- Aserrado
- Cepillado

Estos cortes realizados en la caña están explicados más adelante, pero a modo de ejemplo se muestra en la imagen inferior, las diferencias entre Corte Longitudinal por filo o aserrado.

Sección de caña



- A- Corte por filo
- B-Corte por doble sierra
- C-Variacion de medida
- D-Variacion de medida

Es posible combinar las diferentes técnicas de Corte y Rectificado, dependiendo de los fines o cuan detallada sea el producto final. Por esto a continuación se muestra una secuencia de procesos para ver las diferentes combinaciones de caminos que se pueden tomar para procesar la caña.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Análisis de Procesos/Procesado en Fábrica

Etapa 1: Corte Longitudinal

El corte longitudinal es un corte a lo largo de la caña, necesario para poder separarla en latillas.

Este proceso se suele realizar de dos maneras:

- corte por filo
- aserrado

Corte por filo:

Este corte consta en hacer pasar una herramienta afilada en el sentido longitudinal de la caña, ejerciendo presión y de esa manera separando la fibra.

Este corte se puede realizar manualmente o con herramientas impulsadas a motor.

Para los procesos manuales se utilizan normalmente herramientas del tipo machete, o en estrella, los cuales se deslizan por el centro de la caña separando las fibras. Estas herramientas son difíciles de controlar y por lo general es necesario un elemento martillo para ejercer la presión necesaria. Al cortar con machete es necesario hacer varios cortes según la cantidad de latillas que se requiera, esto provoca que los resultados no siempre sean iguales y rectos. El corte con estrella es más controlado, ya que las latillas se mantienen dentro de los márgenes de la herramienta.

Otra ventaja es que se pueden sacar varias partes de un solo corte, esto puede provocar que se necesite de más de una para cortar diferentes diámetros de caña, dependiendo cuantas partes se quiera extraer.



Corte con "machete"



Para trabajar con machete o similar es necesario un elemento martillo para golpear la herramienta en el sentido de corte.



Corte con herramienta formato "estrella"

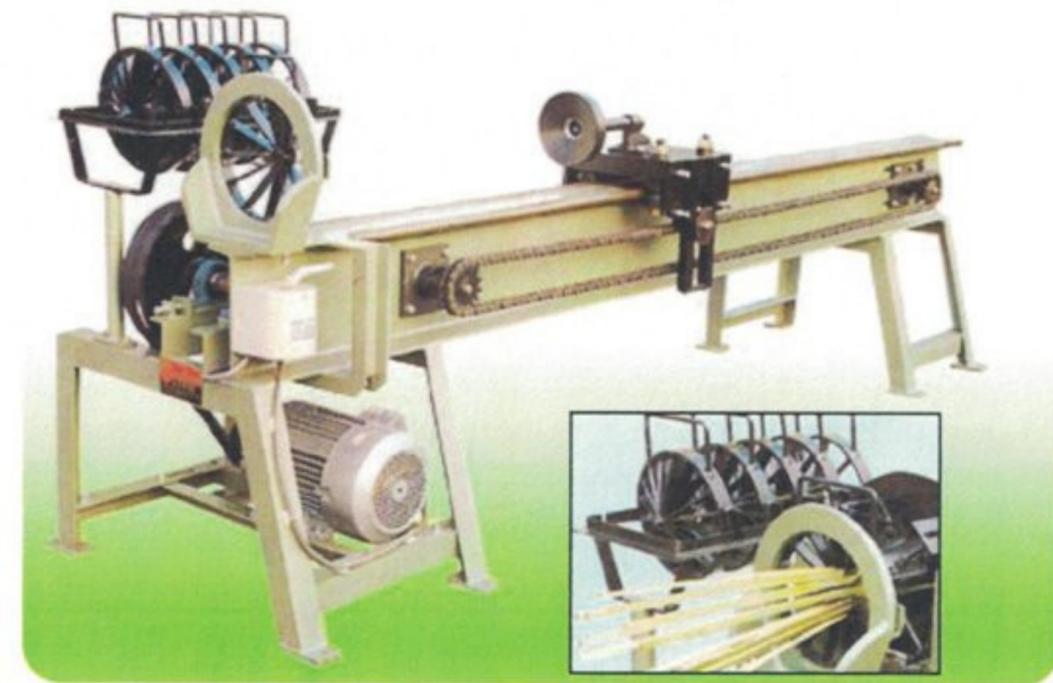


Estrellas para diferentes diámetros de caña

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Los cortes maquinados utilizan básicamente las mismas herramientas que en el trabajo a mano, pero sustituyen a éste por motores eléctricos. Estas máquinas denominadas "prensas estrella" no solo mejoran los tiempos de producción en comparación al proceso manual, sino que además deslizan la herramienta a una velocidad constante, lo que evita en mayor manera que los cortes queden torcidos y desperejos.

Como se ve en las imágenes también se necesita de varias estrellas, según la cantidad de latillas que se quiera extraer en función del diámetro del tallo a cortar.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Corte longitudinal-Por Filo:

Pros:

- Las herramientas de mano son muy accesibles económicamente, y en el caso de la estrella fácil de fabricar.
- Las estrellas tanto a mano como a motor realizan todos los cortes necesarios en una sola pasada.

Contras:

- Esta técnica no es útil para todos los tipos de caña, ya que solo funciona en cañas rectas y de fibras lineales.
- Los cortes manuales pueden tender a desviarse y no hacer cortes exactos.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Aserrado:

La mayoría de las fábricas de bambú, han cambiado el sistema de rajado de la caña, por el de la sierra de doble disco con guías paralelas. Esto es debido a que la prensa "estrella" tiende a rajar las latas en forma curva y cónica, lo que requiere un cepillado amplio, que genera mayor desperdicio.

En éste caso se abre la caña cortando con dos discos de sierra impulsados por un motor eléctrico.

El secreto en este caso es colocar dos sierras de tungsteno en un mismo eje, y deslizar el tallo en unas guías montadas en rodamientos. La distancia entre las sierras marca el ancho final de la lata.

Este segundo método es mas eficaz, ya que facilita el trabajo posterior en el cepillado de las tablillas.



Doble sierra



Máquina montada con dos carros y dos doble sierra para una mayor optimización del trabajo.

Doble carro

Pila de bambú luego del corte por doble sierra.



Estación de trabajo independiente de energía eléctrica. Esta estación cuenta con las mismas características que las sierras anteriores pero está propulsada por un motor a combustión.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Corte longitudinal-Aserrado:

Pros:

- Al trabajar con guía y cortar con sierra, la fibra de la caña no afecta en el resultado final.
- Los cortes son perfectamente rectos longitudinalmente.
- Las caras cortadas quedan paralelas y listas, es decir no se tienen que rectificar posteriormente.
- En algunos casos la maquinaria para este tipo de cortes ofrece la posibilidad de hacer el rectificado (ver rectificado por aserrado).

Contras:

- Maquinaria específica no disponible en el mercado local.
- El tamaño y el costo de este tipo de maquinaria sigue una lógica de producción a gran escala.

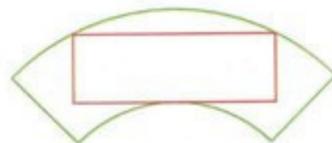
ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Etapa 2: Rectificado

Se ha denominado rectificado al proceso en el cual se obtiene tablillas de sección rectangular o cuadrada, a partir de las latillas (ver fig.) En ésta etapa se divisan tres ramas diferentes:

- corte por filo
- cepillado
- aserrado

Antes de rectificado

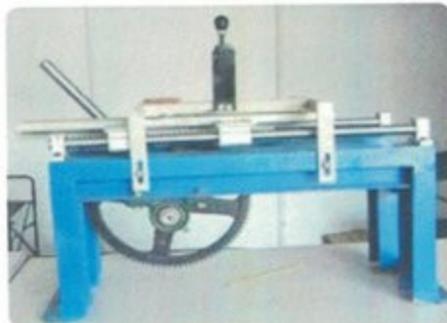


Después de rectificado

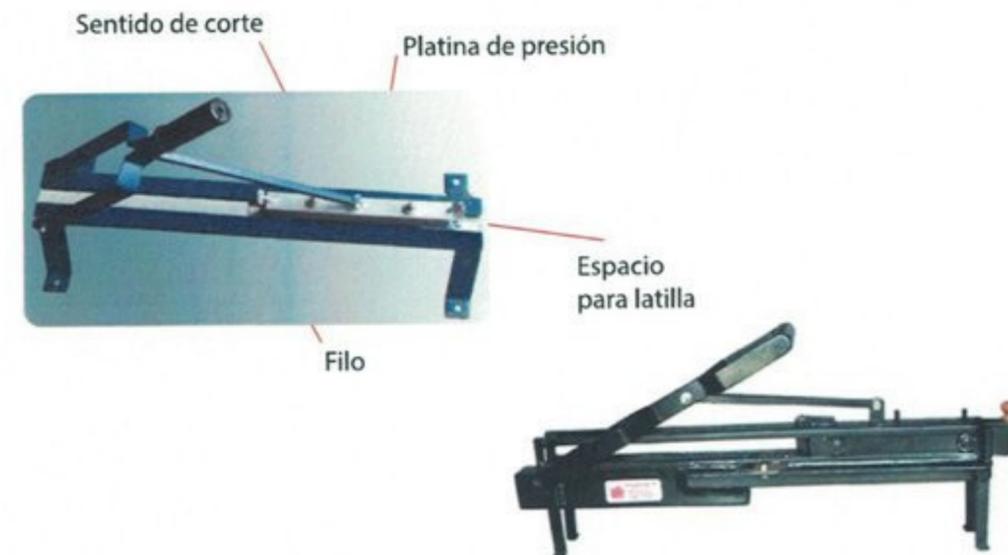
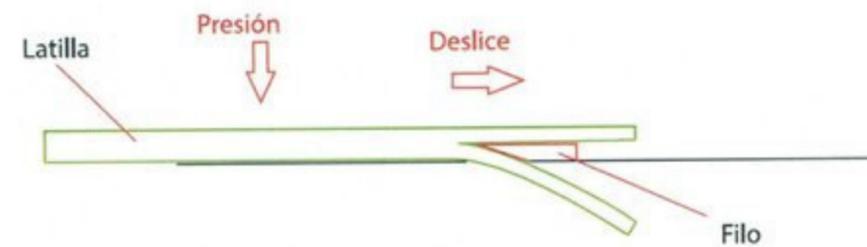


Corte por Filo:

El corte por filo es el mismo concepto que la etapa 1, pero en este caso en vez de separar la caña en latillas, se utiliza para escuadrar los cantos de ésta misma (es decir lograr tener una sección cuadrada o rectangular) ó para extraer láminas de bambú.



A continuación se muestran máquinas manuales utilizadas para la producción de palillos o inciensos. Se trabaja con tramos cortos y se colocan en la ranura y ejerciendo presión se la hace correr por un filo (similar a un corta papas)



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Rectificado-Por Filo:

Pros:

- Al ser manual no requiere de energía eléctrica.
- Por su tamaño y peso son herramientas transportables.
- Puede trabajar varias latillas en vertical al mismo tiempo.

Contras:

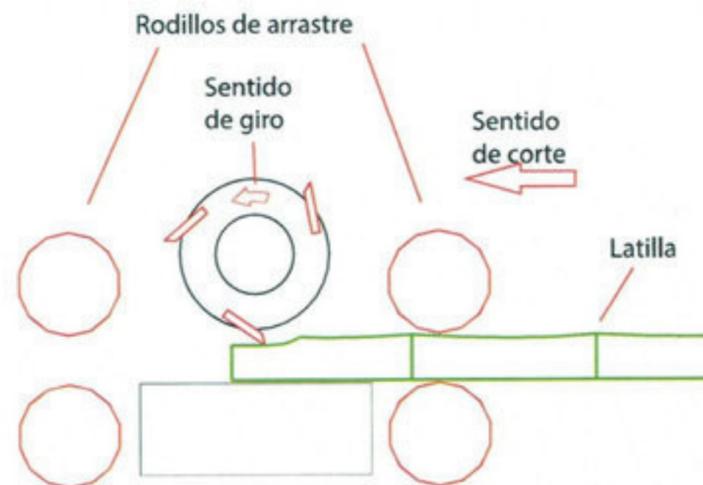
- Funciona para tramos de caña cortos de 55 cm o menos.
- Es necesario al menos cuatro pasadas para el rectificado final.
- Herramienta específica no disponible en la región.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Etapa 2: Rectificado

Cepillado:

El cepillado consta básicamente de varias cuchillas girando a gran velocidad en un rodillo, se pasa la latilla en dirección contraria al giro del cepillo y de ésta manera se quita material hasta dejar plana la superficie. En algunas maquinas se combinan hasta 4 cepillos o mas a la vez (cepilladora de 4 caras), así entonces se dejan planas las 4 caras de la tablilla y a escuadra.



En la imagen se muestra el funcionamiento de un cepillo de banco convencional para madera. Este tipo de cepillos funcionan perfectamente para trabajar con las latillas de bambú. Una desventaja de este sistema es que solo se puede cepillar una vez por pasada, es decir para escuadrar una latilla es necesario por lo menos dos pasadas.

Piezas de corte y arrastre de un cepillo de banco para madera.



Como se menciona anteriormente existe maquinaria especializada para bambú, en las fábricas dedicadas a producir pisos o multiplacas, es común ver maquinas cepilladoras de 4 caras o incluso algunas que realizan tareas mas especificas como extraer los nudos, cepillar y laminar la latilla en una sola pasada. La gran ventaja es el ahorro de tiempo ya que concentra varias tareas de una y se obtiene un producto de buena calidad.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Etapa 2: Rectificado

En la imagen inferior se muestra una cepilladora de dos caras (superior e inferior), que consta de 5 rodillos con cuchillas, y varios rodillos de arrastre.

Al ser una maquina específica para bambú, solo se necesitan cuchillas de un poco mas del ancho de una latilla, en vez de todo un rodillo como en los cepillos convencionales. Este tipo de maquina no solo hace todo el trabajo de una sola pasada, sino que además tiene una gran velocidad de avance, pudiendo extraer gran cantidad de tablillas por hora.



Cepilladora de dos caras para bambú



Detalles de cepilladora de cuatro caras para bambú



Detalle de maquina



Cepilladora de dos caras para bambú



Rodillos de arrastre

Fresas de corte

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Rectificado-Por Filo:

Pros:

- Realiza el rectificado completo en una sola pasada.

Contras:

- Maquinaria específica no disponible en la región.
- El tamaño y el costo de este tipo de maquinaria sigue una lógica de producción a gran escala.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Etapa 2: Rectificado

Aserrado:

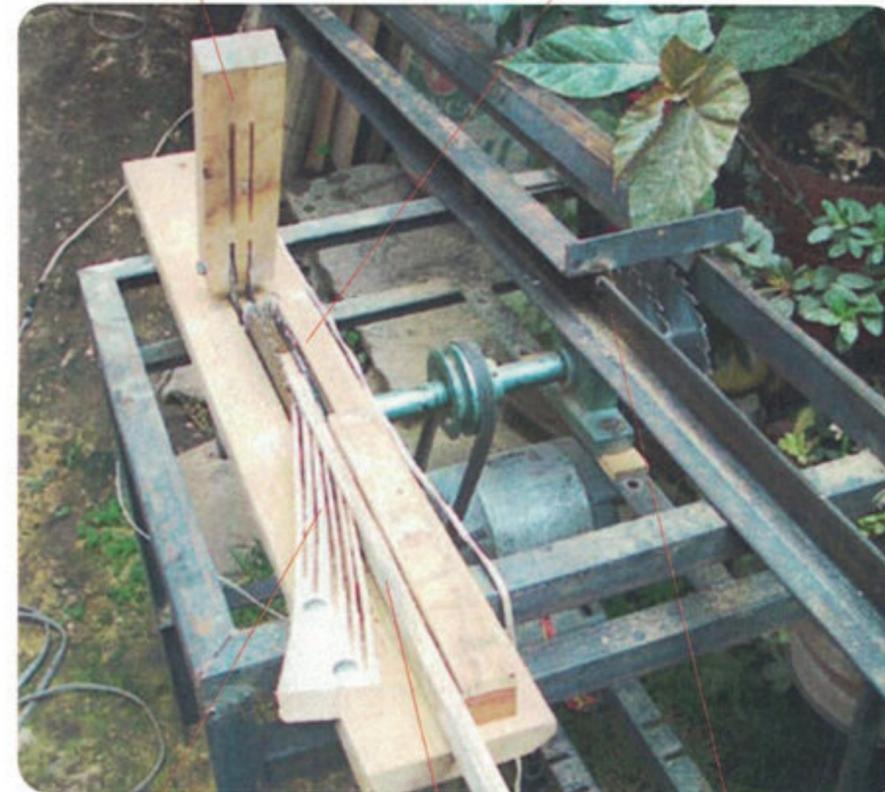
El aserrado consta en utilizar una sierra o mas, para realizar la tarea de rectificado de la tablilla, es decir dejar los lados de la sección ortogonales.

En el ejemplo de la imagen se puede ver una doble sierra con un carro para hacer el corte longitudinal. Al lado, utilizando el mismo eje dos sierras circulares paralelas, entre las cuales se pasa la latilla. Estas sierras actúan como dos cepillos quitando el material que no se desea y dejando una sección escuadrada.

Como se menciona anteriormente, este tipo de herramientas son adaptadas para el uso con bambú, por lo general se hacen en lugares de bajos recursos o baja escala de producción, donde no amerita la inversión en una maquina de gran porte especifica para bambú.

Se utiliza un taco de madera para evitar que la pieza que se está cortando se dispare hacia arriba

La separación entre las dos sierras definirá el espesor de la tablilla.



Latilla

Doble sierra con carro

Freno hecho de madera para evitar que las piezas salga disparadas hacia atrás.

Etapa 2: Rectificado

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

En el siguiente ejemplo se utiliza una sierra de banco convencional con una guía de madera que monta sobre el disco de corte dejando parte de él mismo al descubierto. De ésta manera la sierra actúa como cepillo y al pasar la latilla apoyada sobre la guía, va quitando material y dejando escuadrada la pieza. Además se debe utilizar una guía auxiliar para mantener en posición el material y evitar colocar las manos o que la pieza se gire y el corte quede inclinado. Esta guía auxiliar también define el espesor final de la tablilla.

Vista frontal de maquina

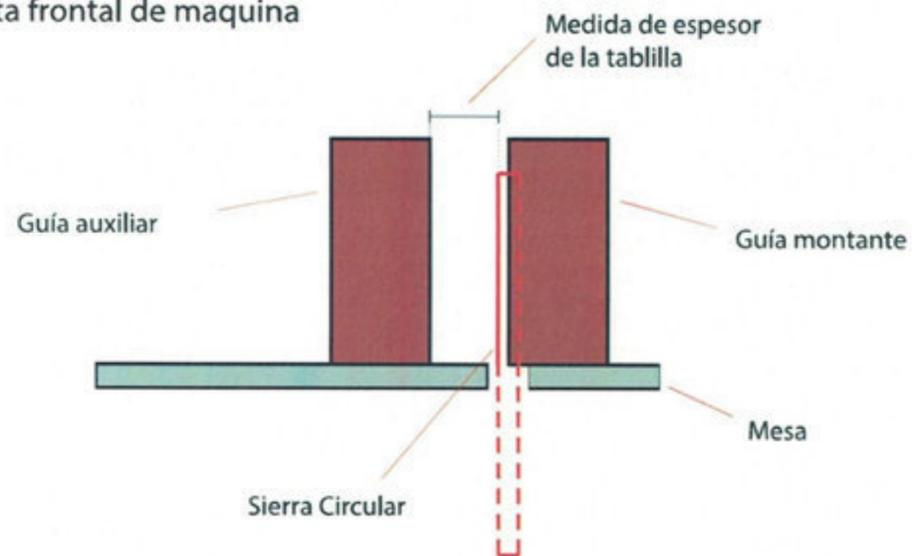


Imagen cedida por Brian Erickson, <http://www.brieri.com>, Guápiles-Costa Rica

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Rectificado-Aserrado:

Pros:

- Por ser una adaptación de una maquinaria existente o fabricada de forma "casera" el precio es mucho menor que las herramientas de rectificado por cepillado.
- Posibilidad de adaptar maquinaria de carpintería.

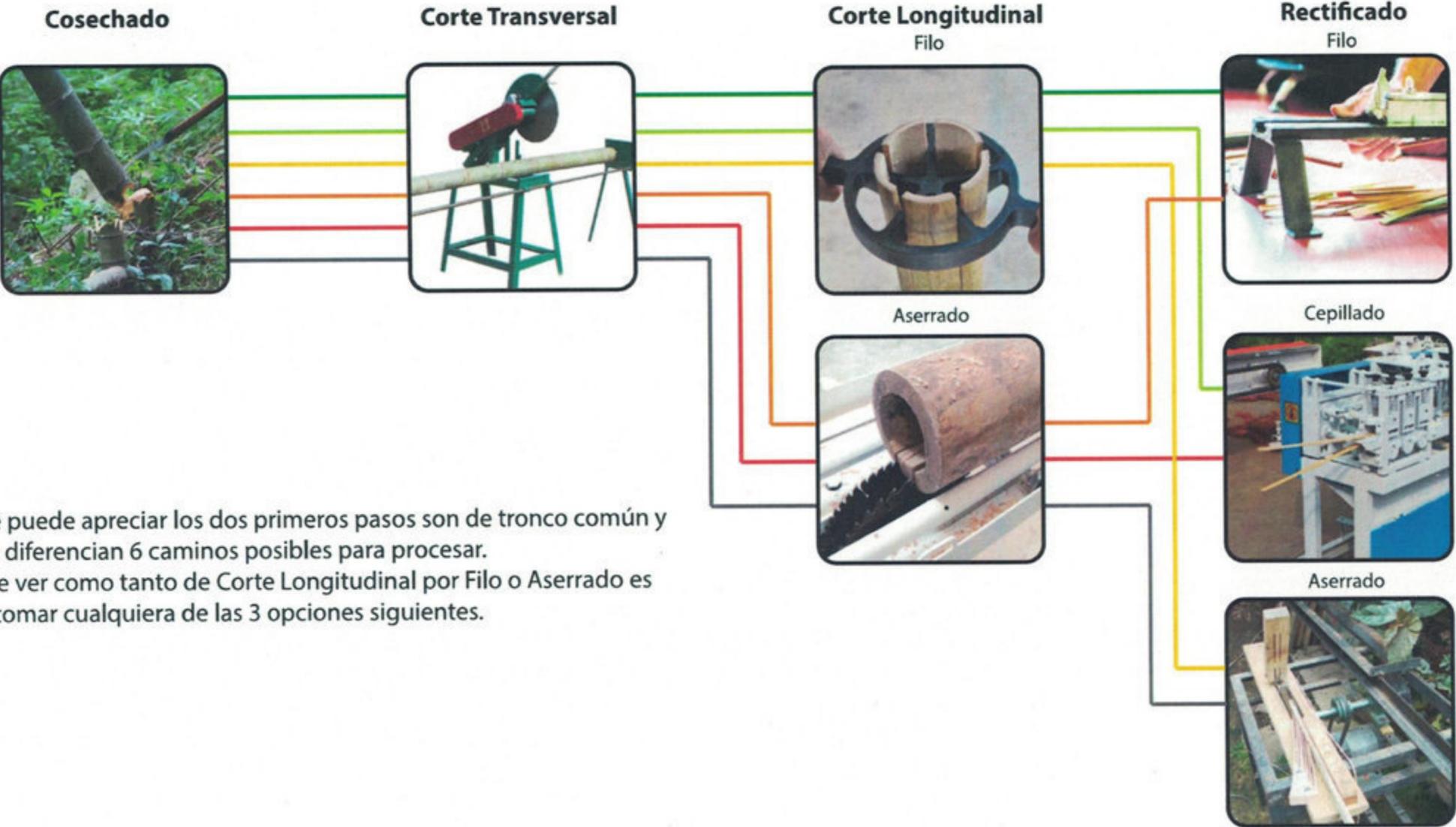
Contras:

Contras:

- El rectificado se realiza en varios pasos

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Secuencia de Procesos:



Como se puede apreciar los dos primeros pasos son de tronco común y luego se diferencian 6 caminos posibles para procesar. Se puede ver como tanto de Corte Longitudinal por Filo o Aserrado es posible tomar cualquiera de las 3 opciones siguientes.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Conclusiones-Análisis de Procesos:

Selección de cañas:

Se concluye que para poder trabajar con buen material y obtener buenos resultados es necesario comenzar por cortar las cañas en su etapa de madurez, de lo contrario las características físico-mecánicas no estarán en óptimas condiciones.

Procesado en fábrica:

Se puede ver que los pasos más relevantes en el proceso de elaboración de tablillas son los de Corte Longitudinal y de Rectificado, siendo este último el punto más crítico por requerir de maquinaria específica.

Corte Longitudinal:

Se concluye que la técnica más óptima para el corte de tablillas es la de aserrado, ya que genera dos caras paralelas que luego facilitan el resto del proceso, optimiza el aprovechamiento de material y es más prolijo. Aunque en cuanto a tiempo, la desventaja es la cantidad de pasadas que demanda esta técnica, por lo tanto requiere de mayor tiempo de procesado que el corte por filo.

A la hora de elegir la técnica a trabajar se deberá contemplar estos puntos, ya que las dos opciones tienen sus ventajas.

Rectificado:

La técnica más eficiente para esta etapa es la de cepillado, siendo la cepilladora de 4 caras la indicada para hacer esta tarea. Aunque este tipo de máquina es muy costosa para la escala de trabajo que se pretende en esta investigación.

Por lo tanto la opción de rectificado por cepillo de banco es la más cercana a un resultado óptimo, pero con mayor cantidad de pasadas. Aunque de no contar con un cepillo de banco, la opción de rectificado por aserrado no deja de ser buena.

Los cortes por filo son menos precisos por lo que es más difícil lograr piezas uniformes pero la maquinaria necesaria es más simple y económica. En contraposición a los cortes por aserrado que requieren maquinaria más compleja pero se logra un resultado final óptimo.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Visita a Talleres:

Se decidió realizar visitas a talleres de carpintería, para poder analizar y relevar los tipos de herramientas que se encuentran comúnmente en estos lugares.

A su vez se relevaron los formatos en los que estos talleres adquieren la madera, para tener como referencia a la hora de comparar con un producto de bambú.

Estas visitas son útiles además para charlar y compartir opiniones sobre el tema que se está trabajando. Además se comparten ideas sobre posibles soluciones a la problemática que se plantea, y la experiencia en cuanto al uso, practicidad y seguridad de la maquinaria que suelen utilizar.

Los talleres relevados son talleres artesanales de baja producción, ya que este trabajo apunta a una producción a baja escala.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Taller de Andrés Parravicini:

Andrés es un carpintero muy conocido en el ambiente del diseño uruguayo, quien asegura que su metodología y su visión cambio radicalmente luego de sus primeros acercamientos con diseñadores hace ya mas de 10 años. Entre otros ha trabajado con Menini-Nicola, Estudio Diario, Muar, Estudio Claro, Estudio Kraus, Cervetto Alaniz, Perdigon, Zaguán y varios diseñadores independientes, pero también realiza trabajos por encargo como mesas, sillas, camas, comodas, estanterías, etc a clientes propios.

Además de trabajar hace años en el rubro, es una persona autodidacta que conoce mucho sobre maquinas y hasta se ha fabricado algunas, como una Espigadora, un Router CNC, ha hecho modificaciones a sus maquinas y supo montar su taller desde cero.

Es una persona que se muestra siempre abierta a experimentar nuevas técnicas y materiales, por eso al momento de conversar con el, se interesó por la temática y compartió sus conocimientos y experiencia de forma inmediata.

Algunos productos fabricados por Andrés para estudios de diseño:



Mesa Catalá
Estudio Muar



Luminarias GEO
Estudio Zaguán



Biblioteca Montevi
Estudio Menini-Nicola



Mesa Perkins
Estudio Diario



Mesa Charco
Estudio Menini-Nicola

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Se muestra un paneo general del taller en donde se ven las principales maquinas.

Lijadora de banda:

Se utiliza para lijar y pulir diversas piezas de madera y derivados.

Sierra escuadradora:

Esta sierra se utiliza para realizar los cortes a las placas de derivados de madera.

Maquina combinada de 5 funciones:

Esta maquina cuenta con una sierra circular, un trompo, cepillo, garlopa y escopladora.

Se utiliza para cortar piezas de madera, hacer molduras, rebajar piezas, escuadrar y para hacer cajas de espiga.



Vista desde puerta de entrada

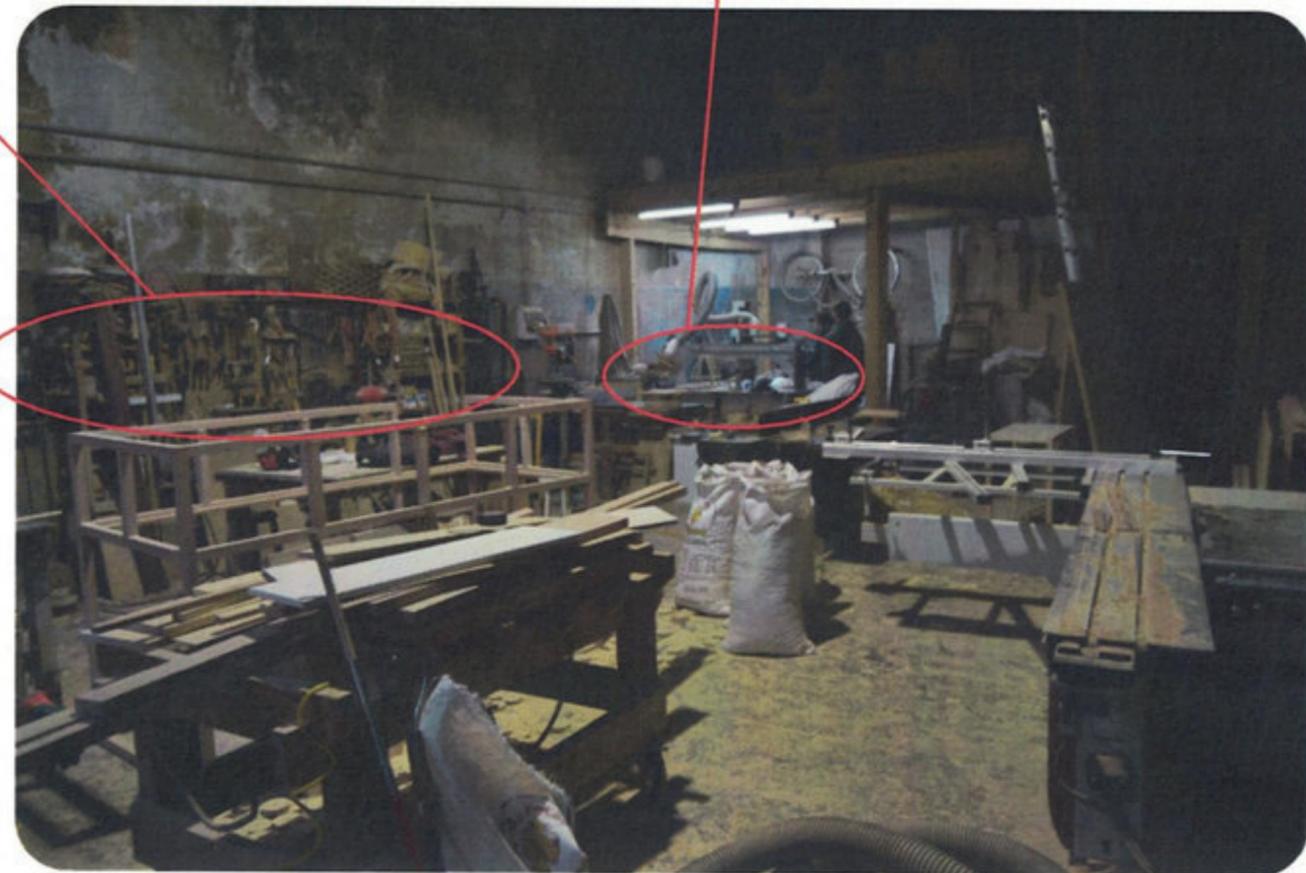
ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Panel con herramientas de mano:

En esta zona se encuentran las herramientas de uso diario que no requieren de energía eléctrica normalmente. También se puede apreciar repuestos de maquinas, lijas, etc.

Router CNC:

Esta maquina sirve para cortar piezas diseñadas y dibujadas a partir de una computadora, esto permite realizar cortes con precisión de cualquier tipo de figuras rectas o curvas. Es una maquina versátil con cada vez mas usos.



Vista desde lado opuesto a puerta de entrada

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Consultas técnicas:

Se realizaron consultas sobre posibles adaptaciones u opciones a diferentes técnicas presentadas para generar tablillas de bambú a partir de latillas.

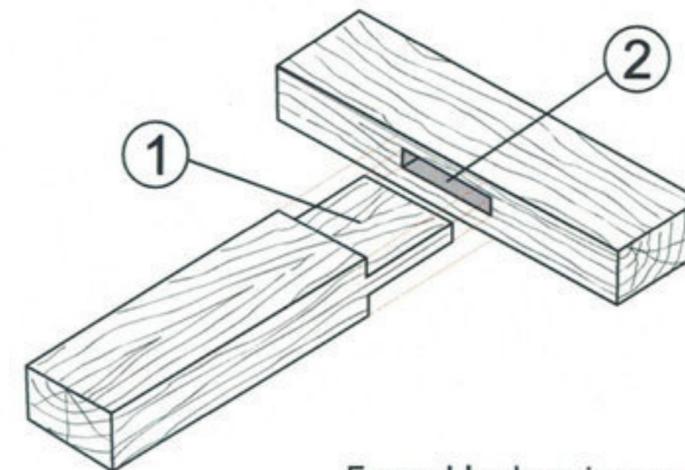
Se manejaron algunos conceptos previos a realizar pruebas, ya que contando con la experiencia de Andrés es más eficiente descartar ideas que puedan enlentecer los procesos de investigación.

Por ejemplo, para la etapa de rectificado, se recomendó realizar pruebas con sierras de disco que cuenten con gran cantidad de dientes, ya que de esa manera el corte resulta más prolijo y no rompería la caña, como podría suceder en el caso de un cepillo.

Otro concepto planteado es el ahorro de tareas. Es decir, tratar economizar en pasos de trabajo, para llegar al producto final, realizar tal vez dos cortes o tres en una sola pasada por la máquina. Esto ahorra una gran cantidad de tiempo a la hora de trabajar de manera continua y con gran cantidad de material.

Una de las máquinas fabricadas por Andrés es la espigadora. Dicha máquina realiza parte del ensamble llamado caja y espiga (ver figura), en este caso la pieza espiga. Este ensamble es utilizado para cualquier situación en donde se necesite unir dos maderas ya sea transversal o linealmente, inclusive en diferentes ángulos.

La máquina fue realizada con el fin de agilizar la tarea de cortar cada pieza y generar una espiga, que anteriormente se hacía con la sierra circular de banco en varias pasadas, lo que insume mucho tiempo para cada pieza. En cambio con este nuevo sistema queda la pieza pronta en 4 pasadas.



Ensamble de caja y espiga:
-pieza 1, caja
-pieza 2, espiga

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Maquina espigadora:

La espigadora consta de dos sierras ubicadas en ejes perpendiculares, una a continuación de la otra.

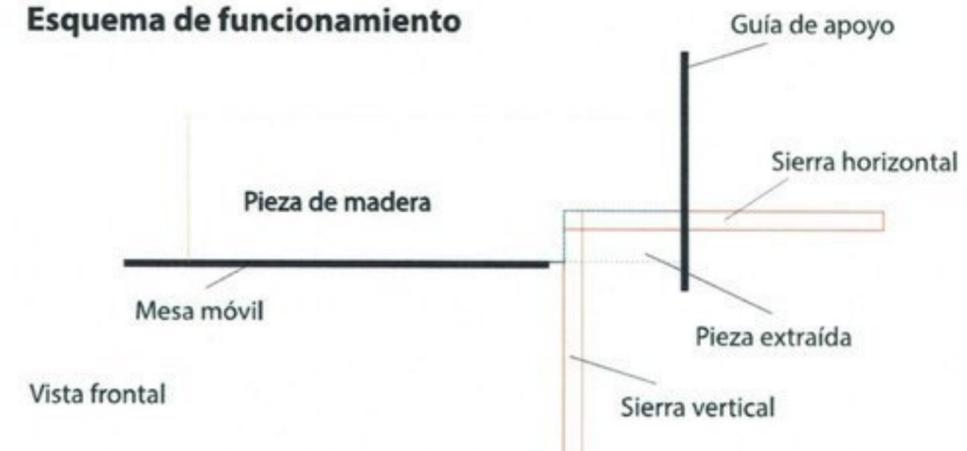
Se coloca la pieza a cortar de forma perpendicular a la guía de apoyo y mediante la mesa móvil se desliza hacia adelante para que ambas sierras realicen el corte.

Se estima que costo u\$s 1500, y en comparación con el resto de las maquinas estacionarias que se encuentran en el taller es la mas económica.

Vista superior de las sierras



Esquema de funcionamiento



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Maquinaria básica:

En cuanto a la maquinaria básica para poder montar un taller de carpintería se encontró que no pueden faltar una sierra combinada (o en las maquinas que cumplan con las funciones por separado), lijadora de banda y taladro de banco.

Una sierra combinada reúne a las siguientes maquinas en una sola: Sierra circular de mesa ó Escuadradora, Trompo, Cepillo, Garlopa y Escopladora. Lo cual para un taller que cuenta con poco espacio y personal es muy práctica ya que se pueden realizar todas estas tareas en un mismo lugar, aunque utilizando una a la vez.

En cambio para usos mas específicos y producciones de gran escala es necesario separar las tareas para poder realizarlas en simultaneo y por separado por ejemplo.

Sierra escuadradora combinada



Escuadradora



Trompo



Lijadora de Banda



Escopladora



Cepillo



Garlopa



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Taller de Sámago:

Sámago es un emprendimiento joven de Arquitectura y Diseño de mobiliario. Se enfocan en la transformación de espacios mediante una propuesta de servicios y productos de alto valor agregado, con un enfoque innovador.

Su trabajo implica investigación desarrollo y fabricación de mobiliario para el hogar centrado en el usuario y sus necesidades. Cuentan con un taller de carpintería donde se llevan a cabo las pruebas y los productos que luego salen en venta. Este taller no es un típico taller de carpintería tradicional, ya que sámago apuesta a la innovación tecnológica como herramienta para brindar nuevas posibilidades en diseño y fabricación.

Es por esto que en la carpintería se aprecia maquinaria un poco diferente a la convencional. Cuentan con un router cnc adquirido recientemente, y algunas máquinas estacionarias como una sierra circular de mesa o sierra ingletadora. Las tareas que se realizan con mayor frecuencia son las de corte de tableros, lijado y ensamble.

Federico García co-autor de esta tesis, trabaja en esta empresa desde hace 3 años a la actualidad como encargado de carpintería. Esto brinda un conocimiento y manejo de herramientas y maquinaria para madera que aporta mucho a esta investigación, como ser datos de seguridad, postura, peso, tipos de sierra para cortar diferentes materiales, velocidad de corte, etc.

Algunos productos fabricados y diseñados por Sámago:



Rack Yuxta



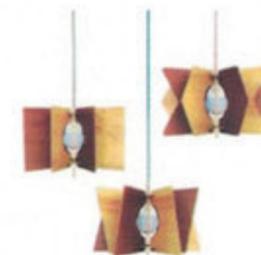
Mesa de Luz Casper



Rack Triplo



Mesa Escaleno



Luminarias 1-6-0

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

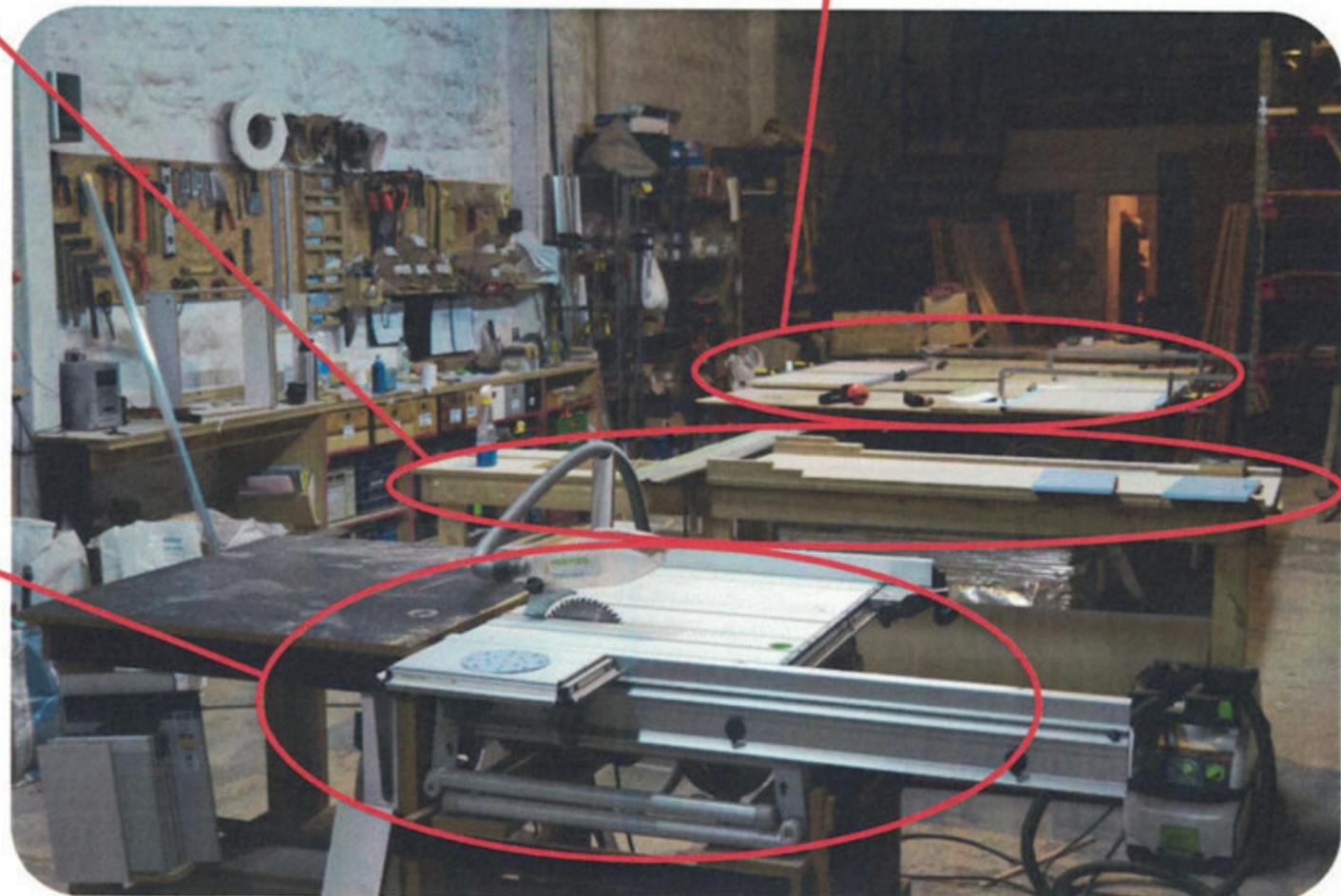
Mesa de corte:

Esta mesa se utiliza para cortar y escuadrar piezas largas.

Mesa de Trabajo:

Se utiliza para apoyar pieza y muebles cuando es necesario realizar algún proceso sobre las mismas.

Sierra circular de mesa



Vista desde lado de puerta de entrada

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

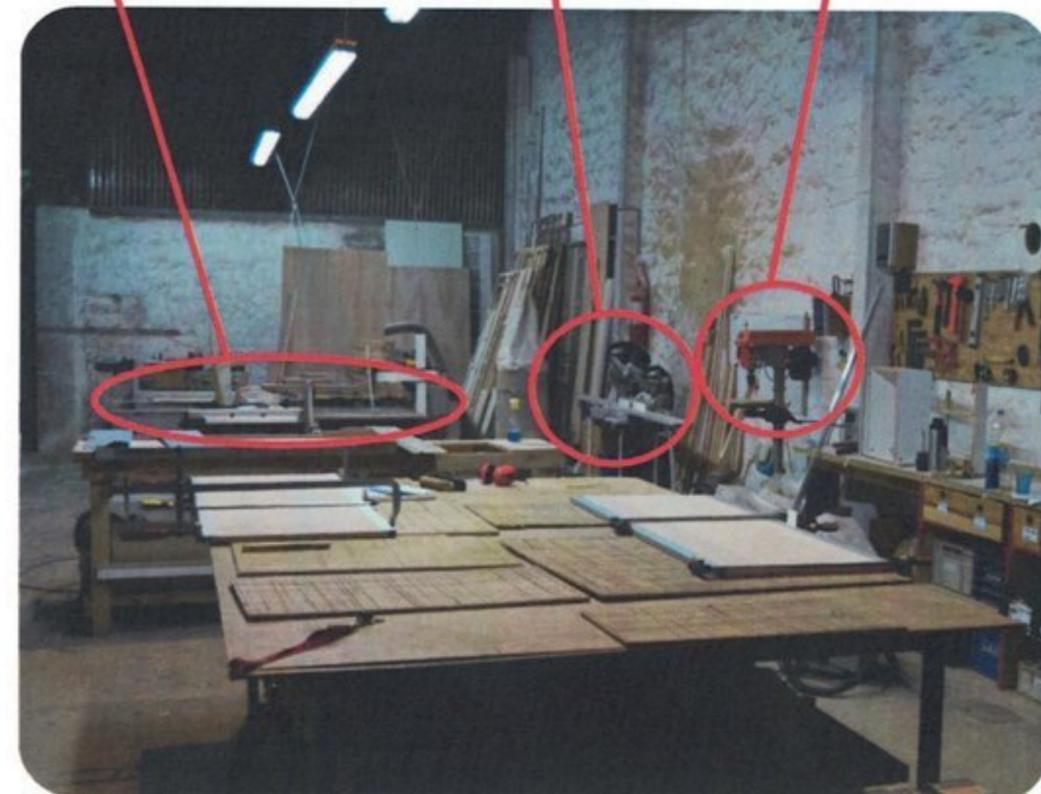
Router CNC



Router CNC

Sierra ingletadora

Taladro de banco



Vista desde lado opuesto de puerta de entrada

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Conclusiones-Visita a Talleres:

Consultas técnicas:

Para trabajar con latillas de 12x3 mm aprox. es recomendable realizar el rectificado con sierra, para poder obtener un mejor resultado en cuanto a terminaciones.

Máquinas básicas en un taller de carpintería:

En este punto se concluye sobre qué máquinas se puede complementar o modificar su funcionamiento en caso de trabajar con bambú.

Las posibles máquinas a trabajar son:

- Sierra circular de banco
- Escopleadora
- Cepillo
- Garlopa
- Trompo
- Lijadora de Banda
- Taladro de Banco

Por lo tanto el dispositivo a diseñar debe contemplar el diseño y funcionalidad que poseen las máquinas nombradas. Esto significa que el operario no deba de incorporar nuevos hábitos y/o modificar la disposición del taller.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Insumos madereros:

Se relevó básicamente el material con el cual se trabaja habitualmente y se tuvo en cuenta el tipo de material y las medidas standard que se manejan en taller.

El material se puede dividir en dos grupos, Derivados de la madera y Madera maciza.

Medidas tableros de **Derivados**:

240x122 cm-Fingerjoint de eucaliptus clear

350x122 cm-Fingerjoint de eucaliptus clear

Ambos tableros se encuentran en espesores de 20-25-30-35-45 mm



160x220 cm/122x244 cm-Multiplaca en los siguientes materiales:

Caoba amazónica, Jequetiva, Cerejeria, Pino, Ambay y Eucaliptus.

Todos los tableros se presentan en espesores de 3, 4, 12, 15 y 18 mm.



260x183 cm-Mdf crudo, Mdf Melaminico o Mdf Enchapado en Madera.

Tableros en espesores de 3, 5.5, 9, 12, 15, 18, 22 y 25 mm.



Medidas **madera maciza**:

Tablas de 3.5 a 6m de largo por 30 a 25 cm de ancho y en espesores que varían entre 1; 1 1/2 o 2 pulgadas de espesor.

La madera mas utilizada es eucaliptus, pino y álamo.



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Conclusiones-Insumos Madereros:

Los insumos que se presentan en el mercado maderero son tableros, tablas, vigas (prismas de secciones ortogonales) por lo tanto la maquinaria de carpintería está preparada para trabajar con estos formatos.

Por esto es necesario lograr tablillas capaz de poder prensar y formar dichas presentaciones en bambú.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Rango de precios:

Se relevaron los precios de algunas de las maquinas mas frecuentes en talleres artesanales.

Las maquinas elegidas son de producción a baja escala, por lo que se utilizan para casos específicos de entre una o dos horas de trabajo de corrido en casos de mayor producción.

Son máquinas utilizadas generalmente para la fabricación de mobiliario a pedido y artesanías.

El tamaño de producción generado por dichas maquinas es semejante al esperado como resultado de esta investigación.

Se observa una gran variedad de precios debido a algunas características desarrolladas a continuación:

Calidad de los materiales: En algunos casos los componentes estructurales son de perfilería de hierro o aluminio, lo cual abarata costos pero en algunos casos no son de gran rigidez a la hora de trabajar con piezas pesadas o de ejercer fuerza sobre la máquina. Por otro lado algunas máquinas tienen componentes de fundición de hierro, que le da gran rigidez y porte, pero esto eleva los costos.

A su vez las diferencias pueden surgir por los diferentes aleaciones de metales, que según la función que cumplen a veces se fabrican con la resistencia justa para abaratar costos.

Portabilidad: Las maquinas mas portables suelen ser

mas económicas que las estacionarias, esto se debe a la sobriedad en materiales, en caso de las portables se intenta reducir la cantidad de piezas y se utiliza perfilería de hierro o aluminio, y en las estacionarias generalmente fundición de hierro.

Prestaciones: Los equipos mas caros generalmente poseen elementos de medición digitales y sumamente precisos, o incluso automatizan algunas tareas que anteriormente se hacían a mano, por ejemplo la calibración de una medida de corte en una sierra circular. Las herramientas mas baratas no poseen estas prestaciones que facilitan y agilizan las tareas de trabajo.

Características de los motores: Uno de las características mas diferenciales entre los motores es su potencia, normalmente a mayor potencia el precio es mayor. Por otro lado si la conexión es monofásica suele ser mas económica que una trifásica.

Los motores que carecen de carbones de contacto no requieren de mantenimiento, pero son mas costosos que los que poseen dichos carbones.

Si la maquina cuenta con varios motores generalmente es mas costosa que una que solo cuente con uno.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Combinada de 5 funciones.

Sierra circular de mesa, Garlopa, Cepillo, Escopladora y Trompo.

Equipo usado



Equipo nuevo



Este tipo de maquina se sitúa en un rango de u\$s 1000 a u\$s 6700 en equipos usados y u\$s 1900 a u\$s 10.300 aprox. en equipos nuevos.

Sierra circular de mesa

Equipos nuevos



Equipo usado



Se observan rangos de precio desde u\$s 330 a u\$s 3000.

Datos extraídos de la Web

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Sierra ingletadora



Se observan rangos de precio desde u\$s 180 a u\$s 2500.

Taladro de Banco:



Se observan rangos de precio desde u\$s 180 a u\$s 1000.

Datos extraídos de la Web

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Conclusiones-Rango de Precios:

En Uruguay no es posible comparar la utilidad del dispositivo a desarrollar con otras máquinas, ya que no existe maquinaria específica para el trabajo que se desea realizar.

Por lo tanto a la hora de limitar los costos del proyecto se decide comparar con herramientas de mano y/o máquinas de bajo costo, para que el precio no sea un inconveniente a la hora de invertir en una máquina o herramienta en la cual no se conoce su real aprovechamiento. Se promedia en un costo no mayor a u\$s 600.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Requerimientos ergonómicos y de seguridad para trabajo en carpintería

Al proponer trabajar el bambú de forma análoga a la madera es necesario analizar los principales requerimientos ergonómicos a tener en cuenta para el trabajo en un taller de carpintería en general y en particular para la utilización de herramientas necesarias para el aprovechamiento de la caña de bambú.

“La Ergonomía del trabajo tiene como objetivo analizar las tareas, equipos y modos de producción con la finalidad de evitar los accidentes y patologías laborales, disminuir la fatiga física y mental, y aumentar el nivel de satisfacción del trabajador. Y todo ello, con el consiguiente beneficio social y humano.”

Espacio de trabajo

En términos generales hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

Confort visual: Iluminación adecuada para la realización de tareas (deslumbramiento, brillos molestos, sombras, distinción de los colores)

Confort térmico: Temperatura adecuada (Ventilación, corrientes de aire que generan las máquinas)

Ruidos: Niveles de ruidos que permitan la correcta realización de las tareas.

Castelló Marcé, Purificación... (et al). ERGOMAD. Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector de Transformados de Madera. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV).

Aunque algunos valores están normalizados como por ejemplo el que considera a lugar ruidoso cuando se supera los 85dB, otros valores son difíciles de establecer ya que el confort depende de cada trabajador, para esto sería necesario analizar cada caso en particular.

“Un diseño adecuado de las condiciones ambientales de trabajo (disminución del ruido y las vibraciones, ambiente térmico, iluminación, etc.), además de proporcionar confort (acústico, térmico y visual) al usuario, puede reducir la intensidad de la carga de trabajo mental, proporcionando condiciones óptimas para la percepción y el tratamiento de la información.”

Dispositivos de seguridad

Se relevaron los dispositivos de seguridad necesarios para proteger al trabajador a la hora de trabajar en carpintería. En términos generales es deseable que los dispositivos sean de rápido ajuste y entorpezcan lo mínimo posible la tarea para favorecer su utilización.

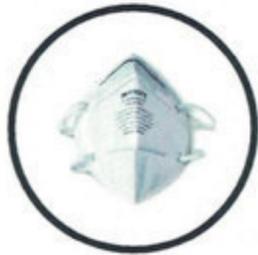
A continuación se detallarán los dispositivos, su función y las variantes que se encuentran.

Ibidem.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Requerimientos ergonómicos y de seguridad para trabajo en carpintería

Mascarilla antipolvo: La mayoría de los procesos en el trabajo de la madera (aserrado, lijado, perforaciones) liberan pequeñas partículas que sin las protecciones adecuadas terminan afectando el sistema respiratorio del trabajador. Esto se evita utilizando una mascarilla antipolvo en el momento de realizar la tarea y con un correcto sistema de aspiración para evitar que quede polvo en el ambiente luego de culminada la tarea.



Esta mascarilla es muy práctica, es de ajuste universal y liviana por lo que el trabajador la tolera por un tiempo prolongado. Solo filtra polvo, en caso de realizar tareas en las que se produzcan emanaciones de gases como en el barnizado, laqueado, etc. en estos casos se debe usar otro tipo de mascarilla.



Esta mascarilla es más pesada por lo que no se recomienda para tareas prolongadas en el tiempo, la ventaja que ofrece es que el filtro es intercambiable, permitiendo por ejemplo colocarle un filtro de gases si fuera necesario.



Este dispositivo ofrece la protección total de la cara pero resulta poco práctico para combinar su uso con una mascarilla. Es abatible lo que permite mantener levantada la careta mientras no es necesaria la protección.



Este dispositivo cubre solo los ojos pero resulta muy práctico a la hora de utilizarse con mascarilla y protectores auditivos del tipo orejeras.



Este dispositivo, de tipo orejera, cubre solo los oídos pero resulta muy práctico a la hora de utilizarse con mascarilla.



Los protectores auditivos del tipo tapones son tan efectivos como los de orejeras y permiten ser colocados y retirados rápidamente permaneciendo colgados del cuello del trabajador en situación de no uso. Estos dispositivos pueden resultar incómodos para algunos usuarios por eso no son tan utilizados.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Requerimientos ergonómicos y de seguridad para trabajo en carpintería

El trabajo en las máquinas analizadas consiste en que el operario empuja la pieza de madera a través de la superficie de la máquina haciéndola pasar por la pieza de aserrado o cepillado.

El principal problema radica en que el trabajador tiene que sostener la pieza mientras la va empujando y en muchos casos esta tarea la realiza con la mano abierta lo cual reduce el agarre y aumenta la fatiga y los dolores articulares en los dedos y muñecas, para esto se recomienda la utilización de dispositivos auxiliares como guías, agarraderas y empujadores que mejoran sustancialmente la manipulación reduciendo el esfuerzo y mejorando la postura y los movimientos corporales.



Garlopa



Sierra sin fin



Sierra circular de mesa

Idem.

Según la bibliografía revisada los errores más frecuentes en el diseño de maquinaria son: la imposibilidad de regular la altura de trabajo para adaptarse correctamente a cada trabajador, no incluir dispositivos (auxiliares) facilitadores para manipular el material (madera). Mandos fuera del alcance de la vista, difíciles de acceder y/o poco claros.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Requerimientos ergonómicos y de seguridad para trabajo en carpintería

Dispositivos auxiliares



Guía



Dispositivos de agarre y empuje



ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES

Requerimientos ergonómicos para trabajo en carpintería

Otros factores de seguridad

Además de los dispositivos de seguridad es necesario tener en cuenta otros factores para prevenir los accidentes.

- Para realizar un trabajo seguro, evitando accidentes e imprevistos, es necesario mantener el orden y limpieza en los puestos de trabajo, depósitos, áreas de circulación y máquinas. Los accesos y lugares de circulación deben estar libres de obstáculos y limpios.
- La ropa de trabajo debe ser ajustada, sin partes que se puedan enganchar en las máquinas, pero permitiendo trabajar con libertad de movimientos.
- No se debe trabajar con anillos, colgantes, pulseras o cabello largo suelto.
- Los elementos cortantes o punzantes de las maquinarias deben estar protegidos.

Conclusiones

- Se debe analizar cada caso para definir niveles adecuados de confort visual, térmico y sonoro dentro del espacio de trabajo (taller).
- La maquinaria debe permitir ajustar su altura.
- Los mandos de la maquinaria deben ser claros y estar siempre al alcance del operario.
- La maquinaria debe ser operada con los dispositivos de seguridad necesarios.
- Es recomendable la utilización de dispositivos auxiliares.
- Las piezas móviles como engranajes y poleas de la maquinaria deben estar protegidas para evitar el contacto accidental con el operario.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Requisitos

Indispensable

- Que permita obtener tablillas uniformes a partir de la caña de bambú.
Para favorecer y facilitar la utilización de la caña de bambú como materia prima manufacturable.
- Que funcione con las especies locales, calificadas como "aprovechamiento óptimo y aceptable".
Para lograr un aprovechamiento aceptable.
- Que sea fabricado con materiales e insumos disponibles en el país.
Para favorecer su accesibilidad en el mercado local.
- Que garantice la seguridad del usuario.
Para evitar lesiones.
- Que su costo de fabricación sea menor a los US\$ 600.
Para que sea competitivo con las herramientas tradicionales de características similares.

Deseable

- Que sea ajustable a diferentes usuarios.
Para evitar malos usos o posturas incorrectas.
- Que pueda ser fabricado por el usuario.
Para favorecer su acceso y su adaptación a las necesidades del usuario.
- Que sea de uso simple e intuitivo.
Para que usuarios con poca experiencia en la utilización de herramientas puedan usarlo sin dificultades.
- Que se pueda calibrar.
Para obtener tablillas con espesores y anchos definidos por el usuario.

Optativo

- Que funcione como un suplemento de la maquinaria existente en los talleres de carpintería.
Para aprovechar la maquinaria existente que se encuentra en los talleres de carpintería.
- Que funcione con motor de arrastre.
Para automatizar la producción de tablillas reduciendo el esfuerzo del usuario.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Concepto de producto

Dispositivo que permita obtener tablillas uniformes a partir de la caña de bambú para favorecer su aprovechamiento.

Caminos proyectuales

Camino a: Dispositivo que priorice un bajo costo y la posibilidad de ser fabricado por el usuario.

Este camino proyectual pretende fomentar su fácil y rápido acceso aunque su efectividad en términos productivos no sea la óptima. Sin ser contrapuesto al **camino b** se plantea como una etapa inicial en el cual el usuario puede optar por este dispositivo para probar y evaluar posibles resultados del trabajo con la caña de bambú.

Alternativa 1: Dispositivo para adaptar trompo de mano con guías regulables y carro para sierra circular.

Camino b: Dispositivo que priorice la producción con el mínimo de pasos y esfuerzo del usuario.

Este camino apunta a los usuarios que pretenden incorporar la utilización de la caña de bambú de forma permanente, justificando así una mayor inversión económica con el fin de obtener una producción superior que con el **camino a**.

Alternativa 2: Dispositivo de doble sierra circular y cepillo con motor de arrastre.

Ver desarrollo de las alternativas en anexos

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Valoración selectiva

	Alternativa 1	Alternativa 2
Indispensable		
- Que permita obtener tablillas uniformes a partir de la caña de bambú.	5	5
- Que funcione con las especies locales, calificadas como "aprovechamiento óptimo y aceptable".	5	5
- Que sea fabricado con materiales e insumos disponibles en el país.	5	4
- Que garantice la seguridad del usuario.	5	5
- Que su costo de fabricación sea menor a los US\$ 600.	5	2
	Total (x5)= 125	Total (x5)= 105
Deseable		
- Que sea ajustable a diferentes usuarios.	4	5
- Que pueda ser fabricado por el usuario.	4	2
- Que sea de uso simple e intuitivo.	4	5
- Que se pueda calibrar.	5	5
	Total (x3)= 51	Total (x3)= 51
Optativo		
- Que funcione como un suplemento de la maquinaria existente en los talleres de carpintería.	5	1
- Que funcione con motor de arrastre.	1	5
	Total (x1)= 6	Total (x1)= 6
	Total 182	Total 162

Valoración selectiva

Se opta por desarrollar la alternativa 1 teniendo en cuenta el resultado de la valoración (182 puntos contra 162 de la alternativa 2) que evidencia que la alternativa 2 flaquea en algunos puntos claves como son el costo de fabricación y en la posibilidad de ser fabricada por el usuario.

Esto responde a la etapa en la que se encuentra el proyecto, donde se plantea un acercamiento inicial al aprovechamiento del bambú, por lo que las variables del costo y de sus facilidades de fabricación son más gravitantes que las productivas, en la que la alternativa 2 tiene un mejor desempeño.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

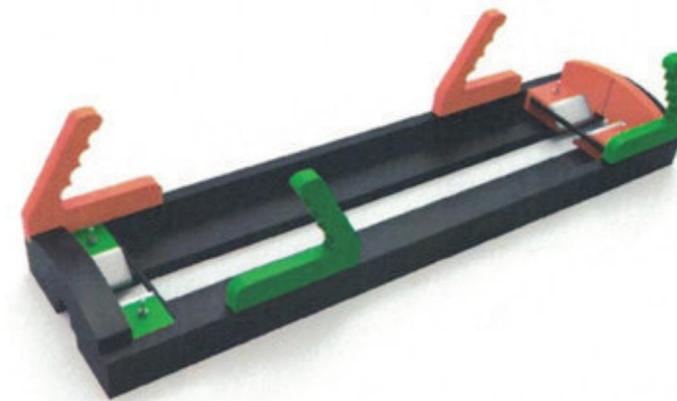
Memoria descriptiva

Dispositivo que permite obtener tablillas uniformes a partir de la caña de bambú, esta técnica de procesado es una de las más utilizadas a nivel mundial para el aprovechamiento del bambú como materia prima manufacturable.

Mediante la obtención de un insumo estándar (tablillas) se busca favorecer el acercamiento a este material tan versátil que es utilizado de múltiples maneras en todo el mundo. Incentivando el aprovechamiento de este recurso natural que a pesar de crecer de forma espontánea en varias regiones del país es prácticamente ignorado.

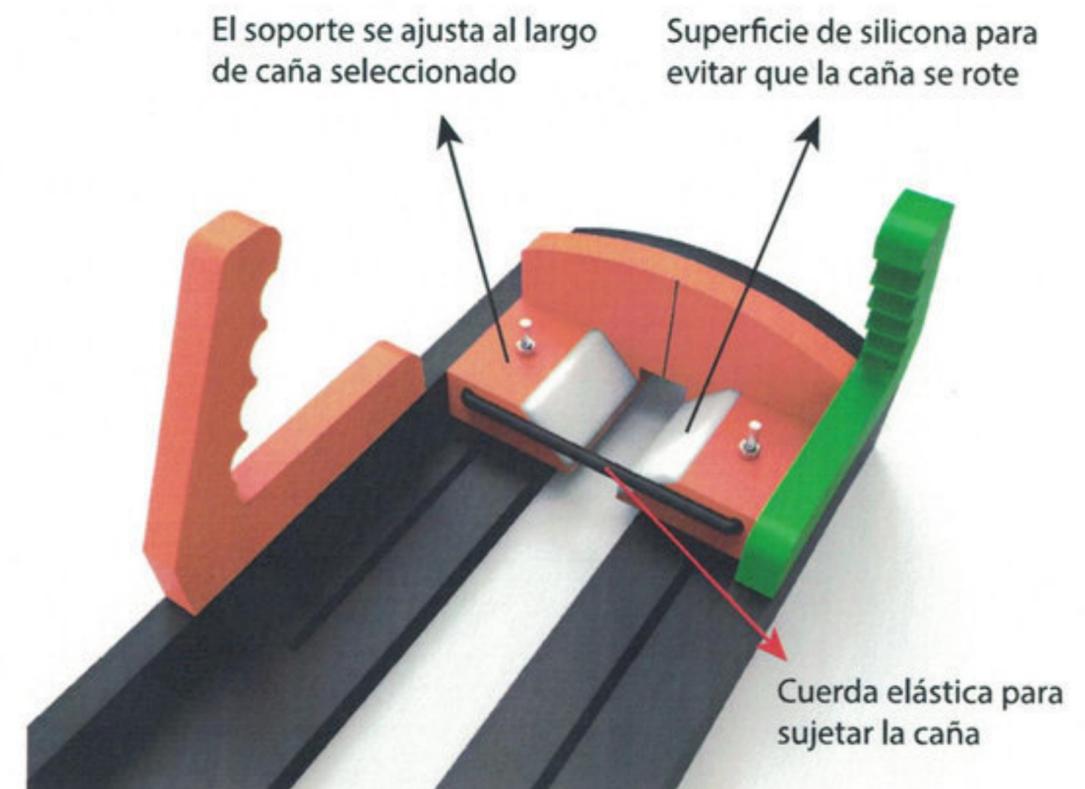
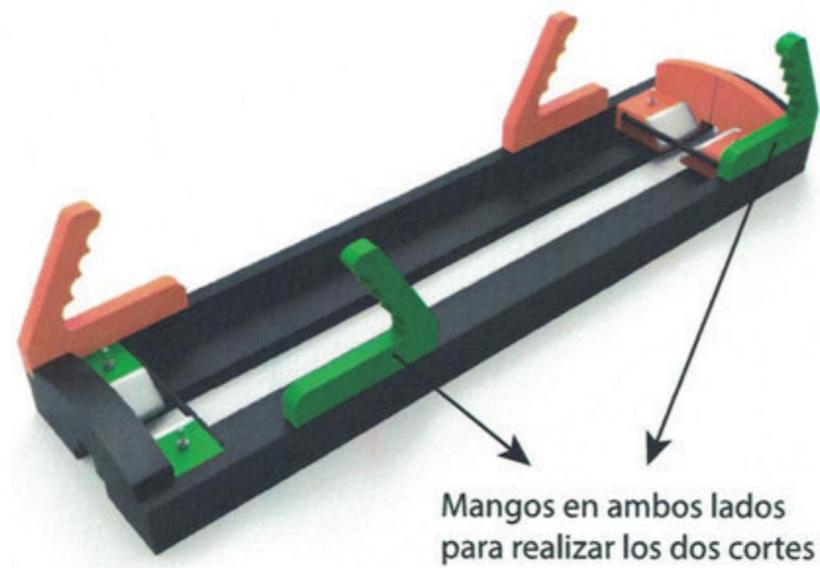
Está diseñado para que pueda ser fabricado por el usuario y a un bajo costo ya que la maquinaria existente para la obtención de tablillas no se comercializa en la región y su costo es elevado porque responde a una producción de gran escala. Esto, teniendo en cuenta lo incipiente que es el desarrollo del bambú en Uruguay, hace que la compra de esta maquinaria sea poco tentadora.

El dispositivo consta de dos partes, por un lado un carro para cortar la caña en sentido longitudinal en una sierra circular y así obtener varillas, y por el otro una mesa con un trompo de mano acoplado y guías para rectificar las tablillas.



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

El carro permite realizar cortes longitudinales rectos de la caña haciéndola pasar por una sierra circular (ver secuencia de uso más adelante).



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

La mesa permite rectificar las varillas de caña obtenidas con el carro.

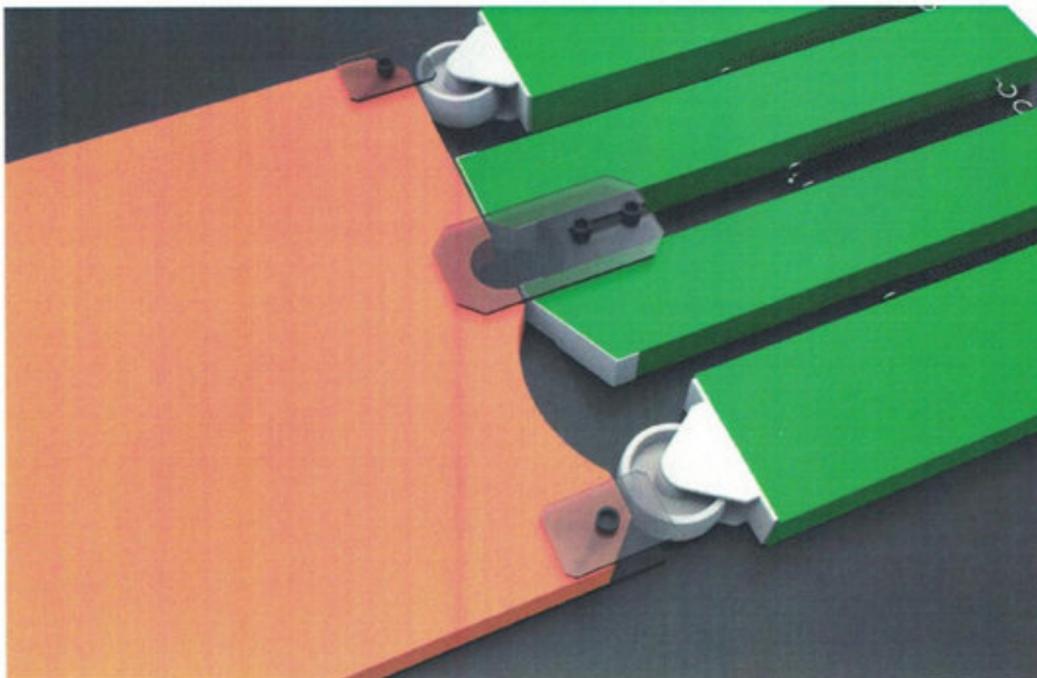


Está compuesta por una mesa con un trompo de mano acoplado en la parte inferior y con la fresa saliendo por la parte superior. Además en la parte superior cuenta con una guía regulable (pieza anaranjada) y cuatro presionadores (piezas verdes) que sostienen a la caña sobre la guía.

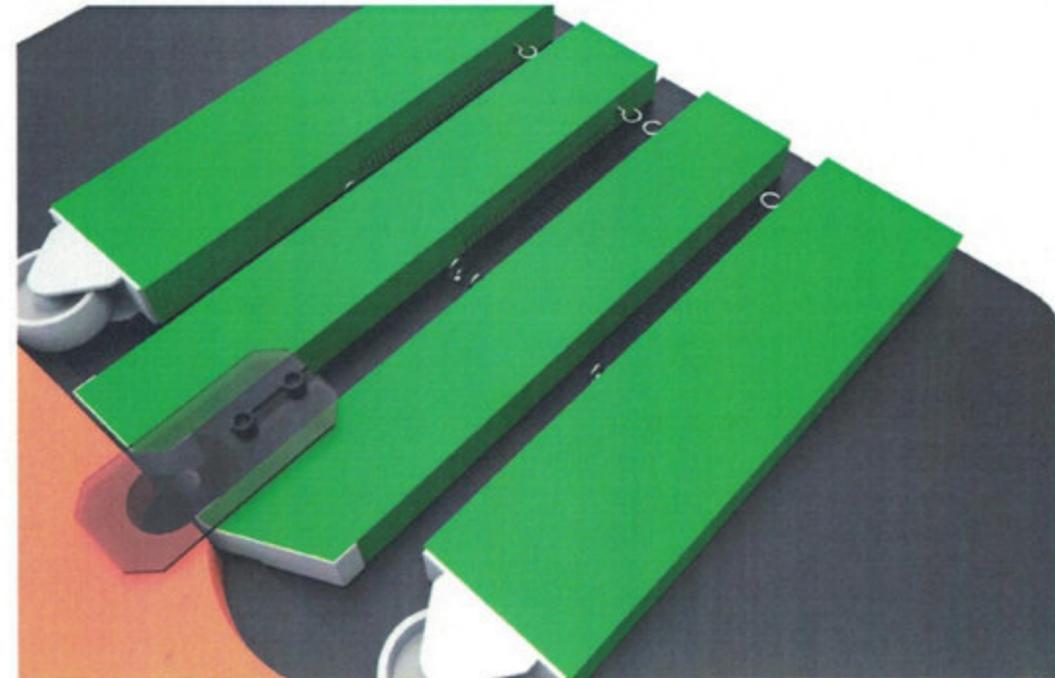


DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Las piezas de acrílico mantienen encarrilada a la caña y además protegen al usuario del contacto con la fresa del trompo y de material que pueda saltar.

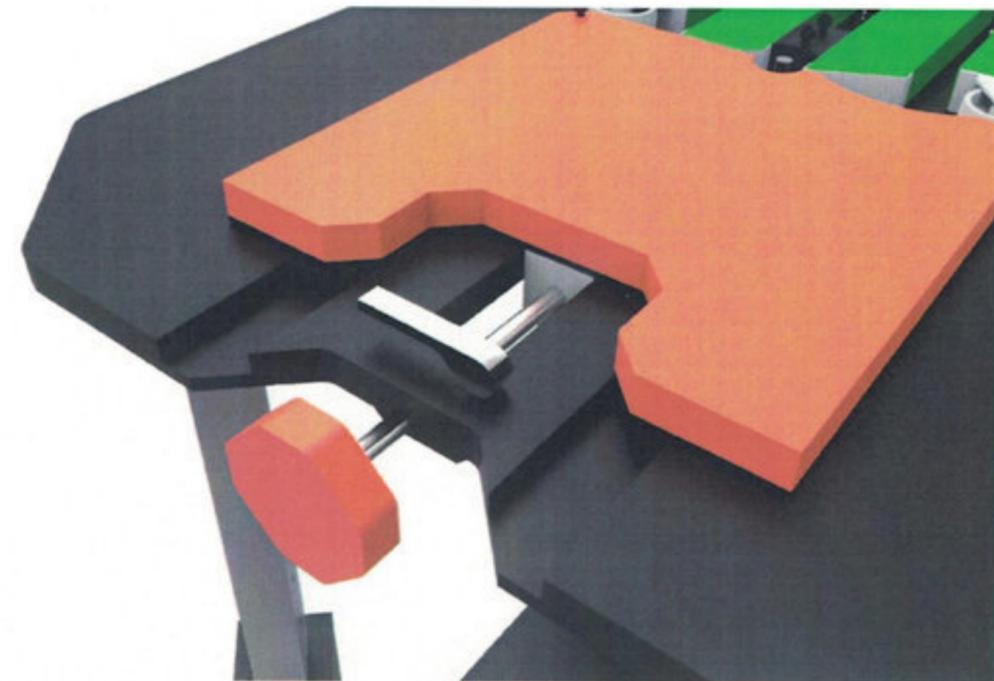
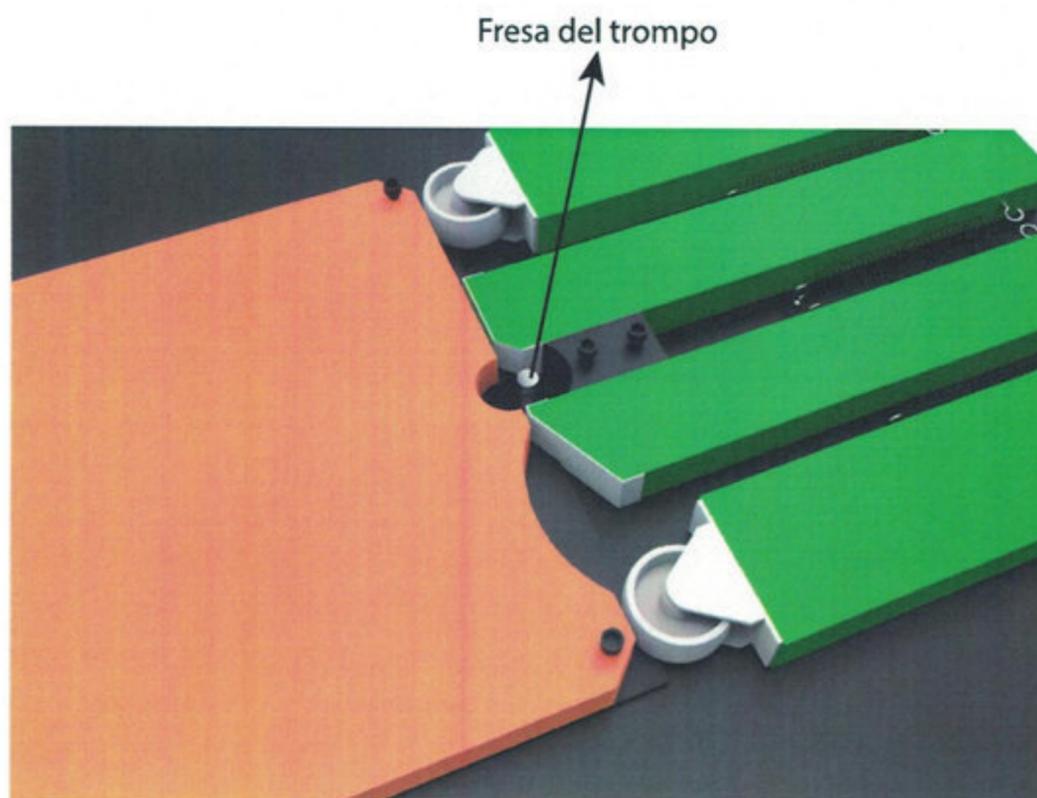


Los resortes ejercen la fuerza para que los presionadores mantengan a la caña siempre apoyada sobre la guía. Esto es fundamental ya que la guía es la que se ajusta con respecto a la fresa del trompo y por lo tanto determina el tipo de desbaste que va a realizar.



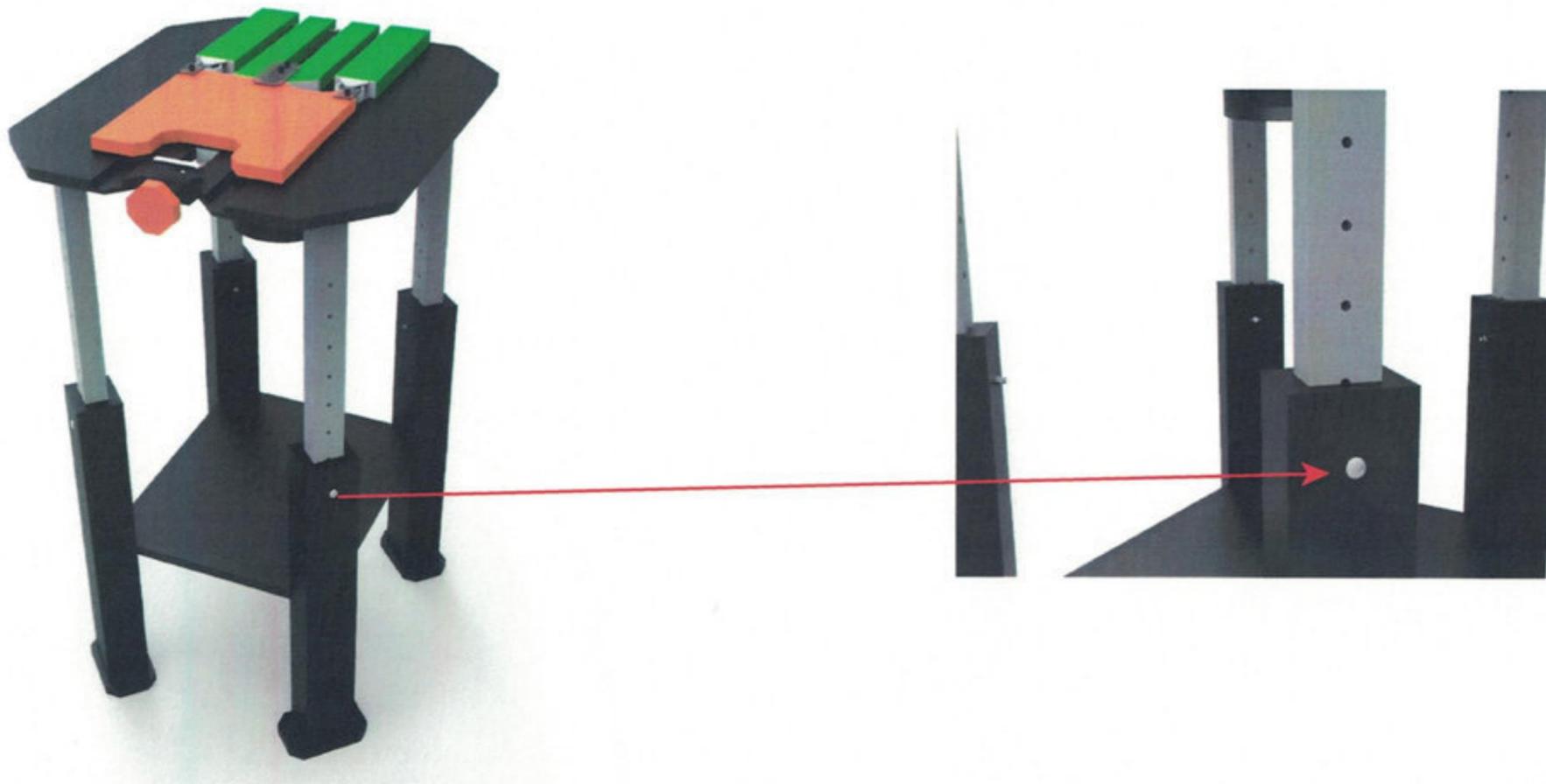
DESARROLLO Y EJECUCIÓN

La manivela permite regular la posición de la guía con respecto a la fresa del trompo. Cuenta con un ajuste rápido para dejar fija la guía una vez regulada.



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

La altura de la mesa es regulable para adaptarse a cada usuario. Mediante cuatro bulones ajustados con mariposas se mantiene la estructura, estos bulones pueden quitarse rápidamente para bajar o elevar la parte superior de la mesa y volver a colocarse.



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Secuencia de Uso

Cortar el segmento de caña deseado teniendo en cuenta dejar 5 cm sobrante después de cada nudo.



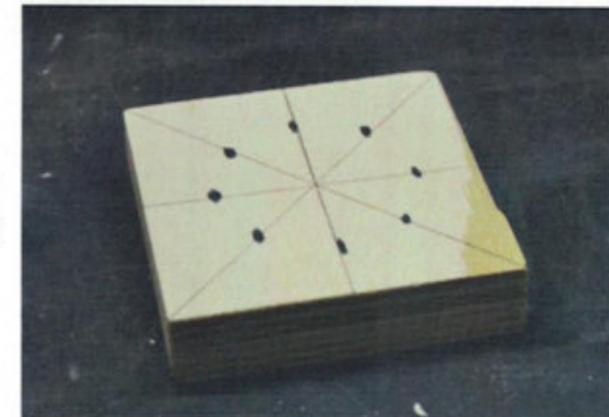
Este paso se puede realizar tanto con ingletadora eléctrica o con una sierra manual, siempre cuidando que el corte sea parejo y ortogonal.



Marcar un extremo de la caña según el diámetro de la misma y la cantidad de latillas que se quiera extraer.



Al marcar uno de los extremos no solo se debe tener en cuenta los ángulos sino que también debe estar correctamente centrada para evitar desperdicios a la hora de cortar.



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

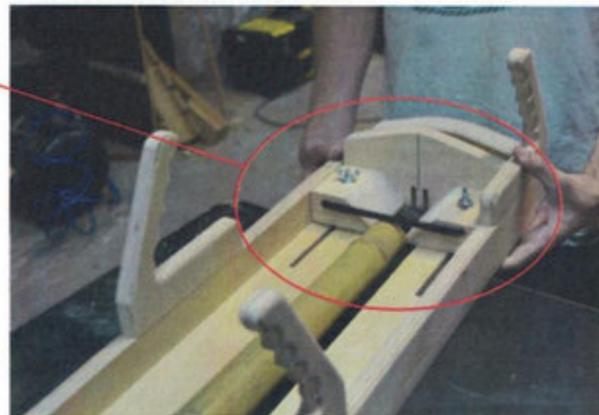
Colocar el tramo de caña en el carro.



Primero se coloca el extremo en el soporte que no cuenta con regulación.

Ajustar los soportes móviles hasta que toque el otro extremo de la caña.

De esta manera la caña queda contenida entre los dos soportes y se evitan desplazamientos al momento de cortar.



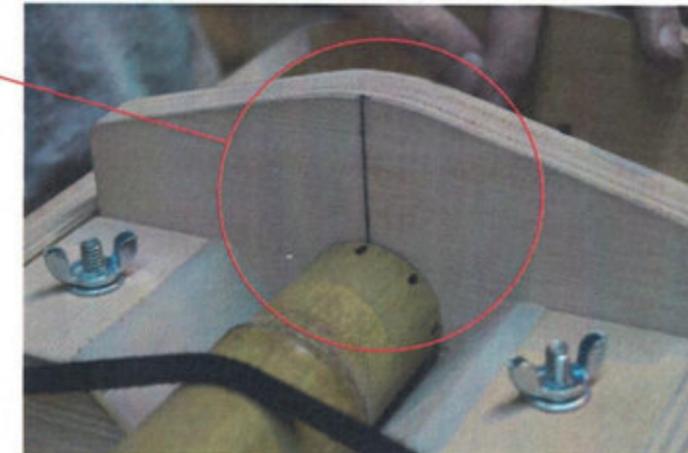
Ajustar las mariposas



Notar que los soportes también cuentan con una lamina de silicona antideslizante, para evitar que se gire mientras se está cortando. Los elásticos ejercen presión y eso genera un mayor rozamiento.

Alinear en la línea guía.

Luego de dejar todo el carro ajustado, solo resta alinear las marcas de la caña para proceder a cortar.



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Proceder a realizar las pasadas por la sierra.



Notar que el carro siempre debe pasarse bien apoyado sobre la guía de la sierra, de lo contrario no se garantiza un corte recto en la caña.

La primer pasada siempre debe ser con los soportes móviles hacia adelante, de ésta manera se podrá controlar cuantas pasadas se están realizando sin tener que parar.



La segunda pasada se realiza con el soporte fijo hacia adelante.

Luego de la segunda pasada es necesario girar la caña en sentido antihorario. Con solo levantarla de la silicona permite girarla fácilmente. Luego se debe alinear la siguiente marca con la línea guía.



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Este paso se debe repetir hasta obtener la cantidad de latillas deseado.



En este caso se pueden ver unas 5 latillas aunque el número puede variar según las variables ya mencionadas.

Para desarmar se utiliza un martillo de goma o madera y con un golpe seco se rompen los nudos que son el único sostén que le queda al tramo



Resultado luego de separar las latillas

A continuación se procede a quitar la mayor parte del nudo interior.



Este paso es recomendable realizarlo con una cuchilla o machete afilado, para dejar una superficie lo más plana posible.



Resultado final luego de quitar los nudos

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

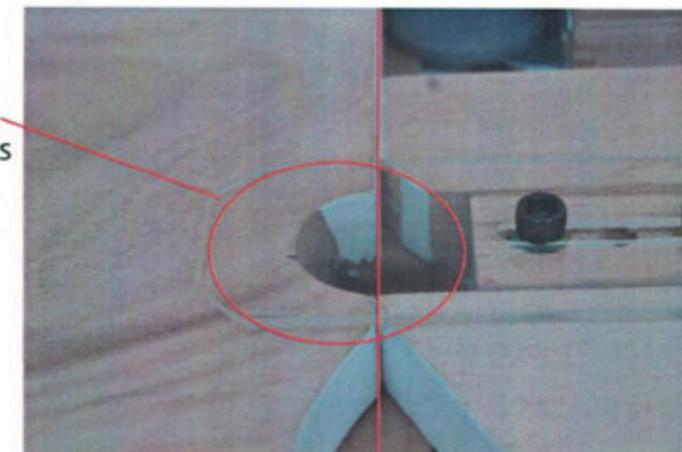
Luego de realizar el último paso se pasa a la etapa de rectificación, en la cual se utilizará el otro dispositivo.



El primer paso es calibrar la máquina para quitar los nudos y dejar la superficie de la latilla mas plana.

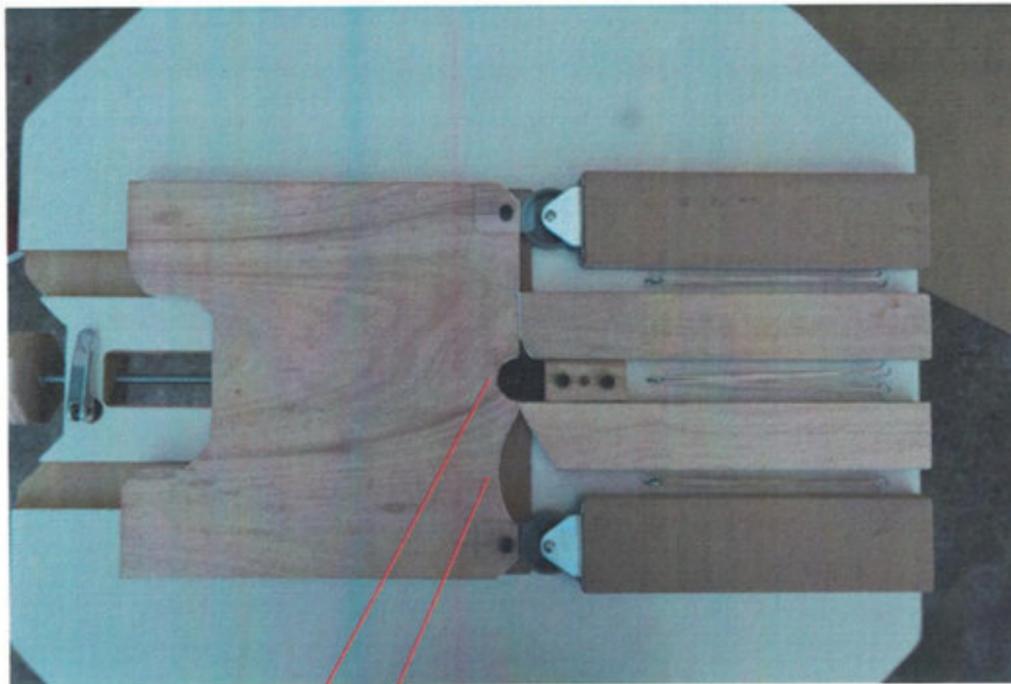


Para calibrar la primer pasada es necesario colocar la fresa 1 mm mas adelante de la guía, para casos en los que la latilla esté torcida.

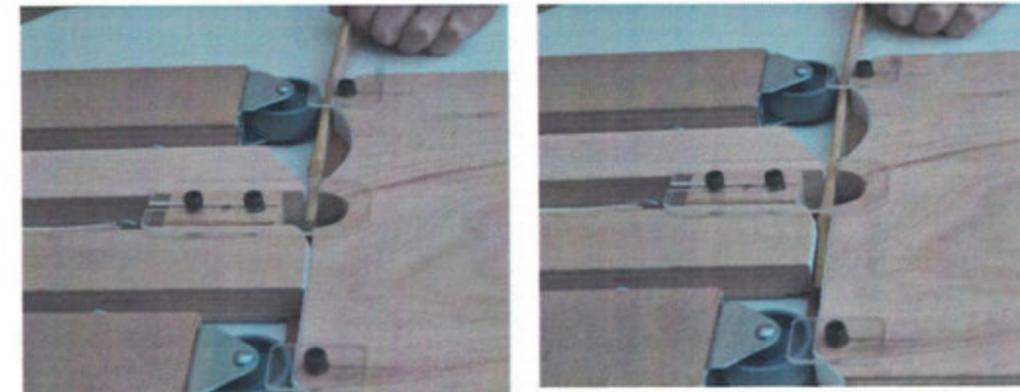


DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Proceder a realizar las pasadas para quitar los nudos. Se debe realizar dos pasadas por cada latilla, una por cada lado de la misma.



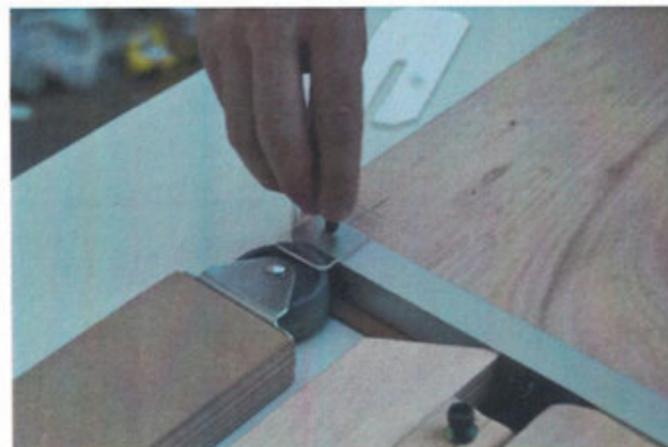
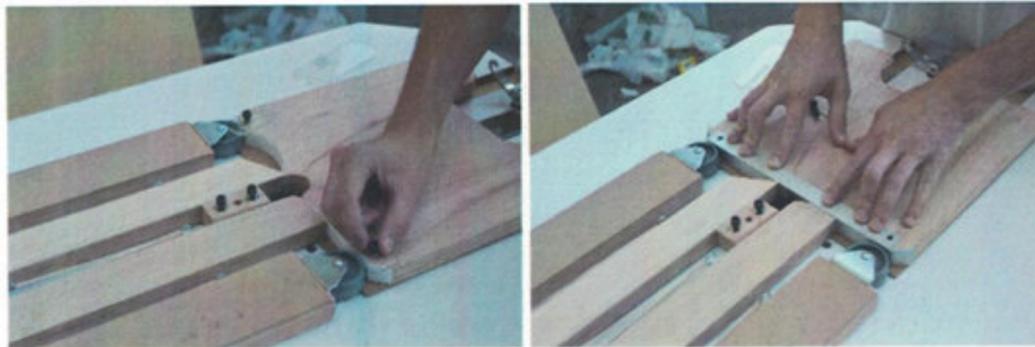
Las cavidades que se ven en la imagen son pensadas para evitar que el nudo de la caña esté siempre apoyando en los soportes. De esta manera se evitan desperdicios por mal funcionamiento o roturas.



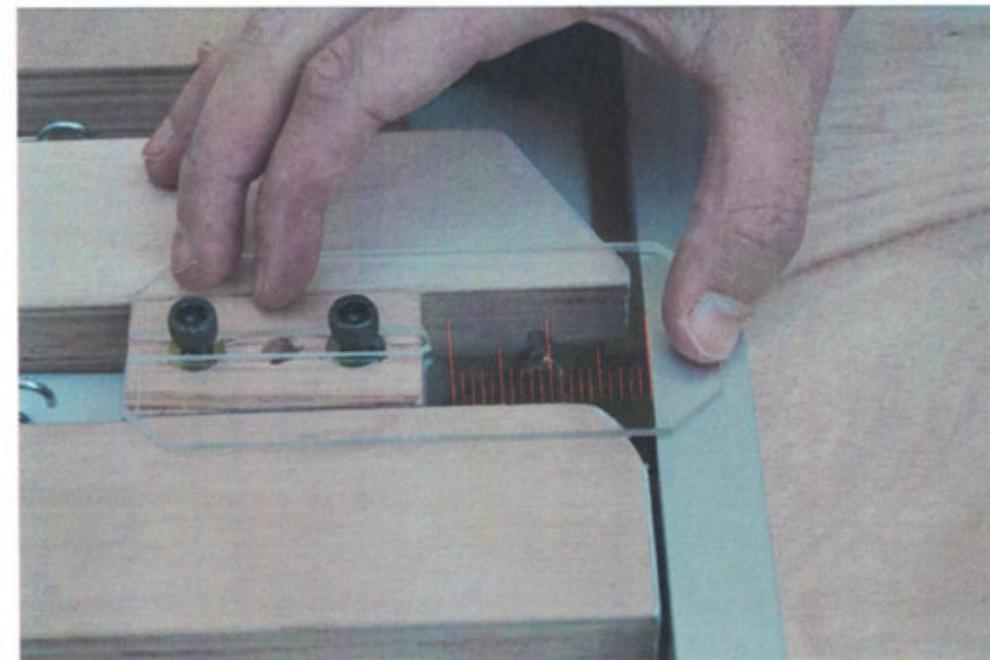
Resultado luego de las dos pasadas por la fresa, vista desde el lateral de la latilla.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

A continuación se debe quitar los acrílicos para luego colocar el perfil de aluminio.



Luego se debe calibrar el cero del acrílico graduado en función a la fresa que se está utilizando. Esto permite saber con certeza, el espesor que tendrá la pieza luego de rectificada. La medida está definida por el espacio entre la fresa y el aluminio.

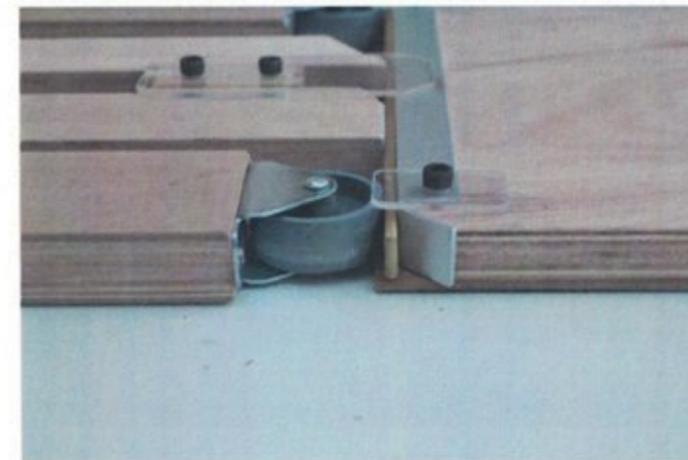
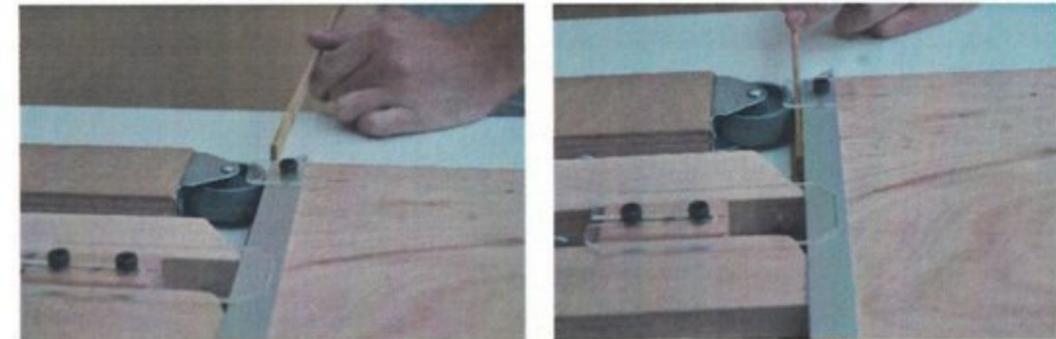


DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Antes de encender la máquina es necesario presionar el ajuste rápido, éste mismo aprieta la varilla roscada y evita que la medida que se calibró anteriormente se vea modificada.



Posteriormente se procede a realizar la primer pasada para dejar plano uno de los lados de la latilla



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Para realizar la segunda pasada es necesario calibrar nuevamente la máquina, esta vez con el espesor de tablilla final que se desea obtener. Se vuelve a pasar la latilla pero del lado opuesto al anterior y el resultado será la pieza final.



Resultado final de tablilla.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Difusión

Los planos y manuales del dispositivo estarán disponibles bajo la licencia **Creative Commons** en carácter de código abierto. Se podrá acceder a ellos en la web a través de una página que además divulgue los usos y el potencial del aprovechamiento de la caña de bambú.

Se propone una plataforma similar a **Toco madera** (<http://tocomadera.org/>) y **Rizoma.uy** (<http://rizoma.uy/>) donde más allá de la divulgación se nuclee a los usuarios pudiendo así intercambiar y generar una sinergia que potencie el proyecto.

BAMBÚ

técnicas para favorecer su utilización

Trabajo Final
Anexos

Bruno D'Abbisogno / Federico García
Tutora: Analaura Antúnez
Diciembre 2016

SMALL, LOCAL, OPEN, AND CONNECTED: Design for Social Innovation and Sustainability

—
Ezio Manzini

The only sustainable way to get out of the current worldwide financial and ecological crisis is to promote new economic models, new production systems, and new ideas of well-being. To define and implement these new models is, of course, very difficult. But it is not impossible. And we do not have to start from zero. In fact, over the last few decades, a multiplicity of social actors—including institutions, enterprises, nonprofit organizations, and most of all, individual citizens and their associations—have proved that they are capable of acting outside of the mainstream economic models. In so doing, they have created a large reserve of concrete experiences that could consolidate and spread to become the most convincing answers to the dramatic challenges that we must now begin to face.

THE EMERGING SCENARIO

Thanks to the promising experiences accumulated to date, we can outline a new scenario. This emerging scenario lies at the intersection of three main innovation streams: the *green revolution* (and the environmentally friendly systems it makes available); the *spread of networks* (and the distributed, open, peer-to-peer organizations it generates); and the *diffusion of creativity* (and the original answers to daily problems that a variety of social actors are conceiving and implementing). We will refer to it as the SLOC scenario, where SLOC stands for *small, local, open, and connected*. These four adjectives, in fact, neatly synthesize the sociotechnical system on which this scenario is based: a distributed production and consumption system in which the global is a “network of locals”—that is, a mesh of connected local systems, whose small scale makes them comprehensible and controllable by individuals and communities.

The SLOC Scenario is useful because it directs us toward sustainable solutions, indicating in particular that sustainable solutions necessarily refer to the local (and the community to which this local mainly refers) and to the small (and the possibilities in terms of relationships, participation, and democracy that the human scale makes possible). At the same time, it tells us that to implement solutions, we have to consider these small entities and these localities in the framework of the global network society in which the local and the small are both open and connected. This change in the nature of the small and local has enormous implications: With the new

— **The positive interplay between technological and social innovations could become a powerful promoter of sustainable ways of living and producing.**

networks, it becomes possible to operate on a local and small scale in a very effective way. Moreover, utilizing these networked systems is the only way to operate in the complex and fast-changing environment generated by the present crisis and by the double transition towards a knowledge-based *and* sustainable society.

SOCIAL INNOVATION

Practical applications of SLOC-oriented initiatives already exist. Some of them are rather diffuse. Others are still quite marginal. But all of them are practical working prototypes of new ways of living and doing. Considered as a whole, they demonstrate that the SLOC Scenario is not a utopian dream, but a potentially viable perspective. The challenge, therefore, is to transform its potentiality into a mainstream reality. To do that it is necessary to better understand the complex interplay between social and technical innovation that generates the cases on which the SLOC Scenario is based. In fact, all the promising cases alluded to here emerged from a virtuous interaction between social and technical

innovation: They have been conceived and implemented (mainly) by the involved actors, who used their personal capabilities, their direct knowledge of the problems to be solved, *and* the application and deployment of existing technologies, often in unforeseen ways.

This positive interplay between technological and social innovations could become a powerful promoter of sustainable ways of living and producing. Technological innovation, especially in the digital realm, opens up new opportunities (in terms of unprecedented forms of organizations) while social innovation mobilizes diffuse social resources (in terms of creativity, skills, knowledge, and entrepreneurship). This positive double link between grassroots users and technology is particularly relevant in the transitions toward sustainability: If small and local systems are concerned, nothing can happen without widespread creative participation on the part of the people directly involved. These people are the only ones who can creatively adopt distributed and peer-to-peer models and adapt them to local specificities. In other words, given their penetration into people's everyday lives, the peer-to-peer model and the distributed systems approach cannot be enhanced without substantial changes in the way people think and behave—that is, without social innovation.

PROMISING CASES

At present, in every country in the world, there are promising cases of social and technical innovation, including collaborative social and residential services, bottom-up urban improvement initiatives, local and organic food networks, distributed production systems, and cases of sustainable local development. These examples, which can be seen as significant steps towards sustainability, are the result of many initiatives performed by a variety of people, associations, enterprises, and local governments. From different starting points, these actors are moving toward similar ideas of well-being and production: an active well-being based on a sense of community and shared goods and a production system composed of networks of collaborative actors that is based on a new relationship between the local and the global. In their diversity, these cases have a fundamental common characteristic: They all refer

to places—that is, to local resources and local communities.

Even if in quantitative terms these cases are more or less marginal, in qualitative terms they are extremely meaningful. In fact, they can be seen as viable anticipations of sustainable ways of living and producing. Of course, these emerging features assume different meanings in different societies and places. Nevertheless, their presence in situations so remote from one another raises the possibility that they may constitute a first set of sustainable features. In other words, they can be seen as the building materials for developing sustainable alternatives to the unsustainable ideas of well-being, production, and economy that dominate today.

WAYS OF LIVING AND PRODUCING

In regard to human well-being, a closer look at these promising cases reveals another fundamental common characteristic: Each compensates for a decrease in the consumption of products with an increase in other qualities. These qualities pertain to physical and social environments with the rediscovery of commons; to relationships with the rediscovery of communities; to being active with the rediscovery of individual and social capabilities; to time with the rediscovery of slowness. All these new qualities are based on traditional qualities reinterpreted in the present context. To be appreciated, all of them require a human scale, that is, they require small (comprehensible, manageable) systems. At the same time, given the present high level of connectivity, these small systems can be (and have to be) to the interactions with wider flows of people and ideas that characterize contemporary global society. For this complex relation between being small and being open we reserve the expression *cosmopolitan localism*.

Looking at these promising cases in terms of production, what appears is a new relationship between the local and the global in which local-but-connected systems of production and consumption are emerging. This general feature can take different forms, including the sustainable valorization of local resources (from natural environments and agriculture to craftsmanship and local knowledge); the realization of symbiotic production processes

(from zero-waste systems to industrial ecology districts); and the development of distributed systems (from power generation to manufacturing and to the whole economy). What unites these diverse phenomena is that each exemplifies a connected local, where knowledge, money, and decision-making power can circulate in worldwide networks, but where most of these resources remain in the hands of those who produce them.

SMALL, LOCAL, OPEN, CONNECTED

These emerging features, and the cases of sociotechnical innovation on which they are based, are characterized by the four keywords mentioned before: small, local, open and connected.

These four words are meaningful because they are *visionary* when considered as a whole (they generate a vision of how society could be), *comprehensible* when considered one by one (their meanings and implications can be easily understood by everybody) and *viable* because they are supported by major drivers of change (the emerging complex relationships between globalization and localization, the power of the Internet, and the diffusion of new forms of organization that the Internet makes possible).

These four words are also important because, in synthesising the results of 20 years of discussions and concrete experiences, they clearly indicate that there is no hope for designing sustainable solutions without starting from the notions of local and of the community to which this local mainly refers. At the same time, there is no hope of implementing sustainable solutions without considering these localities in the framework of contemporary transformations—that is, without considering that, in the globalized network society, the local and the small are at once open and connected. This point is crucial and requires further development.

SMALL IS NOT SMALL

Some 30 years ago, E. F. Schumacher wrote his very famous book *Small Is Beautiful*. At that time, because the degree of connectivity was relatively low, the small really was small and the local really was local (i.e., isolated). Therefore, Schumacher's option in terms of the small and local scale could

In the globalized network society, the local and the small are at once open and connected.

be proposed only as a cultural and ethical choice. Today, it is no longer like that: With a much higher degree of connectivity, when the small can be a node within various networks and the local can be open to global flows of people and information, the small is no longer small and a local is no longer local, at least not in traditional terms.

This change in the nature of the small has enormous implications, for better and for worse. Al-Qaeda, for instance, is a bad implication. It is, in fact, a constellation of small groups of terrorists that, by virtue of being connected, became as powerful as a big army. On the other hand, a (potentially) good implication, and the most interesting one for us here, is that networks make it possible to operate on a local and small scale in a very effective way. Indeed, the development of flexible networking systems indicates the one and only possibility for operating in the complex and fast-changing environment generated by the double transition towards a knowledge- and sustainability-based society.

LOCAL IS NOT LOCAL

Similar considerations emerge with regard to the notion of local, and the related notion of place. In recent decades, there have been long and important debates on the emerging world of flows and, therefore, on the end of places and localities. In my view, the observations from these discussions were and are still correct: It is important to recognize the role of flows and the crisis of traditional places (with the corresponding diffusion of “no-places”). But these observations do not entirely capture the complexity of the new reality. In fact, by looking into this complexity, we see that a growing number of people are actively searching for places—that is, for specific local traditions and new forms of localities.

In so doing, they establish an articulated and often contradictory relationship with the global. Thus, for example, we see the emerging phenomenon

of localisms that exist in the global framework or rather that exist because of the long-term trend toward globalization. This phenomenon also has two sides. The negative side is the dangerous emergence of a “local” as the idealized roots of a dreamed-of pure and solid identity that is in opposition to the identity of “the others”—a closed localism. The positive side is the local as a generator of original possibilities and cultures to be cultivated locally and exchanged globally—a cosmopolitan localism.

DESIGN FOR SOCIAL INNOVATION

Designers and design researchers can do a lot to empower social innovation for sustainability. They can feed the social conversation (i.e., the interplay between social and technological innovation) with visions and proposals. They can also collaborate with diffuse social innovators (to help them conceive and manage their initiatives) and with technologists, entrepreneurs, and policy makers (to develop products, services, and infrastructures to make the most promising initiatives accessible and replicable, thereby opening new markets and economic opportunities). These design activities, considered as a whole, can be termed *design for social innovation and sustainability*.

Design for social innovation and sustainability is of great potential significance, but it is still in its initial stage. All the topics discussed here need different kinds of research to be developed. Not all of them have to be developed by designers, but many of them do require some specific design knowledge, including scenarios to articulate in different contexts the general vision of “small, local, open, and connected”; solutions to implement these scenarios in a variety of specific applications; tools to facilitate the new networks and, more generally, to support ongoing social learning processes. In short, going back to what was said at the beginning, the topics synthesized by the words “small, local, open, and connected” can be considered as general guidelines to trigger and orient a broad, open, and collaborative design research program.

Camino A

Dispositivo que priorice un bajo costo y la posibilidad de ser fabricado por el usuario, adaptando la maquinaria existente en los talleres de carpintería.

Este camino proyectual pretende fomentar su fácil y rápido acceso aunque su efectividad en términos productivos no sea la óptima. Sin ser contrapuesto al camino b se plantea como una etapa inicial en el cual el usuario puede optar por este dispositivo para probar y evaluar posibles resultados del trabajo con la caña de bambú.

Alternativa 1:

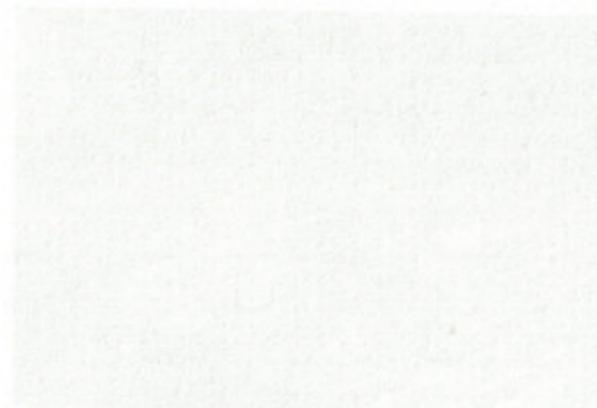
Sistema de piezas complementarias para sierra circular de mesa y trompo.

Uno de los componentes de esta alternativa intenta aplicar dicha técnica para adaptarla a una sierra circular de banco convencional.

La mayoría de las máquinas de corte tienen sistemas de frenos y normalmente se ajustan con el espacio para dos dentas en un mismo momento, por esto no es posible plantear la suma de una segunda dentada en el mismo tipo de máquina.

Las siguientes imágenes son realizadas con prototipos que poder hacer ensayos y comprobar la funcionalidad del dispositivo. Por esto en algunos casos se observará soluciones provisionales y con poca relación a la estética.

Se fabricó un soporte para cañas para sierra circular de mesa con el cual se usó para hacer los cortes longitudinalmente. De esta manera solo resta fabricar el mecanismo de ajuste de la caña de bambú.



Este soporte sirve para sujetar el segmento de caña a ser cortado y pasarlo en línea recta por la sierra circular, manteniéndose apoyado sobre la guía que todas las sierras suelen tener.

Alternativa 1: Sistema de piezas complementarias para sierra circular de mesa y trompo.

Uno de los problemas en el procesado de bambú es poder obtener tablillas de sección ortogonal a partir de la caña de manera simple. Como se explicó anteriormente las grandes industrias optaron por realizar los cortes longitudinales con una doble sierra paralela (ver imágenes).



Uno de los componentes de esta alternativa intenta aplicar dicha técnica pero adaptandola a una sierra circular de banco convencional.

La mayoría de estas máquinas de corte tienen sistemas diferentes y normalmente no cuentan con el espacio para dos sierras en un mismo alojamiento, por esto no es posible plantear la suma de una segunda sierra en cualquier tipo de máquina.

Los siguientes ejemplos son realizados con prototipos para poder realizar ensayos y comprobar la funcionalidad del dispositivo. Por esto en algunos casos se observará soluciones provisionarias y con poca atención a lo estético.

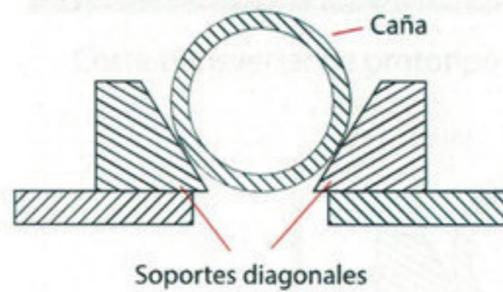
Se fabricó un soporte para cañas para sierra circular de mesa, con el cual se pueda hacer los cortes longitudinales. De esta manera solo resta hacer el rectificado de dos caras de la latilla.



Este soporte sirve para alojar el segmento de caña, sujetarlo y pasarlo en línea recta por la sierra circular, manteniéndose apoyado sobre la guía que todas las sierras suelen tener.

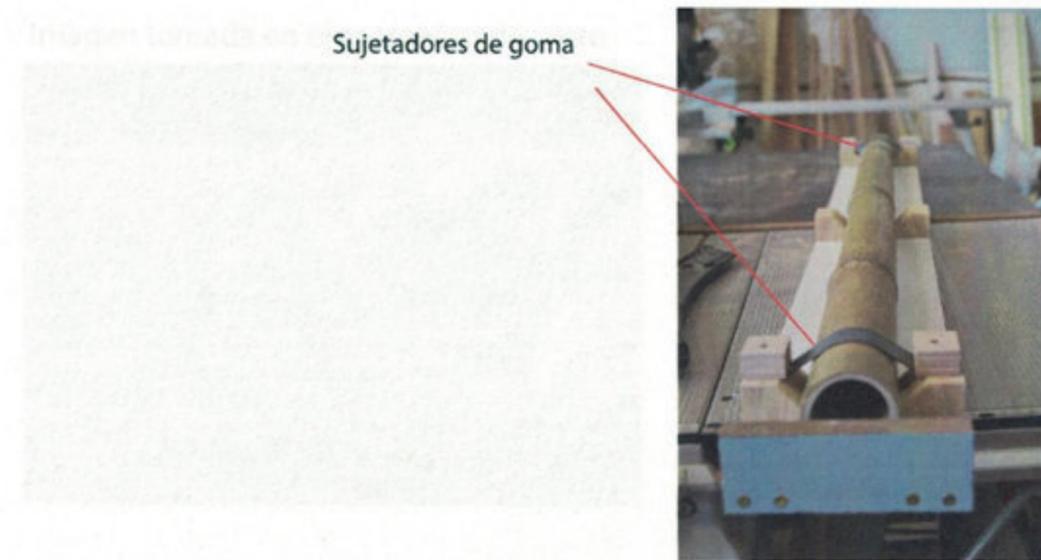


Corte transversal de prototipo



En este prototipo se probaron los seis soportes en diagonal para alojar varios diámetros de caña, los cuales arrojaron buenos resultados.

Se colocaron dos sujetadores de goma para reducir el movimiento de la caña al pasar por la sierra. En las pruebas realizadas dichos sujetadores respondieron de manera eficiente.



Vista inferior del prototipo

Este soporte cuenta con dos guías paralelas que deben estar unidas en los extremos debido a que por dentro pasa el disco de sierra y en la parte superior debe ser posible extraer con facilidad la caña.



Para poder cortar longitudinalmente la caña es necesario calcular por donde debe pasar la sierra dependiendo el ancho de latilla que se necesite o permita e material. Esto es debido a que para una latilla es necesario realizar dos pasadas por la sierra, una de cada lado del soporte



Corte transversal de prototipo

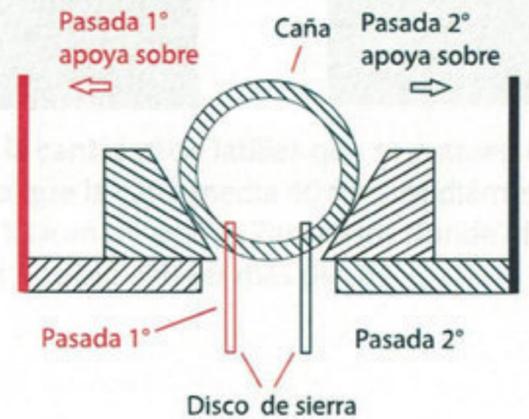
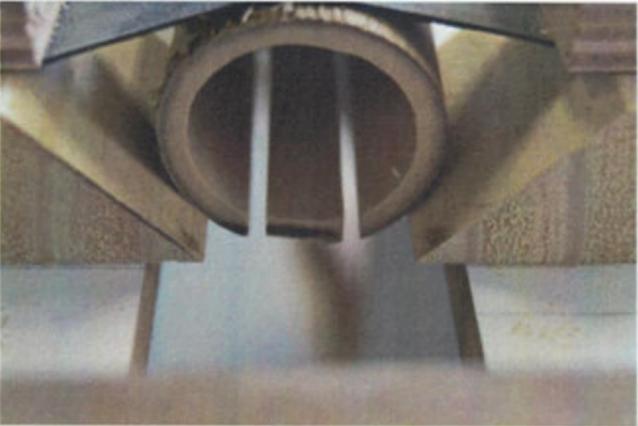


Imagen tomada en el momento de corte



Resultado luego de dos pasadas donde se pueden ver claramente los dos cortes paralelos.



Resultado Final



Se puede ver que la cantidad de latillas que se extraen en este caso son 5, esto es debido a que la caña media 40 mm de diámetro y se pretendía extraer latillas de 13 mm de ancho. Para casos donde el diámetro de la caña sea mayor es posible extraer más piezas.

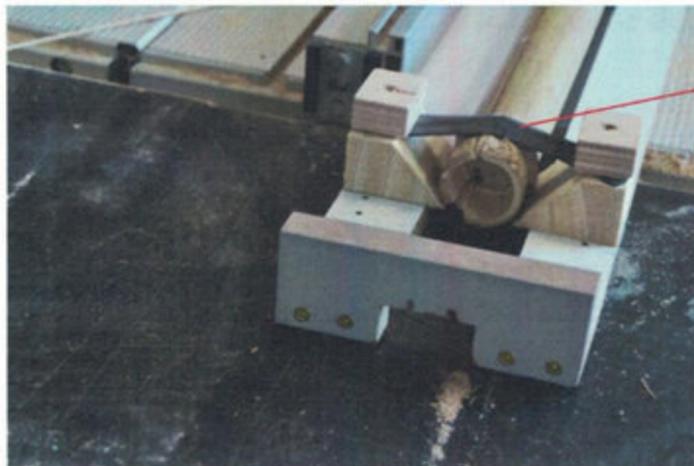
Anotaciones y mejoras

En el momento en el cual se realizaban las pruebas se decidió colocar un puente que brindara estructura al prototipo y a al mismo tiempo sea un punto de agarre para poder operar con comodidad.



Si bien mejoró la comodidad, se puede ver que es una de las manos se encuentra en el extremo del soporte para poder hacer presión sobre la guía. Por lo tanto es conveniente que el dispositivo cuente con dos sistema de agarre, uno en cada extremo.

Si bien los sujetadores de goma funcionaron eficientemente, es necesario un sistema en el cual se puedan desenganchar, para poder poner y sacar la caña rápidamente y sin tener que realizar esfuerzos.



Sujetador de goma fijo

La ubicación de los puntos de sujeción no es un tema menor, ya que en las pruebas realizadas se pudo ver a medida que se iba cortando la caña como esta misma se iba deformando y eso ocasionaba que la sierra golpeará las latillas y las quebrara. Esto se daba porque las gomas de sujeción ejercían presión sobre puntos donde la caña más flexiona. El problema fue resuelto moviendo estos puntos de sujeción y colocándolos sobre los nudos de la caña o lo más cerca posible, por lo tanto en esa zona la deformación es nula.

Para mejorar este sistema sería conveniente que los puntos de sujeción fueran móviles, pudiendo adaptarlos a los diferentes formatos de cañas, ya que al ser todas variables, los nudos se pueden encontrar en cualquier zona del dispositivo.



En esta imagen se puede ver los puntos de sujeción ubicados lejos de los nudos, luego de algunos cortes, la caña tiende a deformarse en esos puntos.

Por otro lado, para que este tipo de deformaciones no genere problemas es recomendable que la caña esté cortada a 5 cm aprox. del nudo.

Cada dos pasadas por la sierra es necesario girar el bambú y volver a pasar y repetir esta acción por la cantidad de latillas que se quiera extraer. Para poder realizar esta tarea con mayor precisión es necesario contar con algún tipo de referencia o graduación en el mismo dispositivo, donde marque los grados que se deban girar.

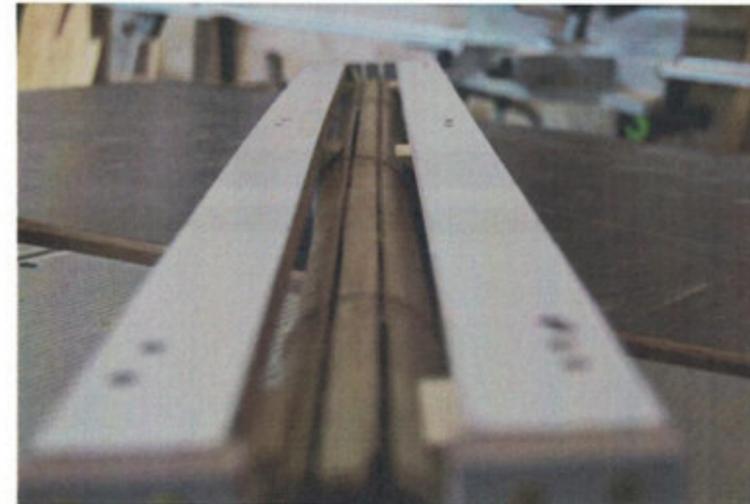
Conclusiones:

En general los resultados arrojados son mas que satisfactorios, se concluye que es necesario realizar modificaciones al primer dispositivo pero el funcionamiento básico está bien cubierto.

Es recomendable que las cañas que se utilicen para procesar sean lo mas rectas posibles de esta manera se apoyan uniformemente sobre los soportes.

Aunque la deformación de la caña no debería de afectar la rectitud del corte.

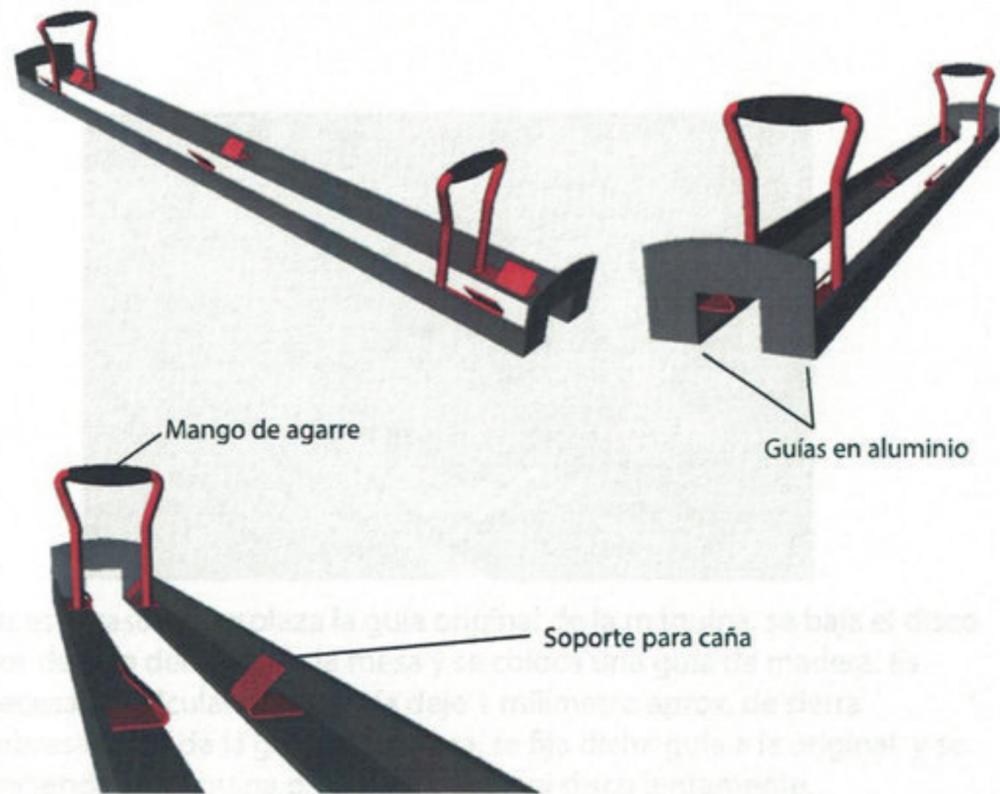
Para poder extraer 6 latillas de una caña es necesario realizar dos pasadas por latilla, por lo tanto unas 12 pasadas por caña.



Se puede ver como a pesar de la curvatura de la caña los cortes mantienen su rectitud.

Bocetos

Las imágenes a continuación son bocetos meramente ilustrativos que no cuentan con todos los detalles técnicos a la vista.

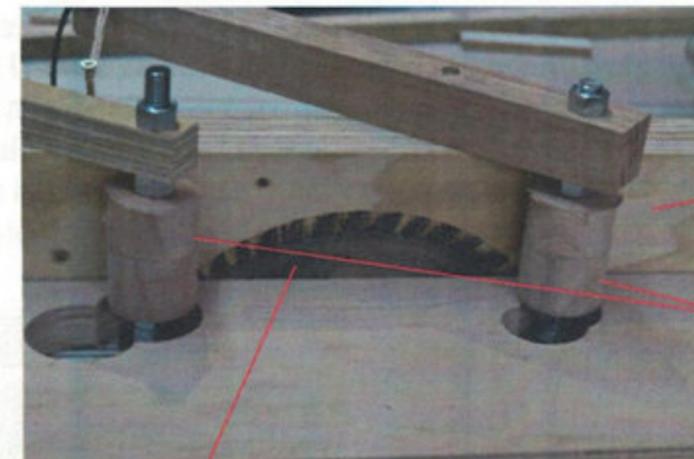


El segundo dispositivo representa la etapa de rectificado, en este caso se realizará con la propia sierra circular de banco.

Se fabricó un dispositivo para la sierra circular de mesa, el cual utiliza el propio disco como un cepillo. Esto quiere decir que en vez de que la sierra corte, se utiliza como desbaste.



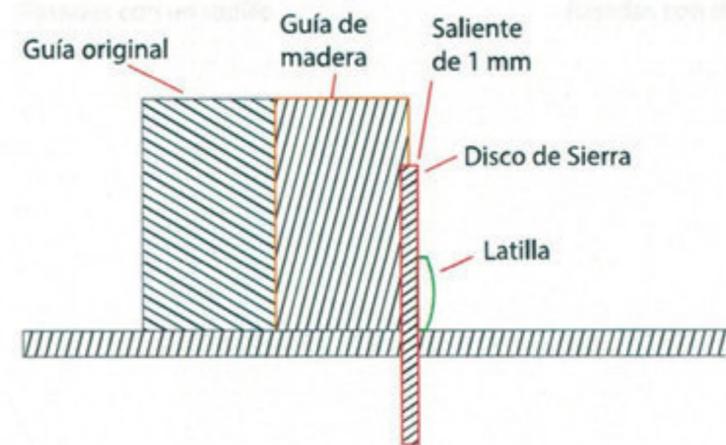
En este caso se desplaza la guía original de la máquina, se baja el disco por debajo del nivel de la mesa y se coloca una guía de madera. Es necesario calcular que la guía deje 1 milímetro aprox. de sierra sobresaliente de la guía de madera, se fija dicha guía a la original y se enciende la máquina para poder subir el disco lentamente.



Disco de sierra

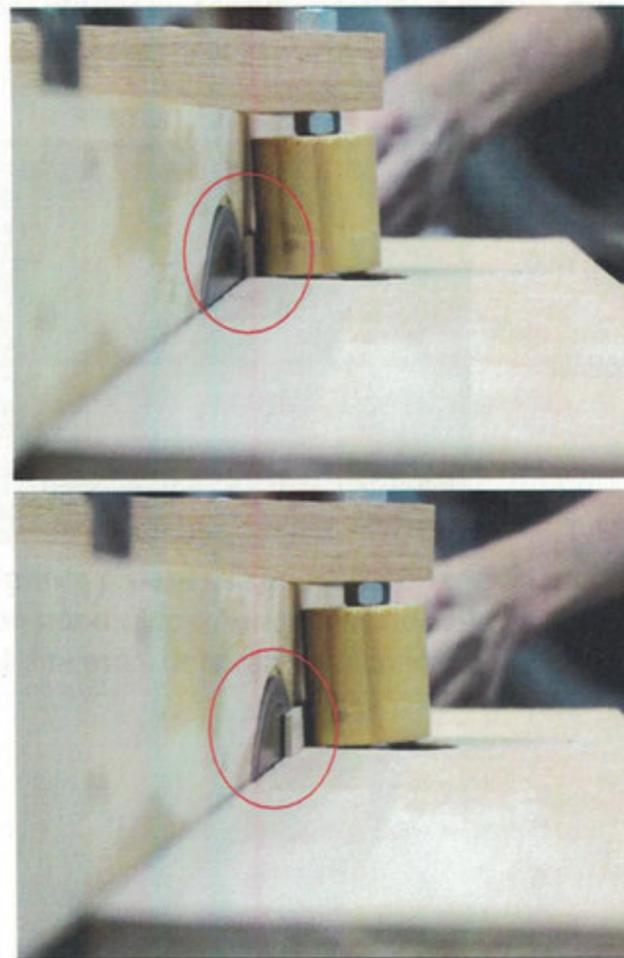
Guía de madera

Rodillos de presión



En este esquema se puede ver como la sierra sobresale de la guía de madera y la posición en la cual se pasa la latilla.

En las imágenes a continuación se puede ver como la sierra va desbastando la latilla hasta dejarla de sección ortogonal.



Las primeras pruebas realizadas se hicieron con un solo rodillo de presión en la zona previa a la sierra. Pero se encontró el problema de que la latilla se alejaba del disco a medida que iba pasando por el disco. Luego de algunas pasadas se probó con un segundo rodillo en zona posterior a la sierra, lo que mejoró considerablemente el funcionamiento.



Pasadas con un rodillo



Pasadas con dos rodillos

Se realizaron pruebas con otro tipo de elemento de presión, dado que los nudos de las latillas generaban ciertos problemas con los rodillos. Por esto se optó por utilizar un soporte paralelo a la guía, que ejerza presión a la pieza que se va a rectificar.



Latilla
Guía móvil de presión
Sentido de la fuerza

Después de algunas pruebas se encontraron mejoras con respecto al sistema presión por rodillos. Aunque los nudos de las latillas continúan dificultando el proceso y generan un rectificado desparejo.

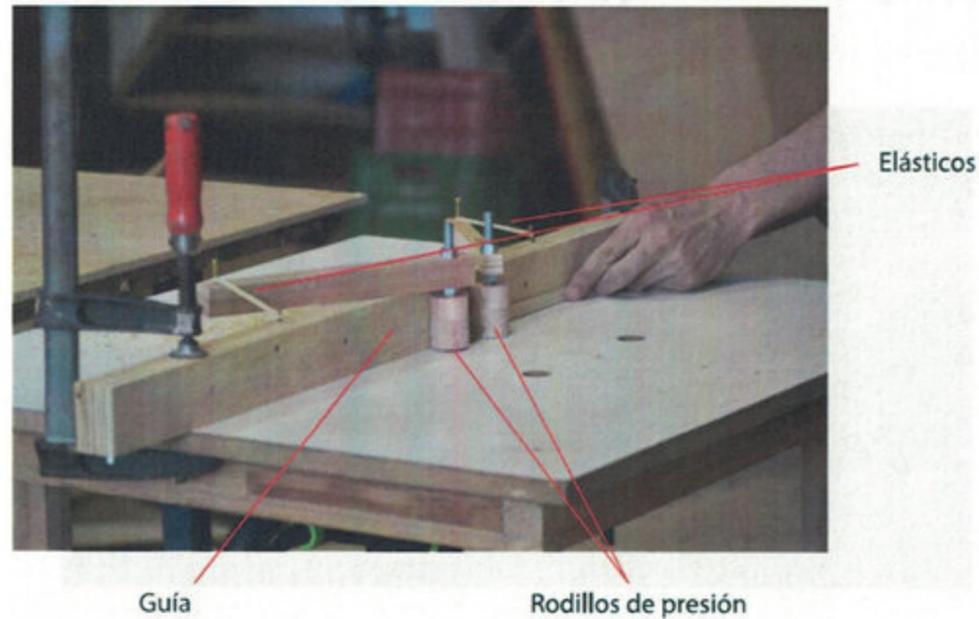
Conclusiones:

Se logró verificar el real funcionamiento del dispositivo y se generaron otras soluciones a los primeros planteamientos. Por ejemplo, se comprueba que el sistema de guía móvil de presión funciona mejor que los rodillos. Se concluye además que previamente a realizar el paso de rectificado, es necesario quitar los nudos de la caña, dejando lo mas uniforme posible la latilla, de esta manera se evita desperdicio de material y se logra una tablilla mas pareja.

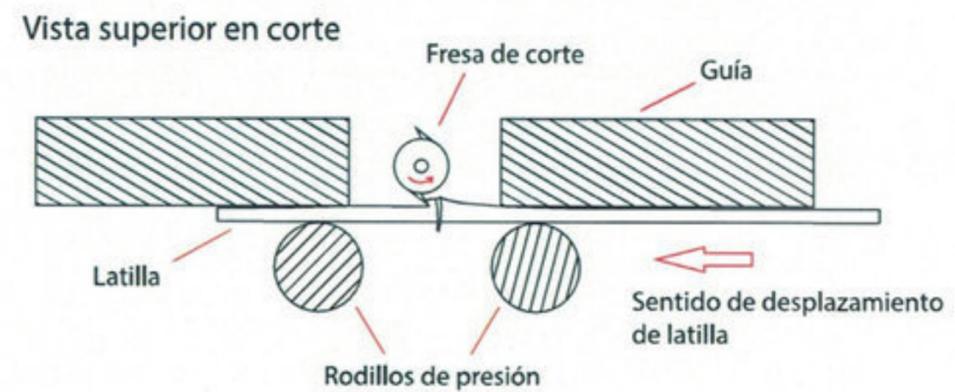
Como se menciona anteriormente para poder obtener buenos resultados en la etapa de rectificado, es conveniente extraer los nudos de la latilla y dejarla lo mas uniforme posible.

Para esto se fabricó un dispositivo complementario para un trompo de mesa, que permita extraer los nudos.

Dicho dispositivo es de fácil fabricación y cuenta básicamente con una guía y dos rodillos de presión que pueden estar sujetos por elásticos o resortes.



El fin de este sistema es lograr que el nudo de la latilla se deposite sobre la ranura de la guía y de esta manera la fresa del trompo la procesa, dejando una superficie recta.

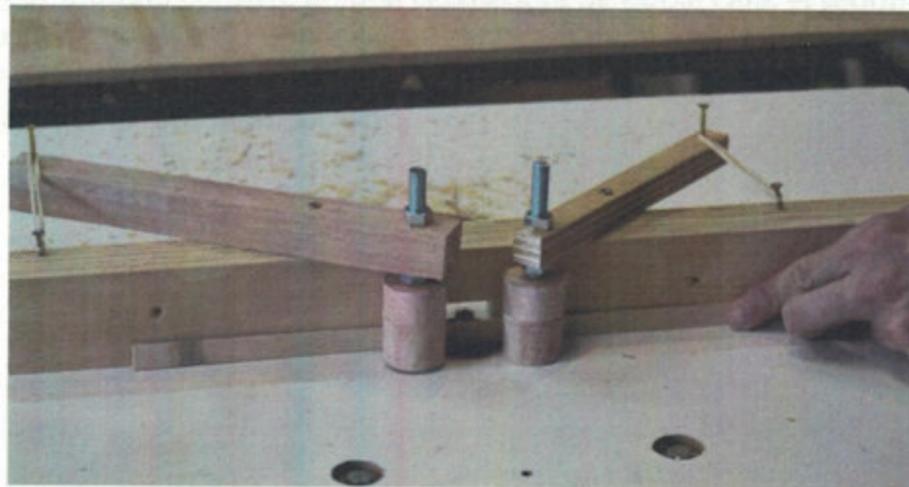


Alternativa 2

Conclusiones

Con este dispositivo es posible extraer los nudos tanto interiores como exteriores de la latilla, arrojando resultados realmente positivos tanto en calidad de terminación como en tiempos de proceso, ya que solo con una pasada de cada lado la tarea queda finalizada.

Un punto a mejorar es el sistema de presión por rodillos que en algunos casos ofrece resistencia al encontrarse con los nudos. Una solución puede ser colocar una guía móvil paralela, pero esto no se llegó a probar.



DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Alternativa 2

Camino b: Dispositivo que priorice la producción con el mínimo de pasos y esfuerzo del usuario.

Este camino apunta a los usuarios que pretenden incorporar la utilización de la caña de bambú de forma permanente, justificando así una mayor inversión económica con el fin de obtener una producción superior que con el camino a.

Alternativa 2: Dispositivo de doble sierra circular y cepillo con alimentación mecánica.

Esta alternativa consiste en un dispositivo compuesto por 3 módulos, el primer módulo consiste en una cepilladora de doble cara, el segundo en una sierra circular de doble hoja y el tercero en un sistema de roldanas que mantienen a la varilla de bambú fija durante el proceso para garantizar un acabado correcto.

El dispositivo está compuesto por tres módulos, el primero es una cepilladora de doble cara, el segundo es una sierra circular de doble hoja y el tercero es un sistema de roldanas que mantienen a la varilla de bambú fija durante el proceso para garantizar un acabado correcto.

Cada módulo está compuesto por una estructura de aluminio en la que se coloca el motor en el caso del 1 y 2, y el resto de las piezas. Esta estructura se fija en el borde de una mesa de trabajo para soportar la carga.

Módulo 2

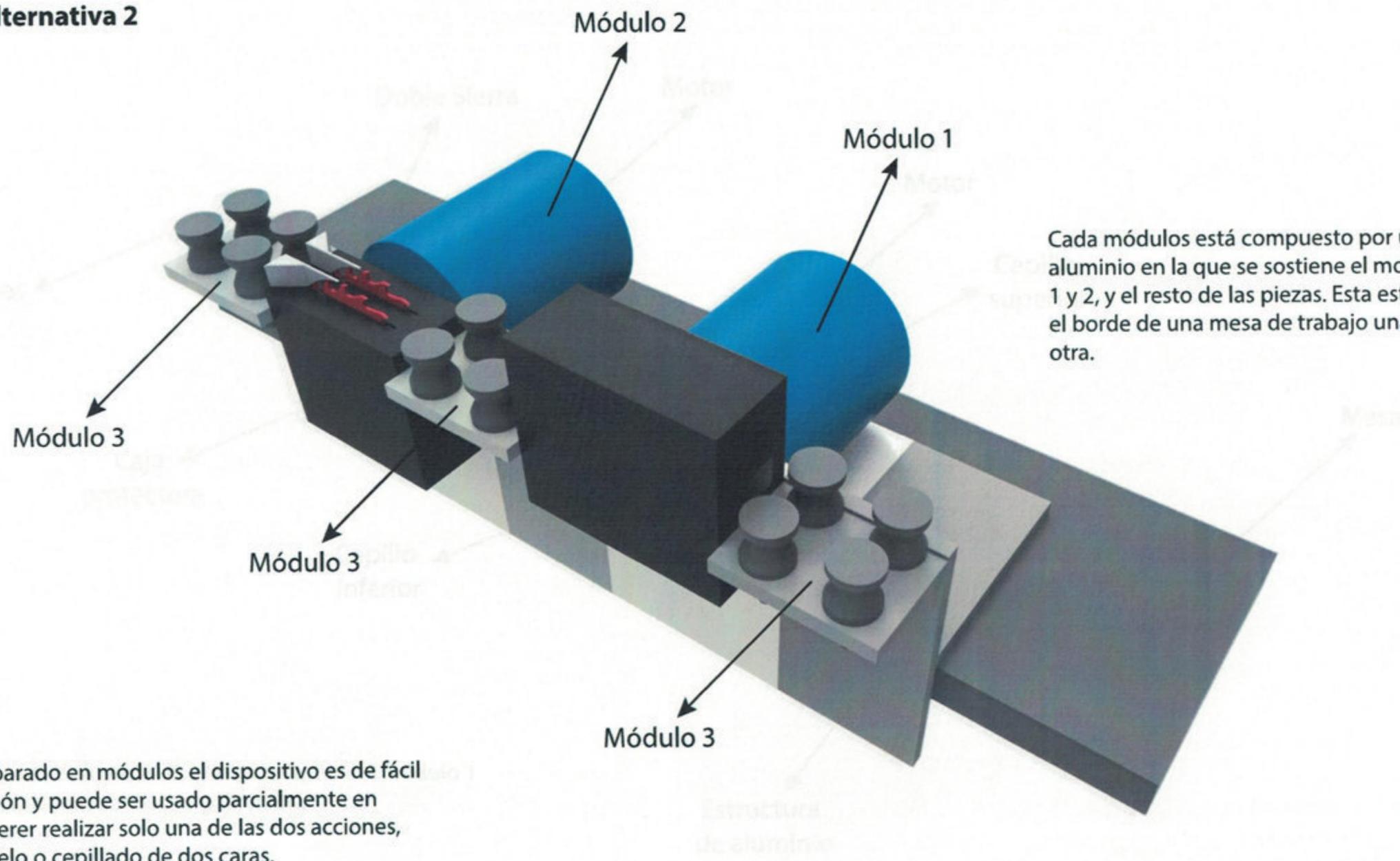
Módulo 1

Módulo 3

Módulo 3

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Alternativa 2

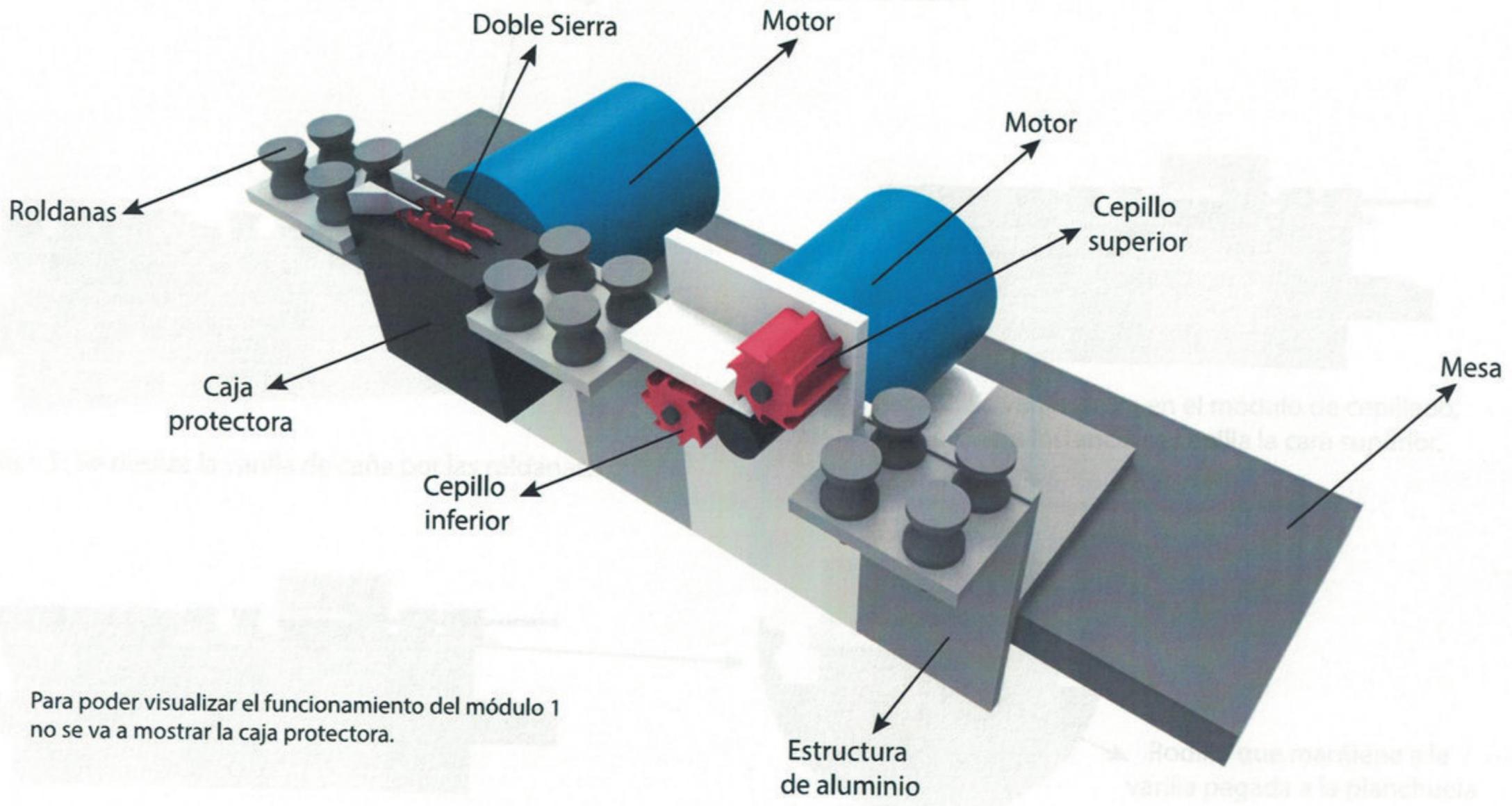


Cada módulos está compuesto por una estructura de aluminio en la que se sostiene el motor en el caso del 1 y 2, y el resto de las piezas. Esta estructura se fija en el borde de una mesa de trabajo una al lado de la otra.

Al estar separado en módulos el dispositivo es de fácil manipulación y puede ser usado parcialmente en caso de querer realizar solo una de las dos acciones, corte paralelo o cepillado de dos caras.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Alternativa 2



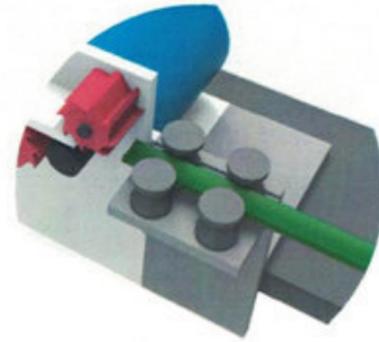
Las ruedas rotativas mantienen el gasolucambante rectilíneo de la varilla de cara evitando movimientos laterales o verticales.

Para poder visualizar el funcionamiento del módulo 1 no se va a mostrar la caja protectora.

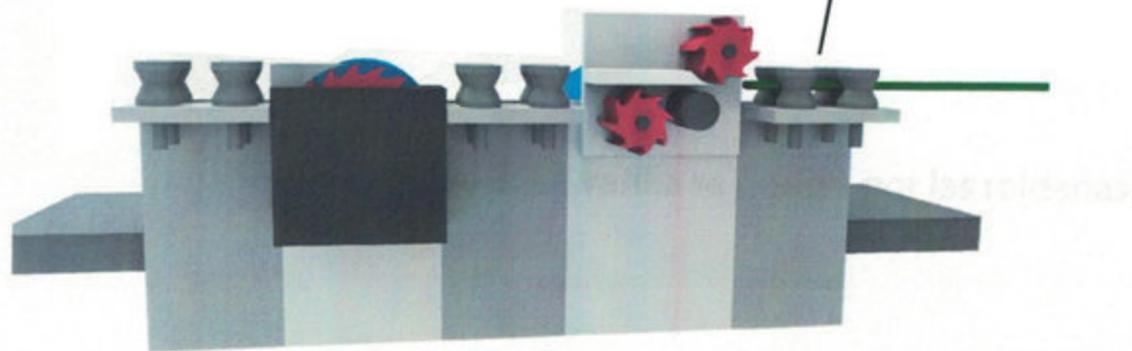
Rodillo que mantiene a la varilla pegada a la planchuela

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

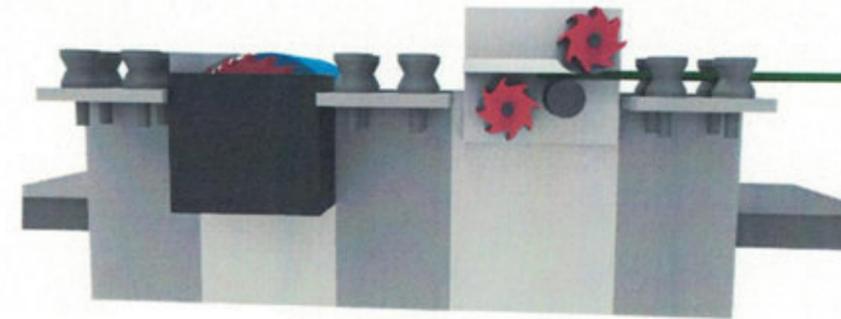
Alternativa 2



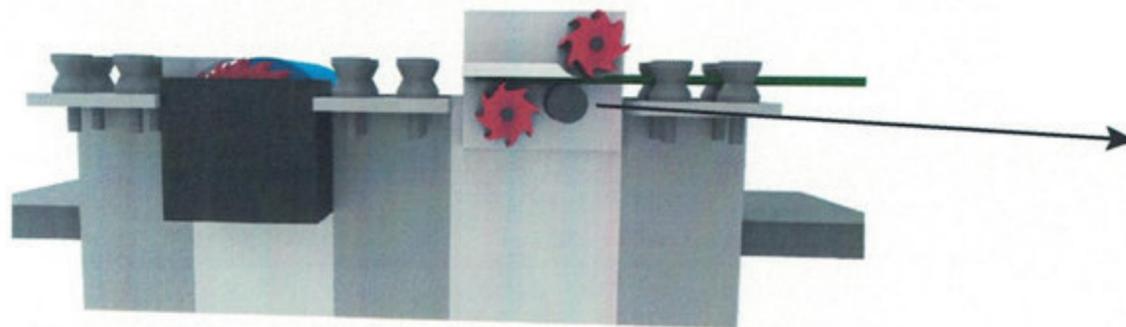
Las cuatro roldanas mantienen el desplazamiento rectilíneo de la varilla de caña evitando movimientos laterales o verticales.



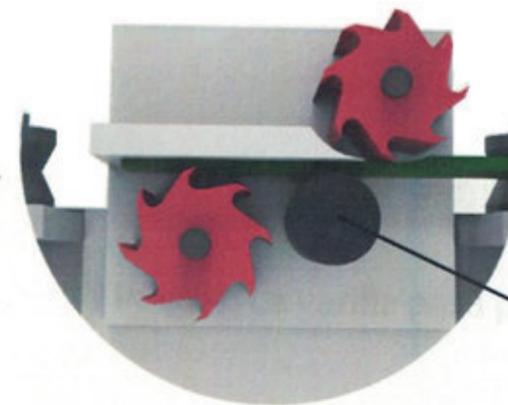
Paso 1: Se desliza la varilla de caña por las roldanas.



Paso 2: La varilla entra en el módulo de cepillado, en primera instancia se cepilla la cara superior.

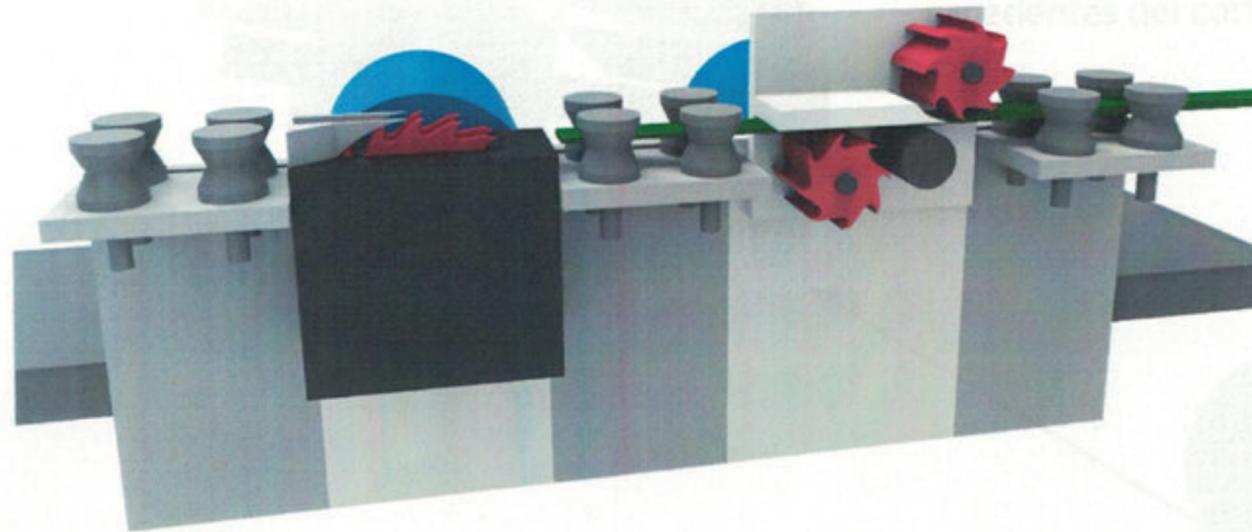


Paso 2: En segunda instancia se cepilla la cara inferior.

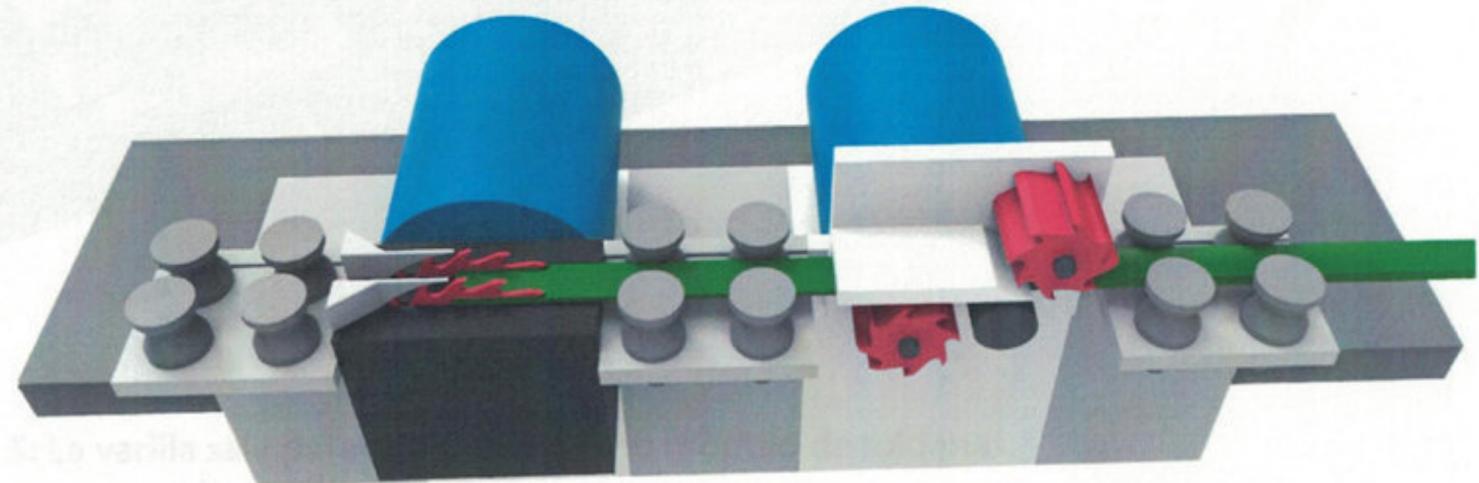


Rodillo que mantiene a la varilla pegada a la planchuela

DESARROLLO Y EJECUCIÓN



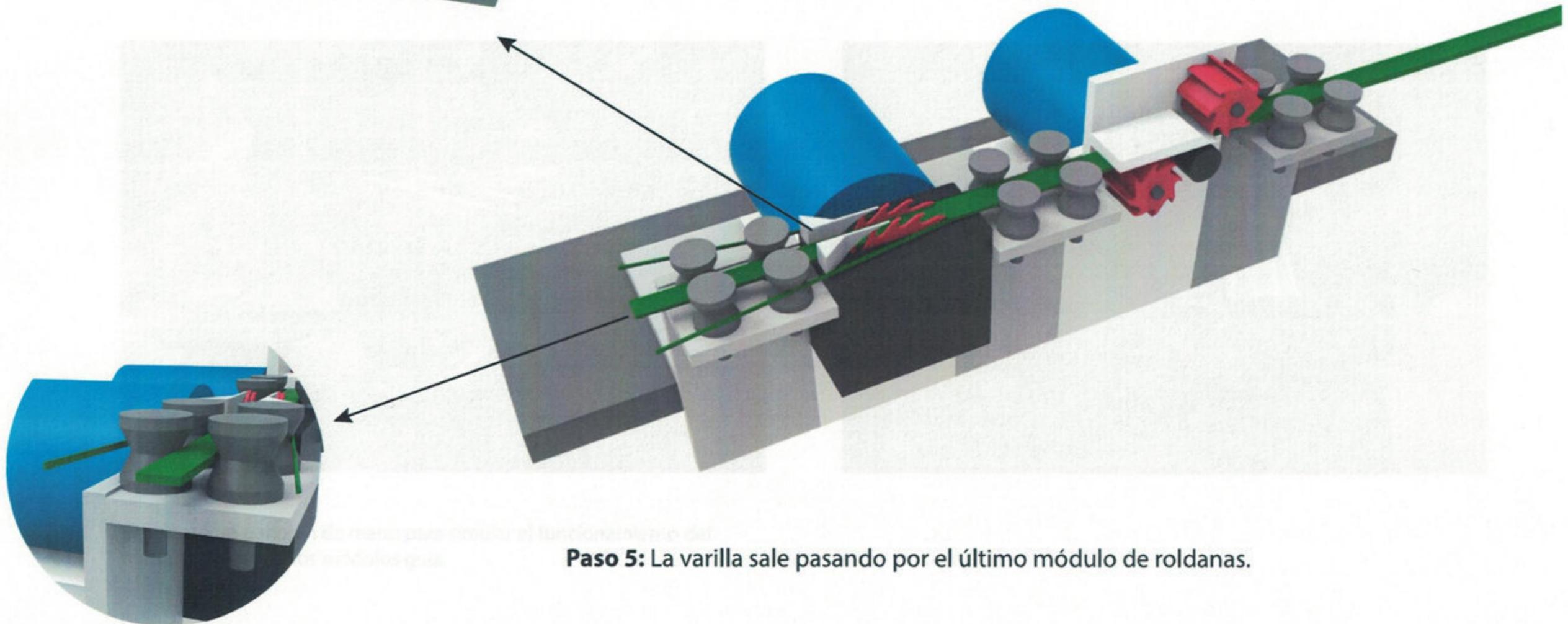
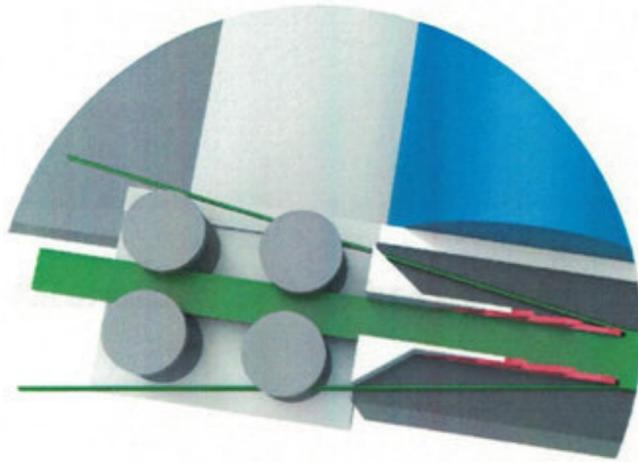
Paso 3: La varilla se desliza por las roldanas.



Paso 4: La varilla pasa por el módulo de doble corte paralelo.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Las guías de las sierras desplazan los excedentes del corte hacia los costados.

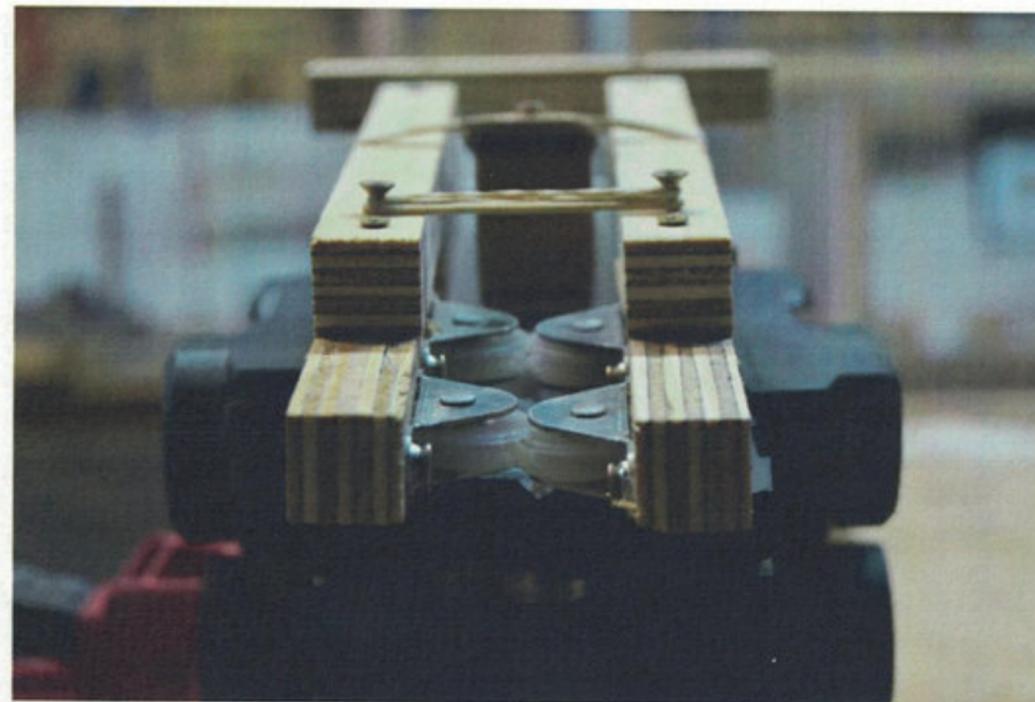
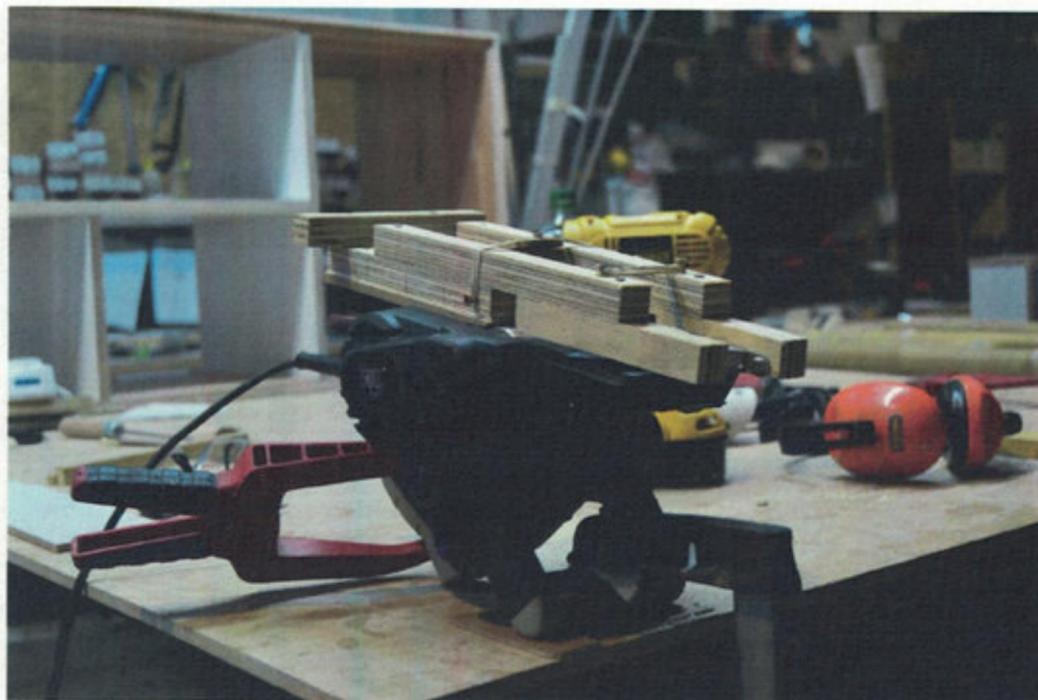


Paso 5: La varilla sale pasando por el último módulo de roldanas.

Se obtiene una tablilla uniforme.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

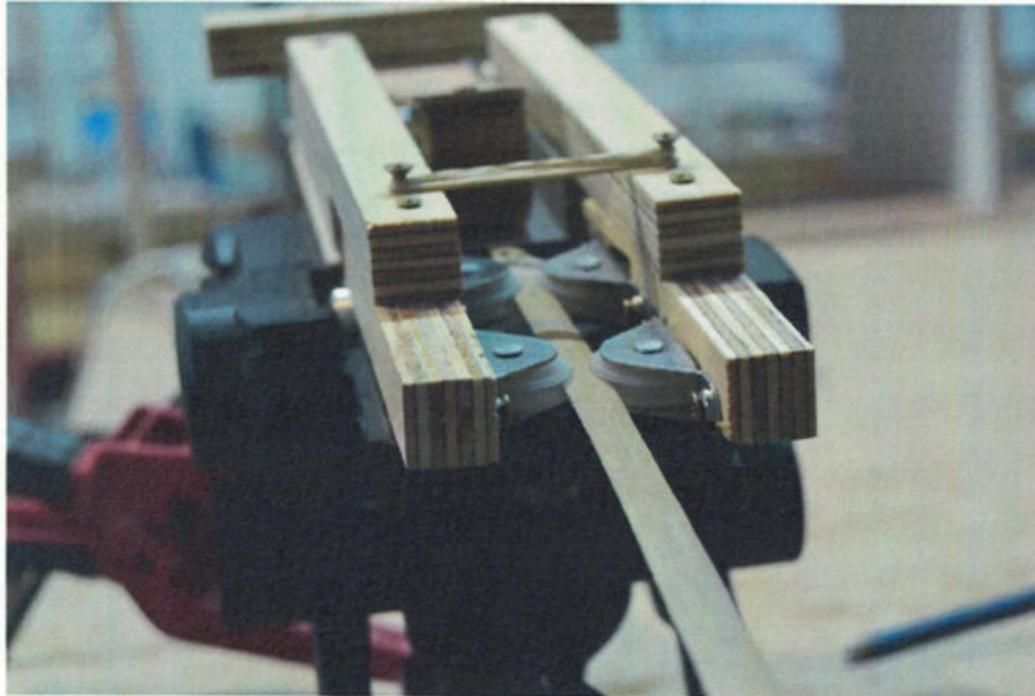
Alternativa 2 - Pruebas de taller



Se adaptó un garlopin de mano para simular el funcionamiento del módulo 1 y uno de los módulos guía.

DESARROLLO Y EJECUCIÓN

Alternativa 2 - Pruebas de taller



Las pruebas fueron muy favorables, el sistema de guías mediante roldanas garantiza el correcto y fácil deslizamiento de la varilla haciendo que pase a la altura deseada por el cepillo, logrando una cara lisa uniforme.

Opciones de ensamble para madera

Union con tarugos

<https://www.youtube.com/watch?v=piBxFDHiLiU>

Union con galletas

<https://www.youtube.com/watch?v=TlvLqMWBB78>

Posibles usos de Router de Mano.

<https://www.youtube.com/watch?v=TL6T1rYh-CA>

Colocaciòn de guía telescópica

<https://www.youtube.com/watch?v=kBeDZkdXgM0>

BAMBÚ

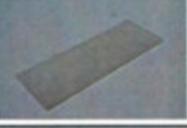
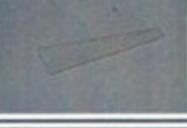
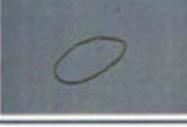
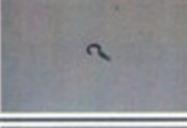
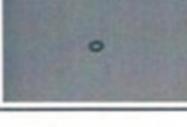
técnicas para favorecer su utilización

Trabajo Final
Carpeta técnica

Bruno D'Abbisogno / Federico García
Tutora: Analaura Antúnez
Diciembre 2016

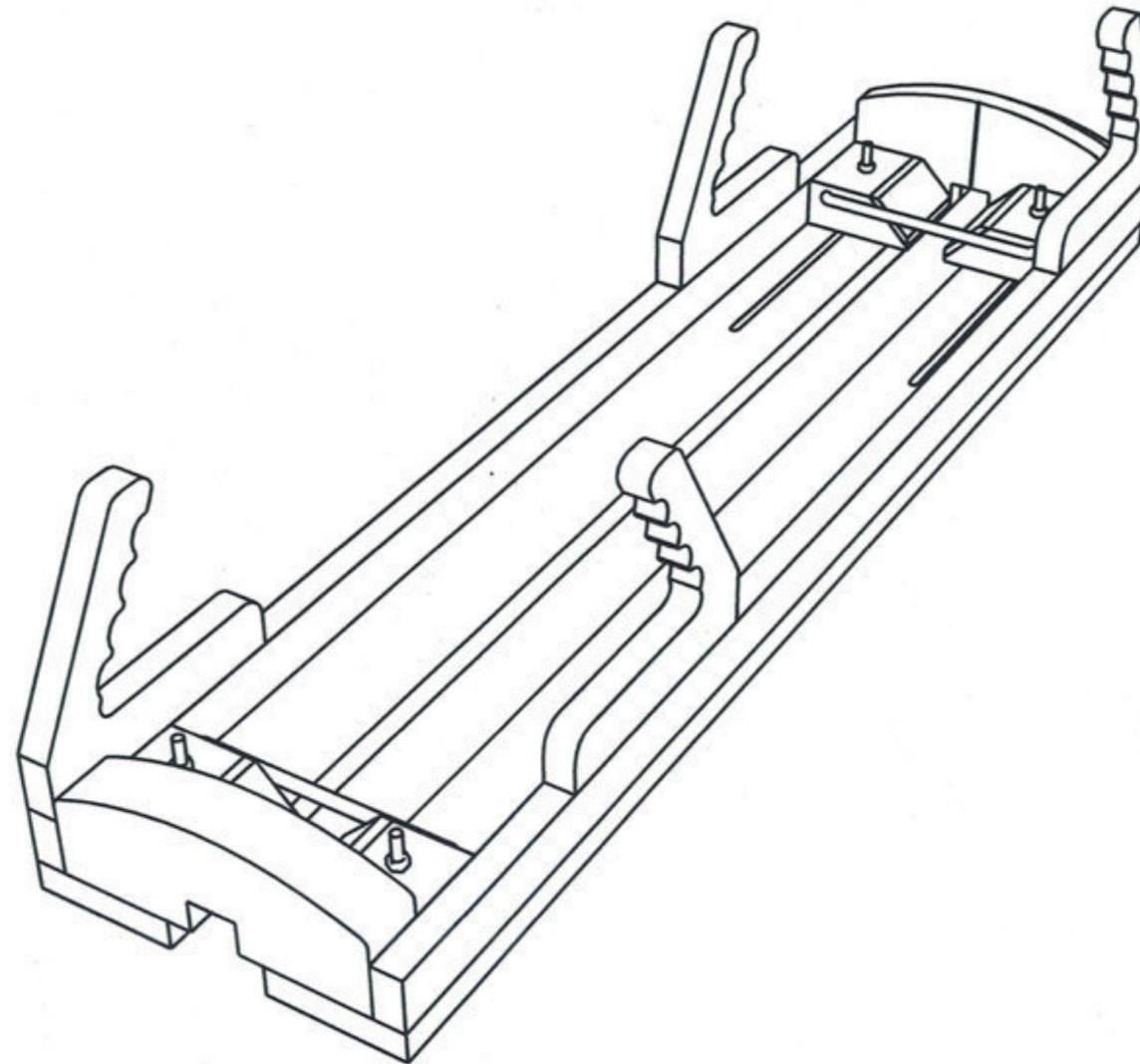
CARPETA TÉCNICA

Lista de materiales e insumos

Nombre	Cantidad	Costo estimado	Proveedor sugerido	Boceto
Tablero multiplica 18mm	1	\$1800	Barraca de madera (Gabycar, Barraca Parana)	
Tablero MDF 3mm	50x50cm	\$100	Barraca de madera (Gabycar, Barraca Parana)	
Plancha de silicona 5mm	20x10cm	\$100	Gomsil Ltda	
Cuerda elástica	1m	\$40	Ferretería	
Lamina de acrílico transparente 2mm	20x10cm	\$100	Casa de acrílicos (Formacril, Acrílicos del Uruguay)	
Ruedas	2	\$50	Casa de herrajes (Tamar, Montecuir)	
Perfil "L" de aluminio 20x20x2mm	35cm	\$50	Ferretería	
Guías telescópicas 25cm	6	\$225	Casa de herrajes (Tamar, montecuir)	
Ajuste rápido de bicicleta	1	\$60	Bicicletería	
Banda elástica/Resorte	10/4	\$20/\$400	Ferretería/Casa del resorte SRL	
Ganchos autoroscantes	8	\$30	Ferretería	
Tornillo de cabeza hexagonal	4	\$20	Ferretería	
Bulón de cabeza redonda	4	\$20	Ferretería	
Arandela	12	\$20	Ferretería	

Manual de Armado

Carro de Corte Longitudinal

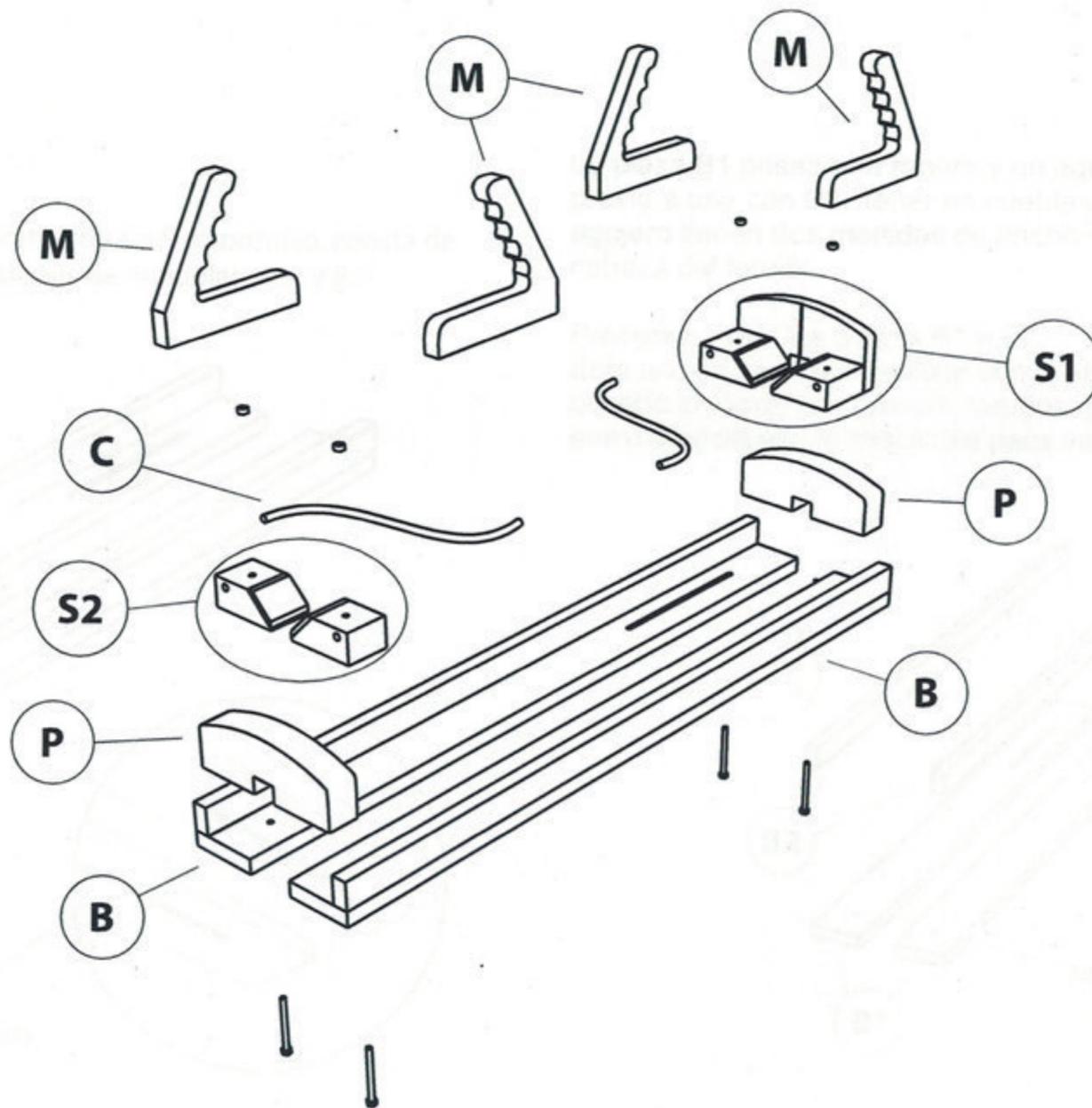


Materiales

- Multiplaca de Eucaliptus 18 mm
- Silicona 5 mm
- Cuerda Elástica
- Tornillo 70 mm
- Arandelas
- Mariposas o Tuercas

CARPETA TECNICA

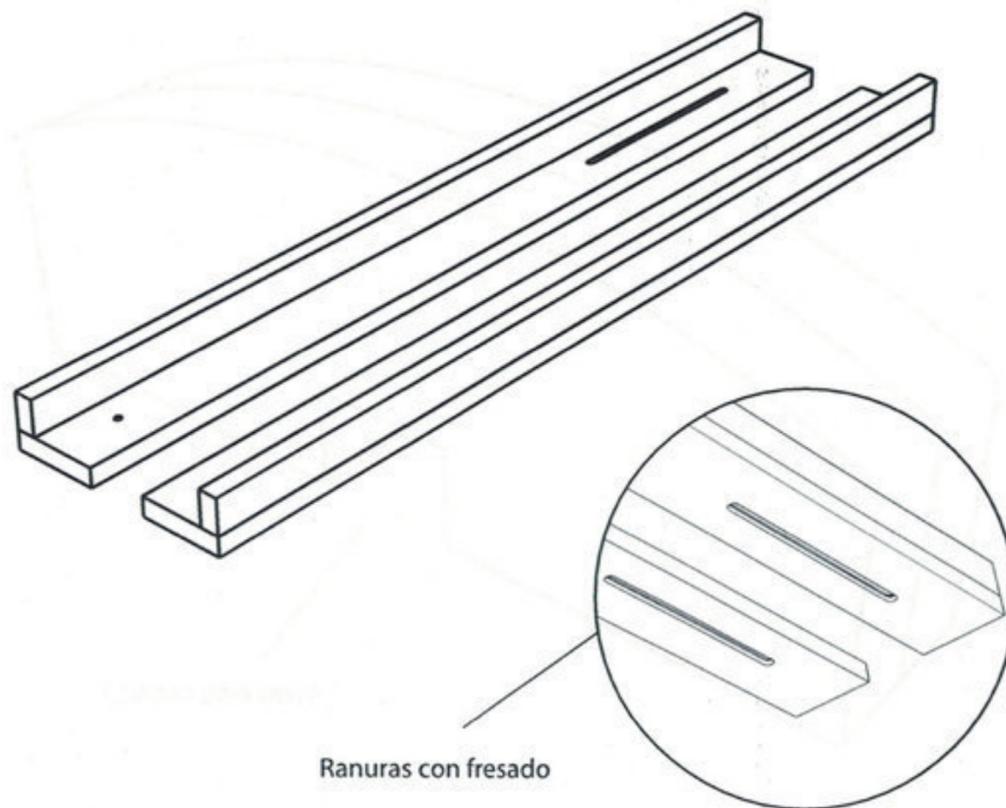
Despiece General



CARPETA TECNICA

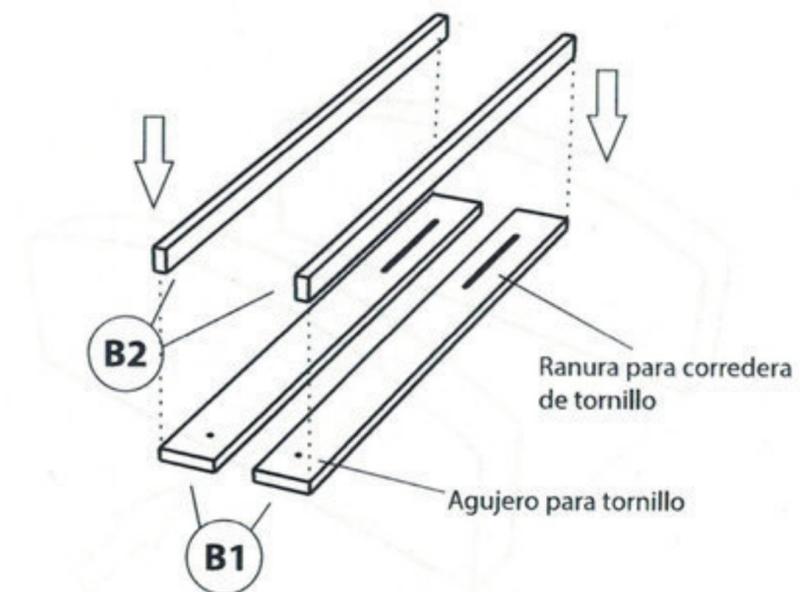
Piezas B

Estas piezas son la base y parte de la estructura del dispositivo, consta de dos perfiles en L formados con dos listones de multiplaca (B1 y B2).



La pieza B1 posee una ranura y un agujero que se deben realizar previo a unir con B2. Tener en cuenta que tanto la ranura como el agujero tienen dos medidas de ancho diferente para alojar la cabeza del tornillo.

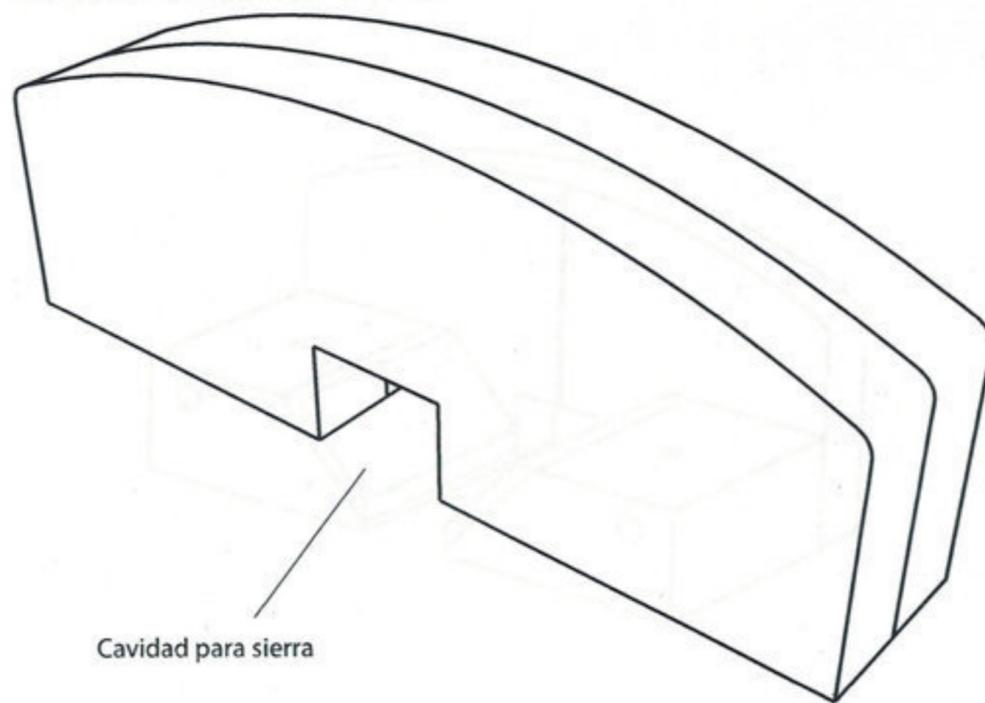
Proceder a unir las piezas B1 y B2.
Esta acción se puede realizar con el sistema de fijación que el usuario prefiera, por ejemplo tarugos, galletas o tornillos (ver anexos opciones de ensamble para madera)



CARPETA TECNICA

Piezas P

Estas piezas funcionan como puente de sujeción entre las piezas B y e conforman de dos partes iguales de multiplaca.

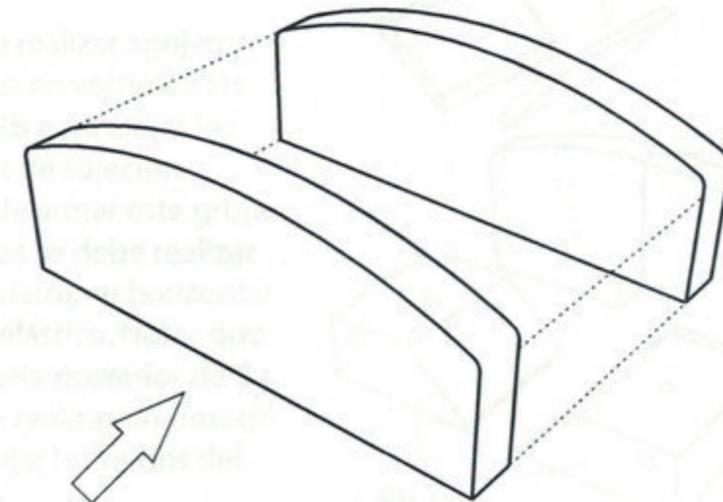


Unir las piezas de multiplaca mediante adhesivo (ej, cola vinilica, adhesivo de poliuretano).

Notar que es posible dar la forma final a la pieza, una vez que estén unidas..

La cavidad por donde pasa la sierra es posible realizarla una vez terminado el dispositivo.

Se recomienda evitar utilizar tornillos ya que luego pasara la sierra de corte por esta pieza.

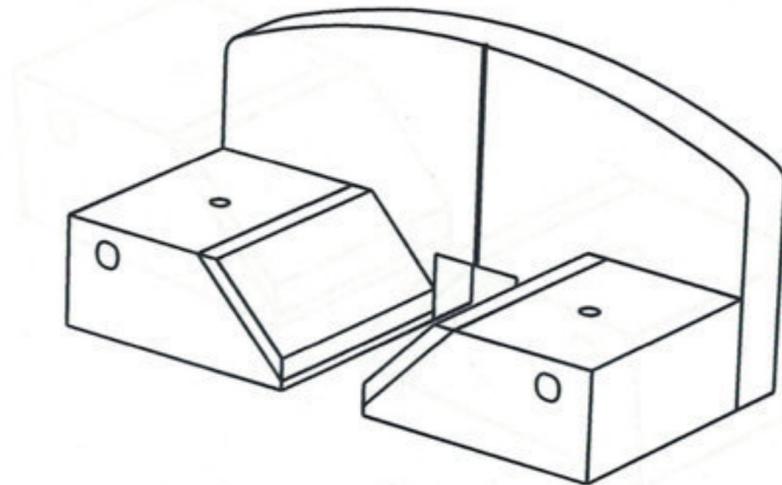


CARPETA TECNICA

Piezas S1

Este componente es el encargado de contener la caña mientras se realiza el corte, posee una línea guía para coincidir con las marcas según los ángulos en la caña.

A su vez posee dos soportes con silicona antideslizante que son los encargados de soportar la caña.



Proceder a pegar la silicona **Sc** en los soportes **Sb**, para esto es conveniente utilizar adhesivo de poliuretano.

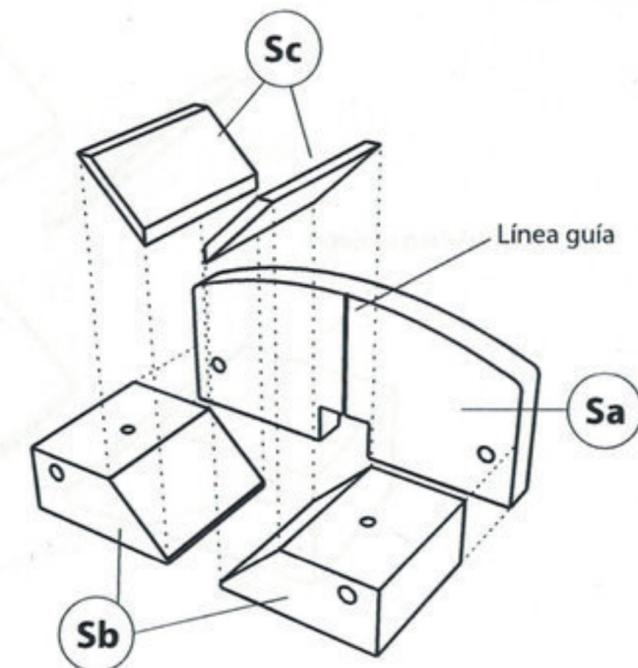
Para marcar la línea guía es posible realizar una pasada con un elemento cortante y luego repasar esa línea con un marcador fino. La línea debe estar centrada en la pieza **Sa** y perpendicular a la base.

Posteriormente atornillar los soportes **Sb** en **Sa**.

Notar que los soportes no deben sobresalir del área de **Sa** para evitar que roce en los laterales del dispositivo.

Se debe realizar agujeros pasantes en vertical a las piezas **Sb** para alojar los tornillos de sujeción.

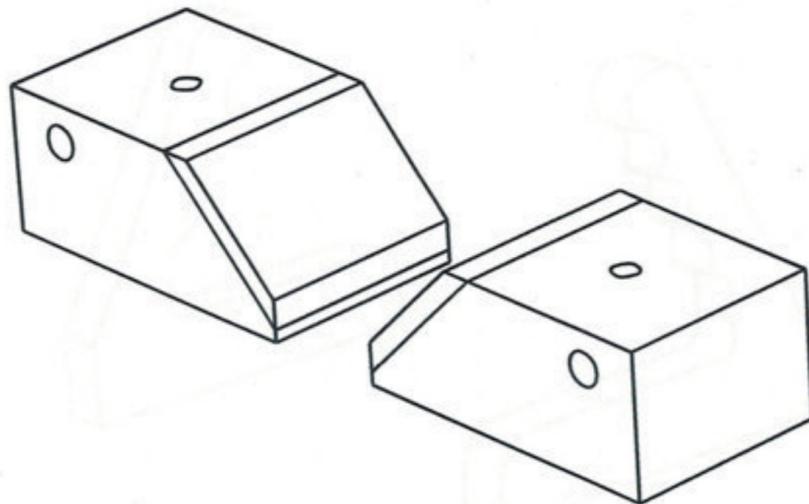
Luego de armar este grupo de piezas se debe realizar dos agujeros en horizontal para el elástico. Notar que en la parte posterior de **Sa** se debe realizar un fresado para alojar los nudos del elástico.



CARPETA TECNICA

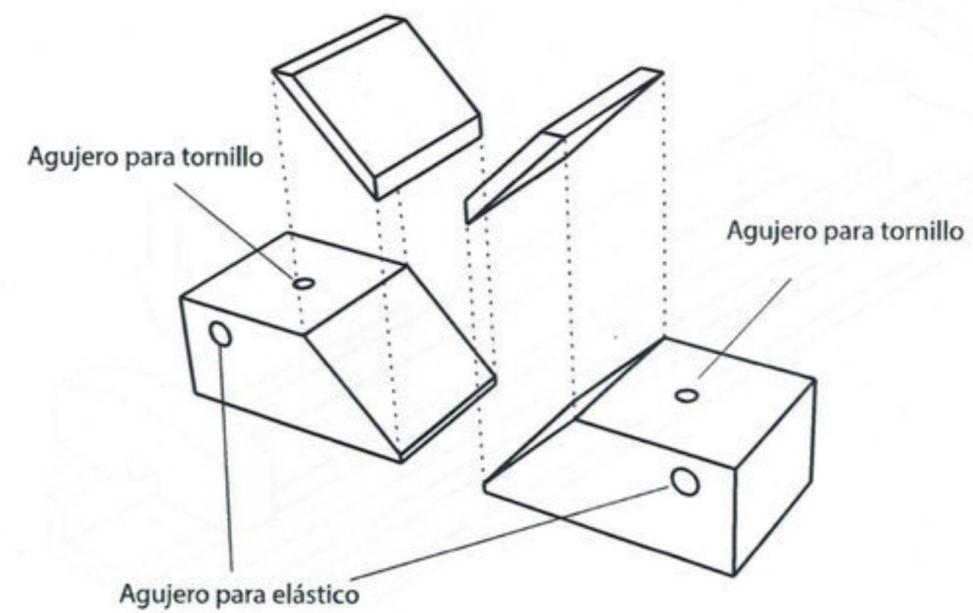
Piezas S2

Estas piezas sostienen la caña y evitan que se deslice en el momento del corte.



Se debe realizar un agujero pasante en vertical y horizontal a cada pieza previo a pegar la silicona.

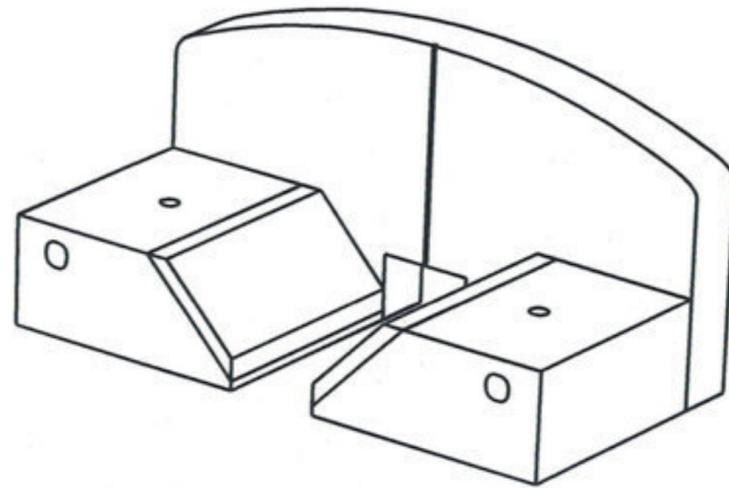
Una vez realizado el paso anterior proceder a pegar la silicona de la misma forma que las piezas S1.



Piezas S1

Este componente es el encargado de contener la caña mientras se realiza el corte, posee una línea guía para coincidir con las marcas según los ángulos en la caña.

A su vez posee dos soportes con silicona antideslizante que son los encargados de soportar la caña.



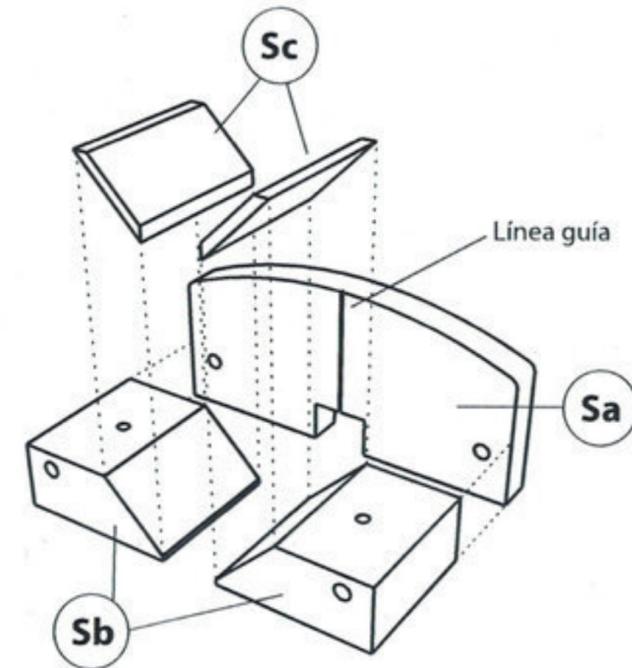
Proceder a pegar la silicona **Sc** en los soportes **Sb**, para esto es conveniente utilizar adhesivo de poliuretano.

Para marcar la línea guía es posible realizar una pasada con un elemento cortante y luego repasar esa línea con un marcador fino. La línea debe estar centrada en la pieza **Sa** y perpendicular a la base.

Posteriormente atornillar los soportes **Sb** en **Sa**.

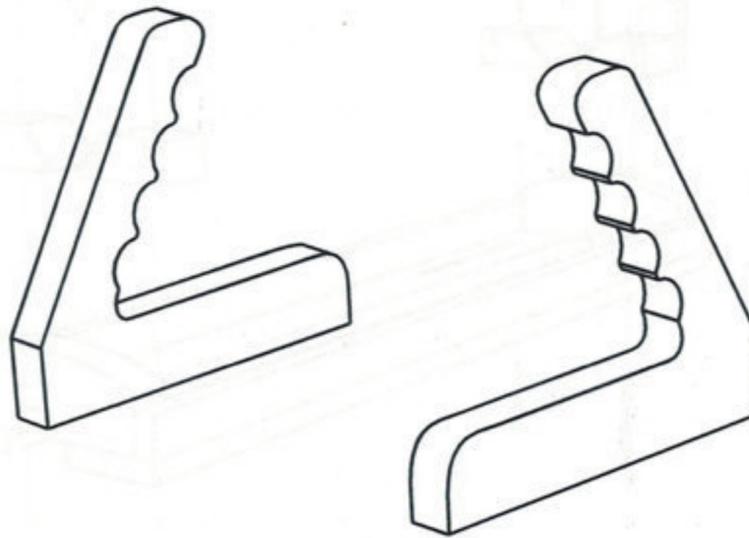
Notar que los soportes no deben sobresalir del área de **Sa** para evitar que roce en los laterales del dispositivo.

Se debe realizar agujeros pasantes en vertical a las piezas **Sb** para alojar los tornillos de sujeción. Luego de armar este grupo de piezas se debe realizar dos agujeros en horizontal para el elástico. Notar que en la parte posterior de **Sa** se debe realizar un fresado para alojar los nudos del elástico.

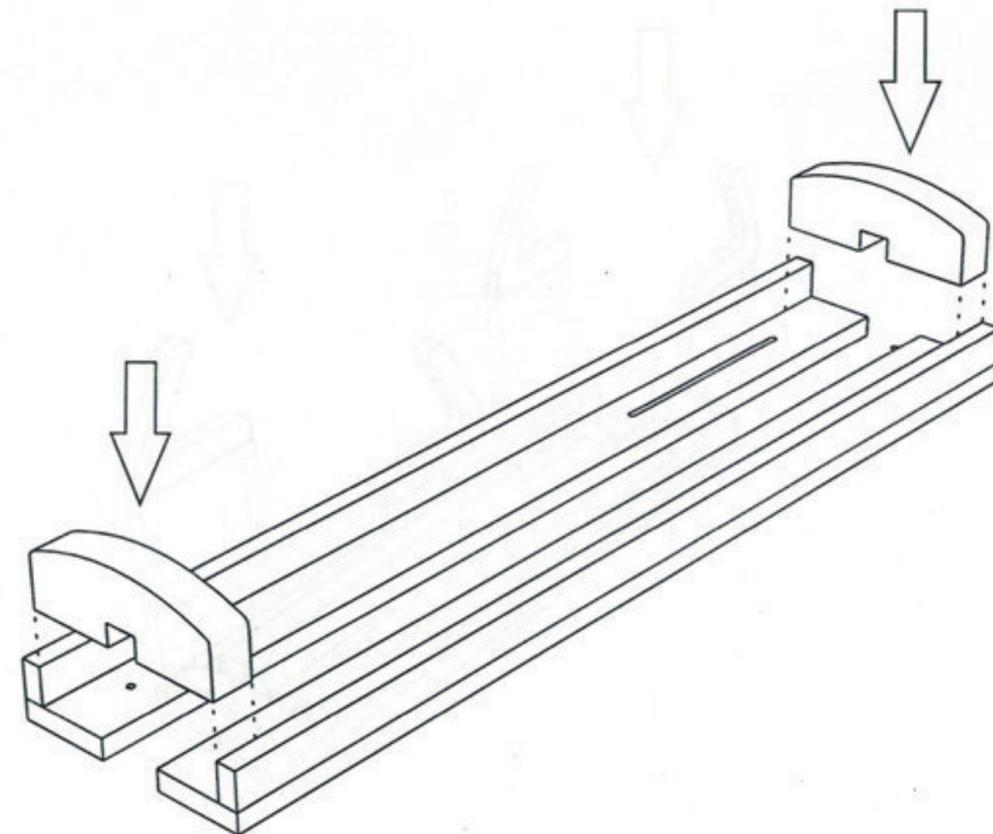


CARPETA TECNICA

Piezas M — piezas 51 y 52, que se unen con tornillos y tuercas.
Las piezas **M** son los mangos para mover el dispositivo y evitar colocar las manos cerca de la sierra.

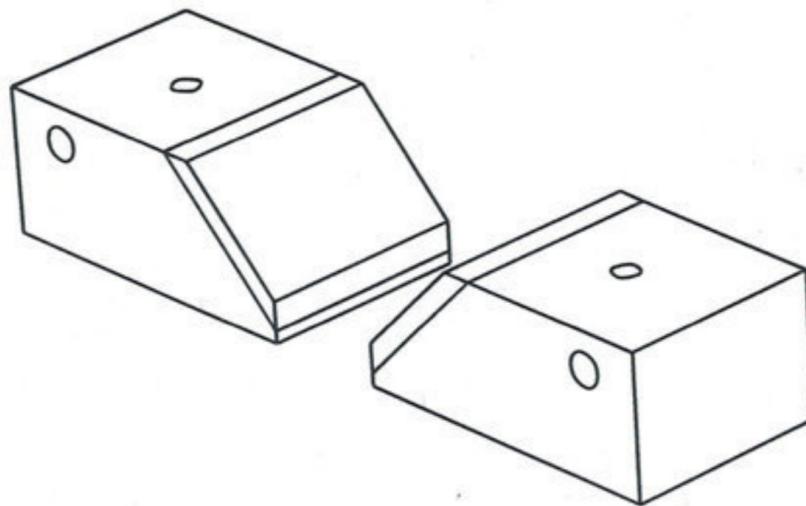


Atornillar piezas **P** a **B** sobre los extremos de ésta última.



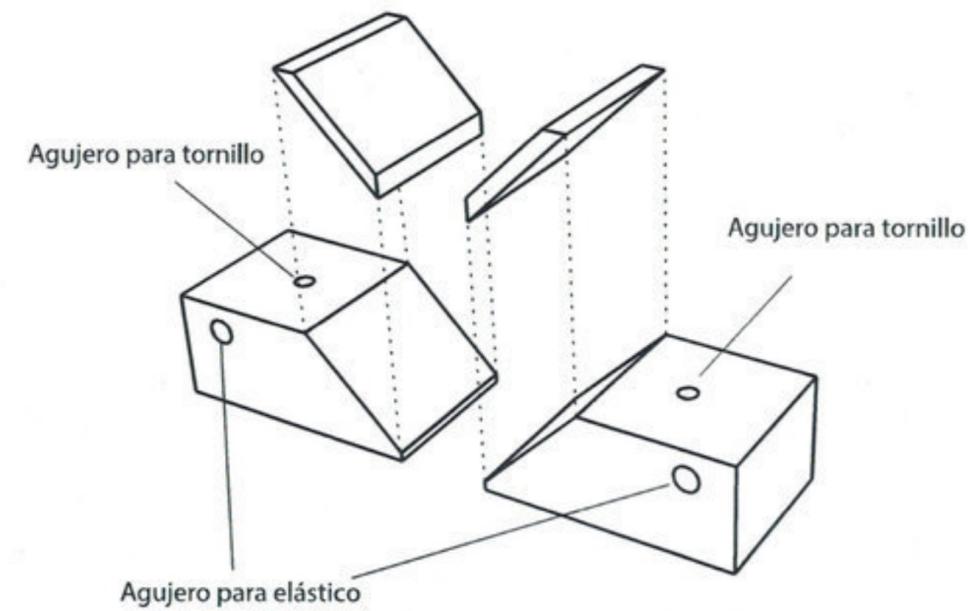
Piezas S2

Estas piezas sostienen la caña y evitan que se deslice en el momento del corte.



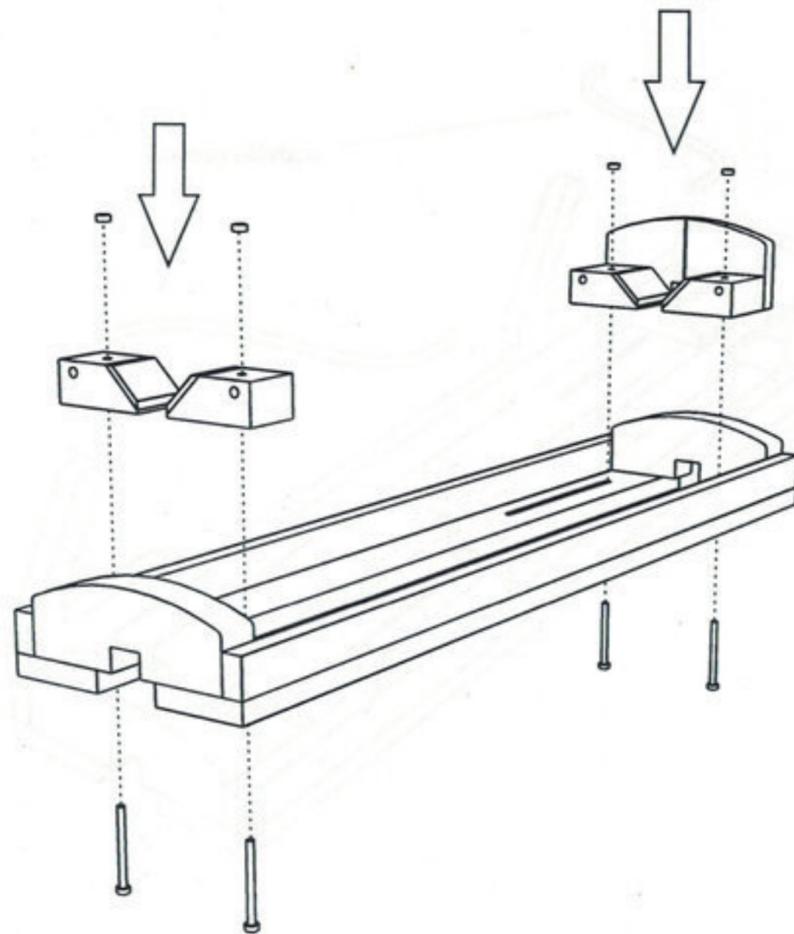
Se debe realizar un agujero pasante en vertical y horizontal a cada pieza previo a pegar la silicona.

Una vez realizado el paso anterior proceder a pegar la silicona de la misma forma que las piezas **S1**.

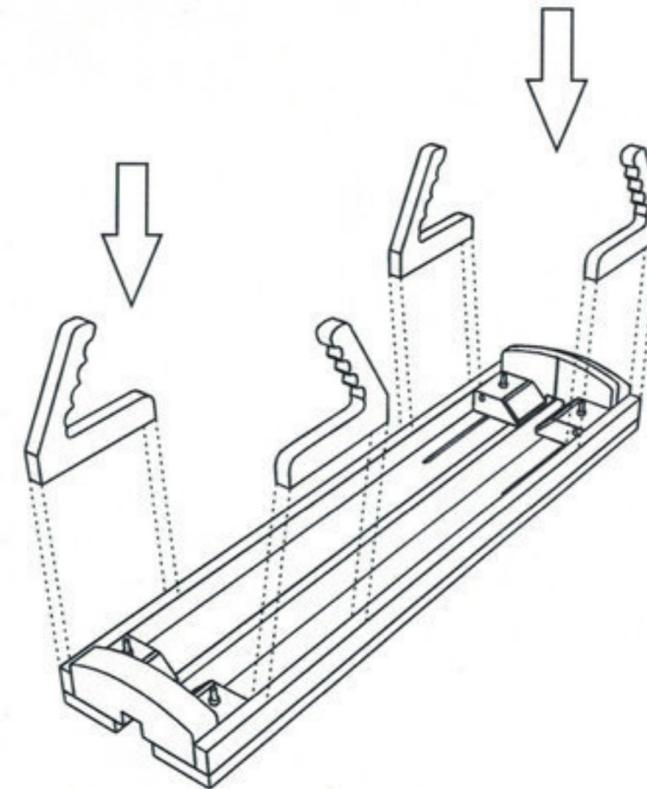


CARPETA TECNICA

Posicionar las piezas **S1** y **S2** sobre **B** y ajustar con tornillos y tuercas o mariposas.



Colocar piezas **P** en la base **B** mediante el sistema que se prefiera (galletas, tarugos, tornillos, etc)
Notar que estas piezas son el punto de agarre entre el usuario y el dispositivo, por lo que debe estar unido de forma tal que soporte el esfuerzo del empuje.



CARPETA TÉCNICA

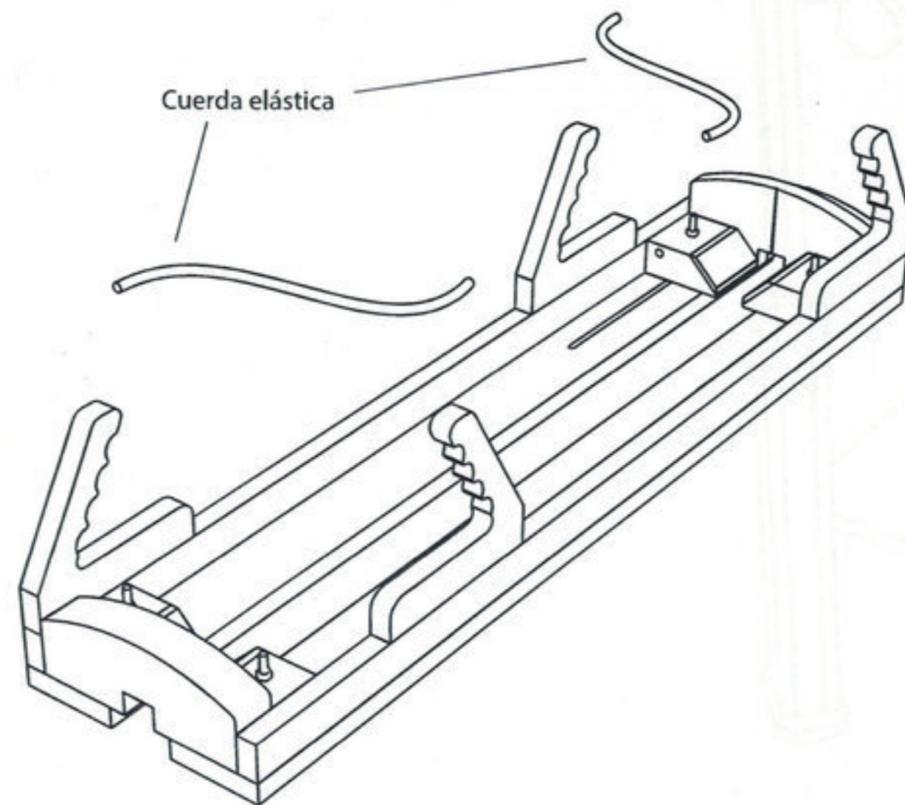
Lista de materiales e insumos

Nombre	Cantidad	Costo estimado	Proveedor sugerido	Boceto
Mariposa	8	\$20	Ferretería	
Tornillo alen	4	\$20	Tornillería (Casa del tornillo)	
Inserto roscado	4	\$20	Casa de herrajes (Tramar, montecuir)	
Varilla roscada 8mm	60cm	\$60	Ferretería	
Tuercas	8	\$20	Ferretería	
Trompo de mano	1	\$3000 a \$6000	Ferretería	
Fresa	1	\$100 a \$500	Ferretería + Montecuir	

Total: \$6000 a \$9500

CARPETA TECNICA

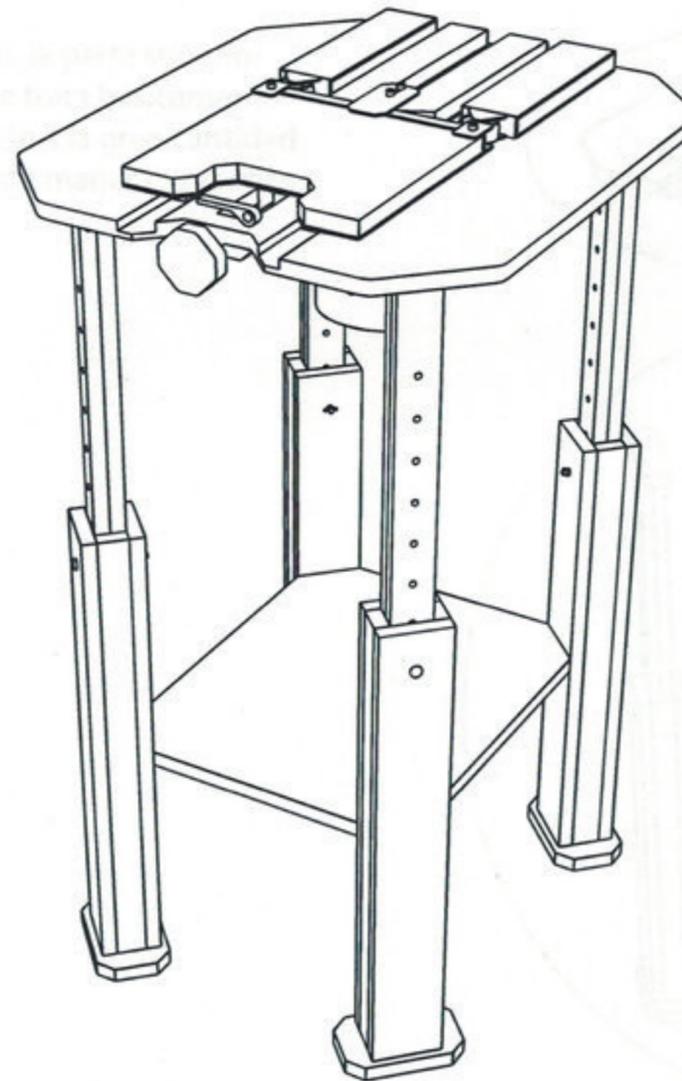
Por último pasar los elásticos por los agujeros de las piezas **S** y realizar un nudo en cada extremo para asegurar que no se salga dicho elástico.



- Materiales
- Aluminio de Extrusión 18 mm
- 100 3mm
- 200 3mm
- 250 3mm
- 300 3mm
- 350 3mm
- 400 3mm
- 450 3mm
- 500 3mm
- 550 3mm
- 600 3mm
- 650 3mm
- 700 3mm
- 750 3mm
- 800 3mm
- 850 3mm
- 900 3mm
- 950 3mm
- 1000 3mm

CARPETA TECNICA

Mesa para rectificado

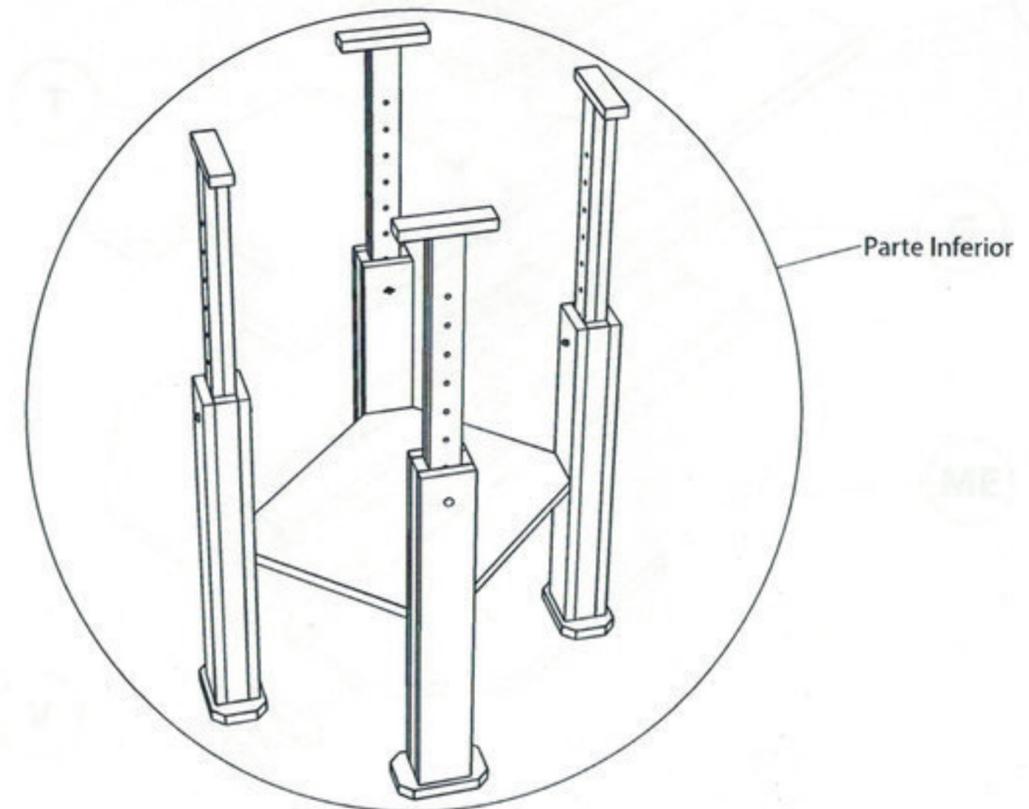
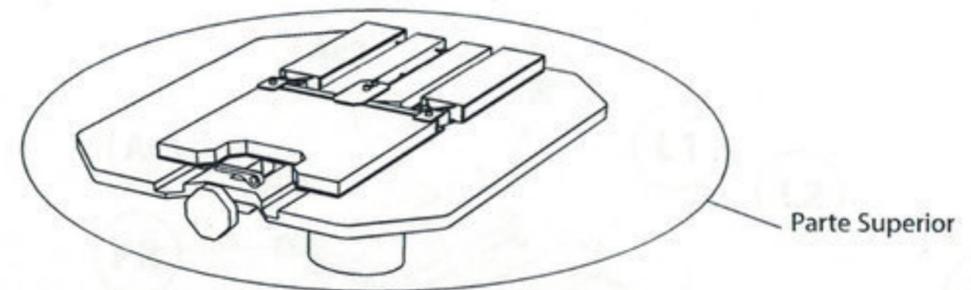


Materiales

- Multiplaca de Eucaliptus 18 mm
- Mdf 3mm
- Guía telescópica 250 mm
- Ruedas p/ cama
- Resortes
- Varilla roscada 8mm
- Perfil aluminio L 20x20 mm
- Acrílico 2 mm
- Ganchos autorroscantes
- Ajuste rápido p/ bicicleta
- Incertos roscados
- Tornillos Allen
- Bulones cabeza redonda
- Mariposas
- Arandelas

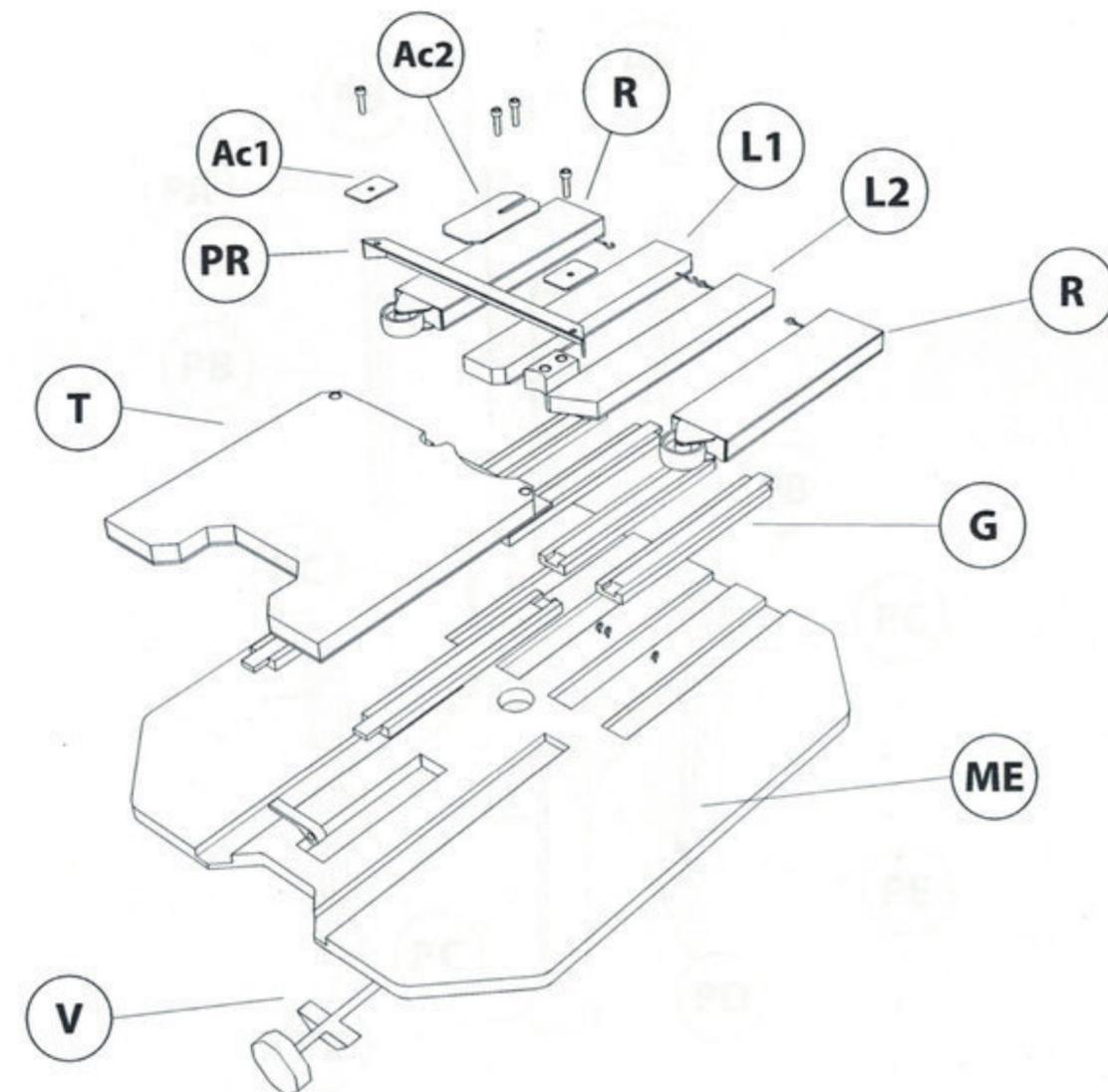
CARPETA TECNICA

Se procederá a separar el despiece en dos conjuntos, la parte superior compuesta por la zona de trabajo y la inferior que se trata básicamente de las patas regulables. Se realiza esta división debido a la gran cantidad de piezas de la que se compone el dispositivo, de ésta manera se facilita la comprensión de los dibujos.



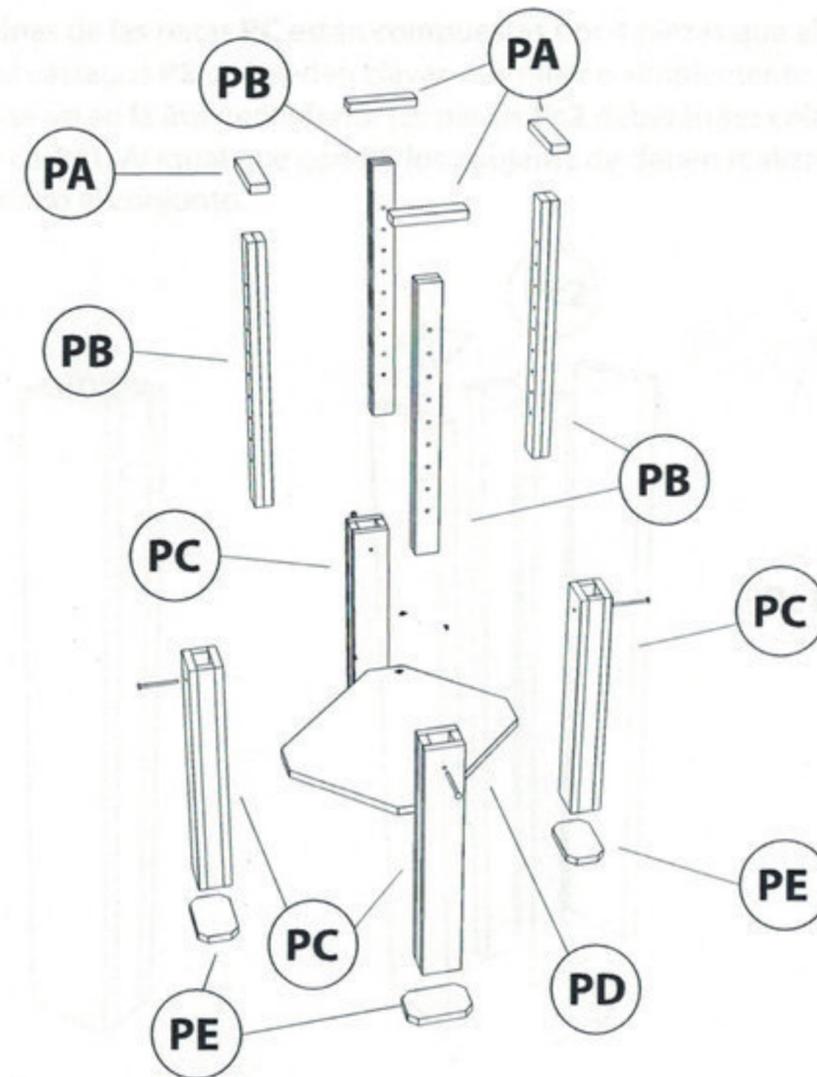
CARPETA TECNICA

La parte superior de la mesa está compuesta de diferentes subgrupos tales como los presionadores (**R, L1 y L2**), los acrílicos (**Ac1 y Ac2**), el perfil de aluminio (**PR**), la guía de apoyo (**T**), las guías telescópicas (**G**), el sistema de regulación (**V**) y la mesa base (**ME**).



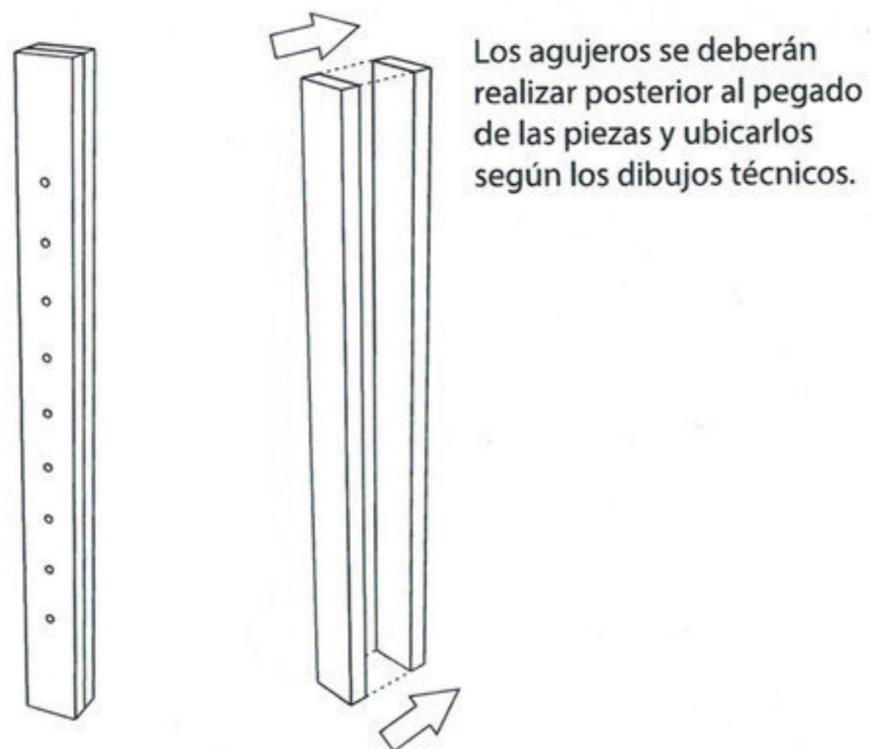
CARPETA TECNICA

La zona inferior se compone de los anclajes para la mesa (**PA**), los vástagos de las patas (**PB**), las vainas de las patas (**PC**), el estante (**PD**) y las zapatillas (**PE**).

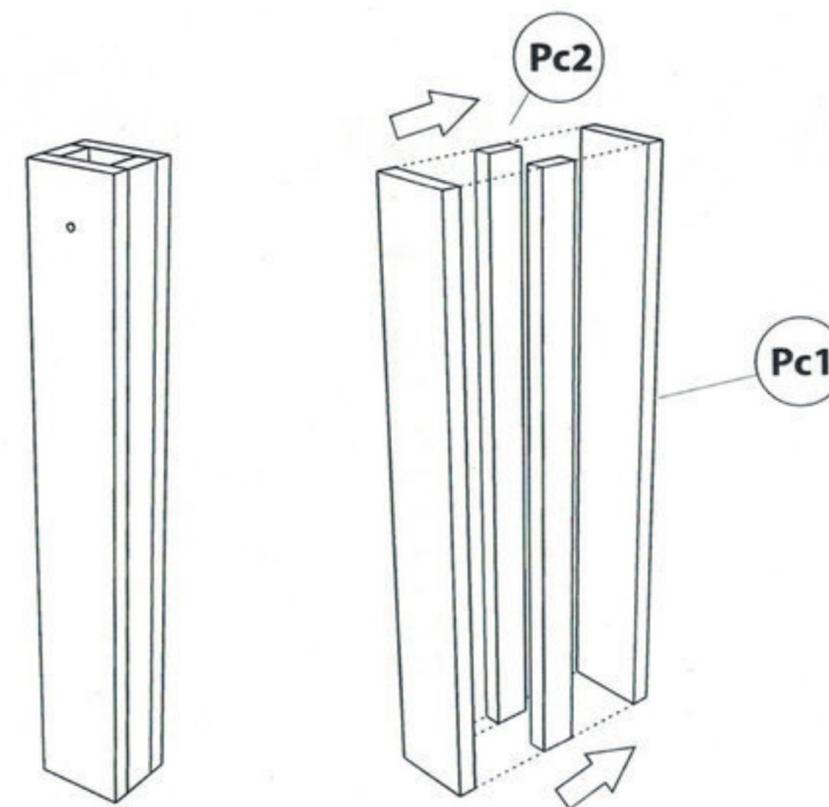


CARPETA TECNICA

Lo primero a realizar deberá ser la zona inferior del dispositivo que luego contendrá a la parte superior. Para esto se debe comenzar con las piezas **PB**, las cuales se conforman por dos piezas iguales de multiplaca. Estas piezas se pueden pegar, clavar u atornillar, pero siempre cuidando de no obstruir la zona por donde se debe hacer los agujeros.

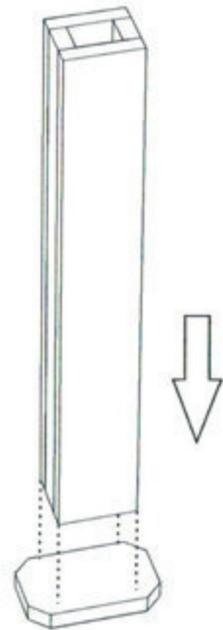


Las vainas de las patas **PC** están compuestas por 4 piezas que al igual que los vástagos **PB** se pueden clavar, atornillar o simplemente pegar. Como se ve en la imagen inferior las piezas **Pc2** deberán ser colocadas al borde de **Pc1**. Al igual que con **PC** los agujeros de deben realizar luego de armado el conjunto.



CARPETA TECNICA

Proceder a colocar las zapatillas **PE** de manera centrada en **PC**.

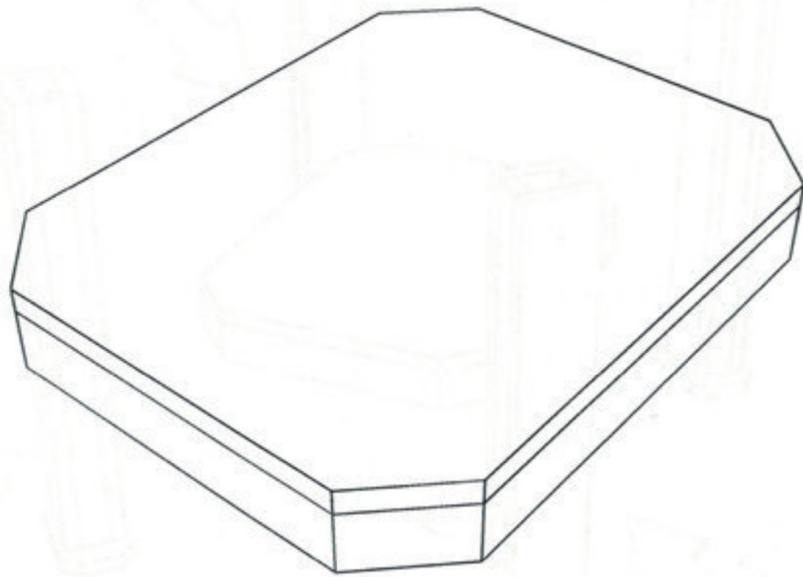


Colocar **PA** sobre **PB** de manera centrada.

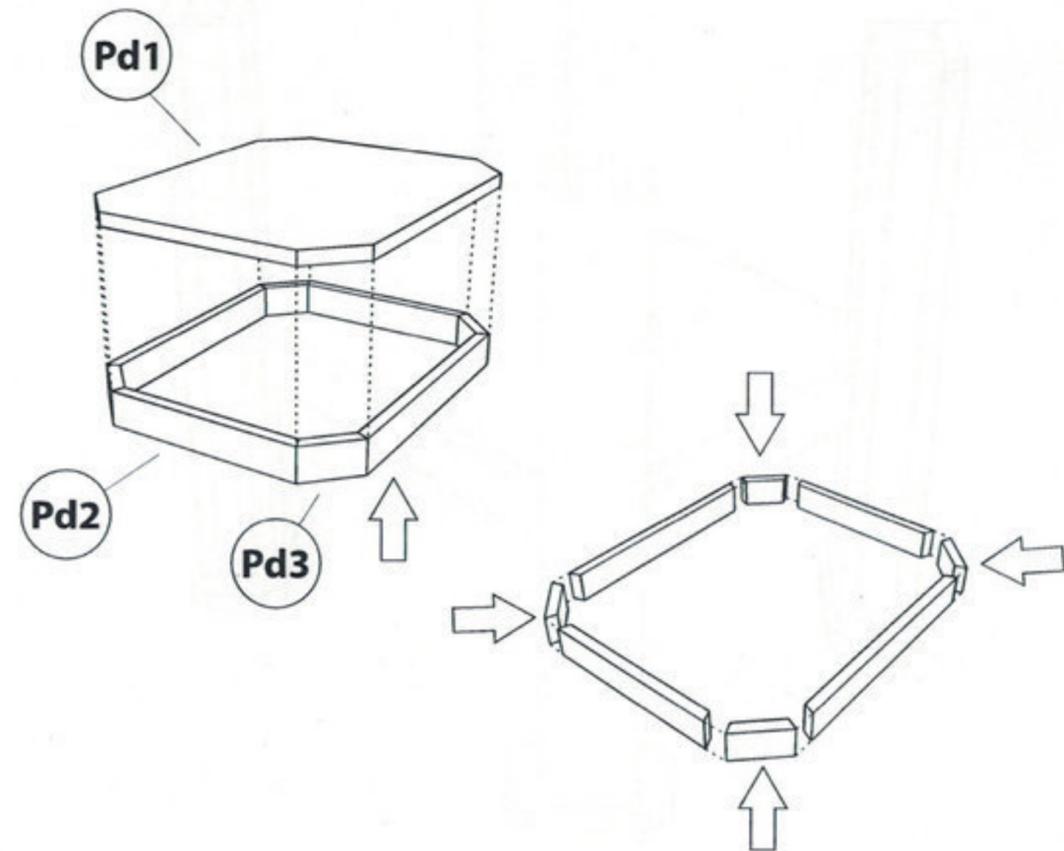


CARPETA TECNICA

El estante **PD** es la pieza de unión entre las patas, le da rigidez y estructura a dichas piezas y a su vez brinda una zona de apoyo, ya sea para las piezas a rectificar o una aspiradora por ejemplo.

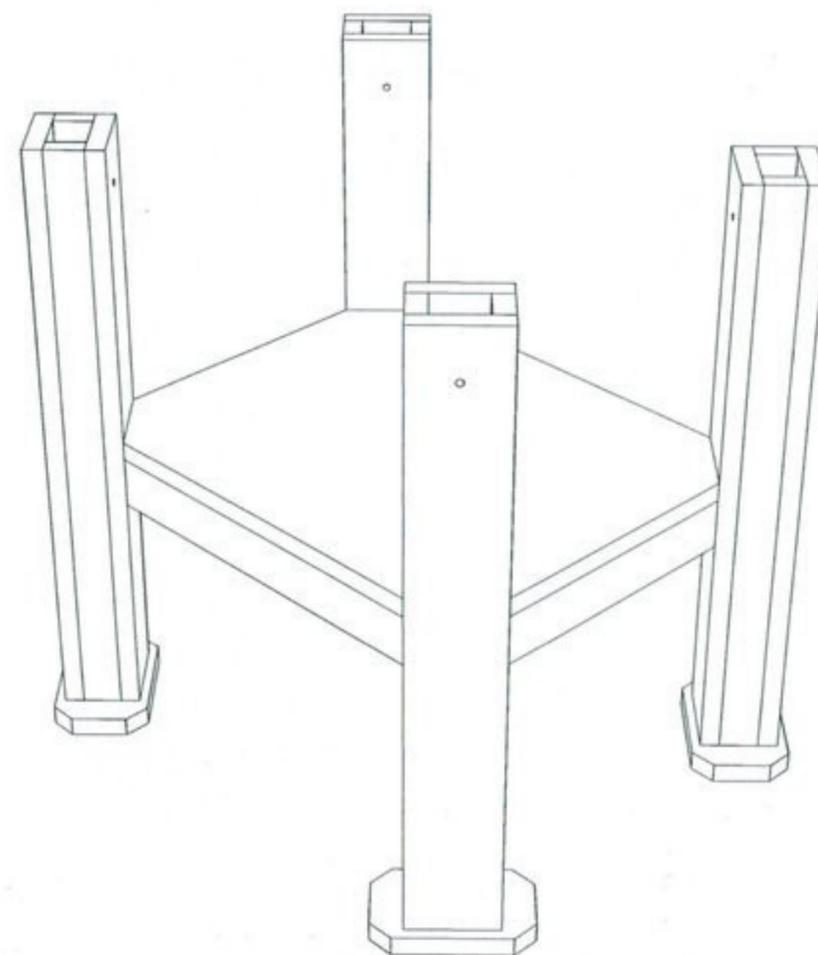
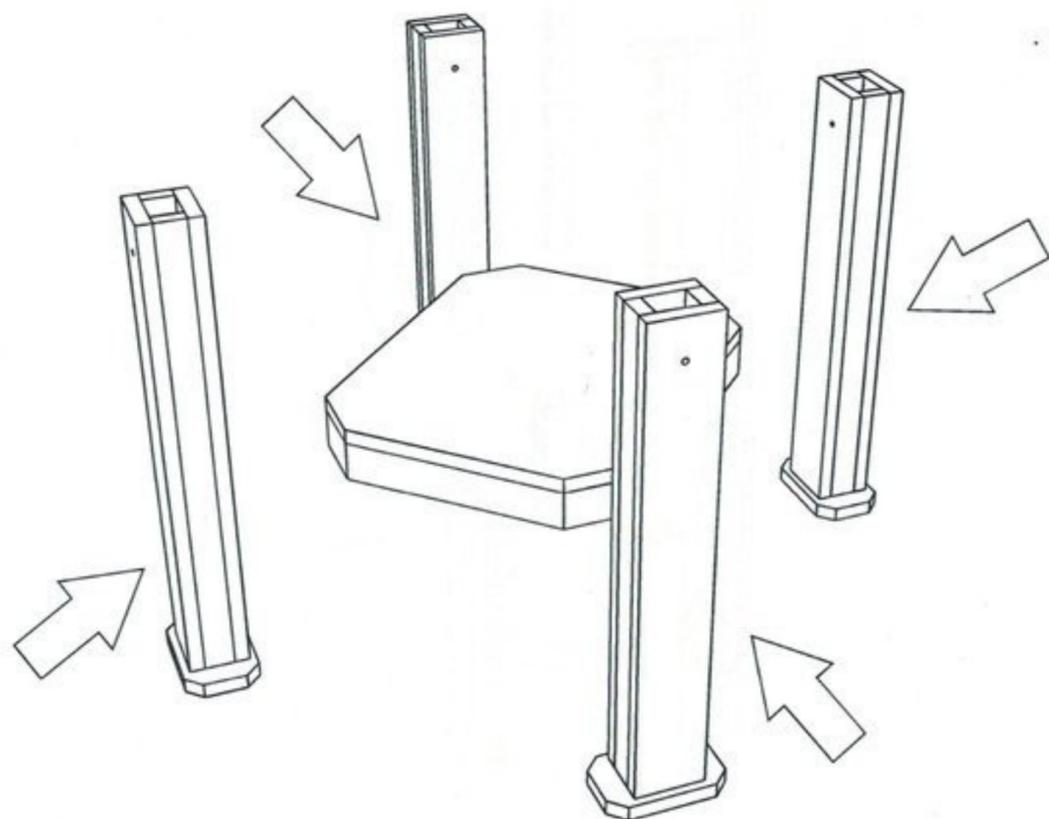


Está compuesto por la parte superior **Pd1** y los laterales **Pd2** y **Pd3** que se repiten por cuatro cada uno. En este caso se puede optar por armar los laterales primero y luego colocarlos en **Pd1**, o ir pegando cada lateral de a uno en la parte superior.

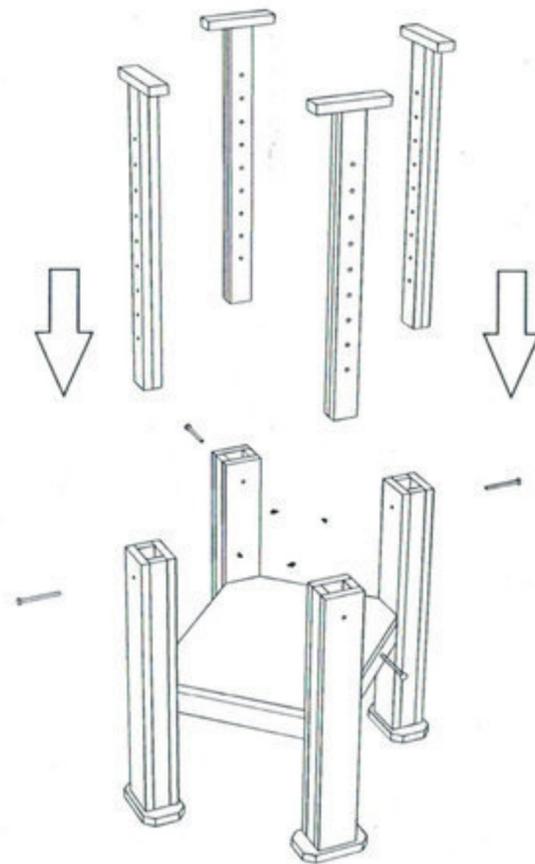


CARPETA TECNICA

Proceder a unir las vainas al estante, en este paso se recomienda utilizar adhesivo poliuretano, para garantizar una unión firme.

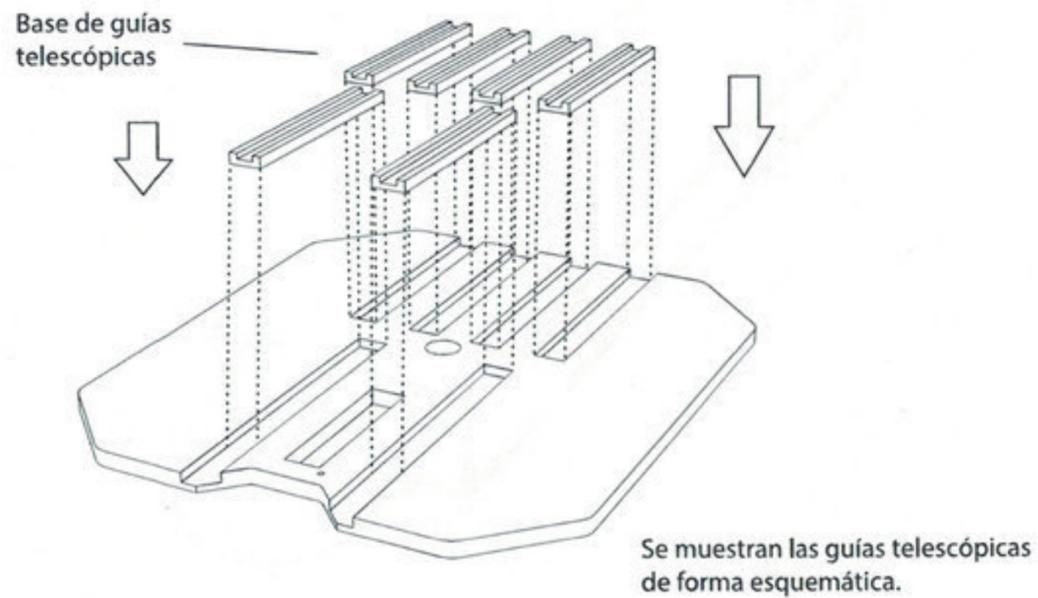


Por último para finalizar el armado de la parte inferior se debe introducir los vástagos dentro de las vainas y regular a la altura que resulte mas cómoda. Para mantener la altura deseada se introducen los bulones para madera en los agujeros indicados y luego se ajustan con mariposas.

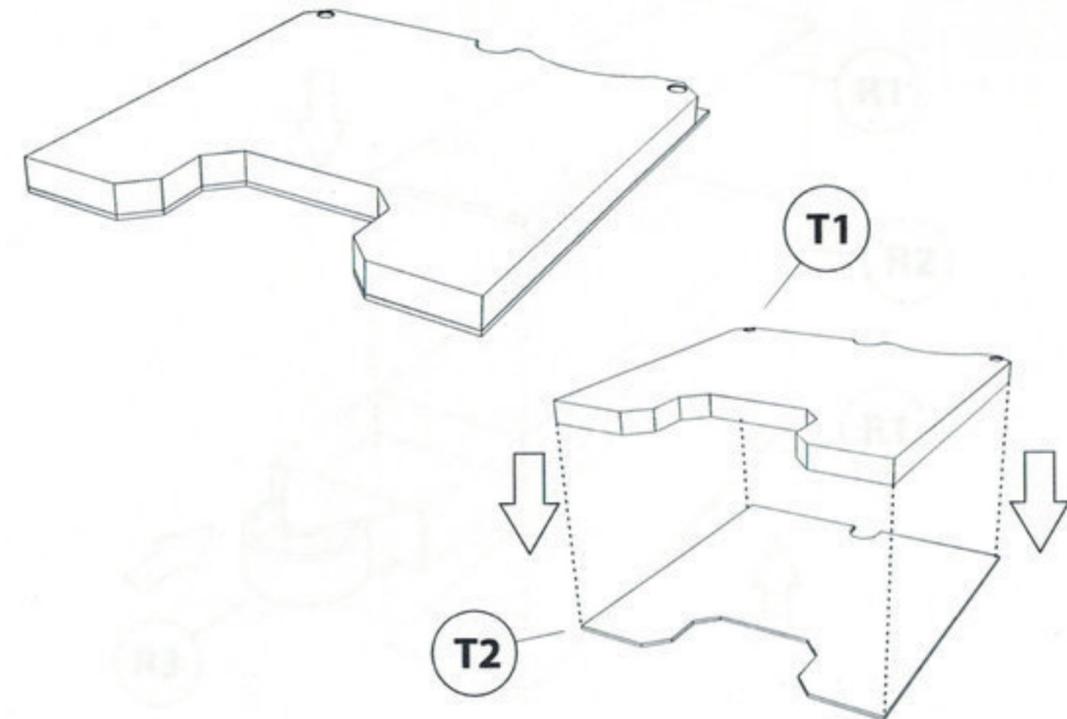


CARPETA TECNICA

A continuación se mostrará el armado de la parte superior, la cual comienza con la pieza **ME** como base y estructura donde se apoyarán el resto de las piezas. Lo primero a colocar deberán ser las guías telescópicas **G**, las cuales cuentan de dos partes, se deberán colocar las bases en los rebajes indicados. El otro componente de las guías se deberá colocar mas adelante en el armado.

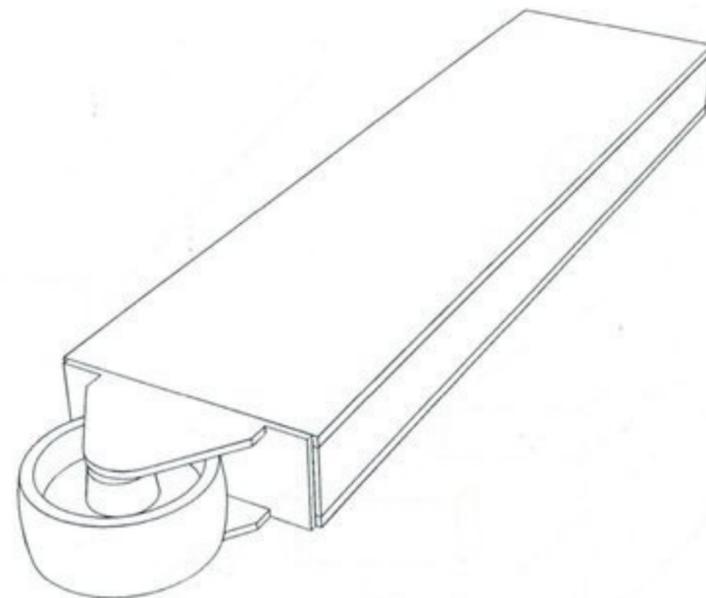


Previamente a colocar el resto de las piezas en la mesa es necesario realizar algunos pasos. En este caso la pieza **T** la cual está formada por dos partes (**T1** y **T2**). Para este paso es recomendable pegar ambas piezas, para evitar movimientos a la hora de trabajar en el dispositivo.

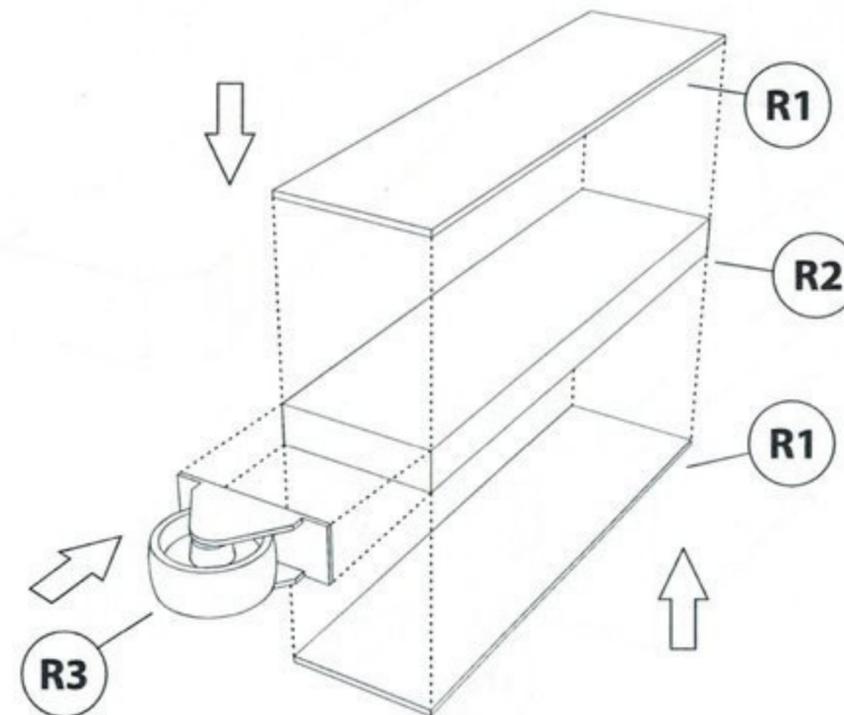


CARPETA TECNICA

Las piezas **R** son parte de los presionadores, estos cuentan con una rueda en su extremo para evitar el rozamiento de las piezas que se pasan por los mismos.

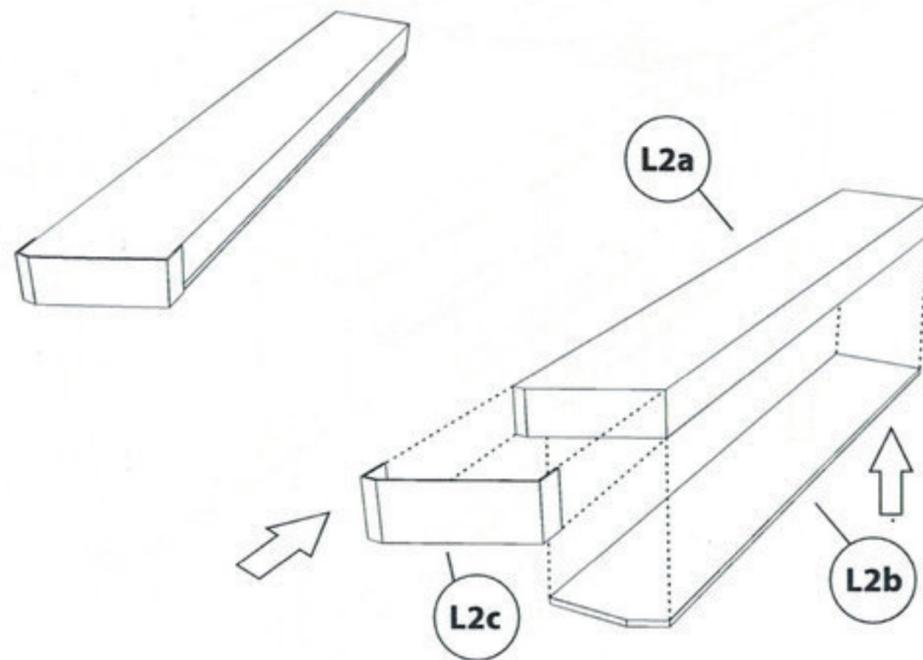


La pieza **R** se conforma por dos piezas de mdf 3 mm **R1**, una parte de multiplaca **R2** y la rueda **R3**. Las piezas de mdf se colocan para poder alinear la altura con la pieza **T**, igualar el ancho de la base de la rueda y dar uniformidad visual, en caso de que la rueda tenga otro ancho deberá quitar o agregar material.

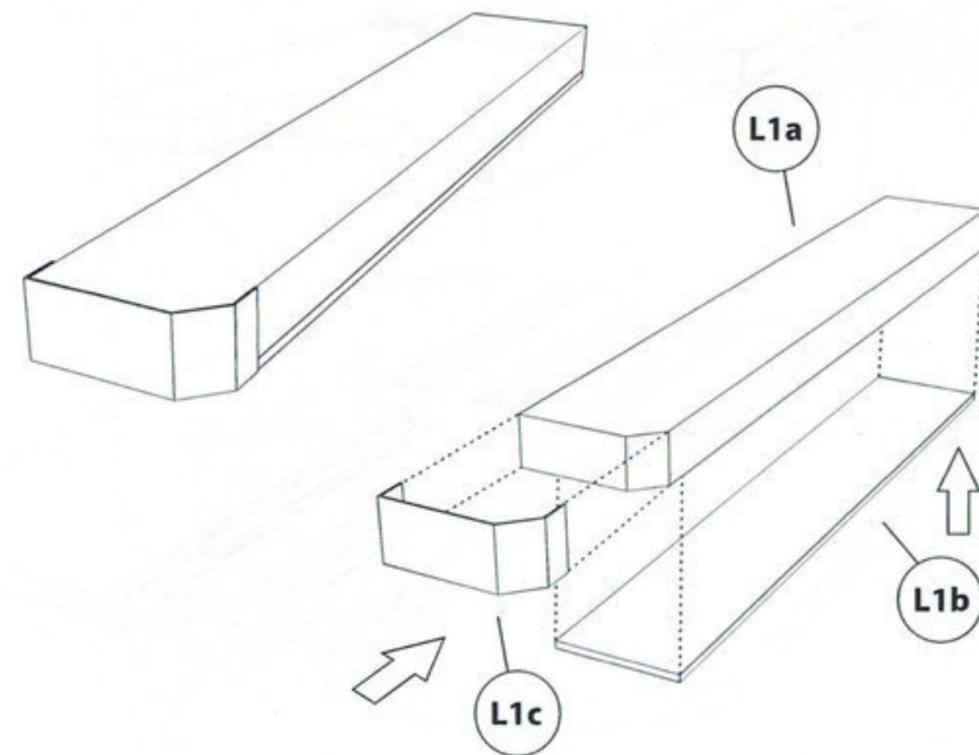


CARPETA TECNICA

La pieza **L2** es la que ejerce presión en el punto previo a la fresa, por esto debe estar lo mas cerca posible de la misma.
Esta pieza también cuenta con una base en mdf de 3 mm para elevar la pieza a la altura de **T**.
También cuenta con un cobertor de chapa **L2c** para resistir el roce con las piezas que se van a procesar.
Se recomienda pegar todas las piezas para evitar algún tipo de movimiento por las vibraciones de la fresadora.

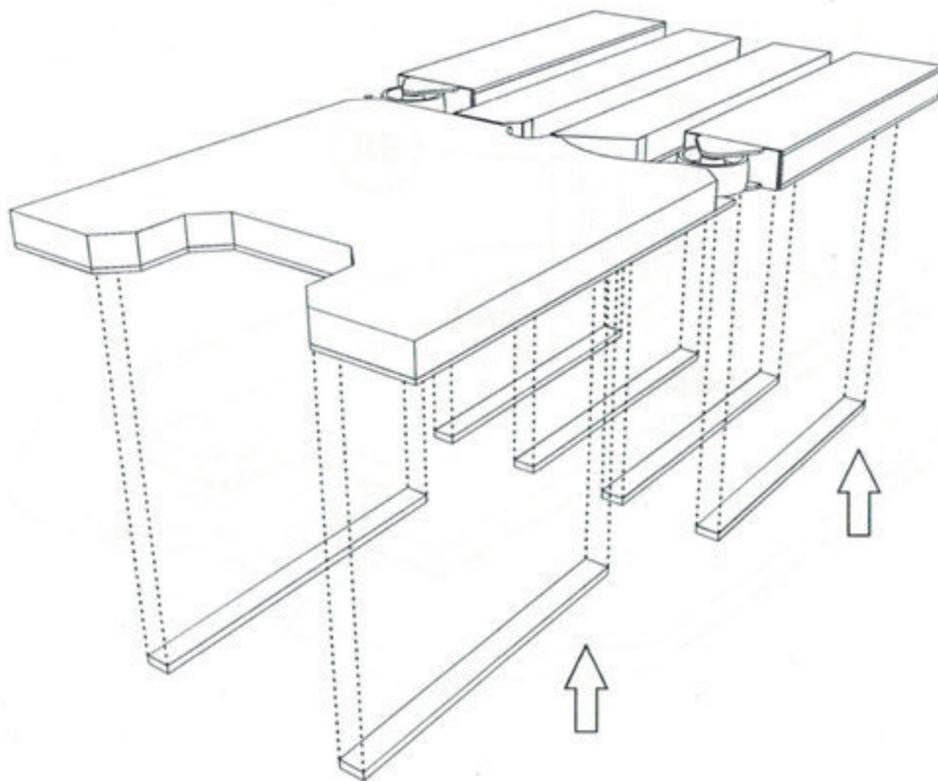


La pieza **L1** es similar a **L2** pero con el ángulo de apoyo mas cerrado.
Consta con una pieza en mdf 3 mm **L1b**, una pieza en multiplaca **L1a** y una de chapa **L1c**.

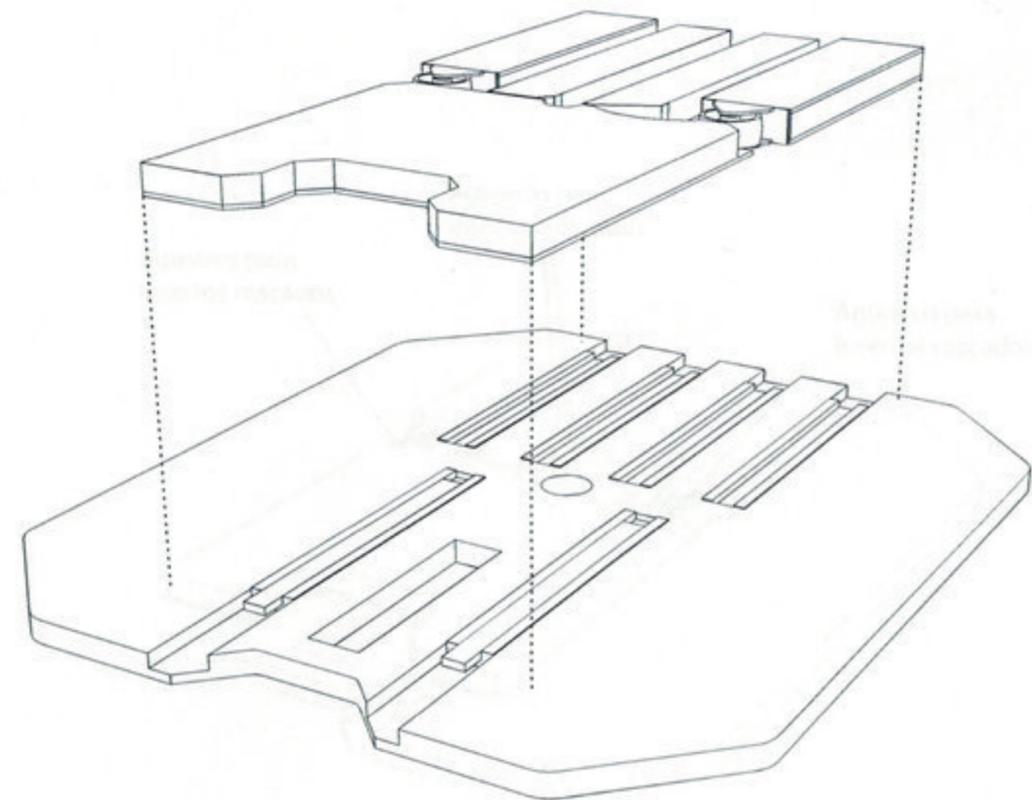


CARPETA TECNICA

Proceder a colocar la parte superior de las guías telescópicas en cada una de las piezas móviles. Se debe colocar una centrada en cada presionador y dos en el caso de la pieza T.

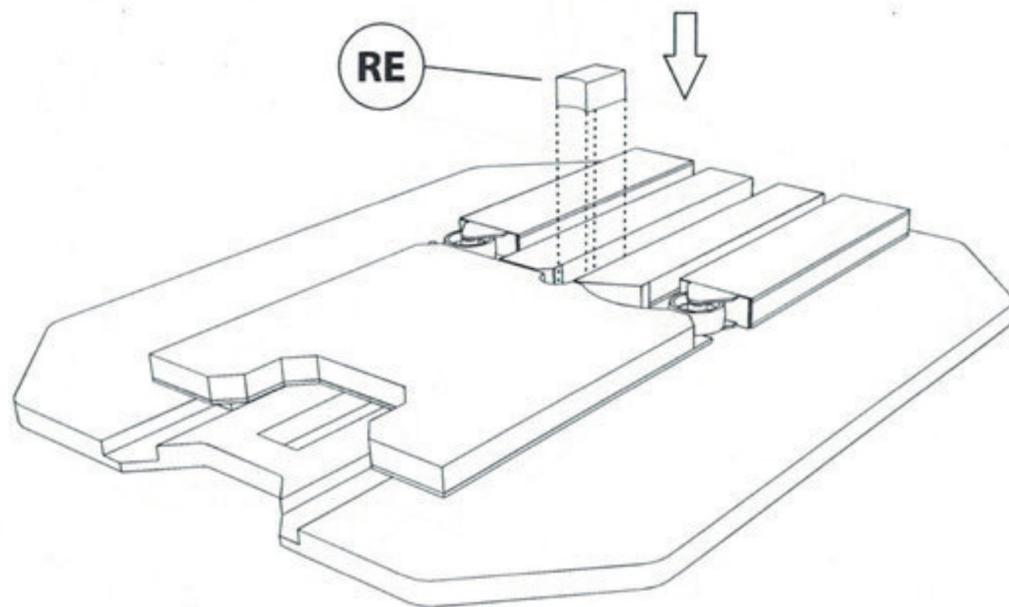


Luego de colocadas las guías se procede a colocar las mismas en las bases correspondientes.

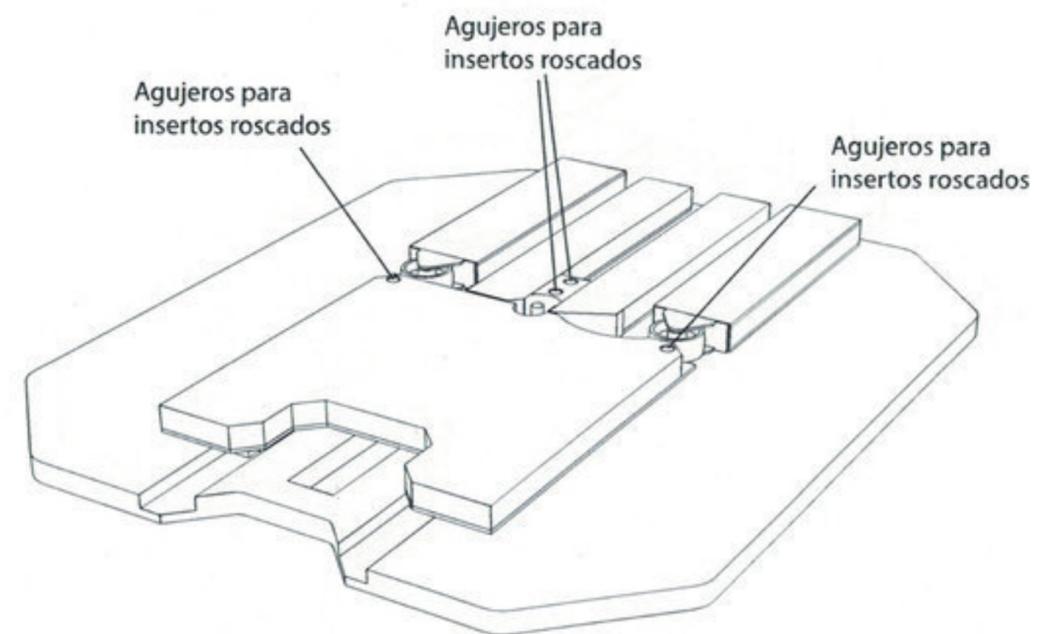


CARPETA TECNICA

Colocar pieza **RE** en el lugar indicado

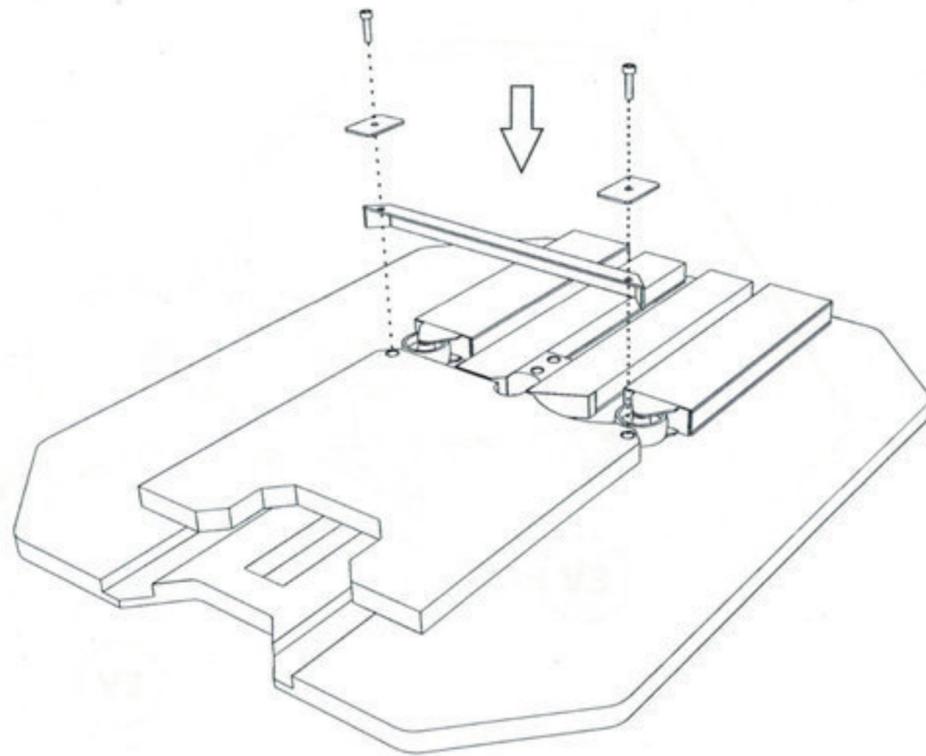


Realizar los agujeros para insertos roscados donde se indica.
Colocar los insertos roscados

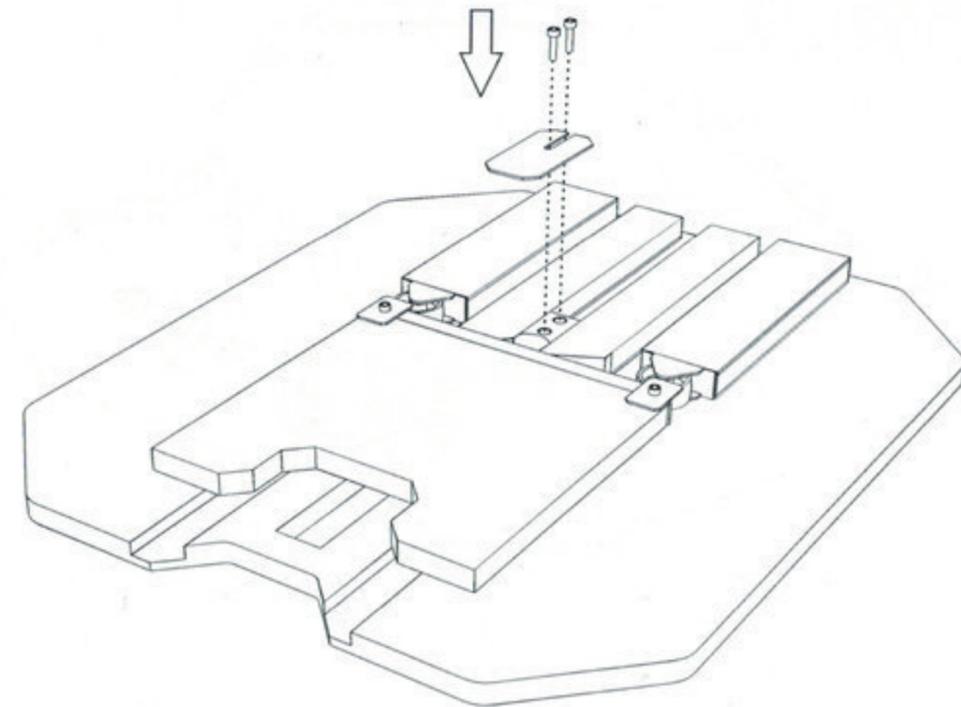


CARPETA TECNICA

Luego de colocar los insertos roscados se procede a colocar el perfil de aluminio **PR** en la posición indicada y sobre éste se colocan los acrílicos **Ac1**, ajustar con tornillos allen indicados en el dibujo.

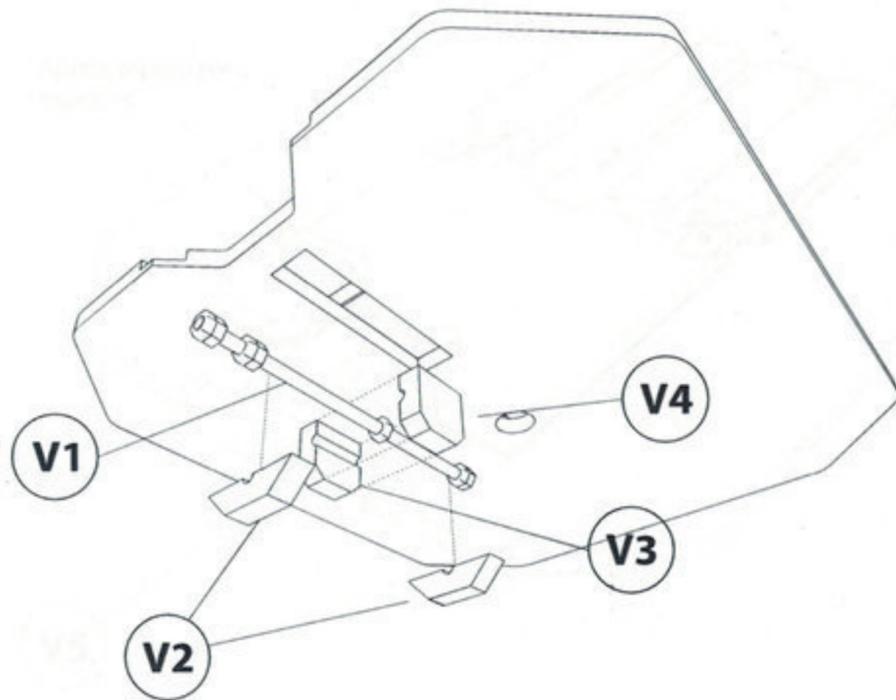


Colocar el acrílico **Ac2** en la posición indicada y ajustar con tornillos allen.

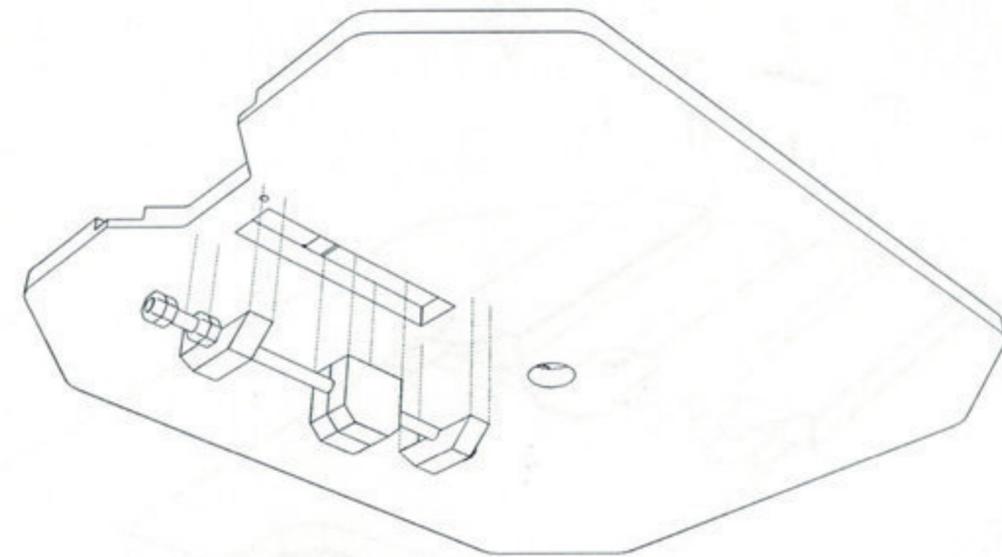


CARPETA TECNICA

En la parte inferior de la mesa se deberán colocar las piezas del conjunto **V**. Estas mismas cuentan con una varilla roscada **V1**, dos piezas de alojamiento **V2** y las piezas **V3** y **V4** que son las encargadas de contener la tuerca que se muestra en el dibujo, para de ésta manera trasladar el movimiento a la pieza **T**

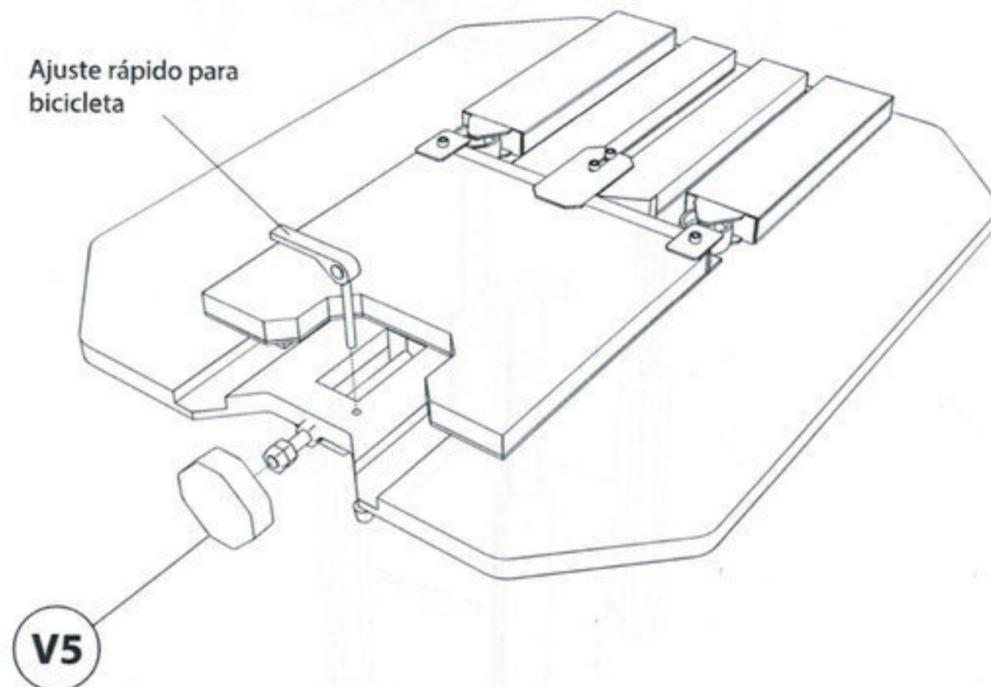


Una vez que se posicionen todas las piezas en la varilla, se procede a unir a la parte inferior de la mesa. Las piezas **V2** se deben atornillar a la tabla y el conjunto **V3 V4** se debe atornillar a la pieza **T**.

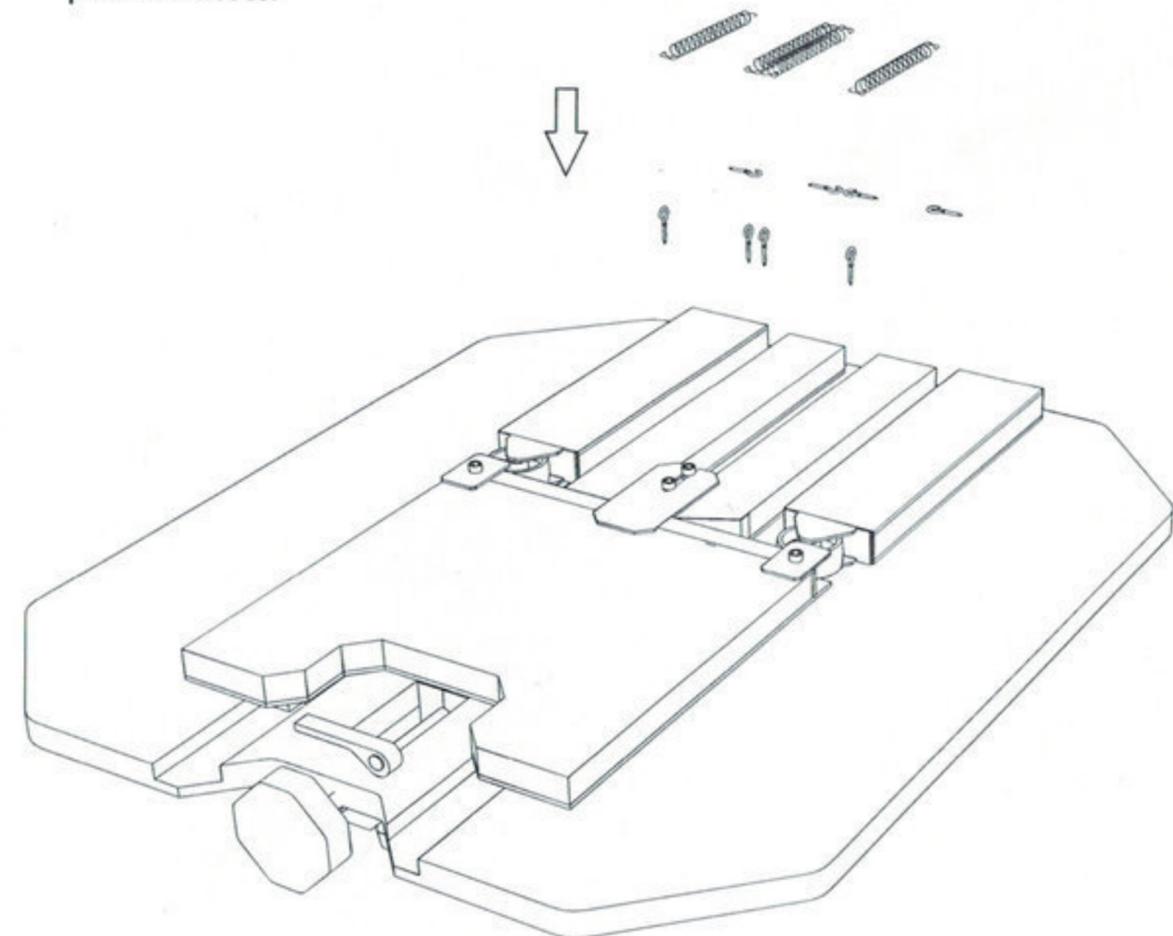


CARPETA TECNICA

Colocar en el extremo de la varilla roscada la pieza **V5**, la cual funciona como manivela para realizar el ajuste fino de la maquina.
Colocar el ajuste rápido de bicicleta como lo indica el dibujo, éste último sirve para apretar uno de los alojamientos de la varilla y evitar que se gire mientras se está trabajando.

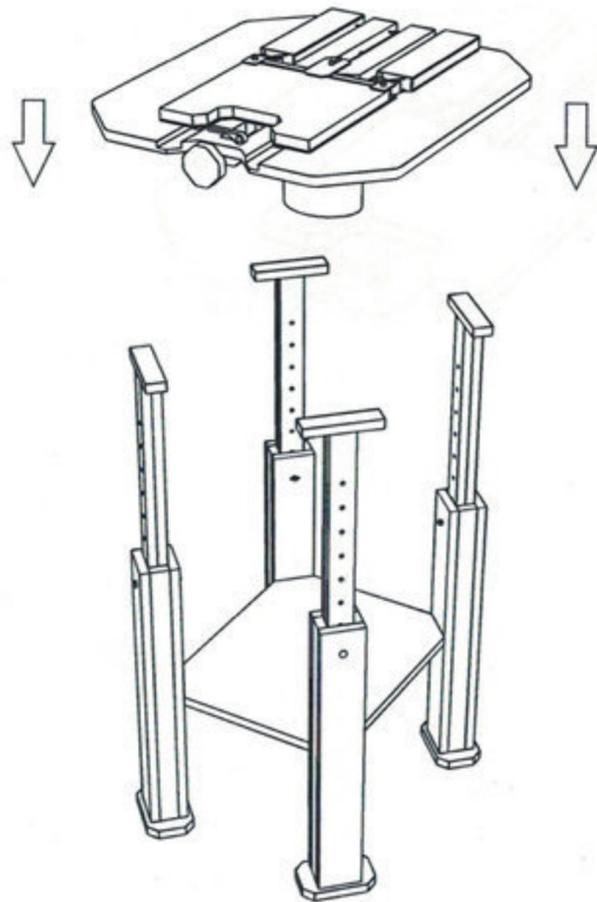


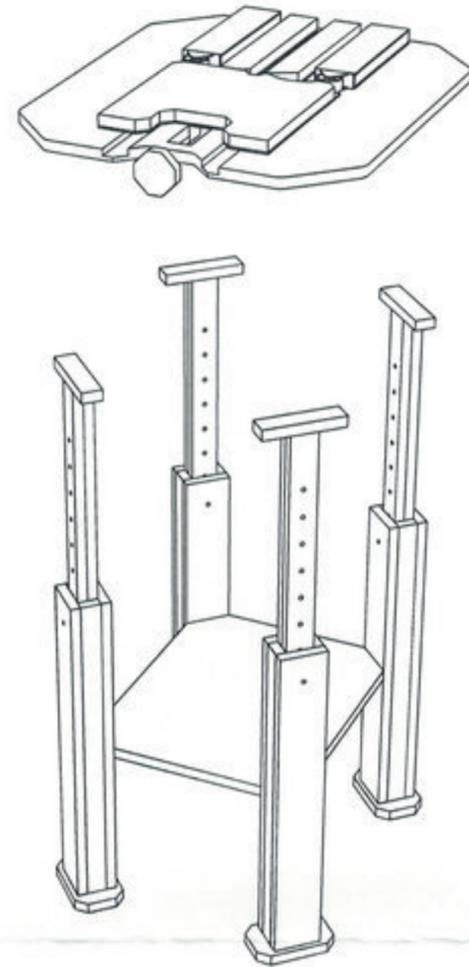
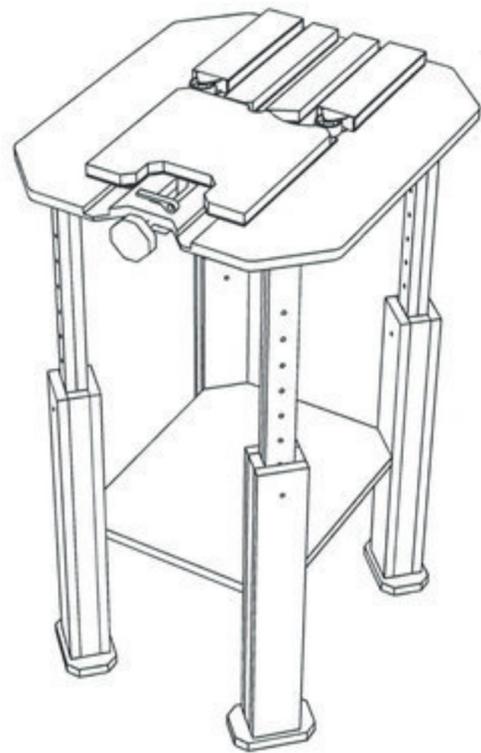
Se procede a colocar los ganchos en los lugares indicados, se debe regular la distancia entre cada uno, dependiendo de la longitud del resorte.
Posteriormente se deben colocar los resortes de cada uno de los presionadores.



CARPETA TECNICA

Por último se debe atornillar la mesa a las patas asegurando que éstas queden centradas.





ESCUELA UNIVERSITARIA CENTRO DE DISEÑO

Trabajo final (tesis)

Bruno D'Abbisogno
Federico Garcia

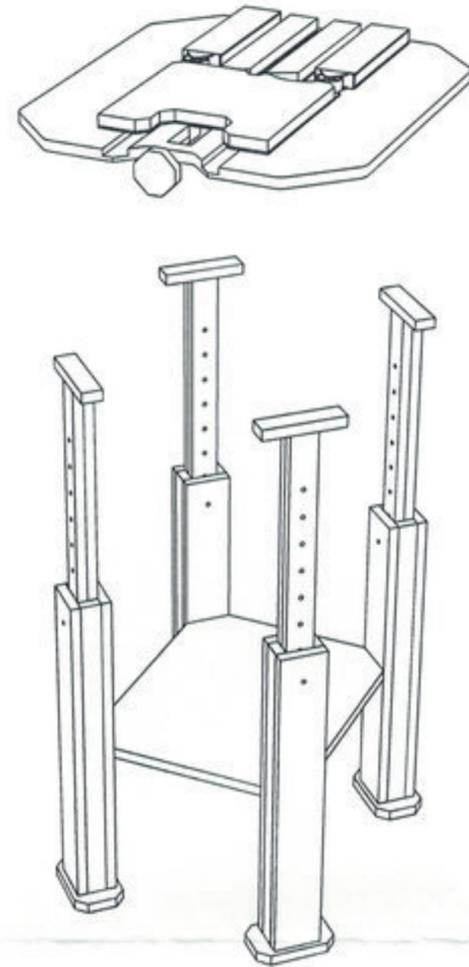
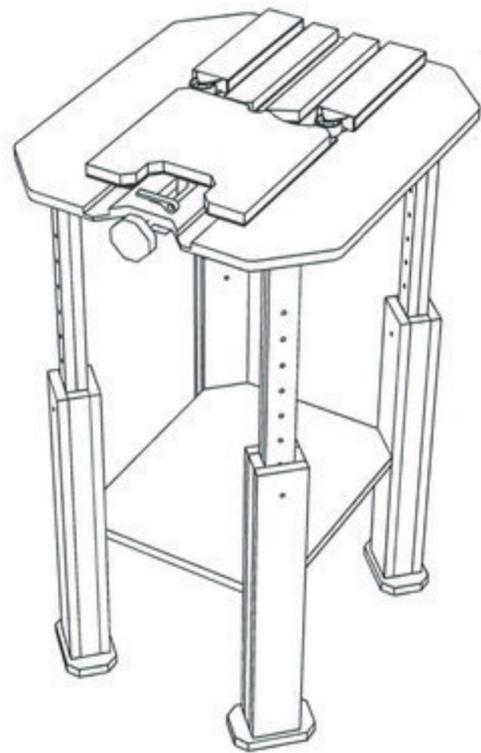
Estructura

L1

Esc: ---

Un: mm.





ESCUELA UNIVERSITARIA CENTRO DE DISEÑO

Trabajo final (tesis)

Bruno D'Abbisogno
Federico Garcia

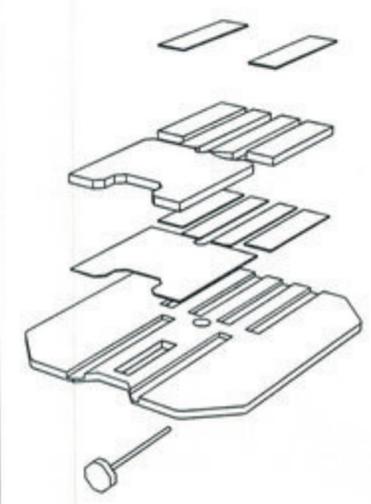
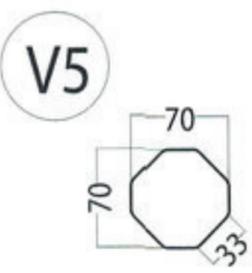
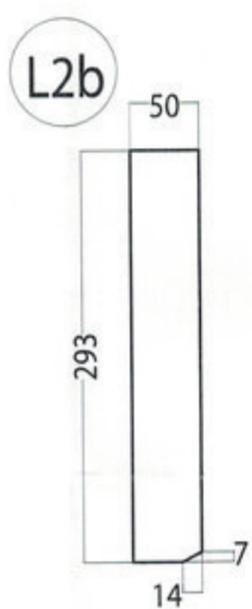
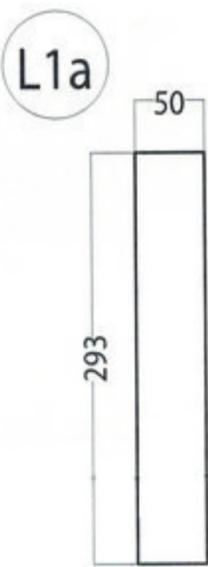
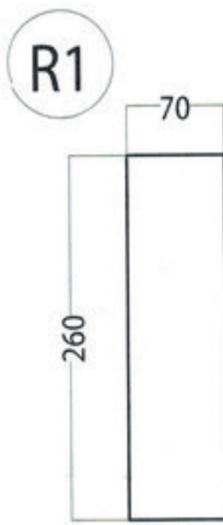
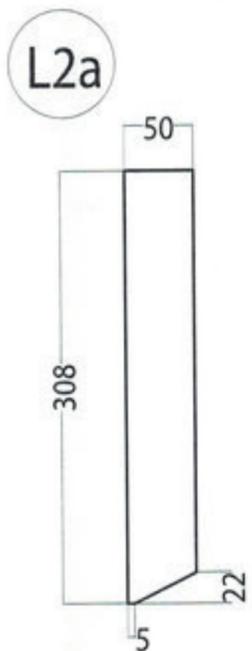
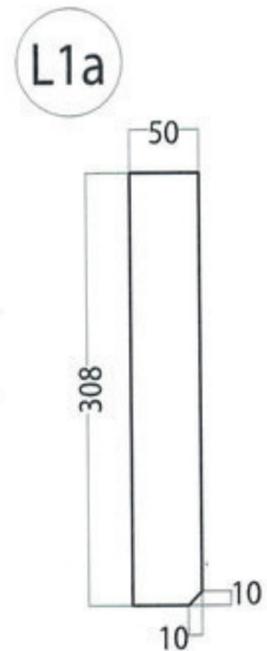
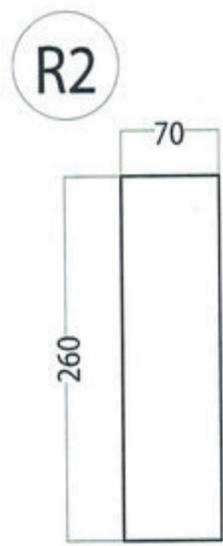
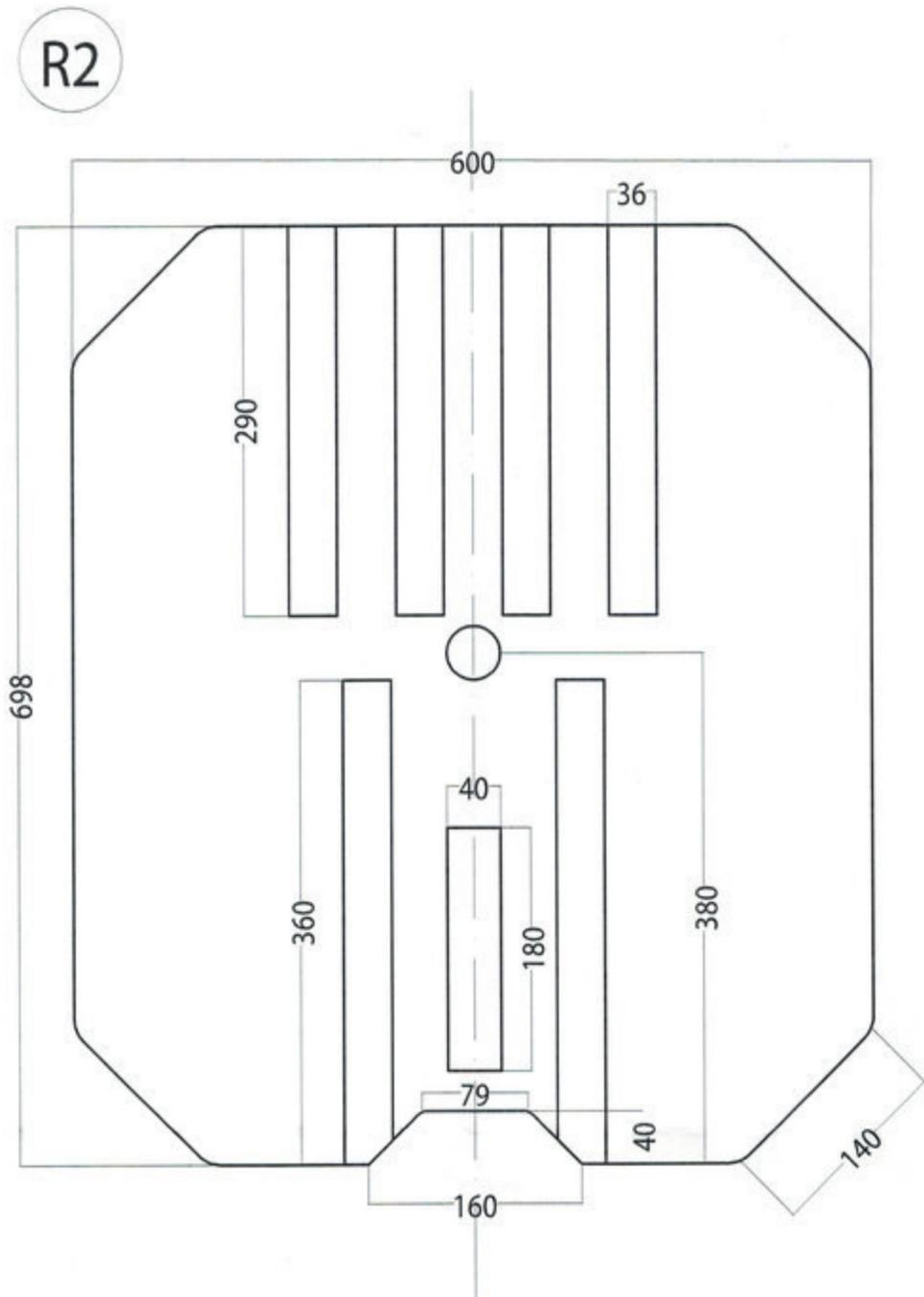
Estructura

L1

Esc: ---

Un: mm.



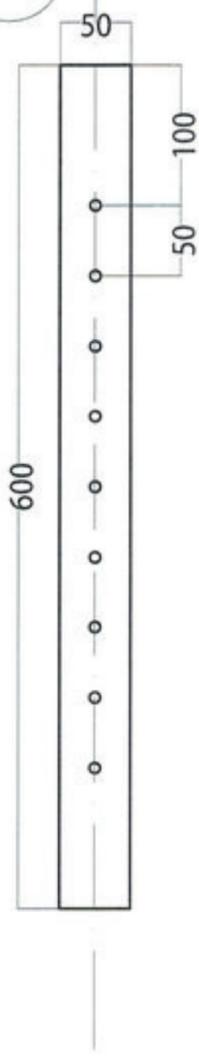


ESCUELA UNIVERSITARIA CENTRO DE DISEÑO	
Trabajo final (tesis)	
Bruno D'Abbisogno Federico Garcia	
Mesa	L2
Esc: 1/5	Un: mm.

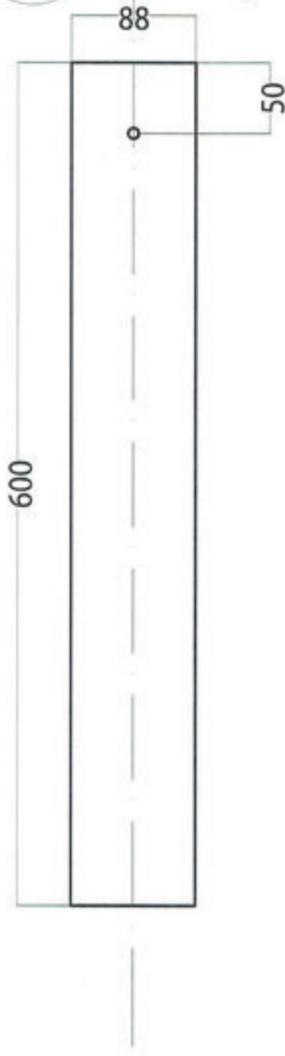
PA



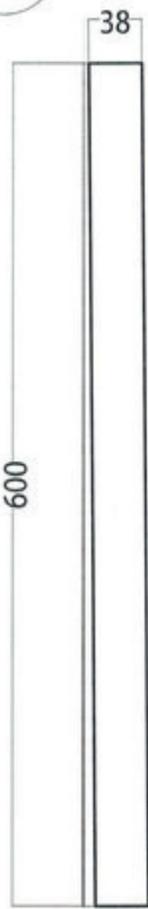
PB



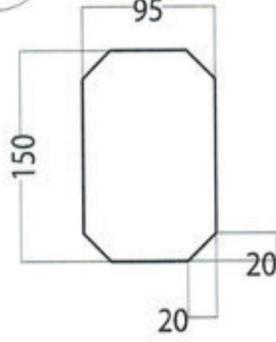
Pc1



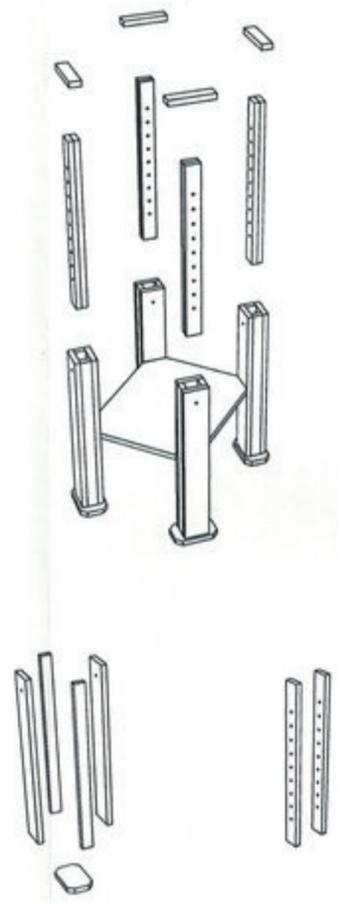
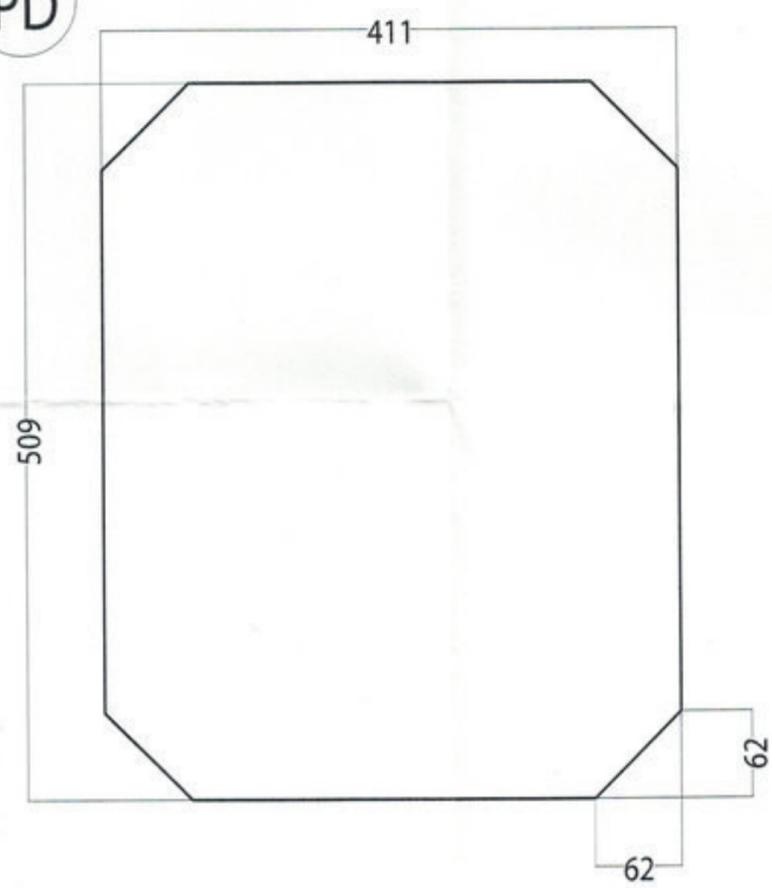
Pc2



PE



PD



ESCUELA UNIVERSITARIA CENTRO DE DISEÑO

Trabajo final (tesis)

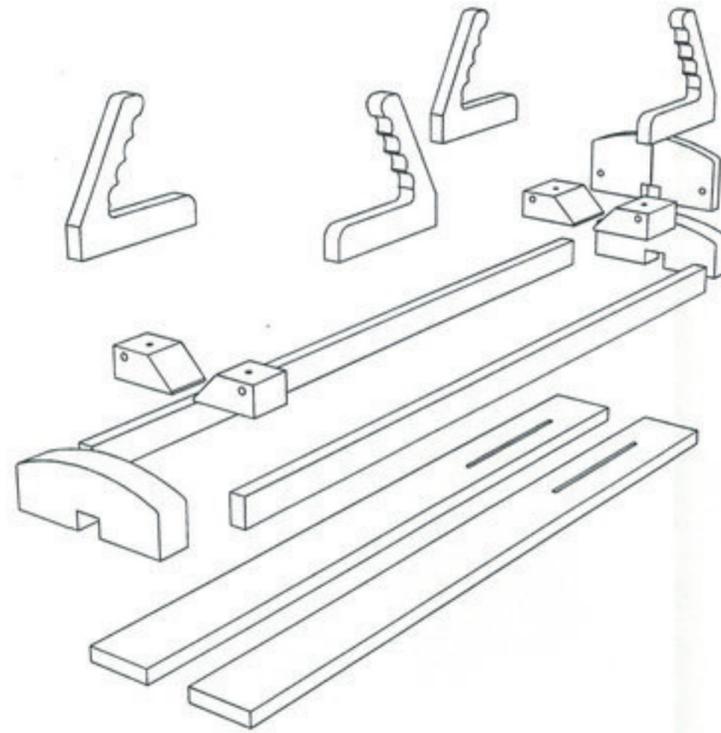
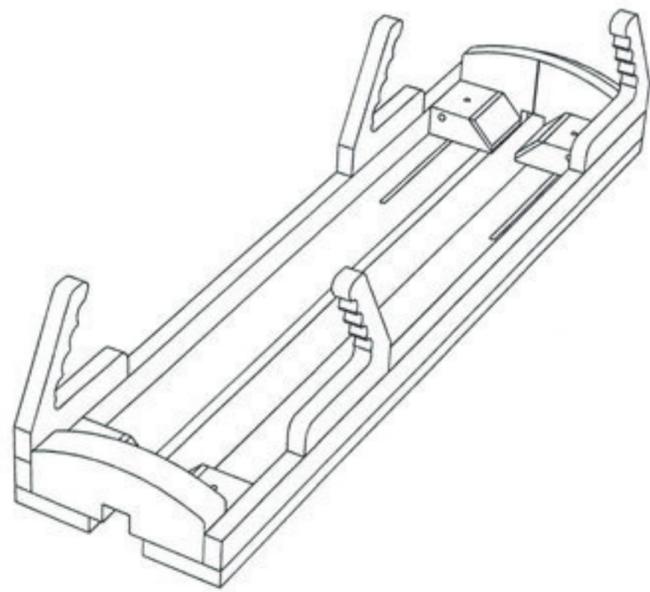
Bruno D'Abbisogno
Federico Garcia

Patas

L3

Esc.: 1/5 Un.: mm.





ESCUELA UNIVERSITARIA CENTRO DE DISEÑO

Trabajo final (tesis)

Bruno D'Abbisogno
Federico García

Carro

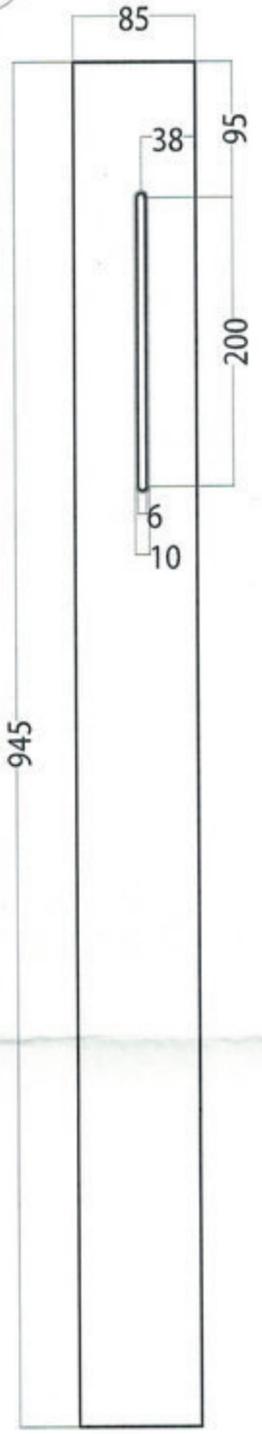
L4

Esc: 1/8

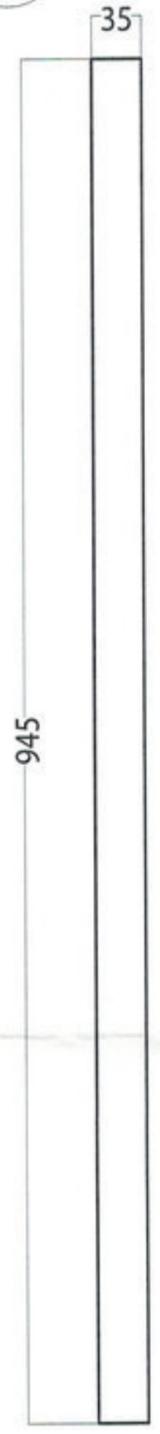
Un: mm.



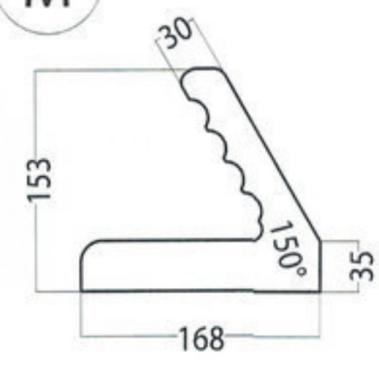
B1



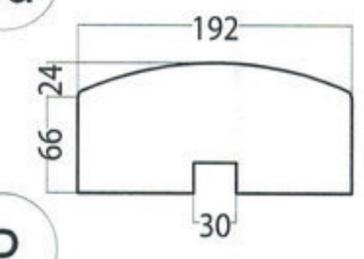
B2



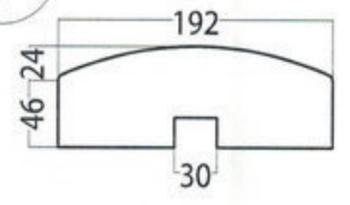
M



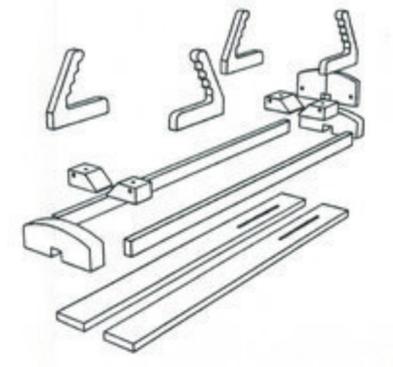
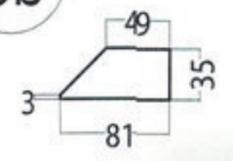
Sa



P



Sb



ESCUELA UNIVERSITARIA CENTRO DE DISEÑO

Trabajo final (tesis)

Bruno D'Abbisogno
Federico García

Carro

L5

Esc.: 1/8

Un.: mm.

