

Universidad de la República  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Escuela Universitaria Centro de Diseño

Trabajo de Grado, Plan 2013

## **EXPERIMENTACIÓN CON PULPA DE PAPEL RECICLADO Y SU APLICACIÓN COMO NUEVO MATERIAL EN EL DISEÑO DE UNA PIEZA DE MOBILIARIO.**

Luciana Ferronato  
Lucía Merlo

Tutor: Tec. Mec. María Sarita Etcheverry  
Asesoría: Camila Marabotto

Tribunal: Lic. en Artes. Pablo Dá Silva  
Mag. Beatriz Amorín

Montevideo, 2024





# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| Agradecimientos                                   | 6         |
| Resumen   | 7         |
| <b>Introducción</b>                               | <b>8</b>  |
| <b>Problemática</b>                               | <b>9</b>  |
| Árbol de Problemas                                | 9         |
| Preguntas de investigación                        | 11        |
| Objetivos generales                               | 12        |
| Objetivos particulares                            | 12        |
| Metodología                                       | 13        |
| Antecedentes                                      | 16        |
| <b>Cap. 1_Teoría</b>                              | <b>19</b> |
| Propiedades del papel                             | 22        |
| El papel en la actualidad                         | 25        |
| Reciclaje de papel                                | 26        |
| ¿Cómo reciclar papel?                             | 28        |
| Esquema de reciclado del papel                    | 28        |
| Proyección Social                                 | 29        |
| Aglutinantes                                      | 30        |
| <b>Bio-aglutinante</b>                            | <b>30</b> |
| <b>Diseño de materiales</b>                       | <b>31</b> |
| <b>Biomateriales</b>                              | <b>32</b> |
| Clasificación de los biomateriales                | 33        |
| Componentes de un biomaterial                     | 34        |
| Aplicación del papel reciclado en productos       | 34        |
| Definición de tipología del producto (Asiento)    | 36        |
| <b>Requisitos para el diseño del bio-material</b> | <b>38</b> |
| <b>Camino proyectual</b>                          | <b>39</b> |
| <b>Cap. 2_Práctica</b>                            | <b>41</b> |
| Teñido con pigmentos                              | 43        |
| Procesos de teñido                                | 45        |
| <b>Etapa 1</b>                                    | <b>46</b> |
| Experimentación inicial                           | 48        |
| <b>Etapa 2</b>                                    | <b>49</b> |
| Bitácora de trabajo                               | 50        |
| <b>Muestra 1</b>                                  | <b>51</b> |
| <b>Muestra 2</b>                                  | <b>53</b> |
| <b>Muestra 3</b>                                  | <b>55</b> |
| <b>Muestra 4</b>                                  | <b>57</b> |
| <b>Muestra 5</b>                                  | <b>59</b> |
| Secado de las muestras                            | 61        |
| Lijado de la muestra                              | 61        |
| Acabado y protección                              | 62        |
| Distintas pruebas sobre el bio-material           | 63        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Desarrollo de Fichas Técnicas</b>                            | <b>69</b> |
| Ficha Técnica n ° 1   | 70        |
| Ficha Técnica n ° 2   | 71        |
| Ficha Técnica n ° 3   | 72        |
| Conclusión de la Etapa 2  | 73        |
| Conclusión de la parte práctica                                 | 73        |
| <b>Proceso de fabricación del bio-material</b>                  | <b>74</b> |
| <br>  |           |
| <b>Cap. 3_Producto</b>  | <b>78</b> |
| <br>  |           |
| <b>Contexto de inmersión del producto final</b>                 | <b>80</b> |
| <b>Producto y usuario</b>                                       | <b>82</b> |
| <b>Descripción de la propuesta</b>                              | <b>83</b> |
| Justificación de los materiales                                 | 84        |
| Ideación  | 86        |
| <br>  |           |
| <b>Conclusiones generales</b>                                   | <b>87</b> |
| <b>Consideraciones finales, temas pendientes y proyecciones</b> | <b>89</b> |
| Bibliografía  | 90        |
| Referencias bibliográficas                                      | 90        |
| Anexo   | 97        |



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Escuela Universitaria Centro de Diseño (EUCD), que ha sido el lugar donde hemos construido nuestra formación a lo largo de estos años. Nos inspiró y motivó a llevar a cabo este lindo proyecto de grado.

A todos los docentes que nos han guiado en estos años. Un agradecimiento especial a Sarita Etcheverry por su apoyo y orientación como tutora.

A Camila Marabotto, cuya pasión y profundo conocimiento sobre los biomateriales ha sido fundamental en cada etapa del proyecto.

A Mariel, quien todos los días se dedica a recolectar y vender desechos de materiales. Desde el día uno se mostró entusiasmada por participar y proveernos de papel en desuso para nuestro proyecto.

Por último, agradecemos a nuestras familias y amigos por la paciencia y apoyo incondicional a lo largo de estos años.

¡Gracias!

## RESUMEN

El presente trabajo se enmarca dentro del trabajo final de grado de la Licenciatura en Diseño Industrial, perfil producto, realizada en el año 2023. En este se pretende diseñar, crear y ensayar un biomaterial a partir de papel en desuso, reciclandolo y utilizándolo para luego aplicarlo en una pieza de mobiliario diseñada y fabricada por las estudiantes.

Desde el inicio se propone una metodología en etapas, desde la investigación y desarrollo del marco del proyecto, pasando por las primeras aproximaciones a los componentes y herramientas propias del diseño industrial que luego deriva en una etapa experimental y de toma de decisiones logrando el material deseado y su aplicación.

Este trabajo reúne las etapas mencionadas en un ciclo cuyo principal propósito es el de generar un material, desde la elección de las materias primas y su creación, hasta la fabricación de un producto que va en la misma línea de sustentabilidad, con métodos de fabricación, construcción y materiales amigables con el ambiente que pretenden darle una vida útil y prolongada al producto.

# INTRODUCCIÓN

En un mundo en constante evolución, donde la sostenibilidad y la innovación se han convertido en pilares fundamentales para enfrentar los desafíos contemporáneos, es esencial explorar nuevas formas de diseñar productos y materiales amigables con el medio ambiente. Este trabajo se adentra en la teoría, la práctica y la experimentación, con el propósito de diseñar un material cuyo principal componente sea la pulpa de papel reciclado, estudiando la viabilidad y su posible aplicación en el diseño de un mobiliario.

El trabajo se divide en tres partes, cada una fundamental en el proceso de investigación y desarrollo:

**Teoría.** En esta etapa, se establecen las bases conceptuales y teóricas que sustentan el proyecto. Abordando los fundamentos de la sostenibilidad, la fabricación del papel y sus propiedades, la generación de residuos de papel a nivel nacional y antecedentes sustentables en diseño industrial.

**Práctica y experimentación.** El proceso de experimentación que surge al diseñar el material. Se utilizarán recetas base para explorar y llegar a diseñar el material, tomando en cuenta las variables que influyen en su comportamiento.

**Producto.** Esta última etapa es la excusa para darle al material una aplicación. Con la intención de ver el material aplicado en un producto concreto, se define una tipología factible de producir ajustándose a la escala de este proyecto, pasando por un momento de ideación hasta la definición de un diseño que luego se materializa a escala real.

# PROBLEMÁTICA

La generación de residuos de papel y cartón se ha convertido en una preocupación a nivel nacional por su impacto medioambiental. Según la página web del Gobierno nacional hasta el 2022 en Uruguay se generaban más de 1 millón de toneladas de residuos domiciliarios por año, de los cuales solo el 12,3% es reciclado. De esta cifra el 40% es papel y cartón. Gran parte no recuperada de estos elementos deriva en los cauces de arroyos y ríos, y en los propios vertederos. (Gobierno Nacional de Uruguay, 2022).

Según CEMPRE, “el 80% de los residuos que se destinan a disposición final son potencialmente valorizables (residuos orgánicos, residuos de obra y materiales reciclables)” (CEMPRE, 2023).

Se considera que el reciclaje de este material y su utilización en un nuevo producto supone una alternativa que prolonga su vida útil. Es aquí donde, la oportunidad de diseño se transforma en nuestro problema de investigación. En este sentido, será problema de investigación proponer un material alternativo cuyo principal componente sea la pulpa de papel reciclado, estudiando la viabilidad y su posible aplicación en el diseño de un mobiliario.

# ÁRBOL DE PROBLEMAS

La herramienta “Árbol de problemas” se utiliza frecuentemente en el área de diseño para identificar la naturaleza, el origen y el contexto de una determinada problemática que se espera resolver mediante una estrategia o proyecto.

Esta herramienta se divide en tres partes, tronco, raíces y hojas. Donde el tronco referencia el problema central o principal, las raíces son sus causas y las hojas representan sus efectos. Permite obtener información de manera simplificada, concreta y ordenada del problema en cuestión.

## ÁRBOL DE PROBLEMAS Y ÁREAS DE INTERVENCIÓN

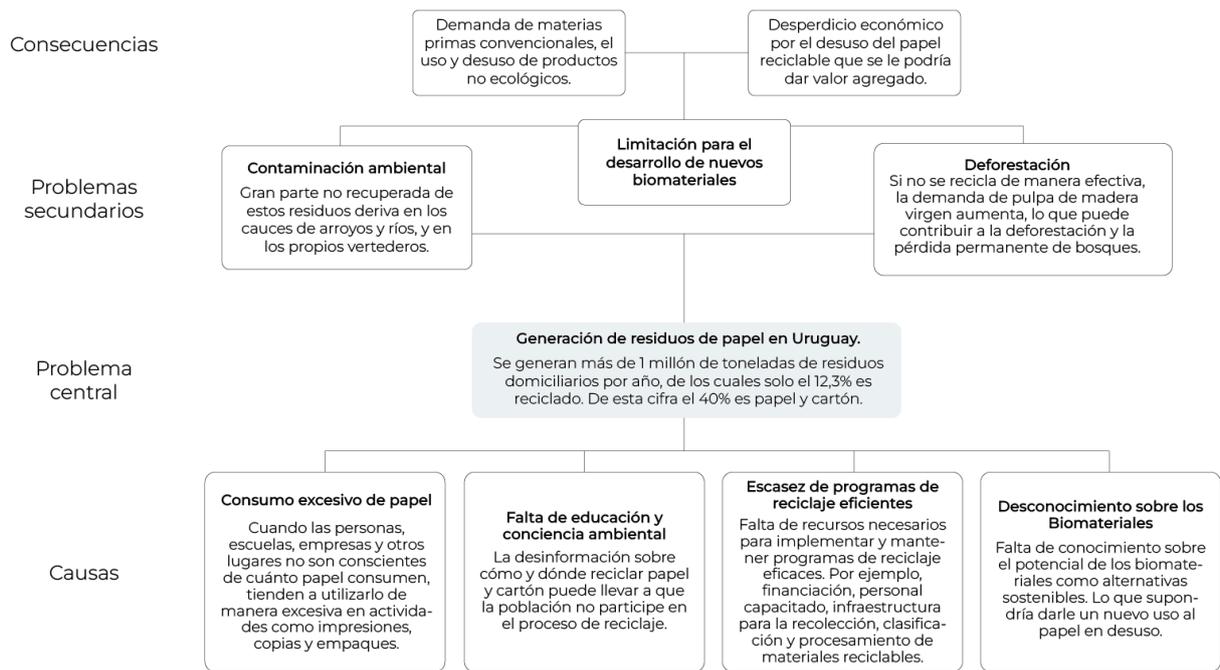


Figura 1: Árbol de problemas. (2023). Imagen propia.

## Conclusiones de la herramienta Árbol de problemas

La generación de residuos de papel representa una oportunidad para fomentar la investigación y el desarrollo de biomateriales alternativos sostenibles. Al no aprovechar el potencial de reciclaje del papel, no solo se contribuye a la acumulación de residuos y a la explotación de recursos naturales, sino que también se limita la capacidad de la industria para avanzar hacia la creación de biomateriales más ecológicos y la reducción de su dependencia de materias primas no renovables. En este sentido, el reciclaje del papel no solo reduce la cantidad de residuos, sino que también desempeña un papel crucial en la promoción de la innovación y la adopción de alternativas más amigables con el medio ambiente en la fabricación de materiales. De lo contrario, se mantiene la demanda de materias primas convencionales, el uso y consumo de productos no ecológicos, lo que resulta en una mayor huella ambiental y contribuye a problemas como la deforestación y la contaminación. En lugar de impulsar una transición hacia alternativas más sostenibles.

El uso de esta herramienta ayuda a esquematizar un escenario un tanto desfavorable, pero que al mismo tiempo, impulsa a intervenir en él marcando un antecedente de cómo a partir de papel reciclado se puede replantear el enfoque tradicional de producción y consumo.

# PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

**¿Cuáles son los procesos tecnológicos que admite el papel reciclado para poder ser aplicado a un mobiliario?**

Hipótesis: Las tecnologías y aplicaciones que permiten valorizar material y energéticamente el papel reciclado son varias.

**¿Qué propiedades debe tener el nuevo material para poder utilizarlo en el diseño de un mobiliario?**

Hipótesis: La pulpa de papel reciclado combinada con determinados compuestos resulta en un bio material lo suficientemente resistente para ser aplicado en un mobiliario y que el mismo soporte el peso de una persona.

**¿Cuáles son las principales ventajas de reciclar papel y aplicarlo en el diseño de un mobiliario?**

Hipótesis: La aplicación de papel reciclado en un mobiliario tiene un impacto positivo en la comunidad y contribuye a un cambio positivo en su mentalidad frente al consumo y uso de los diversos desechos.

**¿Cuánto ha contribuido el reciclaje de papel al problema ambiental que estos producen?**

Hipótesis: El reciclaje de papel va en aumento a medida que se concientiza sobre el problema ambiental y resulta una contribución significativa al medio ambiente.

## **OBJETIVOS GENERALES**

- 1** Desarrollar un material a partir de papel reciclado para su posterior aplicación en el diseño de un mobiliario.
- 2** Generar conocimiento sobre las características del material generado a partir de papel para su aplicación como mobiliario.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- 1** Desarrollar un muestrario a partir de papel reciclado y el agregado de distintos componentes.
- 2** Determinar las propiedades mecánicas propias del material desarrollado para ser utilizado adecuadamente en un mobiliario.
- 3** Definir una tipología de mobiliario factible de producir a partir del material diseñado.

# METODOLOGÍA

Se parte de un enfoque cuantitativo y un alcance de tipo descriptivo. Este permite establecer cómo es el proceso de reciclaje del material propuesto, qué etapas surgen desde su recolección hasta la obtención del material reciclado y qué aplicaciones permite el mismo.

Posteriormente se necesita analizar características del material que sean cuantificables, es decir, determinar cantidades de componentes, datos sobre sus características, etc.

Este enfoque responde mejor al tipo de trabajo proyectual que se pretende realizar, ya que tiene una mayor delimitación del problema de estudio y es más objetivo respecto al mismo. Para realizar las pruebas del material alternativo se establecen parámetros para definir características físicas similares o mejores a un material semejante tradicional. Se utilizan los siguientes instrumentos de investigación: recolección de datos a partir de documentación: documentos escritos, documentos visuales, relevamiento fotográfico en el contexto, documentación auditiva-oral. Para el estudio tecnológico se investigarán muestras del material a trabajar.

Este proyecto adopta la metodología propuesta por Bürdek, quien propuso una solución metodológica con un modelo del proceso de diseño orientado principalmente a la práctica, con métodos y técnicas fácilmente utilizables y ejecutables. Según Bürdek (1994), “en el trasfondo de esta propuesta aparecía el proceso del diseño como un sistema de tratamiento de la información, caracterizado por numerosas aproximaciones y retroacciones (feedback) que impiden una configuración lineal de la solución de los problemas del proceso en cuestión.” (p.161)

En la fase de experimentación, se plantea la adopción de una metodología especialmente diseñada para el desarrollo de un material. Esta metodología fue propuesta por Carolina Mejía Gómez en su artículo ‘Materiales en el diseño industrial’ (Mejía & Valencia, 2010). Esta parte de que actualmente existen cambios rotundos y constantes en los productos, independientemente del ciclo de vida del mismo, que generan residuos materiales constantemente y es por esto que es necesario el diseño de materiales compuestos, cuyo tiempo útil sea adecuado al periodo de tiempo de utilización de los mismos. Es en base a esto que se propone una metodología que permite diseñar materiales a partir de materias primas existentes y/o recicladas que cumplan con los requerimientos planteados para los mismos.

Una vez diseñado el material, se inicia un proceso de ideación del producto para desarrollar un mobiliario de escala media. Este proceso se guía mediante la técnica del moodboard, que presenta inspiraciones y referencias, destacando el biomaterial como componente principal. Durante este proceso de ideación se tuvieron en cuenta una serie de requisitos previamente establecidos. Además, se utilizó una herramienta de modelado 3D que facilitó la ejecución del producto, permitiendo visualizar y perfeccionar su diseño de manera eficiente.



Figura 2: Propuesta metodológica para el diseño de materiales. (Mejía, Valencia & Vélez, 2010).

## Primera parte - Teoría

Se estudia un marco conceptual que permite contextualizar el proyecto, refiriéndose a: sustentabilidad en general y sustentabilidad en diseño. Además se propone una reflexión sobre el diseño industrial y su cambio de paradigma en las últimas épocas, virando a un diseño más consciente y sostenible.

En cuanto al papel como material principal, se plantea una definición además de las propiedades del mismo y su proceso de reciclaje. Los procesos de extracción de la pulpa de celulosa. Fabricación de papel y sus etapas. El papel en la actualidad y su clasificación.

Por otro lado, se investiga sobre las tendencias actuales de mobiliarios fabricados con materiales reciclados.

## Segunda parte - Práctica

### Experimentación

En esta investigación se propone seguir la metodología propuesta por Bernhard E. Bürdek. El desarrollo del proceso proyectual se enmarca en dos momentos asociados a la forma en que se propone llegar al diseño de un producto. Este proceso se inicia con una etapa divergente, donde se actúa en varios planos y se incorporan diferentes perspectivas sobre el tema, lo que permite identificar diferentes mezclas de materiales.

En un segundo momento, a medida que se van seleccionando, valorando y ajustando, se define un camino a seguir. Se comienza justificando las decisiones tomadas en lo que se refiere a la elección de los componentes y procedimientos realizados.

Previo a realizar la mezcla, hay una instancia súper importante y clave en este desarrollo, y es la de procesamiento del papel para llegar a la pulpa. Este trabajo implica muchas horas de triturado de papel, de forma manual y también con ayuda de una trituradora eléctrica, y una vez que se acopia grandes volúmenes de papel triturado se inicia el proceso de fabricación de la pasta de papel reciclado que se desarrollará más adelante.

En una etapa siguiente, se contactó a Camila Marabotto, exalumna de la EUCD e integrante de Simbióticas Lab, un colectivo de Biodiseño, investigación y desarrollo de nuevas materialidades. Su experiencia y conocimiento aportaron un gran valor al proceso. No solo compartió conocimiento sino que, a partir del objetivo del proyecto, ayudó con el asesoramiento y guía para que el desarrollo del material sea más efectivo ajustándose a los tiempos y alcance del proyecto. Se definió una metodología de trabajo que permitiera comprender y manipular adecuadamente los componentes, siendo los primeros encuentros con Marabotto teóricos, para luego adentrarnos en la experimentación del material para lograr dar con una receta de biocompuesto que cumpla con los requisitos necesarios para aplicarlo al diseño de una pieza de mobiliario.

Reconociendo la importancia de optimizar el tiempo y aprovechar el camino que ya ha recorrido Marabotto en este campo, se decidió centrar la experimentación en una receta de biocompuesto que ella ya había desarrollado previamente, utilizando aserrín como componente principal. La intención fue modificar esta receta reemplazando el aserrín por pulpa de papel seco, para luego ver y evaluar los resultados.

Al ser el papel un material proveniente de la celulosa y al contener y absorber grandes cantidades de agua, será imprescindible para el proyecto llegar a la pulpa de papel reciclado lo más seca posible.

Para dar inicio a los experimentos, es esencial contar con un conocimiento básico acerca de los componentes que se van a emplear, incluyendo los tintes. Qué rol cumplen dentro de la receta y cuáles son sus características intrínsecas.

## Tercera parte - Producto

El proceso proyectual converge en el diseño de un producto de una determinada tipología de asiento en el que se aplica como materia prima el material diseñado.

A partir de la experimentación realizada en la segunda parte, y de la realización de diversas muestras de material, se concluye cuál será la fórmula indicada para aplicar en el diseño de producto. Se genera un prototipo del diseño factible de producir y su adecuado análisis.

## ANTECEDENTES

La investigación sobre biomateriales y materiales creados a partir del reciclaje o reutilización de un material en desuso está siendo un auge en la investigación de diseño de materiales, otorgando cada vez más valor a estos y su investigación es cada vez más precisa e innovadora.

Como punto de partida para esta investigación, se cita al colectivo Simbióticas Lab, un grupo de mujeres dedicadas al biodiseño, investigación y desarrollo de nuevas materialidades. Este colectivo, integrado por diseñadoras e investigadoras, comparte un interés común en la recuperación y revalorización de diversas materias primas, el diseño sostenible, la regeneración y cuidado ambiental, así como la educación, difusión y el fomento del trabajo colaborativo. Dado que es un colectivo local, se considera no sólo adecuado sino también valioso como antecedente para esta investigación.

Simbióticas Lab tiene como objetivo principal fomentar la comunidad de biofabricadores que lideran una revolución en la creación de materiales, al mismo tiempo que busca acercar esta práctica a un público más amplio. Además de su labor de investigación y desarrollo, el colectivo se dedica a la realización de charlas y talleres dirigidos a aquellos interesados en explorar el mundo del biodiseño y los biomateriales.



Figura 3: (Simbióticas Lab, 2022).

Se decide incluir además antecedentes a nivel regional e internacional que proponen específicamente productos a partir de papel reciclado que contribuyen también en este trabajo de investigación.

Por un lado, un proyecto en Córdoba, Argentina, propone la construcción de casas utilizando papel reciclado y cáscara de maní, ligados con otros materiales como arena, cal, entre otros, para ser utilizados en la construcción de viviendas económicas y ecológicas (Centro de la Vivienda Económica [CVE] argentino, s.f.). Según el CVE, este nuevo material de construcción posee igual resistencia que los tradicionales y es un 70% más liviano, además de ser un excelente aislador térmico. Es una excelente alternativa de material

para la construcción, pues mientras un bloque de cemento pesa 14 kg estos bloques de papel reciclado llegan a pesar 8 kg.



Figura 4: Espacio Sustentable. (2023).

Otro antecedente es un estudio de diseño de interiores en Montreal, Canadá, llamado "Papertile", que fabrica revestimientos de pared utilizando exclusivamente papel pos-consumo recolectado de empresas locales. Según sus fundadores, esta producción requiere un impacto ambiental mínimo. Una vez secas, las baldosas son tan duras como un tablero, livianas como el corcho y se pueden imprimir o pintar como un papel normal ("Papertile", 2021).



Figura 5 y 6: Papertile. (2021).



## TEORÍA

Se conoce al diseño industrial como un agente de cambios y transformaciones desde el desarrollo de productos y servicios. Al igual que otras disciplinas, el diseño ha transcurrido distintos momentos sociales y culturales que nos hace continuamente repensarlo todo.

Este siglo ha aproximado nuevas opciones y maneras de consumo cuestionando el paradigma instalado luego de la Revolución Industrial. Se comenzó a tomar conciencia sobre lo que nos rodea, sobre el contexto en el que vivimos. Esto es el resultado de los evidentes cambios en el medio ambiente, de la mano de la desmedida explotación de los recursos naturales y la sobreproducción de objetos.

Actualmente el diseño está transformándose y superando el consumo vacío y rápido, estimulando un proceso de diseño más allá de la mera producción para el mercado.

En la actualidad, la sustentabilidad y el respeto al medioambiente se ha convertido en un valor agregado para el consumidor contemporáneo, consciente de lo que consume y, especialmente, cómo se produce.

Es aquí donde el diseño se vincula con el desarrollo sustentable, el ecodiseño, la ética a la hora de diseñar productos, además del reciclaje, reutilización y reducción de materiales de un solo uso. Estos conceptos fueron generados en las más recientes épocas y se desarrollan en base a un consumo más ético y responsable, alternativo a las tradicionales formas de producción y adquisición. El diseño como disciplina no plantea el desarrollo de un producto como fin en sí mismo, sino que hoy en día pretende mejorar la calidad de vida de las personas en su entorno generando el mínimo impacto medioambiental. Según Alex Blanch, “El diseño hoy se entiende de una forma mucho más interconectada e interdisciplinaria que hace una década. El profesional debe tener una mirada de 360 grados. No basta con las buenas ideas; hay que ser capaz de conducir procesos complejos como son los de innovación. No se puede pensar en clave de diseñadores gráficos o industriales. Debemos entender de manera más completa las necesidades de la gente en sus entornos y saber por qué medios conseguir una mejora de sus condiciones de vida sin lastimar el ambiente” (La Nación, 2018).

Desde este punto de vista, este trabajo se acerca al concepto de diseño sustentable, definido como aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (citado en Del Giorgio Solfa, 2011, p. 40). El objetivo es producir objetos o dispositivos que aporten el menor impacto ambiental posible a lo largo de su ciclo de vida. Este además no tiene como único propósito el impacto en el medioambiente, sino que se interesa por abarcar otros escenarios como el económico, ético, de producción y de consumo. El diseño ya no se valora únicamente por su esfera estética y/o funcional, sino también por concientizar y producir teniendo en cuenta la ecología y sustentabilidad, utilizando materiales y recursos locales, y proyectar el ciclo de vida de una manera consciente. En este sentido, se debe considerar que el saber sobre el medio ambiente propone cambios muy profundos en la manera de entender y de hacer, principalmente para este sector tan creativo y resolutivo.

Blanch (2005, citado en Del Giorgio Solfa, 2011) plantea que el diseño, según su opinión, es ante todo visión. “Se trata de una manera de ver, de una actitud ante las cosas: la economía, el medio productivo y la vida. Una visión del futuro, de cómo queremos que este

sea, se trata de proyectar, mirar adelante, preguntarnos por ese futuro. Proyectar, es hablar de futuro, de planificar ese futuro, y eso es lo que las marcas de hoy deben rescatar. El futuro de los mercados ya no depende sólo de las transacciones de compra-venta, actualmente, otros factores entran en juego. Uno de ellos es el compromiso.”(Del Giorgio Solfa, 2011).

Desde el punto de vista de la ética del diseño, se considera que este tiene o debería tener el objetivo de mejorar la calidad la calidad de vida de las personas.

“Si el diseño tradicionalmente, genera mediante la realización de productos la satisfacción de necesidades de las personas, desde una perspectiva ética, le corresponde considerar, por un lado, si toda transformación tecnológicamente posible es éticamente viable, y por otro, el carácter de las necesidades humanas susceptible de satisfacción y la posibilidad de crear necesidades como factor dinamizador del mercado.” (Martínez, F., Soria, R. y Olivetti, M, 2016).

En este sentido la sustentabilidad será parte fundamental para ser pensada y desarrollada en conjunto con el resto de los factores que hacen a un producto. “Necesitamos ver los residuos por lo que realmente son: un recurso desperdiciado”, afirma Erik Solheim, ex Jefe del Medio Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). “Ya no hay lugar en nuestro planeta para productos que se usan brevemente y se desechan. Necesitamos asegurarnos de que la obsolescencia planificada sea cosa del pasado. Es hora de que los países del mundo aumenten drásticamente las tasas de reciclaje si queremos salvar este planeta” (Solheim, 2018, citado en Two Sides).

Según Ezio Manzini en “Small, Local, Open, and Connected: Design for Social Innovation and Sustainability”, el escenario sostenible surge de la intersección de tres corrientes de innovación: primero, la revolución verde; luego, la expansión de las redes; y por último, la difusión de la creatividad (“SLOC Sostenibilidad”, 2017). Esto se relaciona particularmente con la problemática a tratar en este proyecto pues, con la última corriente de innovación Manzini refiere a la generación de respuestas originales a los problemas diarios. Es de esta manera, generando de forma innovadora una respuesta al problema diario de los desechos de papel, dándole una nueva oportunidad como un nuevo material que destaca por su valor agregado.

El desarrollo del pensamiento, la planificación de procesos productivos a la hora de generar bienes y servicios están siendo modificados por la implementación de iniciativas cuyo propósito es la aplicación de tecnologías limpias para el desarrollo sostenible y para evitar el aumento de los impactos negativos en el ambiente. Estas tienen como objetivo el mejoramiento ambiental basado en los principios de la administración de los recursos económicos y productivos, sin dejar de lado el incremento de la productividad y la competitividad.

## Fundamentación del proyecto

En Uruguay el reciclaje es considerado como una alternativa para la reducción de desechos tales como metales, plástico, papel, cartón entre otros, sin embargo su aplicación o uso en el diseño de mobiliario como un material alternativo no ha sido desarrollado con profundidad, razón por la cual es una idea que cobra fuerza al momento de investigar, sumando a esto el elemento tecnológico, con el fin de experimentar en el diseño de un nuevo material a partir de papel reciclado.

La importancia del material para el diseño:

El uso de materiales sostenibles implica considerar aspectos como la procedencia del material, su durabilidad, su reciclabilidad, su impacto en la huella de carbono y su toxicidad. Se adoptan enfoques más responsables al elegir los materiales, buscando opciones renovables, reciclables y biodegradables. También se promueve la utilización de materiales reciclados y el diseño para la reutilización.

Este cambio de conciencia en el mercado ha llevado al surgimiento de nuevas tendencias y prácticas, como el diseño circular y el diseño sustentable.

El diseño circular se enfoca en cerrar los ciclos de vida de los productos, promoviendo la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos.

Por otro lado, el diseño sustentable busca crear productos y sistemas que tengan un impacto positivo en el entorno natural, restaurando y regenerando los recursos naturales utilizados en el proceso.

Además de los aspectos ambientales, el material también influye en la experiencia del usuario. La elección de materiales adecuados puede mejorar la usabilidad, la ergonomía y la estética de un producto, brindando una sensación de calidad y satisfacción al usuario.

Este despertar ha generado un cambio de valores y una mayor sensibilización en los consumidores, lo cual influye en todos los actores de la cadena productiva. Como evolución natural de los conceptos de “ecodiseño”, “diseño verde” y “eco-eficiencia”, surge el diseño sustentable. Este enfoque no se limita solo a la preservación del medio ambiente dentro de los sistemas productivos, teniendo en cuenta los impactos ambientales presentes y futuros, sino que va más allá. También se preocupa por los aspectos sociales, éticos y económicos relacionados con las formas de consumo y producción.

## El Papel

Según la Real Academia Española, el papel se define como una hoja delgada hecha con pasta de fibras vegetales obtenidas de trapos, madera, paja, etc., molidas, blanqueadas y desleídas en agua, que se hace secar y endurecer por procedimientos especiales (RAE, 2022).

El papel es creado a partir de derivados de madera.

Está compuesto por:

- Pasta
- Masa
- Agua
- Aditivos

Denominamos pasta a la "pasta de celulosa", la cual es formada principalmente a partir de fibras de celulosa que se extraen de los árboles.

La celulosa es el componente principal de las paredes celulares de los vegetales, constituyendo el compuesto orgánico más abundante del planeta.

La extracción de la pulpa de celulosa puede darse mediante procesos mecánicos, químicos o mixtos.

### **Método Químico:**

Se aplican aditivos químicos que degradan la lignina y la hemicelulosa en moléculas solubles en agua. El agua permite entonces separar estos componentes de las fibras de celulosa, dejando fibras casi puras. Estas fibras resisten el envejecimiento y son muy resistentes.

### **Método Mecánico:**

Se tritura la madera hasta obtener astillas del tamaño de la fibra. La lignina y otros componentes no se eliminan quedando en parte unidos a la fibra. Este método utiliza el 95% del volumen del árbol. Las fibras resultantes muchas veces se cortan en el proceso y son menos resistentes.

### **Método Mixto:**

Se genera utilizando procesos termo-mecánicos o químico-termomecánicos. Sus beneficios son: la fácil separación de las fibras, el aumento en la resistencia de las fibras y reduce la energía necesaria por los procesos mecánicos.

La pasta de celulosa también puede obtenerse de papel ya procesado. En el proceso deben separarse adhesivos, aditivos, tintas y otros componentes del papel.

La masa está compuesta por cargas y pigmentos que llenan los huecos entre las fibras produciendo un papel más homogéneo y uniforme. Contiene talco, caolín, hidróxido de calcio, carbonato de calcio, entre otros. Generan una mayor opacidad, mejor absorción de la tinta y una superficie más suave y flexible.

Por otro lado, el papel contiene entre sus componentes desde un 3% a un 7% de agua. El nivel de humedad depende de la aplicación y el proceso de impresión para el que está previsto el papel.

Por último, este contiene aditivos, productos químicos que se aplican al papel para mejorar sus propiedades. Pueden aumentar la resistencia del mismo, generar un color uniforme o aumentar su resistencia al agua, entre otros.

## **PROPIEDADES DEL PAPEL**

Las características del papel se definen en base a sus propiedades estructurales, y a su resistencia mecánica, las cuales influyen sobre su comportamiento en uso. Estas están determinadas por las características físicas y químicas de las fibras de celulosa, por los

tratamientos a los que estas se someten y las condiciones del proceso de formación del tipo de papel a fabricar.

### **Propiedades Físicas:**

Las principales propiedades físicas del papel son el gramaje, el calibre o espesor, la estabilidad dimensional, la formación y la humedad, entre otros.

Gramaje: El peso del papel por unidad de superficie. Se expresa en g/m<sup>2</sup>.

Espesor: Es el grosor del papel, haciendo referencia indirecta a su rigidez y estabilidad. La unidad de medida es la micra.

Rugosidad: La rugosidad es la desviación entre la lámina de papel y una superficie teóricamente plana, de forma que marca su grado de lisura. Afecta al trazo de la tinta cuando se escribe o se imprime sobre él. Esto se debe a que la tinta tiene que adaptarse a la rugosidad del papel, por lo que el resultado puede ser muy diferente según cómo sea esta característica.

Densidad: Es la relación entre el espesor y el gramaje, cuando mayor sea el gramaje y menor el espesor, mayor será la densidad.

### **Propiedades Ópticas:**

Este tipo de características pueden o no añadir valor a las propiedades “útiles” del papel, pero es la característica más importante para su venta.

Brillo del papel: Un papel puede ser brillante, mate o satinado, en diversos grados. El grado de brillo del papel depende del proceso de secado, así como de las cargas que se utilicen en su fabricación.

Opacidad: Es la cualidad de impedir el paso de la luz, lo que se logra con cargas que ocupan los intersticios entre las fibras de celulosa. Cuanta mayor opacidad, mayor será el contraste con la impresión generada. Esta cualidad es muy útil en los procesos de impresión.

### **Propiedades de Resistencia:**

Son las características que influyen en la durabilidad y en la resistencia a los daños producidos por los distintos tipos de esfuerzos ejercidos sobre el papel. Estas son un indicador clave a la hora de clasificar el papel como material, pues este parece ser un material débil, pero su resistencia es un factor beneficioso y particularmente importante para usos industriales.

Estas son la resistencia a la rotura, compresibilidad, resistencia al plegado, dureza, rigidez, estiramiento (elongación), resistencia al desgarrar, resistencia a la tensión, longitud de rotura.

### **Resistencia mecánica:**

Es la capacidad del papel de resistir físicamente la aplicación de determinadas fuerzas sin romperse.

Resiliencia: La capacidad del papel de recuperar su forma original luego de ser deformado.

Durabilidad: Es la capacidad del papel para resistir el uso continuo y prolongado.

### **Propiedades Químicas:**

Estas son las que hacen referencia a las características de la fibra y a la presencia de elementos no fibrosos.

### **Otras propiedades:**

Existen una gran cantidad de características que afectan la calidad del papel y su uso. Entre ellas se encuentran, la durabilidad del papel, la conductividad eléctrica, la conductividad térmica, la porosidad, la imprimibilidad, grano, composición y las que están estrechamente ligadas con el cartón.

## **La fabricación del papel actualmente tiene diversas etapas**

### **1. Obtención de madera y proceso de descortezado**

En este primer paso se talan los árboles y se eliminan las ramas, dejando solamente el tronco del árbol.

### **2. Fibra y pasta de celulosa**

Mediante los diferentes métodos de extracción de celulosa se consigue la pasta, la cual es fundamental para la obtención final del papel. El objetivo de este proceso es separar y eliminar las fibras de la madera no deseada además de la lignina para que quede únicamente la celulosa, materia prima principal para elaborar el papel.

### **3. Blanqueo de la pasta de celulosa**

En este proceso se elimina la lignina restante en la pasta. Usualmente se utiliza dióxido de cloro. El objetivo es blanquear lo más posible el papel para conseguir el color objetivo.

### **4. Prensado para realizar el papel**

Para este proceso se tiene como objetivo el grosor que se quiere. La materia prima se desliza por rodillos giratorios que están envueltos en fieltro pudiendo extraer al máximo con ese textil el restante de agua. De esta manera se prensa el papel. Posteriormente pasa por otra serie de rodillos que se encargan de darle la textura adecuada.

Previo al secado se realizan distintos mecanizados que generan diferentes resultados, estos son rodillos desgotadores, foils, cajas aspirantes progresivas, entre otros.

### **5. Secado**

Aquí entra en juego la sequía, donde rodillos calientes se encargan de generar la última

etapa del secado. Esto se genera luego de la prensa y también luego del tratamiento superficial.

#### 6. Tratamiento superficial

Luego la pasta se traslada por otros rodillos fríos que le dan el acabado final necesario, y dependiendo del tipo de papel se le proporciona brillo en este paso. Se estuca previo al paso por la calandra.

### Tipos de papel

Existen actualmente una gran variedad de tipos de papeles dependiendo del gramaje, de la producción y del acabado que determinan la transparencia, el aspecto visual, el peso, el grosor, el grado de opacidad, el efecto al tacto y la resistencia del mismo.

Los papeles tienen un amplio campo de aplicación y dependiendo de su función será su forma de fabricación.

Este se puede clasificar según una variedad de aspectos, como pueden ser:

-Según su acabado (Papel offset (uncoated), Papel estucado o couche (coated), Papel bond, Papel prensa, Papel registro, Papel pergamino, Papel verjurado, Papel seda, Papel sulfito, Cartón gris, Cartoncillo, Cartón compacto, Cartón multicapa, Cartón pluma, entre muchos otros)

-Según su gramaje (papel biblia: entre 25 y 35 g/m<sup>2</sup>, papel ligero: entre 60 y 90 g/m<sup>2</sup>, papel para impresión: entre 90 y 200 g/m<sup>2</sup>, cartulina: entre 150 g/m<sup>2</sup> y 300 g/m<sup>2</sup>, cartoncillo: entre 150 g/m<sup>2</sup> y 600 g/m<sup>2</sup>, cartón: 300 g/m<sup>2</sup> en adelante)

-Según su materia prima (Papel de Pulpa de trapos, Papel de Pasta mecánica, Papel de Pasta química, Papel de Pasta morena, Papel de Pasta de paja, Papel de Pasta de recortes).

## EL PAPEL EN LA ACTUALIDAD

Para realizar una tonelada de papel se necesitan de 2 a 2,5 toneladas de madera y de 30 a 40 metros cúbicos de agua, lo que hace entender que la producción de este material requiere de un uso considerable de recursos naturales. También se necesita de fuentes de energía para sustentar las máquinas industriales que se utilizan a lo largo de todo el proceso productivo, de acuerdo también con el tipo de papel a producir cuáles aditivos se tendrán que adquirir. De acuerdo a lo anterior es importante hoy en día, en cuanto sea posible, elegir papeles ecológicos o reciclados que nos permitan reducir el impacto ambiental.

Actualmente el papel es un material clave para muchas áreas del mercado y de la cultura. Es indispensable para la comunicación, la educación, la higiene, la sanidad, la industria y el transporte. Hoy en día la industria papelera está realizando búsquedas para generar alternativas que cubran nuevas necesidades, indagando sobre nuevas fibras y compuestos de celulosa.

La revolución tecnológica también ha afectado en gran medida esta industria, pues al igual que otros materiales este está en constante proceso de adaptación a las nuevas necesidades y posibilidades de la sociedad. Hoy en día este sector se encuentra en un proceso de reinención.

Siguiendo con lo anterior, las mejoras tecnológicas registradas en la industria papelera se han generado en su mayoría en el aumento de eficiencias en los procesos productivos y en el área del cuidado del medio ambiente.

Por otro lado, como resultado de las actuales mejoras tecnológicas en el área, el consumo de agua ha disminuido en los procesos productivos. Esto permite que actualmente se consuman por una tonelada de celulosa producida, solo 40 metros cúbicos de agua.

## RECICLAJE DE PAPEL

El reciclaje de papel es el proceso por el cuál se da lugar a la recuperación de papel ya creado o utilizado para transformarlo en nuevos productos de este material.

Según CEMPRE, pueden identificarse principalmente cuatro tipos de papel para reciclaje:

**Papel periódico:** este suele reutilizarse para la elaboración de papel periódico nuevo, papel higiénico, pañuelos de papel, cartón o productos para la construcción.

Papel ondulado o cartón ondulado: este material suele reciclarse para generar nuevas láminas para fabricar cajas de cartón.

**Papel de alta calidad:** aquí puede encontrarse el típico papel de oficina, donde se encuentra papel de impresiones, libros guillotizados, tarjetas, sobres, etc. Se trata de un papel de muy buena calidad, que puede utilizarse para sustituir directamente a la pulpa de madera o para producir papel higiénico entre otros.

**Papel mezclado:** en este rango se encuentran los periódicos, revistas y diversos tipos de papeles y cartones. Suele hallarse este tipo de residuos en los residuos de papel provenientes de los hogares. Generalmente suele utilizarse para producir cajas de cartón.

A nivel local también se ha dado una transformación significativa y un creciente interés en la preocupación por el recupero del papel. En este sentido, diversas iniciativas, como REPAPEL, CEMPRE, Uruguay Recicla, han contribuido al impulso de sistemas de gestión de materiales reciclables.

REPAPEL es una asociación civil dedicada a la Educación Ambiental y la Economía Circular en Uruguay. Promueve sistemas de gestión de materiales reciclables a empresas, organizaciones y centros educativos.

Anualmente ha logrado recuperar más de 750.000 kg de papel, entre otros residuos, que son reciclados y transformados en útiles de papel y plástico que vuelven a los centros educativos donde desarrollan diversos programas de Educación Ambiental.

Realizan talleres, capacitaciones y cursos de formación. Trabajan junto a más de 75 centros educativos en distintas localidades del país y más de 160 organizaciones patrocinantes. (Repapel, 2024)

#### CEMPRE

una asociación civil sin fines de lucro que nace en 1996 con el cometido de ser una organización especializada en el manejo de residuos. Junto a DATA Uy como socio se propuso facilitar a través de una aplicación única el acceso a todos los lugares, contenedores, dispositivos y programas puestos en marcha para recibir residuos o materiales y envases reciclables así como facilitar algunas funcionalidades que ayuden a ubicar de manera sencilla e intuitiva las soluciones que los usuarios tienen para dar un destino ambientalmente más adecuado a sus residuos. (Cempre Uruguay, 2024)

#### URUGUAY RECICLA

es una cooperativa que fomenta una nueva cultura a través de la clasificación y recuperación de residuos, la generación de bienes productivos a partir de éstos y la educación ambiental en la comunidad. El objetivo de esta cooperativa Atender el potencial de los materiales desperdiciados, generando bienes productivos alternativos para contextos carenciados o de emergencia. (Uruguay Recicla, 2024)

## ¿CÓMO RECICLAR PAPEL?

Esquema de reciclado del papel:

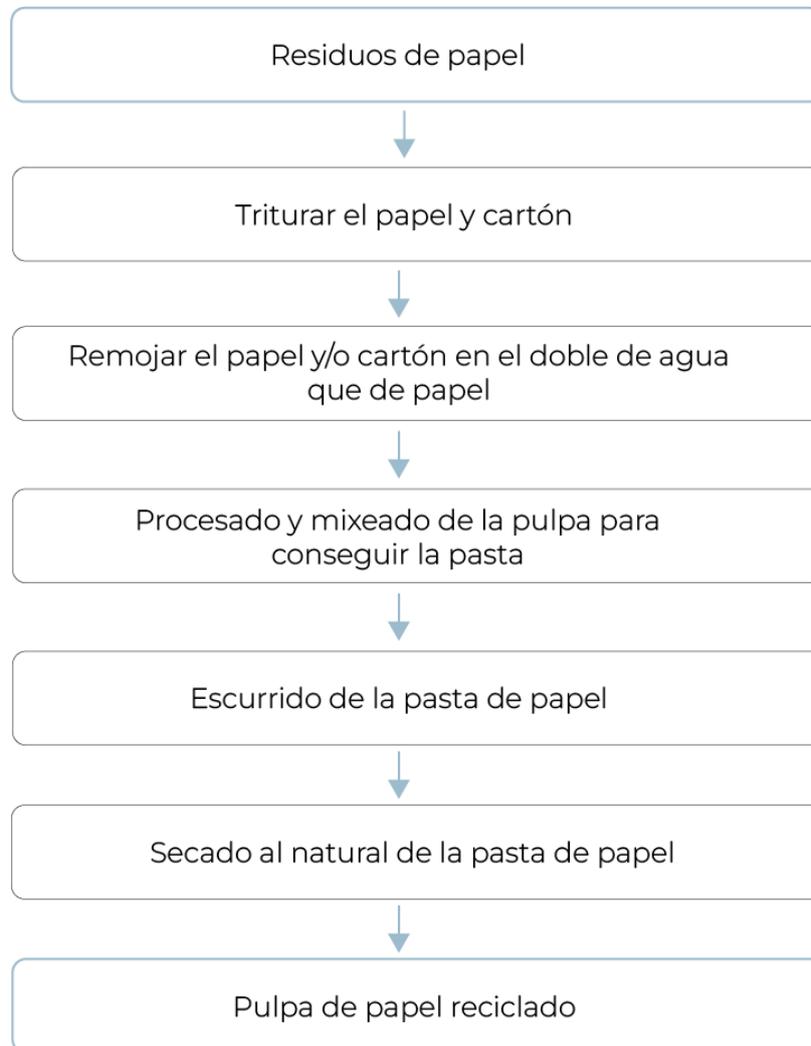


Figura 7: Diagrama de reciclaje de papel. (2023) imagen propia.  
Diagrama de elaboración propio.

### Beneficios del papel reciclado

Al reciclar papel se ahorra energía y agua, además de generar una disminución en la contaminación del suelo. Esto además contribuye a reducir el número de residuos y el coste del tratamiento de los mismos en sus disposiciones finales. Reciclar papel es una alternativa ecológica que ayuda a la prevención de la deforestación protegiendo los recursos forestales nacionales que se utilizan para la elaboración del papel. Además pretende disminuir el consumo de energías y de emisiones de CO<sub>2</sub> generadas en la extracción de materias primas vírgenes, como el agua y la madera, componentes principales en la fabricación del papel.

## PROYECCIÓN SOCIAL

El proyecto de reciclaje de papel se centra en generar un impacto positivo en la comunidad. En este contexto, conocimos a Mariel, mujer de 56 años, oriunda de Pando, se dedica a recolectar materiales reciclables, siendo esta actividad su principal fuente de ingresos. Ella no solo representa la perseverancia y la resiliencia en medio de desafíos económicos, sino también la esencia de la sostenibilidad ambiental. Su compromiso con la recolección de papel, cartón, entre otros materiales reciclables no solo le proporciona un medio de subsistencia, sino que también contribuye de manera significativa a la reducción de residuos y al cuidado del medio ambiente. Mariel se convierte así en un ejemplo de cómo las acciones individuales pueden tener un impacto colectivo. En este proyecto, reconocemos y valoramos su trabajo como un testimonio inspirador de la capacidad para hacer frente a los desafíos de manera ética y sostenible, construyendo puentes hacia un futuro más sustentable.

En una primera instancia, nos acercamos a Mariel con el propósito de contarle sobre nuestro proyecto, nuestras ideas y comentarle la posibilidad de participarla como actor social dentro del proyecto. Su respuesta fue un rotundo "Sí", y desde el primer momento se mostró muy contenta de contribuir con la causa. Fue así que nos invitó a visitar su casa para mostrarnos el galpón donde acopia. Nos explicó cómo trabaja, qué materiales selecciona con mucho cuidado y cuáles no. Quiénes son sus principales proveedores y a qué empresas luego lo vende por peso. Nos contaba que en la ciudad ya la conocen, se moviliza en su auto y son los mismos comercios que le preparan cajas de cartón, bolsas, etc para que ella pase a retirar. Tiene su circuito armado y según nos contaba no da a basto con la cantidad de material que recibe. Cuando llena su auto, llega a la casa y el trabajo más importante es el de seleccionar el material, limpiarlo y clasificarlo para luego venderlo.



Figuras 8 y 9: Mariel recolectando cartón. (2023). Fotografía Propia.

Hoy en día, Depósito Pedernal (empresa dedicada a la gestión de residuos) paga \$3 el kilo de papel. Este intercambio nos llenó de satisfacción, pues creemos que este tipo de colaboraciones se alinea con la esencia del proyecto: el compromiso con la sostenibilidad.

## AGLUTINANTES

Un aglutinante o adhesivo es un material o sustancia que se utiliza para unir la superficie de materiales sólidos permanentemente; alguna de estas sustancias requieren de factores como presión o temperatura o ambas para producir la adhesión entre partículas. Los materiales aglutinantes pueden ser clasificados de varias maneras, entre ellas por su composición química o su funcionalidad, sin embargo se suelen diferenciar en dos grandes tipos: los aglutinantes naturales, lo cuales incluyen adhesivos de origen animal y vegetal como proteínas y caseínas, y por otro lado, los aglutinantes sintéticos, lo cuales son adhesivos derivados de polímeros como resinas termoplásticas, resinas termoestables y resinas elastoméricas. (Ebnesajjad, 2010).

## BIO-AGLUTINANTE

Los bio aglutinantes o aglutinantes naturales representan una opción más saludable y eco amigable en comparación con los aglutinantes sintéticos. Los aglutinantes naturales están disponibles en grandes cantidades a partir de fuentes renovables, mientras que los sintéticos se producen a partir de recursos de petróleo no renovables.

A continuación, se presentan tres ejemplos de aglutinantes naturales que pueden ayudar a unir las fibras de papel y mejorar la cohesión del material a diseñar a partir de pulpa de papel reciclado. Algunas opciones de aglutinantes naturales son:

### **Gomas vegetales**

Son sustancias segregadas por ciertas plantas o extraídas de ellas. Estas sustancias se diferencian de otras secreciones vegetales debido a su exclusiva solubilidad en agua, siendo insolubles en disolventes orgánicos, incluidos los alcoholes. Esta particularidad distingue las gomas vegetales de las resinas naturales, también extraídas de ciertos tipos de plantas, ya que estas últimas poseen la propiedad opuesta al ser solubles únicamente en disolventes orgánicos.

Desde tiempos antiguos, las gomas han sido empleadas como adhesivos y aglutinantes en técnicas artísticas que involucran soportes de papel.

### **Almidones**

Son polisacáridos de glucosa, caracterizados por su estructura compleja. Se encuentran presentes en las semillas de los cereales, los tubérculos y otras partes de las plantas, representando su principal fuente de reserva energética.

La complejidad de la estructura del almidón lo hace insoluble en agua fría, sin embargo, cuando se somete a temperaturas elevadas, como en agua hirviendo, casi llega a disolverse, generando una masa gelatinosa de alta viscosidad. Debido a esta propiedad, el almidón se emplea como aglutinante, aunque es más comúnmente utilizado como adhesivo.

## **Resina biodegradable**

Se están investigando y empleando varias alternativas biodegradables a la resina epoxi en diversas industrias. Estas opciones incluyen polímeros biodegradables fabricados a partir de materiales naturales como almidón, celulosa y proteínas. Estos materiales pueden ser descompuestos por microorganismos, lo que los hace respetuosos con el medio ambiente.

Por ejemplo, una alternativa a la resina epoxi son las resinas naturales, como la resina de pino y la cera de abeja. Estas resinas se cosechan de árboles y abejas, respectivamente, y son completamente biodegradables.

La colofonia, también conocida como resina de pino es un tipo de resina obtenida de los pinos y otros árboles de la familia Pinaceae. Se produce cuando se extrae la resina de las incisiones realizadas en el tronco de estos árboles. La colofonia es una sustancia pegajosa y transparente en su forma natural y se presenta en forma sólida o en polvo después de ser procesada.

## **DISEÑO DE MATERIALES**

Se considera de gran importancia el estudio sobre el diseño de materiales, pues es una parte fundamental de este proyecto. Actualmente el cambio constante de productos es inminente, además de los residuos que se producen debido, entre otros factores, a la obsolescencia programada característica del sistema productivo lineal, dado que los productos carecen cada vez más de un ciclo de vida extenso. Por esto es necesario diseñar materiales que se adapten a los recursos que se extraen de estos residuos tan abundantes, que sean adecuados al tiempo de uso de los productos y que disminuyan el impacto ambiental. Los materiales cumplen un rol importante en la disciplina del diseño industrial ya que el objetivo de esta es crear o rediseñar productos con características estéticas y funcionales que satisfagan las necesidades de los usuarios, lo que se logra en parte, en función de la transformación de materiales.

El diseño de materiales puede estar estrechamente ligado con el escenario ambiental, dado que los residuos se pueden convertir en materias primas para el diseño y generación de nuevos materiales, este proceso generará una disminución en la energía necesaria para la obtención y extracción de materias primas propias de recursos naturales, mientras que disminuye el impacto económico, político y social de los residuos en los vertederos.

# BIOMATERIALES

Según Simbiotica Lab los biomateriales son diseñados y creados con distintos componentes orgánicos y naturales que son extraídos de diversos sistemas vivos. Las materias primas que se utilizan en los biomateriales pueden estar previamente procesadas, pero también en otras ocasiones se trabaja con sistemas vivos.

Estos son materiales que se biodegradan y están completos en toda su composición de nutrientes y elementos naturales que permiten devolverlos a la tierra de manera armónica y respetuosa con el medio ambiente.

Estos materiales permiten la revalorización de los residuos creando un nuevo material cuya vida útil termina siendo beneficiosa tanto para quienes lo utilicen, como para nuestro medio ambiente.

Las experimentaciones que se están dando en este momento por el auge de los biomateriales y los que se han dado antes, son extensas y se realizan con la presencia de bacterias, levaduras, hongos, algas y plantas. Estos materiales tienen en su mayoría un componente que es excedente de la industria o de nuestros hogares, que de no resurgir como un nuevo material terminará su vida útil como desecho.

Por otro lado, es imprescindible contar con materia prima local y abundante en esta área para generar otra alternativa de producción que se diferencie rotundamente al modelo existente de la industria y los procesos industriales.

## Características de los biomateriales

Según Camila Marabotto de Simbióticas Lab, las características intrínsecas a los biomateriales son las siguientes:

**Biodegradables**, que sea biodegradable significa que se desintegra y descompone por acción metabólica de microorganismos que se encuentran en la naturaleza y se convierten principalmente en CO<sub>2</sub>, agua y biomasa.

**Compostable**, al hablar de un material compostable nos referimos a un material que es biodegradable en ciertas condiciones. Condiciones que pueden ser controladas y que dan por ejemplo un subproducto que llamamos compost que se utiliza como abono orgánico.

**Materiales circulares**

**Materiales regenerativos**

**Locales y abundantes**

# CLASIFICACIÓN DE LOS BIOMATERIALES

Los biomateriales se clasifican en tres grandes grupos:

## 01. Biopolímeros

La Asociación Europea de Bioplástico (2014) define: “un bioplástico es un plástico cuyo polímero base esté fundamentado en recursos renovables o sea biodegradable, cumpliendo todos los criterios de las normas científicamente reconocidas para biodegradabilidad y compostaje de plásticos y productos plásticos” (en Europa esta norma es la EN 13432).

## 02. Biocompuestos o biocerámicos

Los materiales biocompuestos son aquellos que tienen una composición total o parcialmente derivada de plantas, algas, residuos, animales o árboles. Por ejemplo, si en su composición base es un material biopolimérico pero se le agrega material aditivo en gran porcentaje que modifica la materialidad resultante pasa a ser un biocompuesto, ya que la propiedades de esa materia prima tiene más relevancia. Comúnmente se producen a través de residuos.

## 03. Biofabricados o materiales cultivados

Con el nombre biofabricados se hace referencia aquellos que son el resultado de un proceso metabólico de un organismo vivo. Se elaboran mediante un modelo productivo, conocido como la biofabricación que utiliza el metabolismo biológico para el desarrollo de productos vivos o no vivos. Estos son materiales de micelio, celulosa bacteriana y otros como por ejemplo materiales elaborados con raíces.

## Relación de los biomateriales con el proyecto

Para el presente proyecto se realiza, cumpliendo con los requisitos presentados más adelante, un biomaterial que se encuentra ubicado en la clasificación de Biocompuesto por sus características intrínsecas y su objetivo final. Estos materiales son resistentes y compactos, de resistencia parecida a los polímeros, lo cuál se considera ideal para el propósito de este proyecto.

## COMPONENTES DE UN BIOMATERIAL

### Biopolímeros/Biocompuestos

- Aglutinantes

Agar agar / Almidones / Gelatinas / Alginato de sodio / Goma Xántica / Goma Arábica

-Disolventes

Agua / Alcohol / tintes naturales

-Bioplastificantes

Glicerina vegetal / Vinagre

-Materiales Aditivos

Pigmentos naturales / Residuos alimenticios / Subproductos / Mundo vegetal

-Conservantes

Propionato de calcio / Antifúngicos naturales / Cloruro de calcio

## APLICACIÓN DEL PAPEL RECICLADO EN PRODUCTOS

El papel reciclado como base para un nuevo material resulta ser de gran interés para varios sectores, pues es un residuo económico, de fácil reciclaje y reutilización, que a su vez genera un decremento en la utilización de energía. Esta alternativa está siendo investigada particularmente en el área de la construcción, pues mezclándolo con aglutinantes como el cemento, aserrín, cal, el bórax ó fibras poliolefínicas, entre otros, se genera un material resistente al fuego, de baja densidad, de mínima absorción del agua, además de ser resistente a la compresión en un punto y al ataque de microorganismos.

Estos nuevos materiales dan lugar a productos como aislantes en construcciones o ladrillos de materiales reciclados para la estructuración de edificaciones.

El reciclaje y la reutilización del papel es eficiente desde el punto de vista de la ecología, pero también desde la economía, pues estas aplicaciones están siendo el puntapié para la generación de un mercado de productos alternativos.

## Productos alternativos en el mercado

### Aserrín de madera + bio-resina

Marjan van Aubel y James Shaw son diseñadores industriales conocidos por su proyecto “Well Proven Chair”, en el cual desarrollan piezas utilizando serrín de madera y bio-resina como base, logrando un material que expande su volumen original hasta cinco veces.



Figura 10: Well Proven Chair (2012).

### Isofloc LM

#### Pulpa de papel reciclado + Cola PVA (Acetato de polivinilo)

Isofloc® LM es un material aislante ecológico elaborado con celulosa de diarios reciclados. Al conservar propiedades similares a la madera, contribuye a la eficiencia energética de los edificios y al control climático en interiores. Se aplica en construcciones mediante máquinas de soplado y puede tener usos sostenibles en la industria del mueble. Además, mezclado con aglutinantes biológicos, puede formar placas densificadas con diversas propiedades funcionales, ampliando su versatilidad y ofreciendo soluciones sostenibles e innovadoras.



Figura 11: Isofloc. (2012).

### Papercrete

#### Concreto de papel (Pulpa de papel + cal + arena)

Es una mezcla de papel reciclado con un poco de cemento y arena. Según el Arq. Danny Emir Alcivar Vélez (s.f.), la proporción es de 3:1:1 papel:cemento:arena (ó 60/20/20).

El Papercrete puede ser utilizado como mortero, puede ser perforado, martillado, clava-

do, puede ser utilizado como yeso, como relleno entre postes y pernos.

Aunque la resistencia del papercrete es significativamente menor que la del hormigón, su rigidez es suficiente para soportar las cargas del techo en edificaciones de baja altura, lo que destaca su idoneidad en ciertos contextos constructivos.



Figura 12: Concreto de papel Papercrete (2015)

## DEFINICIÓN DE TIPOLOGÍA DEL PRODUCTO (ASIENTO)

Optamos por incluir la tipología asiento en el análisis y producción de este proyecto porque a lo largo de la carrera se ha destacado la relación entre productos seriados y aquellos fabricados artesanalmente, enfatizando así la importancia de abordar el diseño desde una perspectiva integral.

Según Ibar (2015), el diseño de mobiliario ha marcado, desde sus inicios, una distinción difusa y conceptual entre la artesanía, representativa del diseño premoderno, y la tecnología, característica del diseño moderno, industrializado y seriado. Para el autor el valor real del “mobiliario para sentarse” va más allá de sus características funcionales y estructurales. Asegura que, sin importar la época, su función principal es la de comunicar ideas, valores y actitudes. Destaca que el mensaje cultural intrínseco a la estética se considera una función en sí misma. En sus propias palabras, “En definitiva, la silla ha sido, es y será un espejo que refleja la Cultura (material) humana” (Ibar, 2015, p,85).

En la actualidad, la interacción con el mobiliario es constante. Las sillas son empleadas para el descanso en diversos entornos cotidianos, ya sea en el hogar, en medios de transporte, en instituciones educativas y entornos laborales, entre otros. Para cada una de estas actividades existe un mobiliario diseñado para ofrecer comodidad y seguridad. El asiento como tal desempeña un papel crucial en la cultura, y su diversidad es tan amplia que puede variar significativamente según el contexto cultural en el que está inmerso.

## DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

El Diseño Centrado en el Usuario es una metodología utilizada en el campo del diseño que se enfoca en el usuario y sus necesidades en todo el proceso del mismo. Este debe tener en cuenta al usuario desde su concepción hasta su utilización final.

Según el autor Norman (1988), en su libro *Psicología del Objeto Cotidiano*, el diseño centrado en el usuario se define de la siguiente manera: “Una teoría basada en las necesidades y los intereses del usuario, con especial hincapié en hacer que los productos sean utilizables y comprensibles”. el diseño centrado en usuario se define de la siguiente manera “Una teoría basada en las necesidades y los intereses del usuario, con especial hincapié en hacer que los productos sean utilizables y comprensibles “. Según el autor el diseño debe facilitar y limitar los actos posibles de los productos y sistemas, hacer que las cosas sean visibles, es decir los posibles actos y las consecuencias de ellos, hacer que resulte fácil evaluar el estado actual del sistema, entre otros.

El diseño debe tener en cuenta y utilizar para su beneficio las propiedades y conocimientos naturales de las personas y del mundo, debe explotar al máximo las relaciones naturales y las limitaciones naturales. Norman (1988), mientras sea posible, el diseño debe funcionar sin etiquetas y sin instrucciones. Si se necesita de estas últimas, no debería ser necesario mostrárselo al usuario más de una vez, pues el producto debe ser de fácil entendimiento así como sus instrucciones.

# REQUISITOS PARA EL DISEÑO DEL BIO-MATERIAL

A continuación, un listado de requisitos que delimita el orden y estructura del proceso de diseño para cumplir con los objetivos planteados. Estos se componen de una frase afirmativa con su descripción y fundamentación. Además fueron jerarquizados en requisitos indispensables, deseables y optativos para definir las características que el material debe tener.

## Requisitos indispensables

- Biodegradable (que se descompone en el ambiente sin contaminar)
- Biocompuesto (que los componentes del material sean de origen natural derivado de plantas, algas, residuos, animales o árboles. )
- Gran proporción de papel reciclado en su composición (que se pueda reciclar la mayor cantidad de papel en desuso)
- Moldeable (que se adapta fácilmente a la forma de un molde)
- Compacto, rígido y duro (para que soporte cargas sin deformarse)

## Requisitos deseables

- Que el material se pueda pigmentar (que tenga variabilidad estética)
- Que su fabricación no implique un costo elevado

## Requisitos optativos para el producto

- Desarmable (Para que pueda re fabricarse el material una vez este se deteriore)
- Impermeable (Para que pueda ser utilizado en el exterior)
- No requerir mantenimiento

## CAMINO PROYECTUAL

Diseño de un material Bio Compuesto a partir de papel reciclado y aglomerantes naturales: Un desafío Proyectual.

En la definición de este nuevo material, se ha optado por un camino proyectual específico, que no solo implica el diseño del material sino que también tiene el objetivo de desarrollar un material que pueda aplicarse en el diseño de mobiliario enfrentando desafíos técnicos para cumplir con requisitos específicos anteriormente planteados.

En este sentido, este enfoque refleja un compromiso no solo con la sostenibilidad, sino también con la adaptabilidad del material a las exigencias prácticas del diseño de mobiliario, marcando así un equilibrio entre la innovación y la funcionalidad deseada.

**Sostenibilidad Ambiental:** El biocompuesto se alinea de manera más directa con los principios de sostenibilidad ambiental. La utilización de aglomerantes naturales minimiza la dependencia de recursos no renovables y reduce la huella de carbono en comparación con los aglutinantes químicos tradicionales.

**Biodegradabilidad:** El biocompuesto con aglomerantes naturales tiene la ventaja de ser biodegradable. Esto significa que, al final de su ciclo de vida, se descompondrá de manera natural sin dejar residuos tóxicos o persistentes en el medio ambiente, en contraposición a los materiales con aglutinantes no ecológicos, que a menudo permanecen en el entorno durante mucho tiempo.

**Menor Impacto en la Salud Humana:** La elección de aglomerantes naturales reduce el riesgo de exposición a sustancias químicas dañinas durante el proceso de experimentación y el uso del material, lo que contribuye a la salud y el bienestar de las personas involucradas en su producción y de quienes utilizaran el producto final.

**Consciencia Ecológica:** Al optar por un biocompuesto con ingredientes naturales, estamos enviando un mensaje claro de compromiso con la protección del medio ambiente y la promoción de soluciones ecológicas. Esto puede inspirar a otras personas a adoptar prácticas más sostenibles.

Además, este camino se alinea de manera directa con el objetivo general de nuestro proyecto, que se basa en reutilizar y revalorizar materiales desechados, brindándoles un uso sustentable, innovador respecto a los ya conocidos y usualmente utilizados.



## PRÁCTICA

Partiendo de la parte teórica generada anteriormente y en base a los antecedentes mencionados, el siguiente fragmento del trabajo es práctico y proyectual, con el objetivo de idear mediante diferentes procesos, tanto tecnológicos como proyectuales el diseño del material y su posterior aplicación a un producto final.

La elección de la receta base para el biomaterial se basó en la combinación de aserrín con otros biocomponentes, una fórmula conocida por sus propiedades en el desarrollo de materiales sostenibles. La decisión de adoptar esta receta específica se fundamentó en la curiosidad de explorar cómo la sustitución del aserrín, un componente comúnmente utilizado en biomateriales, por papel reciclado podría afectar las características finales del material.

Si bien el aserrín y la pulpa de papel son materiales derivados de la madera, presentan diferencias significativas en términos de propiedades físicas y aplicaciones debido a los procesos de fabricación específicos a los que son sometidos. El aserrín, resultado de la trituración de madera, difiere en su estructura y composición de la pulpa de papel, que es el producto de un proceso más elaborado.

### Componentes con los que se experimentará

La selección de los componentes se fundamenta en la receta base compartida por Camila, donde cada componente cumple una función específica en la formulación del biomaterial. Además son componentes accesibles y disponibles en el mercado. Esto facilita que se pueda replicar y llevar a diferentes escalas de volúmenes.

#### **Almidón de maíz**

Se trata de un hidrato de carbono compuesto, un polisacárido, formado por dos polímeros de glucosa: amilopectina y amilosa.

Las propiedades y usos del almidón de maíz son muchas, aunque la más destacable es que es un gran espesante, por sus características intrínsecas que generan que tenga gran capacidad como aglutinante.

Para la generación de un biomaterial este componente determinará las características del biocompuesto. Se generará, a partir de la utilización de este ingrediente en un producto mobiliario, un nuevo conocimiento sobre el empleo de nuevas tecnologías para generar productos de base orgánica, generando una alternativa ecológica a los aditivos tradicionales. En este proyecto el almidón de maíz se clasificará dentro de los componentes aglutinantes.

#### **Glicerina**

La glicerina es un compuesto orgánico de consistencia viscosa y sin color, se encuentra en grasas naturales de origen animal o vegetal. En el proyecto este compuesto proporciona flexibilidad a los biomateriales.

## **Agar Agar**

El agar-agar es una sustancia blanca cuya base son las algas rodofíceas. Se trata de un polisacárido que encontramos en la estructura de la pared de estas algas.

Este componente es capaz de transformar líquidos en soluciones viscosas, exponiendo el líquido al punto de ebullición, generando una gelatina.

Este componente se clasifica dentro del grupo de aglutinantes.

## **Fécula de mandioca**

La fécula de mandioca es un carbohidrato que tiene la capacidad para absorber humedad y producir una pasta viscosa al ser calentada en agua. Posee una gelatinización rápida, por ello se utiliza como aglutinante. Este ingrediente también se encuentra dentro de la clasificación aglutinante.

## **Propionato de calcio**

El propionato de calcio es una sal cálcica del ácido propanoico que tiene la fórmula química  $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})_2$ . Es un polvo fino blanco, con olor fuerte, que actúa como conservante al evitar que los microorganismos crezcan, previene el desarrollo de hongos, moho y bacterias. En este proyecto se clasificará como ingrediente conservante.

## **Agua**

Ayuda a la integración homogénea de los aglutinantes y aditivos, gracias a que genera que estos se diluyan fácilmente.

## TEÑIDO CON PIGMENTOS

Siguiendo con el estudio de la composición del biomaterial, y atendiendo la dimensión estética del producto final que se quiere lograr, interesa experimentar con el teñido de la pulpa de papel. Aquí pueden darse dos situaciones. Por un lado pigmentar durante la preparación de la pulpa de papel (mojada) o, una vez seca la pulpa de papel, cuando se está preparando la receta del biocompuesto, introducir el pigmento.

Se encontró que se pueden emplear diversas alternativas y elementos para dar color a las pastas de los biomateriales, y en este proyecto se enfocará en el uso de pigmentos de origen natural. Estos pigmentos naturales pueden clasificarse en dos categorías: los de origen inorgánico y los de origen orgánico.

### Pigmentos de origen inorgánico

Los pigmentos inorgánicos (de origen mineral) son compuestos metálicos, los cuales tienen un gran tamaño de partícula, que permiten la fijación con mucha fuerza al entorno y medio en el que están inmersos. Su pérdida de color, a diferencia de los pigmentos de origen orgánico, se da paulatinamente y de manera uniforme. Estos pigmentos pueden encontrarse en tierras, fósiles, etc., bajo diferentes formas químicas, como pueden ser silicatos, carbonatos y sales de metales. Estos pigmentos son insolubles y estables a agentes como el calor o la luz. Además generan resultados opacos y mate. Algunos ejemplos de pigmentos de origen inorgánico son las tierras sombra, los ocre, las tierras Siena, entre otros.

#### Tierras de color:

Las tierras de colores son determinados minerales o tierras que, una vez aglutinados sirven como pigmentos para obtener diversos colores. Las tierras de color son un tipo de pigmento natural inorgánico.

Algunos ejemplos de tonalidades y con qué elementos se componen:

- Con óxido de hierro se obtiene el color rojo.
- Con carbón vegetal, el negro.
- Con cadmio y zinc, el amarillo.
- Con cobre y con óxido de cobalto y zinc, el verde.
- Con ferrocianuro férrico o manganeso, el azul.
- Con arcilla, los tostados.
- Con zinc o titanio, el blanco.

## Pigmentos de origen orgánico

Los pigmentos orgánicos contienen carbono y suelen ser brillantes, puros, ligeros y ricos en poder colorante. Están formados por átomos de carbono, que forman enlaces químicos fuertes y estables y están siempre presentes en la química orgánica animal, vegetal y sintética.

Los pigmentos orgánicos naturales se derivan de extractos vegetales o animales. Son las versiones originales, menos permanentes, de ciertos colores conocidos. Son menos estables que los anteriores y tienen más riesgo de cambios, pues el tamaño de las partículas es más variado.

### **Colorantes naturales (Vegetales):**

Se considera que los colorantes naturales generarán un valor agregado al producto debido a la creciente demanda de materiales ecológicos y limpios, no tóxicos. Estos colorantes de origen natural surgen como respuesta a la constante innovación y generación de nuevas categorías de productos.

Diferentes ejemplos de tipos de colorantes naturales:

- El color rojo (licopeno) que se obtiene de la sandía, el tomate, las cerezas, el pimiento rojo.
- El anaranjado (betacaroteno), de la zanahoria y la cáscara de naranja.
- El verde (clorofila), de plantas y algas verdes (acelgas, espinacas, pimiento verde, perejil, etc.).
- El amarillo, de las primulas y de ciertas especias (azafrán, cúrcuma, curry).
- El morado, de la remolacha, la col lombarda y moras.
- Distintas tonalidades de amarillos hasta castaños oscuros (taninos) del roble y del castaño.
- Azul, de los arándanos.

## PROCESOS DE TEÑIDO

El teñido de la pasta de papel reciclado puede darse en diferentes momentos del proceso productivo y en base a cuándo se colocan los pigmentos, se determinarán las diferentes características que se le concederá al material.

**1.** La primera experimentación con el pigmento se realiza al licuar el papel reciclado para generar una pasta uniforme. Es en este momento donde se le añadirá el pigmento. En una primera experimentación se realizó la pigmentación con Cúrcuma dotando a la pasta de papel reciclado de un color amarillo oliva.



Figura 13: Experimentación con tintes. (2023). Fotografía propia.

Esta experimentación obtuvo un resultado un tanto desfavorable, pues como se explica anteriormente, este grupo de colorantes naturales derivados de vegetales son poco estables y más propensos a cambios. Lo que resultó fue que al exponer el compuesto al aire libre y al sol el pigmento comenzó a bajar su intensidad hasta llegar al color natural del papel reciclado.

**2.** Otra posible experimentación puede darse al aglutinar toda la pasta. Con la pulpa de papel seca se unen todos los componentes (aglutinantes, disolventes, bioplastificantes, materiales aditivos, conservantes) y es allí donde se agrega el pigmento. Luego se deja secar toda la mezcla junta.

Esta experimentación se realizó mezclando también tierra de color azul para dotar al material de una característica visual atractiva.



Figura 14: Experimentación con tintes. (2023). Fotografía propia.

## ETAPA 1

Proceso de fabricación de la pasta de papel:

1. Se recolecta el papel en desuso.
2. Se ajusta el papel a un tamaño no mayor a una hoja A4 (210 mm x 297 mm) que es lo que permite la trituradora eléctrica.
3. Se tritura utilizando una máquina "trituradora de papel" Momentum X410, que tritura los trozos en un tamaño aproximado de 30 mm x 3 mm.
4. Se pesa.
5. Se deja en remojo grandes cantidades de ese papel triturado en agua por 24 horas.
6. Luego de transcurrido ese período de tiempo, se licúa para generar una pasta uniforme tanto en tamaños de gránulos como en textura y color.
7. Se escurre al máximo, repitiendo varias veces el procedimiento de escurrido.
8. Por último, se deja secar al aire libre para que se evaporen los excesos de agua.
9. Se pesa nuevamente.

### ASPECTOS OBSERVABLES EN LA PULPA DE PAPEL

La pulpa de papel generada se compone por granulos, estos se observan como partículas sólidas y fragmentadas de fibras de celulosa que se obtienen después de la descomposición y desfibrado del papel recopilado. El tamaño y la calidad de estos gránulos pueden influir en las propiedades finales del material diseñado. El tipo de papel reciclado utilizado en el proceso de fabricación de pulpa afecta directamente el color y la uniformidad de la pulpa resultante. La mezcla de diferentes tipos de papel, especialmente aquellos con tintas de colores, puede contribuir a variaciones en el color y la calidad de la pulpa de papel reciclado. Es importante tener en cuenta estos factores al seleccionar el papel para reciclar, ya que influirán en las propiedades del papel reciclado final.



Figura 15: Proceso de fabricación de pasta de papel. (2023). Fotografía propia.

Esta experimentación dio como resultado una muestra muy satisfactoria, la tierra de color azul se fijó positivamente en la mezcla, además, al ser muy estable a la exposición del calor y la luz su pigmento permaneció inalterado. Resultó ser una muestra que se ajusta a lo que se busca como objetivo, teniendo estas características estéticas que agregan valor tanto a la experimentación como al producto final.

**3.** Por último, otra forma de dar color al material es aplicando el tinte sobre el producto final, ya seco y desmoldado. Esta pigmentación es superficial. De las tres opciones, esta es la que menos interesa experimentar.

## EXPERIMENTACIÓN INICIAL

Como se mencionó, la etapa inicial de experimentación se lleva a cabo con el objetivo de aproximarse y ponerse en contacto con los materiales, ensayando especialmente con aquellos de origen natural y ecológicos.

La primera etapa de experimentación se basó en el estudio de antecedentes sobre materiales constituidos por una pasta y un bio-aglutinante, generando diversas conformaciones o recetas de materiales. De estas opciones, se procedió a experimentar con almidón, colofonia (resina de pino), agar-agar, gelatina, glicerina, vinagre y cola vinílica. Esta etapa práctica nos permite evaluar y comprender la dinámica (en el lugar/ in situ) de la combinación de componentes en la formulación del biomaterial al mismo tiempo que se genera una retroalimentación para ajustar y mejorar en el proceso.

## CONCLUSIONES DE LA ETAPA DE EXPERIMENTACIÓN INICIAL Y MEJORAS A REALIZAR EN LA SEGUNDA ETAPA

La primera etapa de experimentación, denominada “etapa número uno”, ha sido fundamental para adquirir conocimientos esenciales y obtener un primer acercamiento a los componentes comúnmente utilizados en biomateriales. Los resultados obtenidos han permitido comprender y visualizar cómo se comportan los ingredientes en diversas composiciones. Además, se ha comenzado a identificar diferentes texturas, niveles de resistencia, durezas, y otros atributos clave.

Elección del Camino Proyectual: basándonos en los resultados de las experimentaciones y en la etapa cero, hemos tomado la decisión de seguir el camino proyectual que busca diseñar un biocompuesto en el que el papel reciclado sea el ingrediente principal, combinándolo con aglomerantes naturales para crear un material ecológico y orgánico. Reconocemos que el desafío principal radica en lograr la resistencia necesaria a través del diseño del biocompuesto.

Asesoría: para abordar de mejor manera y productiva este desafío, se ha decidido buscar la colaboración de una persona que tenga experiencia en este campo específico. La colaboración con un experto nos permitirá adentrarnos más profundamente en el proceso y obtener orientación valiosa para alcanzar nuestros objetivos.

Afinación de características: a pesar de experimentar con materiales e ingredientes adecuados para nuestra receta, se reconoce que algunas características, como el proceso de secado, prensado y mezcla de elementos, deben ser repensadas y probadas de acuerdo a las necesidades del proyecto. Estas características serán refinadas en la próxima etapa.

Segunda etapa de experimentación: para la segunda etapa de experimentación, se ha decidido basarse en una mezcla ya generada y probada por Camila Marabotto. Esta decisión se basa en la idea de que partir de una receta existente y conocida es enriquecedor. Sin embargo, en esta fase, el objetivo es modificar esta receta base para que el papel reciclado sea el componente principal. Se ajustarán las cantidades y proporciones de los materiales para lograr el resultado deseado.

## ETAPA 2

La segunda etapa del proyecto, se inicia con un encuentro con Camila Marabotto, quien compartió su vasto conocimiento sobre biomateriales. Se toma la decisión de centrarse en una única receta para alcanzar el material deseado de la manera más eficiente posible. Esto permitirá profundizar en el análisis de los materiales utilizados, las proporciones, las cantidades y los tiempos de secado.

Para la segunda etapa, se utilizará, como punto de partida, una receta proporcionada por Marabotto. Esta será modificada y ajustada para lograr el objetivo de diseñar un biomaterial con en pulpa de papel reciclado. Esto permitirá enfocar todos los esfuerzos en comprender a fondo la composición de la receta y su adaptación a las necesidades específicas.

Muestra Original (Componente principal: Aserrín)

Tutoría: Camila Marabotto

| <b>Ingredientes</b>  | <b>Proporciones</b> |
|----------------------|---------------------|
| Agar Agar            | 20 gr               |
| Agua                 | 325 ml              |
| Glicerina            | 7 gr                |
| Fécula de mandioca   | 20 gr               |
| Aserrín              | 65 gr               |
| Propionato de calcio | 5 gr                |



Figura 16: Muestra original Etapa 2. (2023). Autor: Camila Marabotto

## BITÁCORA DE TRABAJO

Registro del proceso de experimentación. A partir de una muestra realizada en el 2021, un biocompuesto de aserrín y aglomerantes naturales.

Luego de generar el procesamiento del papel como fue indicado anteriormente, se pasa a la etapa de experimentación del mismo, que consiste en aglomerar los biocomponentes con el papel procesado.

Para la elaboración de las siguientes muestras se utilizó agua, agar-agar, fécula de mandioca, glicerina vegetal, propionato de calcio y pulpa de papel reciclado, en algunos casos además de agregó pigmentos para dotar a la muestra de cierta estética visual. El propósito de utilizar cada uno de estos componentes es diferente pero igual de importante.

### ¿Cuál es la función de cada componente en la mezcla?

**Agar-agar:** Es un polisacárido de consistencia gelatinosa obtenido de la pared celular de varias especies de algas.

Su aporte en los biomateriales es de tener la función de dar cuerpo, unir y aglomerar el resto de los ingredientes.

**Fécula de mandioca:** Es una fuente natural de almidón.

**Almidones:** son polisacáridos de reserva alimenticia predominante en las plantas.

Están formados por una mezcla de dos polímeros, amilosa y amilopectina. Tienen características espesantes y estabilizantes naturales. Se pueden extraer de forma artesanal.

El aporte al biomaterial es de dar cuerpo, rigidez y aglomerar el resto de los ingredientes dentro de la mezcla como el agua, glicerina, agar-agar, propionato de calcio y la pulpa de papel.

**Agua:** Es el elemento más importante de la realización de los biomateriales, pues ayuda a la disolución y unificación de las distintas materias primas.

**Glicerina:** es un compuesto formado por agua en diferentes proporciones, y por glicerol. Este último es un líquido viscoso a temperatura ambiente, incoloro e inodoro, con un sabor dulce (UV, 2016).

Este compuesto se utiliza en los biomateriales ya que le aporta flexibilidad y elasticidad a los mismos. Es interesante hacer la prueba de variar su proporciones en las recetas para evaluar estas propiedades en las muestras finales. A menor cantidad de glicerina se generará un material más frágil pero más duro, a mayor cantidad dará como resultado un material más suave y flexible.

**Propionato de calcio:** Es un aditivo que proviene del ácido propiónico, sal utilizada como conservante y anti moho principalmente en la industria panadera. Se presenta en formato de polvo blanco y fino con olor muy fuerte.

El aporte al biomaterial es de conservarlo y evitar la propagación de ciertos microorganismos que puedan llegar a contaminar el material.

## MUESTRA 1

| Exp. 1               | 28/8/23      |
|----------------------|--------------|
| Ingredientes         | Proporciones |
| Agar Agar            | 20 gr        |
| Agua                 | 325 ml       |
| Glicerina            | 7 gr         |
| Fécula de mandioca   | 20 gr        |
| Pulpa de papel       | 60 gr        |
| Propionato de calcio | 5 gr         |

### Procedimiento

Antes de comenzar se debe tener el espacio de trabajo limpio, los ingredientes que se utilizarán y las herramientas necesarias (recipiente apto para llevar al fuego, fuente de calor, cuchara de silicona en lo posible, contenedores para colocar la materia prima a utilizar, alcohol para limpiar molde y balanza).

**Paso 1:** Se pesan todos los ingredientes y se dejan separados cada uno en un recipiente.

**Paso 2:** En un recipiente apto para llevar al fuego, cuyo tamaño variará según la cantidad de material que se realice, se agrega en primer lugar el agua y luego el agar-agar. Se mezcla evitando que queden grumos.

**Paso 3:** Una vez mezclados el agua y el agar-agar, se coloca la fécula de mandioca y se revuelve con cuidado.

**Paso 4:** Se coloca la glicerina en el recipiente apto para llevar al fuego y se mezcla nuevamente.

**Paso 5:** Se prende la fuente de calor, a fuego medio y se revuelve con cuidado. Cuando la mezcla va tomando cuerpo, va pasando de líquido a viscosa se agrega el propionato de

calcio y se mezcla.

**Paso 6:** Por último cuando la mezcla llegó a la viscosidad adecuada se mezcla el papel y se baja la intensidad de la fuente de calor. Se revuelve hasta lograr que el papel se integre totalmente. Una vez integrado se apaga el fuego.

**Paso 7:** Se coloca la mezcla en el molde elegido.

**Paso 8:** Se seca la muestra dentro del molde durante 1 a 2 días.

**Paso 9:** Se desmolda con cuidado.

**Tiempo de secado:** Se deja secar a temperatura ambiente durante 4 a 7 días.

## Observaciones

La primera experimentación dio como resultado un material cuyo gránulo de pulpa de papel es de tamaño mediano a grande, completamente opaco, con gran capacidad de absorción y una consistencia sólida. Es firme, con granulaciones o áspero, de textura cálida y compacto. Su textura visual es de características heterogéneas, opacas, aparentando ser un material duro y firme.

No posee coloración.

### Observaciones sobre la mezcla

Antes de secar la mezcla tiene una consistencia compacta y cohesiva, con un tiempo de fraguado de unos minutos.

### Relevamiento fotográfico



Figura 17: Muestra 1 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

## MUESTRA 2

| Exp. 2                  | 28/8/23      |
|-------------------------|--------------|
| Ingredientes            | Proporciones |
| Agar Agar               | 20 gr        |
| Agua                    | 325 ml       |
| Glicerina vegetal       | 7 gr         |
| Fécula de mandioca      | 20 gr        |
| Pulpa de papel          | 60 gr        |
| Propionato de calcio    | 5 gr         |
| Arcilla roja (pigmento) | 1 cda        |

### Procedimiento

Antes de comenzar se debe tener el espacio de trabajo limpio, los ingredientes que se utilizarán y las herramientas necesarias (recipiente apto para llevar al fuego, fuente de calor, cuchara de silicona en lo posible, contenedores para colocar la materia prima a utilizar, alcohol para limpiar molde y balanza).

**Paso 1:** Se pesan todos los ingredientes y se dejan separados cada uno en un recipiente.

**Paso 2:** En un recipiente apto para llevar al fuego, cuyo tamaño variará según la cantidad de material que se realice, se agrega en primer lugar el agua y luego el agar-agar. Se mezcla evitando que queden grumos.

**Paso 3:** Una vez mezclados el agua y el agar-agar, se coloca la fécula de mandioca y se revuelve con cuidado.

**Paso 4:** Se coloca la glicerina en el recipiente apto para llevar al fuego y se mezcla nuevamente.

**Paso 5:** Se prende la fuente de calor, a fuego medio y se revuelve con cuidado. Cuando la mezcla va tomando cuerpo, va pasando de líquido a viscosa se agrega el propionato de calcio y se mezcla. Además en esta prueba es aquí donde se colocará el pigmento (arcilla roja).

**Paso 6:** Por último cuando la mezcla llegó a la viscosidad adecuada se mezcla el papel y se baja la intensidad de la fuente de calor. Se revuelve hasta lograr que el papel se integre totalmente. Una vez integrado se apaga el fuego.

**Paso 7:** Se coloca la mezcla en el molde elegido.

**Paso 8:** Se seca la muestra dentro del molde durante 1 a 2 días.

**Paso 9:** Se desmolda con cuidado.

**Tiempo de secado:** Se deja secar a temperatura ambiente durante 4 a 7 días.

## Observaciones

En la segunda experimentación se generó un material cuyo gránulo de pulpa de papel es de tamaño mediano, completamente opaco, con gran capacidad de absorción y una consistencia sólida. Es un material rígido, medianamente resistente, duro. Es medianamente firme, con granulaciones o áspero, de textura cálida y compacto. Su textura visual es de características heterogéneas, opacas, que da la impresión de que es un material blando gracias a que por el color se nota el medio en el que está inmerso el papel reciclado, el cual posee características de viscosidad y flexibilidad.

Posee coloración rojiza gracias a la integración de arcilla roja a la mezcla.

### Observaciones sobre la mezcla

Antes de secar la mezcla tiene una consistencia compacta y cohesiva, con un tiempo de fraguado de unos minutos.

### Relevamiento fotográfico



Figura 18: Muestra 2 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

## MUESTRA 3

| Exp. 3               | 1/9/23       |
|----------------------|--------------|
| Ingredientes         | Proporciones |
| Agar Agar            | 60 gr        |
| Agua                 | 975 ml       |
| Glicerina vegetal    | 16 gr        |
| Fécula de mandioca   | 60 gr        |
| Pulpa de papel       | 322 gr       |
| Propionato de calcio | 10 gr        |

### Procedimiento

Antes de comenzar se debe tener el espacio de trabajo limpio, los ingredientes que se utilizarán y las herramientas necesarias (recipiente apto para llevar al fuego, fuente de calor, cuchara de silicona en lo posible, contenedores para colocar la materia prima a utilizar, alcohol para limpiar molde y balanza).

**Paso 1:** Se pesan todos los ingredientes y se dejan separados cada uno en un recipiente.

**Paso 2:** En un recipiente apto para llevar al fuego, cuyo tamaño variará según la cantidad de material que se realice, se agrega en primer lugar el agua y luego el agar-agar. Se mezcla evitando que queden grumos.

**Paso 3:** Una vez mezclados el agua y el agar-agar, se coloca la fécula de mandioca y se revuelve con cuidado.

**Paso 4:** Se coloca la glicerina en el recipiente apto para llevar al fuego y se mezcla nuevamente.

**Paso 5:** Se prende la fuente de calor, a fuego medio y se revuelve con cuidado. Cuando la mezcla va tomando cuerpo, va pasando de líquido a viscosa se agrega el propionato de calcio y se mezcla.

**Paso 6:** Por último cuando la mezcla llegó a la viscosidad adecuada se mezcla el papel y se baja el fuego. Se revuelve hasta lograr que el papel se integre totalmente. Una vez integrado se apaga el fuego.

**Paso 7:** Se coloca la mezcla en el molde elegido.

**Paso 8:** Se seca la muestra dentro del molde durante 1 a 2 días.

**Paso 9:** Se desmolda con cuidado.

**Tiempo de secado:** Se deja secar a temperatura ambiente durante 4 a 7 días.

## Observaciones

La tercera muestra realizada en conjunto con Camila resultó ser rígida y resistente. Su gránulo de pulpa de papel es de un tamaño grande, completamente opaco y con capacidad de absorción, aunque luego de secado resulta difícil que el agua penetre en el material. Es firme, con granulaciones por la pulpa, de textura cálida y compacto. Su textura visual es de características heterogéneas, opacas, aparentando ser un material duro. No posee coloración.

### Observaciones sobre la mezcla

Antes de secar la mezcla tiene una consistencia compacta y cohesiva, con un tiempo de fraguado de unos minutos.

### Relevamiento fotográfico



Figura 19: Muestra 3 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

## MUESTRA 4

| Exp. 4  | 20/9/23      |
|---|--------------|
| Ingredientes                                      | Proporciones |
| Agar Agar   | 55 gr        |
| Agua  | 975 ml       |
| Glicerina vegetal                                 | 16 gr        |
| Fécula de mandioca                                | 60 gr        |
| Pulpa de papel pigmentado previamente con cúrcuma | 322 gr       |
| Propionato de calcio                              | 10 gr        |

### Procedimiento

Antes de comenzar se debe tener el espacio de trabajo limpio, los ingredientes que se utilizarán y las herramientas necesarias (recipiente apto para llevar al fuego, fuente de calor, cuchara de silicona en lo posible, contenedores para colocar la materia prima a utilizar, alcohol para limpiar molde y balanza).

**Paso 1:** Se pesan todos los ingredientes y se dejan separados cada uno en un recipiente.

**Paso 2:** En un recipiente apto para llevar al fuego, cuyo tamaño variará según la cantidad de material que se realice, se agrega en primer lugar el agua y luego el agar-agar. Se mezcla evitando que queden grumos.

**Paso 3:** Una vez mezclados el agua y el agar-agar, se coloca la fécula de mandioca y se revuelve con cuidado.

**Paso 4:** Se coloca la glicerina en el recipiente apto para llevar al fuego y se mezcla nuevamente.

**Paso 5:** Se prende la fuente de calor, a fuego medio y se revuelve con cuidado. Cuando la mezcla va tomando cuerpo, va pasando de líquido a viscosa se agrega el propionato de calcio y se mezcla.

**Paso 6:** Por último cuando la mezcla llegó a la viscosidad adecuada se mezcla el papel (que en esta prueba fue pigmentado con cúrcuma anteriormente) y se baja la intensidad de la fuente de calor. Se revuelve hasta lograr que el papel se integre totalmente. Una vez integrado se apaga el fuego.

**Paso 7:** Se coloca la mezcla en el molde elegido.

**Paso 8:** Se seca la muestra dentro del molde durante 1 a 2 días.

**Paso 9:** Se desmolda con cuidado.

**Tiempo de secado:** Se deja secar a temperatura ambiente durante 4 a 7 días.

## Observaciones

Para la cuarta muestra se parte de la receta de la muestra 3, la diferencia más sustancial es que la pulpa de papel reciclado que se utilizó fue pigmentada con curcuma en el proceso de conformación de pulpa. Es una mezcla compacta, firme, con granulaciones por la pulpa, de textura cálida y rugosa. El color, dado por la adición de curcuma, resulta en un aspecto interesante que nos invita a seguir experimentando con este tipo de tintes naturales.

### Observaciones sobre la mezcla

Antes de secar la mezcla tiene una consistencia compacta y cohesiva, con un tiempo de fraguado de unos minutos.

### Relevamiento fotográfico



Figura 20: Muestra 4 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

## MUESTRA 5

| Exp. 5               | 9/10/23      |
|----------------------|--------------|
| Ingredientes         | Proporciones |
| Agar Agar            | 55 gr        |
| Agua                 | 975 ml       |
| Glicerina vegetal    | 16 gr        |
| Fécula de mandioca   | 60 gr        |
| Pulpa de papel       | 322 gr       |
| Propionato de calcio | 10 gr        |
| Tierra de color azul | 1 cda        |

### Procedimiento

Antes de comenzar se debe tener el espacio de trabajo limpio, los ingredientes que se utilizarán y las herramientas necesarias (recipiente apto para llevar al fuego, fuente de calor, cuchara de silicona en lo posible, contenedores para colocar la materia prima a utilizar, alcohol para limpiar molde y balanza).

**Paso 1:** Se pesan todos los ingredientes y se dejan separados cada uno en un recipiente.

**Paso 2:** En un recipiente apto para llevar al fuego, cuyo tamaño variará según la cantidad de material que se realice, se agrega en primer lugar el agua y luego el agar-agar. Luego se integra la tierra de color azul para dotar a la mezcla de color. Se mezcla evitando que queden grumos.

**Paso 3:** Una vez mezclados el agua y el agar-agar, se coloca la fécula de mandioca y se revuelve con cuidado.

**Paso 4:** Se coloca la glicerina en el recipiente apto para llevar al fuego y se mezcla nuevamente.

**Paso 5:** Se prende la fuente de calor, a fuego medio y se revuelve con cuidado. Cuando la mezcla va tomando cuerpo, va pasando de líquido a viscosa se agrega el propionato de calcio y se mezcla.

**Paso 6:** Por último cuando la mezcla llegó a la viscosidad adecuada se mezcla el papel y se baja la intensidad de la fuente de calor. Se revuelve hasta lograr que el papel se integre totalmente. Una vez integrado se apaga el fuego.

**Paso 7:** Se coloca la mezcla en el molde elegido.

**Paso 8:** Se seca la muestra dentro del molde durante 1 a 2 días.

**Paso 9:** Se desmolda con cuidado.

**Tiempo de secado:** Se deja secar a temperatura ambiente durante 4 a 7 días.

## Observaciones

Para la cuarta muestra se parte de la receta de la muestra 3, la diferencia más sustancial es que la pulpa de papel reciclado que se utilizó fue pigmentada tierra de color azul, lo cual le otorgó otras características visuales y de comunicación del material. Se puede observar que la coloración fue muy satisfactoria en relación a la muestra número 4, la cual fue perdiendo el color de la cúrcuma a medida que pasaron los días de secado. Es una mezcla compacta, firme, con granulaciones por la pulpa aunque más pequeñas que la muestra 4, de textura cálida y rugosa. El color, dado por la adición de tierra de color azul, resulta en un aspecto interesante.

### Observaciones sobre la mezcla

Antes de secar la mezcla tiene una consistencia compacta y cohesiva, con un tiempo de fraguado de unos minutos.

### Relevamiento fotográfico



Figura 21: Muestra 5 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

## SECADO DE LAS MUESTRAS

El proceso de secado es un momento importante en la elaboración de muestras, especialmente en un proceso artesanal que exige una atención meticulosa a la evolución de los resultados. En las experimentaciones anteriores, se implementó un método de secado completamente natural, es decir, a temperatura ambiente.

Para lograr un secado efectivo y minimizar el riesgo de fracturas, se siguió un procedimiento que dio buenos resultados. Inicialmente, todas las muestras se sometieron a un período de secado en el interior de una estructura cerrada, sin exposición directa a los rayos solares, durante un lapso de dos a tres días. Esta etapa inicial permitió que las muestras adquirieran la rigidez necesaria para el desmoldeo sin quebrarse.

Posteriormente, después de este período de secado en interiores, las muestras se desmoldaron cuidadosamente y se dispusieron en una superficie plana metálica para secado. Luego, se colocaron al aire libre, expuestas al sol cuando el clima lo permitía, durante un plazo de siete a diez días. Este proceso de secado al aire libre aprovechó la influencia de la radiación solar para acelerar la eliminación de la humedad.

El éxito de este procedimiento radicó en la constante vigilancia y atención al detalle. A intervalos regulares, las muestras se voltearon para garantizar que la evaporación del agua ocurriera de manera uniforme en ambos lados. De esta manera, el secado se llevó a cabo de manera equilibrada y gradual, asegurando que el interior de las muestras alcanzara la dureza deseada sin presentar problemas estructurales.

## LIJADO DE MUESTRA

El proceso de lijado de materiales es una operación fundamental en la preparación y acabado de superficies. Consiste en la eliminación de irregularidades, asperezas y defectos en la superficie de un material, con el objetivo de lograr una textura suave y uniforme.

En nuestro caso, este procedimiento de prueba se llevó a cabo mediante el uso de una herramienta abrasiva, una lijadora eléctrica.

La intención es darle una terminación al material pero sin ocultar la autenticidad del papel reciclado y mostrar sus características propias, la granulometría por ejemplo.

Para llevar a cabo esta operación, se eligió la muestra seca número 4 de la etapa 2. La ejecución de este procedimiento se efectuó en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, en el taller de metales y maderas que cuenta con las herramientas adecuadas para llevar a cabo esta tarea.

Se procedió a realizar el lijado de la muestra mediante el uso de una lijadora de mano eléctrica. La elección de esta herramienta se fundamenta en la composición del material, que incluye granos con variadas granulometrías, lo que dificulta hacerlo mediante un lijado manual preciso y uniforme.

## Relevamiento Fotográfico



Figura 22: Lijado Muestra 4 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

## Conclusiones

El proceso de lijado deja una superficie con porosidades debido a las características del material, que en este caso es un compensado y presenta una estructura no homogénea. Esta fase de experimentación es importante para tomar decisiones sobre la terminación final de la pieza. Sin embargo, se considera que, en pro de mantener un enfoque ecológico y natural, sería apropiado dejar el material sin lijar, ya que esto no conlleva cambios significativos en su apariencia.

## ACABADO Y PROTECCIÓN

Se considera fundamental la experimentación con al menos un recubrimiento para este trabajo. Es por esto que es de suma importancia experimentar recubriendo las muestras para otorgar un acabado prolijo y que prolongue la vida útil del biomaterial, protegiéndolo y ralentizando la degradación del mismo.

Se experimenta con:

**Laca/ barniz soluble en agua:** Se utiliza el siguiente barniz (barniz mate, con acabado impermeable) para realizar la prueba de recubrimiento sobre una pieza de muestra. De esta manera se ve cómo actúa el material al estar en contacto con otra sustancia ajena a él, y si permite el recubrimiento adecuado para otorgarle impermeabilidad. Se decide utilizar este componente pues posee un bajo índice de contaminación y emisiones, además no es inflamable y no es autocombustible. Por otro lado, tiene una alta durabilidad al estar expuesto a exteriores y resulta en un color más uniforme.

## Conclusiones

La protección escogida resultó muy beneficiosa para la muestra, no solo otorgó un acabado prolijo, sino que ahora la muestra resulta ser impermeable. Su terminación es transparente y opaca por lo que deja ver al material en su totalidad. Al ser un material poroso, el barniz rellena los poros generando una superficie más suave.

## Relevamiento fotográfico



Figura 23: Prueba protección, resistencia al agua. (2023). Fotografía propia.

## DISTINTAS PRUEBAS SOBRE EL BIO-MATERIAL

Se considera apropiado debido al alcance del trabajo y a la característica intrínseca de ser un material 100% artesanal, generar pruebas caseras para determinar mediante un rango propuesto sus características. Se utiliza para estas pruebas la receta de la muestra número cinco ya que se considera la más adecuada y que cumple de manera más apropiada con los objetivos propuestos. Si el proceso de fabricación del material en un futuro se sistematiza, sería relevante realizar ensayos de laboratorio, mecánicos, físicos y químicos en el Laboratorio Técnico de Uruguay (LATU) para estudiar sus características.

Las pruebas realizadas se generaron comparando los esfuerzos aplicados a un trozo de (compensado, MDF) con pequeñas muestras del material desarrollado.

### Resistencia a la caída

La prueba de resistencia a la caída se llevó a cabo en la muestra (receta de la muestra 5, de la etapa 2) con un diámetro de 5 cm y 2,8 cm de espesor. Se realizaron mediciones de peso antes y después de dejar caer la muestra desde una altura de dos metros.

### Clasificación

**Resistente:** La muestra exhibe una integridad excepcional, sin mostrar desprendimiento ni pérdida de material.

**Poco resistente:** Se observa un desprendimiento de material mínimo en la muestra, indicando una resistencia limitada.

**Frágil:** La muestra experimenta una ruptura total, revelando una fragilidad significativa en respuesta a la prueba.

No se registró ningún desprendimiento ni pérdida de material, indicando una capacidad sólida para resistir impactos. El peso en ambos instantes (antes y después de sufrir la caída) fue de 31,0 grs.

## Conclusiones

La muestra demostró ser resistente a la caída desde una altura de dos metros. Esta clasificación refuerza la idoneidad del material para aplicaciones donde la resistencia a caídas o impactos sea necesario. La falta de desprendimientos sugiere una cohesión estructural significativa del material, y su integridad después de la prueba la sitúa en la categoría de “resistente”.

## Resistencia al agua

Esta prueba se realiza con el objetivo de observar y estudiar cómo se comporta la muestra al estar en contacto directo con el agua y cuáles son sus cambios a esta exposición. Se sumerge la mitad de la muestra en agua de OSE (Obras Sanitarias del Estado) durante cinco minutos, este tiempo resulta adecuado por el tamaño de dicha muestra, la cuál posee un diámetro de cinco centímetros. El propósito de sumergir solo la mitad de la muestra es para comparar en la misma pieza los resultados.

## Relevamiento fotográfico

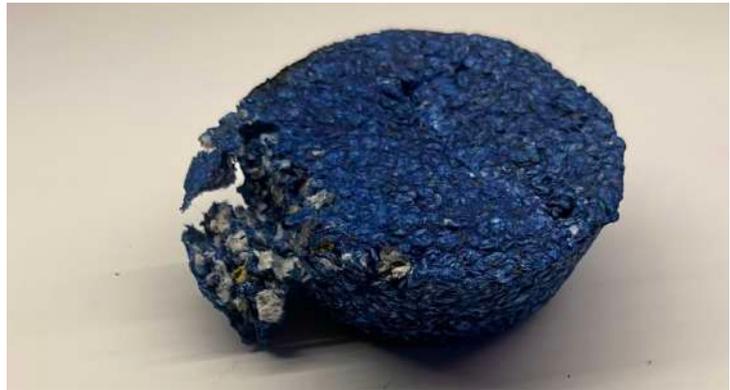


Figura 24: Prueba resistencia al agua. (2023). Fotografía propia.

## Conclusiones

Se introdujo parte de una muestra en agua durante 5 minutos y se observó que el bio-material se ablanda y al ejercerle una fuerza se desgrana. Se cree que esto ocurre porque es un material poroso y absorbente. Sumergir solo la mitad de la pieza permite observar un contraste visual y variación en las características resultantes de la prueba. La exposición diferencial de la mitad sumergida frente a la mitad no sumergida genera una división clara, lo que facilita la identificación y análisis de cómo el proceso afecta específicamente cada sección. Con el paso de los días, la muestra continua húmeda.

## Resistencia al calor

Se quiere conocer como se comporta la muestra al estar expuesta directamente a una fuente de calor. Para esto se introdujo la muestra dentro de un horno eléctrico a 200°C durante 10 minutos. Al retirarlo se vio que el material no sufrió modificaciones, solo tomó temperatura sin ablandarse.

## Relevamiento fotográfico



Figura 25: Prueba resistencia al calor. (2023). Fotografía propia.

## Conclusiones

La muestra conserva el mismo volumen y peso luego de calentarla durante 10 minutos a 200°C. No presentó deformaciones, ni cambios en su composición. Una posibilidad era que se quemara debido a la base del material que es papel, pero este permaneció intacto. Después de exponer la pieza al calor, al manipularla con las manos se constató que la misma absorbió temperatura. Esto responde a que la pieza experimentó un cambio térmico significativo durante la exposición al calor, manifestándose en su capacidad para retener y transmitir calor al tacto.

## Resistencia al fuego

Se llevó a cabo un ensayo de inflamabilidad mediante la exposición del material a una llama directa. El objetivo de esta prueba era evaluar la resistencia al fuego del material y comprender su comportamiento en condiciones de ignición.

### Clasificación

**Inflamable:** El material muestra una reacción significativa ante la exposición al fuego. Puede encenderse fácilmente y mantener la combustión, propagando la llama.

**No inflamable o de baja inflamabilidad:** El material muestra resistencia al fuego y tiene una baja probabilidad de encenderse o mantener la combustión. Puede ser difícil de encender o, si se enciende, la llama se extingue rápidamente cuando se retira la fuente de ignición.

## Relevamiento fotográfico



Figura 26: Prueba resistencia al fuego. (2023). Fotografía propia.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que el material mostró una reacción inflamable bajo la exposición directa a la llama. Durante el ensayo, se observó que el fuego logró traspasar el material, lo que sugiere una cierta susceptibilidad a la ignición.

## Prueba de dureza

La dureza según la Real Academia Española: "Cualidad de duro. resistencia, solidez, rigidez, firmeza, consistencia, duricia."

Se llevó a cabo una evaluación de la dureza del material mediante la aplicación de una fuerza de impacto con un martillo o una masa. El propósito de esta prueba era entender la resistencia del material a las fuerzas externas y evaluar su capacidad para resistir impactos.

## Clasificación

**Duro:** Exhibe una alta resistencia a la penetración y deformación bajo carga.

**Poco duro:** Presenta una resistencia moderada a la penetración y deformación.

**Blando:** Posee una baja resistencia a la penetración y deformación bajo carga.

## Relevamiento fotográfico



Figura 27: Prueba de dureza. (2023). Fotografía propia.

## Conclusiones

La prueba de comparación de dureza reveló que el material evaluado es menos duro que la madera de referencia. Esta conclusión se basa en observaciones directas de la reacción del material frente a una carga aplicada, donde se evidenció una mayor deformación o marcada huella en comparación con la madera de referencia.

Esta información es crucial para comprender las propiedades relativas del material en términos de dureza. Al ser menos duro que la madera de referencia, se pueden considerar ajustes en la aplicación o explorar opciones de mejora, dependiendo de los requisitos específicos de resistencia y durabilidad del proyecto o aplicación en cuestión.

## Prueba de corte

El material es sometido a un corte mediante una amoladora. Esta prueba se hizo para analizar la calidad del corte, teniendo en cuenta el espesor y la dureza del material y para

observar si el proceso de corte resulta en un borde limpio o si se producen desprendimientos y desgranado del material.

### Clasificación

**Corte limpio:** la sierra corta sin dificultad y sin desprender o desgranar la muestra.

**Corte con desprendimiento o desgranado:** Al cortar, la sierra desprende el material a su paso o los desgrana en pedazos más pequeños.

### Relevamiento fotográfico



Figura 28: Prueba de corte. (2023). Fotografía propia.

### Conclusiones

A pesar de que el proceso de corte con la amoladora generó un rozamiento que afectó la textura interna del material, se observó que este cambio fue sutil y superficial.

La zona afectada por el rozamiento de la herramienta presentó un cambio de color marrón, indicando una leve exposición al calor. Aunque se detectó este cambio, cabe destacar que la alteración fue mínima y no comprometió la integridad estructural del material. Además, la superficie resultante del corte se percibió como muy lisa al tacto, lo cual puede tener implicaciones positivas en términos de la aplicabilidad táctil del material.

A pesar de la exposición al calor y el cambio de color superficial, el corte en sí mismo es clasificado como limpio y preciso. No se observaron desprendimientos de material ni desgranado en el borde cortado, lo cual demuestra la capacidad del material para mantener su cohesión estructural durante el proceso de corte .

### Prueba de taladrado

La prueba de taladro se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el comportamiento del material durante el proceso de taladrado. Se utilizó un taladro eléctrico con una broca 18mm, teniendo en cuenta las propiedades del material.

### Clasificación

**Agujereado limpio:** El taladro perfora sin dificultad y sin desprender o desgranar la muestra.

**Agujereado con desprendimiento o desgranado:** Al perforar el taladro desprende el material a su paso o los desgrana en pedazos más pequeños.

**Agujereado con ruptura:** Al perforar el taladro quiebra el material, rompiéndolo.

## Relevamiento fotográfico



Figura 29: Prueba de taladrado. (2023). Fotografía propia.

## Conclusiones

Los resultados de la prueba indican un comportamiento altamente satisfactorio del material al ser taladrado. El agujero generado durante el proceso se caracterizó por ser limpio y preciso, sin evidencia significativa de desprendimientos, desgranado o ruptura del material alrededor del agujero. Esta prueba es muy importante pues determina la facilidad con la cuál el material puede intervenir y adaptarse a otros materiales, encastrados y actividades. Se puede comprender que el material puede ser atornillado sin dificultad y con un resultado muy agradable y prolijo.

## Prueba a esfuerzo de compresión

Se realizó una prueba utilizando una morsa para evaluar la resistencia del material a la compresión. Durante la prueba, se aplicó presión gradualmente para medir el grado de resistencia.

## Relevamiento fotográfico



Figura 30: Prueba a esfuerzo de compresión. (2023). Fotografía propia.

## Conclusiones

La prueba de compresión reveló que el material tiene una resistencia prácticamente nula a la compresión. La deformación significativa indica que no es adecuado para soportar cargas importantes en condiciones de compresión y sugiere limitaciones en aplicaciones donde la resistencia a este tipo de fuerzas sea crucial.

## DESARROLLO DE FICHAS TÉCNICAS

El desarrollo de fichas técnicas se ve guiado por las diferentes etapas de la experimentación. En una primera etapa, donde el acercamiento al material fue el primer contacto con este, se plantea una ficha técnica simple, donde se describen los componentes, el procedimiento, texturas visuales y observaciones generales de las mismas. En la medida en que se toma conocimiento en el tema las fichas técnicas comienzan a complejizarse. En la segunda etapa la ficha se puede ver más compleja y completa en cuanto a descripción del material. Por último, la ficha final refleja el material final elegido para realizar las pruebas de propiedades mecánicas. Esta última será la que nos otorgue más información sobre el material final.

Estas se realizaron con el objetivo de informar y detallar las características y especificaciones técnicas de las pruebas realizadas. Se desarrollaron con el fin de comunicar de manera sintética la información de cada muestra en particular para que se pueda seguir investigando cada material en específico por otras personas por fuera de este proyecto.

Se utilizarán como un documento resumido y directo que es útil para especificar cuestiones de la materia como las características físicas, características mecánicas, tiempo de secado, componentes, características de textura y características de textura visual. Además en estas se detallará el peso y a que producto equivaldría esa cantidad de papel reciclado. También se detalla el alcance de la muestra, es decir capacidades y características que poseen las muestras para ser reproducidas en diferentes aplicaciones. Se especificará también de quién es la tutoría de la receta base que se utilizó como punto de partida para cada muestra.

Se generó una escala subjetiva de parte del equipo, y un ejemplar de ficha de muestra explicativo, donde se detallan particularmente cada escala y sus puntos. Denominaremos a estas escalas, de valoración interpretativa personal del equipo.

# FICHA TÉCNICA N ° 1

Imágen de la muestra

**Nombre de Muestra**

Nombre de los componentes

Punteo de los componentes que se utilizaron en la respectiva muestra con sus correspondientes cantidades.

Tiempo de secado: X-X días

**Características de textura visual**  
Cómo se perciben visulamente las texturas de las muestras. (Subjetivamente)

Brillante ↔ Opaco

Duro ↔ Blando

Denota componentes ↔ No denota componentes

**Observaciones:** Registro de lo observable en la muestra.

**Tamaño de muestra en molde**

X cm

X cm

**Tamaño de muestra seco**

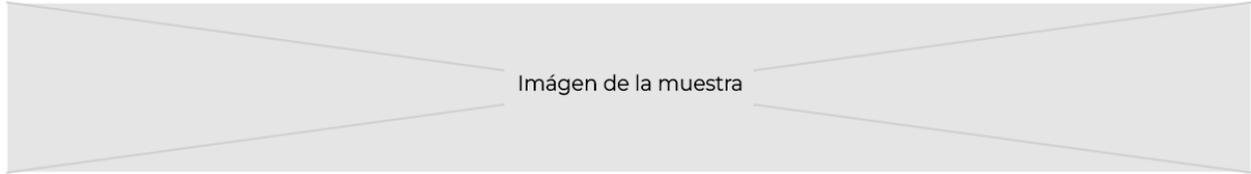
X cm

X cm

**Procedimiento:** Breve descripción del procedimiento realizado para crear la muestra.

Figura 31: Ficha técnica número uno. (2023). Elaboración propia.

# FICHA TÉCNICA N ° 2



## Nombre de Muestra

Nombre de los componentes

Punteo de los componentes que se utilizaron en la respectiva muestra con sus correspondientes cantidades.

Tamaño de muestra en molde



Tamaño de muestra seco



Tiempo de secado: X-X días

## Características Físicas

Las propiedades físicas de los materiales son características que pueden ser medibles y observables sin alterar la identidad del material o sustancia.

Luminosidad (grado en que el material deja pasar luz a través de él)

| Opaco                     | Transparente                                    | Translucido   |
|---------------------------|---|---|
| Opaco: No deja pasar luz. | Transparente: deja pasar la luz a través de él. | Translucido: deja pasar parcialmente la luz a través de él. |

## Resistencia a la llama

| Baja                               | Media   | Alta   |
|------------------------------------|---|--|
| No resiste la presencia del fuego. | Resiste parcialmente la presencia del fuego sin quemarse. | Resiste la presencia del fuego sin quemarse. |

## Permeabilidad

| Baja             | Media  | Alta  |
|------------------|--|---|
| No es permeable. | Resiste parcialmente la humedad sin dañarse el material. | Resiste la humedad sin dañarse el material. |

## Absorción

| Baja        | Media                 | Alta     |
|-------------|-----------------------|----------|
| No absorbe. | Absorbe parcialmente. | Absorbe. |

## Consistencia

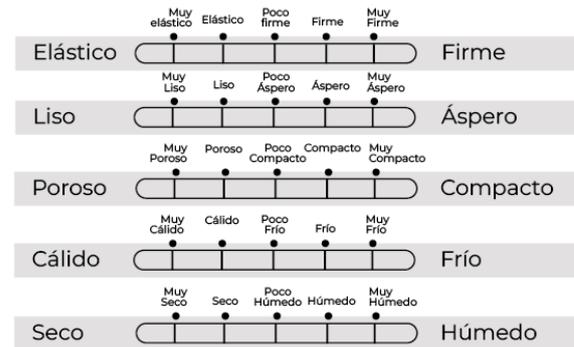
| Sólido   | Viscoso   | Líquido   |
|--|---|---|
| Tienen forma y volumen constantes. Rígido y regular. | Resistencia que poseen algunos líquidos durante su fluidez y deformación. | Ajusta su forma y volumen al recipiente que lo contiene. Irregular. |

## Características de textura visual

Cómo se perciben visulamente las texturas de las muestras. (Subjetivamente)



## Características de textura



## Alcances

● Capacidades y características de la muestra para ser utilizada en diferentes aplicaciones.

## Percepción

Percepción objetiva de la muestra.

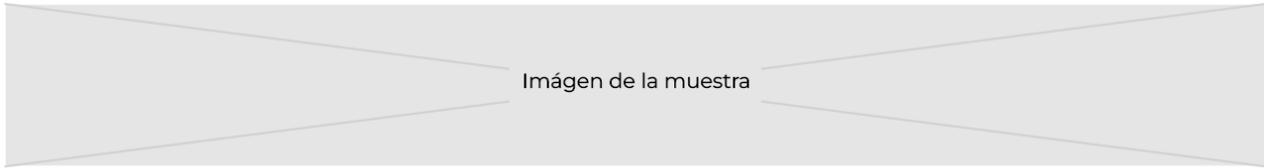
Admite coloración: (Permite el uso de pigmentos en la mezcla)

Peso: (Peso final de la muestra)

Tutoría de receta base: Quién fue el creador de la muestra base.

Figura 32: Ficha técnica número dos. (2023). Elaboración propia.

# FICHA TÉCNICA N ° 3



## Nombre de Muestra

### Nombre de los componentes

Punteo de los componentes que se utilizaron en la respectiva muestra con sus correspondientes cantidades.

**Tiempo de secado:** Período de tiempo según condiciones ambientales.

### Características Físicas

Las propiedades físicas de los materiales son características que pueden ser medibles y observables sin alterar la identidad del material o sustancia.

**Luminosidad** (grado en que el material deja pasar luz a través de él)

| Opaco                     | Transparente                                    | Translucido   |
|---------------------------|---|---|
| Opaco: No deja pasar luz. | Transparente: deja pasar la luz a través de él. | Translucido: deja pasar parcialmente la luz a través de él. |

### Resistencia a la llama

| Baja                               | Media   | Alta   |
|------------------------------------|---|--|
| No resiste la presencia del fuego. | Resiste parcialmente la presencia del fuego sin quemarse. | Resiste la presencia del fuego sin quemarse. |

### Permeabilidad

| Baja             | Media  | Alta  |
|------------------|--|---|
| No es permeable. | Resiste parcialmente la humedad sin dañarse el material. | Resiste la humedad sin dañarse el material. |

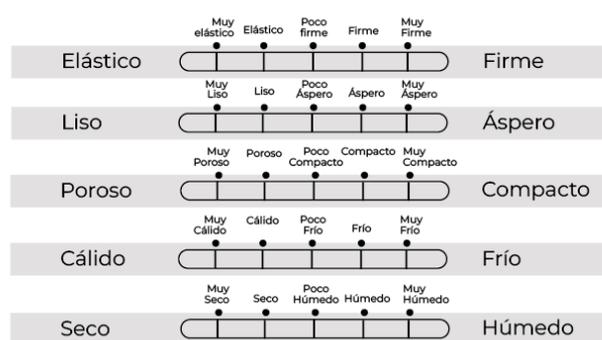
### Absorción

| Baja        | Media                 | Alta     |
|-------------|-----------------------|----------|
| No absorbe. | Absorbe parcialmente. | Absorbe. |

### Consistencia

| Sólido   | Viscoso   | Líquido   |
|--|---|---|
| Tienen forma y volumen constantes. Rígido y regular. | Resistencia que poseen algunos líquidos durante su fluidez y deformación. | Ajusta su forma y volumen al recipiente que lo contiene. Irregular. |

### Características de textura



### Alcances

● Capacidades y características de la muestra para ser utilizada en diferentes aplicaciones.

### Percepción

Percepción objetiva de la muestra.

**Tutoría de receta base:** Quién fue el creador de la muestra base.

Las muestras de biomateriales se encogen al secarse, por lo que el tamaño de muestra inicial (muestra en molde) difiere del tamaño de muestra luego de secado.

### Tamaño de muestra en molde

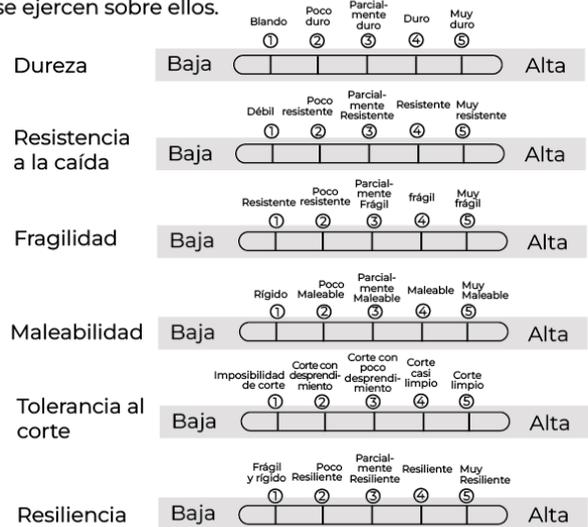


### Tamaño de muestra seco



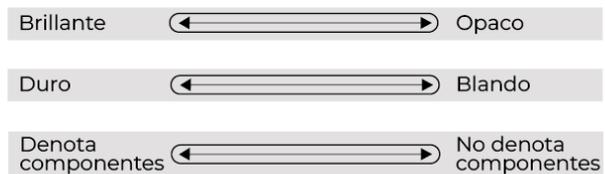
### Características Mecánicas

Los materiales tienen diferentes propiedades mecánicas, las cuales están relacionadas con las fuerzas exteriores que se ejercen sobre ellos.



### Características de textura visual

Cómo se perciben visulamente las texturas de las muestras. (Subjetivamente)



**Admite coloración:** (Permite el uso de pigmentos en la mezcla)

**Peso:** (Peso final de la muestra)

**Tutoría de receta base:** Quién fue el creador de la muestra base.

Figura 33: Ficha muestra final. (2023). Elaboración propia.

## CONCLUSIÓN DE LA ETAPA 2

El logro de esta etapa fue la modificación de la receta base de manera que el papel reciclado se convierta en el componente principal de la mezcla. Este proceso implicó el cálculo de las cantidades y proporciones de los componentes utilizados.

Esta decisión de construir sobre una base sólida (la receta a base de aserrín) y, al mismo tiempo, innovar y adaptarla a nuestras necesidades específicas, generó que se marcara un antecedente como receta de un biomaterial.

En este sentido, la asesoría de Marabotto durante esta etapa fue fundamental para ordenarse a la hora de experimentar. Ayudó a establecer una receta, detallando desde la precisión al pesar los ingredientes hasta la consideración de factores ambientales que podrían influir en los resultados, como la humedad en un día determinado. Cuestiones que, en un principio, no se habían contemplado.

En cuanto a los resultados obtenidos, esta etapa permitió alcanzar una receta que finalmente proporcionó las características deseadas, siendo la principal de ellas la rigidez. Conscientes de que se estaba diseñando un material con un propósito específico en mente, la necesidad de verlo aplicado en un producto llevó a concluir que ya las muestras 4 y 5 alcanzaban un nivel de rigidez suficiente para que se pueda comenzar a proyectar su uso en un asiento.

## CONCLUSIÓN DE LA PARTE PRÁCTICA

La etapa práctica fue fundamental para el desarrollo del proyecto, además de ser la instancia de mayor importancia y más toma de decisiones. Fue la etapa clave para el propósito del trabajo de grado. Se generó un gran aprendizaje y adentramiento a un nuevo mundo de materiales poco conocido por las estudiantes hasta el momento.

El desarrollo del bicomponente a partir de papel reciclado concluyó en un excelente resultado en relación a los objetivos propuestos al inicio del proyecto, además del proceso que se tuvo que realizar hasta llegar al mismo, el cuál de igual manera fue muy satisfactorio.

# PROCESO DE FABRICACIÓN DEL BIO-MATERIAL

Se identificaron los principales procesos que deberán llevarse a cabo en la cadena productiva. Al ser un proceso que se genera de manera artesanal, los tiempos de las diferentes tareas serán más largos. Si se desea industrializar el material, su cadena productiva será más acotada.

1. Cortar hojas de papel recolectadas en pequeños trozos de 30mm x 3mm.
2. Humedecer del papel sumergiéndolo durante varias horas en abundante agua.
3. Picar o licuar el papel hasta generar una pasta líquida.
4. Escurrir la pasta hasta que quede con la menor cantidad de agua posible.
5. Secar (secadoras industriales) hasta que el porcentaje de agua en la pasta haya disminuido significativamente.
6. Picar o licuar la pulpa de papel nuevamente para generar gránulos más pequeños.
7. Generar la mezcla (Ingredientes)
8. Colocar la mezcla en los moldes destinados para la producción.
9. Secar la mezcla evaporando el agua dentro de la misma.
10. Aplicar el barniz ecológico al agua.
11. Encastrar el biomaterial en los apoyos diseñados.

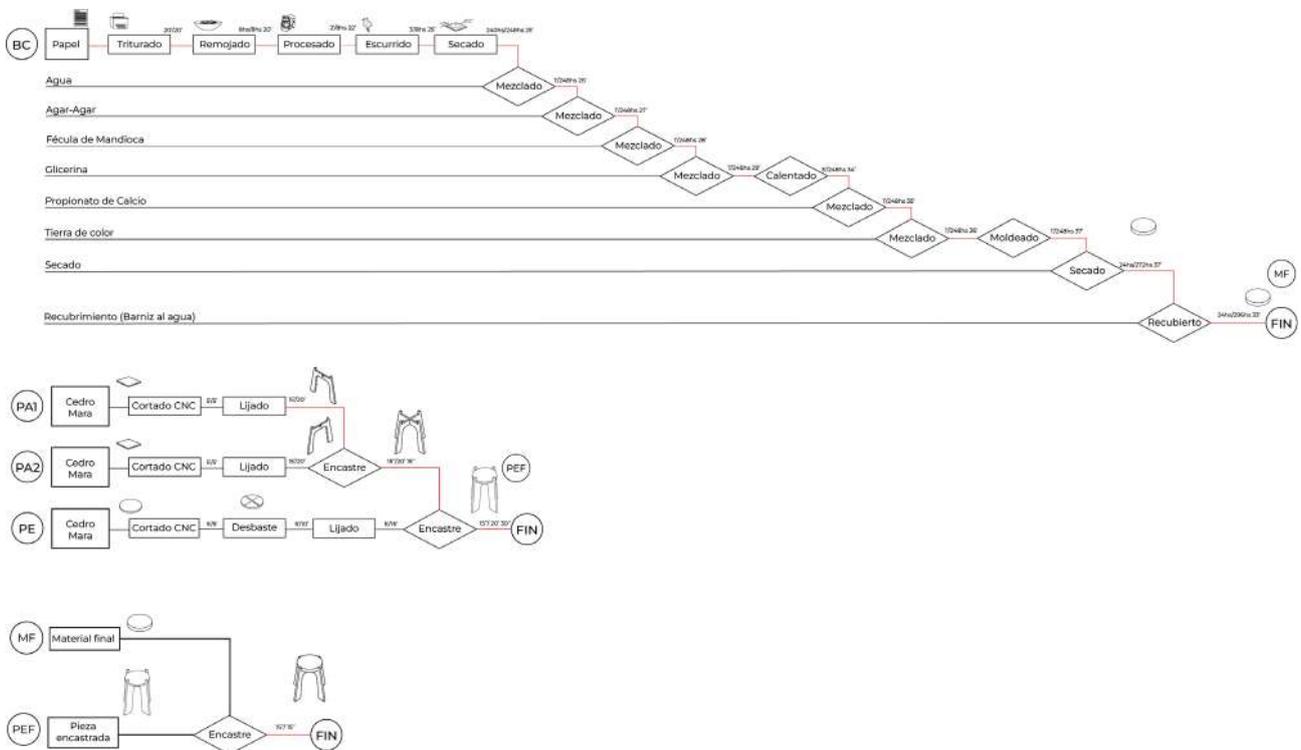


Figura 34: Flujo productivo. (2023). Elaboración propia.

## MUESTRA FINAL

**Muestra base:** El material final se realizará tomando como base la muestra número cinco de la segunda etapa práctica. Para ello se ajustará al molde final que posee las siguientes dimensiones: Diam: 34,5 cm, Espesor: 6 cm. Para lograrlo se multiplicará por aproximadamente tres la proporción inicial.

Los siguientes cálculos permiten definir las proporciones para el nuevo molde:

El factor de ajuste entre un molde de 1700 cc y uno de 5600 cc generalmente se calcula dividiendo el volumen del molde más grande entre el volumen del molde más pequeño. En este caso:

Calcular la capacidad del molde cilíndrico con un diámetro de **34.5 cm** y una altura de **6 cm** utilizando la fórmula del volumen del cilindro:

$$V = \pi (\text{diámetro} / 2)^2 \times \text{altura}$$

Se sustituyen los valores:

$$V = \pi (34,5/2)^2 \times 6$$

$$V = \pi \times 17,25^2 \times 6$$

$$V = \pi \times 297,5625 \times 6$$

$$V = 1785,375 \pi \approx 5613,16 \text{ cc}$$

Para el molde original (22 cm de diámetro y 4.5 cm de altura):

$$V_{\text{original}} = \pi (22/2)^2 \times 4.5$$

Para el nuevo molde (34.5 cm de diámetro y 6 cm de altura):

$$V_{\text{nuevo}} = \pi (34,5/2)^2 \times 6$$

Entonces, el factor de ajuste sería:

$$\text{Factor de ajuste} = V_{\text{nuevo}} / V_{\text{original}}$$

Se calculará el factor de ajuste y luego las nuevas cantidades para cada ingrediente de la receta.

$$\text{Factor de ajuste} \approx 1785.375 / 544.5$$

$$\text{Factor de ajuste} \approx 3.28$$

Ahora, se aplica este factor a cada ingrediente:

$$\text{Agua: } 976 \text{ ml} \times 3,28 \approx 3200,48 \text{ ml}$$

$$\text{Agar Agar: } 60 \text{ g} \times 3,28 \approx 196,8 \text{ g}$$

$$\text{Fécula: } 60 \text{ g} \times 3,28 \approx 196,8 \text{ g}$$

$$\text{Glicerina: } 16 \text{ g} \times 3,28 \approx 52,48 \text{ g}$$

$$\text{Papel: } 322 \text{ g} \times 3,28 \approx 1056,16 \text{ g}$$

$$\text{Calcio: } 10\text{g} \times 3,28 \approx 32,8\text{g}$$

$$\text{Tierra de color: } 10\text{g} \times 3,28 \approx 32,8\text{g}$$

## Componentes:

| Biocomponente final  | 26/11/23     |
|----------------------|--------------|
| Ingredientes         | Proporciones |
| Agar Agar            | 196,8 gr     |
| Agua                 | 3 lt 200 ml  |
| Glicerina vegetal    | 52,5 gr      |
| Fécula de mandioca   | 196,8 gr     |
| Pulpa de papel       | 1056,2 gr    |
| Propionato de calcio | 32,8 gr      |
| Tierra de color azul | 1 cda        |

En el material final no varían los ingredientes en relación a la muestra base, únicamente cambian sus proporciones.

## Procedimiento

**Paso 1:** Pesar todos los ingredientes y dejarlos separados cada uno en un recipiente.

**Paso 2:** En una olla que el tamaño va a variar según la cantidad de material que se vaya a realizar, se va agregando en primer lugar el agua y luego el agar-agar. Se va mezclando evitando que queden grumos.

**Paso 3:** Una vez que quedaron mezclados el agua y el agar-agar, se coloca la fécula de mandioca y se revuelve con cuidado.

**Paso 4:** Se coloca la glicerina en la olla y se mezcla nuevamente.

**Paso 5:** Se prende la fuente de calor, a fuego medio y se revuelve con cuidado. Cuando la mezcla va tomando cuerpo, va pasando de líquido a viscosa se agrega el propionato de calcio y se mezcla.

**Paso 6:** Por último cuando la mezcla llegó a la viscosidad adecuada se mezcla el papel y se baja el fuego. Se mezcla hasta lograr que el papel se integre totalmente. Una vez integrado se apaga el fuego.

**Paso 7:** Se coloca la mezcla en el molde elegido.

**Paso 8:** Se seca la muestra dentro del molde durante 1 a 2 días. En este período de tiempo la muestra se contrae unos milímetros, que varían según las condiciones, principalmente ambientales, a las que esté expuesta.

**Paso 9:** Se desmolda con cuidado.

**Paso 10:** Secado. Se somete al material a un período de secado en el interior de una estructura cerrada, sin exposición directa a los rayos solares, durante un lapso de dos a tres días. Posteriormente, se desmolda cuidadosamente y se dispone en una asadera. Luego, se coloca al aire libre, expuesto al sol cuando el clima lo permite, durante un plazo de siete a diez días.

**Paso 11:** Se cubre la pieza final con el acabado testeado anteriormente (barniz al agua). Este le brinda una terminación mate, le quita porosidad y lo impermeabiliza.

## Relevamiento fotográfico



Figura 35: Material final. (2024). Elaboración propia.

## Conclusiones del material final

Se logra un biomaterial que cumple con la característica deseada en términos de rigidez. Su elaboración no solo prolonga la vida útil del papel, aprovechando 100% el papel que se quiere reciclar, sino que la simplicidad del proceso de fabricación hace que sea accesible para cualquier persona interesada en la temática contribuyendo así a fomentar un consumo más responsable. Reconocemos el potencial de mejora en aspectos como la porosidad de la superficie y la mecanización del proceso para acelerar los tiempos, especialmente en la etapa de tratamiento del papel para generar la pulpa.

El biomaterial obtenido se presenta como una opción emergente dentro de los biomateriales compuestos. Una ventaja de éste es que al no tener compuestos químicos es totalmente compostable.

Como dificultad a la que se podría enfrentar este material es la producción a gran escala. Entendemos que al ser un biomaterial emergente, todavía falta que se desarrolle un método estandarizado de producción.

## PRODUCTO

Esta fase de diseño surge de la necesidad de darle al material una posible aplicación factible de ser producida.

Se plantea la aplicación del biomaterial a la tipología asiento taburete. Éste será la excusa para comunicar de manera matérica el biomaterial desarrollado.

El taburete se compone de dos elementos clave. En primer lugar, las patas del taburete se fabricarán utilizando un proceso de corte CNC y son diseñadas de manera encastrable, lo que elimina la necesidad de elementos de unión adicionales o adhesivos para unir las piezas. Esta elección de diseño se alinea con el concepto de crear un mobiliario respetuoso con el medio ambiente. La segunda parte es el componente central del mobiliario: el bio-material. También se diseñará para ser encastrable en las patas, lo que significa que no requerirá un tercer elemento para mantenerse unido a las patas.

Es importante resaltar que este material tiene una vida útil efímera en comparación con los materiales tradicionales utilizados en mobiliarios. Su ciclo de vida llega a su fin a través de la degradación, ya que no se trata de un material finito. La biodegradabilidad es una característica de este material, y su vida útil es significativamente más corta en comparación con los materiales convencionales. Esto se debe a las propiedades específicas de los materiales biodegradables, que los hacen sensibles a los factores ambientales que afectan su estado. Como parte del diseño del mobiliario, se incorpora la idea de que el usuario pueda reemplazar y rehacer la parte del asiento con sus propias manos a medida que esta se descompone con el tiempo debido a las características biodegradables del biomaterial. Esta característica refuerza aún más el enfoque de la sostenibilidad y la interacción activa del usuario con el mobiliario. De esta manera, no solo se crea un mobiliario que es ecológico desde su concepción, sino que también empoderamos al usuario al darle las herramientas y la autonomía para participar activamente en el ciclo de vida del producto, promoviendo una mayor conciencia ambiental.



## CONTEXTO DE INMERSIÓN DEL PRODUCTO FINAL

La creación y desarrollo del biomaterial en la etapa anterior han proporcionado un punto de partida sólido para la conceptualización y creación del producto final. Este producto se visualiza inmerso en la EUCD como contexto específico. Este entorno se considera adecuado para la presentación de nuevos tipos de productos, con nuevos materiales que pueden estimular la creatividad.

La elección de utilizar papel reciclado en un entorno universitario, donde las personas interactúan constantemente con el producto, tiene el potencial de generar un impacto positivo en la comunidad universitaria. Más allá de su funcionalidad, el mobiliario de papel reciclado puede servir como un ejemplo tangible de sostenibilidad y conciencia ambiental, inspirando a quienes lo utilizan a reflexionar sobre la importancia de la reutilización de recursos y la adopción de prácticas ecológicas en su vida diaria.

Desde un punto de vista tecnológico, la experimentación con este nuevo material en la construcción de mobiliario representa un hito significativo dentro de la universidad. Este proyecto establece un precedente en el uso creativo de materiales sostenibles y puede inspirar futuras investigaciones y proyectos relacionados con la eco-innovación en el diseño de productos. En definitiva, la combinación de este producto innovador y su ubicación estratégica en la Escuela Universitaria Centro de Diseño la cuál está inmersa en la FADU, crea un contexto ideal para promover la conciencia ambiental, la creatividad y la exploración de nuevas posibilidades tecnológicas en el ámbito universitario.

Este proyecto no solo tiene la finalidad de diseñar un mobiliario, sino también de proponer un medio efectivo para comunicar conceptos e ideas. Estos conceptos incluyen el uso de materiales respetuosos con el medio ambiente, la promoción de ciclos de vida prolongados y la práctica de la fabricación artesanal de piezas, lo que permite sustituirlas y extender la vida útil del producto de manera sostenible.

El enfoque se centra en acercar el biomaterial, en el que el papel reciclado desempeña un papel fundamental, a la comunidad estudiantil. El objetivo es que los estudiantes comprendan y visualicen las oportunidades que ofrece un material aparentemente en desuso. Este material puede transformarse en productos prácticos y funcionales que pueden ser utilizados por muchas personas en su vida diaria.

La EUCD se convierte así en un espacio de inspiración y educación, donde se fomenta la creatividad y la reflexión sobre las prácticas ambientales en la sociedad actual.

Esta idea destaca la formación e investigación de quienes están involucrados en la concepción y construcción del hábitat humano en sus diversas dimensiones. En este contexto, la integración de la innovación propuesta por este proyecto adquiere un valor significativo para la comunidad universitaria.

La incorporación de la innovación, en forma de mobiliario fabricado a partir de biomateriales como el papel reciclado, contribuye a la generación de nuevos conocimientos relacionados con posibilidades materiales y la creación en el entorno. Esta innovación se alinea perfectamente con la misión de la facultad y su enfoque en la formación de profe-

sionales y la investigación relacionada con la construcción del hábitat humano.

La búsqueda constante de la innovación es un factor esencial y fundamental dentro de las carreras que se imparten en la facultad. La profundización en el estudio de nuevas tecnologías y materiales es un componente integral de la formación académica y de investigación en FADU. Este proyecto pretende contribuir al avance de los conocimientos y a la exploración de nuevas posibilidades en la concepción y construcción del hábitat humano, en consonancia con la visión de la facultad.

El diseño de un producto basado en un material reciclado, con la posibilidad de ser reutilizado y reimaginado para cumplir diferentes funciones, representa un ejemplo del pensamiento innovador y creativo que caracteriza a los estudiantes de Diseño Industrial. Este enfoque refleja la amplitud de posibilidades que existen al generar un producto material y la versatilidad que puede ofrecer en términos de adaptabilidad y sostenibilidad.

Como futuros profesionales del diseño industrial, estamos en constante evolución y aprendizaje, explorando continuamente para desarrollar soluciones a los desafíos presentes y futuros de la sociedad. La velocidad a la que avanza la tecnología impulsa el diseño de nuevos materiales y enfoques, y estamos comprometidos en estar a la vanguardia de estas tendencias.

# PRODUCTO Y USUARIO

¿Quiénes asisten a la Escuela Universitaria Centro de Diseño?

La determinación de los usuarios se centra en una tipología ya que entre los alumnos y docentes se comparten características y cualidades, las cuales se consideran son las más imprescindibles para este proyecto.

Características de alumnos y docentes de la licenciatura en Diseño Industrial:

- Tienen una fuerte inclinación hacia la creatividad y la estética.
- Son curiosos y tienen una tendencia hacia el pensamiento crítico. Cuestionan las convenciones y buscan soluciones creativas a los problemas de diseño.
- Suelen ser colaborativos y están dispuestos a trabajar en equipo para lograr objetivos comunes.
- Adaptables a nuevos requerimientos, aprender nuevas técnicas y tecnologías a medida que las tendencias de diseño evolucionan.
- Mentalidad abierta a explorar nuevas ideas y enfoques.
- Interesados en temas relacionados con el medio ambiente y buscan integrar prácticas sostenibles en su trabajo.

A ambos usuarios les interpelará la presencia del producto basado en papel reciclado pues es una fuente de nuevo conocimiento generado dentro de la Universidad.

## Relevamiento fotográfico



Figura 36: Interior de la Escuela Universitaria Centro de Diseño. (2023). Fotografías propias.

Todas las imágenes presentadas a continuación son de autoría propia realizadas el 24 de Octubre del 2023 a las 18.00hs.

## **Conclusiones del relevamiento fotográfico**

Se puede concluir luego de la visita en territorio a la EUCD, que es un espacio apropiado y propicio a exposiciones innovadoras que contribuyan al conocimiento de la comunidad. Los estudiantes deciden pasar su tiempo entre clases en las inmediaciones de la escuela, por lo tanto los asientos son imprescindibles para este contexto. Siendo las 18 pm del Martes 24 de Octubre los estudiantes repasan sus apuntes y terminan sus entregas en la escuela antes de sus clases. Es un entorno de exposiciones innovadoras y que generan el contexto y entorno apropiado para el estudio y el incremento de la creatividad. Las exposiciones y contribuciones de diseños e investigaciones de estudiantes son muy bienvenidas en la escuela, motivando y generando curiosidad a aquellos que transcurren por los pasillos diariamente.

## **DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

En el contexto de la EUCD, se propone un producto de diseño sostenible con el objetivo de crear un mobiliario de escala media que combine funcionalidad y estética con un fuerte enfoque en la sostenibilidad. Este taburete se distingue por su estructura de madera resistente y su base de asiento, que utiliza pulpa de papel reciclado y materiales biocompuestos.

### **Contexto**

El producto se diseña pensando en la Escuela Universitaria de Diseño como contexto, por ser un entorno que promueve la creatividad y la innovación en el diseño de productos. La escuela es un lugar donde se valora la experimentación y la incorporación de enfoques sostenibles en el diseño. Este taburete pretende ser un ejemplo tangible de cómo los principios de sostenibilidad pueden aplicarse en un entorno académico.

### **Objetivos del proceso proyectual de diseño**

Los principales objetivos de este proceso incluye la creación de un taburete funcional y estéticamente atractivo, la utilización de materiales sostenibles como papel reciclado y compuestos, y la integración del diseño en un contexto universitario. Estos objetivos orientan todo el proceso de diseño y producción del taburete.

### **Características del producto**

El taburete diseñado presenta una estructura de madera multiplaca de poplar, lo que garantiza su durabilidad y resistencia. La base del asiento se compone de pulpa de papel reciclado y materiales biocompuestos, que se unen para formar una superficie cómoda y resistente.

Sus dimensiones son 50 cm de alto por 56 cm de ancho y diseño ergonómico lo hacen adecuado para una variedad de usos.

El taburete combina funcionalidad y estética. Su diseño atractivo lo hace adecuado para diversas configuraciones, desde salones, hall de ingreso, hasta terraza exterior en un día soleado.

La estructura de madera proporciona la solidez necesaria, y la base de asiento ofrece una superficie ergonómica para el confort del usuario.

## **Proceso de Diseño**

El proceso de diseño involucró el diseño del material, la aplicación del biomaterial a un producto, conceptualización de la idea, seguida de la creación de bocetos y modelos en 3D. Se realizó un prototipo para definir la estructura y garantizar la comodidad del asiento.

## **JUSTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES**

El dispositivo posee materiales y elementos que son fácilmente encontrados en el mercado uruguayo, los cuales se consiguen evitando la contaminación propia de la importación, generando un dispositivo sustentable.

En base al ciclo de vida del producto, las fases son las siguientes:

Extracción de materias primas (en este proyecto: papel reciclado), Fabricación, Venta y Distribución, Uso, Fin de Vida, Reciclaje de materiales o re-fabricación del material.

La forma de este ciclo de vida del producto genera que el mismo no produzca tantos desechos, de esta forma evita en cierta manera la contaminación propia del descarte de los productos. Sus materiales pueden reutilizarse y reciclarse en futuros diseños o rediseños.

## **Bio compuesto**

Lo que caracteriza principalmente a ese elemento del producto es su cuidado con el medio ambiente, la reutilización y reciclaje de un material en desuso. Este compuesto posee características que lo justifican para ser un material adecuado para el uso que se le pretende dar en el proyecto. Es el material más relevante del producto ya que el proyecto se basó en él para realizar el diseño de mobiliario.

## Madera de Cedro Mara

Se utilizó para diseñar los apoyos madera de cedro mara. La madera de cedro posee buena resistencia al estar a la intemperie y presenta resistencia moderada a los hongos e insectos. Puede ser aserrada sin complicaciones, se pueden utilizar aditivos sin dificultad y el uso de tornillos y clavos no presenta complejidades.

Se mecanizó y cortó el diseño de las patas con un Router CNC minimizando de esta manera los desperdicios del corte. Se aplica comunmente en la carpintería en general. Es un material adecuado para mobiliarios y muy resistente para nuestro objetivo.

### ¿Qué?

Un taburete bajo de escala media con un diseño atractivo y una estructura de madera sólida. Su característica distintiva es su base de asiento, que está hecha de pulpa de papel reciclado y biocompuestos. Este asiento combina comodidad y sostenibilidad al mismo tiempo, creando un mueble versátil y estéticamente agradable. Se utilizaron 6 kilos de papel reciclado en la creación del asiento, lo que contribuye significativamente a la revalorización del papel.

### ¿Por qué?

El motivo detrás de este producto radica en la creciente conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad en el diseño de productos. El uso de papel reciclado y materiales compuestos en la fabricación del asiento no solo reduce los residuos, sino que también promueve la reutilización de materiales. En la actualidad, el papel reciclado se paga a 3 pesos por kilo, lo que demuestra la revalorización de este material. Este taburete sostenible responde a la necesidad de reducir el impacto ambiental y fomentar prácticas responsables en la industria del diseño de muebles.

### ¿Para qué?

Este taburete, diseñado para su uso en un entorno universitario, sirve de asiento cómodo y atractivo para los usuarios del lugar. Además, promueve la sostenibilidad al servir como ejemplo de cómo los materiales reciclados y sostenibles pueden incorporarse eficazmente en el diseño de productos, fomentando así la conciencia ambiental en el ámbito académico. El empleo de 6 kilos de papel reciclado en su fabricación resalta la importancia de revalorizar este recurso, con un valor de 3 pesos por kilo, demostrando cómo este enfoque puede inspirar a otros diseñadores y estudiantes a adoptar prácticas sostenibles en sus proyectos y a comprender la relevancia de la sostenibilidad en el diseño de productos.

## IDEACIÓN

A continuación, se presenta un moodboard con inspiraciones y referencias que guiarán el diseño del producto, donde el componente principal que destacará es el biomaterial. La elección de utilizar multiplaca se basa en la relación estética con el biomaterial. Se opta por una multiplaca de tono claro, que resalte el color del bio-compuesto, pigmentado de color.

Se propone la implementación de encastres para la unión de las distintas, evitando así la necesidad de aditivos o elementos de unión, como tornillos. Esta elección se fundamenta en nuestra decisión de diseño sustentable, amigable con el medio ambiente.

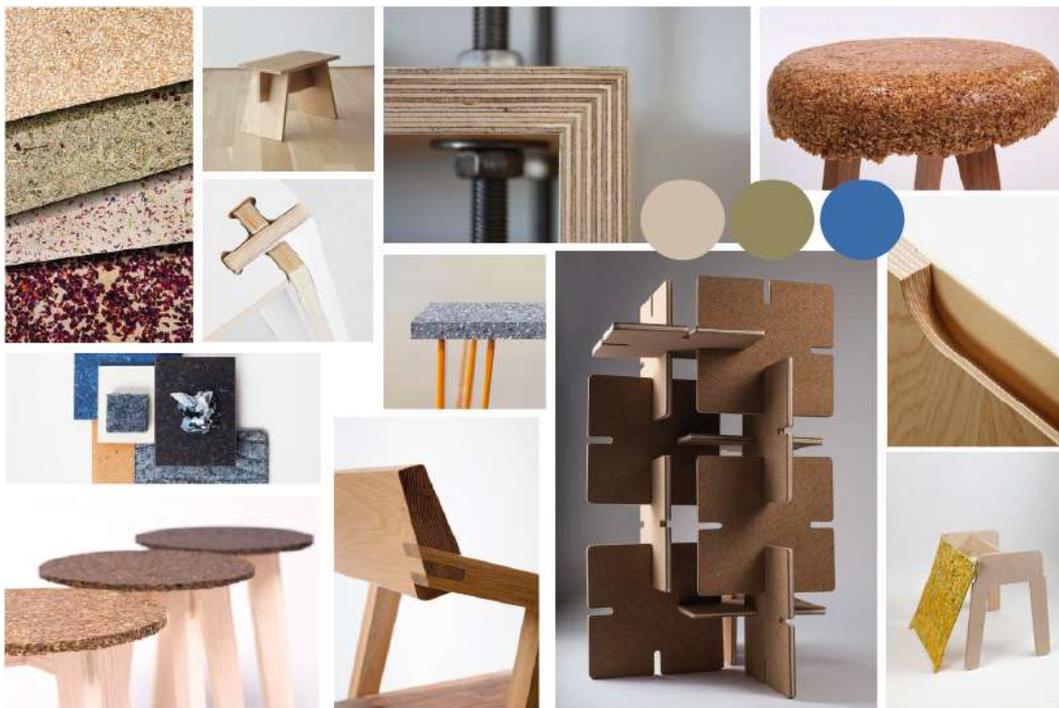


Figura 37: Moodboard ideación. (2023). Elaboración propia.

### Prototipo funcional Escala 1:1

Se decidió realizar un prototipo funcional a escala 1:1 del producto diseñado para ser factible de utilización luego de culminado el proyecto.

Primeramente se realizaron proyecciones en modelado 3D para ver cómo se vería el producto en el espacio y de esta manera diseñar adecuadamente los apoyos y los encastres que este debía tener. Se realizó esta práctica a modo de previsualización del diseño que se tenía en mente y cómo se relacionaban las proporciones elegidas.



Figura 38: Render del producto final. (2023). Elaboración propia.

## CONCLUSIONES GENERALES

Esta investigación pretende ser un precedente en la creación de biomateriales con la posibilidad de ser estudiado en mayor profundidad para otras aplicaciones. La colaboración de Camila Marabotto resultó clave para la experimentación, brindando conocimientos precisos sobre biomateriales.

El universo de los biomateriales es inmenso, así como las posibilidades matéricas que otorga. Como se puede comprender en este proyecto, un material con una estructura rígida puede tener como base otro más débil o que a simple vista no podría aplicarse a un diseño como el que se propuso. Con el estudio de las cantidades y los diversos componentes sostenibles se puede generar un material innovador, reciclando y reutilizando el papel en desuso.

Se considera se completa el ciclo de vida del papel, prolongando su utilidad hasta su degradación total en la creación del nuevo producto.

El estudio sobre los biomateriales es de utilidad para concientizar sobre las posibilidades del reciclaje, el consumo consciente y sostenible. Este campo de materiales es sumamente amplio e interesante y generando un proyecto accesible a estudiantes, docentes, profesionales del diseño, este puede ser replicado, investigado y fabricado por cualquiera de ellos. Tanto el proceso del reciclaje como el proceso de producción del material y su secado es sencillo de generarse artesanalmente, posibilitando su fabricación sin necesidad de herramientas sofisticadas.

El camino recorrido ha dejado varias muestras de posibles e interesantes materiales con diferentes características gracias a las distintas experimentaciones hechas con mirada al objetivo del material final.

El material posee una vida útil finita, lo que permite una apreciación continua de su uso y vida. La posibilidad de degradación y posterior reutilización, así como el diseño de apoyos pensados para ser reutilizados, reflejan la esencia del proyecto y su disposición final amigable con el medio ambiente.

Tomando como base la parte teórica del trabajo se considera que el resultado al que se llegó se alinea totalmente con lo planteado. La sobreproducción de objetos a nivel mundial es una problemática que está empezando a cuestionarse y concientizarse. En esta línea se propone un producto fabricado artesanalmente y único. Pues, las condiciones en las que se fabricará variarán y con ellas el material.

Este además se diseñó y fabricó especialmente con componentes que se encuentran a nivel local, con recursos locales, es decir que posee elementos que son fácilmente encontrados en el mercado uruguayo, evitando la contaminación propia de la importación, generando así un material sustentable también en esta esfera.

Por otro lado, este no solo se enfoca en el impacto ambiental, sino que abarca otros escenarios como el económico, ético, de producción artesanal y de consumo.

Se considera que se cumplieron adecuadamente tanto los objetivos generales como los específicos, pues se ha desarrollado un material a partir de papel reciclado para ser aplicado posteriormente en un mobiliario, además de haber generado conocimiento sobre las características del material. Se crearon muestras y fichas técnicas con el objetivo de informar y detallar las características y especificaciones técnicas de las pruebas realizadas. Por último se definió, diseñó y desarrolló un tipo de mobiliario factible de ser producido para el material creado.

El uso del papel en el marco propuesto resulta muy significativo, pues además de ser uno de los materiales más importantes de nuestra cotidianeidad es el causante de una gran cantidad de desperdicios. Reutilizarlo y darle otra oportunidad como material sin modificarlo radicalmente resulta en la comunicación que se pretendía para el proyecto, cómo mediante compuestos orgánicos se puede generar un material resistente en diferentes circunstancias. Asimismo comunica las diferentes capacidades que todos los materiales podrían tener de investigar alternativas de sus comportamientos y características. Las posibilidades son muy amplias y presentan un precedente de caminos alternativos a los materiales tradicionales y de usos comunes.

# CONSIDERACIONES FINALES, TEMAS PENDIENTES Y PROYECCIONES

Se plantea que este trabajo de grado funcione como punto de partida para futuras investigaciones y estudios basados en biomateriales.

La innovación y creación de nuevos materiales amigables con el ambiente se considera de gran importancia para la comunidad del diseño. La introducción de alternativas sostenibles abre nuevas posibilidades para diversas aplicaciones y propósitos, contribuyendo así al desarrollo de soluciones más ecológicas.

En este sentido, las futuras investigaciones podrían enfocarse en la exploración de diversas dimensiones del biomaterial, por ejemplo, aplicaciones específicas, implicaciones productivas y su viabilidad en términos económicos. Estudiar estas variables proporciona una comprensión más completa de la versatilidad y aplicabilidad del biomaterial desarrollado.

En cuanto a ensayos en Laboratorio, para fortalecer la validez y confiabilidad de los resultados, se sugiere realizar ensayos en laboratorio. Estos ensayos pueden abordar aspectos como la resistencia, durabilidad y otras propiedades físicas y químicas del biomaterial. Los resultados obtenidos de estos ensayos pueden ofrecer información valiosa para la mejora continua del material y su adaptación a diferentes contextos.

Por otra parte, considerando la posible aplicación práctica de este biomaterial, se podría investigar y desarrollar un kit de fabricación que permita la producción del material de manera accesible. Esto no solo facilitaría la replicabilidad de los resultados, sino que también promovería su implementación en diversos entornos de diseño.

## BIBLIOGRAFÍA

ABAL, B., CASAFÚA, C., MÉNDEZ, C. y otros. Desarrollo e innovación de materiales a partir de desechos provenientes de la extracción de gemas en el norte del Uruguay. Tesis de grado, UR. FADU- EUCD, 2017.

Bartaburu, P y López, C. Aproximación al desarrollo de un biomaterial en cuero [en línea] Tesis de grado. Montevideo : Udelar. FADU. EUCD, 2023.

DELGADO PÉREZ, L. Paneles para absorción acústica con desechos textiles. Tesis de grado, UR. FADU- EUCD, 2017.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAU. (s.f.). Clasificación de Papeles - Presentación. Recuperado de <http://www.adau.com.uy/innovaportal/file/16602/1/clasificacion-de-papeles---presentacion.pdf>

Alcivar Vélez, D. E. (s.f.). Título del contenido. Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos93/papercrete-como-material-ecologico-construccion/papercrete-como-material-ecologico-construccion>.

Bürdek, B. E. (1994). Metodología de diseño. Recuperado de: <https://catedrad3.files.wordpress.com/2009/04/metodologia-de-diseno.pdf>

Cempre. (2023). Recuperado de: <https://cempre.org.uy/papel/>

Centro de la Vivienda Económica [CVE] argentino. (s.f.). Casas ecológicas hechas con bloques de papel reciclado. Recuperado de: <https://espaciosustentable.com/casas-ecologicas-hechas-con-bloques-de-papel-reciclado/>

Del Giorgio Solfa, F. (2011). Informe Científico Final: Diseño sustentable: la industria, los consumidores y los profesionales del diseño industrial en el desarrollo de productos y en la preservación del medio ambiente. Recuperado de: <https://www.aacademica.org/del.giorgio.solfa/94>

Ebnesajjad, S. (2010). Handbook of Adhesives and Surface Preparation: Technology, Applications, and Manufacturing. William Andrew.

European Bioplastics. (2014). Bioplásticos. Recuperado de: <http://en.european-bioplastics.org>

Fuller, B., Fafitis, A., & Santamaria, J. (2006). Structural Properties of a New Material Made of Waste Paper.

Gobierno Nacional de Uruguay. (2022). Uruguay incrementará en un 4.30% la recuperación de envases de plástico, cartón y vidrio en 2023. Recuperado de: <https://www.gub.uy/>

uy/presidencia/comunicacion/noticias/uruguay-incrementara-4-30-recuperacion-envases-plastico-carton-vidrio-2023

Ibar, F. (2015). Teoría y crítica del diseño de muebles. *Arte e Investigación*, (N.º 11), 20-26. ISSN 2469-1488. Recuperado de <http://papelcosido.fba.unlp.edu.ar/ojs/index.php/aei/article/view/23/216>

Isofloc® LM. (s.f.). Recuperado de <https://isofloc.com/our-insulation-products/isofloc-lm/>

La Nación. (2018). Alex Blanch: “El diseño no solo aporta valor agregado, sino que es estructural para el negocio”. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/economia/alex-blanch-el-diseno-no-solo-aporta-valor-agregado-sino-que-es-estructural-para-el-negocio-nid2136004/>

Martínez, F., Soria, R. y Olivetti, M (2016). Pensamiento del diseño y de la integralidad de las funciones universitarias. Conceptos generales en la construcción de trayectorias universitarias entre los vecinos del Cerro, la Escuela Universitaria Centro de Diseño y el programa Apex. En el Seminario Taller Ideas y Acciones integrales. Montevideo, Uruguay: facultad de Arquitectura, diseño y Urbanismo, UDELAR

Mejía, C., & Valencia, A. H. (2010). Materiales en el diseño industrial: una herramienta metodológica para el diseño de materiales. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/7226>.

Montes del Plata. (s.f.). Celulosa y Energía. Recuperado de <https://www.montesdelplata.com.uy/espanol/celulosa-y-energia-4>

Norman, D. (1988). *Psicología del Objeto Cotidiano*. Editorial Nerea.

Real Academia Española. (2022). Papel. Recuperado de <https://dle.rae.es/papel>

Real Academia Española. (2022). Diccionario de la lengua española. Recuperado de: <https://dle.rae.es/taburete>

Real Academia Española. (2022). Diccionario de la lengua española. Recuperado de: <https://dle.rae.es/silla>

Repapel (2024). Recuperado de: [www.repapel.org/sobre-nosotros/](http://www.repapel.org/sobre-nosotros/)

Scheps, G. (2009-2017). “Todos piensan en términos de futuros posibles, de organización y creación de espacios y objetos, conciben las formas de materializar esas ideas, y analizan las repercusiones culturales y sociales de sus ideas.” Recuperado de <https://www.fadu.edu.uy/institucion/>

SLOC Sostenibilidad. (2017). Small, Local, Open, and Connected: Design for Social Innovation and Sustainability. Recuperado de: <http://www.cultura-material.org/sloc-sostenibilidad/#easy-footnote-bottom-1-1800>

Solheim, E. (2018). “We need to see waste for what it really is – a wasted resource.” Two Sides. Recuperado de: <https://twosides.info/UK/environmental-benefits-of-paper-recycling/#:~:text=%E2%80%9CWe%20need%20to%20see%20waste,a%20thing%20of%20>

the%20past.

Uruguay Recicla (2024). Recuperado de: [www.uruguayrecicla.org.uy/quienes-somos/](http://www.uruguayrecicla.org.uy/quienes-somos/)

## IMÁGENES

Figura 1: Árbol de problemas. (2023). Imagen propia.

Figura 2: Propuesta metodológica para el diseño de materiales. (Mejía, Valencia & Vélez, 2010).

Figura 3: Simbióticas Lab. (2022). Instagram. Recuperado de: [https://www.instagram.com/simbioticas\\_lab/](https://www.instagram.com/simbioticas_lab/)

Figura 4: Espacio Sustentable. (2023). Casas ecológicas hechas con bloques de papel reciclado. Recuperado de <https://espaciosustentable.com/casas-ecologicas-hechas-con-bloques-de-papel-reciclado/>

Figura 5 y 6: Papertile. (2021). Recuperado de: <https://www.papertile.ca/>

Figura 7: Diagrama de reciclaje de papel. (2023) imagen propia.

Figuras 8 y 9: Mariel recolectando cartón. (2023). Fotografía Propia.

Figura 10: Well Proven Chair (2012). Recuperado de: <https://www.marjanvanaubel.com>

Figura 11: Isofloc® LM. (2012). Recuperado de <https://isofloc.com/our-insulation-products/isofloc-lm/>

Figura 12: Concreto de papel "Papercrete". Recuperado de: <https://momotabasco.wordpress.com/2015/08/24/concreto-de-papel-papercrete/>

Figura 13: Experimentación con tintes. (2023). Fotografía propia.

Figura 14: Experimentación con tintes. (2023). Fotografía propia.

Figura 15: Proceso de fabricación de pasta de papel. (2023). Fotografía propia.

Figura 16: Muestra original Etapa 2. (2023). Autor: Camila Maraboto.

Figura 17: Muestra 1 Etapa 2. (2023). Autor: Camila Maraboto.

Figura 18: Muestra 2 Etapa 2. (2023). Autor: Camila Maraboto.

Figura 19: Muestra 3 Etapa 2. (2023). Autor: Camila Maraboto.

Figura 20: Muestra 4 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

Figura 21: Muestra 5 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

Figura 22: Lijado Muestra 4 Etapa 2. (2023). Fotografía propia.

Figura 23: Prueba protección, resistencia al agua. (2023). Fotografía propia.

Figura 24: Prueba de resistencia al agua. (2023). Fotografía propia.

Figura 25: Prueba resistencia al calor. (2023). Fotografía propia.

Figura 26: Prueba resistencia al fuego. (2023). Fotografía propia.

Figura 27: Prueba de dureza. (2023). Fotografía propia.

Figura 28: Prueba de corte. (2023). Fotografía propia.

Figura 29: Prueba de taladrado. (2023). Fotografía propia.

Figura 30: Prueba a esfuerzo de compresión. (2023). Fotografía propia.

Figura 31: Ficha técnica número uno. (2023). Elaboración propia.

Figura 32: Ficha técnica número dos. (2023). Elaboración propia.

Figura 33: Ficha muestra final. (2023). Elaboración propia.

Figura 34: Flujo productivo. (2023). Elaboración propia.

Figura 35: Material final. (2024). Elaboración propia.

Figura 36: Interior de la Escuela Universitaria Centro de Diseño. (2023). Fotografías propias.

Figura 37: Moodboard ideación. (2023). Elaboración propia.

Figura 38: Render del producto final. (2023). Elaboración propia.







**ANEXO**

## EXPERIMENTACIÓN INICIAL

Como se mencionó, estas primeras experimentaciones se realizan con el objetivo de ponerse en contacto con los materiales, ensayando particularmente con aquellos de origen natural y ecológicos, siguiendo la esencia del proyecto. Esta primera etapa de experimentación se basó en estudiar antecedentes sobre materiales constituidos por una pasta y un bio-aglutinante. Del estudio surgieron varias conformaciones o recetas de materiales, de las cuales se experimentó con almidón, colofonia (resina de pino), agar-agar, gelatina, glicerina, vinagre y cola vinílica.

### 1

La primera receta que se llevó a cabo fue una mezcla de **papel reciclado + almidón + agua + vinagre**. Se calienta primero el almidón de maíz junto con el vinagre y el agua, cuando se unifica la mezcla y comienza a espesarse, se agrega la pulpa de papel seco. Una vez puesto en el molde y con el secado de varios días, notamos que a pesar de estar todo unido. Tenía grietas por lo cual la resistencia a cualquier esfuerzo que se le aplique iba a ser deficiente.

Cantidades:

| Exp. Inicial 1           | 29/7/23      |
|--------------------------|--------------|
| Ingredientes             | Proporciones |
| Almidón                  | 2 cdas       |
| Pulpa de papel reciclado | 100 gr       |
| Vinagre de alcohol       | 1 cda        |
| Agua                     | 400 ml       |
| Bicarbonato de sodio     | 1 cda        |



Primer experimentación inicial. (2023). Fotografía propia.

## 2

En la segunda experimentación, se exploró la combinación de pulpa seca de **papel reciclado con colofonia**. Para lograr este proceso, se procedió calentando la resina de pino hasta su punto de ebullición y posteriormente se incorporó la pulpa de papel reciclado. La manipulación de la mezcla se volvió extremadamente desafiante debido a la elevada temperatura alcanzada. La textura resultante después de la exposición al calor se tornó notablemente rígida y cristalina, mostrándose propensa a romperse en pequeñas astillas afiladas. Vale destacar que al enfriarse por el contraste térmico, la pieza se quebró en pedazos, evidenciando su falta de viabilidad como material estructural.

Cantidades:

| <b>Exp. Inicial 2</b>      | <b>29/7/23</b> |
|----------------------------|----------------|
| Ingredientes               | Proporciones   |
| Colofonia (resina de pino) | 50 gr          |
| Pulpa de papel reciclado   | 40 gr          |



Segunda experimentación inicial. (2023). Fotografía propia.

### 3

Posteriormente, se experimentó con **papel reciclado + agar-agar + agua + glicerina**. En esta instancia, se logró una pasta uniforme al mezclar agua caliente con los ingredientes mencionados, generando una mezcla densa. Al completar el proceso de secado, esta mezcla se transformó en un material con una resistencia satisfactoria, al tiempo que conservó su flexibilidad. Sin embargo, esta última característica no se alinea con el objetivo deseado para el diseño del material.

Cantidades:

| <b>Exp. Inicial 3</b>    | <b>29/7/23</b> |
|--------------------------|----------------|
| Ingredientes             | Proporciones   |
| Agar Agar                | 10 gr          |
| Pulpa de papel reciclado | 40 gr          |
| Glicerina                | 5 cc           |
| Agua                     | 100 ml         |



Tercera experimentación inicial. (2023). Fotografía propia.

#### 4

Para la siguiente experimentación, se usó **agua + papel reciclado + gelatina + vinagre**. Siguiendo el mismo procedimiento anterior, se mezclaron todos los ingredientes con agua caliente, obteniendo una pasta cohesionada y resistente a fuerzas externas. No obstante, al igual que en la muestra anterior, se observó una marcada flexibilidad y una limitada rigidez en el resultado final.

Cantidades:

| <b>Exp. Inicial 4</b>    | <b>2/8/23</b> |
|--------------------------|---------------|
| Ingredientes             | Proporciones  |
| Agar Agar                | 10 gr         |
| Pulpa de papel reciclado | 35 gr         |
| Gelatina                 | 5 gr          |
| Agua                     | 100 ml        |
| Vinagre                  | 1 cda         |



Cuarta experimentación inicial. (2023). Fotografía propia.

## 5

En la quinta prueba, se mezcló **papel craft triturado (no pulpa de papel) con almidón, bicarbonato de sodio y vinagre de alcohol**. Al igual que en las dos pruebas anteriores, se utilizó agua caliente para combinar todos los ingredientes mencionados. Esta muestra en particular se enfrió en el refrigerador durante algunas horas, adquiriendo una consistencia rígida y resistente. Sin embargo, al pasar a temperatura ambiente, se volvió flexible, lo cual no resultó ser buen indicio para el propósito que se persigue.

Cantidades:

| <b>Exp. Inicial 5</b> | <b>29/7/23</b> |
|-----------------------|----------------|
| Ingredientes          | Proporciones   |
| Almidón de maíz       | 2 cdas         |
| Papel craft triturado | 100 gr         |
| Bicarbonato de sodio  | 1 cda          |
| Agua                  | 400 ml         |
| Vinagre de alcohol    | 1 cda          |



Quinta experimentación inicial. (2023). Fotografía propia.

En la última fase de experimentación, se decidió evaluar una mezcla conocida: **papel reciclado junto con cola vinílica**. Aunque el resultado obtenido se aproximó a las características del material deseado, se observó que podría no ser lo suficientemente resistente para soportar cargas significativas. La realización de esta muestra tuvo como propósito principal explorar diversas combinaciones de materiales, incluso aquellas que no cumplen completamente con criterios ecológicos, con el fin de comprender mejor qué elementos pueden utilizarse y evaluar sus resultados en el proceso de desarrollo del material deseado.

La elección de emplear cola vinílica como aglutinante, a pesar de su naturaleza no biodegradable, se fundamenta en la necesidad de establecer un punto de referencia para evaluar y comparar los resultados con aglutinantes biodegradables. Esta aproximación inicial con un adhesivo convencional permite evidenciar las propiedades y características a las que se quiere llegar proporcionando así un marco de referencia para la evaluación de los futuros bioaglutinantes.

Cantidades:

| <b>Exp. Inicial 6</b>    | <b>29/7/23</b> |
|--------------------------|----------------|
| Ingredientes             | Proporciones   |
| Agua                     | 40 ml          |
| Pulpa de papel reciclado | 40 gr          |
| Cola Vinílica            | 30 gr          |



Sexta experimentación inicial. (2023). Fotografía propia.





## Pulpa de papel + Almidón de maíz + Vinagre de alcohol + Bicarbonato de sodio + Agua

### Componentes

- Almidón (2 cdas)
- Pulpa de papel reciclado (100 gr)
- Vinagre de alcohol (1 cda)
- Agua (400 ml)
- Bicarbonato de sodio (1 cda)

Tiempo de secado: 7-10 días

### Características de textura visual

Brillante  Opaco

Duro  Blando

Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

### Percepción y observación

Tenía grietas por lo cual la resistencia al esfuerzo de torsión iba a ser deficiente. La combinación del almidón con el vinagre dota al material de flexibilidad. Esta característica no supondría un resultado adecuado para el proyecto.

### Tamaño de muestra en molde



### Tamaño de muestra seco



### Procedimiento

Se calienta primero el almidón de maíz junto con el vinagre y el agua, cuando se unifica la mezcla y comienza a espesarse, se agrega la pulpa de papel seco. Una vez puesto en el molde y se deja secar de 7 a 10 días.

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

Peso: 163 gr



# Nº2

## Pulpa de papel + Colofonia (Resina de Pino)

### Componentes

Colofonia (Resina de Pino) (50 gr)  
Pulpa de papel reciclado (40 gr)

Tiempo de secado: 1 hs

### Características de textura visual

Brillante  Opaco

Duro  Blando

Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

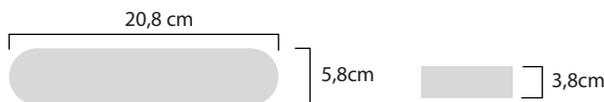
### Percepción y observación

El resultado fue un material con una buena dureza, aunque al mismo tiempo frágil, con una resistencia limitada a esfuerzos de torsión, compresión y flexión. Además, la manipulación de la mezcla se volvió sumamente desafiante debido a la alta temperatura que alcanzó. La textura resultante después de la exposición al calor se volvió bastante rígida y cristalina, propenso a romperse en pequeñas astillas afiladas.

### Tamaño de muestra en molde:



### Tamaño de muestra seco:



### Procedimiento

Se calienta la resina de pino hasta alcanzar su punto de ebullición y luego se incorpora la pulpa de papel reciclado. Se coloca en el molde y se deja secar por una hora.

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

Peso: 90 gr

# Nº3

## Pulpa de papel + Agar Agar + Glicerina + Agua

### Componentes

Agar Agar (10 gr)  
Pulpa de papel reciclado (40 gr)  
Glicerina (5 cc)  
Agua (100 ml)

Tiempo de secado: 7-10 días

### Características de textura visual

Brillante  Opaco

Duro  Blando

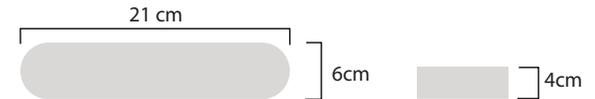
Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

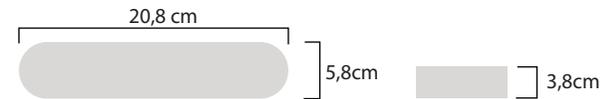
### Percepción y observación

Al secarse, esta mezcla se transforma en un material con aceptable resistencia a los esfuerzos de compresión, torsión y tracción, al mismo tiempo que presenta flexibilidad, característica que no se acerca al objetivo que se quiere lograr en el diseño del material.

### Tamaño de muestra en molde:



### Tamaño de muestra seco:



### Procedimiento

Se calienta primero el Agar Agar junto con la glicerina y el agua, cuándo se unifica la mezcla y comienza a espesarse, se agrega la pulpa de papel seco.

Una vez puesto en el molde y se deja secar de 7 a 10 días.

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde.
- Facilidad de desmolde sin previa aplicación de antiadherentes
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

Peso: 78 gr



# N°4

## Pulpa de papel + Agar Agar + Gelatina + Vinagre de alcohol + Agua

### Componentes

Agar Agar (10 gr)  
Pulpa de papel reciclado (35 gr)  
Gelatina (5 gr)  
Agua (100 ml)  
Vinagre (1 cda)

Tiempo de secado: 7-10 días

### Características de textura visual

Brillante  Opaco

Duro  Blando

Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

### Percepción y observación

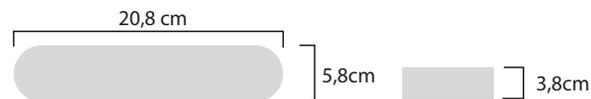
Se percibe como una muestra heterogénea con color claro que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones.

se formó una pasta unida y compacta resistente a los esfuerzos de compresión, torsión y tracción, pero resultó ser muy flexible y tener poca dureza.

### Tamaño de muestra en molde:



### Tamaño de muestra seco:



### Procedimiento

Se calienta primero el Agar Agar junto con la glicerina, el vinagre y el agua, cuando se unifica la mezcla y comienza a espesarse, se agrega la pulpa de papel seco.

Una vez puesto en el molde y se deja secar de 7 a 10 días..

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

Peso: 83 gr



N°5

## Papel kraft + Almidón de Maíz + Bicarbonato de sodio + Vinagre de Alcohol + Agua

### Componentes

Almidón de maíz (2 cdas)  
Papel kraft triturado (100 gr)  
Bicarbonato de sodio (1 cda)  
Agua (400 ml)  
Vinagre de alcohol (1 cda)

Tiempo de secado: 7-10 días

### Características de textura visual

Brillante  Opaco

Duro  Blando

Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

### Percepción y observación

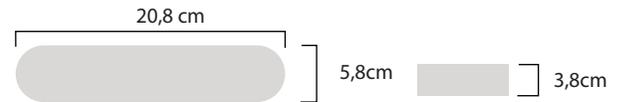
Se percibe como una muestra heterogénea con color marrón oscuro que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones.

Al pasar a secarse a temperatura ambiente, se volvió flexible.

### Tamaño de muestra en molde:



### Tamaño de muestra seco:



### Procedimiento

Se utiliza agua caliente para combinar todos los ingredientes: almidón de maíz, bicarbonato de sodio y vinagre de alcohol. Cuando comienza a espesarse, se agrega el papel kraft triturado. Se vierte en el molde y particularmente esta muestra se coloca en el refrigerador por un día. Luego se deja secar de 7 a 10 días a temperatura ambiente.

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

Peso: 170 gr



# N°6

## Pulpa de papel reciclado + Cola Vinílica + Agua

### Componentes

Agua (40 ml)

Pulpa de papel reciclado (40 gr)

Cola Vinílica (30 gr)

Tiempo de secado: 7-10 días

### Características de textura visual

Brillante  Opaco

Duro  Blando

Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

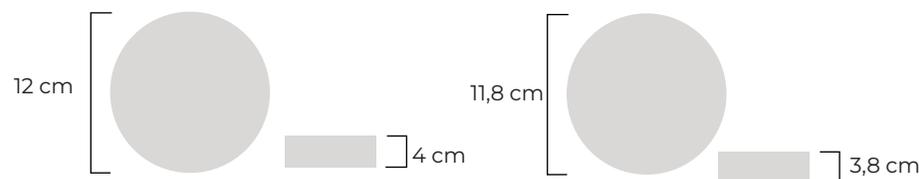
### Percepción y observación

Se percibe como una muestra heterogénea con color claro que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones.

Permite el uso de pigmentos para su aplicación como mobiliario. se observó que podría no ser lo suficientemente resistente para soportar cargas significativas.

Tamaño de muestra en molde

Tamaño de muestra seco



### Procedimiento

Se mezcla la cola vinílica con la pulpa de papel reciclada. Se vierte en un molde y se deja secar de 7 a 10 días.

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

Peso: 81 gr



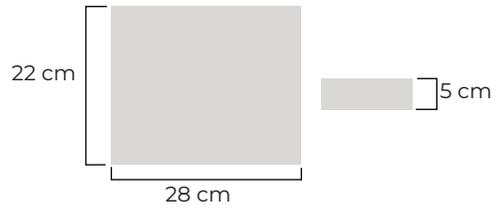
Nº7

**Pulpa de papel + Agar Agar+ Fécula de Mandioca + Glicerina Vegetal + Propionato de calcio + Agua**

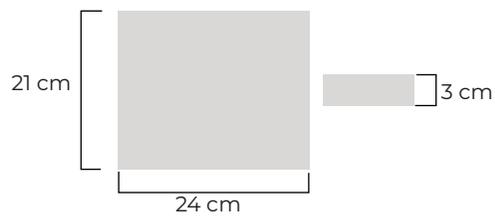
**Componentes**

- Agua (325 ml)
- Agar-Agar (20 gr)
- Fécula Mandioca (20 gr)
- Glicerina Vegetal (7 gr)
- Pulpa Papel (60 gr)
- Propionato de calcio (5 gr)

**Tamaño de muestra en molde:**



**Tamaño de muestra seco:**



Tiempo de secado: 7-10 días

**Características Físicas**

**Luminosidad**

Opaco ● Transparente Translucido

**Resistencia a la llama**

Baja ● Media Alta

**Permeabilidad**

Baja ● Media Alta

**Absorción**

Baja Media Alta ●

**Consistencia**

Sólido ● Viscoso Líquido

**Características de textura**

Elástico  Firme

Liso  Áspero

Poroso  Compacto

Cálido  Frío

Seco  Húmedo

**Características de textura visual**

Brillante  Opaco

Duro  Blando

Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

**Alcances**

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

**Percepción**

Se percibe como una muestra heterogénea con color claro que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones. Permite el uso de pigmentos para su aplicación como mobiliario.

Peso: 404 gr

Tutoría de receta base: Camila Maraboto

# Nº8

## Pulpa de papel + Agar Agar+ Fécula de Mandioca + Glicerina Vegetal + Propionato de calcio + Agua + Arcilla roja

### Componentes

Agua (325 ml)

Agar-Agar (20 gr)

Fécula Mandioca (20 gr)

Glicerina Vegetal (7 gr)

Pulpa Papel (60 gr)

Propionato de calcio (5 gr)

Arcilla roja (pigmento) (1 cuchara sopera)

Tamaño de muestra en molde:

Tamaño de muestra seco:



Tiempo de secado: 7-10 días

### Características Físicas

#### Luminosidad

Opaco ● Transparente Translucido

#### Resistencia a la llama

Baja ● Media Alta

#### Permeabilidad

Baja ● Media Alta

#### Absorción

Baja Media Alta ●

#### Consistencia

Sólido ● Viscoso Líquido

### Características de textura

Elástico [ Firme ]

Liso [ Áspero ]

Poroso [ Compacto ]

Cálido [ Frío ]

Seco [ Húmedo ]

### Características de textura visual

Brillante [ Opaco ]

Duro [ Blando ]

Denota componentes [ No denota componentes ]

Admite coloración: Sí

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

### Percepción

Se percibe como una muestra heterogénea con color claro que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones. Permite el uso de pigmentos para su aplicación como mobiliario.

Peso: 132 gr

Tutoría de receta base: Camila Maraboto

# Nº9

## Pulpa de papel + Agar Agar+ Fécula de Mandioca + Glicerina Vegetal + Propionato de calcio + Agua

### Componentes

Agua (975 ml)  
Agar-Agar (60 gr)  
Fécula Mandioca (60 gr)  
Glicerina Vegetal (16 gr)  
Pulpa Papel (322 gr)  
Propionato de calcio (10 gr)

Tiempo de secado: 7-10 días

### Características Físicas

#### Luminosidad

Opaco ● Transparente Translucido

#### Resistencia a la llama

Baja ● Media Alta

#### Permeabilidad

Baja ● Media Alta

#### Absorción

Baja Media Alta ●

#### Consistencia

Sólido ● Viscoso Líquido

### Características de textura

Elástico  Firme

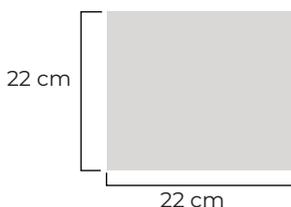
Liso  Áspero

Poroso  Compacto

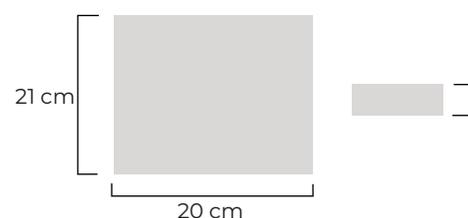
Cálido  Frío

Seco  Húmedo

### Tamaño de muestra en molde:



### Tamaño de muestra seco:



### Características de textura visual

Brillante  Opaco

Duro  Blando

Denota componentes  No denota componentes

Admite coloración: Sí

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

### Percepción

Se percibe como una muestra heterogénea con color claro que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones.

Permite el uso de pigmentos para su aplicación como mobiliario.

Peso: 476 gr

Tutoría de receta base: Camila Maraboto



# Nº10

## Pulpa de papel + Agar Agar+ Fécula de Mandioca + Glicerina Vegetal + Propionato de calcio + Agua

### Componentes

- Agua (975 ml)
- Agar-Agar (60 gr)
- Fécula Mandioca (60 gr)
- Glicerina Vegetal (16 gr)
- Pulpa Papel (322 gr)
- Propionato de calcio (10 gr)
- Cúrcuma (322gr)

Tamaño de muestra en molde:    Tamaño de muestra seco:



Tiempo de secado: 7-10 días

### Características Físicas

#### Luminosidad

Opaco ●      Transparente      Translucido

#### Resistencia a la llama

Baja ●      Media      Alta

#### Permeabilidad

Baja ●      Media      Alta

#### Absorción

Baja      Media      Alta ●

#### Consistencia

Sólido ●      Viscoso      Líquido

### Características de textura

Elástico      ●      Firme

Liso      ●      Áspero

Poroso      ●      Compacto

Cálido      ●      Frío

Seco      ●      Húmedo

### Características de textura visual

Brillante      ●      Opaco

Duro      ●      Blando

Denota componentes      ●      No denota componentes

Admite coloración: Sí

### Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

### Percepción

Se percibe como una muestra heterogénea con color claro que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones.

Permite el uso de pigmentos para su aplicación como mobiliario.

Peso: 812 gr

Tutoría de receta base: Camila Maraboto

# Nº11

**Pulpa de papel + Agar Agar+ Fécula de Mandioca + Glicerina Vegetal + Propionato de calcio + Agua**

## Componentes

Agua (975 ml)  
Agar-Agar (60 gr)  
Fécula Mandioca (60 gr)  
Glicerina Vegetal (16 gr)  
Pulpa Papel (322 gr)  
Propionato de calcio (10 gr)  
Tierra de color (300gr)

Tamaño de muestra en molde:    Tamaño de muestra seco:



Tiempo de secado: 7-10 días

## Características Físicas

### Luminosidad

Opaco ●      Transparente      Translucido

### Resistencia a la llama

Baja ●      Media      Alta

### Permeabilidad

Baja ●      Media      Alta

### Absorción

Baja      Media      Alta ●

### Consistencia

● Sólido      Viscoso      Líquido

## Características de textura

Elástico [●]      Firme

Liso [●]      Áspero

Poroso [●]      Compacto

Cálido [●]      Frío

Seco [●]      Húmedo

## Características Mecánicas

Dureza    Baja [●]      Alta

Resistencia a la caída    Baja [●]      Alta

Fragilidad    Baja [●]      Alta

Maleabilidad    Baja [●]      Alta

Tolerancia al corte    Baja [●]      Alta

Resiliencia    Baja [●]      Alta

## Características de textura visual

Brillante [●]      Opaco

Duro [●]      Blando

Denota componentes [●]      No denota componentes

## Alcances

- Capacidad de copiar el volúmen que le delimita el molde
- Generación de diferentes espesores. (Cuanto menor sea el espesor más frágil, flexible y elástico será).

## Percepción

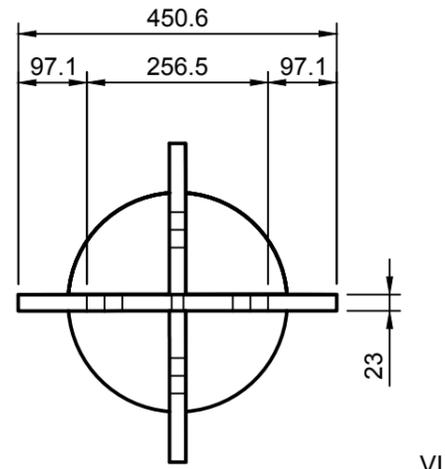
Se percibe como una muestra heterogénea con color azul que le otorga un agradable aspecto para futuras aplicaciones. Permite el uso de pigmentos para su aplicación como mobiliario.

Admite coloración: Sí

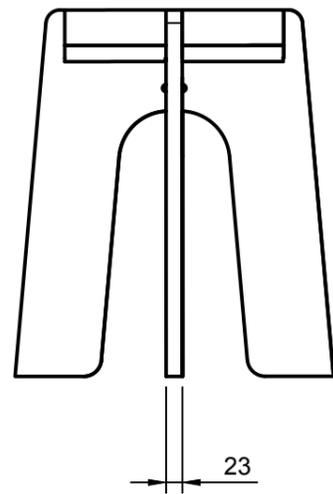
Peso: 803 gr

Tutoría de receta base: Camila Maraboto

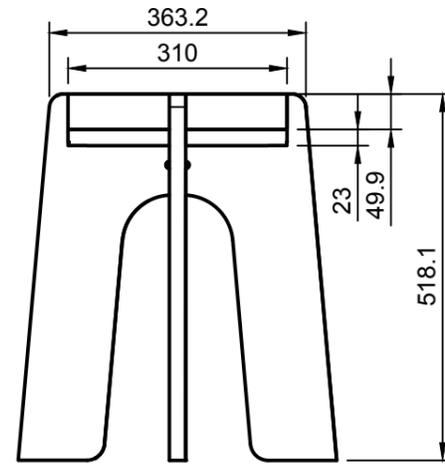
LÁMINAS TÉCNICAS



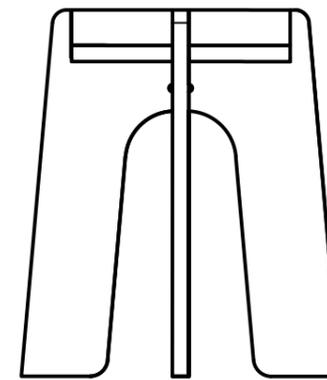
VI



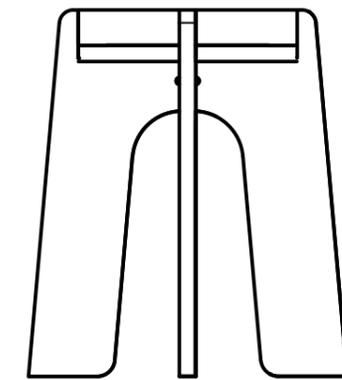
VLD



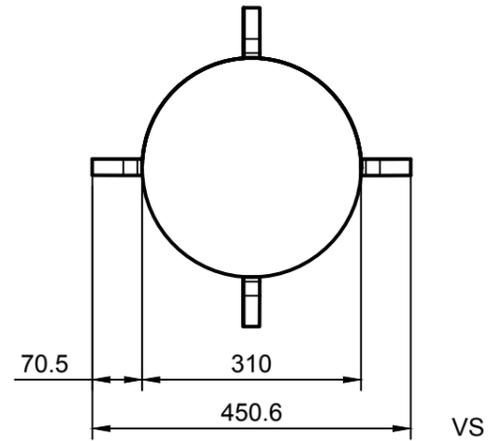
VF



VLI



VP



VS

Propiedad Legal:



Tipo de documento:  
Especificación Técnica

Trabajo final de Grado

Título:  
TFG\_Biomaterial  
Vistas Generales

Depto. Responsable:  
Dibujo  
Técnico

Estado del documento:  
Publicado

Creado por:  
Luciana Ferronato  
Lucía Merlo

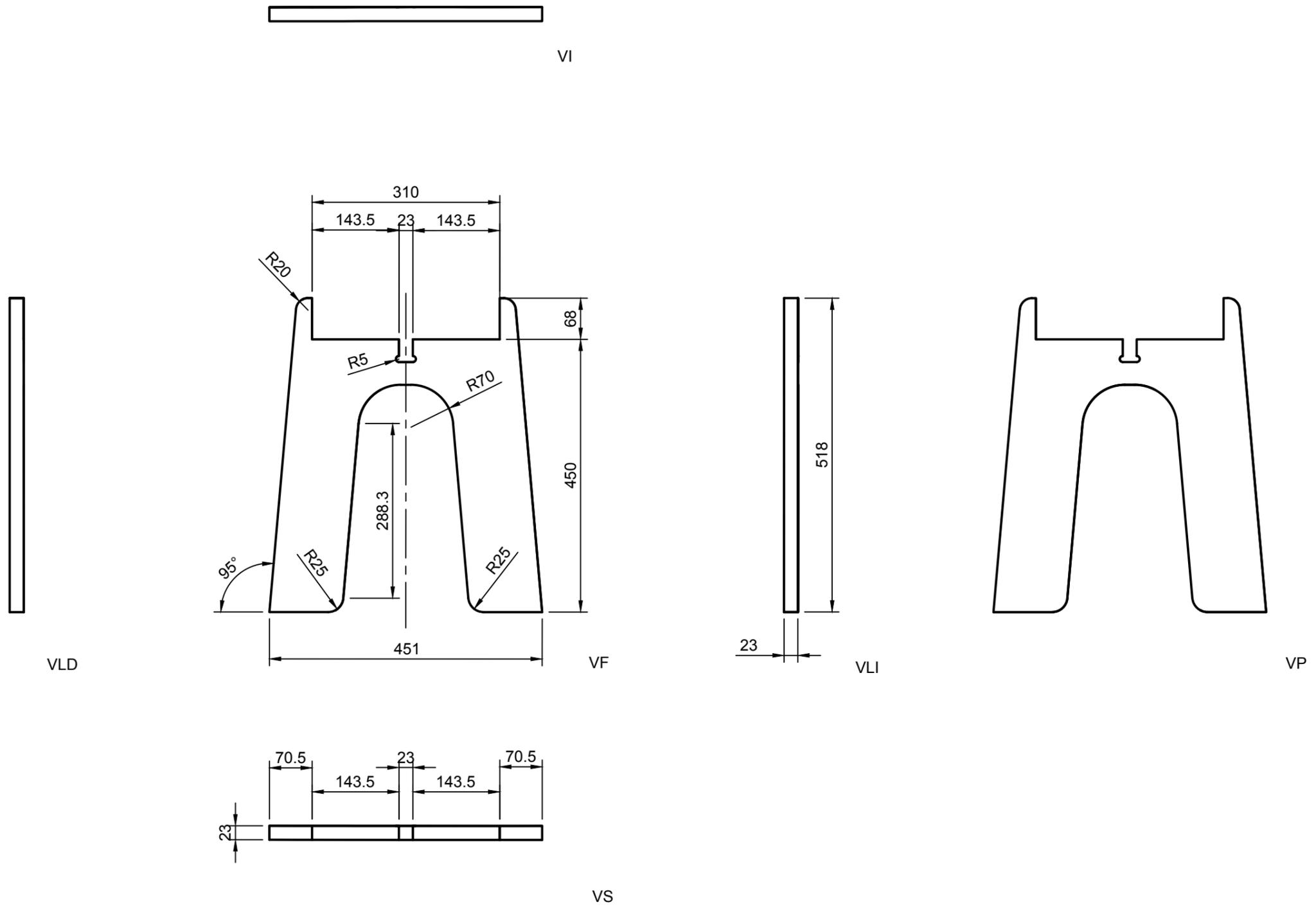
Escala:  
1:10

Unidad:  
mm

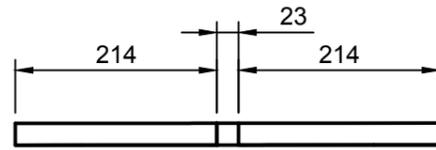
Referente:  
L. Ferronato  
L. Merlo

Fecha de creación:  
15/02/24

Sheet  
1/7



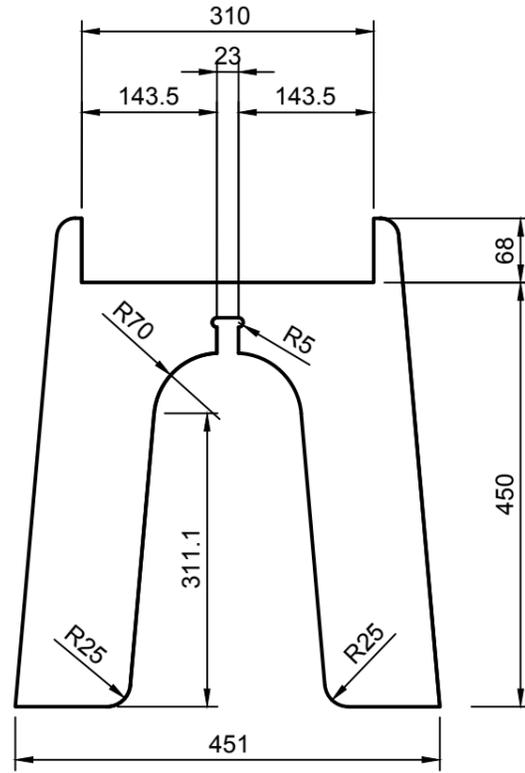
|  |                  |  |   |  |  |                                    |
|--|------------------|--|---|--|--|------------------------------------|
|  | Propiedad Legal: |  | Tipo de documento:<br><b>Especificación Técnica</b> |  | <b>Trabajo final de Grado</b>            |                                    |
|  |                  |  | Título:<br>TFG_Biomaterial<br>Vistas PA2            |  | Depto. Responsable:<br>Dibujo<br>Técnico | Estado del documento:<br>Publicado |
|  |                  |  | Creado por:<br>Luciana Ferronato<br>Lucía Merlo     |  | Escala:<br>1:7.5                         | Unidad:<br>mm                      |
|  |                  |  |   |  | Referente:<br>L. Ferronato<br>L. Merlo   | Fecha de creación:<br>15/02/24     |



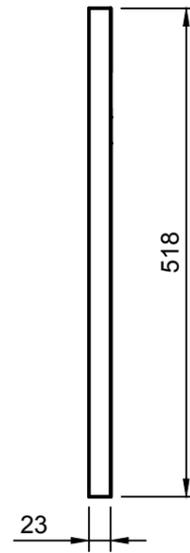
VI



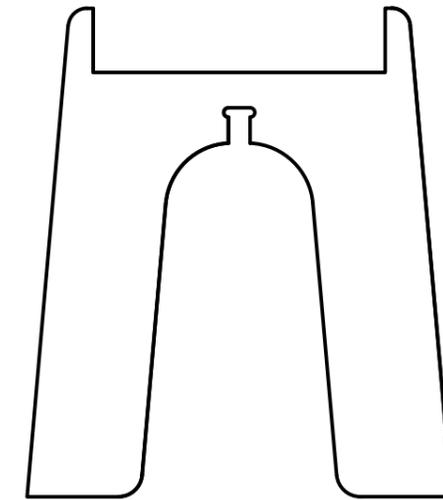
VLD



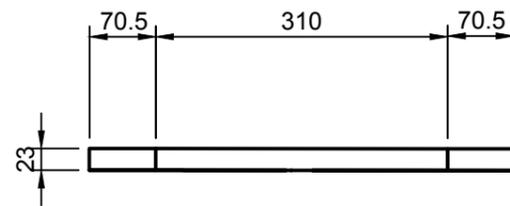
VF



VLI



VP



VS

Propiedad Legal:



Tipo de documento:  
Especificación Técnica

Título:  
TFG\_Biomaterial  
Vistas PA1

Creado por:  
Luciana Ferronato  
Lucía Merlo

Trabajo final de Grado

Depto. Responsable:  
Dibujo  
Técnico

Estado del documento:  
Publicado

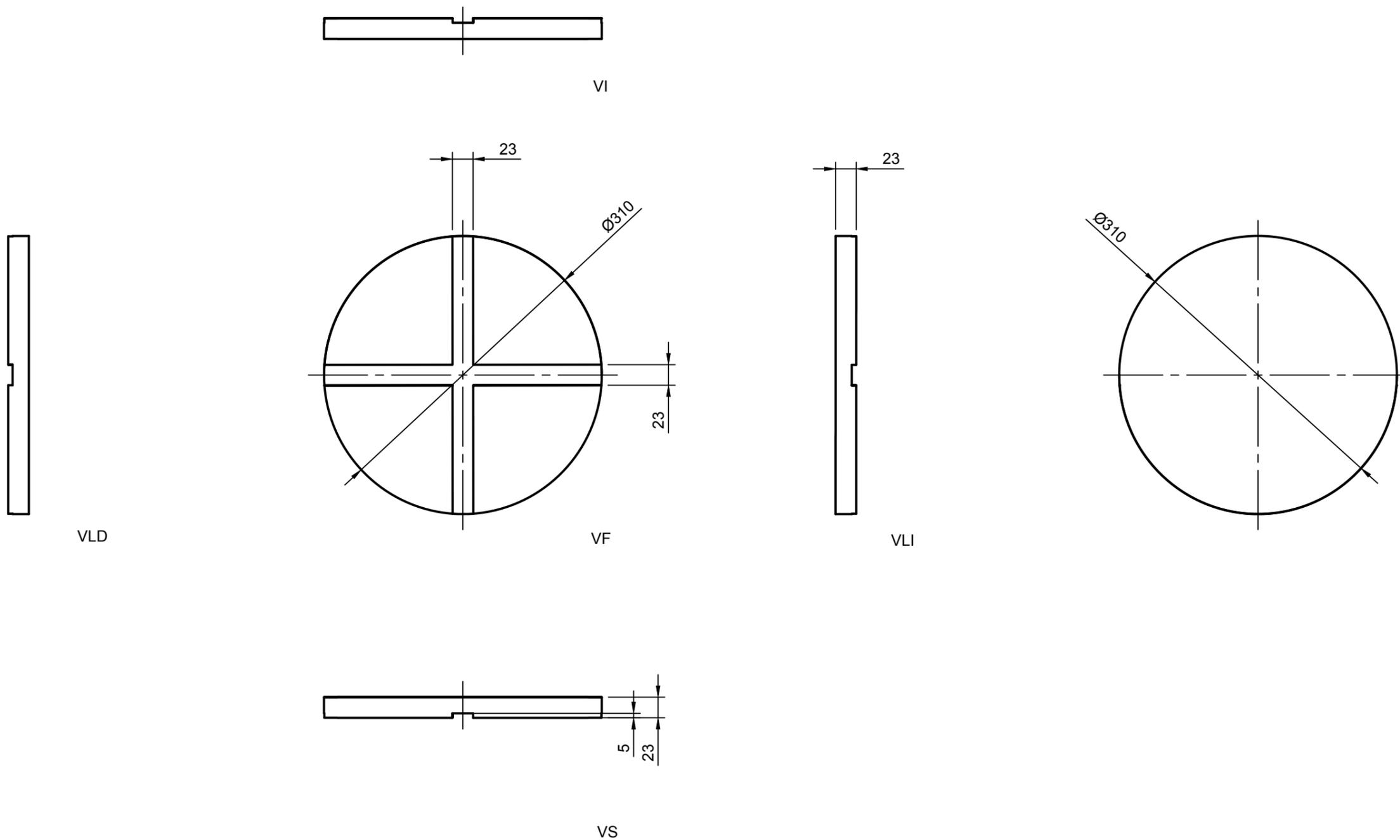
Escala:  
1:7.5

Referente:  
L. Ferronato  
L. Merlo

Unidad:  
mm

Fecha de creación:  
15/02/24

Sheet  
3/7



Propiedad Legal:



Tipo de documento:  
Especificación Técnica

Título:  
TFG\_Biomaterial  
Vistas pieza PE

Creado por:  
Luciana Ferronato  
Lucía Merlo

Trabajo final de Grado

Depto. Responsable:  
Dibujo  
Técnico

Estado del documento:  
Publicado

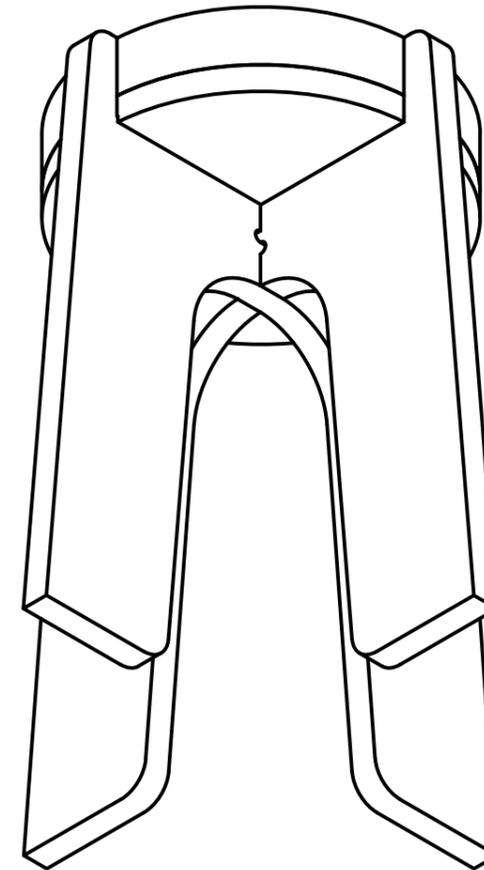
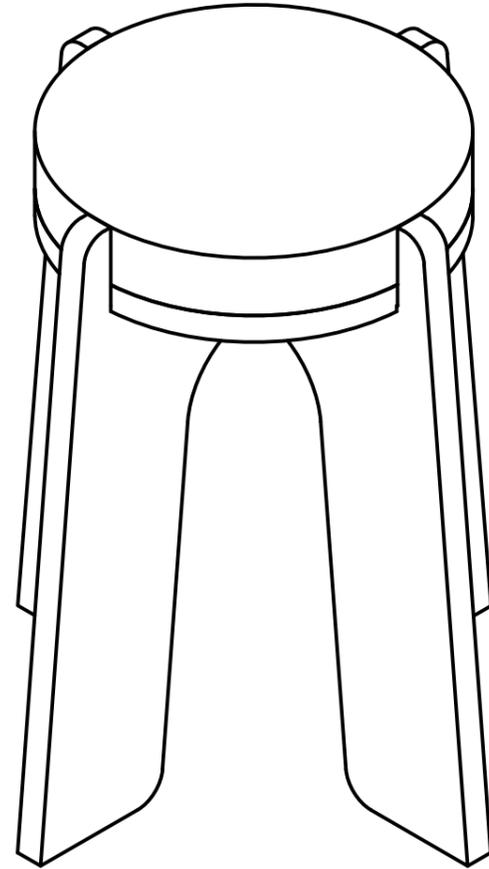
Escala:  
1:7.5

Unidad:  
mm

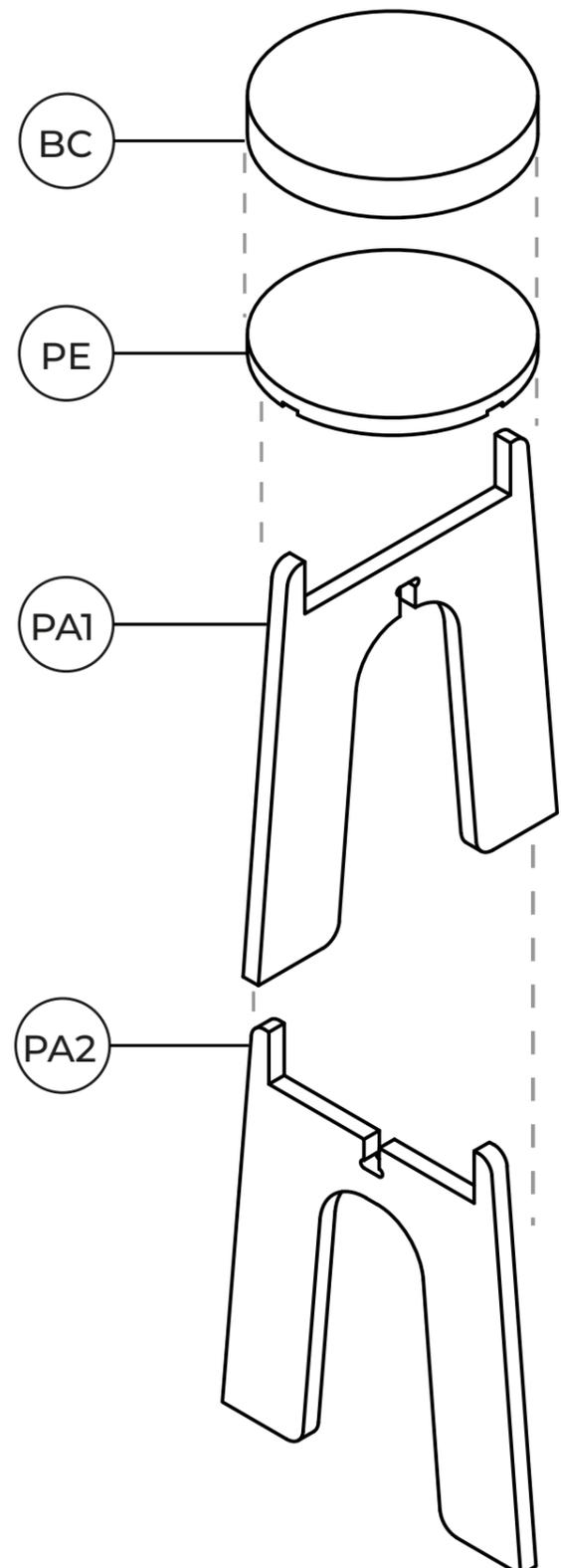
Referente:  
L. Ferronato  
L. Merlo

Fecha de creación:  
15/02/24

Sheet  
4/7



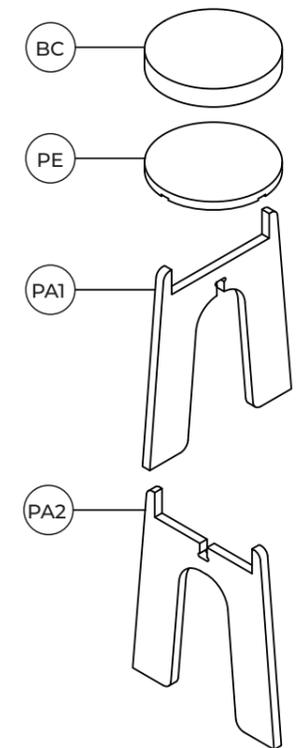
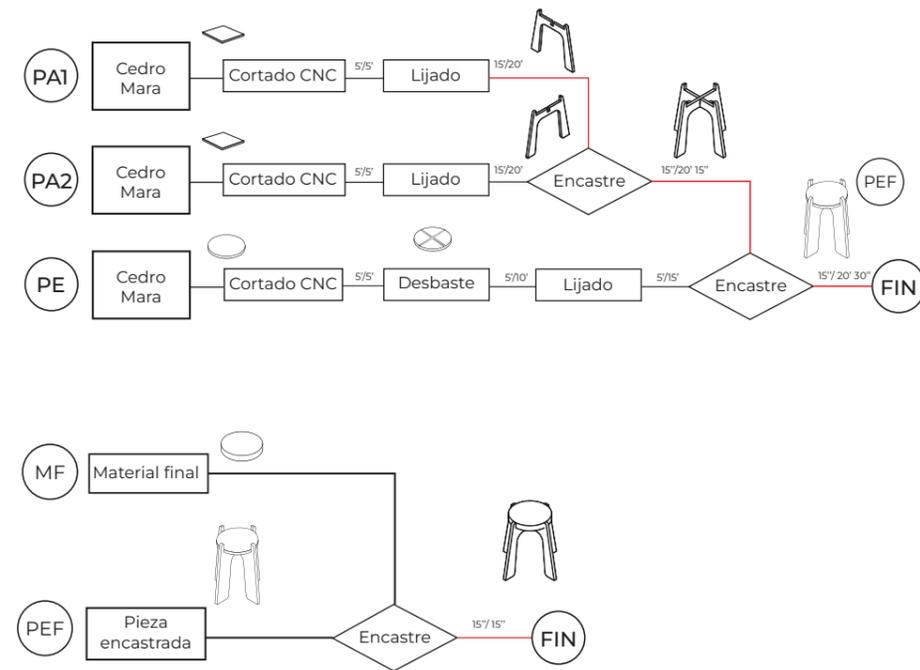
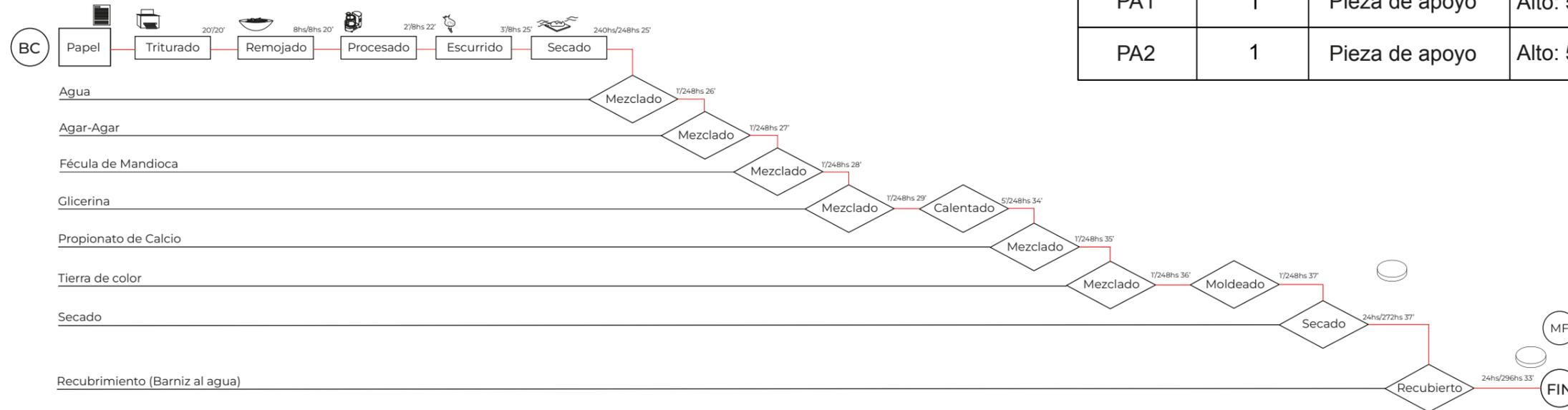
|  |   |  |   |  |  |   |
|--|---|--|---|--|--|---|
|  | Propiedad Legal:  |  | Tipo de documento:<br><b>Especificación Técnica</b> |  | <b>Trabajo final de Grado</b>                    |   |
|  |  Escuela Universitaria<br>Centro de Diseño<br> Facultad de Arquitectura,<br>Diseño y Urbanismo<br>UDELAR<br> UNIVERSIDAD<br>DE LA REPÚBLICA<br>URUGUAY |  | Título:<br><b>TFG_Biomaterial<br/>Isométricas</b>   |  | Depto. Responsable:<br><b>Dibujo<br/>Técnico</b> | Estado del documento:<br><b>Publicado</b> |
|  | Creado por:<br><b>Luciana Ferronato<br/>Lucía Merlo</b>   |  | Escala:   |  | Unidad:<br><b>mm</b>                             |   |
|  |   |  | Referente:<br><b>L. Ferronato<br/>L. Merlo</b>      |  | Fecha de creación:                               | Sheet<br><b>5/7</b>                       |



| Lista de piezas |          |                   |                         |              |
|-----------------|----------|-------------------|-------------------------|--------------|
| Elemento        | Cantidad | Nombre de pieza   | Descripción             | Material     |
| BC              | 1        | Bio-Compuesto     | Esp.: 18mm Diám.: 340mm | Bio-Material |
| PE              | 1        | Pieza de encastre | Esp.: 23mm Diám.: 310mm | Cedro Mara   |
| PA1             | 1        | Pieza de apoyo    | Alto: 518mm Esp.:23mm   | Cedro Mara   |
| PA2             | 1        | Pieza de apoyo    | Alto: 518mm Esp.:23mm   | Cedro Mara   |

|                         |   |  |  |   |                     |
|-------------------------|---|--|--|---|---------------------|
| <p>Propiedad Legal:</p> | Tipo de documento:<br><b>Especificación Técnica</b>     |  | <b>Trabajo final de Grado</b>                  |   |                     |
|                         | Título:<br><b>TFG_Biomaterial Explotada</b>             |  | Depto. Responsable:<br><b>Dibujo Técnico</b>   | Estado del documento:<br><b>Publicado</b> |                     |
|                         | Creado por:<br><b>Luciana Ferronato<br/>Lucía Merlo</b> |  | Escala:  | Unidad:<br><b>mm</b>                      |                     |
|                         |   |  | Referente:<br><b>L. Ferronato<br/>L. Merlo</b> | Fecha de creación:<br><b>15/02/24</b>     | Sheet<br><b>6/7</b> |

| Lista de piezas |          |                   |                         |              |
|-----------------|----------|-------------------|-------------------------|--------------|
| Elemento        | Cantidad | Nombre de pieza   | Descripción             | Material     |
| BC              | 1        | Bio-Compuesto     | Esp.: 18mm Diám.: 340mm | Bio-Material |
| PE              | 1        | Pieza de encastre | Esp.: 23mm Diám.: 310mm | Cedro Mara   |
| PA1             | 1        | Pieza de apoyo    | Alto: 518mm Esp.:23mm   | Cedro Mara   |
| PA2             | 1        | Pieza de apoyo    | Alto: 518mm Esp.:23mm   | Cedro Mara   |



|                         |   |  |   |                             |
|-------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| <p>Propiedad Legal:</p> | <p>Tipo de documento:<br/><b>Especificación Técnica</b></p>     | <p><b>Trabajo final de Grado</b></p>                     |   |                             |
|                         | <p>Título:<br/><b>TFG_Biomaterial<br/>Flujo Productivo</b></p>  | <p>Depto. Responsable:<br/><b>Dibujo<br/>Técnico</b></p> | <p>Estado del documento:<br/><b>Publicado</b></p> |                             |
|                         | <p>Creado por:<br/><b>Luciana Ferronato<br/>Lucía Merlo</b></p> | <p>Escala:</p>   | <p>Unidad:<br/><b>mm</b></p>                      |                             |
|                         |   | <p>Referente:<br/><b>L. Ferronato<br/>L. Merlo</b></p>   | <p>Fecha de creación:<br/><b>15/02/24</b></p>     | <p>Sheet<br/><b>7/7</b></p> |

