

Biomateriales que hablan

Biomaterial a partir de conchas de macha
provenientes de la localidad de Horcón.



Alumna
Fernanda Saval Taulis

Profesoras Guías
Catalina Cortés y Úrsula Bravo



Universidad del Desarrollo
Facultad de Diseño

Tesina presentada a la Facultad de Diseño de la
Universidad del Desarrollo para optar al Título
Profesional de Diseñador

Biomateriales que hablan

Biomaterial a partir de conchas de macha
provenientes de la localidad de Horcón.

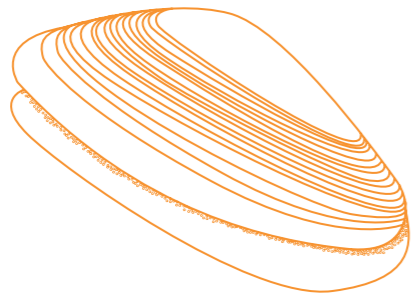
Autor

Fernanda Saval Taulis

Profesoras Guías

Catalina Cortés y Úrsula Bravo

Santiago de Chile
Diciembre, 2022



AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar a toda mi familia por el apoyo en este proceso y a lo largo de toda la carrera. Por aguantarme el desorden y ayudarme en lo que podían, especialmente mis papás.

A todos mis amigos, por la constante preocupación y ayuda durante este año y siempre. Por acompañarme en todo momento que los necesitara y, sobre todo, a los que aportaron en este trabajo.

Por último a mis profesoras guías, compañeras de título, Juan Pablo Carvajal y al grupo de Sinestesia por todo el conocimiento entregado, ayuda y buena energía.

MOTIVACIÓN

En el primer año de carrera un profesor nos llevó a conocer la tienda Interdesign. En esta se encontraban las lámparas de botellas PET de Álvaro Catalán de Ocón, las cuales lograron captar mi atención y entender el rol que podía tener el diseño en nuestra sociedad. En este caso, abordando el problema global de los desechos de botellas plásticas a través del trabajo local de artesanías textiles tradicionales de diferentes partes del mundo. Transformando un problema en millones de oportunidades. Fue ahí donde me di cuenta del poder que tiene el diseño, no solo para generar cambios a través del uso de los recursos o desechos que tenemos a nuestra disposición, sino también el poder que tiene esta disciplina para generar sensaciones y experiencias en las personas, a través de un objeto, proceso o material.

Desde esta perspectiva es que nace mi motivación para el desarrollo de este proyecto, buscando aportar con los múltiples desafíos que tenemos hoy como sociedad.

"Nuestros procesos y materiales entregan no solo un objeto, sino una sensación"

Estudio ACdO

ÍNDICE

	ABSTRACT	13			
	POSTER CIENTÍFICO	14			
01	INTRODUCCIÓN	16			
02	ANTECEDENTES CONTEXTUALES	19			
	2.1 Economía Circular para un desarrollo sostenible				
	2.2 Diseñadores de materiales circulares				
	2.3 Diseño para el desarrollo sostenible a través de biomateriales				
03	MARCO TEÓRICO	63			
	3.1 Beneficios de una economía circular				
	3.2 La importancia de materiales circulares				
04	FORMULACIÓN	67			
	4.1 Oportunidad de diseño				
	4.2 Pregunta de investigación				
	4.3 Objetivos de la investigación				
	4.4 Justificación				
05	METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES	73			
	5.1 Enfoque de la investigación				
	5.2 Metodología				
	5.3 Métodos e instrumentos de recolección				
	5.4 Actividades				
06	MARCO METODOLÓGICO	81			
	6.1 Toolkit, Biolab Austral				
	6.2 Open Source Materiales				
	6.3 Material Driven Design (MDD)				
07	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	93			
	7.1 Caso de estudio	94			
	Selección de la localidad				
	Definición de la identidad territorial				
	Salida a terreno y registro				
	Selección e identificación del residuo, Conchas de Machas				
	Estado del arte				
	7.2 Experimentación biomaterial	118			
	Recetas existentes/ Materiom				
	Análisis recetas existentes				
	Experimentación				
	Definición receta final				
	7.3 Aplicación Material Driven Design	152			
	Fase 1. Comprensión del material				
	Fase 2. Creación de la visión de experiencia de los materiales				
	Fase 3. Manifestación de patrones de experiencia de materiales				
	Fase 4. Diseño de conceptos materiales/ productos				
08	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	191			
09	FINANCIAMIENTO	195			
	9.1 Modelo Canvas				
	9.2 Fuentes de Financiamiento				
	9.3 Costos de la investigación				
10	CONCLUSIONES	203			
11	BIBLIOGRAFÍA	205			

ÍNDICE IMÁGENES

- Imagen 1. Material Designers, Elisava (2022)
- Imagen 2. Botes de pesca Horcón, Elaboración propia (2022)
- Imagen 3. Desintegra.me, Margarita Talep (2019)
- Imagen 4. TINTORERA, Macarena Iglesias (2020)
- Imagen 5. CITRI.CO, Amalia Muñoz (2020)
- Imagen 6. A waste epiphany, Macarena Torres (2020)
- Imagen 7. Lana rústica, Ecocitex (2022)
- Imagen 8. Mycelium Museo del Hongo (2016)
- Imagen 9. Árbol de maqui, LABVA (2021)
- Imagen 10. ECOVATIVE (2007)
- Imagen 11. Zoostera stool, Carolin Pertsch (2020)
- Imagen 12. Forest wool, Tamara Orjola (2019)
- Imagen 13. Piñatex (2022)
- Imagen 14. Canapuglia (2022)
- Imagen 15. Totomotxle, Fernando Laposse (2022)
- Imagen 16. Fernanda Ordorica (2017)
- Imagen 17. Verónica Bergottini (2021)
- Imagen 18. Preparación Biomaterial, Trinidad Alcalde H (2022)
- Imagen 19. Curso Biomateriales, Sinestesia (2022)
- Imagen 20. Recetarios, Materiom (2022)
- Imagen 21. Focus Group MDD, Elaboración Propia (2022)
- Imagen 22. Limpiando la pescá, Diego Arahetes (2020)
- Imagen 23. Caleta Horcón, Elaboración Propia (2022)
- Imagen 24. Granulometrías Mesodesma, Trinidad Alcalde H (2022)
- Imagen 25. Project sea stone, newtab-22 (2022)
- Imagen 26. Ostra Chipres, Biogun (2022)
- Imagen 27. Pilcán, Funzalida.F (2015)
- Imagen 28. Cal.cáreo, Pacheco.C (2019)
- Imagenes 29. Materiom (2022)
- Imagen 30. Experimentación, Elaboración propia (2022)
- Imagen 31. Experimentación.2 , Elaboración propia (2022)
- Imagen 32. Biomaterial desarrollado, Elaboración propia (2022)
- Imagen 33. Horcón, Elaboración propia (2022)
- Imagen 34. Venta machas Horcón, Elaboración propia (2022)
- Imagen 35. Granulometrías Machas, Trinidad Alcalde H (2022)
- Imagen 36. Granulometrías Machas 2, Trinidad Alcalde H (2022)
- Imagen 37. Prensa Hidráulica UDD, Elaboración propia (2022)
- Imagen 38. Mapa caracterización experiencial, Elaboración propia (2022)
- Imagen 39. Mapa de caracterización.2, Elaboración propia (2022)
- Imagen 40. Biocerámico de Machas, Elaboración propia (2022)
- Imagen 41. Focus Group, Elaboración propia (2022)
- Imagen 42. Focus Group.2 , Elaboración propia (2022)
- Imagen 43. Propuestas de diseño, Elaboración propia (2022)
- Imagen 44. Propuestas de diseño 2, Elaboración propia (2022)

ÍNDICE FIGURAS

- Figura 1. 17 ODS, ONU (2015)
- Figura 2. Diagrama de mariposa, Fundación Ellen MacArthur (2017)
- Figura 3. Composición Biomaterial, Elaboración propia (2022)
- Figura 4. Clasificaciones biomateriales, Elaboración propia (2022)
- Figura 5. Formatos biomateriales, Pacheco.C & Bolumburu.P (2022)
- Figura 6. Composición biomateriales, Elaboración propia (2022)
- Figura 7. Dimensiones de aproximación, Pacheco.C & Bolumburu.P (2022)
- Figura 8. Instancias de Acción, Pacheco.C & Bolumburu.P (2022)
- Figura 9. Principios Biomateriales, Elaboración propia (2022)
- Figura 10. Catastro estado del arte, Elaboración propia (2022)
- Figura 11. Mapeo estado del arte, Elaboración propia (2022)
- Figura 12. Mapeo Chile, Elaboración propia (2022)
- Figura 13. Biomateriales con identidad, Elaboración propia (2022)
- Figura 14. Diseño metodología, Elaboración propia (2022)
- Figura 15. Instancias de Acción, Pacheco.C & Bolumburu.P (2022)
- Figura 16. Gráfico 16. Metodología MDD, Elaboración propia basada en Karana.E., et al (2015)
- Figura 17. Mapa Horcón, Elaboración Propia (2022)
- Figura 18. Guía de observación basada en Donoso.S, Elaboración propia (2022)
- Figura 19. Ficha Técnica IFP, Elaboración propia (2012)
- Figura 20. Biomineralización, Elaboración propia (2022)
- Figura 21. Composición de Caco3, Owuamanam.E & Duncan.C (2020)
- Figura 22. Circularidad del material, Elaboración propia (2022)
- Figura 23. Gráfico prueba higroscópica, Elaboración propia (2022)
- Figura 24. Diagrama prueba Hidrofobia, Elaboración propia (2022)
- Figura 25. Tipos de falla de compresión, Elaboración propia (2022)
- Figura 26. Resumen nivel sensorial, Elaboración propia (2022)
- Figura 27. Resumen nivel afectivo, Elaboración propia (2022)
- Figura 28. Resumen nivel interpretativo, Elaboración propia (2022)
- Figura 29. Benchmarking, Elaboración propia (2022)
- Figura 30. Modelo de significados , Elaboración propia (2022)
- Figura 31. Modelo Canvas, Elaboración propia (2022)



ABSTRACT

Los biomateriales son biopolímeros provenientes de recursos naturales capaces de degradarse una vez en desuso, convirtiéndose en una alternativa sostenible para el planeta. Las actividades económicas de un territorio dependen de las materias primas existentes en este, una característica para definir su identidad. Por lo que al valorizar los residuos provenientes de actividades económicas, para el desarrollo de biomateriales, estos revelarán la identidad del lugar. El objetivo de esta investigación fue generar un biomaterial a partir de la selección y valorización de un residuo local que potencie su uso en el diseño de objetos. La metodología se dividió en tres etapas. Primero, un caso de estudio mediante el cual se identificaron los residuos generados en las principales actividades económicas de una localidad, desde la perspectiva del desarrollo biomaterial. En este caso Horcón, donde se vió un potencial en los residuos de la pesca artesanal, específicamente, conchas de machas. La segunda etapa fue la fabricación y exploración biomaterial a partir de este residuo. Donde se usaron recetas de código abierto las cuales se fueron variando para el desarrollo biomaterial. A esta luego se le aplicó la metodología Material Driven Design, comprendiendo la variedad de usos significativos del material a partir de su caracterización técnica-experiencial. Este estudio exploratorio permitió la propuesta de múltiples objetos gracias a su profunda caracterización. Además de poner en valor los residuos locales para potenciar su aplicación en biomateriales que reflejen la identidad de nuestros territorios.

**Biomateriales - Identidad - Residuos
Horcón - Conchas de machas**

POSTER CIENTÍFICO

BIOMATERIALES QUE HABLAN

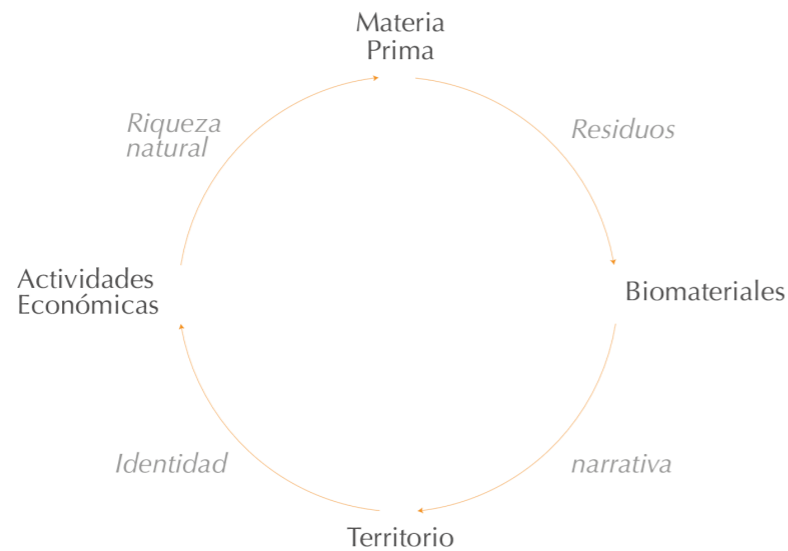
Biomaterial desarrollado a partir de conchas de machas provenientes de la localidad de Horcón



Fernanda Saval Taulis Catalina Cortés y Úrsula Bravo
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8711-6492>
Facultad Diseño, Universidad de Desarrollo, Santiago, Chile.

INTRODUCCIÓN

Los biomateriales además de ser una alternativa sostenible y responsable para nuestro planeta, son capaces de reflejar la identidad de un territorio en particular a través de sus principales actividades económicas primarias. Las cuales dependen de la riqueza natural de la zona, y por lo tanto, de sus materias primas. Al identificar los residuos naturales generados por las principales actividades económicas de un territorio, podríamos, de alguna manera, revelar la identidad de ese lugar.



OBJETIVO GENERAL

Generar un biomaterial a partir de la selección y valoración de un residuo local que potencie su uso en el diseño de objetos.

METODOLOGÍA

1. SELECCIONAR CASO DE ESTUDIO

Se busca identificar un residuo a partir de alguna de las principales actividades económicas de un territorio.

2. EXPERIMENTAR FABRICACIÓN MATERIAL

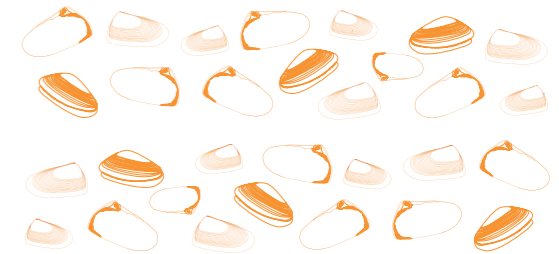
Experimentar y explorar con el residuo seleccionado para la generación de un material.

3. APLICAR MDD

Caracterización técnica-experimental del material, para generar significados aplicables en el diseño.

RESULTADOS

Se realizó un caso de estudio en el balneario de Horcón, ubicado en la Región de Valparaíso. La mayoría de los residuos que podemos encontrar en este lugar provienen del mar, por lo que se decide trabajar con las conchas extraídas por los pescadores locales, actividad económica característica y principal de la zona. Específicamente con las conchas de Macha ya que son abundantes dentro del ecosistema marino y en los residuos de la pesca local de Horcón.



Se toman recetas de la plataforma Materiom, en las que se utiliza carbonato de calcio para la generación de un biomaterial. A partir de su variación y experimentación se desarrolla una receta a partir de las conchas de machas.



A través de diferentes herramientas se analizaron e identificaron las características técnicas-experimentales del material, las cuales gracias a los significados entregados sirvieron para los posibles usos del material aplicados en objetos de diseño.

CONCLUSIONES

Si bien, esta investigación pudiese ser mucho más refinada en cada etapa de la metodología desarrollada, se considera que para el período de tiempo que se tuvo los resultados en general fueron óptimos. Además, la metodología diseñada podría ser replicable en diferentes localidades y utilizada para próximas investigaciones relacionadas con el diseño de biomateriales. A través de la valorización de los residuos que se generan en las actividades económicas de nuestros territorios, generando materiales que, indirectamente, reflejan la identidad de un territorio.

1. INTRODUCCIÓN

Nuestra manera de producción y consumo genera toneladas de residuos al año. Esto se debe en gran medida por nuestro modelo de producción basado en una economía lineal. El cual está afectando a nuestro planeta y su biodiversidad, y por consecuencia, a todos nosotros. Esto es un error de diseño, pues es en esta disciplina donde se deciden los materiales y procesos de cada producto que hoy se consume y desecha.

Por lo que se hace necesario el diseño de nuevos materiales y procesos de fabricación sostenibles. Donde se involucren a las personas dentro del proceso, potenciando y promoviendo su uso para el desarrollo de productos locales que contribuyan a una producción más sostenible y circular. Una manera de hacerlo es a través de los biomateriales.

Pero, los biomateriales pueden ser, además de un gran aporte al desarrollo sostenible, una oportunidad para promover la identidad local. Pues estos se suelen generar a partir del uso de los residuos que generamos en nuestro territorio, un lugar con características propias, capaces de representar la identidad de esa zona.

Es por eso que esta investigación en primer lugar, busca dar a entender la relación existente entre los biomateriales y su valor como un elemento capaz de reflejar la identidad

de una localidad. Para luego generar un biomaterial desde la valorización de un residuo local, que potencie y fomente su uso y aplicación en el diseño.

Para esto se decidió aplicar lo mencionado anteriormente a un caso de estudio en el balneario de Horcón, ubicado en la comuna de Puchuncaví en la región de Valparaíso. Donde se hizo un estudio de la zona, desde el entendimiento del territorio y su estrecha relación con los residuos, para así lograr explorar las posibilidades relacionadas con el desarrollo de un biomaterial. Estudiando y analizando los diferentes usos y aplicaciones que este podría tener.

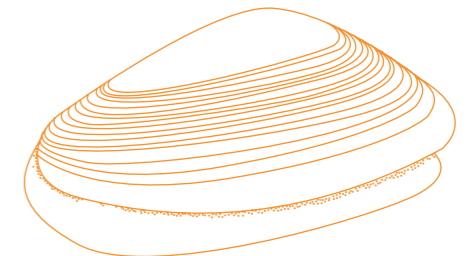
Se seleccionó como residuo las conchas de machas, esto debido a que una de las principales actividades económicas es la pesca artesanal. Donde se estudiaron los componentes y propiedades de las conchas para poder entender cómo estas podrían ser aplicadas en un biomaterial y qué tipo de características tendría este para sus posibles aplicaciones. Posteriormente, gracias a diversas recetas de código abierto se desarrolló un nuevo biomaterial compuesto de conchas de machas.

Luego a este material se le aplicó la metodología Material Driven Design, para lograr una profunda caracterización de esta receta desde la perspectiva del diseño. Entendiendo su características tanto técnicas como

experienciales, las cual permiten al diseñador visualizar las posibles aplicaciones que este compuesto podría tener.

El resultado sugiere un diseño basado en la aplicación de diferentes metodologías, capaces de potenciar la identidad de una localidad a través del desarrollo de biomateriales generados de residuos locales provenientes de sus principales actividades económicas. Fomentando su uso y aplicación en el diseño local ,como en otras disciplinas, gracias a su valor agregado relacionado con la identidad territorial.

Potenciando de esta manera la producción de biomateriales a través de la utilización de los recursos que abundan en una zona específica. Todo esto con el fin de contribuir a una producción y consumo responsable desde el diseño.

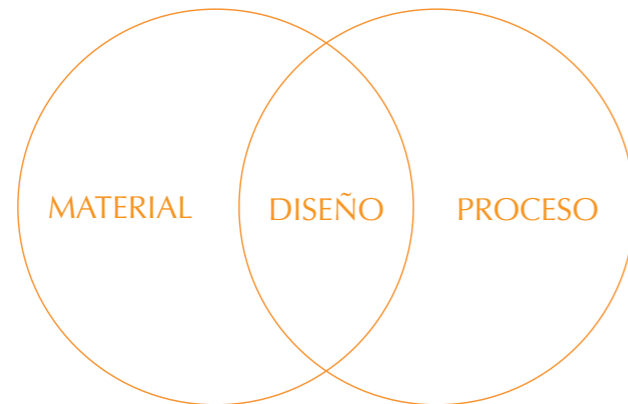


"Good design is environmentally friendly"
Diez principios del buen diseño, Dieter Rams

2. ANTECEDENTES CONTEXTUALES

- 2.1 Economía Circular para un desarrollo sostenible
- 2.2 Diseño de materiales sostenibles
- 2.3 Biomateriales a través del diseño

2.1 Economía Circular para un desarrollo sostenible



“La extracción y el procesamiento de materiales, combustibles y alimentos contribuyen con la mitad de las emisiones globales totales de gases de efecto invernadero y con más del 90 % de la pérdida de biodiversidad y el estrés hídrico.”
(ONU, 2019)

Nuestra manera de producción, basada en una economía lineal, genera cantidades de residuos al año que están afectando a nuestro planeta y su biodiversidad.

Ahora vemos el Antropoceno como la era del uso excesivo de recursos. Una combinación de abuso tecnológico y apropiación despiadada. Nuestra desatada actitud hacia la naturaleza ha empujado los límites de un ecosistema por lo demás robusto, mucho más allá de lo aconsejable. (Guasch.C, 2020)

Por lo que se hace necesario el diseño de nuevos materiales y procesos de fabricación sostenibles, puesto que, es en el diseño donde se decide el proceso productivo de los objetos y materiales.

Siendo aquí donde el desarrollo de biomateriales por parte de los diseñadores es fundamental para enfrentar esta problemática. Ya que, se requiere una forma que atienda a todos los seres y al planeta con nuevos enfoques. (Guasch.C, 2020)

Desarrollo Sostenible

“Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones”
(ONU & Asamblea General, 1987)

El término de desarrollo sostenible se puede definir como *“Todos los procesos humanos (sociales, educativos, culturales, económicos, etcétera) que en un ambiente de equidad y globalidad buscan el desarrollo y bienestar equitativo de las personas, cuidando el medioambiente.”* (Armando Reyna, 2021) Rigiendo así por su carácter social, económico y medioambiental. El cual tiene como objetivo *“Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones”* (ONU, 1987)

Este se entiende y relaciona de manera directa con los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que se aprobaron en septiembre del 2015 en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, desarrollada por la ONU.

Dichos objetivos proponen que todos los países pertenecientes a este tratado, tomen acción a través de la generación de políticas y programas de desarrollo sostenible en sus respectivos países. Estas políticas están estrechamente relacionadas con poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas de las personas en todo el mundo.

Si bien los 17 ODS se vinculan entre sí, ya que todos tienen el mismo propósito general, el objetivo que se relaciona de manera más directa con la problemática abordada

y el rol del diseñador es el objetivo número 12, Producción y consumo sostenible. El cual tiene como finalidad *“Hacer más y mejores cosas con menos recursos, incrementando las ganancias netas de bienestar de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación durante todo el ciclo de vida, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida”* (ONU, 2022)

Puesto que, es en el diseño donde se decide el proceso productivo de los objetos y materiales, por lo que será en esta misma etapa donde se definirá su nivel de sostenibilidad e impacto medioambiental. Por lo que el rol del diseñador se convierte en un agente clave para lograr enfrentar y potenciar un consumo y producción sostenible. Una de las maneras de desarrollar este objetivo es a través de un sistema de producción y diseño circular, lo que se conoce como economía circular.

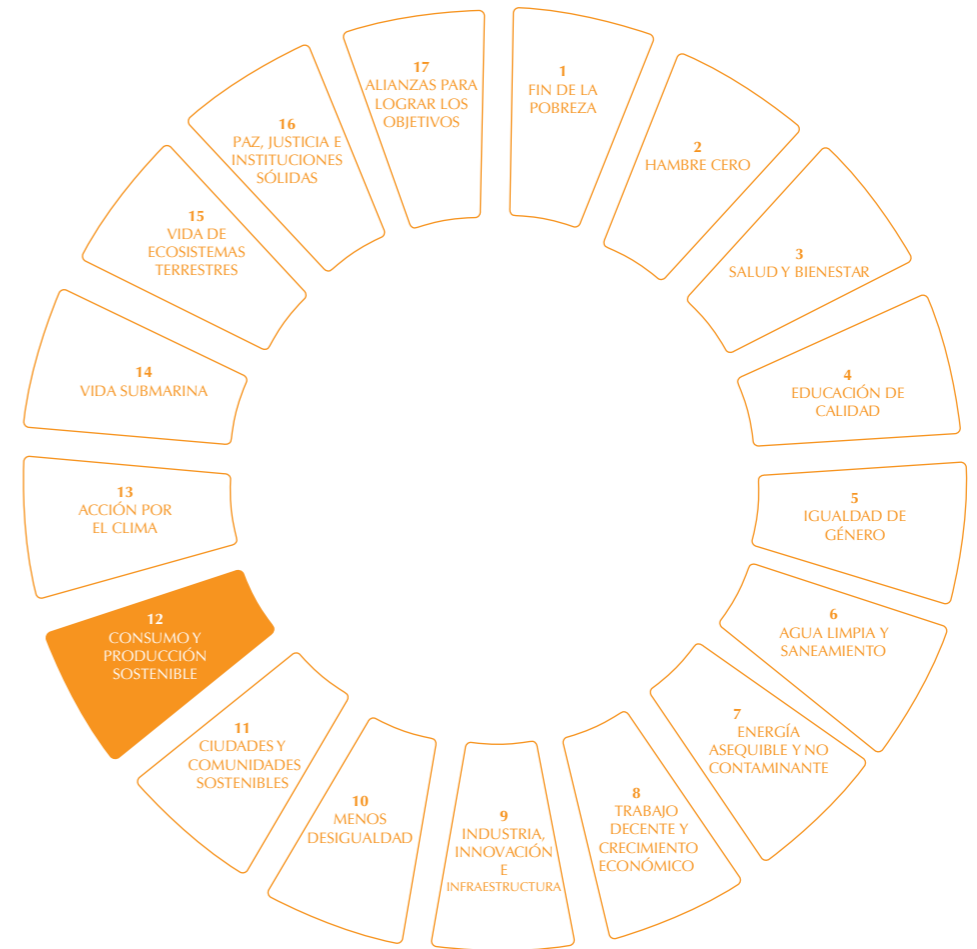


Figura 1. 17 ODS, ONU (2015)

Economía Circular

Para entender de donde proviene el concepto de economía circular primero se debe comprender el término de economía lineal. El origen de la economía lineal, tal como lo menciona la Fundación Ellen MacArthur (2016), se da cuando comienza la revolución industrial en 1684, donde se empieza a generar un sistema de producción en masa, el cual perdurará hasta hoy en día. Este sistema se puede traducir en 3 actos :

Tomar - Hacer - Botar

En este modelo de producción se toman los recursos del suelo para hacer productos y/o materiales, que luego al no utilizarlos más son desechados. Sin realmente tomarle importancia a la manera en que gestionamos dichos recursos, cómo fabricamos y usamos los productos ni qué hacemos después con esos materiales y/o productos.

Este tipo de economía genera cantidades de residuos al año que están afectando al medio ambiente ,y por ende, la calidad de vida de las personas. Por lo que se hace necesario el diseño de nuevos materiales y procesos de fabricación sostenibles, basados en una lógica circular y regenerativa (Economía Circular) que , tal como se plantea en los 17 Objetivos de desarrollo sostenible (17 ODS), genere una producción y un consumo que sea responsable y sostenible. Convirtiéndose así la economía circular en “Una alternativa atractiva que busca

redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica dissociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño”. (Fundación Ellen MacArthur, 2017).

Tal como menciona Stahel (2016) , dentro de este modelo de producción existen dos maneras complementarias en que los productos/materiales pueden mantenerse dentro de un sistema circular. El ciclo biológico y el ciclo técnico.

En el primero los materiales son biodegradables por lo que pueden ser devueltos a la tierra, regenerando los sistemas naturales. En el segundo caso, los productos se reutilizan, reparan, remanufacturan y/o reciclan, manteniéndolos constantemente en uso.

Transformando de esta manera, “*Los bienes que se encuentran al final de su vida útil en recursos para otros, cerrando ciclos en los ecosistemas industriales y minimizando los desechos.*” (Stahel, 2016). A su vez, la economía circular se basa en tres principios impulsados por el diseño; Diseñar los desechos y la contaminación, mantener los productos y materiales en uso y regenerar los sistemas naturales. Generando oportunidades comerciales y económicas y brindando beneficios ambientales y sociales, principios básicos de la sostenibilidad.

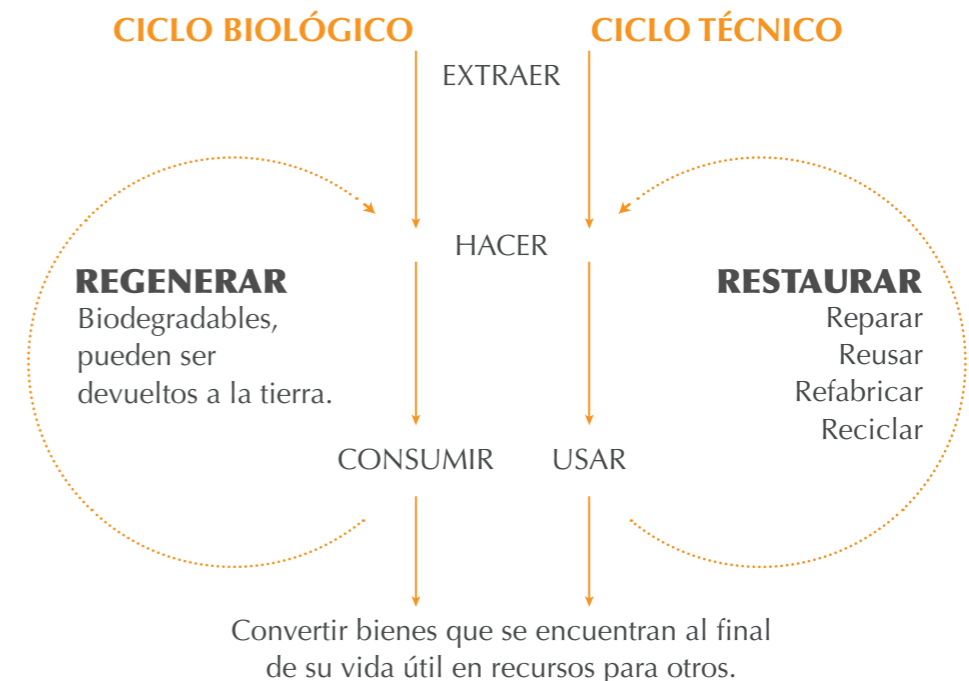


Figura 2. Diagrama de mariposa, Fundación Ellen MacArthur (2017)

2.2 Diseñadores de materiales circulares

Hoy en día, el ser humano vive una era caracterizada por la necesidad de un papel más responsable del diseño en cuestiones ambientales, tecnológicas y sociales. Parece que están surgiendo nuevos perfiles de diseñadores más conscientes y capaces de encarnar su trabajo con las inquietudes del futuro y para el futuro. Los estudiosos siempre han investigado el papel del diseñador, aún cuestionando los fundamentos de una profesión que solo inicialmente parecía estar dedicada exclusivamente a dar forma estética a los artefactos. Hoy en día, en las sociedades modernas, el diseñador se ha convertido en un importante creador de sentido en la vida cotidiana (Grant & Fox, 1992)

El nuevo desafío que tienen los diseñadores hoy en día está relacionado con el desarrollo de nuevos materiales y procesos de producción circulares. Dentro de esta disciplina han nacido nuevos programas, metodologías, términos y conceptos, a lo largo del mundo, relacionados con esta nueva área del diseño.

Un diseñador de materiales circulares se puede definir como un diseñador capacitado para detectar materiales no utilizados, residuos, de flujos técnicos o naturales y transformarlos en materiales circulares utilizando sus aptitudes de diseño. Este perfil tiene el potencial, no solo, de aumentar la soberanía de la comunidad, sino también de crear materiales circulares que puedan usarse para generar soluciones circulares locales y de fabricación propia. (Joe Iles, 2020)

Además de producir materiales nuevos e innovadores, basados en los ciclos existentes de la economía circular, Los diseñadores de materiales serán capaces de desarrollar procesos que estén disponibles para las diferentes comunidades. Convirtiéndose en las semillas de pequeños cambios locales en todo el mundo. Aportando así a un desarrollo más sostenible y a su vez a las comunidades locales. (Programa Europa Creativa UE; Elisava, Ma-tt-er & Poli- técnico di Milano, 2020)



Imagen 1. Material Designers, Elisava (2022)

Los diseñadores de materiales pueden convertirse en agentes de cambio para promover un consumo y producción más sostenible. Estos pueden diseñar, rediseñar, reformar, reutilizar y redefinir materiales dándoles un propósito completamente nuevo. Aumentando el potencial de los materiales, pueden continuar investigando, asesorando, educando y comunicando qué materiales son y pueden ser en lo inmediato, cercano y lejano futuro, implementando beneficios sociales, económicos, políticos y cambio ambiental en todos los sectores hacia un futuro diseñado. (Clèries.L et al., 2020)

El valor que tienen estos dentro del desarrollo de nuevas soluciones materiales es la identificación de fuentes alternativas y la capacidad de comprender de antemano su potencial tanto desde un punto de vista expresivo y funcional, considerando el tema ambiental como requisito. (Rognoli.V, et al., 2020) Siendo capaces de transformar los componentes para obtener un elemento de valor máspreciado y con una sensibilidad para encontrar ingredientes auténticos y mezclarlos de manera original.

El diseñador puede diseñar el procedimiento, valga la redundancia, entendiéndolo como una secuencia de pasos para obtener la materia final. El concepto de *la receta* también es útil para recordar el hecho de que, al igual que ocurre con los ingredientes en las recetas de cocina, se pueden modificar incluso los materiales, personalizándolos y mejorándolos. Cada uno tiene su propio libro esencial de cocina, que luego se pueden transmitir. (Rognoli.V, et al., 2020)

“Un diseñador de materiales circulares se puede definir como un diseñador capacitado para detectar materiales no utilizados de flujos técnicos o naturales y transformarlos en materiales circulares utilizando sus aptitudes de diseño.”
- Joe Iles, 2020

¿Cómo abordan los diseñadores el desarrollo de materiales?

El desarrollo de un material puede abordarse desde muchos métodos y conceptos provenientes del diseño, los cuales no son excluyentes unos de otros. Entendiéndose desde una mirada que va más allá del simple hecho de la fabricación de materiales circulares.

- Material Designers (MaDe)

MaDe es una plataforma, un programa de capacitación, un premio y una serie de eventos que muestran y demuestran el impacto positivo que los diseñadores de materiales pueden tener en toda la industria y en la generación de una industria creativa alternativa que apunta a las economías circulares (Programa Europa Creativa UE; Elisava, Ma-tt-er & Poli- técnico di Milano, 2020) Este proyecto se desarrolla a través del programa Europa Creativa de la Unión Europea, donde se busca fomentar a los diseñadores a desarrollar materiales circulares.

- DIY-Materials (do it yourself materials)

La democratización de las tecnologías de fabricación personal en paralelo al creciente deseo de las personas por personalizar sus productos ofrece grandes oportunidades para experimentar con procesos de producción avanzados, distribuidos y compartidos, así como para diseñar nuevos materiales (Rognoli., et al, 2015)

El término de DIY-Materials invita a las personas a "cocinar" o generar nuevos materiales a partir de los recursos existentes en sus propios contextos locales. Los materiales

DIY pueden ser materiales nuevos con el uso creativo de otras sustancias como material, ingredientes, o pueden ser versiones modificadas o más desarrolladas de materiales existentes. Estos ofrecen nuevas expresiones estéticas basadas en cualidades estéticas imperfectas que muestran la existencia de un trabajo manual y artesanal de alquimistas (es decir, diseñadores). (Rognoli et al., 2015). Los DIY-Materials han sido descritos como *experiencias materiales* para el panorama futuro de los materiales en el diseño. Pero también investigando su estética potencial (Ayala & Rognoli, 2017) y su predisposición a convertirse en portadores de innovación social (Rognoli et al., 2017). Dentro de este, es interesante que el hecho de poder dominar un material significa ser capaces de entender sus propiedades y la forma en que este puede ser procesado o transformado. Al entenderlo, a través de la experimentación, se pueden crear nuevos procesos para producir, formas e identidades. (Llorach.P, 2020)

"Los materiales DIY son de gran interés para empoderar comunidades y aumentar su autosuficiencia. Al experimentar con los recursos locales, elaborar nuestros propios procesos de transformación y desarrollar soluciones creativas de acuerdo a nuestras necesidades, los materiales pueden considerarse una fuente de conocimiento que puede ser compartida entre las comunidades bajo la idea de compartir el conocimiento y la democratización." (Llorach.P, 2020)

En resumen; este término busca potenciar y democratizar la exploración de nuevos materiales a partir del uso de recursos locales. Siendo algo muy interesante, ya que al potenciar el uso de recursos locales para la fabricación de un nuevo material. Podríamos decir, entonces, que este material de alguna manera representa o comunica indirectamente la identidad local de ese territorio, Siendo algo interesante de promover desde el diseño, ya que esto le daría un valor agregado a los productos desarrollados y motivaría a la creatividad de los diseñadores para producir productos o diseños locales que contribuyan, a su vez, en sus economías locales.

- Materiales que envejecen poéticamente

Otro término, o concepto, interesante, que se abarca dentro del diseño de materiales, tiene que ver con su envejecimiento natural. Como por ejemplo el acero oxidado, el cual va cambiando su textura y color con el paso del tiempo. Entendiendo el envejecimiento material como algo bello y digno de admirar, de mantener y de no desechar. Por lo que los materiales que envejecen implicarían longevidad, una prioridad básica de los principios circulares. (Guasch.C, 2020) Esto también se aplica para el desarrollo de biomateriales, donde podemos ver su degradación y transformación como algo temporal y positivo, que a su vez genera una belleza que hace único y característico a ese material.

- Material Tinkering

Investigadores y educadores han desarrollado metodologías y herramientas para la exploración de materiales, inspirados en la noción didáctica de la Bauhaus de aprender haciendo. Los estudiantes se ven así facilitados en la construcción de conocimientos conceptuales, pero también crean nuevos artefactos y cultivan nuevas formas de pensar y actuar. (Karana et al. 2015)

Material Tinkering es el arte de manipular el material de forma creativa para el descubrimiento y el aprendizaje, propósitos (Rognoli.V & Parisi.S, 2020). Este método está diseñado para experimentar y explorar con un material, basándose en el método científico de ensayo y error, pero combinándola con la creatividad, experimentación y curiosidad del diseñador.

2.3 Biomateriales a través del diseño

Dentro del diseño de materiales está el desarrollo de biomateriales, estos se encuentran dentro del ciclo biológico de la economía circular. Caracterizándose por ser materiales que, una vez que se encuentran en desuso, pueden ser devueltos a la tierra de forma natural. Dentro del desarrollo de biomateriales es interesante cómo puede abordarse desde el diseño.

Los biomateriales toman gran relevancia y se convierten en una alternativa beneficiosa para el medio ambiente y las personas, pues tal como explican diferentes expertos del

tema en el vídeo ¿Qué son los biomateriales? ,creado por LABVA Biomateriales, estos se desarrollan a partir de polímeros naturales (biopolímeros) provenientes de recursos naturales locales. Teniendo una capacidad de degradarse e integrarse al ecosistema como nutrientes una vez en desuso. Replantando las formas en la que hoy producimos materiales, basándose en un diseño circular y sostenible. Estos biopolímeros se componen de bloques de construcción básicos de la naturaleza, que en cadenas más grandes son llamadas biomoléculas. (Pacheco.C & Bolumburu.P 2022)



Figura 3. Composición Biomaterial, 2022

“Dado que los materiales son el tejido literal de nuestro entorno natural y creado, está claro que la selección inteligente de materiales puede tener una influencia desproporcionada en la circularidad de las cosas que creamos y, por lo tanto, en nuestra economía en general. Si un producto contiene materiales que no tienen un camino para la recaptura y el reprocesamiento efectivo, o que no pueden regresar a un sistema natural de manera segura, están destinados a un destino lineal. Por lo tanto, la selección inteligente de materiales con una vista de sistemas es esencial para un diseño circular significativo e impactante.”

- Joe Iles , 2020

Clasificaciones

Los biomateriales tienen diferentes tipos de clasificación. Se pueden clasificar según la fuente de obtención de la materia, sus propiedades, formato y/o forma de preparación (Pacheco.C & Bolumburu.P 2022) .Tal como se puede ver en los siguientes diagramas.

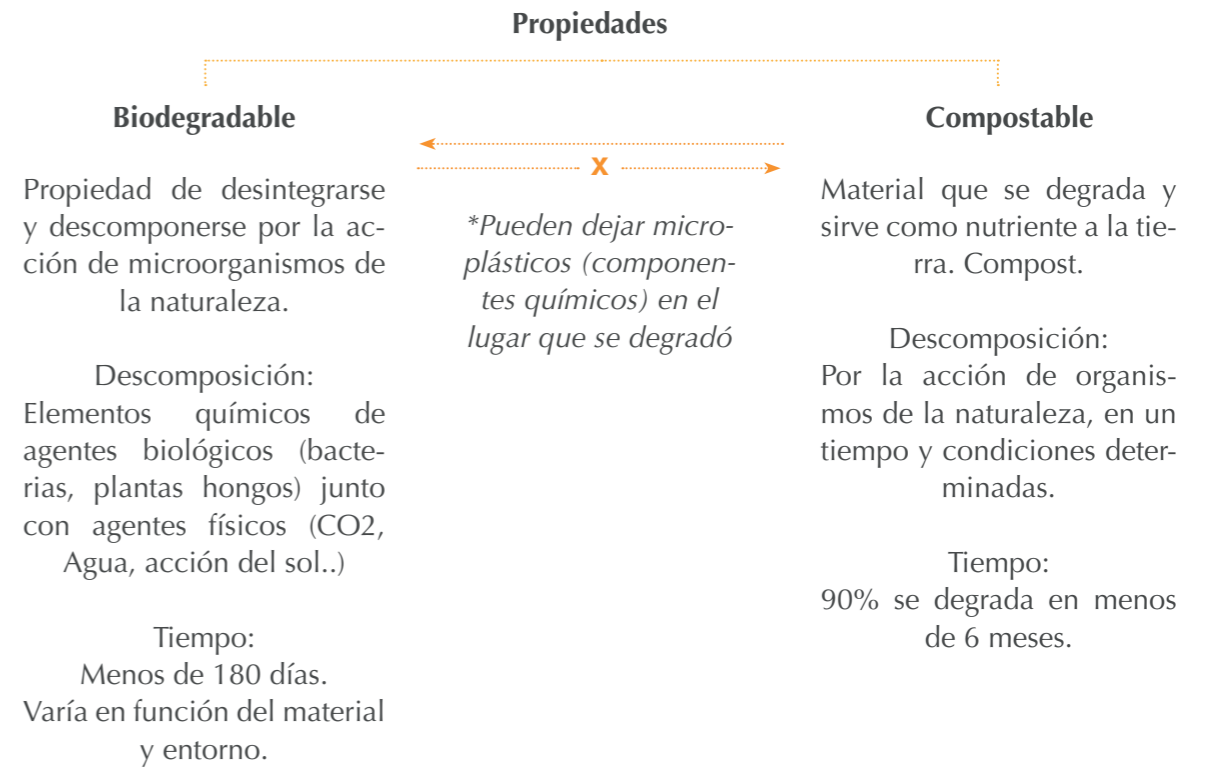
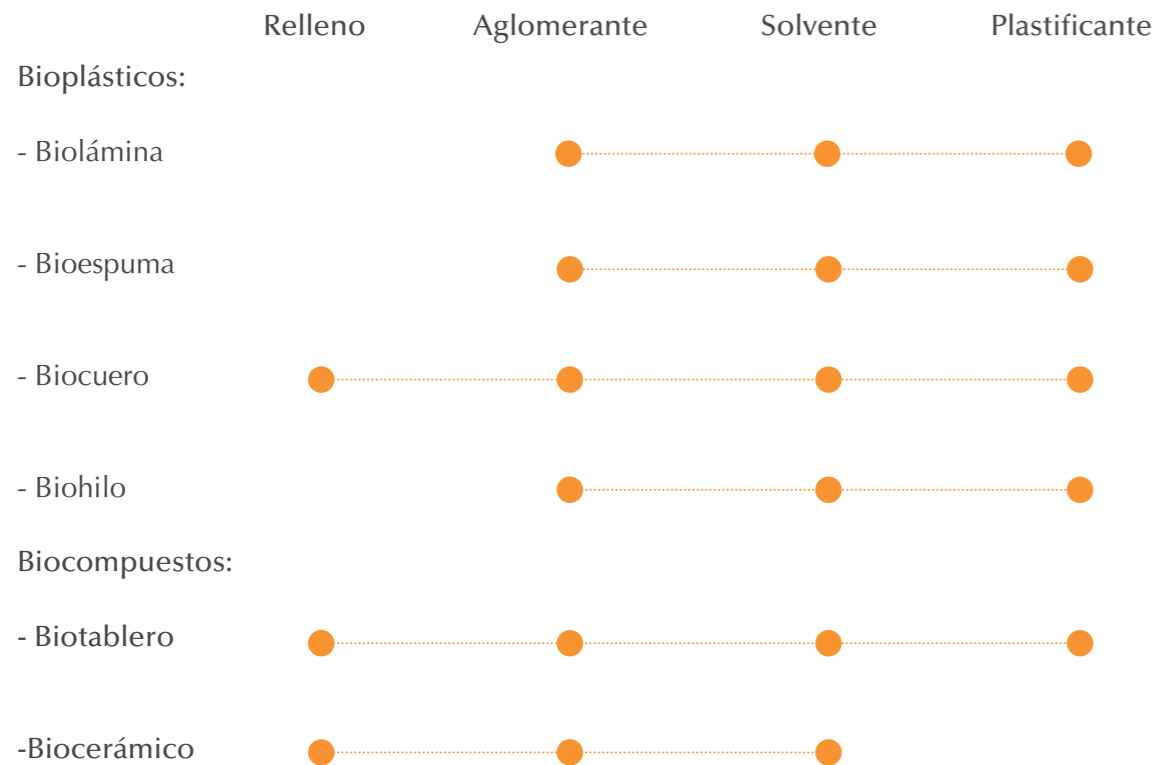


Figura 4. Clasificaciones biomateriales, Elaboración propia (2022)

Clasificación según formato

Figura 5. Formatos biomateriales, Pacheco.C & Bolumburu.P (2022)



Composición

Figura 6. Composición biomateriales, Elaboración propia (2022)



Para fabricar un biomaterial , se utilizan 3 componentes básicos, un relleno, un aglomerante y un solvente. El relleno es el componente que sirve para generar una matriz de refuerzo y el cual influirá en el comportamiento del material, volumen y su textura final. Por otra parte, la matriz estructural es un aglomerante natural el cual le da una consistencia y cuerpo al material. Y finalmente el solvente sirve para disolver el aglomerante (polímero) Los solventes juegan un papel importante dentro de la química para inducir una reacción. Cuando un componente o material químico es soluble en el solvente elegido (es decir, el agua), la interacción de las moléculas de agua con las moléculas de los ingredientes elegidos ayuda a formar nuevos enlaces para crear el biomaterial resultante. (Pilar Bolumburu, 2022)

Además de estos tres ingredientes, también se le puede añadir otros componentes para generar diferentes características en el biomaterial. Como por ejemplo un plastificante, suavizante capaz de darle cierta flexibilidad al material. También el uso de pigmentos naturales, ya sean orgánicos o minerales para teñirlo y/o también el uso de preservantes, solución antibacteriana natural para evitar que se generen hongos.

Dimensiones de aproximación

A partir del toolkit “Guía teórico- práctica para el desarrollo de biomateriales” diseñado por Materiom y el Fablab Austral (Pacheco.C & Bolumburu.P, 2022), se describen diferentes tipos de dimensiones asociadas a los conceptos más generales, hasta las técnicas prácticas para el trabajo con biomateriales. Estas las podemos clasificar en las siguientes:

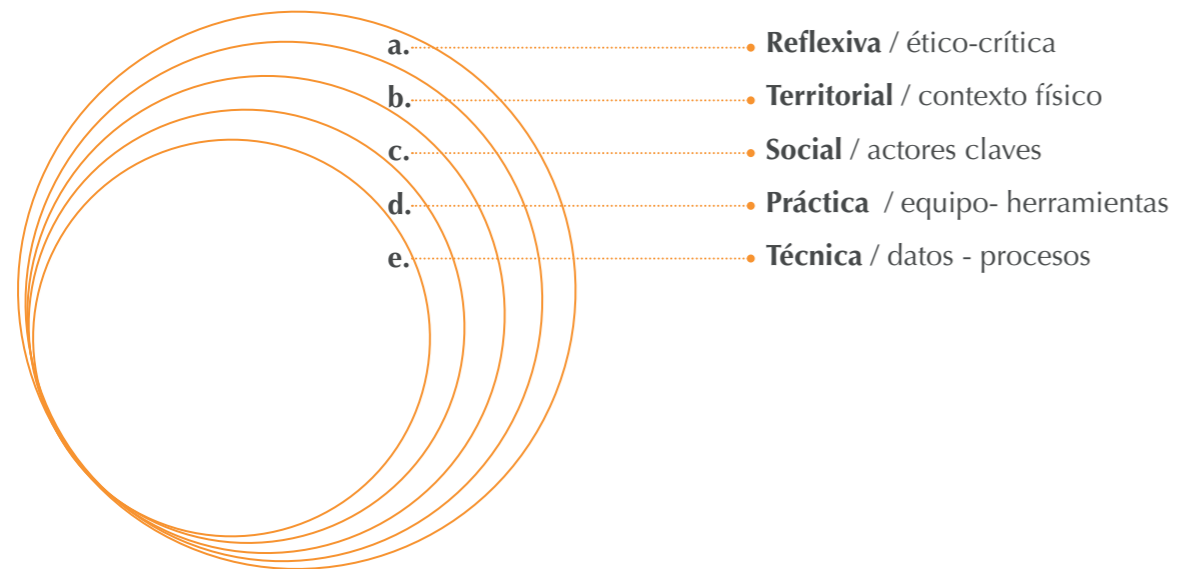


Figura 7. Dimensiones de aproximación, Pacheco.C & Bolumburu.P (2022)

a. Dimensión Reflexiva / ético-crítica

“Tiene que ver con aquellos principios éticos relacionados al trabajo con la biomasa. Considera el consumo energético, las relaciones inter e intraespecíficas entre especies y la mantención sostenible de los ciclos biogeoquímicos”

b. Dimensión Territorial / contexto físico

Relacionado con el “Espacio físico asociado al desarrollo o producción de dicha materia prima. Se consideran las características intrínsecas del contexto desde el tipo de ambiente hasta las escalas estructurales del lugar.”

c. Dimensión social / actores claves

“Considera a todas aquellas personas involucradas en cada etapa asociada al trabajo con biomateriales. Desde las instituciones hasta los proveedores e investigadores.”

d. Dimensión Práctica / equipo-herramientas

“Involucra aquellos artefactos o productos necesarios como equipos, máquinas, herramientas y utensilios”

e. Dimensión Técnica / datos - procesos

“Es la dimensión de registro y documentación de los procesos y técnicas asociadas a cada actividad durante el desarrollo de biomateriales. Sirve para poder clasificar y ordenar los datos y la información.”

Instancias de acción

A su vez, este toolkit nos menciona las diferentes instancias de acción (o procesos) que existen dentro del desarrollo e investigación de un biomaterial, las cuales serán de mucha utilidad para todo el desarrollo y experimentación de este. *“Son las actividades que se realizan de manera cronológica e iterativa en el proceso de investigación y desarrollo de un biomaterial.”* Entendiéndose, de esta manera, como los pasos de la metodología a seguir para un correcto desarrollo biomaterial. Estas se pueden clasificar en:



Biomasa

Relacionada con la recolección y preparación de la materia prima con la que se trabajará. Se debe entender y considerar la disponibilidad, ubicación y forma de conseguir esta materia, además de considerar sus procesos relacionados con la preparación de la materia.

Muestra

En esta instancia se debe entender la producción e intervención de la biomasa. Los ingredientes que se utilizarán y cómo estos se comportan y reaccionan frente a diferentes procesos y la forma de preparación de la receta. Entendiendo de esta manera las variables que intervienen en el proceso de fabricación, esto se suele hacer a partir de una ficha científica de formulación para un experimento, en donde se vaya dejando un registro de las diferentes acciones y decisiones tomadas para luego poder llegar a diferentes conclusiones que permitan ir avanzando en el proceso experimental.

Aplicación

Esta etapa está relacionada con la caracterización y biodegradación del material, entendiendo finalmente características o cualidades específicas que lo asimilan o diferencian del resto. Pudiendo así entender para qué podría servir en un futuro, esto está relacionado con la metodología llamada “material driven design” la cual se hablará más adelante.

Figura 8. Instancias de Acción, Pacheco.C & Bolumburu.P (2022)



Imagen 2. Botes de pesca Horcón, Elaboración propia (2022)

Principios Biomateriales

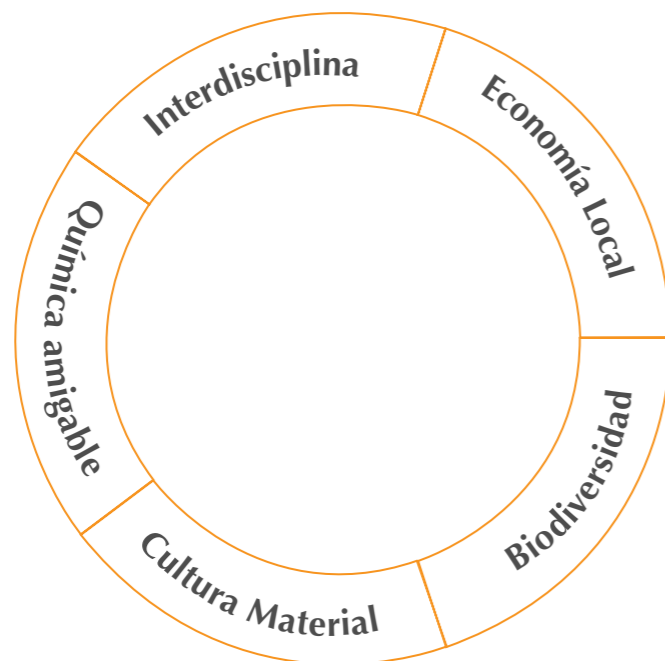


Figura 9. Principios Biomateriales, Elaboración propia (2022)

**Datos recopilados a partir de información entregada por Pilar Bolumburu, diseñadora e investigadora en materiales, con quien pude tener contacto a través de un programa de biomateriales al cual se asistió en el centro llamado Sinestesia (donde se hace una mención especial más adelante) Además de el conversatorio online, organizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Austral, donde expuso el Laboratorio de Valdivia (LABVA) , expertos en el desarrollo de biomateriales nativos. Y junto con los textos Material Designers, escrito por el Programa Europa Creativa UE; Elisava, Ma-tt-er & Politécnico di Milano. Un toolkit generado por el fablab austral junto con matewriom, el cual fué entregado por Carolina Pachecho , otra de las profesoras del curso de biomateriales generado por Sinestesia. Y por el artículo escrito por Becca Warner, en la plataforma Atlas of the future.*

Dentro del desarrollo de biomateriales hay ciertos principios necesarios de entender y que a lo largo de todo el mundo los desarrolladores de biomateriales buscan fomentar y potenciar. Estos los podemos clasificar en cinco conceptos:

Interdisciplina: El desarrollo interdisciplinar es fundamental para poder generar nuevos conocimientos y perspectivas. “Entre más nos relacionemos con otras disciplinas, como químicos, biólogos, artistas y artesanos, más enriquecedora será la experiencia para ambos lados. Creando cada vez más conocimiento biomaterial que aportará para enfrentar el problema de los desechos en el mundo” (Bolumburu.P , 2022)

Economía local: Es necesario potenciar la producción y consumo local, minimizando de esta manera la contaminación que se genera en el transporte. Además de contribuir a la descentralización y dependencia de las ciudades/países industriales. “En el mundo de hoy, las cadenas de suministro de materiales son predominantemente globales, lo que limita el potencial de que lleguen al mercado soluciones de materiales más adaptables a escala local y regional. Para nosotros, no se trata de contraponer lo local a lo global. Se trata de encontrar un mejor encaje entre ambos para que los materiales puedan obtenerse y reciclarse de una manera que sea, al mismo tiempo, apropiada para el contexto y ambientalmente responsable”. (Warner.B, 2020)

Biodiversidad: Es fundamental respetar el ecosistema local y los ciclos de la naturaleza, usando solamente los recursos que sean de ese lugar y que se encuentren en abundancia. (LABVA, 2020)

Cultura Material: “La idea es que el conocimiento sea compartido y democratizado. Que cualquiera pueda acceder y desarrollar materiales circulares desde su propio territorio.” (Bolumburu.P , 2022)

Química amigable: Al considerar una ruta apropiada para desarrollar un biomaterial, se deben aplicar todos los aspectos de la Química Amigable con la Naturaleza (Green Chemistry o Life-Friendly Chemistry). Donde el diseño de las recetas debiese considerar cómo cada componente del material podría afectar al equilibrio medioambiental natural, utilizando una química en la que la descomposición no produzca subproductos nocivos en la naturaleza.

Estado del arte

La investigación y desarrollo de biomateriales es cada vez más amplia, existiendo diferentes propuestas en todo el mundo. Por lo que se decide generar una tabla comparativa del estado del arte existente, tanto internacional como nacional. Para así poder tener un mayor entendimiento de las problemáticas y oportunidades descubiertas por los autores.

Proyectos nacionales

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR	¿DONDE?	OPORTUNIDAD
Desintegra.me Proyecto de título	Margarita Talep	Diseño UDP, Santiago, Chile	¿Cómo prescindimos del plástico en situaciones donde su uso es efímero y su utilidad es mínima? ¿Por qué destinamos un material indestructible a productos que son altamente desechables?
TINTORERA El color de la sustentabilidad Proyecto de título	Macarena Iglesias	Diseño UDD, Santiago, Chile	En la industria textil, la toxicidad y alto consumo de agua en tinturas sintéticas es un problema actual, junto con la excesiva disposición de residuos orgánicos. En la Chimba existen toneladas de desechos, que terminan en vertederos.

PROPUESTA	¿CÓMO?
Bioplástico de uso efímero a través de materia prima extraída de algas. Concientizar sobre el uso excesivo de materiales por parte de los consumidores.	Elaborado de materia prima extraída de algas cuya elaboración tiene un bajo costo energético e implica la adición de sólo sustancias naturales y no modificadas.



Imagen 3. Desintegra.me, Margarita Talep (2019)

Uso de residuos sólidos y orgánicos que se desechan diariamente en el distrito comercial “La Chimba” para generar tintes naturales.	Colaboración con trabajadores del barrio la chimba. Sitio web donde se da a conocer la receta del teñido natural y acceder a los servicios. Kit para talleres. Muestrario de colores con los distintos residuos.
---	--



Imagen 4. TINTORERA, Macarena Iglesias (2022)

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR	¿DONDE?	OPORTUNIDAD
CITRI.CO Sistema sustentable para la moda lenta Proyecto de título	Amalia Muñoz	Diseño UDD, Santiago, Chile	La industria de la moda y textil y los desperdicios de alimentos.

A waste epiphany Proyecto de título	Macarena Torres	Diseño UDD, Santiago, Chile	La industria de la construcción es responsable de más del 50 % de la contaminación a nivel mundial. Dentro de este impacto, los materiales de construcción cumplen un rol importante, ya que miles de toneladas al año, terminan depositadas en vertederos.
---	-----------------	-----------------------------	---

ECOCITEX Start up	Rosario Hevia Daniela Ehijo Juan Luis Martel Andrés Hevia	Desierto Atacama y Santiago, Chile	Los efectos negativos que la industria de la moda ha generado en Chile se dimensionan en toda su realidad en los cerros de ropa desechada en el desierto de Atacama.
-----------------------------	--	------------------------------------	--

PROPUESTA	¿CÓMO?
Bioplásticos en base a desechos orgánicos cítricos, con el fin de poder mostrar la aplicación de éste como herramienta de cambio en la industria de la moda. Incentivar la creatividad para el mundo de los biomateriales.	Accesorios reutilizables como abono. Instalaciones artísticas Técnicas audiovisuales para mostrar las propiedades del material y aplicación en la moda. Plataforma de fuente abierta.

Interrumpir el proceso común de construcción y demolición, haciéndose cargo de los materiales que serán desechados, para luego transformarlos en nuevos productos.	Proyecto comunicado y expuesto en una plataforma abierta, logrando que tanto el consumidor del producto como diseñadores, puedan replicar este procedimiento y aportar al medio ambiente desde su propio país.
--	--

Creación de hilado 100% reciclado a partir de ropa post consumo acopiada y reciclada en Chile, sin usar agua ni tinturas.	Se recicla la ropa y se convierte en hilado. Dan trabajo a mujeres en reinserción social, capacitándose en un oficio que se creía extinto en Chile.
---	---



Imagen 5. CITRI.CO, Amalia Muñoz (2020)



Imagen 6. A waste epiphany, Macarena Torres (2020)



Imagen 7. Lana rústica, Ecocitex (2022)

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR	¿DONDE?	OPORTUNIDAD
Mycelium Proyecto de Investigación	Sebastián Rodríguez Jara	Laboratorio BioFabricación UC, Santiago, Chile	Uso de micelio de hongos para generar un material biobasado a partir de de madera y residuos agroindustriales.

Biotextil de Maqui Proyecto de Investigación	LABVA, Laboratorio de biomateriales de Valdivia	Laboratorio BioFabricación UC, Valdivia, Chile	Fomentar la biofabricación para no depender de industrias que promuevan una economía que acaba en la sobreexplotación de territorios y comunidades.
--	---	--	---

Proyectos internacionales

Ecovative Empresa	Eben Bayer Gavin McIntyre	Investigación Rensselaer Polytechnic Institute, NY, E.E.U.U	Hay millones de especies diferentes de hongos, lo que significa millones de posibles materiales con innumerables cualidades potenciales.
-----------------------------	------------------------------	---	--

PROPUESTA	¿CÓMO?
Se investigan posibles áreas del diseño donde se pudiese proyectar y desarrollar el uso de este material biobasado.	Exploración y experimentación de un nuevo material biobasado, compuesto a partir de la utilización del micelio de hongos descomponedores de madera y subproductos de la industria agrícola.

Explorar diferentes formas de extraer de forma artesanal y consciente el uso del entorno natural, buscando fortalecer su economía local.	Exploración y experimentación del territorio Valdiviano. Desarrollo a partir del uso de microorganismos o aglomerados de materias primas.
--	---

Desarrollar materiales como el cuero o el plástico a partir del uso de micelio.	A través de la ciencia del micelio para desarrollar estructuras completamente formadas, utilizadas en productos. Cultivar micelio para potenciar su uso local y no depender de otra zona.
---	---



Imagen 8. Mycelium Museo del Hongo (2016)



Imagen 9. árbol de maqui, LABVA (2021)



Imagen 10. ECOVATIVE (2007)

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR	¿DONDE?	OPORTUNIDAD
Zoostera stool Proyecto de Investigación	Carolin Pertsch	Programa de diseño "Integrated Design" University of Arts, Bremen (Hfk) Alemania.	En la costa Alemana miles de toneladas de plantas acuáticas que cubren regularmente las playas y crean una extraña alfombra marrón, que es retirada y llevada a los vertederos.
Forest Wool Proyecto de Investigación	Tamara Orjola	Design Academy de Eindhoven, Países Bajos	Los pinos son la principal fuente mundial de madera. Cada año se talan 600 millones en la UE. Pero hay más en el árbol que solo madera, las agujas de pino representan un 30% de su masa.
Piñatex Empresa	Carmen Hijosa	España / Filipinas	El cuero se ha utilizado durante miles de años, sin embargo, a medida que la industria demanda más y más barato suministro, su producción se ha vuelto ambientalmente insostenible.

PROPUESTA	¿CÓMO?
Crear un nuevo ecomaterial a partir de la utilización de estas plantas acuáticas (Zoostera Marinas) y abrirle los ojos a la gente para pensar en vías alternativas de materiales en el futuro.	Combinando las fibras de este "ecomaterial" con una bioresina producida a partir de aceite vegetal.
Uso potencial de los miles de millones de agujas que quedan sin usar y que son una excelente alternativa para todo tipo de fibras.	Técnicas de fabricación estandar (trituration, remojo, cocción a vapor y prensado) y transformar en textiles compuestos y papel. Extrayendo el aceite esencial y tinte. Producción de taburetes y alfombras a partir de agujas de pino.
Uso potencial de los miles de millones de agujas que quedan sin usar y que son una excelente alternativa para todo tipo de fibras.	Técnicas de fabricación estandar (trituration, remojo, cocción a vapor y prensado) y transformar en textiles compuestos y papel. Producción de taburetes y alfombras a partir de agujas de pino.



Imagen 11. Zoostera stool, Carolin Pertsch (2020)



Imagen 12. Forest wool, Tamara Orjola (2019)



Imagen 13. Piñatex (2022)

NOMBRE DEL PROYECTO	AUTOR	¿DONDE?	OPORTUNIDAD
TOMATO Empresa	Canapuglia	Italia	Reutilización del cañamo del tomate para generar un biomaterial.
TOTOMOXTLE Empresa	Fernando Laposse	Comunidad Tonahuitxtla, México	Regenerar las prácticas agrícolas tradicionales en México y crear una nueva artesanía que genere ingresos para los agricultores y promueva la preservación de la biodiversidad.
Bioplástico de Agave Investigación	Fernanda Ordorica Bechelany	Diseño, Tec de Monterrey, Ciudad de México, Méxicos	El agave es el principal elemento de desecho de la industria del tequila.
KARU Investigación	Verónica Bergottini	Oriunda de Eldorado, Argentina	Mucha ropa se convierte en basura al romperse o no usarse más.

PROPUESTA	¿CÓMO?
Desarrollar un filamento a partir del cañamo de tomate que sea compostable y local (Made in Italy).	Se le añade una base de PLA (ácido poliláctico), otorgándole una mayor elasticidad.
Biomaterial de chapa elaborado con cáscaras de maíz mexicano tradicional. Muestra la riqueza de la diversidad de los maíces nativos de México que son naturalmente coloridos.	Reintroduciendo semillas nativas en el pueblo y volviendo a la agricultura tradicional. Las cáscaras recolectadas de la cosecha se usan como material de revestimiento y generando empleos.
Posible uso en la industria textil, con el objetivo de reducir el consumo de bolsas de plástico de un solo uso a través de una fusión de la moda y el uso cotidiano del plástico.	Crear una capa de bioplástico, similar al PVC. Generar un nuevo material sustentable y crear conciencia sobre el tema del consumo
Utilización del residuo de yerba mate para generar un biotextil.fusión de la moda y el uso cotidiano del plástico.	Proyecto de biotecnología aplicada al diseño que ofrece un biomaterial (TILEX) de origen microbiano.



Imagen 14. Canapuglia (2022)



Imagen 15. Totomotxle, Fernando Laposse (2022)



Imagen 16. Fernanda Ordorica (2017)

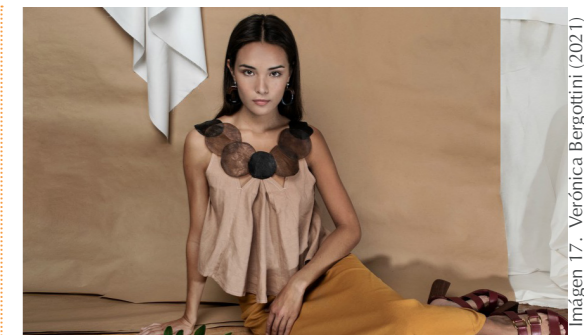


Imagen 17. Verónica Bergottini (2021)

Catastro del estado del arte

Luego de la tabla comparativa se decide generar un catastro del estado del arte e ir clasificando cada uno de estos según sus características; Primero se dividieron en casos nacionales o internacionales, luego si es que son biobasados, después según su forma de preparación y fuente de obtención.

		BIOBASADO	
NACIONAL	A waste epiphany	A waste epiphany	
	Desintegra.me	Desintegra.me	
	CITRI.CO	CITRI.CO	
	ECOCITEX		
	Mycelium	Mycelium	
	Tintorera	Tintorera	
	Biotextil de Maqui	Biotextil de Maqui	
INTERNACIONAL	Forest Wool	Forest Wool	
	Zostera stool	Zostera stool	
	Biobitumen	Biobitumen	
	Ecovative	Ecovative	
	Bioplástico de Agave	Bioplástico de Agave	
	TOMATO	TOMATO	
	Piñatex	Piñatex	
	TOTOMOTXLE	TOTOMOTXLE	
	Karu	Karu	

GROWN	Mycelium	RESIDUO	Mycelium
	Biotextil de Maqui		Biotextil de Maqui
COOKED	A waste epiphany	RESIDUO	A waste epiphany
	Desintegra.me		CITRI.CO
	CITRI.CO		Tintorera
	Tintorera	EXTRACCIÓN	Desintegra.me
GROWN	Ecovative	EXTRACCIÓN	Ecovative
	Biobitumen		Biobitumen
	Karu		Karu
COOKED	Forest Wool	RESIDUO	Forest Wool
	Zostera stool		Zostera stool
	Bioplástico de Agave		TOMATO
	TOMATO		Piñatex
	Piñatex	EXTRACCIÓN	TOTOMOTXLE
	TOTOMOTXLE		Bioplástico de Agave

Figura 10. Catastro estado del arte, Elaboración propia (2022)

Mapeo Estado del arte

A partir del catastro del estado del arte se pudo analizar y concluir que muchos de los bio-materiales se producen a través de la valorización de diversos residuos de un territorio o aprovechamiento de sus materias primas locales. Replantando la forma de diseñar nuevos materiales circulares desde nuestros territorios.

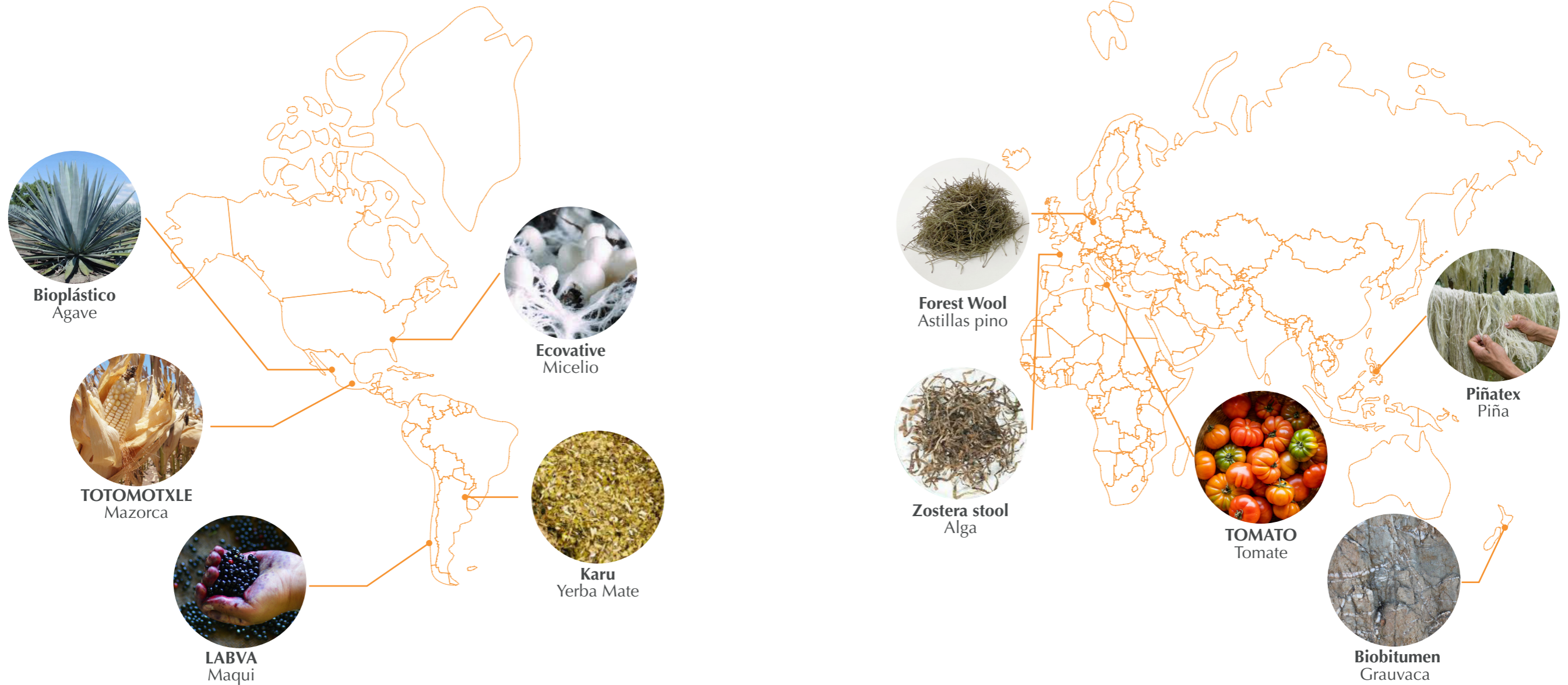


Figura 11. Mapeo estado del arte, Elaboración propia (2022)

Residuos

“Un residuo se diferencia de lo que comúnmente se denomina basura. Su diferencia se vincula específicamente con la oportunidad de ser reutilizada.” (Fundación para el Desarrollo Social, 2020)

Clasificación

Los residuos se pueden clasificar de muchas maneras diferentes. Una de estas es por sus características, pudiendo clasificarse en peligrosos, no peligrosos o inertes. Tal como lo explica el Sistema Nacional de Información Ambiental (2004), los residuos peligrosos son todos aquellos que presentan riesgo para la salud pública y/o medio ambiente.

Los no peligrosos son los que no presentan riesgo para la salud pública y/o medio ambiente. Y, por otra parte, los residuos inertes son residuos que no son peligrosos y que a su vez no experimentan variaciones físicas, químicas o biológicas. A pesar de esto, hay que tener en cuenta que *“Los residuos no peligrosos también pueden tener efectos negativos en el medio ambiente en caso de un manejo inadecuado, como por ejemplo contaminación del suelo, agua, aire, efectos negativos a flora y fauna y generación de gases de efecto invernadero.”* (MMA, 2020) Siendo de esta manera importante hacer cargo de los residuos que generamos en nuestra comunidad, ya que estos afectan a nuestro planeta.

Otro tipo de clasificación es por su origen, pudiendo ser de origen industrial; resultantes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o

mantenimiento, generados por la actividad industrial, pudiendo de esta manera entenderlos como los residuos provenientes de las actividades económicas. Como los de origen municipal; provenientes del sector domiciliario. Generados por el sector de servicios y los derivados del aseo de vías públicas, áreas verdes y playas. (Ministerio de Desarrollo Social de Chile & CEPAL, 2016) Además de lo mencionado anteriormente, la composición de los residuos *“Dependerá de diversos factores relacionados con sus generadores, cómo por ejemplo: el estilo de vida, sus comportamientos de consumo, lugar geográfico, la estación del año y en algunos casos hasta por ciertas festividades propias de la zona.”* (MMA, 2016)

Una de las características de los residuos, y la cual los diferencia del término basura, es su capacidad de valorización. Entendiendo el término de valorización cómo *“Un conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos. Comprendiendo la preparación para la reutilización, el reciclaje y/o valorización energética”* (MMA & Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann, 2016) Por lo tanto se podría decir que el término de valorización tiene relación con la capacidad de reutilización de los residuos que generamos, dándoles un nuevo uso evitando de esta manera que se perjudique al medio ambiente y a sus seres vivos. Un punto interesante de abordar, ya que se puede tomar como una oportunidad para el desarrollo de nuevos biomateriales.

“Hoy el valor de un nuevo material ya no está ligado únicamente a su rendimiento técnico, sino también a sus características perceptivas, evocadoras y experienciales. Esto ofrece posibilidades nuevas y sin precedentes para la regeneración de residuos. Por lo tanto, el diseño de materiales con la contribución del diseño debe ser orientado a identificar a los más “incómodos”, residuos más difíciles y costosos de eliminar, reinterpretarlo y regenerarlo, aumentando también su valor, para hacer sostenible el proceso de reciclaje y conveniente.” (Langella.C, 2020)

Problema de residuos en Chile

El 96,9% de los residuos de nuestro país provienen de residuos no peligrosos, los cuales su 55,6% son de origen Industrial, es decir de las actividades económicas del país. (Ministerio del Medio Ambiente, 2020)

Tal como se menciona en la hoja de ruta nacional a la economía circular para un Chile sin basura (MMA., et al, 2020), Chile está enfrentando una situación urgente respecto a cómo utilizamos y gestionamos nuestros recursos materiales. Por un lado, estamos generando cada vez más residuos, la gran mayoría de los cuales terminan en rellenos sanitarios. Y, por otro lado, los actuales rellenos sanitarios cuentan en promedio con apenas 12 años más de vida útil. Siendo de gran importancia enfrentar esta solución pues *“Si no cambiamos este patrón, en los próximos años Chile necesitará construir y empezar a operar varios rellenos sanitarios nuevos – lo cual, sin duda, no es una*

solución sostenible, dados los altos impactos socioambientales que estas instalaciones sobre los territorios en que se insertan, generando rechazo por parte de las comunidades locales y provocando que sus períodos de desarrollo y construcción típicamente sean de más de diez años.” (MMA., et al, 2020) Al mismo tiempo, se menciona en este mismo informe, que nuestro país es notablemente ineficiente en el uso de los materiales, generando muy poco valor con ellos. Por lo que la valorización de residuos para la generación de nuevos materiales es un oportunidad de enfrentar esta problemática relacionada con los residuos a través de la generación de materiales cada vez más circulares.

Actividades económicas primarias

Como bien sabemos, Chile es uno de los mayores exportadores de materias primas en Latinoamérica. Esto se relaciona directamente con la realización de actividades económicas de carácter primario en el país. Los residuos provenientes de las actividades económicas de carácter primario de un territorio dependerán, tal como se explicó anteriormente, del lugar geográfico en el que se encuentren insertos y las diferentes actividades económicas que se realicen en este.

Por lo tanto, al poner en valor el uso de dichos residuos locales, los cuales de alguna manera representan el ecosistema natural o las materias primas existentes de ese territorio, se convertirán en un reflejo físico de su identidad territorial. Tal como se analizó en el estado del arte desarrollado.



Figura 12. Mapeo Chile, Elaboración propia (2022)

Identidad Territorial

Para entender el término de identidad territorial, se decide tomar la definición planteada en el Programa de Fortalecimiento de la identidad cultural regional; (2019), quienes plantean que la identidad territorial se compone de cinco partes: la geografía, el ámbito histórico, la cultura, el desarrollo productivo y el habitante del territorio. Siendo la suma de estas variables las que distinguen y caracterizan una zona de otra.

- **GEOGRAFÍA**
Territorio natural.
- **ÁMBITO HISTÓRICO**
Contexto y antecedentes del territorio.
- **CULTURA**
Conocimientos, arte, creencias, costumbres y habilidades adquiridas.
- **HABITANTES**
Personas que forman parte de un territorio.
- **DESARROLLO PRODUCTIVO**
Producción de un bien o servicio.
Oficios / actividades económicas.

Al identificar los residuos naturales generados por las principales actividades económicas primarias de un territorio (aquellas relacionadas con la extracción de los recursos naturales), podríamos de alguna manera revelar la identidad de ese lugar a través de su valorización para el desarrollo de biomateriales. Pues tal como explica Clara Guasch (2020), *"Los materiales juegan un papel clave en la configuración de nuestro entorno y de nuestra vida... Los materiales puede estar visible o invisiblemente entretreído dentro de nuestras realidades. Pueden estar cerca de nuestra piel o formar parte de lo que respiramos. Pueden ser saludables o hacernos infeliz y enfermo. Para el observador, científico o intuitivo, los materiales llevan la semilla de forma y función que puede satisfacer nuestras necesidades humanas. Los materiales forman nuestro natural y paisaje cultural, siendo una poderosa fuente de expresión e información. Un archivo vivo de genuina interacción humana con el planeta. Nuestra fuente finita de todo."*

Entendiendo de esta manera los materiales como expresiones del paisaje natural y cultural que nos rodea. De alguna manera podríamos reafirmar su potencial como reveladores de la identidad de un territorio en específico al usar los residuos provenientes de la materia prima de dicha zona. Y que además, las características físicas y sensoriales que tenga dicho material serán capaces de hacernos relacionar con ellos de diferentes maneras, según la percepción que tengamos de este.

SÍNTESIS

Al entender el valor que tienen los residuos como expondores de la riqueza natural de un cierto territorio, se hace interesante promover a través del diseño de biomateriales su valorización. Siendo así capaces de revelar la identidad de una localidad a través del uso de residuos de las materias primas provenientes de las actividades económicas que se desarrollen en dicha zona. Generando biomateriales significativos que van más allá de una responsabilidad medioambiental, sino que capaces de reflejar la identidad local de su lugar de valorización.

Pues tal como menciona la profesora y experta en sostenibilidad, materiales e innovación Clara Guasch Sastre, en el artículo *How Materials can Shape our Future (2020)*, “*Todos los flujos de desechos materiales podrían volverse visibles y valiosos. Mantienen su valor en cada etapa. Las ciudades deben aprender a utilizar el valor de los residuos colectivos (materiales y monetarios) para diseños urbanos restaurativos.*”

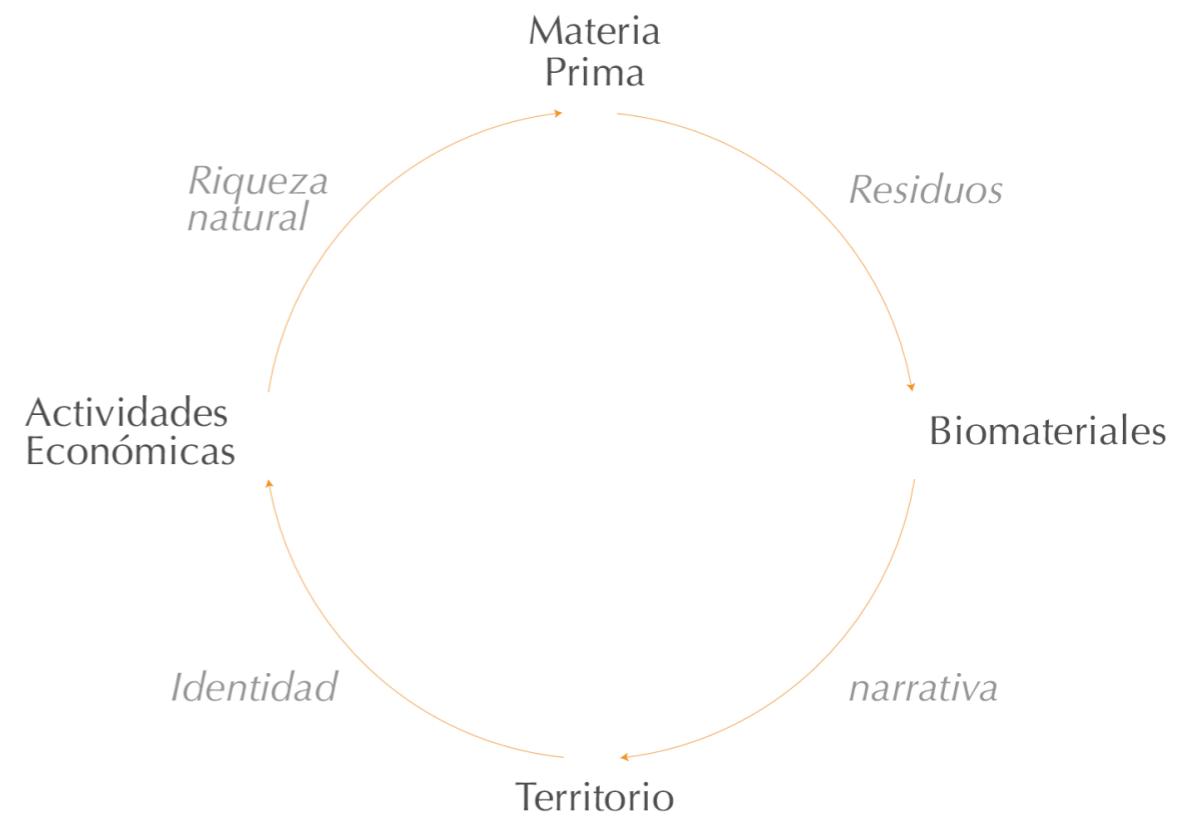
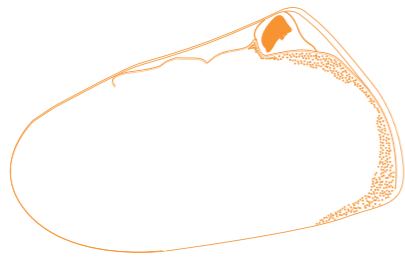


Figura 13. Biomateriales con identidad, Elaboración propia (2022)



3. MARCO TEÓRICO

- 3.1 Beneficios de una economía circular
- 3.2 La importancia de materiales circulares

3.1 Beneficios de una economía circular

"Si logramos utilizar y gestionar los recursos materiales de forma más eficiente y cuidadosa, podremos minimizar la generación de residuos y el consumo de recursos vírgenes, a la vez aportar al bienestar de las personas y el planeta." (MMA., et al, 2020)

La economía circular ya se está aplicando en muchas partes del mundo. Varias organizaciones internacionales, países y ciudades han desarrollado hojas de ruta o estrategias de economía circular, entre ellas, la Unión Europea, Países Bajos, Francia, España, China, Colombia, Perú, Dinamarca, Finlandia, Eslovenia, Londres y Ámsterdam. Además, comunidades, empresas y otras organizaciones –incluyendo muchas de Chile - están impulsando cambios importantes a través de un enfoque circular. (MMA,2020) Pues las problemáticas mundiales relacionadas con el cambio climático y la degradación de los ecosistema naturales están siendo parte de los objetivos más necesarios de abarcar como sociedad, tal cómo se menciona en los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU.

Además de lo mencionado anteriormente, el hecho de cambiar nuestro modelo productivo, basandonos en una economía circular, podría traer beneficios económicos en nuestros territorios, pues, tal como se menciona en una publicación desarrollada por el foro económico mundial y la fundación Ellen MacArthur, la economía circular puede significar ahorros de hasta US\$ 1 billón para el año 20259. Esto ya que al rediseñar

la manera en la que producimos, aprovechandonos de los recursos disponibles en nuestro planeta en vez de generar nuevos, existiría un potencial económico de US\$ 4,5 billones al año 2030 y que podría generar 95 millones de empleos a nivel global. Varios estudios han analizado el potencial de creación de nuevos empleos que presenta la economía circular. Por ejemplo, en 2015 el Club de Roma estimaba que, al año 2030, la economía circular podría generar más de 300.000 nuevos empleos en Francia, más de 200.000 nuevos empleos en España, y más de 50.000 nuevos empleos en Finlandia. Asimismo, la Organización Internacional del trabajo estimó en 2018 que la transición podría generar, al 2030 y a nivel global, más de 50 millones de nuevos empleos en servicios globales, y más de 45 millones de nuevos empleos en la gestión de residuos (MMA,2020).

Por lo que la economía circular se convierte en una alternativa sostenible desde todas sus áreas, ya que además de su gran aporte al ecosistema, esta es capaz de traer múltiples beneficios económicos y sociales.

3.2 La importancia de materiales circulares

Una manera de abordar la economía circular es a través del desarrollo de nuevos materiales circulares. Si bien, el desarrollo tecnológico en torno a materiales a lo largo de los años a traído beneficios. *"Este progreso ha estado basado históricamente en un modelo de economía lineal, haciendo que el coste en materias primas, energía y recursos sea totalmente imposible de sostener a lo largo de los años para las siguientes generaciones."*(López Valentín.J., et al, 2017) Es por eso que la Unión Europea el año 2015, desarrolla un plan de acción para apoyar la transición hacia una economía circular sostenible, más eficiente en el uso de recursos y competitiva, donde el eco-diseño, la química verde, el análisis de ciclo de vida y la ecología industrial, deben guiar el desarrollo de la próxima generación de materiales, productos y procesos a lo largo de cada etapa de la cadena de valor.

"Para poder cerrar el círculo del desarrollo sostenible de materiales es imprescindible abordar la gestión de residuos, pieza clave en una economía circular y sostenible para poder recuperar el valor material y energético de los materiales tras su vida útil."(MMA,2020) Como también *"promover forma general, la reutilización y estimular la simbiosis industrial, convirtiendo los subproductos de una industria en materias primas de otras."*(López Valentín.J., et al, 2017)

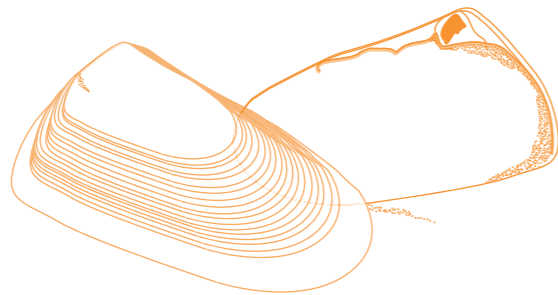
La Unión Europea establece la jerarquía de residuos, dando prioridad a la prevención de residuos, la reutilización y el reciclado sobre la valorización energética y la eliminación en vertederos, estas se resumen en 3

puntos claves: i) Un diseño más sostenible de materiales y dispositivos que sean más fáciles de reparar, actualizar o reelaborar, pudiendo desmontar y separar los componentes y materiales que lo forman, ii) una mejor gestión de residuos y iii) la valorización de los residuos como materias primas secundarias para otras industrias.

Así pues, el diseño y desarrollo sostenible de materiales circulares, podría entenderse como *"La constante mejora o búsqueda de nuevas propiedades en los materiales que satisfagan los retos que plantea el crecimiento y desarrollo de nuestra sociedad actual a un menor coste tanto económico como medioambiental."* (López Valentín.J., et al, 2017)

Al *"Comprender que los desechos materiales pueden ser una fuente para desarrollar nuevos materiales y nuevos ecosistemas socioeconómicos preindustriales y artesanales"* (Elisava,2022), estaríamos aportando, a través del desarrollo de biomateriales, en el diseño sostenible de materiales, la gestión de los residuos y su valorización como materias primas secundarias en la industria.

"El diseño a través de nuevos materiales se trata de innovación, sostenibilidad, bienestar y creatividad. Un campo de trabajo transdisciplinario e innovador destinado a desarrollar soluciones para reducir los desechos, mejorar la durabilidad y encontrar el mejor medio para los objetos del futuro"(Universidad Elisava, 2022)



4. FORMULACIÓN

- 4.1 OPORTUNIDAD DE DISEÑO
- 4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN
- 4.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN
- 4.4 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO

4.1 OPORTUNIDAD DE DISEÑO

Los biomateriales generados a partir de residuos provenientes de las actividades económicas primarias de un sector son una forma de revelar su identidad, ya que dichos residuos son el reflejo de la abundancia o patrimonio natural de ese territorio.

La autoproducción (DIY- Materials) de biomateriales puede potenciar nuevas posibilidades de aplicaciones.

Al fomentar la valorización de los residuos en un territorio se puede aportar a una producción y consumo sostenible.

4.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo podríamos generar biomateriales, a través de la valorización de los residuos provenientes de las actividades económicas de una localidad?

4.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Generar un biomaterial a partir de la selección y valorización de un residuo local que potencie su uso en el diseño de objetos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1** Comprender el concepto de biomateriales; sus propiedades, formas de fabricación, relación con los residuos de un territorio y el aporte del diseño.
- 2** Analizar las actividades económicas de un territorio desde la perspectiva de valorización de residuos para biomateriales locales.
- 3** Explorar y definir una receta biomaterial acorde a las propiedades del residuo seleccionado.
- 4** Caracterizar el biomaterial para visualizar sus posibles usos en el diseño, potenciando su valor significativo.

4.4 JUSTIFICACIÓN

Si bien el rol del diseñador se puede relacionar de manera directa con el diseño de materiales curriculares que aborden la problemática en torno a una producción y consumo responsable y sostenible. Este, a su vez, aborda diversos desafíos que tienen los diseñadores dentro de nuestra sociedad.

Para entender más acerca de los desafíos y el rol del diseñador, se decide basarse en el texto *Política de Fomento del Diseño 2017-2022*, escrito por el Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio del Gobierno de Chile. Dentro de este se define el diseño como *“Un sector que cumple un papel estratégico en la generación de valor y diferenciación de las organizaciones, en el crecimiento económico de un país, y en la consolidación y difusión de su imagen y cultura”* y con grandes oportunidades y desafíos relacionados con *“La creación de productos y servicios más amables e inclusivos, el aporte al trabajo interdisciplinar y a la competitividad de las empresas y su valor como soporte cultural e identitario”*

En este se desarrolla un plan de acción, que tiene como finalidad generar objetivos específicos en torno al rol del diseñador desde

diferentes áreas; Fomento, Educación, Participación y acceso al arte y cultura, Infraestructura y Patrimonio cultural. Dentro de cada una de estas etapas, las que se relacionan directamente con esta investigación, se encuentran los siguientes:

Fomento

- Promover el trabajo colaborativo entre agentes del campo del Diseño, el sector público y el sector privado, para incorporar a la disciplina en las distintas etapas de la cadena de valor del desarrollo de productos.

- Promover la especialización de los agentes del diseño en todas las fases del ciclo de valor de la disciplina, incorporando buenas prácticas y el desarrollo sostenible.

- Generar instancias que permitan explorar el potencial del diseño en la aplicación de tecnologías, en procesos de investigación, desarrollo y producción.

Participación y acceso al arte y cultura

- Impulsar la participación y acceso de la ciudadanía a las diferentes expresiones del diseño, con énfasis en el diseño nacional.

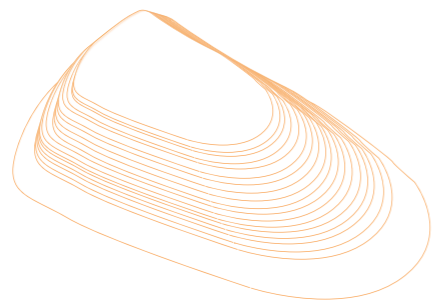
- Fomentar la presencia del diseño nacional en el marco de otras actividades artísticas y culturales.

Patrimonio cultural

- Promover el diseño a través de la generación de polos de desarrollo considerando la memoria e identidades de los territorios.

- Incentivar acciones que releven las identidades de los territorios y comunidades, a través de las diferentes expresiones del diseño.

- Contribuir a la descentralización de la cultura y las artes, a la equidad territorial y a la ampliación del acceso de bienes y servicios artísticos y culturales, dando cabida especial a territorios con menos oportunidades de participación artística y cultural y aislada geográficamente.



5. METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES

- 5.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN
- 5.2 METODOLOGÍA
- 5.3 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN
- 5.4 ACTIVIDADES

A partir de lo analizado se puede concluir que los biomateriales compuestos de los residuos generados en una cierta localidad, tienen un carácter territorial que puede contribuir a la identidad de dicha zona. Es desde esta base que se decide trabajar con una localidad específica, como caso de estudio, para entender y determinar qué tipo de residuos, provenientes de sus principales actividades económicas, existen en esta. Y así poder seleccionar un residuo, para el desarrollo de un biomaterial, que refleje de alguna manera la identidad de ese lugar.

5.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de carácter exploratorio/experimental, por lo que su enfoque es tanto cualitativo como cuantitativo (investigación mixta). Su objetivo es definir los conceptos involucrados y la relación existente entre estos. Incluyendo una variedad de unidades de análisis cualitativas pero con procedimientos cuantitativos. Contemplando así una primera etapa de investigación exploratoria que luego se llevará a una fase de aplicación experimental.

5.2 METODOLOGÍA

La metodología que se usa para esta investigación se divide en 3 etapas. La primera es a partir de un caso de estudio en una localidad específica de Chile. La segunda etapa es de fabricación y experimentación material, a la que luego se le aplicará una metodología llamada Material Driven Design (MDD) que se entenderá como la tercera etapa del proyecto.



Figura 14. Diseño metodología,Elaboración propia (2022)

SELECCIONAR

Se seleccionó una localidad en particular para hacer un estudio de la zona desde el entendimiento del territorio, sus habitantes y sus principales actividades, para así poder entender y explorar las posibilidades existentes relacionadas al desarrollo de biomateriales locales a partir de los residuos generados en dicha zona. En este caso en el balneario de Horcón, ubicado en la comuna de Puchuncaví en la región de Valparaíso.

**Si bien al ser un caso de estudio en el cual se busca aplicar y explorar lo planteado, debido al tiempo estimado, la idea es que este luego pueda ser replicable y estudiado desde diferentes territorios geográficos.*

EXPERIMENTAR

Etapa de experimentación con el residuo seleccionado. En este caso, las conchas de mariscos provenientes de una de las actividades económicas más características del lugar, la pesca artesanal, específicamente de las conchas de machas. Para un mejor entendimiento de los procesos y herramientas de fabricación se decidió ser parte de un programa de biomateriales desarrollado por la red colaborativa, Sinestesia. Dictado por las diseñadoras e investigadoras en materiales circulares Pilar Bolumburu, Javiera Salgado y Carolina Pacheco. Además del profesor químico de la Universidad Católica, Renato González. Por otra parte, el proceso metodológico de fabricación es a partir de una receta, entregada por la fuente de código abierto para el desarrollo de biomateriales, llamada Materiom. Esta receta se busca ir explorando y variando para el desarrollo de un nuevo biomaterial.

APLICAR

En esta etapa se busca pensar y diseñar posibles aplicaciones del material. Para esto se utilizará la metodología llamada Material Driven Design (MDD), enfocada en el entendimiento y descubrimiento de las propiedades y características de un material, para luego ser aplicado en diferentes proyectos de diseño.



Imagen 18. Preparación Biomaterial, Trinidad Alcalde H (2022)

5.3 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

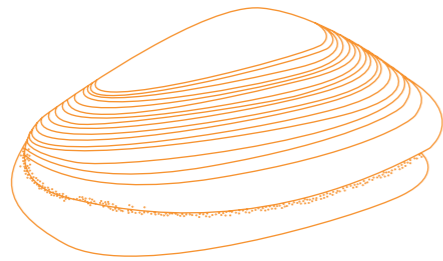
Se decide usar los tres objetivos específicos ,descritos anteriormente, para definir y seleccionar los métodos de recolección e instrumentos que se utilizarán para desarrollar la investigación.

Objetivos	Métodos	Instrumentos
Comprender el concepto de biomateriales; sus propiedades, formas de fabricación, relación con los residuos de un territorio y el aporte del diseño.	Revisión bibliográfica y elaboración de fichas Investigación documental, charlas y conferencias Catastro	Análisis e interpretación a partir de fichas bibliográficas Interpretación sistemática de la información recopilada
Analizar las actividades económicas de un territorio desde la perspectiva de valorización de residuos para biomateriales locales.	Catastro de residuos Observación de carácter semiparticipativa	Análisis e interpretación a partir de fichas bibliográficas Interpretación sistemática de la información recopilada
Explorar y definir una receta biomaterial acorde a las propiedades del residuo seleccionado.	Revisión bibliográfica científica Revisión plataformas con re-cetarios de código abierto Material tinkering	Fichas científicas Matriz de experimentación Elaboración tabla de resultados (lista de cotejo) Registro fotográfico
Caracterizar el biomaterial para visualizar sus posibles usos en el diseño, potenciando su valor significativo.	Aplicación de metodología Material Driven Design Discusión y análisis de los resultados	Ficha caracterización técnica Mapa de caracterización Tabla Material Benchmarking Modelo de significados

5.4 ACTIVIDADES

Se desarrolla una carta gantt para planificar y mostrar visualmente el tiempo que se le decidió dedicar a cada actividad.

Objetivos	Actividades	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Comprender el concepto de biomateriales; sus propiedades, formas de fabricación, relación con los residuos de un territorio y el aporte del diseño.	Buscar y analizar información relacionada a los biomateriales.										
	Interpretación sistemática de la información.										
	Realizar un catastro del estado del arte.										
	Analizar la información obtenida e identificar una oportunidad										
Analizar las actividades económicas de un territorio desde la perspectiva de valorización de residuos para biomateriales locales.	Examinar y seleccionar una localidad										
	Estudio previo de sus características geográficas y socioculturales										
	Desarrollar una tabla de observación										
	Observar y entender el contexto del lugar y su habitantes										
	Salida a terreno y registro										
	Identificar los residuos característicos y su relación con el lugar										
	Definir y analizar un tipo de residuo orgánico										
	Describir su relación con su identidad local										
Explorar y definir una receta biomaterial acorde a las propiedades del residuo seleccionado.	Investigar el estado del arte relacionado con el residuo definido.										
	Estudiar e identificar las propiedades y componentes										
	Experimentar con diversas recetas (open source)										
	Definir una receta base que se realcione con el residuo										
	Experimentación a partir de la receta y tecnologías de laboratorio										
Caracterizar el biomaterial para visualizar sus posibles usos en el diseño, potenciando su valor significativo.	Pruebas de caracterización físico-mecánicas y experiencial										
	Definición experiencia material										
	Focus Group para Modelo de significados										
	Testeo y posibles aplicaciones										



6. MARCO METODOLÓGICO

- 6.1 TOOLKIT, BIOLAB AUSTRAL
- 6.2 OPEN SOURCE MATERIALS
- 6.3 MATERIAL DRIVEN DESIGN (MDD)

Paralelamente a este proyecto, se decidió ser parte del programa del hub de innovación, SINESTESIA, llamado “Rediseñando los materiales que utilizamos”. El cual tiene como objetivo dar un conocimiento profundo de los biomateriales y desarrollar una mirada crítica a todo el ciclo productivo de estos y sus implicancias para el medio ambiente. Este se divide en tres módulos para lograr entender las diferentes capas ambientales, productivas, bioquímicas y sociales. Esto con el fin de tener mayores herramientas y conocimientos para la etapa de fabricación del biomaterial.

Profesores

Pilar Bolumburu

Diseñadora interdisciplinaria e investigadora de biomateriales en Materiom.

Renato Gonzalez

Docente, investigador y consultor en química analítica, bioquímica, fisicoquímica, estudio de suelos, medio ambiente y evaluación de riesgos.

Carolina Pacheco

Diseñadora Integral. Su práctica se centra en la investigación y el desarrollo de biomateriales y su transferencia a la comunidad.

Javiera Salgado

Diseñadora. Su principal enfoque es en sustentabilidad, investigación en biomateriales y docencia.

Dentro del programa de biomateriales, se explicó lo importante que es el registro del proceso y el postproceso al minuto de fabricar un biomaterial. Esto para poder entender y analizar las variables y resultados finales. Para esto se suelen utilizar tablas en donde se registran los pasos y toma de decisiones y además es fundamental el registro fotográfico. Algo que también se destacó fue lo fundamental que es registrar el proceso, ya que es necesario ver la toma de decisiones del proceso. Dentro de este programa, a su vez se facilitaron diferentes matrices para registrar las variables a usar; cómo los ingredientes, su cantidad, tiempos, temperaturas y resultados obtenidos. Además de material complementario con información teórica, referentes, recetas y guías con los pasos a seguir para el desarrollo de biomateriales. Lo cual fue de mucha ayuda para lograr entender y acercarse de mejor manera a este tema con una perspectiva no solo desde el área del diseño, sino que también con un entendimiento desde la bioquímica, la experimentación científica, aportando al desarrollo y procedimientos a seguir de este proyecto.

Además de poder conocer los puntos de vista desde diferentes áreas creativas y cómo el diseño de biomateriales se puede aplicar en diferentes disciplinas.



Imagen 19. Curso Biomateriales, Sinestesia (2022)

6.1 TOOLKIT, BIOLAB AUSTRAL

Se toma como base metodológica para el desarrollo de un biomaterial la “Guía teórico-práctica para el desarrollo de biomateriales”, diseñada por las autoras Carolina Pacheco y Pilar Bolumburu (2022), quienes me facilitaron esta guía gracias al curso de biomateriales al cual se participó en el hub Sinestesia. Se utilizaron las instancias de acción para la fabricación del material a desarrollar, las cuales explican detalladamente los pasos a seguir para un proceso y postproceso ejecutado de manera correcta. Además de esto se entrega una ficha científica y matriz de experimentación para la formulación de los experimentos a desarrollar a lo largo de esta investigación. Esto es clave para poder mantener un registro de las decisiones que se vayan tomando y las variables a modificar y/o que podrían estar influyendo de alguna manera u otra en el proceso de experimentación.



Figura 15. Instancias de Acción, (2022)

6.2 OPEN SOURCE MATERIALS

Para entender el concepto de Open Material primero se debe entender su origen, el cual proviene del término Open Source o Código Abierto. Los Open Source “son softwares en el que los usuarios tienen la capacidad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar, compartir y mejorar para cualquier propósito.” (Randhawa.S , 2008) Dicho en otras palabras, este término hace alusión a la democratización de la información realizada por un tercero, en donde cualquier persona puede tener acceso. Los Open Materials, siguen esta misma lógica pero relacionada específicamente con el acceso a información relacionada a el desarrollo de materiales. Donde se puede tener acceso a diversas investigaciones y experimentaciones, evidenciando los métodos y tecnologías utilizadas para desarrollar diferentes tipos de materiales. Dentro del mundo de los biomateriales existen plataformas abiertas donde se muestran las recetas para desarrollar diferentes tipos de materiales a partir de distintas materias y procesos de fabricación. Las cuales funcionan como punto de partida para desarrollar un nuevo biomaterial a partir de la modificación y variación de este.

Materiom <https://materiom.org/>
 Materiom es una plataforma web abierta, donde existe un recetario hecho a partir de diferentes colaboradores que han subido sus procesos de fabricación en biomateriales. Una de las características que tiene esta

plataforma es que las recetas son a partir de diversos productos, utensilios y procesos de fabricación que suelen encontrarse dentro de un hogar, potenciando de esta manera la producción casera o *do it yourself* . Llamando de esta manera a la fabricación y experimentación de las recetas. Es a partir de las recetas que se pueden encontrar en Materiom que se decide ir explorando y variando las proporciones e ingredientes para el desarrollo de un nuevo biomaterial.

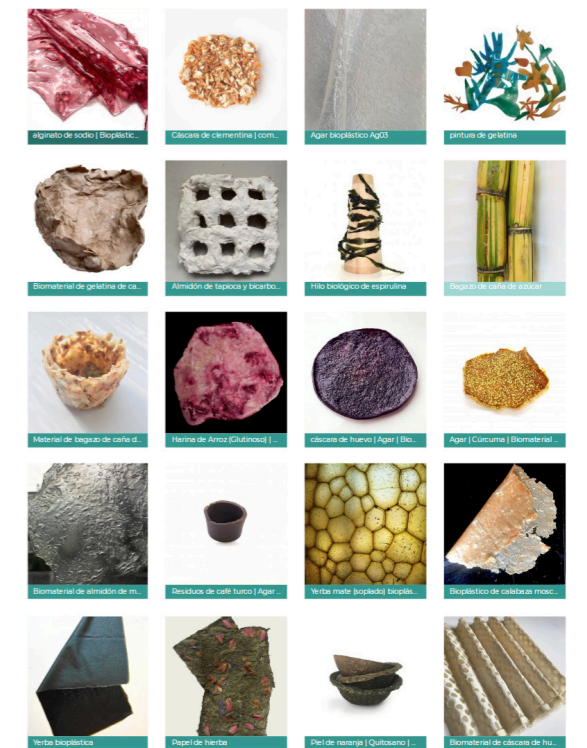


Imagen 20. Recetarios, Materiom (2022)

6.3 Material Driven Design (MDD)

Luego del desarrollo y fabricación del biomaterial, se decide aplicarle otra metodología para su correcta caracterización. Esta servirá para entender los posibles usos de este material en el diseño.

**Se describe la metodología a partir del artículo Material Driven Design (MDD): un método para diseñar experiencias materiales, escrito por Karana E., Barati, B., Rognoli V., Zeeuw Van Der Laan, A (2015)*

Hoy en día existe una tendencia vinc

ulada al desarrollo e investigación de materiales innovadores que cada vez va tomando más fuerza en el mercado, ofreciendo múltiples alternativas que reemplazan los materiales tradicionales. Pero, tal como mencionan las autoras E.Karana, et al., (2015), *“Esto por sí solo puede no ser suficiente para su éxito comercial y su uso generalizado. El ‘material’ también debe provocar experiencias de usuario significativas en y más allá de su evaluación utilitaria.”*

La metodología llamada Material Driven Design (MDD), en español conocida como método de diseño impulsado por materiales, tiene como finalidad facilitar el entendimiento y descubrimiento de las propiedades y características de un material, para luego ser aplicado en diferentes proyectos de diseño desde la particularidad que tenga el material. En otras palabras, esta metodología busca *“Facilitar los procesos de diseño en los que los materiales son el principal impulsor.”* (Karana E, et al., 2015)

Esta metodología, a su vez, busca ir un paso más allá de solo el reconocimiento de las características técnicas de los materiales, si no que también busca *“Ayudar a los diseñadores a definir y diseñar experiencias significativas con y para un material a mano, calificando el material no solo por lo que es, sino también por lo que hace, lo que nos expresa, lo que provoca de nosotros y lo que nos hace hacer”* (Giaccardi & Karana, 2015). Siendo estas experiencias materiales las que influyen en las decisiones de compra y satisfacción a largo plazo en las personas.

“La experiencia general de los materiales se basará (parcialmente) en las propiedades técnicas y sensoriales del material, y se ve afectada por los aspectos del producto en el que se incorpora el material. Cada factor principal (es decir, usuario, producto, material) tiene una serie de aspectos (p. ej., forma, proceso de fabricación, género, experiencia, etc.) que pueden influir en cómo experimentamos los materiales.”

(Karana E, et al., 2015)

Esta metodología busca la exploración y comprensión del material, tanto en sus cualidades como en sus limitaciones, para luego a partir del entendimiento del material, buscar sus posibles aplicaciones en el diseño. Por lo tanto, podríamos decir que la lógica de diseño detrás de esta metodología es contraria de lo que se suele hacer

comúnmente en el diseño, donde primero se piensa en la forma y/o solución y luego se busca un material que cumpla con las necesidades. Si a esto ,a su vez, le agregamos la utilización de materias primas locales para la fabricación de productos cotidianos ,como se explica en el artículo Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences (E.Karana, B.Barati, V.Rognoli y A.Zeeuw van der Laan. 2015) , se podría pausar los ritmos industriales que con frecuencia tienen un impacto negativo en el medio ambiente.

Fundamento teórico

El método MDD se basa en las siguientes premisas elaboradas por los autores:

- En cualquier proyecto de diseño (impulsado por materiales), se debe tener en cuenta cómo se espera que los materiales den forma y afecten la experiencia general del usuario, es decir, la experiencia de los materiales (Karana , 2008).

- Diseñar con un material implica una comprensión profunda del material para descubrir sus cualidades y limitaciones únicas en comparación con otros materiales. Esto se puede lograr ‘jugando con el material’, una especie de proceso exploratorio de creación y evaluación, desde el primer encuentro con el material, hasta su encarnación en el producto final al final del proceso.

- Diseñar con un material particular en mente requiere que se sigan pasos de acción que son comparables a un proceso de diseño de producto convencional: comprender el dominio (es decir, investigación en el campo, evaluación comparativa, análisis de mercado, etc.), crear requisitos y objetivos de diseño, crear conceptos, y seleccionar y detallar uno de los conceptos hacia la realización del producto. Sin embargo, cuando en otro caso la ‘experiencia’ es el resultado esperado de un proyecto de diseño impulsado por materiales, se establece un viaje de un diseñador desde las propiedades materiales y las cualidades experienciales hasta la visión de la experiencia de los materiales dentro de un contexto más amplio (propósito de la existencia); desde la visión de la experiencia de los materiales hasta las cualidades experienciales y las propiedades de los materiales, y hasta los productos.

Aplicación de MDD

Existen tres posibles escenarios donde se puede aplicar el Método MDD

Escenario 1

Proyectar con un material relativamente conocido, que irá acompañado de una muestra completamente desarrollada (por ejemplo, roble, titanio, poliestireno, etc.). Aunque es probable que el material tenga algunos significados fijos en ciertos contextos (p. ej., tradicional, acogedor, de alta tecnología, etc.), el diseñador busca nuevas áreas de aplicación para evocar nuevos significados y obtener experiencias de usuario únicas.

Escenario 2

Diseñar con un material relativamente desconocido, que irá acompañado de una muestra completamente desarrollada (por ejemplo, madera líquida, D3O, materiales termocrómicos, etc.). Es poco probable que el material se vincule con significados establecidos, lo que brinda al diseñador la oportunidad de definir áreas de aplicación a través de las cuales se pueden introducir experiencias de usuario únicas, identidades para materiales y nuevos significados.

Escenario 3

Diseñar con una propuesta de material con muestras semi desarrolladas o exploratorias (por ejemplo, compuestos de desechos de alimentos, materiales vivos hechos de células bacterianas, textiles impresos en 3D,

OLED , flexibles, etc.). Dado que el material está semi desarrollado (es decir, propuesta), sus propiedades se definirán más a través del proceso de diseño en relación con un área de aplicación seleccionada, y también para generar comentarios para el desarrollo de materiales adicionales (p. ej., elasticidad de un compuesto de desperdicios de alimentos , durabilidad de un textil impreso en 3D, etc.). Además, dado que el material es novedoso, es difícil de reconocer y necesita que el diseñador proponga aplicaciones significativas a través de las cuales se obtendrán experiencias y significados únicos para el usuario.

** En este caso al tratarse de de un biomaterial desarrollado a partir de residuos, este se encontraría en el escenario número 3. Pues el fin de diseño no está enfocado en encontrar una aplicación adecuada para el material semidesarrollado, sino que en desarrollar el material en el proceso de diseño y su correcta caracterización.*

Proceso y etapas

Esta metodología se divide en cuatro etapas secuenciales

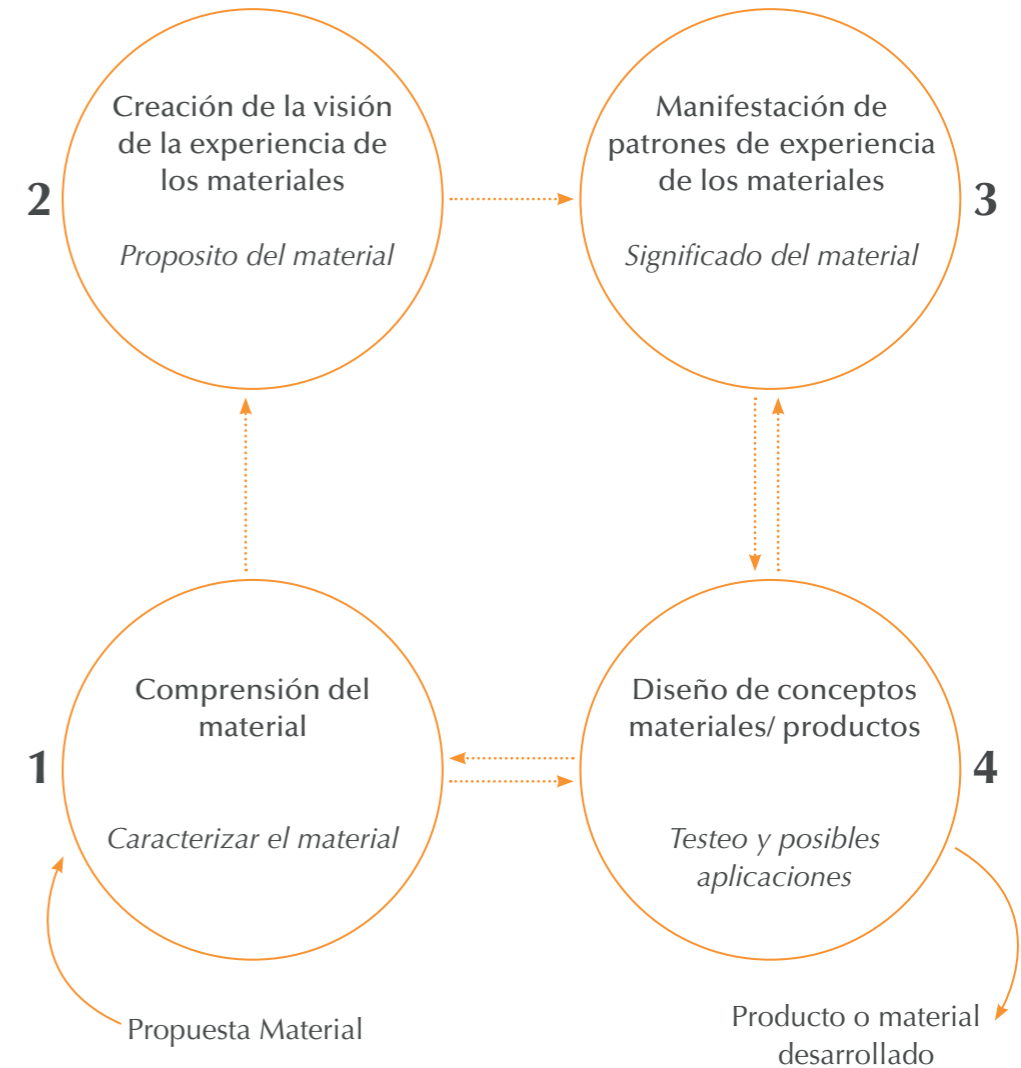


Gráfico 16. Metodología MDD, Karana.E., et al (2015)

1) Comprensión del material

Se busca que el diseñador comprenda el material y lo caracterice tanto técnica como experiencialmente, para articular el papel único del material (en contraste con los materiales alternativos). En esta etapa la experimentación con el material es fundamental para poder obtener información sobre sus propiedades técnicas/mecánicas, así como también en su aplicación en un producto. Esto se puede hacer a través de la evaluación comparativa de materiales para posicionar el material entre materiales similares y/o alternativos, para generar conocimientos sobre posibles áreas de aplicación, experiencias de materiales emergentes y otros problemas emergentes dentro del área del diseño.

Caracterización Técnica:

En esta etapa el diseñador debe “jugar” con el material; combinarlo con otros materiales, cortarlo, doblarlo, quemarlo y romperlo para entender las cualidades intrínsecas, sus limitaciones y oportunidades de aplicación. Al finalizar esta etapa, el diseñador debe entender claramente las propiedades técnico-funcionales y como el material puede ser fabricado o procesado.

Caracterización Experiencial:

En esta sección se deben entender las cualidades experienciales del material en 4 niveles: Sensorial, interpretativo (significados), afectivo (emociones) y performativo del material (formas, tamaños, porosidad, rigidez,

flexibilidad). En base esto se debe hacer un mapa conceptual para identificar aquellos significados que aportan o es necesario cambiar para la posible aplicación del compuesto a una forma, producto o contexto. En consecuencia se debe posicionar el material entre otros similares que ya existen en el mercado.

2) Creación de la visión de la experiencia de los materiales

En esta etapa se espera que los diseñadores puedan analizar y reflexionar acerca de las características y experiencias propias que puede entregar el material. De alguna manera, entender el rol que este pudiera desempeñar tanto en su relación con un producto como con el consumidor/ personas. Y finalmente utilizar la intuición y creatividad propia para generar una declaración respecto del material, *“Con el fin de decidir sobre las cualidades formales de la aplicación y proporcionar comentarios para el desarrollo posterior del material (si es necesario).”* (Karana. E., et al, 2015)

3) Manifestación de patrones de experiencia de los materiales

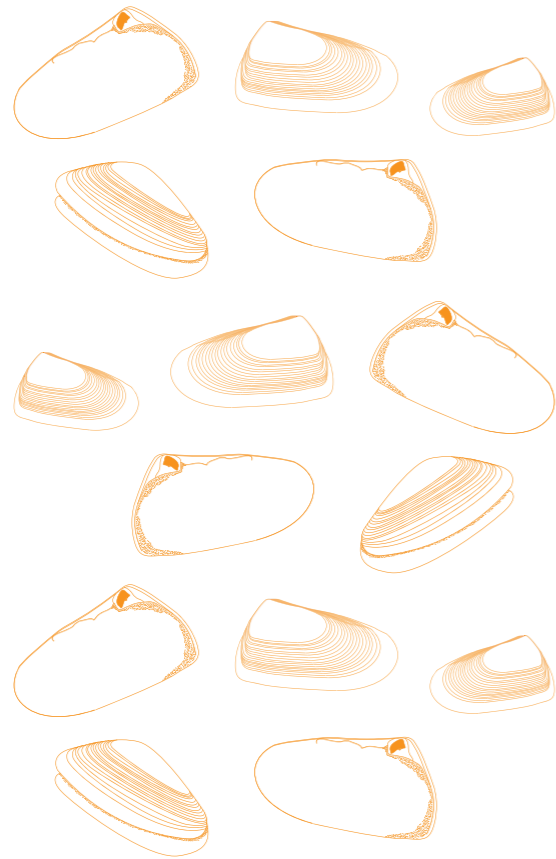
En esta fase se deben resumir e interpretar los descubrimientos, relacionando las propiedades con los significados encontrados. Para esto se usa el “Modelo de Significado de los Materiales” (Karana.E, 2009) para poder visualizar los datos recopilados y relacionarlos entre sí.

4) Diseño de conceptos de materiales / productos.

Acá el diseñador integra todos los descubrimientos para diseñar. Esto a partir de la generación de conceptos materiales, incorporando los resultados de los pasos anteriores. Para esto se suelen hacer focus groups con diseñadores para validar la metodología. *“El desempeño de los conceptos con mayor potencial se prueba a través de pruebas mecánicas en una serie de iteraciones, mientras que las cualidades experienciales materiales se evalúan a través de entrevistas y estudios de grupos focales, etc.”* (Karana., et al, 2015)



Imagen 21. Focus Group MDD, Elaboración Propia (2022)



7. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 CASO DE ESTUDIO

7.2 EXPERIMENTACIÓN BIOMATERIAL

7.3 APLICACIÓN MATERIAL DRIVEN DESIGN

7.1 CASO DE ESTUDIO

7.1.1 Selección Localidad

Para determinar una localidad primeramente se decidió seleccionar y analizar una de las principales actividades económicas del país, la pesca. Para luego seleccionar una localidad que se relacione estrechamente con esta actividad.

La pesca en Chile

“Nuestro país es una larga y angosta franja de tierra privilegiada, ya que estamos rodeados de mar por donde se mire, lo que nos permite tener una gran producción de productos marinos, convirtiendo a la pesca como una de las principales actividades económicas del país. Una prueba de esto es que tenemos más de 450 caletas en los 4 mil km. de costa que componen nuestro país, desde Arica hasta Magallanes.” (Chile es TUYO & SERNATUR, 2021)

Desde el punto de vista de sus actividades económicas y materias primas, Chile es un país muy privilegiado debido a su larga y angosta franja. Especialmente beneficiosas para la pesca nacional, tal como menciona la subsecretaría de pesca del país (SubPesca ,2017), ya que “Evidentemente le otorga ventajas casi únicas en el mundo como productor de recursos pesqueros altamente valorados y demandados en los mercados mundiales.” En los últimos años, los recursos pesqueros han aumentado considerablemente su volumen en un promedio del 32,7 % del país, con un crecimiento del 6,2% (SubPesca, 2022) Algo de gran importancia social, económica y cultural, que contribuye fuertemente en el ámbito laboral a las economías territoriales. Dentro del sector pesquero, las caletas artesanales presentan una

alta heterogeneidad en recursos extraídos, lo que se refleja en la variabilidad de técnicas de pesca utilizadas, cubriendo con sus operaciones casi la totalidad del territorio nacional. (SubPesca, 2022) Entendiendo este término como “ La unidad productiva, económica, social y cultural ubicada en un área geográfica delimitada, en la que se desarrollan labores propias de la actividad pesquera artesanal y otras relacionadas directa o indirectamente con la pesca artesanal.” (BCN, 2017)

En las caletas asignadas por Sernapesca se podrán realizar todas aquellas labores vinculadas con el desarrollo de las actividades pesqueras extractivas y de transformación, de pesca recreativa y de acuicultura de pequeña escala (cultivo de peces, moluscos y algas). También se pueden llevar a cabo otras actividades productivas, comerciales, culturales o de apoyo, relacionadas directa o indirectamente con la pesca, tales como turismo, puestos de venta de productos del mar y puestos de artesanía local, de gastronomía y estacionamientos. (BCN, 2017) Este punto llama la atención, ya que se entiende el valor que tiene esta actividad tanto económica cómo cultural dentro de la identidad nacional. Por lo que se decide seleccionar como caso de estudio una localidad donde se encuentre una caleta artesanal.



Imagen 22. Limpiando la pescá, Diego Arahuetes (2020)

Región de Valparaíso

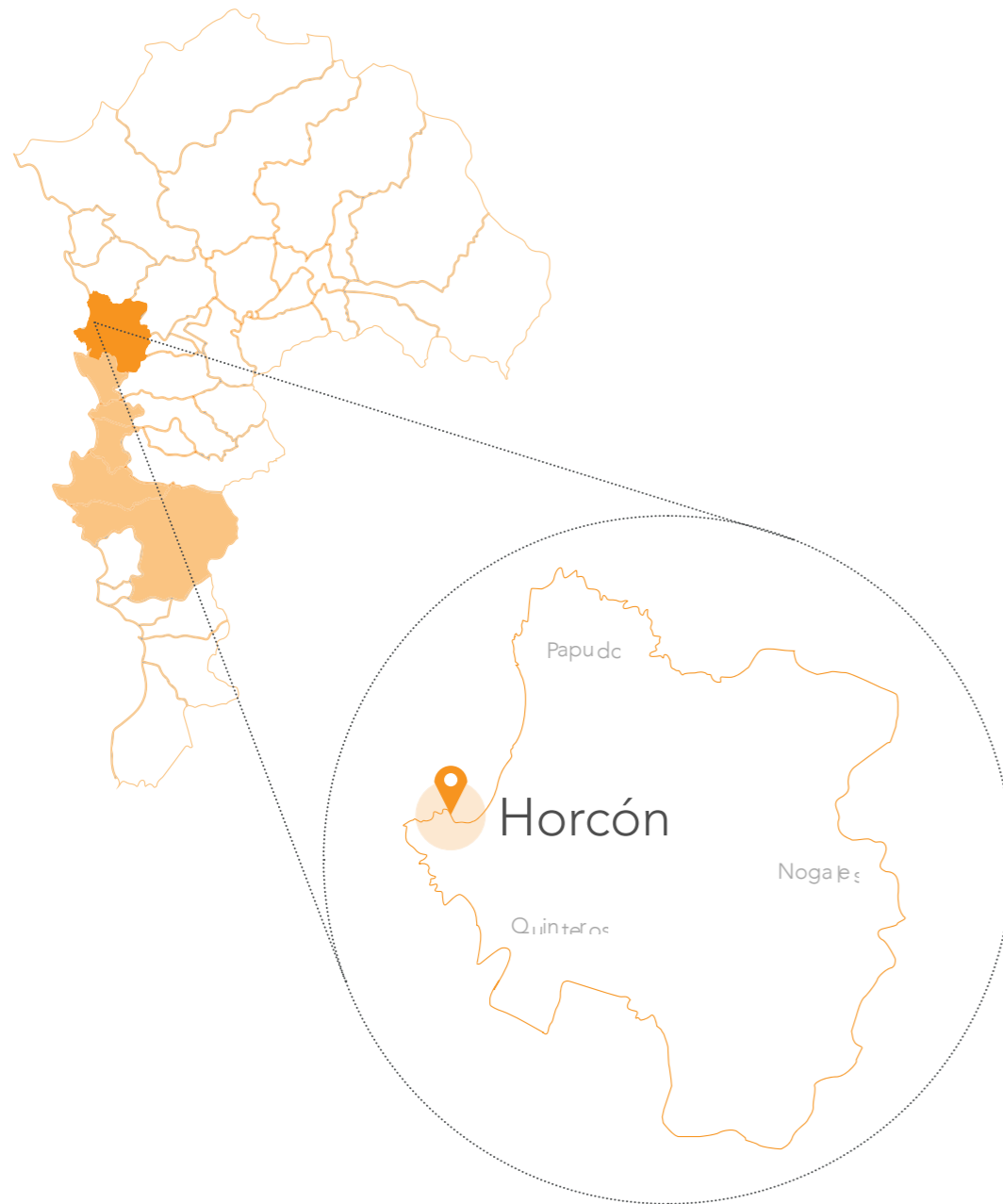


Figura 17. Mapa Horcón, Elaboración Propia (2022)

Localidad de Horcón

Dentro de esta investigación, se decide trabajar con el balneario de Horcón y su territorio cercano, perteneciente a la comuna de Puchuncaví, provincia de Valparaíso como caso de estudio. La decisión de trabajar con este balneario municipal tiene que ver en primera parte por ser un pueblo reconocido por su caleta de pescadores artesanales, además de las posibilidades relacionadas en cuanto al tiempo y distancia. Pues al tratarse de una investigación con un límite de 10 meses de duración se hace necesario seleccionar un territorio que pueda ser alcanzable, medible y acotado respecto a esto.

7.1.2 Definición de identidad

Se definió la identidad de la zona de Horcón a partir de los conceptos que la componen según el Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio (2019) en su programa para el fortalecimiento de la identidad cultural regional.

Geografía

Horcón es un balneario perteneciente a la comuna de Puchuncaví en la Región de Valparaíso. El cual se encuentra a las orillas del mar litoral el cual posee las playas Cau-Cau, Playa Larga, El Clarón, Las Ágatas, Luna, Los Tebos y El Tebo. Según se informa en la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN), esta zona presenta un clima templado mediterráneo, existente en toda la costa de la región de Valparaíso.

Siendo un territorio húmedo o mediterráneo costero en el litoral, debido a las direcciones predominantes de los vientos provenientes del océano. Las variaciones de temperaturas son bastante parejas durante el año, con un promedio anual de 14°. La humedad relativa es alta con un 75% y las precipitaciones son más abundantes, alcanzando unos 450 mm.

Se puede encontrar una vegetación terrestre formada por especies como el peumo, boldos y maitenes, litres, quilas, eucaliptos y pinos. (MinAgri, 2021)

Por otra parte, dentro de la vegetación acuática se pueden encontrar 47 especies de macroalgas. Dentro de estas las más características y comercializadas en Chile son; el Cochayuyo, la Chasca, el Chascón, la Chirecorea de Mar, el Huiro, la Lechuga de Mar, el Luche y la Luga. (SubPesca, 2010)

Dentro de la Fauna de la zona se pueden observar diversos roedores como el Cururo o el Lauchón. Aves como la como la Perdiz, la Codorniz y las gaviotas dominicanas. y otros como las lagartijas y las culebras. Además de especies marinas como Estrellas y Soles de mar, Machas, Almejas, Jaibas, Merluzas, Congrios y Chanchitos de mar. (Departamento de Pesquerías y Departamento de Difusión y Cooperación Pesquera de la Subsecretaría de Pesca, 2010)

Ámbito Histórico

A partir de información entregada por la Municipalidad de Puchuncaví. Se hizo una línea del tiempo con los hitos históricos.



Cultura

- Conocimientos y Habilidades adquiridas: Pesca artesanal, artesanía local; orfebrería, trabajo en piedra y madera, cerámica.
- Creencias: San Pedro; Santo Patrono de los Pescadores.

- Costumbres: Festividad el día de San Pedro. La Semana Horconina, se realiza en la segunda quincena de febrero y es la actividad más esperada y de mayor participación. La Navidad en el mar se celebra el 25 de diciembre.

- Arquitectura: Viviendas construidas en los cerros, posee una calle principal que lleva directamente a la caleta.

Habitantes

Horcón es lugar de residencia permanente de artesanos provenientes de distintas zonas del país y del extranjero, posee una de las ferias artesanales más típicas de la zona, donde se puede encontrar variados productos hechos totalmente a mano. Se caracteriza por ser un pueblo de pescadores, teniendo su propio sindicato.

Desarrollo Productivo

Las principales actividades económicas de Horcón son la pesca artesanal, artesanía local; orfebrería, trabajo en piedra y madera, cerámica y el turismo.

7.1.3 Salida a terreno y registro

Para un mayor entendimiento de la zona se decide ir a terreno y observar de manera semiparticipativa los comportamientos de los habitantes y su relación con el territorio y sus residuos. Para esto se decide elaborar una guía de observación basada en la guía de observación desarrollada por Sergio Donoso en su libro Investigación cualitativa para Diseño y Artes.

Fecha:		Hora:		
Dimensión	Variables	Observación	Imágenes	Conceptos
Escenario:	Objetos en utilidad			
	Elementos Naturales			
	Residuos			
	Basura			
	Actividades			
	Temas de conversación			
	Densidad de Personas			

Figura 18. Guía de observación basada en Donoso.S, Elaboración propia (2022)



Imagen 23. Caleta Horcón, Elaboración Propia (2022)

** Luego de registrar lo observado se decidió hacer un análisis escrito de la información recopilada para lograr sintetizar y lograr reflexionar acerca de los datos recopilados y así poder identificar un residuo que logré representar la identidad territorial.*

Horcón es un balneario que se encuentra a las orillas del mar litoral. Caracterizándose por su caleta y feria artesanal. Es un atractivo turístico, en especial los fines de semana, en donde la gente suele ir a sus playas, feria y a los restaurantes en donde se suelen ofrecen los productos pesqueros provenientes de la misma zona.

Dentro de la caleta de pescadores, se comercializan los productos que se extraen del de manera artesanal. Mucha de la gente que llega a comprar viene de otras partes, esto en mayor parte se debe a que en la caleta se pueden encontrar precios más bajos de pescados y mariscos, comparados con otras caletas cercanas. Dentro de sus principales productos locales se encuentra la merluza, la lapa, los locos, las jaibas, las machas y el piure. Pero también se puede ver una alta venta de ostiones, almejas, choritos y cholgas, las cuales son importadas desde otras zonas del país.

A su vez, este balneario tiene una fuerte tradición de artesanos, donde se venden y exhiben artesanías y arte local. Dentro de estas se puede ver el aprovechamiento de diferentes elementos de su propia riqueza natural, utilizados para el desarrollo de nuevos productos. Como el uso de las piñas, ramas y troncos del pino; semillas, hojas y serrín de

eucaliptos, la utilización de conchas de mar; los coirones; las plumas de las aves marinas, la arena, piedras y vidrios marinos que se encuentran en las playas.

Llama la atención la cantidad de carteles que se encuentran en las calles, en donde se pide el respeto y cuidado de la zona por parte de sus habitantes. Hablando con algunos habitantes, y también a través de lo que se pudo observar, mucha gente que llega a Horcón deja mucha basura tirada, en especial colillas de cigarro, tabaco y marihuana, además de muchas latas y botellas de alcohol. Por lo que las personas locales, en especial las que llevan más tiempo viviendo en el balneario, han decidido llenar de carteles que concienticen a las personas a cuidar el lugar, hacerse cargo de su basura y no sacar especies de su hábitat.



Imagen 24. Granulometrías Mesodesma, Trinidad Alcalde H (2022)

7.1.4 Selección e identificación del residuo

Valorización de conchas de Machas provenientes de la pesca artesanal.

A partir de la guía de observación y el previo análisis desarrollado, los cuales ayudaron a identificar los residuos generados en la zona, se decide poner en valor los residuos provenientes de la pesca artesanal, específicamente con las conchas de las machas (*Mesodesma donacium*).

Esto ya que, tal como se pudo observar, esta es la actividad económica principal de la zona y en la cual se pudo ver un potencial en la valorización de las conchas debido a la cantidad que se extrae y desecha diariamente en la caleta.

Pudiendo ser una nueva manera de revalorizar este recurso natural, más allá de un uso decorativo como se puede ver en los productos generados por los artesanos de la zona.

Conchas de Machas / Mesodesma Donacium

Ficha técnica con información general en base al documento desarrollado por el Instituto de fomento pesquero (2012) llamado *Recursos objetivo áreas de manejo pesca artesanal- Chile*.

Identificación

Nombre común	Macha
Nombre científico	Mesodesma Donacium
Nombre comercial en inglés	Razor Clam
Tipo de flota extractiva	Cerco Industrial y artesanal

Posición Taxonómica

Phylum	Mollusca
Clase	Pelecypoda
Orden	Bivalvia
Familia	Mesodesmatidae
Superfamilia	Mactroidea
Subfamilia	Mesodesmatina

Figura 19. Ficha Técnica IFP, Elaboración propia (2012)

Hábitat y Distribución

Viven enterrados en arena fina, en los niveles inferiores de la zona marea y en playas con arenas expuestas al fuerte oleaje, el tamaño de los granos de arena juega un rol importante en la distribución del recurso. Los adultos se distribuyen en la zona de rompiente hasta una profundidad promedio entre 0 a 10 metros y los juveniles en la zona de arrastre de la ola.

Estructura conchas de moluscos

A pesar de las diferencias que existentes entre diferentes tipos de moluscos como caracoles, almejas y calamares, todos los estos responden a un mismo patrón estructural. Su cara dorsal está recubierta por una concha ovalada, convexa y con forma de escudo que protege los órganos internos, la masa visceral. La epidemia, denominada manto, es la que secreta la concha del animal; la zona de mayor actividad secretora es el borde del manto, aunque también se agrega material nuevo a las partes más viejas de la concha. Así la concha va aumentando al mismo tiempo tanto de diámetro, como de espesor. (Barnes, R. D & Ruppert E.E. , 1996)

La concha es el exoesqueleto de los moluscos. Es una secreción calcárea del manto, en cuya formación intervienen biominerales como la calcita, aragonita, vaterita y una matriz orgánica.

Estas están constituida por dos capas, una no calcificada denominada periostraco, y otra calcificada constituida por el mesostraco e hipostraco, siendo su composición química de carbonato de calcio en forma estable de calcita y/o aragonita. (Barnes, R. D & Ruppert E.E. , 1996)

Una función importante del periostraco se relaciona con la secreción de la concha, pero también actúa para proteger el

carbonato de calcio subyacente y evitar su disolución, y también puede contribuir al hermetismo de las valvas cuando estas se cierran. (Barnes, R. D & Ruppert E.E. , 1996) La concha de moluscos y crustáceos es un material biocerámico que tiene su origen en un proceso denominado biomineralización. Los materiales biocerámicos son todos aquellos materiales conformados por cristales de composición mineral y origen biológico. Al ser la concha un material biocerámico está compuesta por una fase mineral y una fase orgánica. (Lucero.M , 2004)

El componente mineral de las conchas constituye entre un 95 a un 99% del peso total de éstas. En la fase mineral, el carbonato de calcio (CaCO₃) cristaliza en tres tipos principales de polimorfos: aragonita, calcita o en modo amorfo. Los cristales de aragonita pueden ser de morfología prismática, nacrada o porcelanosa. Los cristales de calcita pueden ser de morfología foliada o prismática. (Lucero.M , 2004)

Carbonato de calcio

El mar al tener una saturación de CO₂ genera un cambio químico conocido como acidificación de los océanos, este se produce cuando, a través de un conjunto de reacciones químicas, el agua del mar absorbe CO₂. Para controlar este exceso ocurren distintas reacciones químicas que permiten controlar la acidez (niveles de pH) en los océanos.

(Pidwirny, 2012). Una de las formas, es a partir de la **biomineralización** que realizan algunos organismos marinos para convertir el dióxido de carbono (CO_2) en **carbonato de calcio** (CaCO_3).

Los carbonatos son sales derivadas de la combinación del ácido carbónico y un metal. Estos compuestos están muy difundidos como minerales en la naturaleza. El carbonato de calcio es un ejemplo de lo que se conoce como **polimorfismo**, esto quiere decir que existen minerales con una misma composición (CaCO_3) pero distinta estructura, como es el caso de la calcita y la aragonita. (Ruiz.B, 2017)

El carbonato de calcio, específicamente, es uno de los minerales más abundantes en la naturaleza y el principal material inorgánico en el sistema de biomineralización, debido a que es el material estructural más importante en los tejidos naturales rígidos como conchas, perlas, huesos y dientes. (Lowenstam y Weiner, 1989)

La formación del carbonato de calcio ocurre progresivamente con la fijación del material mediante la adición de capas. Las células depositan el mineral en una matriz polimérica (proteína) que permite endurecer y rigidizar el material (Meyers, 2008).

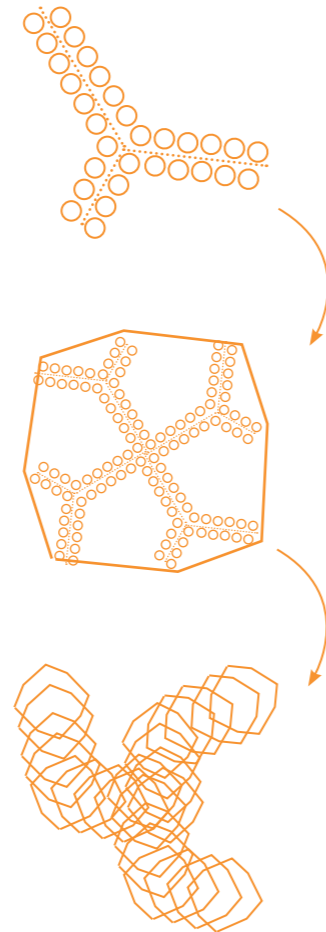
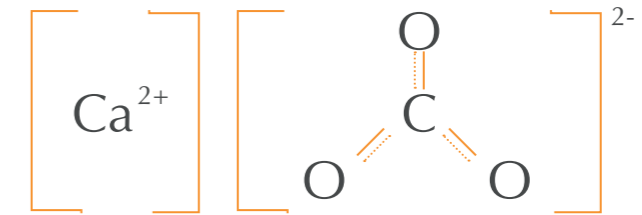


Figura 20. Biomineralización, Elaboración propia (2022)



Características Carbonato de calcio

Propiedades físicas

Estado de agregación	Sólido
Apariencia	Polvo blanco inodoro
Densidad	$2,7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$; $2,7 \text{ g/cm}^3$
Masa	100.1 u

(Lumitos, 2022)

Propiedades Químicas

Solubilidad agua	0,0013g x 100ml
$\Delta_f H_0$ líquido	-1154 kJ/mol
$\Delta_f H_0$ sólido	-1207 kJ/mol
S0 sólido	93 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹

Aplicaciones y usos de Carbonato de calcio

- Industria del caucho

Se usa en la producción de cauchos naturales y sintéticos, manteniendo la flexibilidad, aumentando la resistencia a la torsión y a la tracción, mejorando las características mecánicas y eléctricas del caucho reduciendo costos. (Quiminet, 2011)

- Industrias de pintura

El Carbonato de Calcio proporciona mayor poder de cobertura, aumentando así el rendimiento en pinturas de alta calidad, sintéticas de aceite y en otros revestimientos. Los Carbonatos son de gran blancura y al

no interferir en el color de la pintura, contribuyen a su opacidad y a que la pintura cubra, sin chorrear, las superficies. (Quiminet, 2011)

- Industria Ganadera

El Carbonato de Calcio se utiliza para mejorar los rendimientos de todo tipo de alimento para animales. La integridad de la cáscara del huevo de las gallinas ponedoras y la fortaleza ósea de todos los animales, es clave para la producción de carne y huevos de calidad. Carbonatos con alto contenido de calcio, esto es, que contengan como

calmínimo un 38% de calcio elemental (Ca), son la fuente primaria de calcio en los alimentos para animales. (Quiminet, 2011)

- Agricultura
Neutralizador del pH, fertilizante en suelos y cultivo.

- Industria farmacéutica
Es ampliamente utilizado en medicina como un suplemento de calcio en la dieta de bajo costo o antiácido gástrico. Se puede utilizar como un aglutinante de fosfato para el tratamiento de la hiperfosfatemia. También se utiliza en la industria farmacéutica como un relleno inerte para tabletas y en la producción de pasta de dientes. (Productos químicos Chile, 2020)

- Industria del cemento
Para la obtención de cal. En el proceso de obtención, los carbonatos, son calentados a altas temperaturas. Este es luego combinado con distintas materias primas para crear el cemento.

Carbonato de calcio en diferentes especies de conchas

Si bien el mayor componente mineral que se puede encontrar en las conchas es el carbonato de calcio, no todas las conchas tienen un mismo porcentaje.

A partir de un estudio realizado por Owuamanam y Duncan (2020) llamado *Progress of Bio-Calcium Carbonate Waste Eggshell and Seashell Fillers in Polymer Composites: A Review*. El cual se realizó para poder identificar la cantidad de carbonato de calcio en las conchas marinas, a través del contenido de CaO. Y así poder comparar la literatura existente sobre el contenido de carbonato de calcio, se llegó a los siguientes resultados (tabla xx). Las estimaciones para llegar a estos resultados se calcularon utilizando la siguiente ecuación ecuación:

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{\text{CaCO}_3 \text{ megavatios}}{\text{CaO MW}} * \text{CaO WR o contenido}$$

Donde CaCO3 MW, CaO MW y CaO WR son pesos moleculares de carbonato de calcio (p. ej., 100), peso molecular de óxido de calcio (p. ej., 56) y proporción en peso o contenido de óxido de calcio en %, respectivamente.

En estos resultados se puede ver cómo varía el porcentaje de CaCO3 encontrado en las conchas. Variando entre un 91 a un 99% del peso total, con alrededor de un 5% de materia orgánica.

Composición de CaCO3 de conchas marinas (*calculado en base a la Ecuación)

Tipo de concha	Contenido de CaCO3(%)	Contenido de CaO(%)	Densidad (g/cm³)
Concha de berberecho	98.99	--	--
	97.13	--	--
	92.70	51.91	--
	92.07	51.56	--
Concha de mejillón	95.89	53.70	--
	95.60	53.70	--
	95.25	--	--
	95.00	--	1.33
Concha de ostra	97.40	54.54	--
	96.98	54.31	--
	96.80	53.59	--
	96.10	53.81	--
	95.99	--	1.15
	94.54	52.94	--
	92.78	--	2.62
	91.18	51.06	2.39
Moluscos	94.10	--	--
Mariscos	96.20	--	--
	95.00	--	--

Figura 21. Composición de Caco3, Owuamanam.E & Duncan.C (2020)

Carbonato de calcio en M.Donacium

A partir de la información recopilada por Esteban Owuamanam y Duncan (2020) y el estudio de Carré.M, Bentaleb.I, Bruguier.O, Ordinola.E, Barrett.N.T & Fontugne.M (2006) llamado, Influencia de la tasa de calcificación en las concentraciones de oligoelementos en conchas de bivalvos aragoníticos: evidencias y mecanismos. Se pudo identificar que el porcentaje existente de carbonato de calcio en las conchas de moluscos es de aproximadamente un 96% de su peso total. Aunque con respecto a la microestructura de Mesodesma donacium, no tenemos referencias de su estudio en Chile. Sin embargo, por el momento podemos regirnos por la generalización de que en bivalvos, compuesta por prismas de calcita o de aragonita, o bien por láminas paralelas entre sí que se intercalan con láminas de conchiolina. (Lucero.M ,2004)

“El carbonato de calcio con el que estos moluscos construyen sus exoesqueletos es un biomaterial de gran utilidad gracias a sus atributos mecánicos como dureza y fragilidad. Dentro de la ciencia de los materiales, las conchas de carbonato pertenecen al grupo de las cerámicas, las cuales contienen elementos metálicos y no metálicos, son aislantes eléctricos y térmicos, son estables y resistentes a la compresión.” (Aqua, 2018)

7.1.5 Estado del Arte

Dentro del diseño industrial, el uso de carbonato de calcio ha tenido varias investigaciones, sobre todo para desarrollar nuevos materiales y aplicaciones a través de diversas tecnologías.

Project Sea Stone (Newtab-22, 2018)



Imagen 25. Project sea stone, newtab-22 (2022)

Hyein Choi y Jihee Moon son Studio newtab-22, dos diseñadoras con sede en Seúl y Londres, en Royal College of Art. Ambas tienen un gran interés en *“Llevar críticamente la sostenibilidad a la sociedad con el resultado de nuestro trabajo. Sugerimos las posibilidades para hoy y mañana, facilitando experimentos innovadores mientras seguimos el aspecto estéticamente agradable de lo natural en sí mismo”*.

Sea Stone es un material similar al cemento desarrollado a partir de subproductos de conchas marinas que van a vertederos tras su consumo en la industria pesquera. Este se fabrica triturando conchas que están destinadas a vertederos antes de combinarlas con aglutinantes naturales no tóxicos (agar-agar).

Proponen el uso de conchas marinas desechadas para crear material ambiental y económicamente sostenible en lugar de contribuir al problema de la basura del mundo.

Ostra Chipres ,Biogun. University of Brighton



Imagen 26. Ostra Chipres, Biogun (2022)

Biomaterial biodegradable y reciclable elaborado a partir de conchas de ostras y alginato sodio. Este proyecto investiga el posible potencial que podría tener el material para ser utilizado en impresoras 3D, una extrusora portátil de código abierto, debido al formato pastoso que fueron capaces de desarrollar.

“El desafío del diseño fue la interrupción de las ostras que van al vertedero a través de un material significativo y hermoso en forma de diseños de productos con un propósito” (Future Materials Bank, 2022)

Ofreciendo nuevas formas de fabricación con biomateriales a través de diseños nuevos y personales. Democratiza la fabricación y minimiza la energía de producción pirateando la función de los taladros existentes, usando herramientas de fabricación digital y materiales universales estándar. (Future Materials Bank, 2022) Por lo que tiene un valor agregado muy interesante, ya que permite que cualquier persona pueda experimentar y generar diversas formas al usar la máquina.

Pilcán, Proyecto de título, Universidad Católica (Francisca Fuenzalida, 2015)



Imagen 27. Pilcán, Fuenzalida.F (2015)

Concreto sustentable elaborado a partir de conchas de choritos, que reemplaza parcialmente al cemento en la mezcla. El objetivo del proyecto tenía que ver con poder producir un material de construcción más sustentable destinado a crear un nuevo formato de comercialización del material, que permitiera a los usuarios hacer productos por ellos mismos.

A través de pruebas de carga axial, se desarrollaron varias mezclas diferentes para verificar la cantidad máxima de cáscaras que podría tener el material, de acuerdo con los estándares de resistencia. Con el propósito final de generar un material con la menor huella de carbono posible.

El producto final desarrollado fue un paquete de Pilcán (concreto) con instrucciones para construir objetos desde cero, utilizando un material amigable con el medio ambiente.

Cal.cáreo, Proyecto de título, Universidad Católica (Carolina Pacheco, 2019)



Imagen 28. Cal.cáreo, Pacheco.C (2019)

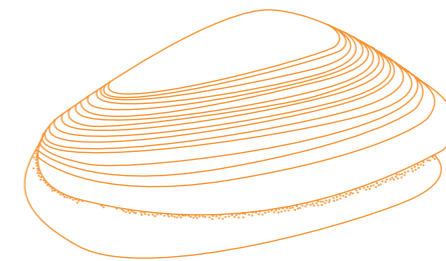
Se realizan experimentos con recetas de materiales de plataformas de código abierto (Materiom) para luego desarrollar una matriz experimental que permita el desarrollo y conocimiento de la materia en su totalidad.

El resultado final propone un conjunto de 3 recetas a partir de un biocompuesto denominado "Calcáreo". Biobased Calcáreo surge de la experimentación y optimización de un biocompuesto entre conchas de mejillón molidas y una solución de alginato.

La implementación del proyecto busca la transferencia de la investigación hacia diseñadores y creativos, mediante la elaboración de talleres o workshops presenciales, habilitar las recetas en distintas plataformas de código abierto y la elaboración de papers o artículos académicos

Oportunidades y valor diferenciador

A partir del análisis de los referentes se identifican nuevas oportunidades para llevar a cabo el proyecto y que, a su vez, sean parte del factor diferenciador en relación con el estado del arte existente. Esta tiene que ver con la aplicación de la metodología material driven design para poder caracterizar el material tanto técnicamente como experiencialmente y así poder darle un significado propio que sirva para sus futuras aplicaciones en el diseño.



7.2 EXPERIMENTACIÓN BIOMATERIAL

7.2.1 Recetas existentes/ Materiom

Como punto de partida para la fabricación y experimentación de los residuos de las conchas de machas provenientes de Horcón, se decide analizar, utilizar y probar diferentes recetas de la plataforma Materiom, que contengan carbonato de calcio. Esto con el fin de entender las propiedades del biocompuesto y desde esa base empezar a variarlas según lo descubierto en la experimentación y así definir y diseñar una receta final.



Mejillón-alginato Compuesto,
Carolina Pacheco



Compuesto cáscara de huevo,
LABVA



'Cerámica' Eg02,
Midushi Kochhar



**Biomaterial de cáscara de
huevo-cáscara de gamba,**
Zoë Powell



**Concha de mejillón (5mm)
Alginato MS02,**
LABVA



Compuesto concha de ostra ,
Xinyi Lin

Imágenes 29. Materiom (2022)

Al analizar las distintas recetas de código abierto se llegó a diferentes observaciones, la primera fue que en todas las recetas se mezclan los mismos tres componentes. Carbonato de calcio (proveniente de conchas o cáscaras de huevo), alginato de sodio y agua, aunque las cantidades varían según cada receta. A partir de esto se decidió hacer un breve análisis de la reacción existente entre el alginato, el agua y el carbonato de calcio.

Alginato

El alginato es un biopolímero no tóxico, biodegradable, biocompatible, soluble en agua y renovable, extraído habitualmente de algas pardas o producido mediante cultivo microbiano. Por tanto, es un material que cumple con todos los principios de la química verde y desarrollo sostenible. (Hurtao et al., 2020). Forma geles rápidamente cuando se mezcla con elementos como el calcio, el magnesio, el manganeso, el aluminio y el hierro (Abdul Khalil et al., 2017), que en este caso sería en contacto con las conchas o cáscaras de huevo. Es de fácil uso para crear láminas y recubrimientos, los cuales pueden ser fuertes y presentar barreras de oxígeno adecuadas; pero con una baja resistencia al agua debido a sus altas propiedades hidrofílicas y de biodegradabilidad (Abdul Khalil et al., 2017). Su rol en la naturaleza es evitar la deshidratación de las algas, proporciona flexibilidad y favorece la transferencia de iones como el calcio y el magnesio con el agua del océano. Dentro de sus aplicaciones relevantes podemos

encontrar el uso de este en la industria alimentaria, Industria farmacéutica, como agente encapsulador, para generación de prótesis y apósito para heridas. El alginato es irreversible térmicamente una vez que está gelificado con calcio. Esto quiere decir que, no cambia su estado sólido al aplicarle calor. Es por esta capacidad que es también empleado en alimentos que requieren ser calentados en microondas y deben mantener su forma gelificada (Albert, Salvador, & Fizman, 2012) Su función para el desarrollo de un biomaterial es aglomerar los componentes, matriz estructural, al hidratarse (o mezclarse) con el agua. (Bolumburu, 2022)

Agua

La función que cumple el agua dentro del desarrollo del biomaterial es disolver los principales componentes que favorecen la catalización química natural (Bolumburu, 2022)



Análisis Recetas

La observación está relacionada con las cantidades o proporciones de cada uno de estos ingredientes. Los cuales afectarán en la mezcla que se generará. Pudiendo ser de carácter más líquido o más pastoso dependiendo de la relación entre la cantidad de alginato y la del agua.

Mezclas líquidas

Dentro del análisis de este tipo de recetas se pudo ver que la proporción entre el agua y el alginato varía entre un 2 a un 2,5% (x gramos de alginato cada 100 ml de agua), menos cantidad de alginato en comparación al agua. Usando los mismos valores de agua, cambiando solamente los gramos de alginato, la receta varía considerablemente en relación con la cantidad de CaCO_3 , proveniente de los residuos. Siendo 60 gramos en las conchas de mejillón (96% de CaCO_3), 3,75 gramos en las cáscaras de huevo (95% CaCO_3) y 3,75 gramos gambas (95% de CaCO_3). (Owuamanam.E & Duncan.C, 2020). Siendo que en todas existe un % de CaCO_3 muy similar.

Mezclas pastosas

Dentro del análisis en cuanto a las cantidades llamó la atención que en todas las recetas las proporciones eran las mismas. Con un porcentaje de 22,72 % en cuanto a la cantidad de alginato cada 100 ml de agua. Por lo que se puede llegar a concluir de esta manera que, independiente del tipo de

carbonato de calcio que se le agregue a la receta, esta funcionará si se respetan las proporciones. Las cuales en este caso son 1: 4,4 : 5 (1 gramo de alginato : 4,4 ml de agua : 5 gramos de CaCO_3)

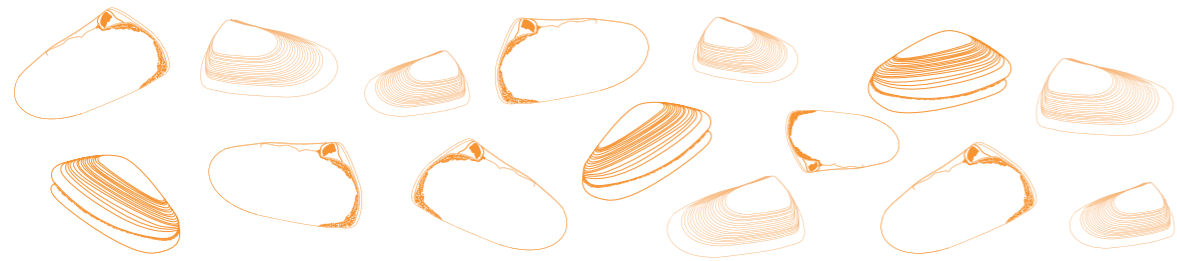
A partir de los análisis de las proporciones de cada una de las recetas, según la forma final de la mezcla (líquida o pastosa) se decide desarrollar dos experimentos para poder definir las proporciones que funcionen de mejor manera al cruzar los datos y al reemplazar el carbonato de calcio de cada una de estas por conchas de *M. Donacium*. *Cabe recalcar que al estudiar los procesos para generar cada respectiva mezcla se definieron y estandarizaron el orden de los pasos y los procesos a realizar, variable controlada.

Mezclas líquidas

	Alginato	+	Agua	=	%	+	CaCO_3	Proporción
Mejillón-alginato Compuesto, Carolina Pacheco	5 g		200 ml		2,5		300 g	1: 40: 60
Compuesto cáscara de huevo, LABVA	4 g		200 ml		2		15 g	1: 50: 3,75
'Cerámica' Eg02, Midushi Kochhar	4 g		200 ml		2		30 g	1: 50: 7,5

Mezclas pastosas

	Alginato	+	Agua	=	%	+	CaCO_3	Proporción
Biomaterial de cáscara de huevo-cáscara de gamba, Zoë Powell	15 g		66 ml		22,7		60 g	1: 4,4 : 5
Concha de mejillón (5mm) Alginato MS02, LABVA	5 g		22ml		22,7		20 g	1: 4,4 : 5
Compuesto concha de ostra , Xinyi Lin	5 g		22 ml		22,7		20 g	1: 4,4 : 5



Experimentación recetas líquidas

FORMULACIÓN PROCEDIMIENTOS RECETA

Implementos	Pre- Proceso	Observaciones
- Detergente - Agua - Recipiente grande - Cuchillo de metal - Deshidratadora - Licuadora - Tamiz (250 micras) - Frascos de vidrio	1. Lavar las conchas de macha para eliminar cualquier resto de residuo. 2. Dejar secar por 24 horas en deshidratadora u horno, para eliminar el agua que pueda tener. *Esto tambien ayudará a que se quiebren más facilmente. 3. Triturar las conchas hasta que queden similar a un polvo. 4. Tamizar en colador de 250 micras. 5. Repetir paso 3 y 4 hasta que sea necesario y guardar en frascos cerrados.	<i>*Se utilizó horno industrial lab. de ingeniería UDD</i> <i>*Máquina tamizadora lab. de ingeniería UDD</i>

Implementos	Proceso	Observaciones
- Báscula - Vaso medidor plástico - Cuchara de metal - Frasco de vidrio - Olla - Molde de acrílico / placa petri - Deshidratadora	1. Un día antes mezclar el polvo de alginato con el agua. Tamizar el polvo de alginato. Dejar que se hidrate por 24 horas. 2. Unir las conchas de macha gradualmente con la solución de alginato. Revolver suavemente hasta que se mezclen por completo, evitando incorporación de burbujas. 4. Verter en un molde y dejar secando en deshidratadora a temperatura mínima (35°C) hasta que la pieza esté seca por completa.	<i>*Se debe dejar en frasco cerrado, lejos de la luz.</i> <i>*Se utilizó una batidora eléctrica por 15 minutos a la velocidad mínima.</i> <i>*Se utilizó una deshidratadora a 35°C por 24 horas.</i>

Experimento N.1 / Mezclas Líquidas

FORMULACIÓN EXPERIMENTO

Título del experimento: COMPUESTO MESODESMA - ALGINATO (LÍQUIDO)

Objetivo (s)	Hipótesis
- Cruzar y probar las diferentes cantidades de de las recetas analizadas para ver cuales serían las propociones optimas en relación con las machas	Se logra encontrar una mezcla que funicone con las mezclas de machas.
Variable(s) Modificada(s)	Mediciones a realizar
- CaCO3 se reemplaza por conchas de Macha - % de alginato por agua - Cantidad de machas en relación al alginato	<input type="checkbox"/> Registro Visual <input type="checkbox"/> Registro fotográfico <input type="checkbox"/> Medir Peso <input type="checkbox"/> Medir tamaño <input type="checkbox"/> Resistencia Tracción <input type="checkbox"/> Resistencia Compresión <input type="checkbox"/> Otros: Post-proceso
Variable(s) dependiente(s)	
- % alginato por agua - Cantidad de alginato por conchas	
Variable(s) controlada(s)	
- Ingredientes - Granulometría Mesodesma (<0.25mm) - Secado en deshidratadora - Proceso y pre-proceso - Implementos	

Matriz: A2M

	Alginato (g)	Agua (ml)	Machas (g)
A2M.4_1	1	40	60
A2M.4_2	1	40	3,75
A2M.4_3	1	40	7,5
A2M.5_1	1	50	60
A2M.5_2	1	50	3,75
A2M.5_3	1	50	7,5

Experimento N.1 / Mezclas Líquidas

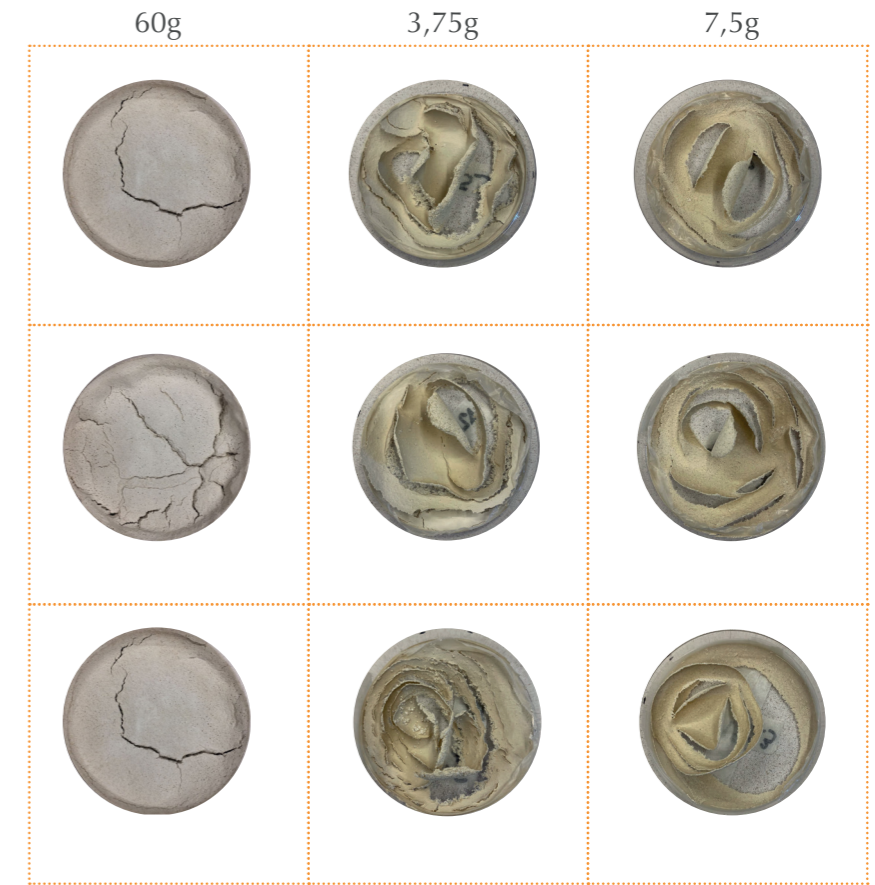
ANÁLISIS MUESTRAS Y PROCESOS

1 g alginato : 40 ml agua (2,5%) : (x) M. Donacium



	60g	3,75g	7,5g
Secado	Uniforme	Se deforma / agrieta	Se deforma / agrieta
Volumen	Pierde poco % volumen	Pierde 90% aprox	Pierde 90% aprox
Caída	Se quiebra	--	--
Lijado	Se desprende	--	--
Fuego	Resistente	--	--
Agua	Se desintegra rápidamente	--	--

1 g alginato : 50 ml agua (2%) : (x) M. Donacium



	60g	3,75g	7,5g
Secado	Se generan grietas	Se deforma, espiral	Se deforma, espiral
Volumen	Pierde poco % volumen	Pierde 90% aprox	Pierde 90% aprox
Caída	Se quiebra completamente	--	--
Lijado	Se desprende	--	--
Fuego	Resistente	--	--
Agua	Se desintegra	--	--

ANÁLISIS MUESTRAS Y PROCESOS

Conclusiones finales del experimento

Se cruzaron las cantidades utilizadas en las diferentes recetas (matriz cruzada de proporciones) para entender y definir cuál receta serviría mejor en la cantidad utilizada de cada componente. Al cambiar el carbonato de calcio aplicado (de diferentes residuos) por conchas de machas.

Las recetas al 2% (4 gramos de alginato por 100 ml de agua) resultaron tardarse más en el proceso de secado que las con 2,5% (5 gramos de alginato por 100 ml de agua).

Dentro de las recetas al 2% y de 2,5% la cantidad de gramos de conchas de machas influyó, a su vez, en los tiempos de secado. Las con mayor cantidad de gramos, se demoraron menos tiempo en secarse. Además de que se generaron menos pérdidas en el volumen final.

Las mezclas que contenían mayor ml de agua en relación con la cantidad de alginato y conchas; mezclas al 2,5%; resultaron perder mayor volumen (cm³) y agrietarse en el minuto de secado.

Por lo que se llega a la conclusión que, entre mayor cantidad de alginato en relación a 100 ml de agua y mayor cantidad de conchas de machas, la receta funcionará de mejor manera en el minuto de secarse.

Definiendo las siguientes proporciones para continuar con esta investigación:

1g alginato : 40ml agua : 60 Machas

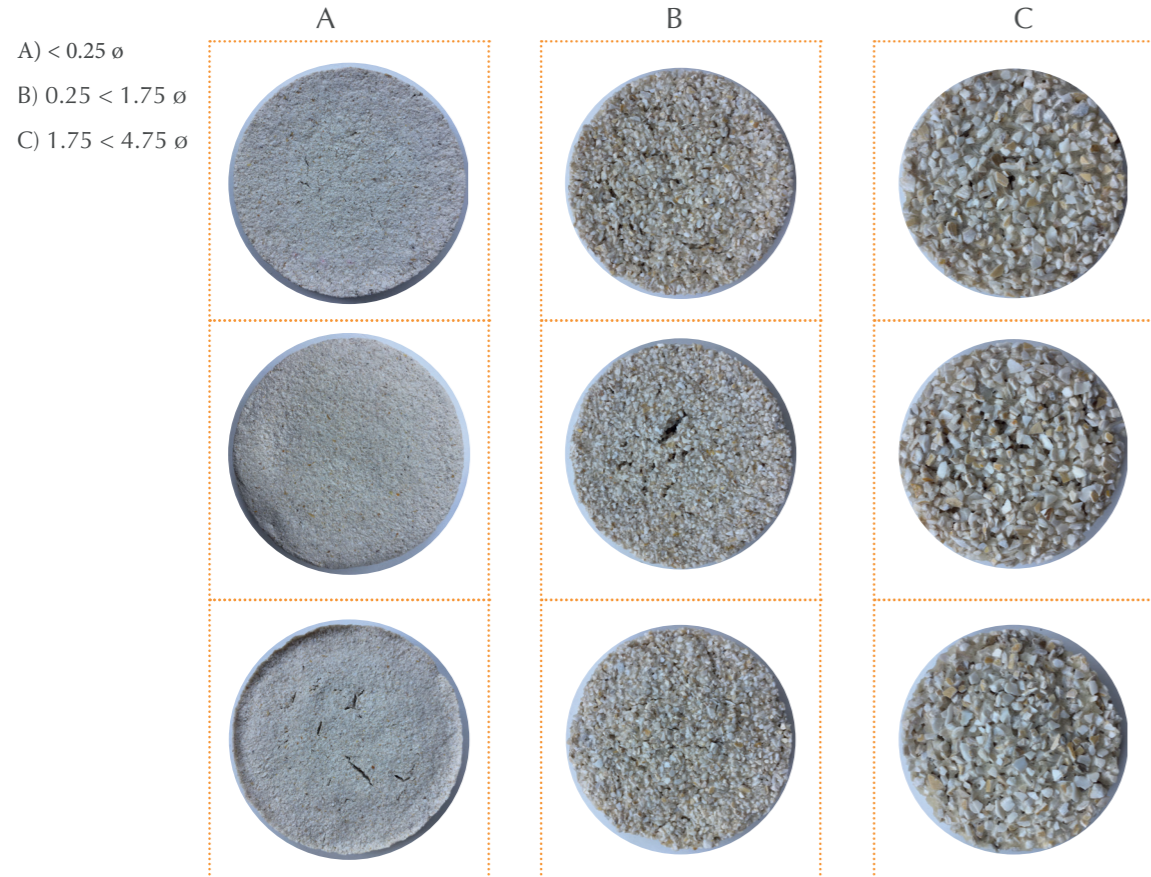
Nueva Hipótesis:

Entre mayor cantidad de alginato en relación a 100 ml de agua y mayor cantidad de conchas de machas, la receta funcionará de mejor manera.

Puesto a que las recetas experimentales para las mezclas pastosas (las cuales se desarrollaron de manera simultánea a las recetas líquidas) estaban entregando mejores resultados en cuanto al proceso de secado y pruebas de post-proceso. Además de que se llegó a la conclusión de que entre mayor alginato tenga la mezcla, mejor será el resultado final, se decidió, por un tema de optimización del tiempo, dejar de explorar las recetas líquidas y enfocarse en las pastosas.

ANÁLISIS MUESTRAS Y PROCESOS

1g alginato : 4,4 ml agua (23%) : 5g M. Donacium



Secado	Secado rápido. Grietas Se contrae levemente	Secado rápido. Grietas Se contrae levemente	Secado rápido. Grietas Se contrae levemente
Volumen	Perdida baja, se pierde entre 5-10 mm de altura y 2-4 mm de base.	Perdida baja, se pierde entre 5-10 mm de altura y 2-4 mm de base.	Perdida baja, se pierde entre 5-10 mm de altura y 2-4 mm de base.
Caída	Bastante sólidas, no se desprenden partículas.	Bastante sólidas, se desprenden algunas partículas.	Bastante sólidas, se desprenden algunas partículas.
Lijado	Fácil de lijar. Se potencia el color de las machas	Más tiempo en lijarse, desprende granos.	Más tiempo en lijarse, desprende granos.
Fuego	No se quema ni derrite	No se quema ni derrite	No se quema ni derrite
Agua	Degrada prorgesivamente, se demora ménos.	Degrada prorgesivamente	Degrada prorgesivamente. se demora más.

ANÁLISIS MUESTRAS Y PROCESOS

Conclusiones finales del experimento

Al ser más pequeña la granulometría, el material es más compacto, debido a la homogeneidad que se genera y las cadenas de enlace entre el aglomerante y el relleno. Generando una masa más sólida, homogénea y compacta. Pero visualmente entre mayor es el grano, más color se puede percibir en el material. Algo que a las personas les logra llamar la atención y atraer mucho más ; esto se pudo ver de manera preeliminar al mostrar las muestras en diferentes ferias y reuniones con distintos grupos de personas.

Si bien las pruebas que se generaron de manera preeliminar no afectaron mayoritariamente entre una granulometría y otra, sí pasó que entre mayor era el grano, se generaron más espacios vacíos en el interior del material, en especial al lijarse, algo que puede afectar en el minuto de aplicar una fuerza de compresión o tracción.

Nueva Hipótesis:
Qué pasaría si mezclamos los tipos de grano, potenciando de esta manera las cualidades sensoriales y físicas del material?



Experimento N.2 / Mezclas Pastosas

FORMULACIÓN EXPERIMENTO

Título del experimento: COMPUESTO MESODESMA - ALGINATO (LÍQUIDO)

Objetivo (s)

Probar si la receta funciona bien con las conchas de machas, mezclando las diferentes granulometrías. Siguiendo con las mismas proporciones.

Variable(s) Modificada(s)

Proporciones en los tipos de granulometrías.

Variable(s) dependiente(s)

- A. < 0.25 ø
- B. 0.25 < 1.75 ø
- C. 1.75 < 4.75 ø

Variable(s) controlada(s)

- Ingredientes
- Secado en deshidratadora
- Proceso
- Implementos
- Molde

Matriz: MxA

Alginato	Agua	Machas	
10 g	44 ml	50 g	A) < 0.25 ø
			B) 0.25 < 1.75 ø
			C) 1.75 < 4.75 ø

Hipótesis

Qué pasaría si se mezclan los tamaños de la granulometría

Mediciones a realizar

- Registro Visual
- Registro fotográfico
- Medir Peso
- Medir tamaño
- Resistencia Tracción
- Resistencia Compresión
- Otros: Post-proceso

Alginato (g)	Agua (ml)	Machas (g)
10	44	50 g (4A : B1)
10	44	50 g (4A : C1)
10	44	50 g (3A : 2B)
10	44	50 g (3A : 2C)

ANÁLISIS MUESTRAS Y PROCESOS

10g alginato : 44 ml agua (23%) : 50g M. Donacium



- | | | |
|----------------|---|---|
| Secado | Secado rápido.
Se contrae y generan grietas | Secado rápido.
Se contrae y generan grietas |
| Volumen | Perdida baja, se pierde entre 5-10 mm de altura y 2-4 mm de base. | Perdida baja, se pierde entre 5-10 mm de altura y 2-4 mm de base. |
| Caída | Bastante sólidas | Bastante sólidas |
| Lijado | Fácil de lijar, terminación interesante. Aparece mas pigmento. | Fácil de lijar, terminación interesante. Aparece mas pigmento |
| Fuego | No se quema ni derrite | No se quema ni derrite |
| Agua | Se empieza degradar pgrsivamente | Se empieza degradar pgrsivamente |



- | | | |
|----------------|---|---|
| Secado | Secado rápido.
Se contrae y generan grietas | Secado rápido.
Se contrae y generan grietas |
| Volumen | Perdida baja, se pierde entre 5-10 mm de altura y 2-4 mm de base. | Perdida baja, se pierde entre 5-10 mm de altura y 2-4 mm de base. |
| Caída | Bastante sólidas | Bastante sólidas |
| Lijado | Fácil de lijar, terminación interesante. Aparece más pigmento | Fácil de lijar, terminación interesante. Aparece mas pigmento |
| Fuego | No se quema ni derrite | No se quema ni derrite |
| Agua | Se empieza degradar pgrsivamente | Se empieza degradar pgrsivamente |

Conclusiones finales del experimento:

Las proporciones de las granulometrías al ser en mayor cantidad del tipo A (0.25 ϕ) seguían generando un material con muy poca visión de los granos más grandes, que solo al lijarse empezaban a aparecer (fotos de la derecha) . Además las mezclas al secarse generaron bastantes más grietas que las generadas en el primer experimento, en especial en las zonas donde se pueden percibir los granos más grandes. Por lo que se llegó a la conclusión de que probablemente es mejor una proporción en la que los granos más grandes sean en mayor cantidad que la de los granos más pequeños. También, llamó la atención que al lijarse el pigmento natural de las conchas empezó a aparecer y expandirse por todo el material y que al estar sumergidas al agua por 24 horas esta no se desintegra por completo, sino que el alginato vuelve a su estado gel, pero de manera progresiva, la parte interior demora más que la superficie exterior. Una vez que se sacó del agua este vuelve a secarse y a su forma anterior.

Nueva Hipótesis:

La proporción para mezclar diferentes tipos de granos en la receta debe tener en mayor cantidad granos B y C que de tipo A . Siendo el único propósito de los de tipo A facilitar la unión y rellenar.

- A. < 0.25 ϕ
- B. 0.25 < 1.75 ϕ
- C. 1.75 < 4.75 ϕ .



Imagen 30. Elaboración propia (2022)



Imagen 31. Elaboración propia (2022)

Experimento N.3 / Mezclas Pastosas

FORMULACIÓN EXPERIMENTO

Título del experimento: COMPUESTO MESODESMA- ALGINATO (PASTA)

Objetivo (s)

Ver si la receta funciona mejor al cambiar las proporciones, de manera que haya más cantidad de las granulometrías B y C que de A.

Variable(s) Modificada(s)

Cantidad de masa por granulometría

Variable(s) dependiente(s)

- 50 g (1A : 4B)
- 50 g (1A : 4C)
- 50 g (1A :2B: 2C)
- 50 g (0,5A : 4,5B)
- 50 g (0,5A : 4,5C)

Variable(s) controlada(s)

- Ingredientes
- Secado en deshidratadora
- Proceso
- Implementos
- Molde

Matriz: MxA

Hipótesis

La proporción para mezclar diferentes tipos de granos en la recetas debe tener en mayor cantidad granos B y C que de tipo A .

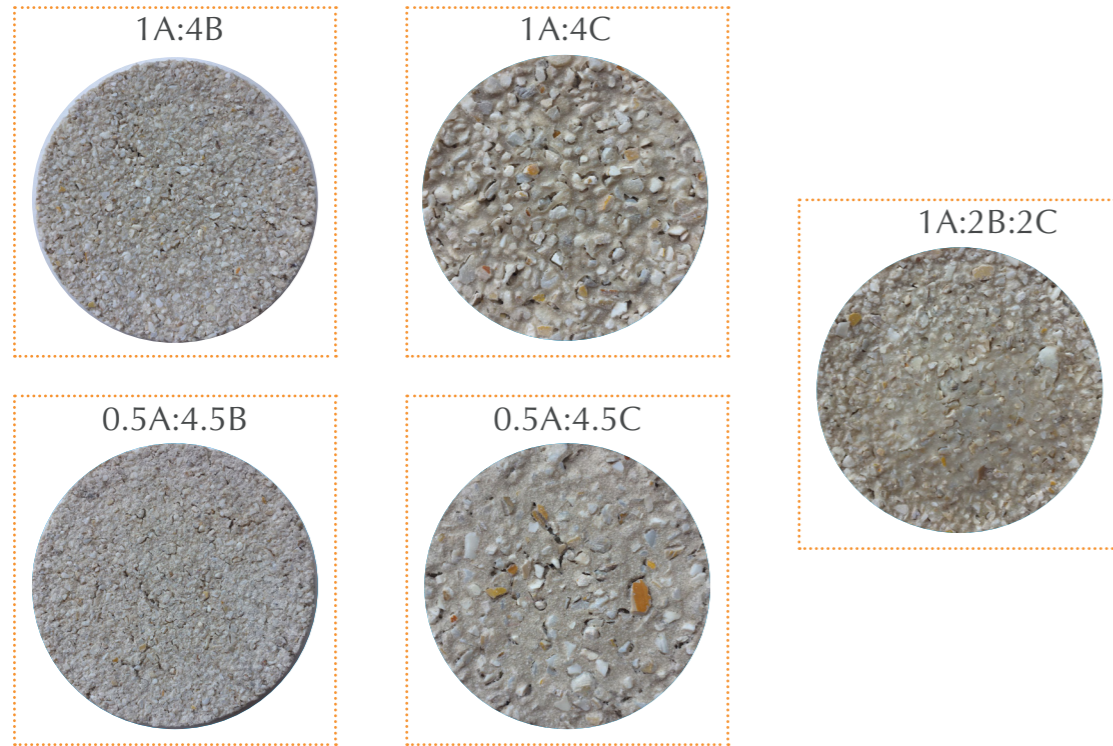
Mediciones a realizar

- Registro Visual
- Registro fotográfico
- Medir Peso
- Medir tamaño
- Resistencia Tracción
- Resistencia Compresión
- Otros: Terminaciones de secado y forma final

Alginato (g)	Agua (ml)	Machas (g)
10	44	50 (1A:4B)
10	44	50 (1A:4C)
10	44	50 (1A:2B:2C)
10	44	50 (0,5A:4,5B)
10	44	50 (0,5A:4,5C)

Alginato	Agua	Machas
1 g	4,4 ml	5 g

ANÁLISIS MUESTRAS Y PROCESOS



Conclusiones finales del experimento

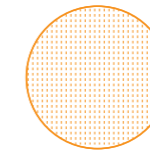
La receta reacciona mejor al usar la proporción (0,5A:4,5B), al aumentar la cantidad de granos B en comparación con A se generan menos grietas y la mezcla se logra unificar de buena manera. A diferencia de los granos de tipo C, los cuales al mezclarse con el tipo A empezaban a generar grietas en casi todos sus puntos de contacto. Por lo que se llegó a la conclusión de que, para que la mezcla funcione de mejor manera y no pierda sus características estéticas que a la gente le suelen atraer, es preferible usar la combinación **(0,5A : 4,5B)**.

Se decide definir como receta la mezcla (0,5A : 4,5B) y ahora ver si la aplicación de impermeabilizantes naturales, en diferentes partes del proceso y proporciones, podría servir o no para darle más resistencia al agua al material.

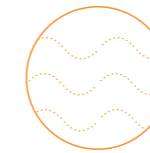


Definición receta final

Se definió como receta final el experimento **0,5A : 4,5B**, debido a que la mezcla funciona de mejor manera, sin perder sus características estéticas.



Alginato de sodio
1 gramo



Agua
4,4 mililitros



Conchas de Machas
50 gramos (0,5A : 4,5B)

Tamaños de grano
A. $< 0.25 \varnothing$
B. $0.25 < 1.75 \varnothing$

Imagen 32. Biomaterial desarrollado, Elaboración propia (2022)



Imagen 33. Horcón, Elaboración propia (2022)

Dimensiones de aproximación



a. Reflexiva / ético-crítica

- Biocerámico a partir de la revalorización de las conchas de machas extraídas de la pesca artesanal de la zona. (Caleta Horcón)
- Valor relacionado a la identidad local
- Las machas son un producto abundante en la zona, de reproducción rápida (bancos naturales).

b. Territorial / contexto físico

- Ecosistema marino
- A lo largo de casi toda la costa de Chile.
- Producto principal de la pesca local de Horcón.

c. Social / actores claves

- Pescadores Artesanales
- Vendedores de la caleta
- Proveedores de alginato
- Artesanos
- Diseñadores

d. Práctica / equipo- herramientas

- Horno/ deshidratadora
- Trituradora
- Tamizadores
- Moldes acrílico
- Recipiente para mezclar
- Frascos
- Medidor

e. Técnica / datos - procesos

- Preparación de las conchas
- Preparación del alginato
- Mezcla de componentes
- Secado en deshidratadora



Imagen 34. Venta machas Horcón, Elaboración propia (2022)



Imagen 35. Granulometrías Machas, Trinidad Alcalde H (2022)

Instancias de Acción

Biomasa

1. Recolección

Disponibilidad: Abundante, obtención accesible, sin mayor impacto ecológico.

Ubicación : A lo largo de toda la costa Chilena, Especialmente en el litoral central. Se obtiene en las caletas de pescadores artesanales. Ecosistema Marino

Proveedor : Caparazón de las Machas, Pescadores artesanales de la caleta Horcón.

Utensilios: Cuchillo (eliminar restos), Detergente (limpiar y eliminar olor y restos), Horno (secar y quebrar), Trituradora (convertir en partículas pequeñas), Tamizadora (controlar el tamaño del grano)

2. Preparación

Paso 1. Limpieza

- Eliminar cualquier excedente con un cuchillo.
- Limpiar con detergente y agua.

Paso 2. Secado

- Secado natural al sol o en deshidratadora para eliminar agua y lograr quebrar las conchas de manera mas fácil.

Paso 3. Triturar

- Primero se rompen con un martillo y luego con licuadora.

Paso 4. Tamizar

- Dividir según las dimensiones de granulometría deseada. Utilización de máquina tamizadora.

Paso 5. Guardado

- Mantener en frascos cerrados según los tipos de espesores desados y para que no se mezclen con algún otro elemento.



Imágenes de proceso, elaboración propia (2022)

Muestra

3. Producción

Paso 1. Higiene

Lavar y desinfectar los instrumentos a utilizar.

Paso 2. Medición

Medir en una gramera digital los gramos de alginato (10 g) y conchas de macha (50 g). Y el agua (44 ml) en un vaso medidor o jeringa.

Paso 3. Gelificación Alginato + Agua

Mezclar el alginato con el agua y dejar reposar por 24 horas.

Paso 4. Mezcla

Mezclar el alginato gelificado con las conchas de macha. Amasando lentamente por aproximadamente 15 minutos, hasta que se vea una masa lo más homogénea posible.

Paso 5. Molde

Colocar en un molde antiadherente, hacer presión para eliminar el aire interior. Lo más compacto posible.

Paso 6. Secado

Dejar el material en una deshidratadora en una temperatura constante (35 grados) para no generar grietas. En la cara que esté abierta colocar algodón con agua para mantener la humedad interior.

4. Intervención

Paso 7. Terminaciones

Lijar y luego sumergir en solución de cloruro de calcio por una hora y volver a secar en deshidratadora por 24 horas.

Aplicación

5. Caracterización

A partir de la metodología Material driven design:

- 1. Caracterización Técnica*
- 2. Caracterización Experiencial*
- 3. Benchmarking Material*
- 4. Modelo de Significado de los Materiales*
- 5. Prototipos de posibles usos*

6. Biodegradación

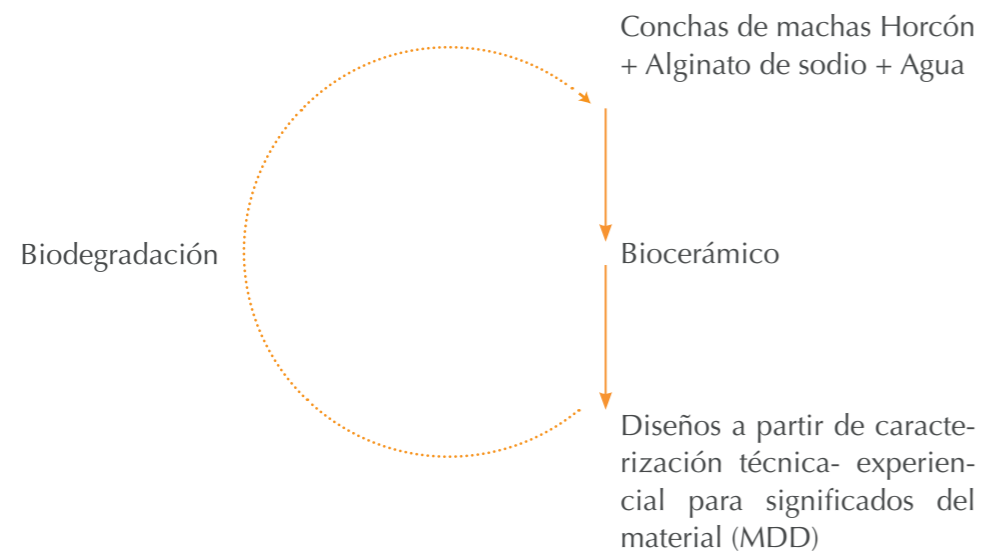
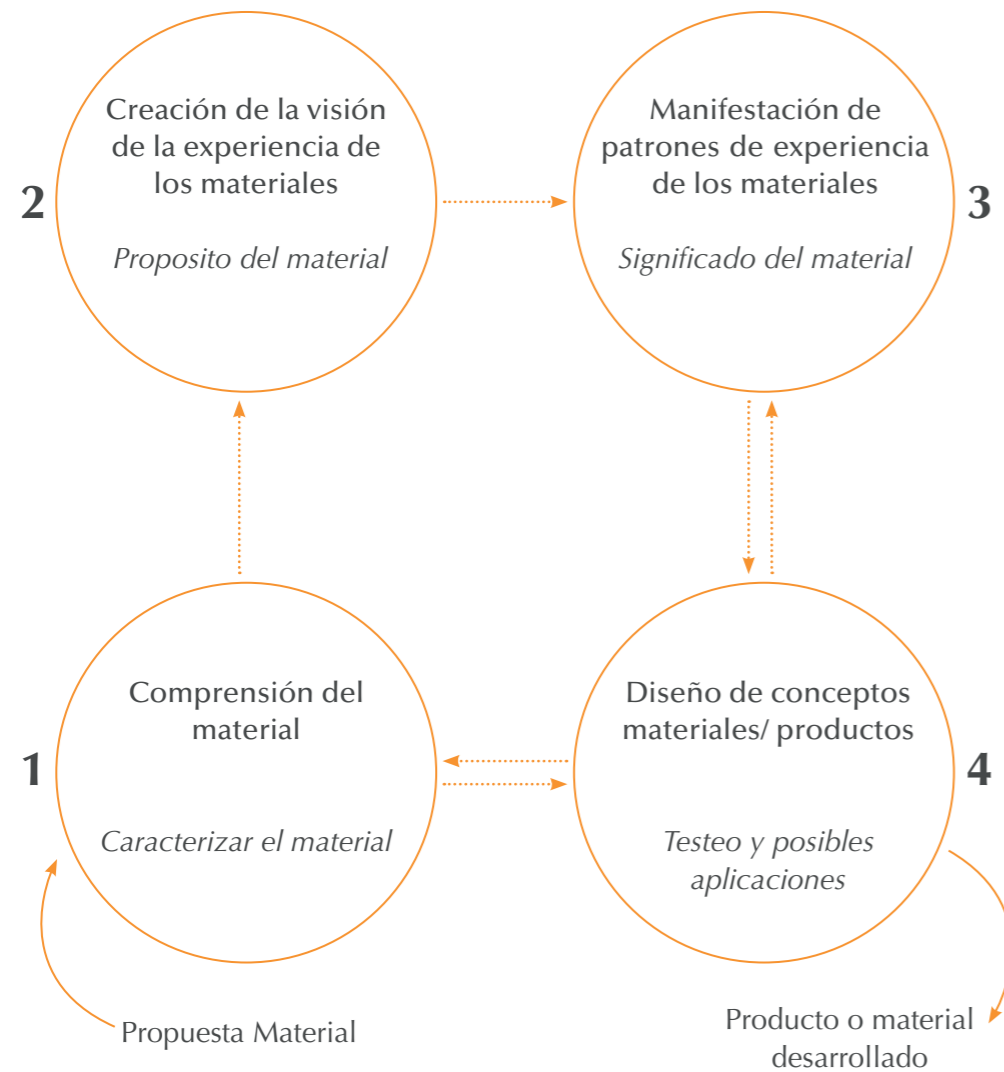


Figura 22. Circularidad del material, Elaboración propia (2022)

Imagen 36. Granulometrías Machas 2, Trinidad Alcalde H (2022)

7.3 APLICACIÓN MATERIAL DRIVEN DESIGN



1) Comprensión del material

La noción de 'experiencia de materiales' enfatiza el papel de los materiales como técnicos y experienciales a la vez. Independientemente de los resultados finales, experimentamos materiales en productos en cuatro niveles experienciales, a saber, sensorial, interpretativo, afectivo y performativo.

Caracterización Técnica:

Propiedades técnico-funcionales y como el material puede ser fabricado o procesado. Esto a partir de diversas pruebas que respondan a las siguientes preguntas.

Para generar la caracterización del material, a partir de sus propiedades técnico-funcionales, se realizaron diversos ensayos y pruebas. Donde se utilizaron diferentes equipos disponibles de la universidad para poder generar estos ensayos. Esto gracias al vínculo con el laboratorio de ingeniería civil en obras civiles, especialmente gracias a la ayuda de Juan Pablo Carvajal.

Para esto se generaron entre 2 a 3 muestras dependiendo de cada ensayo; la cantidad de muestras se ve reflejada por la metodología de triplicados y duplicados, la cual busca generar intervalos más verídicos de los resultados obtenidos. Algunos desde lo que se pide en la norma chilena sobre materiales de construcción.

Los ensayos fueron divididos en destructivos; prueba de compresión, tensión, permeabilidad, resistencia al fuego; y no destructivos; densidad e hidrofóbicas.

También se hicieron pruebas de abrasión, donde se vio como el material reaccionaba al lijarse, cortarse en sierra de mesa y perforaciones con un taladro. Además de dos tipos de pruebas de degradación, una sumergida en agua y otra bajo tierra húmeda.

"Material Driven Design (MDD) apoya al diseño de aplicaciones significativas de materiales con el material como punto de partida. Los diseñadores califican el material no solo por lo que es, sino también por lo que hace, lo que nos expresa, lo que nos provoca y lo que nos sugiere hacer. MDD ayuda a los diseñadores a estructurar, comunicar y reflexionar sobre sus acciones en el diseño de experiencias materiales y adquirir competencias de diseño en su exploración, comprensión, definición y movilización de sus propiedades materiales novedosas."

(Karana, E., et al, 2013)

- Prueba Higroscópica

Esta prueba busca determinar si el material pierde o gana agua en un tiempo determinado. Al perder agua estaríamos hablando de un material higroscópico. Al ganar agua este sería hidrófilo.

Para esta prueba se usaron 3 probetas de 50x50x10mm. A las cuales se les midió su masa cada 15 minutos, luego cada 1 hora y después cada 6 horas. Dentro de esta prueba no se controlaron las variables de humedad, pero si de una temperatura estable de 22 grados de un espacio cerrado.

	A	B	C	D	E
Inicio	50,9	48,5	53,3	54,0	53,1
15 min	50,8	48,5	53,2	53,9	53,1
30 min	50,8	48,5	53,2	53,9	53,1
45 min	50,8	48,5	53,2	53,9	53,1
1 hr	50,7	48,5	53,2	53,9	53,1
2 hrs	50,6	48,5	53,1	53,9	53,0
3 hrs	50,5	48,4	53,0	53,8	53,0
4 hrs	50,4	48,4	53,0	53,7	52,9
5 hrs	50,2	48,2	52,8	53,6	52,8
6 hrs	50,0	48,2	52,8	53,5	52,8
12 hrs	49,2	47,9	52,1	52,7	52,3
24 hrs	48,9	47,8	51,9	52,5	52,1



Muestra A



Muestra B



Muestra C



Muestra D



Muestra E

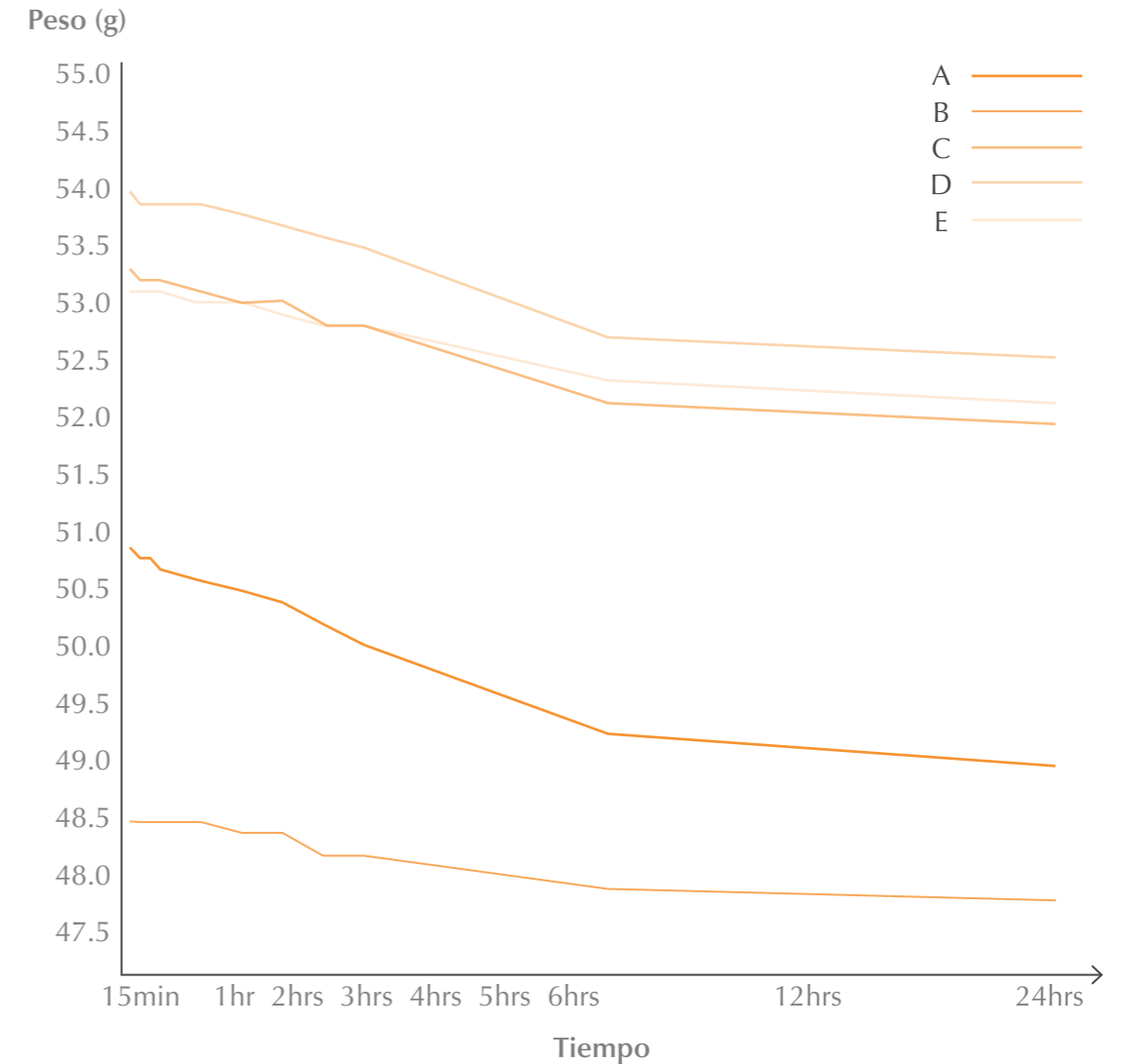


Figura 23. Gráfico prueba higroscópica

Porcentajes de pérdida

- A (3,9%)
 - B (1,44%)
 - C (2,62%)
 - D (2,77%)
 - E (1,88%)
- PROM : 2,52%**

Luego de 24 horas las muestras pierden en promedio, un 2,52% de su masa inicial. Al igual que el cemento, se podría deducir que el material está constantemente perdiendo peso debido al agua que contienen.

- Prueba densidad

Para medir la densidad del material, se aplicó la siguiente fórmula:

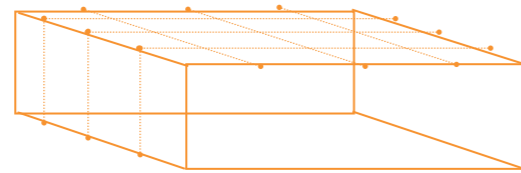
$$\rho = \text{densidad (g/cm}^3\text{)}$$

Dentro de la siguiente tabla se encuentran las distintas densidades de algunos materiales para modo de comparación.

Material	Densidad(g/cm ³)
Corcho	0,120 - 0,240
Madera común	0,600-0,800
Yeso	0,970
Polycarbonato (PC)	1,200
Cemento	1,440
Ladrillos comunes	1,350 a 1,600
Adobe	1,600
Baldosa cerámica	1,800
Baldosa de gres	1,900
Porcelana	2,400
Hormigón	2,200
Vidrio	2,600

(Rodríguez Galbarro.H, 2022)

Para este ensayo se usó una balanza de precisión y un pie de metro. Se usaron 5 probetas de aproximadamente 50x50x15 mm. A cada probeta se le midieron sus dimensiones en los ejes X, Y, Z; en 3 puntos diferentes y luego se les sacó un promedio. En las 3 probetas utilizadas se promediaron sus medidas, las cuales después fueron multiplicadas para poder sacar los cm³.



Resultados:

	g	X	Y	Z
A	48.9	5,26	5,3	1,25
B	47.8	5.5	5,36	1.1
C	51.9	5,5	5,53	1,16
D	52.5	5.3	5,36	1,3
E	52.1	5,45	5,48	1,18
	50,64	5,40	5,40	1,19

$$50,64 \text{ g} / 34,700 \text{ cm}^3$$

$$1,45 \rho$$

- Prueba Hidrofóbica

Existen materiales cuyas superficies son hidrofóbicas, es decir, repelen el agua. Si el ángulo de contacto entre un líquido y una superficie sólida es menor de 90 grados, el líquido moja al sólido. En cambio, si ese ángulo de contacto es mayor de 90 grados, se dice que la superficie es hidrofóbica respecto a ese líquido. Una superficie puede ser hidrofóbica al estar la gota quieta en una superficie, pero dejar de serlo cuando está en movimiento.

Este ensayo se hace a través una micropipeta la cual deja una gota de agua en el material. Luego se observa la forma que toma la gota para determinar si el material es hidrofóbico. Para efectos de este ensayo se usó la ley de triplicados, en probetas de 50x50x10 mm y su registro fue a través de una cámara fotográfica.

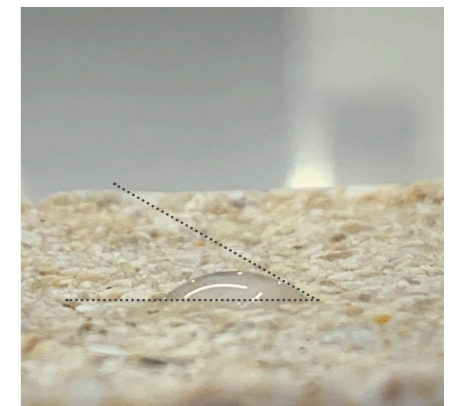
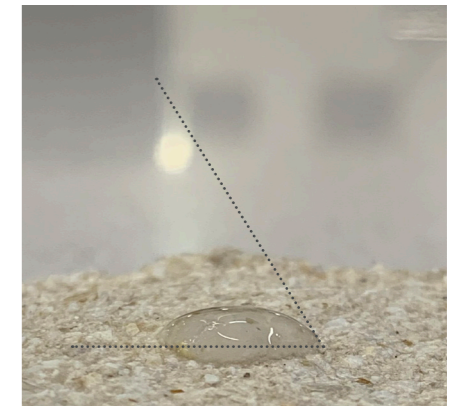
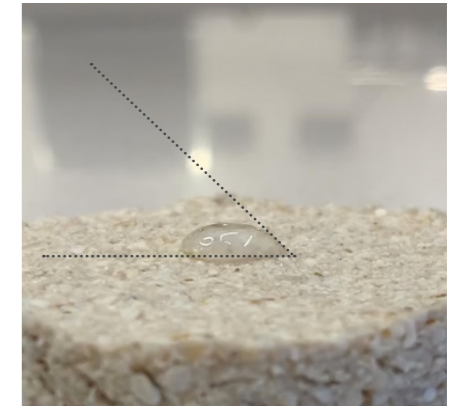
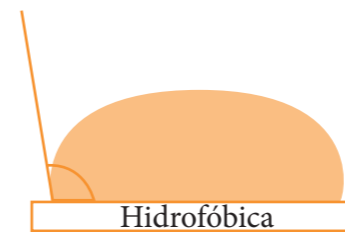


Figura 24.

- Prueba permeabilidad

Es la capacidad de un material para permitir que un fluido lo atravesase sin alterar su estructura interna. Se dice que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Para ser permeable un material debe ser poroso, es decir, debe contener espacios vacíos o poros que le permitan absorber fluido. A su vez tales deben estar interconectados para que el fluido disponga de caminos a través del material. (N.N, 2007) Esta prueba además de determinar si el material es permeable o no en un tiempo determinado, también demostrará que tan compacto es.

Para lograr determinar si el material es permeable en un tiempo determinado y/o saber cuanto tiempo se demorará el agua en penetrar al material, se usaron 3 probetas de 50x50x10 mm. Con una jeringa de 5cc se le agregó 1 ml de agua en sus superficies. Se controló el tiempo y la cantidad de ml de agua. Pero no las variables de presión ni de temperatura. Por lo que este ensayo solo decretará si el material es permeable o no en un tiempo determinado y /o cuanto tiempo demora el agua en traspasarse. Esta prueba se fue controlando primero en 4 intervalos de 5 minutos, luego en 4 intervalos de 20 minutos y luego en intervalos de 1 hora.



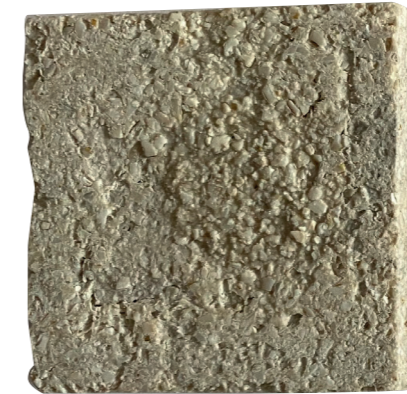
Inicio de la prueba



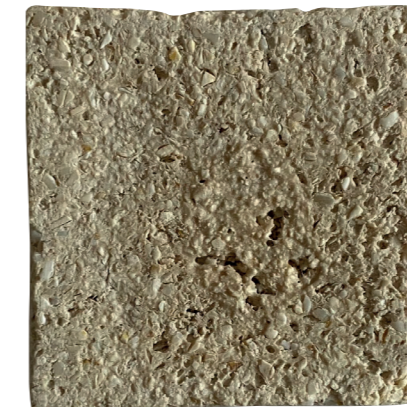
1 hora después

1 día después

Muestra 1



Muestra 2



Muestra 3



Resultados:

Al iniciar esta prueba no se visualizó el traspaso del agua por el material.

Luego de 30 minutos, si bien, el agua no penetró el material, se puede ver que el agua empezó a reaccionar con el compuesto, específicamente el alginato de sodio, ya que al estar en contacto con el agua este empieza a reaccionar, volviendo a su estado hidrogel, reacciona con el agua

Finalmente después de un día, el agua no logró traspasarse y desaparece, pero se puede visualizar una marca o aureola de agua en las muestras.

- Retardancia al fuego

Para determinar la resistencia al fuego del material se realiza una prueba basada en la norma Chilena 935 "Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general". Para esto se utilizaron 3 probetas de 100x100x10 mm. Y se utilizó una cámara termografía.

El ensayo culmina:

- 1) Si se llega a perforar la muestra.
- 2) El fuego se traspasa a las caras exteriores.
- 3) Alcanza la sumatoria de su temperatura inicial más 140 grados.

Según los resultados el material se clasifica dentro de los siguientes valores:

- Clase F0..... Menor de 15.
- Clase F15..... Mayor o igual 15 y menor de 30 minutos.
- Clase F30..... Mayor o igual 30 y menor de 60 minutos.
- Clase F60..... Mayor o igual 60 y menor de 90 minutos.
- Clase F90..... Mayor o igual 90 y menor de 120 minutos.
- Clase F120..... Mayor o igual 120 y menor de 150 minutos.
- Clase F150..... Mayor o igual 150 y menor de 180 minutos.
- Clase F180..... Mayor o igual 180 y menor de 240 minutos.
- Clase F240..... Mayor o igual a 240.

Para esta prueba se hicieron 3 probetas de 100x100 cm y con 3 espesores diferentes; 5mm, 10mm y 15 mm a las cuales se les aplicó el fuego de un soplete en una distancia de 20 centímetros. A través de una cámara termografía, se fue midiendo la temperatura que iban teniendo las muestras.

	Temperatura	Falla (min)
15mm	26.5	64
10 mm	23.2	32
5 mm	25.3	16



- Prueba de Humedad

Para determinar la cantidad de humedad se hicieron 3 probetas de 100x100x10mm, las cuales fueron sometidas a una temperatura constante de 100°C durante 12 horas. Se pesaron las muestras antes y después para calcular el contenido de humedad en ellas. Aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(Mi - Mf)}{Mf} * 100$$

Mi = Masa inicial (g)
Mf = Masa final (g)

5 mm



10 mm



15 mm



	Mi	Mf
A	66.9	65,5
B	64,0	62,6
C	64,7	63,4

	% de humedad
A	2,1 %
B	2,2%
C	2,0%
Promedio	2,1%

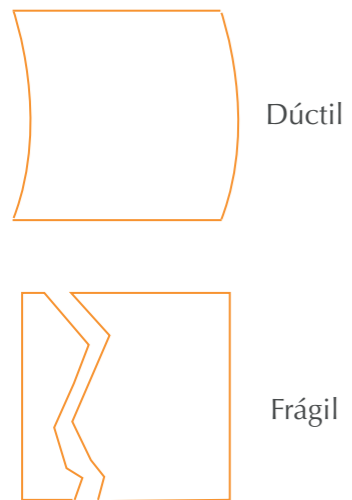
Resultados:
Transcurridas las 12 horas las muestras perdieron en promedio un 2,1% de humedad, además, tras haber realizado esta prueba el material se mantuvo en su forma inicial, sin generar grietas o quebrarse, por lo que se podría deducir que resiste una temperatura de por lo menos 100 grados centígrados sin generar mayores fallas.

- Prueba de compresión

Los ensayos de compresión se llevan a cabo para caracterizar el comportamiento de un material bajo una carga de compresión.

El equipo para medir la resistencia a la compresión es a través de una prensa hidráulica, donde se usan probetas de 50x50x50 mm. La cual es calibrada a partir de la norma Nch.1037. Para efectos de este ensayo se utilizó la ley de triplicados.

Durante el ensayo, se ejerce una presión sobre una probeta mediante los platos de compresión, a través de la cual se determinan varias propiedades del material. En este caso se busca saber su carga máxima en Kilonewtons (kN) y su nivel de estrés, en megapascales (Mpa). Además, se puede determinar el tipo de falla del material (dúctil o frágil) dependiendo de su forma final tras haber realizado el ensayo.



kN: 6.2
Mpa: 2.480
Tiempo: 1:44 minuto
Dúctil



kN: 6.0
Mpa: 2.400
Tiempo: 1:50 minutos
Dúctil



kN: 5.9
Mpa: 2.390
Tiempo: 2:01 minutos
Dúctil

Promedio F(K/N)	6,0
Promedio P(MPa)	2,423
Carga (kg)	600

Figura 25. Tipos de falla de compresión

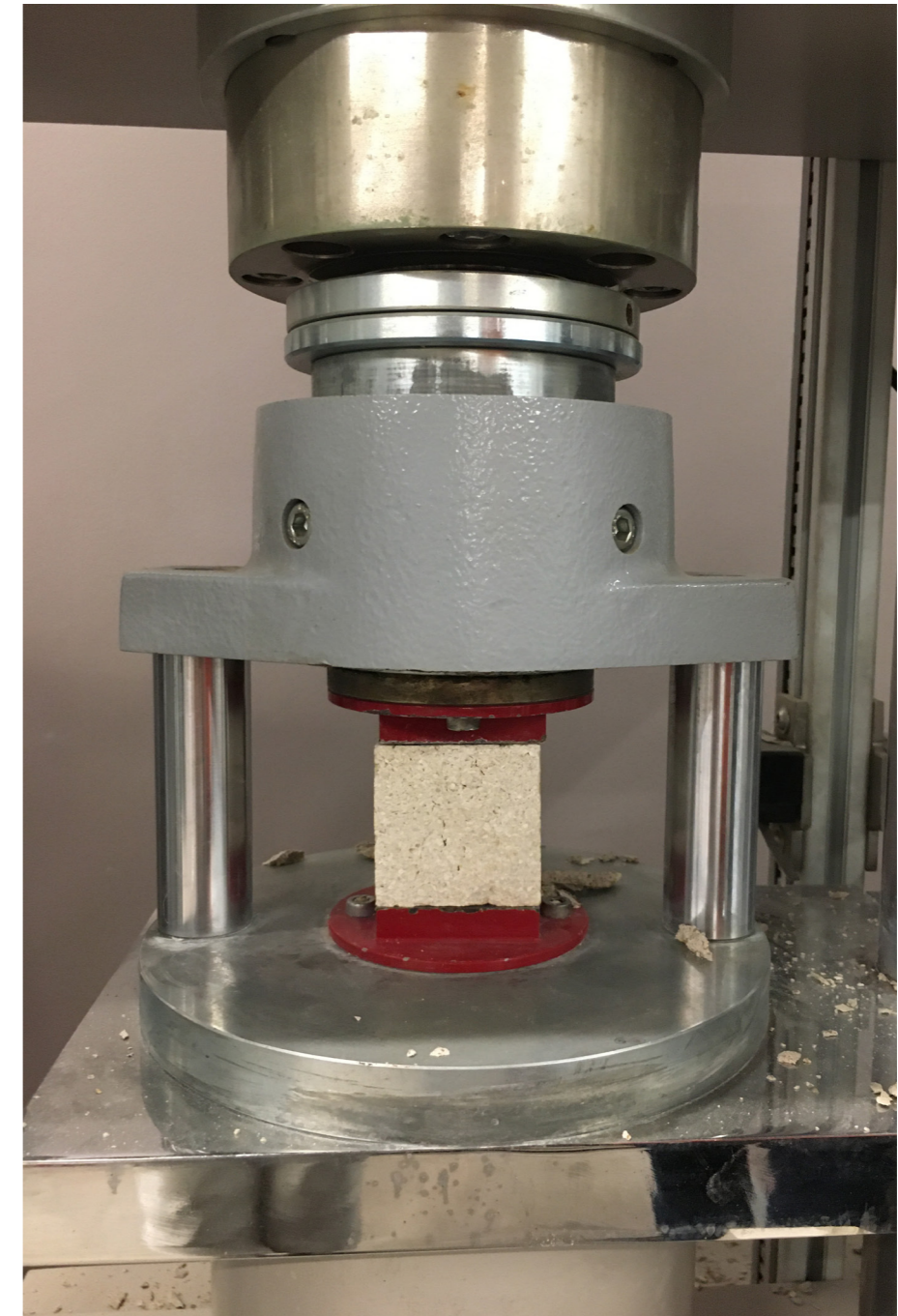


Imagen 37. Prensa Hidráulica UDD, Elaboración propia (2022)

- Prueba de degradación en tierra húmeda

La finalidad de esta prueba es verificar si el material es efectivamente biodegradable al estar en contacto con la tierra. Para esto se utilizaron 2 probetas de 100x100x10 mm para cada prueba. Para este ensayo la mitad de la probeta estaba en contacto con la tierra o el agua y la otra mitad estaba en la superficie exterior, esto para poder visibilizar las diferencias de mejor manera.



Imagen xx. Probetas tras 1 semana (2022)



Imagen xx. Probetas tras 2 semanas (2022)



Imagen xx. Probetas tras 3 semanas (2022)



Imagen xx. Probetas tras 4 semanas (2022)



El proceso fue registrado a través de fotografías para ir visualizando la degradación. Se fue registrando este proceso cada 1 semana.

Esta prueba sigue en transcurso, ya que luego de haber pasado 4 semanas expuestas a tierra húmeda, en condiciones ambientales no reguladas (solo cubriéndose de la lluvia), no se mostraron mayores cambios. Si bien las piezas si están más húmedas y con ciertas deformaciones y grietas, no se nota un mayor índice de degradación aún.

- Prueba de degradación sumergida en agua

Esta prueba busca verificar si el material es, efectivamente, biodegradable en agua. Para esto se utilizaron 3 probetas de 100x100x5 mm. Esta prueba, al igual que la en tierra húmeda, se fué midiendo a través del registro fotográfico para poder visibilizar y entender sus cambios a lo largo del tiempo. En este caso se hizo un registro fotográfico cada 1 día. En esta prueba no se controlaron las variables de humedad ni temperatura, ya que estas, naturalmente, son cambiantes en la naturaleza.



Tras 5 días de haber sumergido las muestras al agua, se puede ver que el material se biodegrada casi por completo, perdiendo su forma y con las partículas desprendiéndose. También se puede ver que el alginato de sodio al estar en contacto directo con el agua se vuelve a activar, volviéndose un hidrogel. En el transcurso de esta prueba el material se fue desintegrando de manera paulatina, primero se desintegró su superficie exterior y luego las más internas.

*Pruebas de abrasión:***- Lijadora de banda:**

Para este tipo de pruebas se usaron probetas de 50x150x10 mm en triplicados.

Cuando se pasaron por la lijadora de banda estas desprendieron bastante polvo, por lo que se recomienda el uso de una mascarilla. De todas maneras, estas no se agrietaron ni se trizaron, siendo un proceso sin mayores complicaciones. Se puede llegar a una terminación bastante lisa y suave del material, aunque si deja algunos poros abiertos y se pierde levemente el color.

Resultado tras lijadora de banda

**- Sierra de Mesa:**

Para este tipo de pruebas se usaron probetas de 100x100x20 mm en duplicados.

Al usar la sierra para cortar las muestras no hubo mayores complicaciones, deja las piezas uniformes y en medidas precisas. Es preferible este procedimiento antes que el de lijado si se quiere emparejar las piezas o dimensionar en medidas exactas. De todas formas, se recomienda el uso de una mascarilla facial y overol, ya que se suelen desprender pequeñas partículas de conchas hacia todas partes.

Resultado tras corte en sierra de mesa

**- Aplicación aceite de Linaza:**

El aceite de linaza se suele utilizar en reemplazo del barniz, caracterizándose por ser una alternativa natural para dar acabados y proteger las superficies.

Para estas pruebas se fabricó de manera casera aceite de linaza, utilizando las semillas y agua. Luego este se aplicó en una de las caras de 5 muestras de 50x50x10 mm y se dejó secando. A partir de un análisis comparativo de las caras se puede decir que este aporta cualidades estéticas al material, dándole mayor brillo y resaltando sus pigmentos y textura. Siendo una alternativa sustentable para darle una terminación al material.

Resultado tras aplicación aceite de linaza

**- Perforación con taladro:**

Para esta prueba se utilizó un taladro con diferentes espesores de brocas para concreto (5,6,7 y 8 mm) para ver cómo la dimensión de estas podría afectar al perforar el material. Se probó en muestras con diferentes dimensiones; 50x50x20 mm, 100x100x10mm y 50x50x50 mm.

Tras el desarrollo de esta prueba se puede concluir que el material si se puede perforar sin causar mayor problema en las muestras.

Resultado tras perforación con taladro



Resumen Caracterización Técnica:

A partir de las pruebas técnicas desarrolladas se desarrolló una tabla la cual caracteriza resumidamente al material según los ensayos y pruebas generadas.

Caracterización Técnica	
Ingredientes: - Alginato de Sodio (1 g) - Agua (44 ml) - Conchas Mesodesma Donacium (5A+45B) Tamaños de grano: A) < 0.25 ø B) 0.25 < 1.75 ø	
Higroscópico	Va perdiendo agua con el tiempo, 2,52% tras 24 hrs
Densidad (g/cm³)	1,45 ρ
Permeabilidad	Permeable, se genera una marca
Ángulo de contacto	Hidrofílico, no repele el agua
Contenido de Humedad	Pérdida de humedad, 2,1% aprox. tras 12 horas
Resistencia a la compresión	Resiste una carga 600 kg (6,0 k/N) y (2,423 MPA)
Retardancia al fuego	Alto nivel de retardancia al fuego
Biodegradabilidad	- Agua: 4 días en desintegrarse por completo. - Tierra húmeda: Sobre 4 semanas, se deforma y humedece la muestra hasta empezar a agrietarse.
Lijado	Resultado positivo. No se desprende ni genera roturas. Tiempo regular en lijarse. Pierde levemente el color, Libera mucho polvo, se recomienda uso de mascarilla.
Perforación	Resultado positivo para brocas de concreto (5,6,7 y 8)
Corte en sierra	Resultado positivo. Libera partículas grandes, se recomienda uso de máscara protectora facial.
Aplicación aceite de linaza	Le da mayor brillo y resalta los pigmentos y textura.
Moldes	Uso de moldes de encaje para permitir un mejor secado de las caras, uso de materiales de superficies antiadherentes como acrílico o metal.

Caracterización Experiencial:

Entender cómo el material es percibido por la gente, mediante el uso de los cuatro niveles experienciales como estructura fundacional.; Sensorial, interpretativo (significados), afectivo (emociones) y performativo. Para esto se utilizó el toolkit Ma2E4, desarrollado por Serena Camere y Elvin Karana (Materials Experience Lab), el cual proporciona un enfoque para comprender cómo las personas reciben un material en particular en estos niveles de experiencia, así también cómo estos niveles se interrelacionan en la experiencia del material, esta guía se llama mapa de caracterización.

Mapa de Caracterización:

Tal como se explicó anteriormente, el mapa de caracterización busca entender, qué es lo que evoca el material en las personas. Esta herramienta se aplicó a 14 personas para lograr definir los puntos en común que tiene el material según la experiencia de los usuarios. Dentro de ellas 10 fueron diseñadores y 4 fueron personas de otros rubros, esto ya que la idea de este proyecto es potenciar el uso del biomaterial para diseñadores, pero entendiendo también como las personas interactúan y perciben el material. Luego se desarrolló un análisis y representación de los datos obtenidos del mapa de caracterización de las respuestas entregadas.



Análisis y representación de datos, mapa de caracterización

1. Nivel performativo

Se pidió a los participantes que exploraran libremente el material. Dentro de este nivel se seleccionaron las 3 acciones más interesantes y repetitivas por categoría.

Cómo tocan el material?



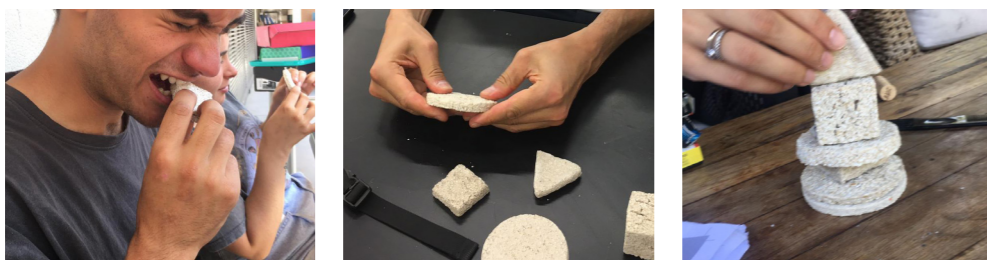
Cómo mueven el material?



Cómo sostienen el material?



Otras interacciones



2. Nivel sensorial

Se les pidió a las personas que exploraran el material con sus sentidos y calificaran sus características según la escala entregada. Luego se promediaron los resultados.

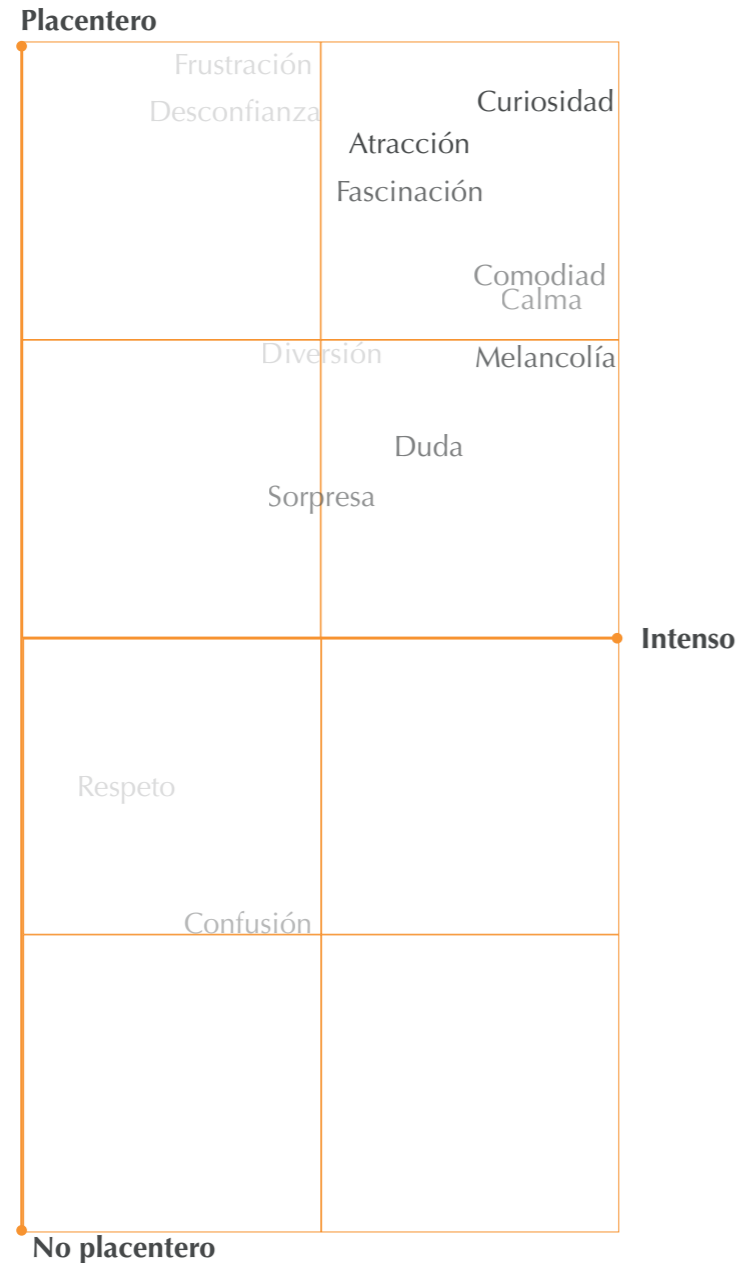
Figura 26.



3. Nivel Afectivo

Los participantes tenían que describir las emociones que el material les provocaba. Para esto se les mostraron diferentes palabras (vocabulario afectivo) donde tuvieron que elegir 3 y posicionarlas en el siguiente mapa.

Figura 27.



4. Nivel Interpretativo

Se les mostró a los participantes una serie de palabras (*Vocabulario interpretativo*) y se les pidió que seleccionaran 3 significados que describieran su asociación con el material. Luego se les mostró una serie de imágenes (*Imágenes interpretativas*) y se les dijo que asociaran una imagen para cada palabra. Dentro del análisis se muestran las imágenes y palabras con más frecuencia, donde las de mayor tamaño reflejan la cantidad de veces seleccionadas.

Figura 28.



Natural (8); Calma (6); Artesanal (5); Elegante (3); Raro (3); Nostálgico (3); Femenino (2); Agresivo (2); No sexy (1); Acogedor (1); Profesional (1); Ordinario (1); De juguete (1); Antinatural (1); Ordinario (1); Futurístico (1); Frívolo (1)

5. Preguntas Abiertas

Se les preguntó a los participantes las siguientes 3 preguntas abiertas:

- Cuál es la característica más agradable del material?
- Cuál es la característica menos agradable del material?
- Cuál es la característica más única del material?

Saber que es de conchas pero sin reconocerlas al 100%

Es diferente a un material cotidiano

Verlo

Que genera una transparencia

Lo táctil. Poder sentir esa porosidad irregular

Es como un exfoliador

Su textura poroso y color

Que raspe

Que den ganas de apretarlo y sea duro

Que la terminación no sea regulable a un 100%

Grietas

No me lo puedo comer

Que sea difícil de trabajar para cosas más lisas

Lo rígido que es

Limpiar el material por su porosidad

ÚNICO

"La pigmentación, hay partes más opacas y otras más brillantes"

"Su textura y color"

"No es igual en ninguna parte, **va cambiando**"

"El proceso que hay por detrás"

"Poder ver de qué está compuesto a través de mis sentidos"

"Sale de lo cotidiano de un material"

"Que sea de **conchas de machas**"

"Que venga del mar, aprovecharse de las conchas de la caleta"

"Toda **su historia**, saber de donde viene"

"Su dureza y fragilidad a la vez"

"Que este hecho a mano, se ve más natural"

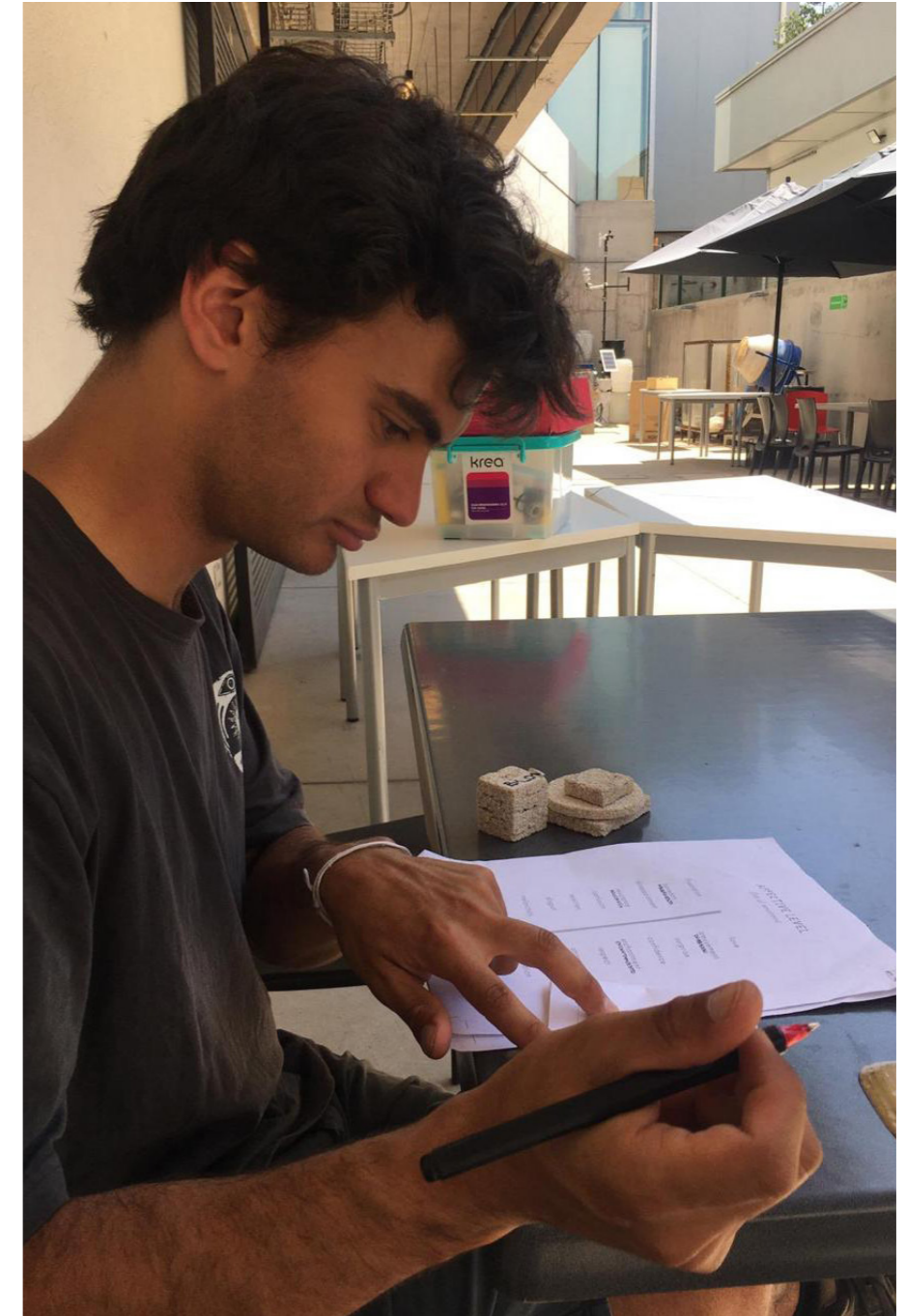


Imagen 39. Mapa de caracterización.2, Elaboración propia (2022)

2. Creación de la visión de la experiencia de los materiales

En esta segunda etapa se debe expresar y reflexionar acerca de cómo se visualizará el rol del material en cuanto a la función y experiencia del usuario. También entender cómo se visualizará al convertirse en un producto/ objeto. Para esto se desarrolló una tabla llamada “Material benchmarking” donde se genera una evaluación comparativa de diversos materiales similares al desarrollado. Se espera que el diseñador coloque el material dentro de un grupo de materiales similares y sus aplicaciones, es decir, material benchmarking. La cual servirá para generar una declaración de la visión del material.


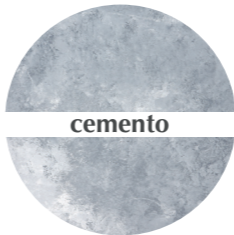
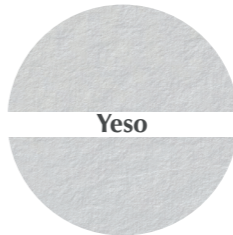


					
Aplicaciones					
Decorativo	si	si	si	si	si
Mobiliario	si	si	no	no	si
Vajillas y lozas	no	s	no	si	si
Revestimientos	si	si	si	no	si
Baldosas	si	si	no	ni	si
Esculturas y figurillas	si	si	si	si	si
Construcción	no	si	no	no	no
Cualidades experienciales y problemas experienciales emergentes.					
Color natural visible	si	si	si	si	si
Imperfecciones	si	si	media	si	no
Porosidad	alta	media	no	media	no
Wabi Sabi	si	si	si	si	si
Cambia en el tiempo	si	ni	si	no	no
Naturalidad	si	si	si	si	si
Versatilidad	si	si	si	si	si
Plásticos cuando se introducen en agua	no	si	si	si	si
Resisten altas temperaturas	si	si		si	si
Otros temas enfatizados dentro del dominio del diseño en relación con los materiales					
Economía Circular	si	no	no	si	no
Proceso productivo sustentable	si	si	si	si	medio
Revalorización de un residuo	si	no	no	no	no
Materia prima Local	si	no	no	si	no
Reflejo Identidad	si	no	no	si	no
Narrativa vinculada a un lugar	si	no	no	si	no

Figura 29.

Declaración de la visión del material

A partir de la caracterización del material, podemos identificar cualidades técnicas y experienciales que pueden ser potenciadas en la aplicación final de este material. Dentro de las técnicas se encuentra su similitud con materiales cerámicos en cuanto a terminación, resistencia a la compresión, caídas y a altas temperaturas.

Por otra parte, sus cualidades experienciales están ligadas con el uso de una materia prima local. Dentro del nivel performativo llamó mucho la atención que la mayor parte de las personas interactuaron con el material a través de todos sus sentidos. Oliéndolo, observándolo con detalle y, sobre todo, tocándolo y pasándoselo por diferentes partes del cuerpo para entender su textura y porosidad. Muchos pesándolo con sus manos y hasta queriendo romperlo o apretarlo para saber qué tan fuerte o elástico este era. También llama la atención las ganas de querer comérselo, debido a su similitud con una galleta. Es un material que las personas quieren tocar con sus manos, dedos y piel para sentir la textura. Pesar, ya que su peso suele ser diferente a lo que se esperaban. Romper, pulir, lijar, oler y hasta comérselo.

A nivel sensorial, el material se percibió en términos generales como duro, poroso, fuerte, de textura irregular y muy granuloso. Aunque llamó la atención la cantidad de personas que, a su vez, lo calificaron de manera contraria a esta. Se da por entendido que en esta etapa dependerá de la percepción de cada persona en específico. Es interesante de todas maneras definir el material por la dualidad sensorial que generó, especialmente a nivel visual, donde se percibe tanto como un material opaco como transparente; cálido y frío a la vez; y brillante como mate.

En el nivel afectivo el material se caracterizó por evocar curiosidad, atracción y fascinación. Transmitiendo una sensación de calma en las personas, debido a su relación directa con elementos de la naturaleza; También genera emociones de sorpresa por su composición, curiosidad y atracción por su textura y color, la cual estimula el uso de los diferentes sentidos para interactuar.

Por último en el nivel interpretativo se describe varias veces como un material natural, calmo, artesanal, femenino y elegante. Aunque también llama la atención que se utilizaran conceptos como nostálgico, acogedor y raro, todos relacionados por vínculo con el territorio.

Su valor estético causa mucha aprobación, puesto que se deduce que proviene de la naturaleza pero de manera indirecta. Esto debido a la visibilidad del grano, la textura porosa, la cual es regular, pero a la vez irregular, su forma brillante y opaca y el color propio que tiene, el cual es formado por el aglomerado de los granos, todos con un pigmento diferente al otro. Algo que también se percibió entre las personas como parte de su valor único y diferenciador.

Al explicar de donde provienen sus componentes y como fue su generación, provocó una valorización de unicidad al material debido a su historia y todas las dimensiones que abarca. Se recibió mucho feedback de su uso para productos más bien únicos, significativos y/o relacionados con lo local. Por lo que se considera importante contar el proceso de producción y su relación con la caleta Horcón. El generar una narrativa al material, a través de la relación con su identidad territorial y su carácter circular, es esencial para entender su valor diferenciador. Potenciando, de esta manera, su uso en el diseño, objetos y aplicaciones locales.

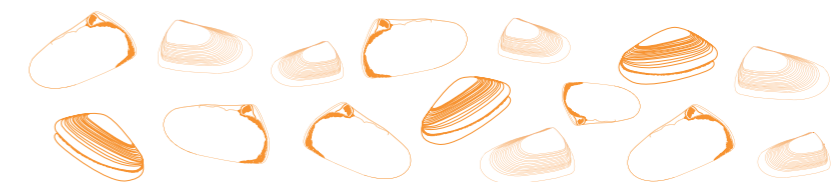




Imagen 40. Biocerámico de Machas, Elaboración propia (2022)

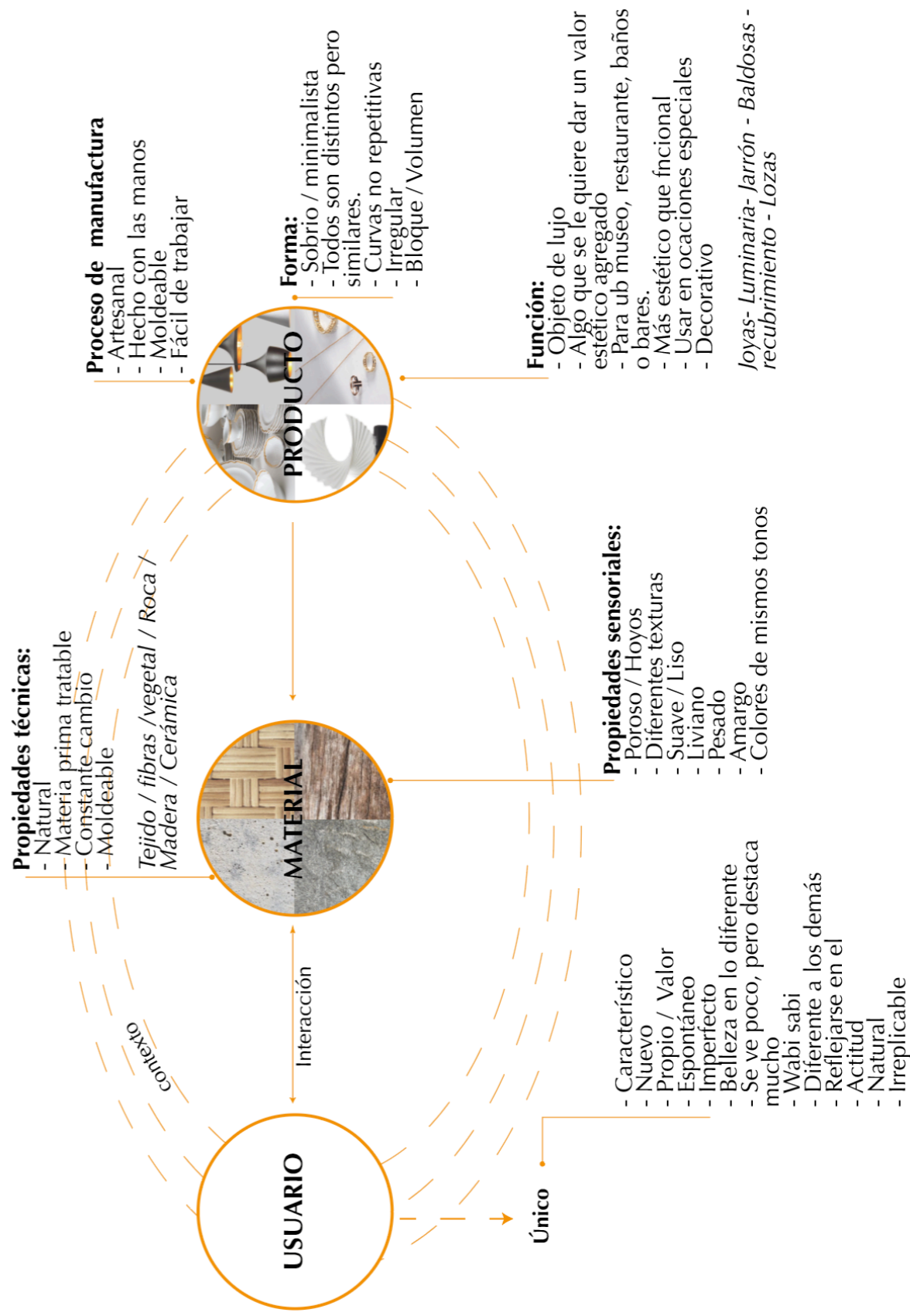
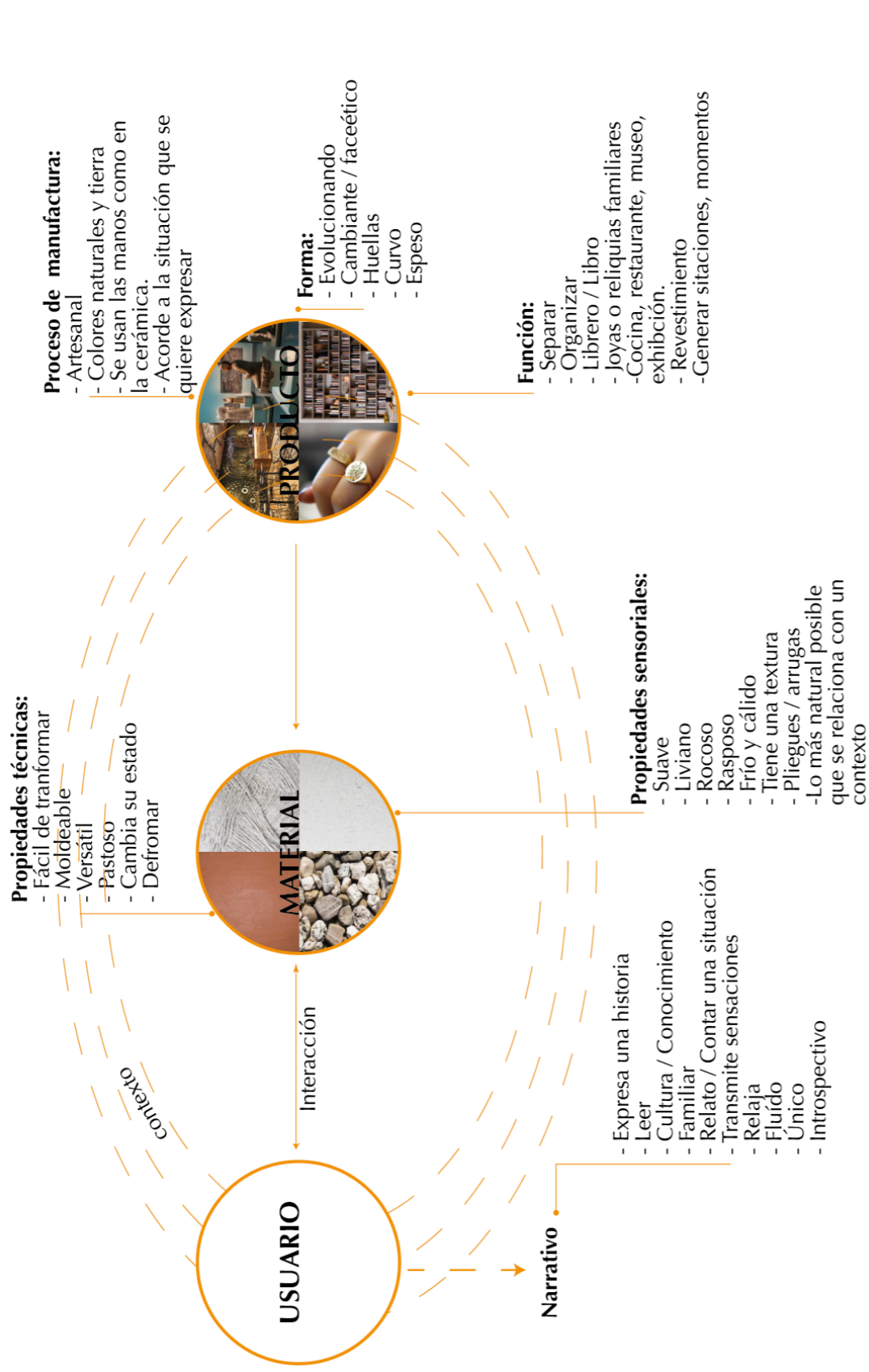
3. Manifestación de patrones de experiencia de los materiales

En este punto se analizó la visión desarrollada en la etapa 2 para obtener “significados” atribuibles al material (conceptualizarlo). Para esto se usa el “*Modelo de Significado de los Materiales*” (Karana.E, 2009) para poder visualizar los datos recopilados y relacionarlos entre sí.

El modelo de significados materiales es una herramienta que ayuda a relacionar los significados propuestos para el material. Para esto se le pidió a 20 diseñadores, de distintas disciplinas y edades, que respondieran diversas preguntas en cuanto a la relación del significado (o concepto). En este caso específico, y gracias a los pasos anteriores, se definió al material como único y narrativo.

Primero se le preguntó a las personas qué era lo que entendían por único y narrativo, en especial su percepción desde el diseño. Luego se hicieron preguntas que buscaban relacionar el significado con un material para luego terminar con preguntas relacionadas con la aplicación o uso de este material «único» y «narrativo». En las siguientes páginas se pueden visualizar los resultados obtenidos.

“Modelos de Significado de los Materiales”
 Figura 30. Modelo de significados



4. Diseño de conceptos de productos

En esta etapa el diseñador experimenta con el material de manera más creativa, entendiendo cómo y donde este podría ser aplicado o utilizado. Para esto se realizó un focus group con estudiantes de diseño de último año de la universidad del Desarrollo y de la universidad Católica. Se les entregó toda la información recopilada de los pasos anteriores (fichas de caracterización técnica y experimental, tabla de material, benchmarking, modelo de significados y diferentes muestras del material) además de esto, se les contó brevemente todo el proceso de investigación relacionado con el caso de estudio en Horcón para que entendieran el por qué se decide trabajar con las conchas de machas. Con todo eso se les pidió que pensarán en una propuesta de diseño con los conceptos «narrativo» y «único», que dibujaran sus ideas y que luego contarán, brevemente, el por qué de casa una de sus propuestas.

"El desafío no es desarrollar elementos de presentación con un acabado perfecto, como renders, sino objetos más crudos/ásperos hechos de materiales reales dentro de un entorno de taller. El uso de materiales no está destinado a realizar un producto terminado, sino más bien como un impulsor del proceso creativo de "búsqueda" al evocar y concretar ideas." (Karana.E et al, 2015)



Imagen 41. Focus Group, Elaboración propia (2022)



Imagen 42. Focus Group.2 , Elaboración propia (2022)

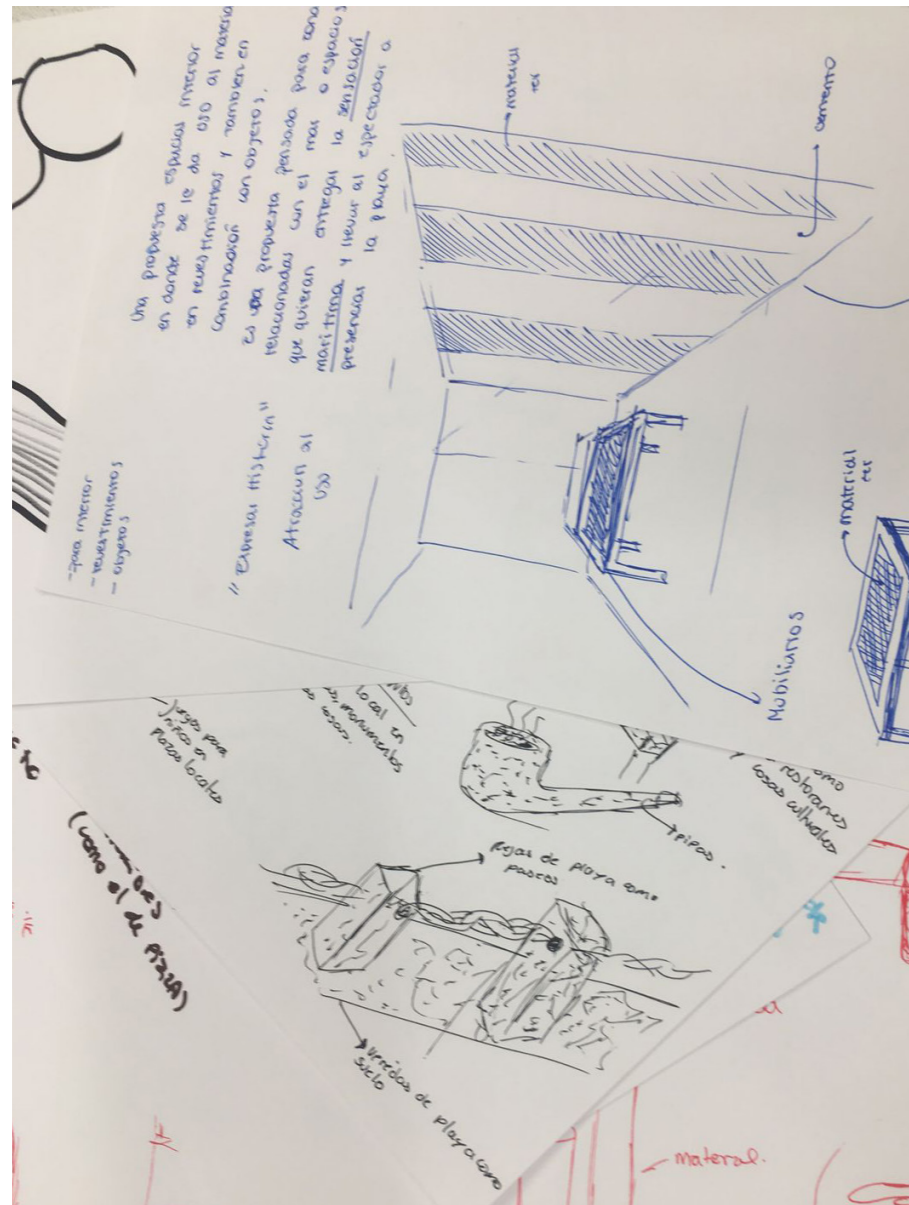


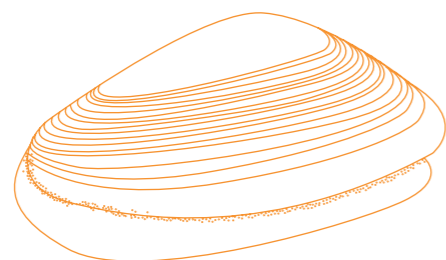
Imagen 43. Propuestas de diseño, Elaboración propia (2022)

Análisis de propuestas finales

Cada persona del focus group desarrolló aproximadamente 4 propuestas de diseño relacionadas con los conceptos y el entendimiento técnico-experiencial del material. Hay que dejar en claro que las propuestas podían responder al uso del material con ciertas modificaciones en el tiempo que mejorarían sus propiedades y potenciarán su usabilidad para productos de diseño. Algo que también aportó bastante para en un futuro ver hacia dónde podría estar encaminada la investigación de este compuesto y poder mejorar esas propiedades.

La mayoría de las propuestas realizadas estuvieron relacionadas con el territorio de Horcón y cómo este material podría ser aplicado en la zona a partir de las características de su entorno natural y cultural, generando una narrativa en los objetos a través del material. Por ejemplo; luminarias para restaurantes de la zona; en revestimientos locales o en el suelo, generando un recorrido a partir de un cierto patrón vinculado a la identidad territorial; para la generación de monumentos o esculturas; en objetos de deseo o más bien de carácter simbólico que reflejen y generen una conversación entre las personas; como también pudiendo ser aplicado en

mobiliario urbano local que potencie la identidad visual del territorio. Siendo finalmente un material capaz de expresar una historia, dándole una atracción al uso. Por otro lado hubo propuestas que se basaron en las características estéticas únicas del material y cómo este puede ser potenciado en objetos que no necesariamente están vinculados al territorio. En este sentido, se propusieron diversos objetos que no necesariamente estuvieran hechos en un cien por ciento del material, sino que existiera una combinación con otros, donde el bio-cerámico resaltaría más por su valor estético y sus características experienciales, que por su función técnica, como por ejemplo, siendo aplicado en la superficie de una mesa, pisos o separadores de espacio; en revestimientos para los bordes de asientos para espacios donde se haga terapia, ya que la textura podría ayudar a distraerse; maceteros para plantas; luminarias u objetos más decorativos como candelabros, velas, marcos de fotos; expendedores de joyas, que resaltan su valor (productos nacionales); para juegos de niños; encimeros para apoyar utensilios de parrillas, posavasos o ceniceros, debido a la alta resistencia al calor y fuego.



8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

A partir de la metodología diseñada, la cual se dividió en 3 etapas, se decide analizar los resultados obtenidos correspondientes a cada una de ellas, y ver cómo afectaron en los resultados finales de esta investigación.

Seleccionar / Caso de estudio

En la primera etapa se tenía como objetivo analizar las actividades económicas de un territorio desde la perspectiva de valorización de residuos para su uso en biomateriales locales que fuesen capaces de reflejar la identidad local, en este caso del balneario de Horcón. Esta etapa fue muy valiosa, ya que al tener una aproximación con el territorio e identificar los subproductos provenientes de sus actividades económicas, se pueden poner en valor los diferentes residuos existentes en ese lugar. En este caso, permitió la identificación y valorización de las conchas de machas (*mesodesma donacium*) que, a partir del estudio de sus propiedades, pudieron ser utilizadas para el desarrollo de un biomaterial.

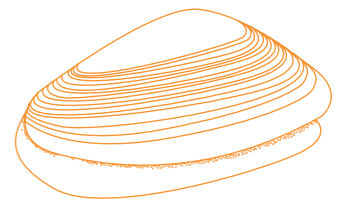
Experimental / Fabricación material

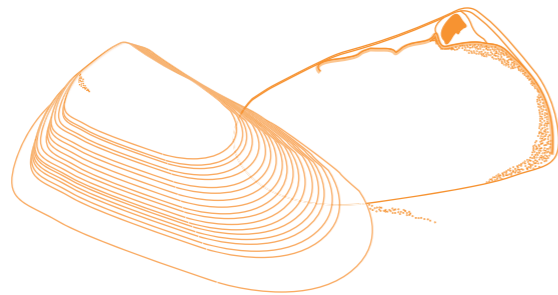
Esta etapa permitió diversas iteraciones y exploraciones materiales a partir del desarrollo de una matriz cruzada de las diversas recetas de código abierto y el uso de fichas de investigación científica. Estas permitieron identificar los factores influyentes en el desarrollo biomaterial, puesto que se registró cada proceso, toma de decisiones y las variables que se utilizarían para cada experimentación. Lo que trajo como resultado la definición final de una receta biocerámica. Además, al dejar un registro del proceso, se deja abierto el camino para seguir investigando e iterando infinitamente la receta. Buscando nuevas oportunidades que favorezcan las propiedades del biomaterial.

Aplicar / Material Driven Design

Finalmente, la tercera etapa tuvo como objetivo caracterizar el biomaterial para visualizar sus posibles usos en el diseño, potenciando su valor significativo. Para esto se utilizó la metodología Material Driven Design, enfocada en el entendimiento y descubrimiento de las propiedades y características técnicas y experienciales del biomaterial, para luego ver sus diferentes usos en proyectos de diseño. Esta metodología fue fundamental para poder tener un profundo entendimiento del material desde sus características técnicas como experienciales, las cuales le dieron un valor diferenciador y significados propios, que posteriormente facilitaron el desarrollo de diversas propuestas de diseño vinculadas tanto al balneario de Horcón y su relación con la identidad propia del lugar, como también a propuestas objetuales que respondieron a las características y significados propios del material.

Los resultados que se obtuvieron en cada etapa fueron positivos para la generación de un biomaterial a partir de la selección y valorización de un residuo local que potencie su uso en el diseño de objetos. Si bien, esta investigación pudiese ser mucho más refinada en cada etapa de la metodología desarrollada, en especial en la etapa del desarrollo del biomaterial, se considera que para el período de tiempo que se tuvo los resultados en general fueron positivos. Además, la metodología diseñada podría ser replicable en diferentes localidades y utilizada para próximas investigaciones relacionadas con el diseño de biomateriales. A través de la valorización de los residuos que se generan en las actividades económicas de nuestros territorios, generando materiales que, indirectamente, reflejan la identidad de un territorio.





9. FINANCIAMIENTO

9.1 Modelo Canvas

9.2 Fuentes de Financiamientos

9.3 Costos de Investigación

9.1 Modelo Canvas

<p>SOCIOS CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proveedores de materia prima (pescadores locales y vendedores de la caleta) - Distribuidores de alginato y carbonato de calcio - Empresas de transporte - Instituciones que aporten capital para el desarrollo de emprendimientos - Laboratorio de exploración tecnológica udd - Taller de materiales ingeniería UDD - Fablab y taller de herramientas diseño UDD - Sinestesia, programa de desarrollo de biomateriales - Fondo udd tecnología (padt) 	<p>ACTIVIDADES CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recolección materia prima - Desarrollo y experimentación del material - Estandarización de la receta a través de procesos medibles. - Diseño de moldes y matrices para testear material - Aplicación metodología material driven design (MDD) <p>RECURSOS CLAVE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conchas de macha desechadas - Equipos para medir propiedades y características del material (UDD) - Máquina trituradora - Horno industrial para deshidratación de las conchas - Fichas técnicas de caracterización material - Métodos y fichas MDD - Vehículo para transportarse
<p>FUENTES DE INGRESO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fondos concursables - Donaciones - Asociación con la municipalidad de Puchuncaví 	

<p>PROPUESTA DE VALOR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biocerámico a partir de la valorización de las conchas de machas provenientes de la pesca artesanal de Horcón. - Material capaz de reflejar la identidad local de un territorio (Horcón) - Material sostenible y biodegradable - Caracterización técnica y experiencial del material que permite visibilizar sus posibles usos a través del significado del material 	<p>RELACIÓN CLIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia material desde su narrativa (brinda una relación desde su significado, identidad y el diseño responsable) - Proceso responsable y sostenible con el medio ambiente. - Materia prima local <p>CANALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataformas abiertas como Materiom o Future Materials Bank - Ministerio del medio ambiente -Municipalidad de Horcón - Ministerio de Patrimonio, arte y cultura - Feria de ciencia UDD - Exposiciones - Foros de discusión 	<p>SEGMENTOS DE CLIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Municipalidad de Puchuncaví - Diseñadores nacionales - Artesanos locales de Horcón - Estudiantes - Personas interesadas en el desarrollo de materiales sustentables
<p>ESTRUCTURA DE COSTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proceso de obtención del residuo y alginato de sodio - Proceso de limpieza del residuo - Desarrollo del biomaterial (preparación y producción) - Pruebas físico-mecánicas - Desarrollo de moldes para pruebas - Desarrollo de prototipos de posibles aplicaciones y usos - Valoración de infraestructura 		

Figura 31.

9.2 Fuentes de financiamiento

Se averiguó acerca de diferentes fondos en los que se podría participar a partir de este proyecto de investigación, ya sea a través de fondos de cultura como de investigación y ciencia, como, un financiamiento para estudios que potencien el conocimiento sobre el tema.

Tipo	Nombre	Objetivo del fondo	Tipo de financiamiento	Por qué este fondo serviría?
Cultura	Fondo del Patrimonio Cultural, Serpat	Beneficiar el patrimonio cultural en todas sus formas, la Ley 21.045 dispone recursos para el financiamiento total o parcial.	Fondo concursable de financiamiento público Entre \$7.000.000 y \$120.000.000	Financia proyectos, programas, actividades y medidas de identificación, registro, investigación, difusión, valoración, protección, rescate, preservación, conservación, adquisición y salvaguardia del patrimonio, en sus diversas modalidades y manifestaciones, y de educación en todos los ámbitos del patrimonio cultural, material e inmaterial.
	Investigación - Fondart Nacional 2023	Promover, colaborar, realizar y difundir investigaciones en materias de su competencia. Deberás considerar una adecuada difusión de tu proyecto investigativo.	Fondo concursable de financiamiento público Monto máximo por proyecto: \$15.000.000.	Proyectos de investigación vinculados a la historiografía, teoría, análisis, crítica, curaduría, técnicas y/o materiales del o los oficios, colecciones, archivística, rescate patrimonial, documentación, inventariado, conservación, museografía, catalogación, entre otras materias de las disciplinas de Fondart.
Investigación y ciencia	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDECYT	Estimular y promover el desarrollo de investigación científica y tecnológica básica en el país.	Fondo concursable de financiamiento público	Incentiva la iniciativa individual y de grupos de investigadores financiando proyectos de investigación de excelencia, sin distinción de disciplinas o procedencia institucional, a partir de una gestión eficiente y basada en la relación permanente y enriquecedora con sus usuarios individuales, colectivos e institucionales.
	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDEF	Contribuir al aumento de la competitividad de la economía nacional y al mejoramiento de la calidad de vida de los chilenos, promoviendo la vinculación entre instituciones de investigación, empresas y otras entidades. Realización de proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico.	Sector productivo u orientados al interés público.	Programa Valorización de la Investigación en la Universidad, VIU, que busca promover el espíritu emprendedor en la universidad, apoyando nuevos negocios o empresas a partir de la investigación realizada por estudiantes de pre o posgrado en universidades chilenas.
Educación	Beca de Magíster para Profesionales de la Educación Becas Chile 2022	Formar capital humano avanzado en las distintas áreas de la educación como: currículum, evaluación, gestión escolar y aprendizaje, entre otras.	Financiamiento de estudios en el extranjero	Financiar estudios de magíster en todas las áreas del conocimiento y en cualquier país, excepto Chile. De esta manera se busca que las y los graduados, a su regreso al país, apliquen los conocimientos adquiridos y contribuyan con ellos al desarrollo científico, académico, económico, social y cultural.

9.3 Costos de la investigación

Si bien muchos de los costos para esta investigación se realizaron de forma gratuita, se decidió generar un estimado el cual no contabilizó estos.

	Por unidad	Total
Costos fijos (directos)		
Conchas Mesodesma Donacium	\$ 0	\$ 0
Alginato de sodio 250 grs (x6)	\$12.500	\$75.000
Agua desmineralizada 5 lt (x2)	\$1.790	\$3.580
		\$ 78.580
Costos fijos (indirectos)		
Detergente orgánico 5 lts	\$7.000	\$7.000
Licuada	\$30.000	\$30.000
Deshidratadora	\$20.990	\$20.990
Plancha de acrílico 1mt x 1mt x 3mm (x2)	\$26.990	\$53.980
Pesa gramera de precisión	\$3.990	\$3.990
Placas petri (x10)	\$399	\$3.990
Jeringa de 60 ml	\$600	\$600
Jeringa de 10 ml	\$350	\$350
Jeringa de 5 ml	\$1.990	\$1.990
Vaso de precipitados 100 ml	\$3.590	\$3.590
Fascos de vidrio 1L (x10)	\$590	\$5.900
Cinta adhesiva (x3)	\$1.190	\$3.570
Cuadernillo de registro	\$1.690	\$1.690
Semillas de linaza	\$990	\$990
		\$ 138.630
Costos variables		
Diseñador (10 meses)	800.000	8.000.000
Sinestesia (programa para fabricación de biomateriales)	390.000	390.000
Infraestructura	\$3.000.000	\$3.000.000
Costos en transporte	\$135.000	\$135.000
		\$ 11.525.000
Costo final de la investigación		\$ 11.742.210

Ferias asistidas

Existieron diferentes instancias en las que se pudo dar a conocer la investigación, generar contactos, mostrar el enfoque que se quiso transmitir y sobre todo ayudar en el discurso formal de la investigación. Una de estas fué la feria científica que se hizo en la universidad y otra a través del programa del cual se fué parte, sinestesia, llamada ITERA.

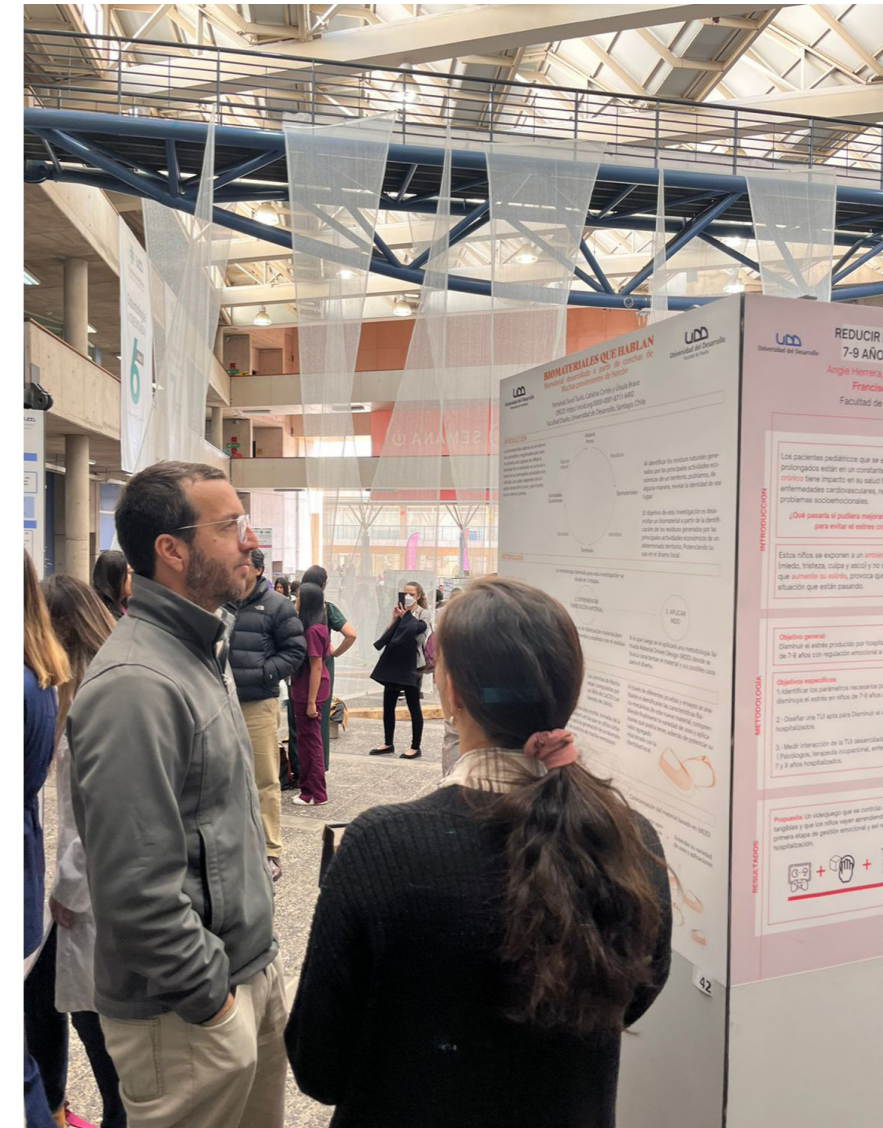


Imagen 45. Feria Científica, Isabel Araneda (2022)



Imagen 46. Flyer Expo ITERA., Sinestesia (2022)



Imagen 47. Expo ITERA., Elaboración Propia (2022)

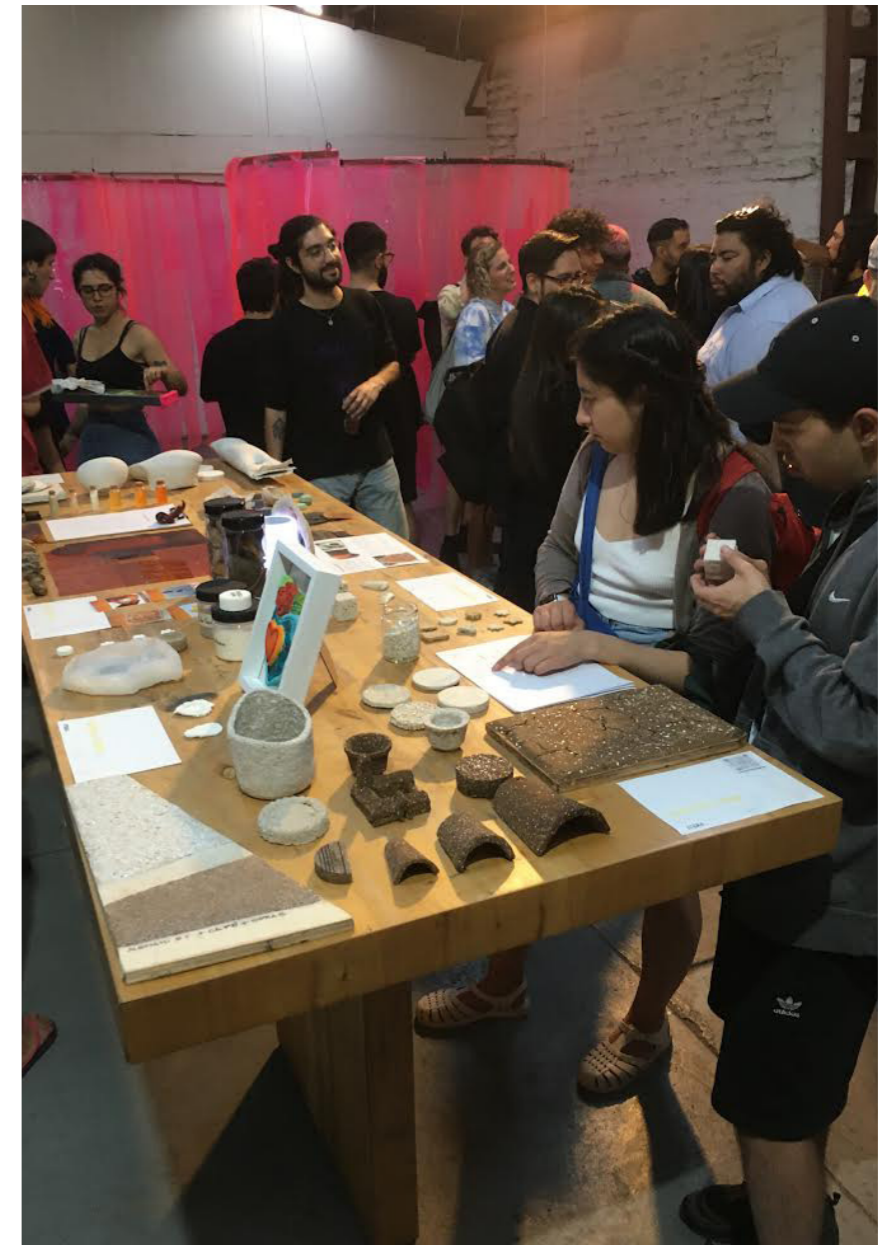
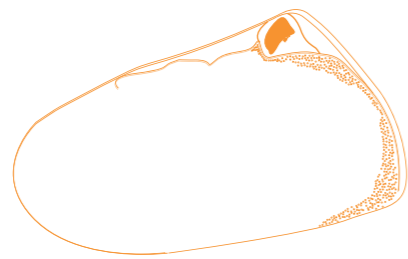


Imagen 48. Expo ITERA., Elaboración Propia (2022)



10. CONCLUSIONES

El modelo de producción actual, basado en una economía lineal, está afectando a nuestro planeta y su biodiversidad, y por ende, a todos nosotros. Como se pudo dar a entender a lo largo de esta investigación, esta problemática es un error de diseño, pues es en esta disciplina donde se deciden los materiales y procesos de cada producto que hoy se consume y desecha. Haciéndose necesario buscar nuevas oportunidades y soluciones desde esta disciplina, siendo aquí donde el desarrollo de materiales circulares, específicamente los biomateriales, empieza a tomar gran relevancia.

No obstante, los biomateriales pueden ser más que solamente una alternativa sostenible para enfrentar esta problemática. Tras comprender el concepto de biomateriales; sus propiedades, formas de fabricación, relación con los residuos de un territorio y el aporte que entrega el diseño dentro de este ámbito, se llegó a la conclusión de que los biomateriales generados a partir de residuos provenientes de las actividades económicas primarias de un sector son una forma de revelar su identidad, ya que, dichos residuos son el reflejo de la abundancia o patrimonio natural de ese territorio. Es por eso que esta investigación tuvo como propósito final la generación de un biomaterial, a partir de la selección y valorización de un residuo local que potencie su uso en el diseño de objetos. Bajo la justificación de potenciar el consumo y producción circular y responsable con el medio ambiente. Para esto se diseñó una metodología, la cual se dividió en tres etapas secuenciales para así poder cumplir con este objetivo. Esta, si bien fue la aplicación

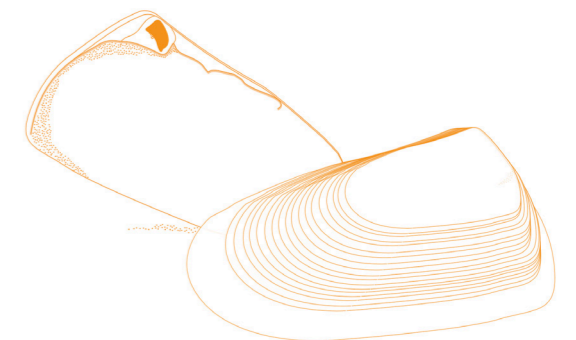
de diferentes metodologías ya existentes, fue uno de los aportes más significativos para esta investigación, ya que, a partir de la serie de métodos e instrumentos recopilados y aplicados para cada etapa se pudo llegar a un resultado final bastante completo y con resultados positivos en relación con el tiempo entregado. Es por eso que esta metodología se ve como una oportunidad para ser aplicada en futuras investigaciones de diseño y para el diseño para materiales circulares.

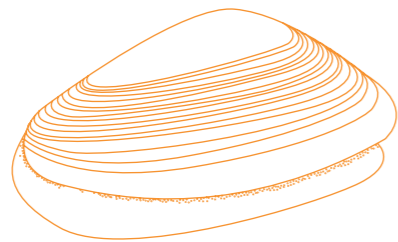
A lo largo del desarrollo de esta investigación hubo ciertos aspectos que se consideraron importantes y que a su vez podrían haber aportado positivamente. Al tratarse de un tema bastante nuevo y que recientemente ha escalado con mayor fuerza, se considera esencial el valor del conocimiento compartido y de fuente abierta para la etapa de fabricación y experimentación del biomaterial. En especial porque al venir, en mi caso en particular, desde el área del diseño hay mucha información necesaria para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto la cual no se manejaba. Teniendo que recurrir a investigadores, bioquímicos, ingenieros en materiales, programas y charlas específicas sobre el tema y a la literatura de fuente abierta, para poder seguir y tomar decisiones correctas.

Es por lo mismo que se cree que es necesario, el trabajo interdisciplinario para poder llevar a cabo una investigación de este tipo (y francamente de cualquiera) para así poder enriquecer los resultados obtenidos y llegar a mejores soluciones. En el caso específico

de esta investigación no solamente se cree necesaria la colaboración con diferentes áreas profesionales para el desarrollo del biomaterial, sino también, desde los oficios y artesanos, ya que la mayoría de estos trabajan con materias primas locales, siendo alternativas sostenibles y que tienen un gran valor por el patrimonio material que reflejan. También, se considera importante la colaboración con las comunidades, puesto que serán ellos mismos quienes se verán beneficiados y podrán aportar al tener una aproximación de su territorio y los residuos que en este se generan. Potenciando la valorización de residuos o subproductos provenientes de su territorio para la fabricación de materiales y productos que, indirectamente, reflejan la identidad territorial.

Para estudios posteriores y los desafíos en cuanto a esta investigación sería interesante abundar en el desarrollo de un impermeabilizante natural, proveniente del mismo ecosistema marino, que potencie su resistencia al agua. También en la aplicación de pigmentos naturales del territorio que puedan ser aplicados en el material. Por último se cree interesante desarrollar una investigación relacionada a otros posibles materiales hechos a partir de las conchas de machas y de otros moluscos, generando una paleta de biocerámicos que reflejen la identidad y patrimonio natural de diferentes territorios nacionales.





11. BIBLIOGRAFÍA

Referencias

Al Omari, M. M. H., Rashid, I. S., et al., (2016). *Calcium Carbonate. Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology* (Vol. 41). <https://doi.org/10.1016/bs.podrm.2015.11.003>

Álvarez.L, Rosas.F, et al., (2017) *Caracterización y extensión de la fase metaestable del carbonato de calcio obtenido mediante la aplicación de una capa de Bi₂O₂CO₃:Al a temperatura ambiente* <https://www.redalyc.org/journal/933/93351201004/html/>

Barnes. (1969). *Zoología de los invertebrados* (2a. ed.). Interamericana. https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay/alma991003932489703936/56UDC_INST:56UDC_INST

Biblioteca del congreso nacional de Chile : BCN (2017) *Guía legal sobre: Caletas de pescadores artesanales.*

Chile es TUYO & SERNATUR (2021) *Caletas de Chile: La riqueza natural de nuestro país.* <https://chileestuyo.cl/caletas-de-chile-la-riqueza-natural-de-nuestro-pais/>

Cores, I. (2018). *Bio Based Materials.* <http://dissenycv.es>

Davis, C. (2017). *The Secrets of Bioplastic.* <https://clara-davis.com>

Facultad de Diseño, Universidad del Desarrollo. (2020, 2 noviembre). *CHARLA BIOMATERIALES, EXPERIMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN.* <https://youtu.be/59axy6Fs7i8>

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo , Universidad de Buenos Aires. (2020, 2 diciembre). *Laboratorio de Biomateriales de Valdivia.* <https://youtu.be/Ce-5mitSE1s>

Fundación para el Desarrollo Social ,FUDES. (2021). *Residuos sólidos y gestión de residuos en Chile.* <https://www.fudeso.cl>

Fundación Ellen MacArthur (2016) *Economía Circular.* <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular>

Fundación Ellen MacArthur (2016) *Diseño Circular.* <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/circular-design>

Fundación Ellen MacArthur (2016) *Circulación de productos y materiales.* <https://ellenmacarthurfoundation.org/circulate-products-and-materials>

Future Material Bank (2022) *Materials.* <https://www.futurematerialsbank.com/materials/>

Guasch Sastre. C (2020) *How Materials can Shape our Future.* Material Designers

Guzmán.N, Saá.S & Ortlieb.L (1998) *CATÁLOGO DESCRIPTIVO DE LOS MOLUSCOS LITORALES (GASTROPODA Y PELECYPODA) DE LA ZONA DE ANTOFAGASTA, 23OS (CHILE)* Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta & ORSTOM https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_51-52/010019962.pdf

International Plant Nutrition Institute (2016) *Fuentes de nutrientes específicos. Carbonato de Calcio,* [http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0248CCB8DFC442E985257BBA-0059D03A/\\$FILE/NSS-ES-18.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/0248CCB8DFC442E985257BBA-0059D03A/$FILE/NSS-ES-18.pdf)

Jalkh, H., Weiss, A. J., & Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (2021) *Laboratorio de Biomateriales de Valdivia* [Cátedra]. Cátedra Ferrero, Buenos Aires, Argentina. <https://youtu.be/Ce-5mitSE1s>

Karana E., Barati, B., Rognoli V., Zeeuw Van Der Laan, A., (2015). *Material Driven Design (MDD): un método para diseñar experiencias materiales.* Revista Internacional de Diseño. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/1965>

LUCERO JUEZ. M (2004) *“Evaluación del uso de artefactos de concha en el poblamiento inicial del semiárido de Chile”*

Reef Resilience Network (2022) *Acidificación de los océanos.* <https://reefresilience.org/es/stressors/ocean-acidification/>

Rivera.c y Hernández. (2020) *Cómo se forma la concha del molusco?* <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2020.06.06.01.0004>

Rodríguez Galbarro.H (2022) *Pesos Específicos y Densidades de Materiales y Elementos Constructivos,* <https://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html#materiales>

Rognoli.V, Bianchini.M, Maffei.S & Karana.E (2015) *DIY Materials.* <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.020>

LABVA Biomateriales. (2020, 11 mayo). *LABVA pregunta: ¿Qué son los biomateriales?* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wU1-eZk7wqg>

LABVA Biomateriales. (2020b, julio 6). *LABVA pregunta: ¿Cuáles son los mayores desafíos para los biomateriales?* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wSiglCl8qGE>

Materiom (2022) *Biblioteca de materiales*. <https://materiom.org/search>

Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, Academia de Formación Ambiental Adriana Hoffmann (2016). *Guía de Educación Ambiental y Residuos*. <https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%C3%ADa-de-Educaci%C3%B3n-Ambiental-y-Residuos.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2019) *Estrategia Nacional de residuos organicos; Chile 2040*. Oficina de Comunicaciones y Prensa del MMA. <https://economia-circular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Nacional-de-Residuos-Organicos-Chile-2040.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, & Shee Smith, Á. (2021) *Reporte del Estado del Medio Ambiente (Sexto)* <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/REMA2021-comprimido.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile (2020) *ESTRATEGIA NACIONAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS 2020-2040*. <https://consultaciudadanas.mma.gob.cl/storage/consultation/LoxeHBBdq1rGRxlKklVKAqdOa3rD6MI2ku1soFhD.pdf>

Ministerio de Desarrollo Social de Chile, CEPAL, Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016, julio). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>

Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2020, diciembre). *INFORME DEL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE, Capítulo 10 ; RESIDUOS*. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/10-residuos.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Corporación de Fomento de la Producción; Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, (2020) *HOJA DE RUTA NACIONAL A LA ECONOMÍA CIRCULAR PARA UN CHILE SIN BASURA*. <https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/12/Propuesta-Hoja-de-Ruta-Nacional-a-la-Economia-Circular-para-un-Chile-sin-Basura-2020-2040.pdf>

Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio (2019) *Programa fortalecimiento de la identidad cultural regional*. https://www.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2019/05/protocolo_fort_identidad_regional_2019.pdf

Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio, Gobierno de Chile (2016) *Política de Fomento del Diseño 2017-2022*. https://www.cultura.gob.cl/politicas-culturales/wp-content/uploads/sites/2/2017/05/politica_diseno.pdf

M. Pidwirny (2012) *Composición atmosférica: dióxido de carbono*, Fundamentos de geografía física <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7aCO2.html>

Naciones Unidas & Asamblea General. (1987). *Informe Brudland* (N.o N25). Asamblea General .

ONU (2019) *Estamos devorando los recursos de la Tierra a un ritmo insostenible*. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/were-gobbling-earths-resources-unsustainable-rate>

Owuamanam.E & Cree.D (2020) *Progreso de los rellenos de cáscaras de huevo y conchas marinas de desecho de carbonato de biocalcio en compuestos poliméricos: una revisión*. *Revista de Ciencias Compuestas* 4(2- 70) 10.3390/jcs4020070

Laura Clèries, Valentina Rognoli, Seetal Solanki & Pere Llorach (2020) *Material Designers. Boosting talent towards circular economies* . *MaDe Book Scientific Board* . <http://materialdesigners.org/book/>

Quiminet (2011) *El carbonato de calcio, principales usos y aplicaciones*. <https://www.quiminet.com/articulos/el-carbonato-de-calcio-principales-usos-y-aplicaciones-2560713.htm>

Ribul, M. (2013) *Recipes for Material Activism*. *Miriam Ribul*. <https://www.miriamribul.com>

Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Ministerio de Desarrollo Social de Chile, CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>

Ruiz.B (2017) *Clasificación de los minerales*. *IES Santa Clara, Dpto Biología y geología* <https://biologiageologiaessantaclarabelenruiz.wordpress.com/2o-bachillerato/geologia/>
Sistema Nacional de Información Ambiental (2004) *Manejo de residuos peligrosos*. <http://sinia.mma.gob.cl/temas-ambientales/residuos/>

Stahel,W.R . (2016) *Circular economy*. *Nature* (531),435-438. <https://www.nature.com/articles/531435a.pdf>

Subpesca (2021) *Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura 2021*, <http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuicultura>

Subpesca (2019) *Informe sectorial de pesca y acuicultura. G. d. C. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura*.

SubPesca (2022) *Panorama de la pesca artesanal*. <https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-645.html>

Sukhwinder Randhawa (2008) *Software y bibliotecas de código abierto*. https://www.researchgate.net/publication/28810296_Open_Source_Software_and_Libraries

Talep, M. & Facultad de diseño, Universidad del Desarrollo. (2020, 2 noviembre). *CHARLA BIOMATERIALES, EXPERIMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN* [Educativa]. Webinar Facultad de diseño, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile. <https://youtu.be/59axy6Fs7i8>

Tapia Leighton, L. (2022). *INFORME CONSOLIDADO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES. 2005–2019, RETC*. <https://retc.mma.gob.cl/books/informe-consolidado-de-emisiones-y-transferencias-de-contaminantes-2005-2019/>

Warner.B (2020) *El recetario natural del futuro, Atlas of the future*. <https://atlasofthefuture.org/es/project/materiom/>

Referencias Imágenes

Imagen 1. *Material Designers*, Elisava (2022)

Imagen 2. *Botes de pesca Horcón*, Elaboración propia (2022)

Imagen 3. *Desintegra.me*, Margarita Talep (2019)

Imagen 4. *TINTORERA*, Macarena Iglesias (2020)

Imagen 5. *CITRI.CO*, Amalia Muñoz (2020)

Imagen 6. *A waste epiphany*, Macarena Torres (2020)

Imagen 7. *Lana rústica*, Ecocitex (2022)

Imagen 8. *Mycelium*, Museo del Hongo (2016)

Imagen 9. *Árbol de maqui*, LABVA (2021)

Imagen 10. *ECOVATIVE*, Ecovative (2007)

Imagen 11. *Zoostera stool*, Carolin Pertsch (2020)

Imagen 12. *Forest wool*, Tamara Orjola (2019)

Imagen 13. *Piñatex*, Piñatex (2022)

Imagen 14. *Canapuglia*, Canapuglia (2022)

Imagen 15. *Totomotxle*, Fernando Laposse (2022)

Imagen 16. *Bioplástico de Agave*, Fernanda Ordorica (2017)

Imagen 17. *KARU*, Verónica Bergottini (2021)

Imagen 18. *Preparación Biomaterial*, Trinidad Alcalde H (2022)

Imagen 19. *Curso Biomateriales*, Sinestesia (2022)

Imagen 20. *Recetarios*, Materiom (2022)

Imagen 21. *Focus Group MDD*, Elaboración Propia (2022)

Imagen 22. *Limpiando la pescá*, Diego Arahuetes (2020)

Imagen 23. *Caleta Horcón*, Elaboración Propia (2022)

Imagen 24. *Granulometrías Mesodesma*, Trinidad Alcalde H (2022)

Imagen 25. *Project sea stone*, newtab-22 (2022)

Imagen 26. *Ostra Chipres*, Biogun (2022)

Imagen 27. *Pilcán*, Funzalida.F (2015)

Imagen 28. *Cal.cáreo*, Pacheco.C (2019)

Imagenes 29. *Materiom*, Materiom (2022)

Imagen 30. *Experimentación*, Elaboración propia (2022)

Imagen 31. *Experimentación.2* , Elaboración propia (2022)

Imagen 32. *Biomaterial desarrollado*, Elaboración propia (2022)

Imagen 33. *Horcón*, Elaboración propia (2022)

Imagen 34. *Venta machas Horcón*, Elaboración propia (2022)

Imagen 35. *Granulometrías Machas*, Trinidad Alcalde H (2022)

Imagen 36. *Granulometrías Machas 2*, Trinidad Alcalde H (2022)

Imagen 37. *Prensa Hidráulica UDD*, Elaboración propia (2022)

Imagen 38. *Mapa caracterización experiencial*, Elaboración propia (2022)

Imagen 39. *Mapa de caracterización.2*, Elaboración propia (2022)

Imagen 40. *Biocerámico de Machas*, Elaboración propia (2022)

Imagen 41. *Focus Group*, Elaboración propia (2022)

Imagen 42. *Focus Group.2* , Elaboración propia (2022)

Imagen 43. *Propuestas de diseño*, Elaboración propia (2022)

Imagen 44. *Propuestas de diseño 2*, Elaboración propia (2022)

Imagen 45. *Feria Científica*, Isabel Araneda (2022)

Imagen 46. *Flyer Expo ITERA.*, Sinestesia (2022)

Imagen 47. *Expo ITERA.*, Elaboración Propia (2022)

Imagen 48. *Expo ITERA.*, Elaboración Propia (2022)

