



Suzanne  
Segeur Villanueva

<https://orcid.org/0000-0003-4587-4513>

Universidad Politécnica de Valencia (Valencia, España)  
SUSEVIL1@upv.edu.es

Macarena  
Valenzuela-Zubiaur

<https://orcid.org/0000-0003-3199-8355>

Universidad Tecnológica Metropolitana (Santiago, Chile)  
mvalenzuela@utem.cl

Héctor  
Torres Bustos

<https://orcid.org/0000-0002-4163-606X>

Universidad Tecnológica Metropolitana (Santiago, Chile)  
htorres@utem.cl

Luis  
Palmero

<https://orcid.org/0000-0003-0046-5134>

Universidad Politécnica de Valencia (Valencia, España)  
lpalmero@csa.upv.es

# Materia, agencia y diseño: hacia una ontología relacio- nal en los biomateriales

Matter, Agency and Design: Toward a Relational Ontology of Biomaterials

Recibido: 09/06/2025

Aceptado: 03/11/2025

Cómo citar este artículo:

Segeur Villanueva, S.; Valenzuela-Zubiaur, M.; Torres Bustos, H.; Palermo, L. (2025)

«A Materia, agencia y diseño: hacia una ontología relacional en los biomateriales».

*Inmaterial. Diseño, Arte y Sociedad*, 10(20), pp 78-105

DOI [10.46516/inmaterial.v10.329](https://doi.org/10.46516/inmaterial.v10.329)

Palabras clave:  
biomateriales; residuos; algas; realismo agencial; diseño

Keywords:  
*biomaterials, waste, algae, agential realism, design*

## Resumen

Este trabajo propone una nueva aproximación al diseño y la arquitectura mediante el uso de biomateriales derivados de algas, integrando una visión poshumanista ecológica y el realismo agencial. En el contexto de la crisis climática, se plantea una ética del diseño que reconoce la agencia de la materia y promueve relaciones colaborativas entre humanos, materiales y entorno. Siguiendo a Barad, Bennett y Haraway, se reinterpreta la materialidad como fenómeno intraactivo: las algas no son solo recursos, sino entidades vivas con capacidad de afectar y ser afectadas.

Se exploran materiales *Do-It-Yourself* (DIY) o «hágalo usted mismo» (en español), en el *Reino vegetabile* y el *Reino Recuperavit*, centrados en algas como la Ulva, recolectadas en la costa de Algarrobo, Chile. Por medio de métodos de fabricación de baja tecnología, se desarrolló un panel biobasado testeado por sus propiedades térmicas, hidrofóbicas y de resistencia al fuego. El estudio evidencia el potencial de estos biomateriales para sustituir componentes industriales, ofreciendo una alternativa sustentable y ecológica.

Asimismo, este estudio destaca el rol de las mujeres recolectoras como agentes clave en una economía colaborativa y circular, valorizando el conocimiento local y la cocreación. Se proponen una estética y una ética del diseño en las que la materia y el diseñador coevolucionan en un proceso dinámico y relacional. El prototipo desarrollado demuestra que es posible diseñar materiales con vida propia, capaces de responder al entorno, disolviendo la frontera entre naturaleza y cultura, y promoviendo un modelo de desarrollo más justo, sustentable y conectado con el territorio.

## Abstract

This paper proposes a new approach to design and architecture through the use of algae-based biomaterials, framed within ecological post-humanism and agential realism. In the context of the climate crisis, it advocates for an ethics of design that acknowledges matter's agency and promotes collaborative relationships between humans, materials and the environment. Drawing on the theories of Barad, Bennett and Haraway, materiality is reinterpreted as an intra-active phenomenon where algae are not mere resources but living entities with the capacity to affect and be affected.

The research explores Do-It-Yourself (DIY) materials from the *vegetabile* and *recuperavit* realms, focusing on algae such as Ulva, collected on the coast of Algarrobo, Chile. Using low-tech fabrication methods, a bio-based panel was developed and tested for its thermal, water and fire resistance properties. The study highlights the potential of these biomaterials to replace industrial components, offering a sustainable and ecological alternative.

Moreover, the work emphasises the role of female seaweed gatherers as key agents in a collaborative, circular economy, valuing local knowledge and community-based co-creation. The project envisions an aesthetic and ethical design process where matter and designer co-evolve through dynamic and relational practices. The resulting prototype demonstrates that it is possible to design materials with a life of their own, capable of responding to environmental stimuli, dissolving the nature/culture divide, and fostering a more equitable, sustainable, and territorially grounded model of development.

# Introducción

En las últimas décadas se ha producido un profundo cambio global respecto a la forma de producción. La sostenibilidad se establece como principio fundamental de la cultura, generando cambios en los procesos productivos de la industria manufacturera, el uso de los recursos, el consumo y la forma como nos relacionamos con el ecosistema (Morton y O'Brien, 2005; Morton, 2013). Cambia la forma como el ser humano habita la tierra; el mundo deja de ser solo una fuente de recursos al servicio del hombre y pasa a tener un vínculo de interdependencia (Boulton, 2016). Formamos parte de un sistema, donde nuestra relación con el planeta es colaborativa y responde a las interrelaciones entre organismos que deben estar en equilibrio.

Los desafíos actuales vinculados al cambio climático (ONU, 2019), definido como un *hiperobjeto* por Morton (2013), nos hacen repensar la relación entre los seres humanos, el medioambiente y la tecnología. Se descentraliza al ser humano, alejándose de lo antropocéntrico (Bennett, 2004) e incluyendo la participación de otros seres vivos, objetos tecnológicos y procesos naturales, tomando como referencia la relación *thing-power* (objeto-poder) propuesta por Bennett (Iglesias, 2025). La autora afirma que la materia tiene una fuerza vital denominada *vibrant matter*, desde un sentido de resistencia ante el control humano, donde la materia tiene una vida propia y posee una capacidad de afectarnos y ser afectada (Bennett, 2004).

Desde esta nueva perspectiva, asociada al poshumanismo ecológico (Barad, 2017; Bennett,

2010; Braidotti, 2013, 2019; Haraway, 2016; Morton, 2013), se releva el valor del medioambiente al incluirlo en las decisiones éticas y políticas, reconociendo la interrelación de todas las formas de vida y no-vida (Barad, 2007), ya que la naturaleza está en una relación dinámica con la cultura la tecnología o la política (Haraway, 2006).

Como lo menciona Haraway (1995, 2016) desde el concepto de *simpoiesis*: el mundo (humanos y no-humanos) cocrean realidades desde la necesidad de trazar vínculos y conexiones. Es el «hacer-con» (Haraway, 2016), proponiendo una perspectiva en donde los seres (vivos y no vivos) coevolucionan, mediante la interdependencia y la colaboración, siendo clave la cocreación entre múltiples actores (humanos y no-humanos) interconectados, mediante redes de relaciones. Los sistemas *simpoiéticos* son abiertos y adaptativos, evolucionan a partir de la participación activa y continua de múltiples agentes y nos hacen «pensar con» y «pensar desde», al pensar desde el principio en conexiones múltiples en vez de hacerlo como sujetos individuales racionales (Otero, 2022).

Desde la perspectiva del realismo agencial propuesto por Barad (2007), la materia tiene agencia y participa activamente en la producción de realidad desde una ontología relacional, sustentada en tres elementos clave: intraacción, fenómenos y agencia. Se introduce el término *intraacción*, que se contrapone al concepto de «interacción», haciendo referencia a que las entidades emergen a partir de sus relaciones y no son preexistentes, y «los fenómenos son las unidades primarias de la realidad y son

el resultado de la intraacción» (Barad, 2007, p. 139).

La autora propone que la realidad no es algo fijo y preexistente y se va construyendo a partir de las relaciones. En este enfoque el concepto de agencia hace referencia a las formas de hacer o no hacer las cosas (Webb, 2021) y se descentraliza al ser humano, reconociendo que la materia tiene capacidad e incidencia en la producción de la realidad (Ochoa Rojas, 2025) mediante una relacionalidad entre (re)configuraciones materiales específicas del mundo a través de las cuales los límites, las propiedades y los significados se representan diferencialmente (Barad, 2007; Sanches *et al.*, 2022).

Esta mirada reconsidera radicalmente nociones como la materialidad y la relación sujeto-objeto, considerando la realidad como un proceso dinámico e iterativo, en el que la materia y el significado son principios coconstitutivos de la realidad. Desde el interrogante que propone el realismo agencial, ¿cómo cobra importancia la materia, a la luz de un rol activo para la (re)configuración del mundo? (Wolaniuk, 2023).

El realismo agencial desplaza el enfoque de las cosas y los objetos de diseño a cómo los materiales de diseño, las personas y el entorno interactúan entre sí (Sanches, 2022, p. 3), y a partir de esa intraacción obtienen un significado (Rouse, 2004). El sentido de reimaginar nuevas formas de diseño de productos debe iniciar con una reconfiguración en la identificación de los diversos elementos que constituyen el ecosistema entorno-materia-producto-ser humano, reconociendo que en el entorno podemos encontrar la materia básica que

permite a los seres humanos recomponer su relación con el medioambiente desde una óptica no extractivista sino colaborativa con el entorno y promoviendo nuevos modelos de relación.

## Nuevas relaciones con la materia

Se observan nuevas dimensiones en el desarrollo de materiales emergentes (Rognoli y Ayala, 2018), que promueven el respeto por el medioambiente, abarcando la extracción de materias primas, sus procesos de fabricación y su degradación, impulsando la transición hacia una producción más sostenible mediante diferentes niveles de intervención (Duarte *et al.*, 2024; Vezzoli, 2018), los materiales juegan un rol clave, definiendo no solo el proceso de diseño, sino la relación entre usuario y objeto (Ashby y Johnson, 2013; van Kesteren *et al.*, 2005).

La teoría de la experiencia material (Karana, 2009) reconoce el rol activo de los materiales, tanto con el hacer (uso e interacción con las personas) como en su elaboración (proceso de diseño y fabricación). Se promueve el pensar y proyectar con el material, desde la creatividad para el desarrollo de un proceso de innovación y originalidad en el diseño (Rognoli y Ayala, 2018). A partir de estos términos, se han identificado dos tipologías centradas en la experiencia que tienen estos materiales con las personas, desde su proceso de fabricación (u obtención) hasta la interacción con sus usuarios, en diferentes productos. Su relevancia desde el punto de vista emocional se identifica en que estos materiales son desarrollados por diseñadores

en asociación con otras disciplinas, a diferencia de los materiales tradicionales provenientes de la ciencia y la ingeniería (Parisi *et al.*, 2017; Rognoli y Ayala, 2018).

La primera tipología se denomina *materiales DIY: materiales auto producidos* (Karana *et al.*, 2015; Sauerwein *et al.*, 2017). Proviene del concepto «Hágalo usted mismo», acuñado en los años setenta, con base en una cultura que se oponía a los procesos de industrialización y promovía la fabricación a pequeña escala (Anderson, 2012; Gershenfeld, 2012), por lo que su definición se asocia a «aquellos materiales creados a partir de prácticas colectivas o individuales, a menudo desarrollados con técnicas y procesos inventados por el diseñador. Estos pueden ser materiales completamente nuevos, modificados o incluso versiones modificadas de materiales existentes» (Rognoli y Ayala, 2018, p. 7).

Ejemplos de estos materiales son las distintas recetas que se exploran en plataformas como Materiom, Materfad, FabLab de la Universidad de Chile o el Laboratorio de Biofabricación entre otros, en los que destacan materias primas como la caña de azúcar, el agave azul, carozos de durazno, cáscara de nuez, cáscaras de maní o celulosa bacteriana. Al respecto sobresale el desarrollo de Piñatex, un cuero vegetal desarrollado a partir de las hojas de piña, que fue patentado y está disponible en el mercado para la fabricación de indumentarias como zapatillas (Donoso y Weshler, 2020; Lefèvre, 2024).

Esta tipología de material se ha clasificado en cinco categorías, llamados reinos (Rognoli y Ayala, 2018):

1. *Reino Vegetabile*. Cuando los elementos principales derivan de plantas y hongos.
2. *Reino Animale*. Se refiere a todos los elementos derivados de animales y bacterias (por ejemplo pelos, huesos).
3. *Reino Lapideum*. Contiene aquellos materiales autoproducidos. Sus elementos principales son minerales, como piedras, arena, cerámica, arcilla, etc. En este reino podemos situar a la artesanía.
4. *Reino Recuperavit*. Incluye todos los elementos considerados como desperdicio y que pueden volver a reutilizarse: plásticos, metales o desechos orgánicos. Este reino presenta el mayor número de casos de estudio, hasta el momento.
5. *Reino Mutantis*. Materiales creados gracias a la hibridación de fuentes industriales, interactivas (mediante soporte de electrónica de código abierto) o fuentes inteligentes (posibilidad de cambiar propiedades físicas, intercambiar energía o materia).

La otra tipología denominada Materiales Interactivos, Conectados e Inteligentes (ICS, por sus siglas en inglés) (Parisi *et al.*, 2016) presenta ciertos grados de inteligencia, asociados a la interacción con otras entidades humanas o no-humanas (Rognoli y Ayala, 2018).

Así como los materiales DIY, se categorizan con base en la computación, internet de las cosas (IoT) y las ciencias de la comunicación.

1. *Materiales inactivos*. No existe una interacción explícita. Aquí se ubican los materiales tradicionales.
2. *Materiales reactivos*. Considera materiales inteligentes o combinaciones de materiales inactivos con componentes inteligentes, donde evidencias transformaciones de propiedades mediante cambios de color o forma, como resultante de un estímulo externo (ejemplo: pigmentos termocromáticos).
3. *Materiales proactivos*. Representados por sistemas complejos e inteligentes que integran materiales inactivos o reactivos junto a tecnologías (ejemplo: sensores o actuadores).

Para esta investigación, nos centramos en los materiales DIY, asociados al *Reino Recuperavit*, específicamente los desarrollados a partir de recursos orgánicos, y del *Reino Vegetabile*, elaborados a partir de algas. Respondiendo a la generación de nuevos materiales a partir del reciclaje de desechos orgánicos, impulsando el concepto de economía circular desde el enfoque del reciclar y reutilizar, pero a la vez planteando una proyección sustentable con el cultivo de algas, de menor impacto en el ecosistema que los cultivos agrícolas (Ullmann y Grimm, 2021).

Tomando la teoría de Barad (2007), podemos pensar en las algas como elementos vivos que

cambiarán de significado con respecto a su relación con otras entidades vivas y no vivas. Al estar dentro del agua y relacionarse con la flora y la fauna, son fenómenos que contribuyen al funcionamiento óptimo del ecosistema marino, pero al salir del mar y dejarse de relacionar con esa entidad, se clasifican como un residuo. En el contexto actual, un residuo tendrá una doble significación según la entidad con la que se relacione: por un lado, será un elemento tóxico, contaminante y destructor de ecosistemas, principalmente asociado a su proceso extractivo. Por otro lado, será una materia prima para la generación de nuevos materiales, agregando valor.

## Cocreación: el valor de la comunidad en la economía

Siguiendo el planteamiento de Haraway, «hacer-con», que nos lleva a replantear la relación entre seres (vivos y no vivos), también debemos preguntarnos cómo deberían ser estas nuevas economías de colaboración y de cocreación como elementos clave. Al respecto surgen los conceptos de «economía colaborativa» (Lessig, 2008) refiriéndose a aquellas economías que comparten su inventario de bienes y servicios (Laurenti *et al.*, 2019). Estas expresiones se han extendido a otros contextos como la cocreación de productos con alto valor agregado. La cocreación comunitaria permite afrontar problemas complejos, mejorar la funcionalidad y el diseño de productos y servicios, generando cadenas de

valor en las que el conocimiento colectivo y la colaboración entre los sectores público y privado ayudan a construir un futuro sostenible (Ertz, 2024; Ohnishi *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2018). Asimismo, las prácticas de innovación que incluyen comunidades que no pueden acceder a soluciones de gran sofisticación abren las posibilidades a colectividades marginadas que no participan del progreso tecnológico (Marchesi y Tweed, 2021).

Según Grindell (2022), para generar un contexto favorable para la cocreación es imprescindible incluir a los distintos actores sociales como colaboradores igualitarios. Allí se valora todo tipo de conocimiento, se utiliza un enfoque creativo y se realizan técnicas de prototipado iterativas. Las metodologías de cocreación empoderan a las comunidades garantizando que se escuchen las diversas voces, fomentando la equidad y la colaboración (Ohnishi *et al.*, 2024). Si bien el avance de los proyectos de cocreación tecnológica se observa más a nivel de Fab Labs y *makerspace* (Khan, Soomro, Rajaden y Georgiev, 2023; Valenzuela-Zubiaur *et al.*, 2021), existen diversas iniciativas cuya práctica se ha extendido a comunidades rurales, cooperativas y pequeñas localidades. Los esfuerzos por extender los contextos de cocreación a zonas rurales o vulnerables han llevado a Europa a desarrollar métodos de trabajo participativos que involucran a la comunidad en el intercambio de conocimientos, la práctica social, la cocreación y la colaboración (Kusumastuti *et al.*, 2023). Además, países como Argentina trabajan colaborativamente con cooperativas para generar transferencias tecnológicas en materias de diseño y

construcción (Fenoglio, 2024). Finalmente, proyectos como «Hierbas de mar» (Universidad de Chile, 2023) buscan articular la cocreación con base en las algas y las comunidades de recolectoras, incorporando nuevas tecnologías.

Estas experiencias permiten transferir conocimientos, vincular el diseño y la fabricación a contextos locales de baja, mediana o gran escala ideando contextos productivos de mayor sustentabilidad y que valoran el territorio como elemento clave en el proceso de manufactura.

## Materia vibrante desde el mar

Las investigaciones asociadas a la generación de materiales biobasados desde algas se han enfocado en el desarrollo de tableros constructivos a partir de las especies de *Posidonia oceánica* y *Zostera marina*, alcanzando conductividades de 0,042 a 0,050  $W\ m^{-1}\ K^{-1}$ , el potencial uso de microalgas para producir concreto autorreparante o la fabricación de ladrillos con algas rojas tratadas, alcanzando hasta un 20 % de mejora mecánica, y fibras de *Posidonia oceánica* para fabricar una manta aislante multiuso con un comportamiento térmico mejor que otras fibras naturales.

En la revisión de Rossignolo *et al.* (2022), se estudiaron distintas investigaciones sobre el uso de algas en materiales de construcción como adobe, tableros, aglomerados, compuestos, fachadas y tejados que destacan los resultados del uso del *Sargassum spp.* (Vempada *et al.*, 2025; Talibi *et al.*, 2024; Kuqo y Mai, 2022; Kuqo *et al.*, 2019; Rammou *et al.*, 2021; Rossignolo *et al.*, 2022; Zannen *et al.*, 2022)

En el caso de Chile, se evaluó la conductividad térmica de otras especies, como la *Lamilla* (*Ulva* sp.) y del *Pelillo* (*Gracilaria chilensis*) para emplear como aislamiento térmico, alcanzando valores de 0,038 [W/mK] y de 0,036 [W/mK] respectivamente, obteniendo una buena estabilidad térmica y una morfología porosa que contribuye a mantener aire entre las fibras, características muy similares a las del poliestireno expandido (Rojas *et al.*, 2023).

Estos resultados permiten observar cómo la materialidad es una red de parentescos y responsabilidades compartidas en una cadena de acciones a través de la cual se obtiene una nueva materialidad desde un residuo. Este se enfrenta a diversas acciones asociadas a la extracción, experimentación y fabricación con el objetivo de transformarlo en una nueva materialidad y aplicarlo al diseño de nuevos productos. Es aquí donde nuevamente cobra una nueva significación, a partir de la interacción con el diseñador, usuarios, medioambiente y otros materiales.

Este proceso surge a partir de reimaginar nuevas materialidades con recursos naturales que hasta ahora han sido abordados desde una perspectiva de materia prima o como residuos que afectan a las comunidades locales en donde las algas varan en las playas. La materia, como «condensación dinámica de posibilidades» (Barad, 2007), nos invita a volver a imaginar las materialidades. Una visión poshumanista exige que este rediseño conecte a los seres humanos con el entorno, haciendo converger los intereses locales con acciones concretas que mejoren el medioambiente y dialoguen con las necesidades humanas. El

desarrollo de nuevos materiales con algas contribuye a la disminución del extractivismo clásico que se desarrolla actualmente para el diseño de nuevos productos, evitando al mismo tiempo el uso de plásticos de un solo uso o de otros materiales contaminantes.

Las algas y las praderas marinas están creciendo en todo el mundo, provocado por las altas concentraciones de nutrientes en el agua y el cambio climático que aumenta las temperaturas oceánicas (Liu *et al.*, 2023). Investigaciones alrededor del mundo se encuentran desarrollando materiales con especies que se recogieron de varamientos costeros, cultivos y recolección sostenibles, en zonas como el mar Mediterráneo, la costa templada y fría del hemisferio norte de los océanos Pacífico y Atlántico, la costa chilena, Normandía y Bretaña en Francia, Malasia y el oeste de Argentina hasta el Golfo de México.

Dentro de las algas investigadas, destaca el *sargazo pelágico* (*Sargassum* sp.) que forma acumulaciones masivas conocidas como el «Gran cinturón de sargazo del Atlántico». Según Wang *et al.* (2019), este ha llegado a alcanzar una extensión de 8850 kilómetros, representando una biomasa estimada de 20 millones de toneladas métricas. Al mismo tiempo, se observa la proliferación de macroalgas verdes, «mareas verdes» en la zona intermareal o flotantes de varios a cientos de kilómetros en todo el mundo. En estos y otros casos, los grandes volúmenes de algas varadas en la costa y las playas generan graves consecuencias para las comunidades locales, debido a los intensos malos olores que produce su descomposición (Mutizabal-Aros *et al.*, 2024). En algunos momentos, se producen



fenómenos de toxicidad por la emisión de gases como el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ), que pueden ser mortales dependiendo de la concentración y el tiempo de exposición.

Los fenómenos de toxicidad que se han dado en la costa de Bretaña en Francia han registrado intoxicaciones y casos mortales asociados a la emisión de gases resultantes de la putrefacción de las algas verdes, así como una importante degradación ambiental de las costas afectadas, ya que muchos de los organismos que las habitan también se ven afectados (Liu *et al.*, 2023; Khan *et al.*, 2023; Rodríguez-Martínez *et al.*, 2022).

Estos fenómenos aumentan los costes de gestión de los centros turísticos, que podrían reducirse mediante la extracción sostenible de algas intermareales, al tiempo que se evitan las externalidades negativas y se permite el uso de los recursos.

Con respecto a las costas chilenas, durante 2024, se reportaron cuatro toneladas de lechuguilla (*Ulva Lactuca*) varadas en las playas de Coquimbo; la recolección sustentable que hacen los buzos les cuesta a las autoridades locales \$9500 US por mes (Diario El Regional, 2024). Si consideramos que el fenómeno se repite en varios lugares del mundo, aumenta el impacto económico de disponer de este recurso.

## Caso de estudio

El uso de algas como materia prima debe reunir criterios medioambientales, sociales y de gobernanza. Esto nos lleva a contextualizar la investigación en la zona central de Chile, en la región de Valparaíso, específicamente en la comuna de Algarro-

bo, una zona habitada, afectada por el arribo y varazón de algas. El trabajo de recolección de esta planta acuática es liderado por jefas de hogar que constituyen una comunidad con mayor nivel de vulnerabilidad económica y social. Su labor es precaria porque carecen de infraestructura adecuada, y además, son excluidas y discriminadas de las actividades pesqueras (Alvear, 2024).

El trabajo de las mujeres en la pesca, la acuicultura y actividades conexas se asocia a dimensiones socioculturales y económicas en las que se observa una serie de desigualdades. Ellas han sido forzadas a desarrollar labores domésticas e informales (Sernapesca, 2023). Guissela Olguín, pescadora chilena, indica:

Trabajamos para aprender de las mujeres del mar sobre la soberanía alimentaria. Desde el derecho a la tierra, al agua y a las semillas, analizamos cómo las gentes del mar se ven hoy amenazadas porque la desigualdad del modelo rural se repite ahora en la costa. (Milesi, 2024)

Según el Registro Pesquero Artesanal, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, en la zona de Valparaíso existen 305 mujeres recolectoras de orilla (Sernapesca, 2023).

En este contexto se considera que el trabajo con las comunidades locales costeras podría generar polos de desarrollo a lo largo del país con innovación socioterritorial en un proyecto que puede abarcar todo el ciclo de producción de nuevos materiales.

Con respecto al alga *Ulva*, su acumulación en la costa de Algarrobo es considerable. Según



Figura 1 a) Ulva varada, detalle.  
b) Ulva varada, playa Los Tubos.  
c) Detalle de Ulva, alga verde.  
d) Detalle de Ulva deshidratada.

datos de la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato de esa comuna, entre 2020 y 2023 se retiraron aproximadamente 939 m<sup>3</sup> de esta especie (Navarrete *et al.*, 2024). Un estudio de Multizabal *et al.* (2024) en la Playa Los Tubos, de Algarrobo, ha identificado cinco especies de *Ulva*: *U. stenophylloides*, *U. uncialis*, *U. australis*, *U. compressa* y *U. arafoensis*. Todas ellas son las causantes de las «mareas verdes» de la zona, un fenómeno reportado desde hace al menos 20 años y que destaca por ser uno de los pocos en el mundo con presencia anual.

## Metodología

Con el fin de incorporar a las comunidades en el proceso dinámico de transformación del alga desde un residuo a convertirse en una nueva materialidad, se utilizaron estrategias de fabricación con menor incorporación de tecnologías, preferentemente que pudieran ser autodesarrolladas de una forma fácil y con elementos existentes en cualquier vivienda,

privilegiando una fabricación a pequeña o mediana escala.

En ese sentido, se prefirió la metodología DIY de materiales autoproducidos, en específico, aquellos que pertenecen a la clasificación del *Reino Vegetabile* y *Reino Recuperavit* (Ascuntar-Rivera *et al.*, 2022; Karana *et al.*, 2015; Sauerwein *et al.*, 2017), explorando distintas recetas de código abierto, modificando el polímero aglomerante por distintas versiones de compuestos orgánicos. La selección de la metodología DIY se debe a que es una forma ética de conocer el material, ya que requiere que el diseñador sea sensible y se adapte a la agencia del alga, en lugar de dominarla con diferentes procesos o estímulos. Además, se ha empleado en otros desarrollos asociados a residuos orgánicos, específicamente con cáscaras de nuez, de naranja y de huevo. Estas experiencias probaron un modelo de experimentación en el que se determinó la molienda en distintas granulometrías, los aglomerantes con mejores resultados y el tiempo y temperatura del secado para evitar contaminaciones.

La metodología se planteó acorde con una estructura basada en el desarrollo de materiales DIY en un Fab Lab, considerando los procesos de fabricación como: 1) lavado y deshidratado del alga; 2) molienda; 3) integración de otros materiales; 4) moldaje, y 5) secado y desmolde. Las actividades se definieron a partir de las formulaciones extraídas de la plataforma Materiom.org. A medida que se fueron ejecutando las diversas actividades experimentales y de fabricación, estas se modificaron de acuerdo con la agencia del alga. Por eso, tuvieron que repetirse o extenderse diversos procesos, en especial en el proceso de molienda.



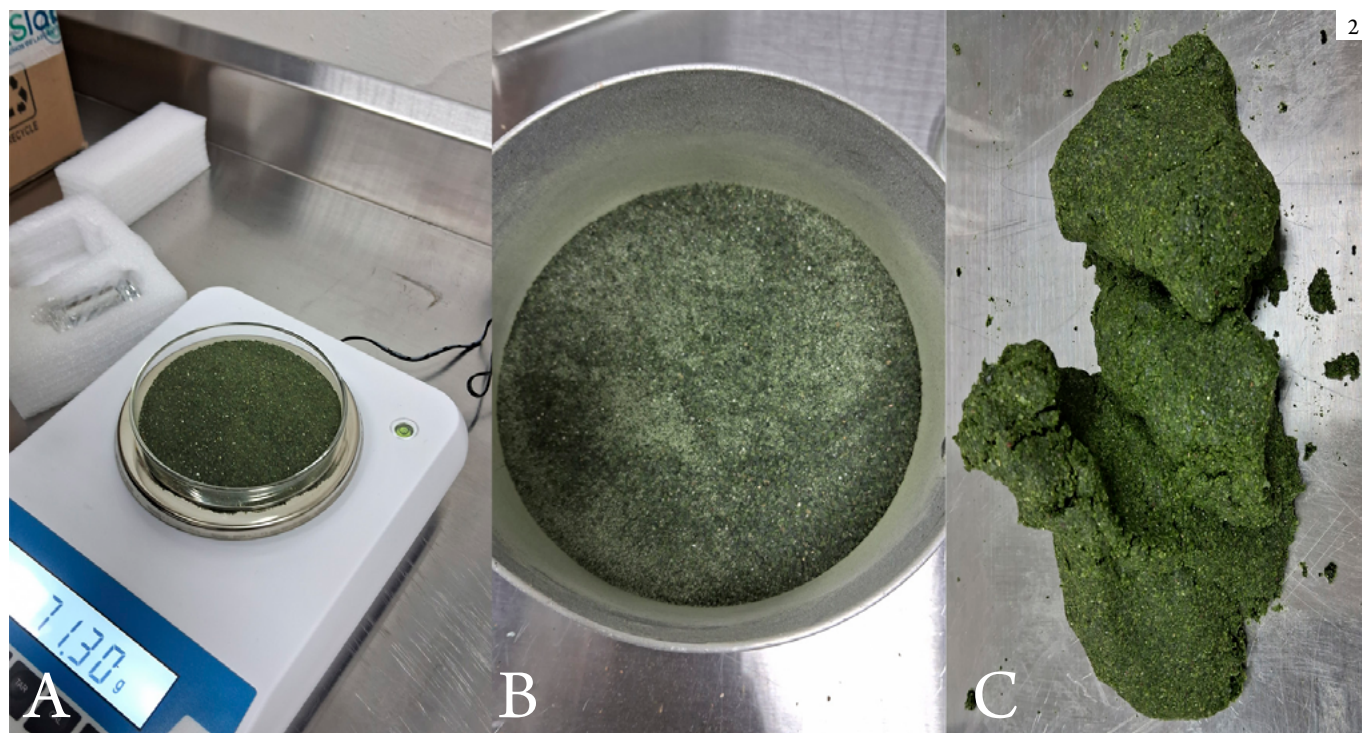


Figura 2 Procesamiento de la mezcla de algas.

El equipo de investigación recolectó la *Ulva* húmeda en época estival, en la Playa los Tubos de la Comuna de Algarrobo (figuras 1a y 1b). La biomasa se lavó (figura 1c) y secó en una deshidratadora durante 24 horas (figura 1d).

A continuación, la *Ulva* se sometió a un proceso de molienda. En un primer intento, las algas (en su agencia) se resistieron al proceso de molienda mecánica (mediante licuadora), ya que la humedad las hizo apelmazar. Esto implicó repetir el proceso de deshidratación por 24 horas y el proceso de molienda mecánica se realizó mediante tres ciclos de cinco minutos aproximadamente cada uno, hasta lograr una consistencia de polvo (figuras 2a y 2b). El polvo de la *Ulva* se mezcló en frío con un polímero de origen orgánico (figura 2c). En una concentración del 50 % la mezcla se puso en un molde de 12 x 12 x 2 cm.

A partir de los primeros resultados, se identificó que las muestras eran frágiles y no tenían

ninguna resistencia. Para ello, se volvió a repetir el proceso de molienda, incorporando fibras de mayor dimensión, realizando el proceso de corte del alga de forma manual. Así, se obtuvo una mezcla mixta, incorporando el polvo del alga y fibras de mayor tamaño. Para evitar deformaciones, la mezcla se comprimió dentro del molde, retirando el exceso de agua y el aire acumulado. Los moldes se dejaron secar en la sombra a temperatura ambiente por un periodo de siete días, en el que se registraron temperaturas promedio de 25 °C con una humedad ambiente de un 45 % (figura 3).

Como ya se dijo, la metodología tuvo que modificarse durante su implementación, debido a la agencia del alga en relación con los diferentes elementos con los que fue interactuando (figura 4).



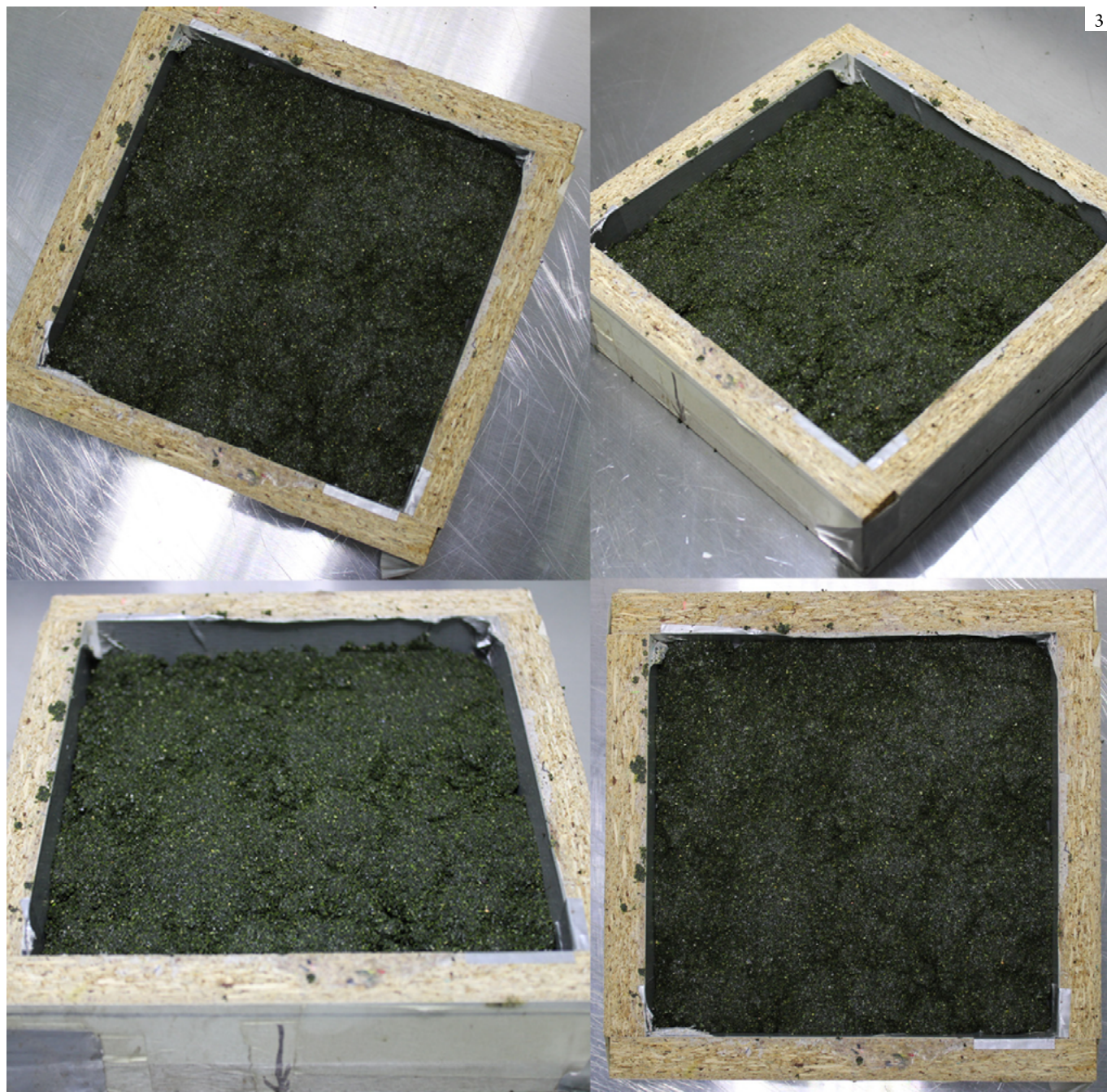


Figura 3 Mezcla de biomaterial en moldaje durante el periodo de secado.



Metodología <b>propuesta</b>	vs	Metodología <b>modificada</b> debido a la agencia del alga
<p>A. Proceso <b>lavado y deshidratado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deshidratado por 24 horas</li> </ul> <p>B. Proceso de <b>molienda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molienda con licuadora por 2 ciclos de 5 minuto cada uno</li> </ul> <p>C. Proceso de <b>integración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla en frío de alga en polvo (50% concentración) con biopolímero (50% concentración)</li> </ul> <p>D. Proceso de <b>moldeaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla se coloca en molde de madera de 12x12x2 cm</li> </ul> <p>E. Proceso de <b>secado y desmolde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secado a temperatura ambiente por 5 días</li> </ul>		<p>A. Proceso <b>lavado y deshidratado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deshidratado por 48 horas</li> </ul> <p>B. Proceso de <b>molienda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Molienda con licuadora por 3 ciclos de 5 minuto cada uno.</li> <li>- Molienda manual a fibras cortadas a mano de 1 cm</li> </ul> <p>C. Proceso de <b>integración</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla en frío de alga en polvo (25% concentración de molienda mecánica y 25% molienda manual ) con biopolímero (50% concentración)</li> </ul> <p>D. Proceso de <b>moldeaje</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mezcla se coloca en molde de madera de 12x12x2 cm recubierto internamente con cinta adhesiva plástica. Se incorpora compresión mediante prensa hidráulica a 10 tons.</li> </ul> <p>E. Proceso de <b>secado y desmolde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secado a temperatura ambiente por 7 días (T° 25 C / 45% Humedad)</li> </ul>

El alga influyó en los procesos de fabricación, que se cambiaron en virtud de los resultados obtenidos. Finalmente, se aplicó una nueva metodología en la que la agencia del alga y su intraacción con los demás elementos fueron clave para su definición.

## Resultados

Se obtuvo un panel de 12 mm de grosor de consistencia dura al tacto, con una resistencia media y una textura no uniforme, viable de ser utilizado como pieza de recubrimiento en un muro.

El panel de algas fue testado contra el agua, fuego y la transferencia de temperatura interior y exterior con una cámara termográfica Fluke. En relación con las pruebas de agua y fuego, se fabricaron probetas del tamaño de una placa petri de 6 cm. Para la resistencia térmica se utilizó el panel de 12 x 12 x 1,2 cm (figura 5).

Durante estas pruebas se comprobó que un panel de revestimiento de *Ulva* para espacios interiores muestra una buena resistencia al fuego. Durante los primeros minutos, el panel atraviesa un proceso de calentamiento hasta que comienza su carbonización, luego de lo cual el panel tarda algunos minutos en perder su consistencia estructural al volverse cenizas (figura 6).

Figura 4 Comparativa de metodología de fabricación en relación a la agencia del alga.

Nota. Elaboración propia.

Figura 5 a) Testeos de resistencia al fuego. b) Resistencia al agua. c) Resistencia térmica.

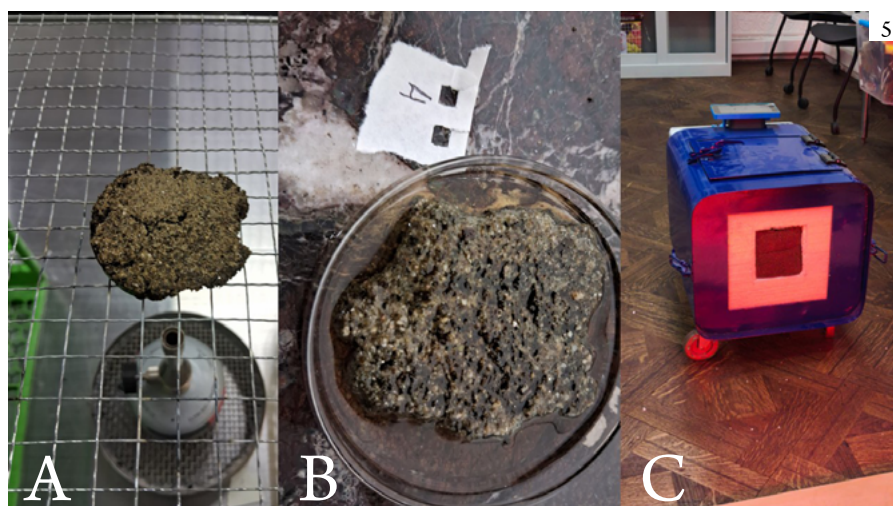
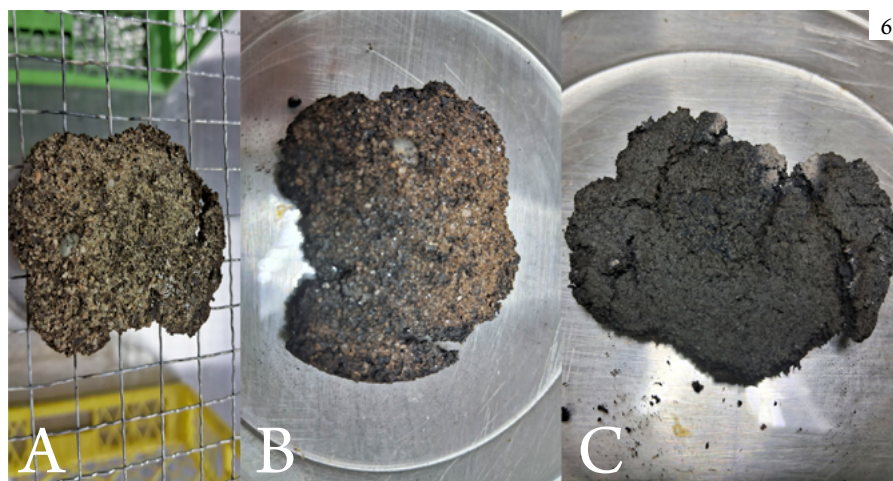


Figura 6 Testeos de fuego.  
a) Muestra inicial.  
b) Muestra de superficie no expuesta al fuego.  
c) Muestra de superficie expuesta al fuego.



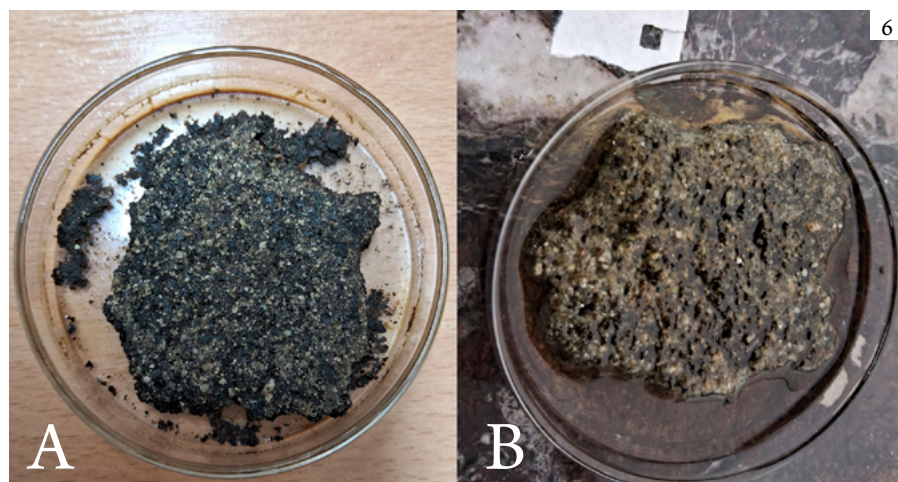
La muestra se expuso al agua durante 24 horas. Este test reveló que el material es higroscópico, presentando una notable absorción de humedad que resulta en una pérdida temporal de consistencia. No obstante, se observó que la muestra recupera su integridad estructural una vez completado el proceso de secado. Considerando su aplicación prevista para interiores, donde la exposición constante al agua es improbable, este comportamiento sugiere que el panel puede tolerar exposiciones ocasionales y de corta duración (como salpicaduras o alta humedad ambiental), siempre y cuando se garantice un ciclo de secado posterior. Para aplicaciones que requieran mayor resistencia, como zonas húmedas, se podría explorar el uso de tratamientos de sellado (como resinas)

para impermeabilizar la superficie (figura 7).

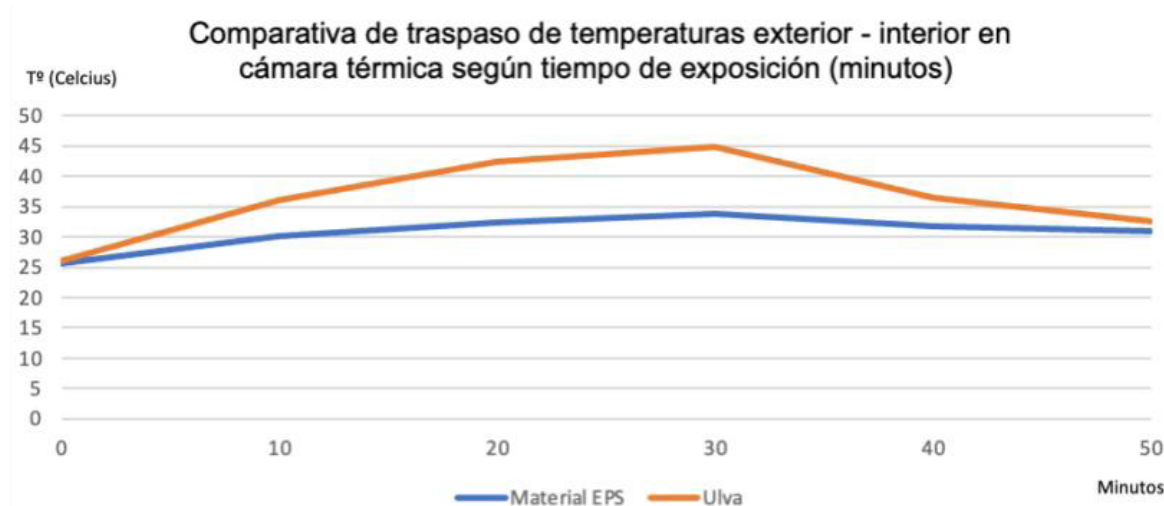
Las mediciones con cámara termográfica (Figura 8) revelaron que el panel posee una conductividad térmica superior a la del poliestireno expandido (EPS). Con las mismas condiciones de prueba, se registraron diferencias de temperatura superficial hasta de 10 °C entre ambos materiales, indicando que el panel de algas transfiere el calor más rápidamente. Si bien el revestimiento no fue concebido para funcionar como un aislante térmico principal, esta caracterización es clave, debido a que cuantifica su comportamiento y obliga a considerar esta mayor transferencia de calor al proyectar soluciones constructivas, determinando si debe complementarse con otros materiales para alcanzar la resistencia térmica deseada.

La viabilidad de los biomateriales de algas (*Ulva*, *Sargassum*) presenta dos vías: el cultivo y la recolección de varamientos. Aunque requiere menos recursos que la agricultura terrestre, el cultivo oceánico debe planificarse cuidadosamente para no dañar los ecosistemas marinos (Oyarzo-Miranda *et al.*, 2023). Independientemente de la fuente, el principal desafío es económico: la recolección y transformación

Figura 7 a) Muestra posterior al testeo.  
b) Muestra durante el testeo en agua.







suponen cerca del 30 % del costo total. Para lograr la rentabilidad, se puede aumentar el precio de venta o, idealmente, incorporar valor añadido en la zona de recolección. Esta segunda opción permitiría distribuir los beneficios directamente en las comunidades locales afectadas por los varamientos o involucradas en el cultivo.

Por último, existe una barrera normativa. Los materiales de construcción deben cumplir certificaciones costosas. Por ello, son necesarias ayudas económicas para las fases de certificación (Nakhate y van der Meer, 2021), incentivando así la viabilidad de estos nuevos productos ante los ya establecidos en el mercado.

En conclusión, se considera que la elaboración del material es altamente viable para las comunidades costeras, a pequeña y mediana escalas. Más que una simple oportunidad productiva, este proceso ressignifica la relación con el alga. El acto de su extracción, realizado por recolectoras de comunidades costeras, transforma la percepción: de ser un recurso pasivo, el alga se revela como una entidad colaboradora y una «materia vibrante». Esta nueva comprensión genera diversas perspectivas: el alga se vuelve un material con valor agregado y un

motor que transforma la economía local. Su producción a escala local es viable y representa una transmutación de la materia en manos de la comunidad, generando una nueva realidad productiva y sostenible, que invita al diseñador a formar parte del proceso, a ser un participante más en una red de agencias, transfiriendo técnica y conocimiento en el proceso de desarrollo (figura 8).

Se propone un modelo (figura 8) basado en intraacción, en el que las entidades no preexisten a sus relaciones, sino que emergen a través de ellas, contraponiéndose al modelo convencional entre el diseñador y la materia prima: aquí el primero actúa sobre el segundo y el diseñador, el alga (como materia), el conocimiento y el proceso de fabricación son fenómenos que se coconstruyen. El biomaterial es el resultado de la intraacción de las propiedades del alga (viscosidad, absorción, texturas, color) y las decisiones humanas (forma, estética). La relación que se genera entre el diseñador y la materia es colaborativa y evolutiva, haciendo referencia a la simpoiesis, cocreando nuevos resultados desde el «hacer-con» que propone Haraway (2016).

Figura 8 Comparativa de traspaso de temperaturas exterior-interior en cámara térmica según tiempo de exposición (minutos).

Figura 9 Intraacción de los elementos que coconstituyen el proceso a partir del realismo agencial.

Nota. Elaboración propia.

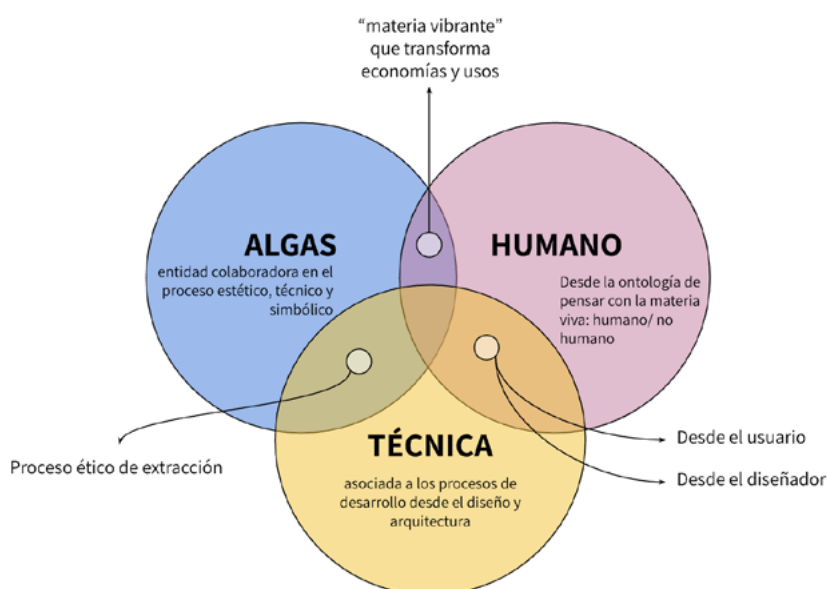
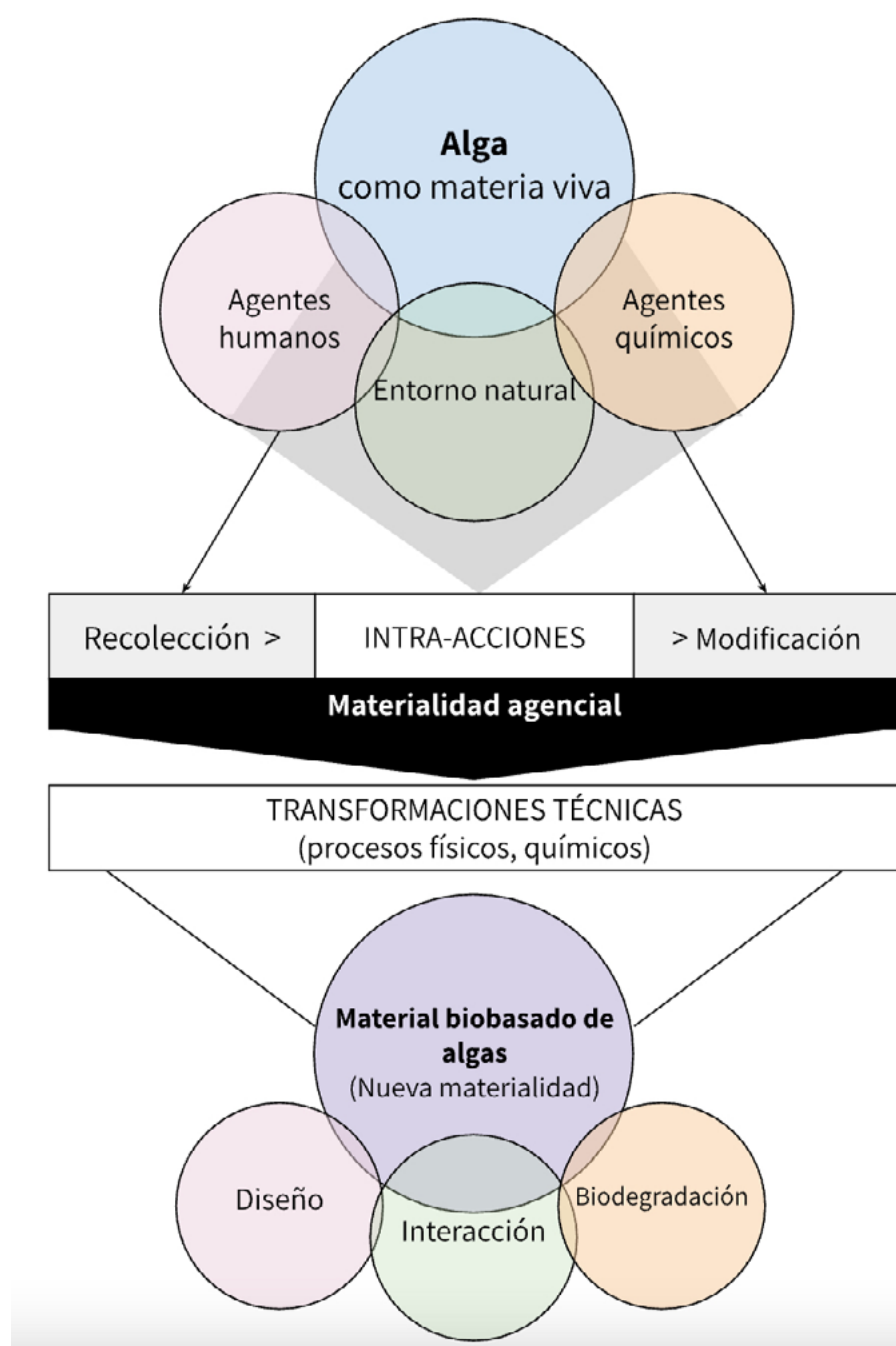


Figura 10 La intraacción de las algas y los demás actores en el proceso para convertirse en material biobasado.

Nota. Elaboración propia.



## Conclusiones y discusión

Los materiales biobasados derivados de algas no son simplemente «recursos» que las personas utilizan, sino que son materias vivas o semivivas que participan intraactivamente con humanos, tecnología, industria y ecosistema. Estos materiales mutan, se descomponen, se transforman y reaccionan ante diferentes estímulos, alterando el comportamiento de los objetos y las economías, en este caso promoviendo economías colaborativas que integran y relacionan todos los actores participantes del proceso (figura 9): algas, recolectoras, Fab Labs, diseñadores, usuarios, etc.

El proceso se fundamenta en una simpoiesis (Haraway): un «hacer-con» que articula distintas formas de conocimiento. Por un lado, el saber tradicional y local de las mujeres recolectoras, y por otro, el conocimiento técnico de los diseñadores en Fab Labs.

En esta agencia distribuida, las recolectoras son un actor clave. A pesar de su vulnerabilidad socioeconómica (Gallardo-Fernández y Saunders, 2018),



su rol histórico ligado a los cuidados define una interacción con la naturaleza basada en la conservación y no en la depredación. Ellas gatillan las intraacciones al gestionar la recolección de forma sustentable.

Al vincular esta práctica de cuidado con la transformación tecnológica en el Fab Lab, se cierra un círculo que va desde la preservación de las especies hasta la creación de una nueva materialidad. El resultado no es un desecho, sino un producto que puede reintegrarse al ecosistema, generando nueva vida.

Los materiales biobasados a partir de algas desafían el dualismo naturaleza/cultura, ya que son híbridos entre vida biológica y diseño humano. En relación con este punto, el dualismo mencionado se observa desde el pensamiento occidental de asociar el concepto de naturaleza a lo orgánico, sin intervención humana, y el concepto de cultura a lo creado artificialmente y asociado al humano. Esto fomenta una jerarquía de valor de lo humano sobre lo no humano, pues la naturaleza es vista como recurso y la materia como un objeto de uso.

Los materiales a base de algas pueden ser considerados como materia híbrida que aborda el enfoque natural y cultural, ya que son derivados de organismos vivos y además han sido intervenidos, manipulados mediante técnicas creativas, científicas y tecnológicas. Es decir, se materializan en las relaciones entre humanos, técnicas, conocimientos y entornos para ser un resultado que impacte positivamente. El prototipo de revestimiento de muro realizado con el material biobasado de algas no es solo un diseño realizado por un humano, sino que toma forma gracias a la

relación entre propiedades biológicas propias (absorción, viscosidad, degradabilidad) y decisiones humanas (forma, uso, estética), haciendo referencia al concepto de intraacción, concibiendo desde la transformación en función del entorno, el diseño, la temperatura y otros factores con los que se relaciona. Por consiguiente, el dualismo naturaleza/cultura se disuelve, ya que la materia basada en algas tiene agencia que integra lo natural (fotosíntesis, crecimiento) con lo cultural, desde el diseño. De este modo, la materia responde al entorno, transformándose e influyendo en sistemas humanos. El diseñar, experimentar, fabricar y producir con algas nos obliga a reconsiderar qué es un objeto, qué es vida, qué es tecnología y qué finalmente puede degradarse y volver al mar, generando relaciones éticas y ecológicas.

A diferencia de los materiales inorgánicos, como los petroquímicos, que tienden a diseñarse como elementos inertes, los materiales de origen biológico conservan propiedades dinámicas, exhibiendo una forma de agencia incluso después de ser procesados.

La madera es un caso paradigmático. Mantiene su higroscopicidad (capacidad de interactuar con la humedad) mucho después de ser cortada. Esto le permite intraactuar con su entorno: cuando el ambiente construido es seco, la madera cede humedad; cuando el ambiente es húmedo, la absorbe, buscando un punto de equilibrio. Esta no es una cualidad pasiva, sino una respuesta activa que le permite a la madera funcionar como un regulador higratérmico, contribuyendo directamente al confort y bienestar de los habitantes.

En este mismo sentido, el prototipo de panel de biomaterial de alga expuesto en esta investigación mejora la calidad de sus espacios circundantes; el panel conserva sus características de ser orgánico y las utiliza para afectar los entornos que le rodean. La intraacción del material que surge del alga se vincula con el ser humano y el entorno para responder a los estímulos externos. El panel absorbe parte de la humedad ambiente para generar equilibrio y mejorar la calidad de vida del ser humano.

Entre el alga y el ser humano se genera una simpoiesis que cocrea una nueva realidad: el alga deja de ser un desecho y se convierte en un panel capaz de interactuar en los espacios circundantes del ser humano, respondiendo al estímulo de mayor o menor humedad ambiente, absorbiendo parte de la humedad o entregando parte de su humedad al espacio. Asimismo, el panel genera una nueva condición de resistencia al fuego, propiedades que responden tanto física como químicamente a las propiedades originales del alga, pero que mediante el diseño y la interacción del ser humano se conjugan para ser mejores. El panel responde a la acción del fuego capa a capa, pasando por distintos estados hasta su transformación en ceniza.

Desde la perspectiva del diseño, el diseñador desarrolla una relación de cocreador con la materia, en este caso el alga. Resulta clave considerar una perspectiva evolutiva y consciente, en la que el nuevo material estará intraactuando con el ambiente, con el usuario y con otros actores, por lo que su forma y estado se verán modificados. Las decisiones de forma, textura o durabilidad no se imponen,

sino que surgen del diálogo entre agencia humana y no humana. Como explicaba Barad (2007) reimaginar nuevas materialidades a partir de la intraacción del ser humano con el ecosistema nos permite visualizar al ser viviente y no viviente, converger agencias en un proceso evolutivo de creación, respeto y cuidado.

### **Agradecimientos**

Esta investigación cuenta con el apoyo de la Dirección de Innovación de la Universidad Tecnológica Metropolitana (INNOVA UTEM) y del Instituto Universitario de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) de la Universidad Tecnológica Metropolitana y está asociada al Proyecto ANID CIMAC CT1250005.

# Bibliografía

- a** Alvear, F. (2024). El rol de la mujer en la pesca artesanal. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile* 87(4).
- Anderson, C. (2012). *Maker: The New Industrial Revolution*. Crown Business.
- Ascuntar-Rivera, M. C., Valbuena-Buitrago, W. S. y Ayala-Gallardo, F. R. (2022). Materiales Do It Yourself DiY: exploraciones emergentes sobre las cualidades expresivo-sensorio-emocionales. *Arte, Individuo y Sociedad*, 35(1), 139-156.  
<https://doi.org/10.5209/aris.81187>
- Ashby, M. y Johnson, K. (2013). *Materials and design: the art and science of material selection in product design*. Elsevier.
- b** Barad, K. (2007). *Meeting the universe halfway: Quantum physics and the entanglement of matter and meaning*. Duke University Press.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1215/9780822388128>
- Barad, K. (2017). Troubling time/s and ecologies of nothingness: Re-turning, re-memembering, and facing the incalculable. *New formations. Journal of Culture/Theory/Politics*, 92, 56-86.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3898/NEWF.92.05.2017>
- Bennett, J. (2004). The force of things: Steps toward an ecology of matter. *Political Theory*, 32(3), 347-372.  
<https://doi.org/10.1177/0090591703260853>
- Bennett, J. (2010). *Vibrant matter: A political ecology of things*. Duke University Press.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1215/9780822391623>
- Boulton, E. (2016). Climate change as a 'hyperobject': a critical review of Timothy Morton's reframing narrative. *WIREs Clim Change*, 7, 772-785.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/wcc.410>
- Braidotti, R. (2013). *The Posthuman*. Polity Press.
- d** Diario El Regional. (2025, 11 de noviembre). Inician proyecto impulsado por municipio que permite recolección de algas de antes que varen en playa La Herradura. *Diario El Regional*.  
<http://www.diarioregional.cl/notaene2413d.html>
- Donoso, S., Wechsler, A. (2020). Los materiales bio basados y el paradigma desarrollista latinoamericano: perspectivas desde el diseño industrial. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación* (114).  
<https://doi.org/10.18682/cdc.vi114.4116>
- Duarte, S., Romani, A. y Rognoli, V. (2024). Emerging materials for transition: A taxonomy proposal from a design perspective. *Sustainable Futures*.  
<https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100155>
- e** Ertz, M. (2024). Co-Creation. *Encyclopedia*, 4(1), 137-147.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/encyclopedia4010012>
- f** Fenoglio, V. (2024). Hacia una bioeconomía circular, regenerativa y nuevas formas de producción. Estudio de caso: Proyecto Siempre monte, Provincia de Córdoba, Argentina. *Hábitat y Sociedad*, (17), 241-262.  
<https://doi.org/10.12795/HabitatySociedad.2024.i17.11>
- g** Gallardo-Fernández, G. L. y Saunders, F. (2018). «Before we asked for permission, now we only give notice»: Women's entrance into artisanal fisheries in Chile. *Maritime Studies*, 17(2), 177-188.  
<https://doi.org/10.1007/s40152-018-0110-z>

Gershenfeld, N. (2012). How to make almost anything the digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*, 91(6), 43-57.  
<http://www.jstor.org/stable/41720933>

Grindell, C., Coates, E., Croot, L. y O'Cathain, A. (2022). The use of co-production, co-design and co-creation to mobilise knowledge in the management of health conditions: a systematic review. *BMC Health Services Research*, 22(1), 1-26.  
<https://doi.org/10.1186/s12913-022-08079-y>

Haraway, D. (1995). *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinvención de la naturaleza*. (Cátedra). Universitat Politècnica de València.

Haraway, D. (2006). A cyborg manifesto: Science, technology, and socialist-feminism in the late 20th Century. En *The International Handbook of Virtual Learning Environments* (pp. 117-158). Springer.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3803-7\\_4](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3803-7_4)

Haraway, D. (2016). *Staying with the trouble: Making kin in the Chthulucene*. Duke University Press.

Iglesias, A. (2025). Fenómenos y sistemas simpoiéticos: naturaleza y gráfica (de campo expandido). *Aniav - Revista de Investigación en Artes Visuales*, 16, 31-46.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.4995/aniav.2025.21304>

Karana, E. (2009). *Meanings of materials*. Technical University Delft.

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V. y Laan, A. Z. Van Der. (2015). Material Driven Design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35-54.

Khan, S., Soomro, S. A., Rajaden, D. y Georgiev, G. V. (2023). Co-creation through digital fabrication technology: A systematic literature review. *IASDR 2023: Life-Changing Design*.  
<https://doi.org/10.21606/iasdr.2023.250>

Kuqo, A. y Mai, C. (2022). Hojas de pastos marinos: un recurso alternativo para la producción de materiales aislantes. *Materials*, 15(19), 6933.  
<https://doi.org/10.3390/ma15196933>

Kuqo, A., Korpa, A. y Dhamo, N. (2019). Posidonia oceanica leaves for processing of PMDI composite boards. *Journal of Composite Materials*, 53(12), 1697-1703.  
<https://doi.org/10.1177/0021998318808024>

Kusumastuti, R., Silalahi, M. y Sambodo, M. (2023). Understanding rural context in the social innovation knowledge structure and its sector implementations. *Management Review Quarterly*, 73, 1873-1901.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11301-022-00288-3>

Laurenti, R., Singh, J., Cotrim, J. M., Toni, M. y Sinha, R. (2019). Characterizing the sharing economy state of the research: A systematic map. *Sustainability (Switzerland)*, 11(20), 1-21.  
<https://doi.org/10.3390/su11205729>

Lefèvre Martín, Naia (2024). Piñatex, el sustituto sostenible del cuero. *GDI. Revista de investigación de Género, Diseño e Innovación*, (1), 1-10.  
<https://doi.org/10.63206/GDI-2024-1>

Lessig, L. (2008). *Making art and commerce thrive in the hybrid economy*. Bloomsbury Academic.

Liu, Y., Gao, W. y Wang, X. (2023). Research on the history, ecology, and design of folk houses: A review of the literature on seaweed houses in China. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 22(6), 3414-3434.  
<https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2213293>

Marchesi, M. y Tweed, C. (2021). Social innovation for a circular economy in social housing. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102925.  
<https://doi.org/10.1016/J.SCS.2021.102925>

Milesi, O. (2024). *Chilean fisherwomen seek visibility and escape from vulnerability*. Inter Press Service.  
<https://www.globalissues.org/news/2024/08/05/37380>

Morton, J. y O'Brien, D. (2005). Selling your design: Oral communication pedagogy in design education. *Communication Education*, 54(1), 6-19.  
<https://doi.org/10.1080/03634520500076885>

Morton, T. (2013). *Hyperobjects: Philosophy and ecology after the end of the world*. University of Minnesota Press.

Mutizabal-Aros, J., Ramírez, M. E., Haye, P. A., Meynard, A., Pinilla-Rojas, B., Núñez, A., Latorre-Padilla, N., Search, F. V., Tapia, F. J., Saldías, G. S., Navarrete, S. A. y Contreras-Porcia, L. (2024). Morphological and molecular identification of *Ulva* spp. (Ulvophyceae; Chlorophyta) from Algarrobo Bay, Chile: Understanding the composition of green tides. *Plants*, 13(9), 1258.  
<https://doi.org/10.3390/plants13091258>

**n** Nakhate, P. y van der Meer, Y. (2021). A systematic review on seaweed functionality: A sustainable bio-based material. *Sustainability (Switzerland)*, 13(11), 6174.  
<https://doi.org/10.3390/su13116174>

Navarrete, S. A., Martínez, C., Troncoso, W. y Tapia, F. J. (2024). *Mareas verdes en la Bahía de Algarrobo: Conocimiento ecológico y oceanográfico para informar sobre sus causas y potenciales medidas de mitigación*.

**O** Ochoa Rojas, L. (2025). *Realismo Agencial de Karen Barad*.

Ohnishi, S., Osako, M., Nakamura, S., Togawa, T., Kawai, K., Suzuki, K., Yoshida, A., Gomi, K. y Tsuji, T. (2024). A framework for analyzing co-creation value chain mechanisms in community-based approaches: A literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 16(7), 2919.  
<https://doi.org/10.3390/su16072919>

ONU. (2019). *Informe de los Objetivos del Desarrollo Sostenible 2019*, 64.

Otero, A. (2022). Cocinas, residuos e impresión 3D. Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón. *Inmaterial*, 7(13), 55-74.  
<https://doi.org/10.46516/inmaterial.v7.145>

Oyarzo-Miranda, C., Otaíza, R., Bellorín, A., Vega, J. M. A., Tala, F., Lagos, N. A., Oyarzún, F. X., Estévez, R. A., Latorre-Padilla, N., Mora Tapia, A. M., Figueroa-Fábrega, L., Jara-Yáñez, R., Bulboa, C. y Contreras-Porcia, L. (2023). Seaweed restocking along the Chilean coast: History, present, and inspiring recommendations for sustainability. *Frontiers in Marine Science*, 9(January), 1-22.  
<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1062481>

**p** Parisi, S., Rognoli, V. y Ayala-Garcia, C. (2016). Designing materials experiences through passing of time - Material driven design method applied to mycelium-based composites. *Proceedings - D and E 2016: 10th International Conference on Design and Emotion - Celebration and Contemplation, March 2020*, 239-255.

Parisi, S., Rognoli, V. y Sonneveld, M. (2017). Material tinkering. An inspirational approach for experiential learning and envisioning in product design education. *Design Journal*, 20(sup1), S1167-S1184.  
<https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1353059>

**r** Rammou, E., Mitani, A., Ntalos, G., Koutsianitis, D., Taghiyari, H. R. y Papadopoulos, A. N. (2021). The potential use of seaweed (*posidonia oceanica*) as an alternative lignocellulosic raw material for wood composites manufacture. *Coatings*, 11(1), 1-9.  
<https://doi.org/10.3390/coatings11010069>

Rodríguez-Martínez, R. E., Jordán-Dahlgren, E. y Hu, C. (2022). Spatio-temporal variability of pelagic *Sargassum* landings on the northern Mexican Caribbean. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 27, 100767.  
<https://doi.org/10.1016/J.RSASE.2022.100767>

Rognoli, V. y Ayala, C. (2018). Materia emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. *RChD: Creación y Pensamiento*, 3(4), 1-15.  
<https://doi.org/10.5354/0719-837x.2018.50297>

Rojas, C., Rodríguez, K., Cárdenas, J. P., (2023). Evaluation of two Chilean native macroalgae: «Pelillo» (*Gracilaria Chilensis*) and «Lamilla» (*Ulva* sp.) for thermal insulation application. *Buildings*, 13(10), 2322.  
<https://doi.org/10.3390/buildings13102622>

Rossignolo, J. A., Felicio Peres Duran, A. J., Bueno, C., Martinelli Filho, J. E., Savastano Junior, H. y Tonin, F. G. (2022). Algae application in civil construction: A review with focus on the potential uses of the pelagic *Sargassum* spp. biomass. *Journal of Environmental Management*, 303(December 2021), 114258.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114258>

Rouse, J. (2004). Barad's feminist naturalism. *Hypatia*, 19(1), 142-161.  
<https://doi.org/10.1111/j.1527-2001.2004.tb01272.x>

**S** Sanches, P., Howell, N., Tsaknaki, V., Jenkins, T. y Helms, K. (2022). Diffraction-in-action: Designerly explorations of agential realism through lived data. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*.  
<https://doi.org/10.1145/3491102.3502029>

Sauerwein, M., Karana, E. y Rognoli, V. (2017). Revived beauty: Research into aesthetic appreciation of materials to valorise materials from waste. *Sustainability (Switzerland)*, 9(4), 529.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su9040529>

Sernapesca. (2023). *Mujeres y hombres en el sector pesquero y acuicultor de Chile 2023*.  
<https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2024/03/Mujeres-y-Hombres-en-el-sector-pesq-y-acui-2023.pdf>

Soomro, S., Casakin, H. y Georgiev, G. (2021). Sustainable design and prototyping using digital fabrication tools for education. *Sustainability*, 13(3), 1196;  
<https://doi.org/10.3390/su13031196>

**t** Talibi, S., Page, J., Djelal, C. y Saâdi, L. (2024). Impact of treated red-algae fibers on physico-mechanical behavior of compressed earth bricks for construction. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 28(12), 2914-2947.  
<https://doi.org/10.1080/19648189.2024.2329722>

**u** Ullmann, J. y Grimm, D. (2021). Algae and their potential for a future bioeconomy, landless food production, and the socio-economic impact of an algae industry. *Organic Agriculture*, 11(2), 261-267.  
<https://doi.org/10.1007/s13165-020-00337-9>

Universidad de Chile. (2023). «Hierbas de mar»: Proyecto del Fondo Valentín Letelier realizó taller sobre innovación tecnológica con algas.  
<https://uchile.cl/noticias/207234/proyecto-hierbas-de-mar-realizo-taller-de-innovacion-con-algas>

**V** Valenzuela-Zubiaur, M., Bustos, H. T., Arroyo-Vázquez, M., y Ferrer-Gisbert, P. (2021). Promotion of social innovation through Fab Labs. The case of Proteinlab UTEM in Chile. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16), 8790.  
<https://doi.org/10.3390/su13168790>

Van Kesteren, I. E. H., Stappers, P. J. y Kandachar, P. V. (2005). Representing product personality in relation to materials in the design problem. *International Conference of the Nordic Design Research Society*, 29-31.

Vempada, S., Nayeem, M., Saduwale, S., Rao, M.V. (2025). Bio-inspired Self - Healing Concrete using Algae - Based healing Agents for Crack Repair. En B. S. Babu *et al.* (eds.), *Proceedings of International Conference on Advanced Materials, Manufacturing and Sustainable Development (ICAMMSD-2024)*. *Advances in Engineering Research*, 257,  
[https://doi.org/10.2991/978-94-6463-662-8\\_78](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-662-8_78)

Vezzoli, C. (2018). *Design for Environmental Sustainability*. Springer.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7364-9>

## W

Wang, M., Hu, C., Barnes, B., Mitchum, G., Lapointe, B. y Montoya, J. (2019). The great Atlantic Sargassum belt. *Science*, 365(6448), 83-87.

<https://doi.org/10.1126/science.aaw7912>

Webb, S. (2021). Why agential realism matters to social work. *The British Journal of Social Work*, 51(8), 2964-2981.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/bjsw/bcaa106>

Wolaniuk, L. (2023). La realidad como intra-actividad: implicancias post-metafísicas del Realismo Agencial de Karen Barad. *Actas AFRA 2023: Congreso Nacional de Filosofía*.

## Z

Zannen, S., Halimi, M. T., Hassen, M. Ben, Abualsauod, E. H. y Othman, A. M. (2022). Development of a multi-functional wet laid nonwoven from marine waste *Posidonia oceanica* technical fiber and CMC binder. *Polymers*, 14(5), 865.

<https://doi.org/10.3390/polym14050865>

Zhang, T. C., Jahromi, M. F. y Kizildag, M. (2018). Value co-creation in a sharing economy: The end of price wars? *International Journal of Hospitality Management*, 71, 51-58.

<https://doi.org/10.1016/J.IJHM.2017.11.010>

# Suzanne Segeur

Arquitecta, Máster en Urbanismo, Diplomada en Tierra Cruda y doctoranda en la Universidad Politécnica de Valencia. Sus principales campos de interés son la arquitectura, la construcción, los materiales sostenibles y la revalorización de los residuos como materiales de construcción. Su investigación doctoral explora técnicas mixtas de construcción con algas, tierra cruda y estructuras de madera. Como académica de la Universidad Tecnológica Metropolitana, ha estado a cargo de varias cátedras en construcción y arquitectura, así como de proyectos interdisciplinarios y publicaciones en docencia y materiales. En sus últimos proyectos, investigó tanto la construcción de algas como la construcción de micelio.

Architect, Master in Urbanism, Diploma in Raw Earth, and PhD candidate at the Universidad Politécnica de Valencia. Her main areas of interest are architecture, construction, sustainable materials, and the revaluation of waste as construction materials. Her doctoral research explores mixed construction techniques with algae, rammed earth, and wooden structures. As an academic at the Universidad Tecnológica Metropolitana, she has led several courses in construction and architecture, as well as interdisciplinary projects and publications in teaching and materials. In her latest projects, she has investigated both algae-based construction and mycelium-based construction.



# Macarena Valenzuela-Zubiaur

Académica del Departamento de Diseño de la Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile. Doctora en Diseño y Gestión de Proyectos Industriales por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Es Diseñadora Industrial por la Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile; Especialista en Gestión Estratégica en Diseño y Proyectos por la Universidad de Buenos Aires, Argentina. Es Coordinadora de Fab Lab ProteinLab UTEM Chile e investigadora en INNOVA UTEM, donde desarrolla proyectos relacionados con tecnologías, fabricación digital, materiales de base biológica y desarrollo sostenible. Sus líneas de investigación se centran en la participación de las mujeres en tecnología y STEM, entornos de innovación, desarrollo sostenible y nuevos materiales. Participa en el grupo de investigación FabLat, Fab Lab Madrid Ceu y es investigadora visitante en Elisava en Barcelona.

Faculty member in the Design Department at the Universidad Tecnológica Metropolitana, Chile. She holds a PhD in Design and Industrial Project Management from the Universidad Politécnica de Valencia, Spain. She is an Industrial Designer from the Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile and a specialist in Strategic Management in Design and Projects from the Universidad de Buenos Aires, Argentina. She coordinates Fab Lab ProteinLab UTEM Chile and is a researcher at INNOVA UTEM, where she develops projects related to technologies, digital fabrication, bio-based materials, and sustainable development. Her research focuses on women's participation in technology and STEM, innovation environments, sustainable development, and new materials. She is part of the FabLat research group, Fab Lab Madrid Ceu, and is a visiting researcher at Elisava in Barcelona.

# Héctor Torres Bustos

Doctor en Gestión del Diseño y las TIC por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Ha centrado su actividad en la innovación tecnológica y la investigación aplicada en entornos y objetos inteligentes, diseño de interacción, desarrollo de productos inteligentes y materiales de base biológica. Director y fundador del Programa de Innovación Institucional Innova UTEM, cuyo objetivo es generar las condiciones para que la UTEM desarrolle la innovación y el emprendimiento. Dirige el proyecto UTEM RM Innovation Hub, que consiste en la implementación de una Red de Nodos de Innovación y Emprendimiento en diferentes comunas de la Región Metropolitana para fortalecer el desarrollo de capacidades en innovación, tecnología y emprendimiento en las comunidades locales.

PhD in Design and ICT Management from the Universidad Politécnica de Valencia, Spain. His work focuses on technological innovation and applied research in intelligent environments and objects, interaction design, smart product development, and bio-based materials. He is the director and founder of the Innova UTEM Institutional Innovation Program, aimed at generating conditions for UTEM to foster innovation and entrepreneurship. He leads the UTEM RM Innovation Hub project, which implements a Network of Innovation and Entrepreneurship Nodes in various municipalities of the Metropolitan Region to strengthen local innovation, technology, and entrepreneurship capacities.

# Luis Palermo

Ingeniero y Doctor en Arquitectura, Edificación, Urbanismo y Paisaje. Doctor Europeus en Facoltà di Architettura di Firenze, Florencia, Italia. Licenciado en Bellas Artes por la Universidad Politécnica de Valencia (2005). Máster en Programa de Patología de la Edificación en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Valencia (2007). Titulación Científica Nacional Italiana Profesor Titular el 12/11/2018 (MIUR). Profesor Titular de Ingeniería de la Edificación en la Universidad Politécnica de Valencia (1996-2010), Ex Director de la “Cátedra UNESCO de Universidad y Patrimonio” U.P.V. (2016-2018). Ha desarrollado diferentes áreas académicas en Arquitectura e Ingeniería, con énfasis en la edificación y aspectos técnicos. Es Editor Jefe y Fundador de la Revista Internacional de Tecnología Arquitectónica y Sostenibilidad Vitruvio, creada en 2015 para promover y difundir las actividades de investigación en los campos de la Arquitectura y la Ingeniería de Edificación. Su objetivo es la reinterpretación de los principios de *firmitas, utilitas y venustas* del *De Architectura de Vitruvio* según las necesidades del mundo moderno. Desde 2018, Vitruvio pertenece a la lista de revistas científicas reconocidas por Scopus y otras importantes referencias científicas.

Engineer and Doctor in Architecture, Building, Urbanism, and Landscape. European Doctorate from the Facoltà di Architettura di Firenze, Florence, Italy. Bachelor's degree in Fine Arts from the Universidad Politécnica de Valencia (2005). Master's in Building Pathology Program from the Department of Architectural Constructions at the Universidad Politécnica de Valencia (2007). Italian National Scientific Qualification as Full Professor on 12/11/2018 (MIUR). Full Professor of Building Engineering at the Universidad Politécnica de Valencia (1996–2010), and former Director of the “UNESCO Chair of University and Heritage” at U.P.V. (2016–2018). He has developed various academic areas in Architecture and Engineering, with an emphasis on building and technical aspects. He is Editor-in-Chief and Founder of the International Journal of Architectural Technology and Sustainability Vitruvio, established in 2015 to promote and disseminate research activities in the fields of Architecture and Building Engineering. Its objective is to reinterpret *Vitruvius'* principles of *firmitas, utilitas, and venustas* from *De Architectura* in accordance with the needs of the modern world. Since 2018, Vitruvio has been included in the list of scientific journals recognized by Scopus and other major scientific references.

