

# Diseño de materiales para la transición. Prácticas y materialidades para el balance ecológico y la regeneración

## *Materials Design for Transition. Practices and Materialities for Ecological Balance and Regeneration*

SOFIA SOLEDAD DUARTE POBLETE  
DESIGN DEPARTMENT, POLITECNICO DI MILANO, ITALIA.

VALENTINA ROGNOLI  
DESIGN DEPARTMENT, POLITECNICO DI MILANO, ITALIA.

FOTOS \_PHOTOS  
SOFIA DUARTE, NICLA GUARINO, STEFANO PARISI, SAMUELE FONTANA, CÈLIAN LE BOLLOCH, ZIQIAN YU.



**Fig 1. Materiales autofabricados, biodegradables, con ingredientes orgánicos. Tesis de maestría de Sofía Duarte.**

**Fig 1. Self-manufactured, biodegradable materials with organic ingredients. Master's thesis by Sofía Duarte.**

MATERIALS DESIGN FOR TRANSITION (MADE/TRANS) ES UN GRUPO DE INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIO DEL DEPARTAMENTO DE DISEÑO DEL POLITECNICO DI MILANO. FUE CREADO EN 2015 BAJO EL NOMBRE DE DIY-MATERIALS Y ES LIDERADO POR VALENTINA ROGNOLI. SU ACTIVIDAD SE CENTRA EN EL DISEÑO DE MATERIALES COMO ÁREA FUNDAMENTAL, POSICIONANDO LA INVESTIGACIÓN Y LA PRÁCTICA EN LA INTERSECCIÓN ENTRE LA ECOLOGÍA, EL BIODISEÑO, LA REGENERACIÓN Y LA SOSTENIBILIDAD. CON UN ENFOQUE CENTRADO Y GUIADO POR LOS MATERIALES, LOS INVESTIGADORES DE MADE/TRANS BUSCAN GENERAR PROPUESTAS TEÓRICAS Y PRÁCTICAS QUE CONTRIBUYAN A UN CAMBIO CULTURAL RELACIONADO CON LAS MATERIALIDADES Y PROMUEVAN UN DISEÑO QUE NO ESTÉ SOLO CENTRADO EN EL SER HUMANO, SINO EN LOS ECOSISTEMAS Y TODOS SUS PARTICIPANTES. EL EQUIPO ESTÁ CONFORMADO PRINCIPALMENTE POR DISEÑADORES Y DISEÑADORAS INDUSTRIALES Y DE PRODUCTOS, ASÍ COMO ESPECIALISTAS EN DISEÑO E INGENIERÍA, Y EN EL SISTEMA DE LA MODA. EL LABORATORIO SE INSERTA EN LA PLATAFORMA INTERNACIONAL MATERIALS EXPERIENCE LAB, FUNDADO POR ELVIN KARANA Y VALENTINA ROGNOLI EN 2014. EN ESTE ARTÍCULO, LAS AUTORAS DISCUTEN SU VISIÓN DEL DISEÑO DE MATERIALES, CONCLUYENDO QUE ESTA DISCIPLINA EMERGENTE AÚN DEBE CONSOLIDARSE PARA LOGRAR UN MAYOR IMPACTO. ADEMÁS, SOSTIENEN QUE ES ESENCIAL PRIORIZAR SU CARÁCTER TRANSDISCIPLINAR Y EL POTENCIAL QUE ADQUIERE CUANDO SE RECONOCE SU INHERENTE CONEXIÓN CON EL BIODISEÑO Y LAS INSPIRACIONES DE LA NATURALEZA.

MATERIALS DESIGN FOR TRANSITION (MADE/TRANS) IS AN INTERDISCIPLINARY RESEARCH GROUP AT THE DEPARTMENT OF DESIGN OF THE POLITECNICO DI MILANO. IT WAS CREATED IN 2015 UNDER DIY-MATERIALS AND IS LED BY VALENTINA ROGNOLI. IT FOCUSES ON MATERIALS DESIGN AS A CORE AREA, POSITIONING RESEARCH AND PRACTICE AT THE INTERSECTION OF ECOLOGY, BIODESIGN, REGENERATION, AND SUSTAINABILITY. WITH A MATERIALS-DRIVEN AND MATERIAL-CENTERED APPROACH, MADE/TRANS RESEARCHERS GENERATE THEORETICAL AND PRACTICAL PROPOSALS THAT CONTRIBUTE TO A CULTURAL CHANGE RELATED TO MATERIALITIES AND PROMOTE A MORE THAN HUMAN-CENTERED DESIGN APPROACH THAT INCLUDES ECOSYSTEMS AND ALL THEIR PARTICIPANTS. THE TEAM IS COMPOSED OF INDUSTRIAL AND PRODUCT DESIGNERS, SPECIALISTS IN DESIGN AND ENGINEERING, AND IN THE FASHION SYSTEM. THE LAB IS PART OF THE INTERNATIONAL PLATFORM MATERIALS EXPERIENCE LAB, FOUNDED BY ELVIN KARANA AND VALENTINA ROGNOLI IN 2014. IN THIS ARTICLE, THE AUTHORS DISCUSS THEIR VISION OF MATERIALS DESIGN, CONCLUDING THAT THIS EMERGING DISCIPLINE STILL NEEDS TO CONSOLIDATE TO ACHIEVE A MORE SIGNIFICANT IMPACT. FURTHERMORE, IT IS ESSENTIAL TO PRIORITISE ITS TRANSDISCIPLINARY CHARACTER AND POTENTIAL WHEN RECOGNISED BY ITS INHERENT CONNECTION TO BIODESIGN AND NATURE'S INSPIRATIONS.

Cada vez es más frecuente escuchar que la crisis ambiental, social y económica en la que estamos viviendo no tiene precedentes. En este contexto poco favorable y de muchas urgencias, resulta fundamental adoptar prácticas de diseño responsable que puedan colaborar en prevenir y mitigar daños para sanar y regenerar el mundo que habitamos. Es decir, transitar hacia la sostenibilidad ambiental, la economía circular y los ecosistemas regenerativos.

En este contexto es difícil no pensar en los impactos —positivos y negativos— de los materiales. Sin embargo, comprender mejor el potencial de los materiales en la regeneración de ecosistemas aún requiere mayor estudio y desarrollo. Es importante que este potencial regenerativo de los materiales cobre mayor visibilidad en la comunidad del diseño y se reconozca la agencia que los materiales tienen más allá de sus cualidades morfológicas, estéticas y funcionales.

Pero el diseño de materiales varía según el contexto disciplinar donde se desarrolle. En ciencias e ingeniería de materiales, se refiere al desarrollo sistemático de soluciones para cumplir requisitos específicos, mejorando propiedades físicas, químicas y mecánicas a partir del avance tecnológico. Comúnmente, implica crear materiales con características complejas, diseñados para responder a las necesidades de los mercados y procesos productivos modernos.

En los últimos años, el diseño de materiales está generando creciente interés entre diseñadores industriales y de productos, quienes se muestran particularmente interesados en la experimentación y creación de materiales mediante enfoques como el *tinkering* y la definición de experiencias materiales. Así, el diseño de materiales se está convirtiendo en una transdisciplina

que explora nuevas funcionalidades de estos y define cualidades experienciales únicas, ampliando el rol tradicional de los diseñadores (Pedgley et al., 2021).

Este enfoque emergente combina ciencia de materiales, ingeniería, tecnología, biología y artesanía bajo la guía del diseño. Es una perspectiva que se basa en la investigación y creación de materiales y artefactos con propiedades y significados únicos, diseñados para el contexto moderno y orientados hacia un futuro sustentable y regenerativo. La idea de la regeneración se plantea como una forma de sostenibilidad que va más allá del concepto de equilibrio, proponiendo una comprensión más profunda de la coevolución entre los seres humanos y los ecosistemas que habitan, y reconociendo su interdependencia inseparable (Karana et al., 2023). Este enfoque, centrado en los materiales, permite a la comprensión, interpretación y percepción de estos guiar el proceso de diseño, afectando el artefacto final y las técnicas utilizadas en su creación. Los procesos y tecnologías son fundamentales para transformar la identidad y aplicación de los materiales, ya sea a través de la modificación de métodos conocidos, la utilización de métodos tradicionales o la integración de avances tecnológicos, por ejemplo, la manufactura aditiva como la impresión 3D.

El diseño de materiales inspirados en la naturaleza, que integre principios del biodiseño y la bioinspiración para desarrollar soluciones sostenibles a través de la colaboración con organismos vivos y el estudio de estructuras y procesos naturales que equilibren y regeneren nuestro ecosistema, es un eje fundamental de esta práctica y orienta el trabajo del equipo interdisciplinario de MaDe/Trans.

It is increasingly common to hear that the environmental, social, and economic crisis we are living in is unprecedented. In this unfavourable and urgent context, it is essential to adopt responsible design practices that can help prevent and mitigate damage to heal and regenerate our world. In other words, we must move towards environmental sustainability, a circular economy, and regenerative ecosystems.

In this context, it is difficult not to think about the —positive and negative— impacts of materials. However, a better understanding of the potential of materials in the regeneration of ecosystems still requires further study and development. It is vital that this regenerative potential of materials becomes more visible in the design community and that the agency that materials have beyond their morphological, aesthetic and functional qualities is recognised.

Materials design varies according to the disciplinary context in which it is developed. In materials science and engineering, it refers to the systematic development of solutions to meet specific requirements, improving physical, chemical and mechanical properties through technological progress. It commonly involves creating materials with complex characteristics designed to meet the needs of modern markets and production processes.

In recent years, materials design has generated increasing interest among industrial and product designers, who are mainly prompted to experiment with and create materials through tinkering and defining material experiences. Thus, materials

design is becoming a transdiscipline that explores new functionalities of materials and defines unique experiential qualities, expanding the traditional role of designers (Pedgley et al., 2021).

This emerging approach combines materials science, engineering, technology, biology and craftsmanship under the guidance of design. It is a perspective based on researching and creating materials and artefacts with unique properties and meanings. It is designed for the modern context and oriented towards a sustainable and regenerative future. The idea of regeneration is posited as a form of sustainability that goes beyond equilibrium. It proposes a deeper understanding of the co-evolution between humans and the ecosystems they inhabit and recognises their inseparable interdependence (Karana et al., 2023). This materials-centric approach allows the understanding, interpretation and perception of materials to guide the design process, affecting the final artefact and the techniques used in its creation. Processes and technologies are fundamental to transforming materials' identity and application. This can be done by modifying known methods, using traditional techniques, or integrating technological advances, such as additive manufacturing and 3D printing.

A fundamental mission of the interdisciplinary team at MaDe/Trans is to design materials inspired by nature, integrating principles of bio-design and bio-inspiration. Sustainable solutions can be developed through collaboration with living organisms and studying natural structures and processes that balance and regenerate our ecosystem.

#### EL ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO DE MATERIALS DESIGN FOR TRANSITION

El grupo Materials Design for Transition (MaDe/Trans) fue creado por Valentina Rognoli en 2015 con el propósito de avanzar en la disciplina del diseño de materiales. Con el tiempo, el equipo se ha ido ampliando, como también las fronteras de su investigación. Así, se han incorporado conceptos clave como la biofabricación, los materiales bio-receptivos, bioinspirados y los materiales vivos. Actualmente, los esfuerzos del grupo de investigadores se enfocan en entender cómo las prácticas del diseño de materiales y sus conexiones trascienden el ámbito académico y experimental para integrarse efectivamente en la industria, transformándose en aplicaciones de impacto positivo.

El acercamiento interdisciplinario adoptado por MaDe/Trans nos permite obtener resultados potencialmente aplicables a diferentes campos y sectores, teniendo en cuenta el ecosistema artificial y natural. Con una perspectiva basada en los materiales y un proceso de diseño e investigación guiado por estos, desarrollamos proyectos que se extienden hacia ámbitos proyectuales tan variados como comunicación, interacción, moda, productos y espacios. Además, nuestros proyectos destacan por explorar el campo de las artesanías, la experiencia del usuario y del material (UX y MX), el diseño especulativo y la educación, incluyendo el desarrollo de esta práctica en empresas de diseño para impulsar prácticas responsables a mayor escala.

MaDe/Trans promueve un enfoque de diseño de materiales que busca catalizar un impacto positivo, enfatizando la experimentación con recursos alternativos, materiales emergentes, procesos y técnicas antiguas o potenciadas por la tecnología.

#### THE INTERDISCIPLINARY APPROACH OF MATERIALS DESIGN FOR TRANSITION

Valentina Rognoli created the Materials Design for Transition (MaDe/Trans) group in 2015 to advance the discipline of materials design. Over time, the team and the frontiers of its research have expanded. Key concepts such as biofabrication, bio-receptive, bio-inspired and living materials have been incorporated. Currently, the research group's efforts are focused on understanding how materials design practices and their connections transcend the academic and experimental realm to effectively integrate into the industry, transforming them into applications with positive impact.

The interdisciplinary approach adopted by MaDe/Trans leads to obtaining results potentially applicable to various fields and sectors, considering artificial and natural ecosystems. With a material-driven perspective and research process, we develop projects that extend into project areas as varied as communication, interaction, fashion, products, and spaces. In addition, our projects stand out for exploring the field of craft, user and material experience (UX and MX), speculative design and education, and the development of this practice in design firms to encourage responsible practices on a larger scale.

MaDe/Trans promotes a materials design approach to catalyse positive impact. It emphasises experimentation with alternative resources, emerging materials, processes, and ancient or technology-enhanced techniques. MaDe/Trans researchers consider materials and methods intrinsic to environmental, social and economic problems. For this reason, we pursue to

Los y las investigadoras que formamos parte de MaDe/Trans consideramos los materiales y procesos intrínsecos a los problemas ambientales, sociales y económicos. Por esta razón buscamos comprender los procesos y materiales de la naturaleza y utilizarlos como inspiración para nuestros propios procedimientos y aplicaciones.

Es importante remarcar que estimamos la materialidad no solo como algo perteneciente a la materia, es decir, a la parte física, algo fijo y estático, sino como algo más profundo, una identidad que genera experiencias que afectan las prácticas humanas. Vemos los materiales como sustancias que pueden conllevar significados, que están en constante formación a través de los procesos de interacción y relación. Los materiales son elementos capaces de desempeñar un papel crítico en los sistemas sociales, contribuyendo a las identidades culturales y a las relaciones entre personas y el entorno. En esencia, consideramos los materiales y las materialidades como elementos activos que están inmersos en una red de significados y prácticas que dan forma a la experiencia humana. Por ejemplo, los materiales como las fibras naturales y los tintes extraídos de plantas o descartes locales pueden usarse para elaborar tejidos y prendas de vestir. A su vez, estas prendas reforzarían la identidad cultural y ecológica de una región. Pueden preservar conocimientos ancestrales y promover una conexión más profunda entre las personas y el entorno natural. De este modo, los materiales no solo cumplen una función práctica, sino que también enriquecen la cultura y la interacción con las personas, así como pueden fortalecer los lazos con la naturaleza.

understand processes and materials in nature and use them to inspire our processes and applications.

It is important to note that we consider materiality not only as something about the matter, i.e. the physical part, something fixed and static, but as something more profound, an identity that generates experiences that affect human practices. We see materials as substances that can carry meanings, which are constantly being formed through the processes of interaction and relationship. Materials can play a critical role in social systems, contributing to cultural identities and relationships between people and the environment. We consider materials and materialities as active elements embedded in a web of meanings and practices that shape human experience. For example, natural fibres and dyes extracted from plants or local discards can be used to make fabrics and garments. These garments would reinforce a region's cultural and ecological identity. They can preserve ancestral knowledge and promote a deeper connection between people and the natural environment. In this way, the materials not only fulfil a practical function but also enrich culture and interaction with people and can strengthen ties with nature.

The research group prioritises self-manufacturing methods (Do-It-Yourself (DIY) (Rognoli et al., 2015) and craft techniques that help understand the materials' agency. Tinkering (creative adjustment and manipulation) was adopted (Parisi et al., 2017), which expanded the possibility of designing materials with identity and desired expressive-sensory characteristics.



**Fig. 2. Prenda realizada por Nicla Guarino durante su tesis de maestría con enfoque en biomimesis e integración de semillas y plantas.**

**Fig. 2. Garment made by Nicla Guarino during her master thesis, which focused on biomimicry and integration of seeds and plants.**



**Fig. 3. Biotinkering con micelio, proyecto de Stefano Parisi para su tesis de maestría.**

**Fig. 3. Biotinkering with mycelium. Stefano Parisi's project for his master's thesis.**

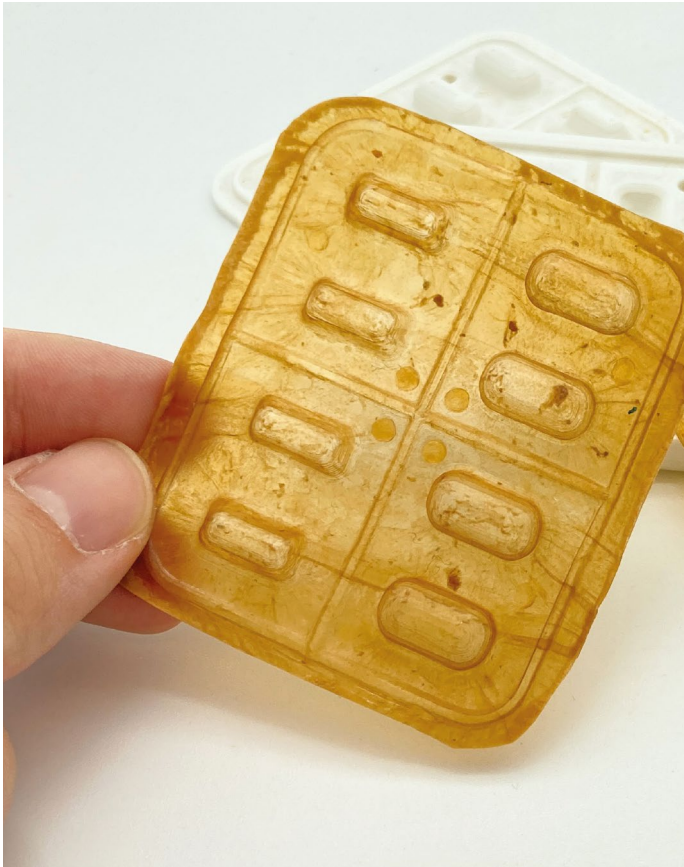


Fig. 4 y 5. Biotinkering con KCB, proyecto de Samuele Fontana para su tesis de maestría.

Fig. 4 y 5. Biotinkering with KCB, Samuele Fontana's project for his master's thesis.



El grupo de investigación da prioridad a métodos de auto-fabricación también conocidos como Do-It-Yourself (DIY) (Rognoli et al., 2015) y técnicas artesanales que ayudan a comprender la agencia de los materiales. Se adoptó el *tinkering* (ajuste y manipulación creativa) (Parisi et al., 2017) y se amplió la posibilidad de diseñar materiales con identidad y características expresivo-sensoriales deseadas. Se estableció como marco principal de trabajo “la experiencia material” (Karana et al., 2014) y el método del “diseño guiado por los materiales” (Karana et al., 2015). MaDe/Trans experimenta principalmente con materiales biológicos renovables y materiales creados con descartes, destacando la exploración de los biomateriales y siguiendo la idea de proporcionar condiciones propicias para la vida “como hace la naturaleza” (Figuras 1 a 3). Esta metodología es adoptada por estudiantes de maestría y doctorado, como veremos en la siguiente sección.

#### **BIODISEÑO, BIOINSPIRACIÓN Y BIOMATERIALES A PARTIR DE PROCESOS DE AUTO-FABRICACIÓN**

Un objetivo común para muchos de los integrantes de nuestro grupo —incluidos los estudiantes de maestría que se acercan a nosotros para encontrar soporte en la realización de sus tesis finales para graduarse en diseño de producto integrado, moda, servicios o diseño e ingeniería— es reducir la huella de carbono de los productos industriales e impulsar prácticas de diseño sostenible. En nuestras investigaciones, exploramos constantemente cómo los materiales biobasados, bioinspirados y biodiseñados pueden contribuir estratégicamente a un

The “Material experience” (Karana et al., 2014) and the “Materials driven design” method (Karana et al., 2015) were established as the main framework. MaDe/Trans experiments mainly use renewable biological materials and materials created from discards, emphasising the exploration of biomaterials and following the idea of providing conditions conducive to life “as nature does” (Figures 1 to 3). This methodology is adopted by Master’s and PhD students, as we will see in the next section.

#### **BIODESIGN, BIOINSPIRATION AND BIOMATERIALS FROM SELF-MANUFACTURING PROCESSES**

A common goal for many in our group—including master’s students who come to us for support in completing their final theses to graduate in integrated product design, fashion, services or design and engineering—is to reduce industrial products’ carbon footprint and encourage sustainable design practices. Our research constantly explores how bio-based, bio-inspired and bio-designed materials can strategically contribute to a better future. To illustrate this line of work, we present two examples demonstrating applications of biodesign and nature-based design.

In 2023, Samuele Fontana, a master’s student in Design and Engineering, developed a project using kombucha bacterial cellulose (KBC), a biomaterial derived from SCOBY (symbiotic culture of bacteria and yeast), produced during the fermentation of kombucha tea. KBC has attracted interest among researchers recognised for its unique properties such as biocompatibility, ease of cultivation and availability as a by-product of the food

futuro mejor. Para ilustrar esta línea de trabajo, presentamos dos ejemplos que demuestran aplicaciones del biodiseño y del diseño basado en la naturaleza.

En 2023, Samuele Fontana, estudiante de maestría en Diseño e Ingeniería, desarrolló un proyecto utilizando celulosa bacteriana de kombucha (KBC), un biomaterial derivado de SCOBY (cultivo simbiótico de bacterias y levaduras), producido durante la fermentación del té de kombucha. La KBC, reconocida por sus propiedades únicas como la biocompatibilidad, la facilidad de cultivo y su disponibilidad como subproducto de la industria alimentaria, ha captado interés entre los investigadores. La investigación de Fontana se centró en explorar su potencial en la manufactura, siguiendo el método de diseño guiado por los materiales.

Fontana realizó una caracterización técnica y sensorial completa de la KBC, comprendiendo las propiedades para sus posibles usos. El proyecto abordó retos como la aceptación y la estabilidad productiva de la KBC, destacando su potencial como una alternativa biodegradable y compostable a materiales derivados de combustibles fósiles, como los plásticos, y a materiales de celulosa vegetal, como el cartón y el papel. A través del *biotinkering* (Pollini, 2023), Fontana cultivó un diálogo profundo con el material, guiando el proceso de diseño y explorando su expresividad. La investigación culminó proponiendo varios escenarios de aplicación para la KBC; por ejemplo: envases de medicina difíciles de reciclar (Figuras 4 y 5). En este caso, la investigación evidenció cómo el biodiseño y la biofabricación pueden impulsar la transición hacia una economía circular y

industry. Fontana’s research focused on exploring its potential in manufacturing, following the materials driven design method.

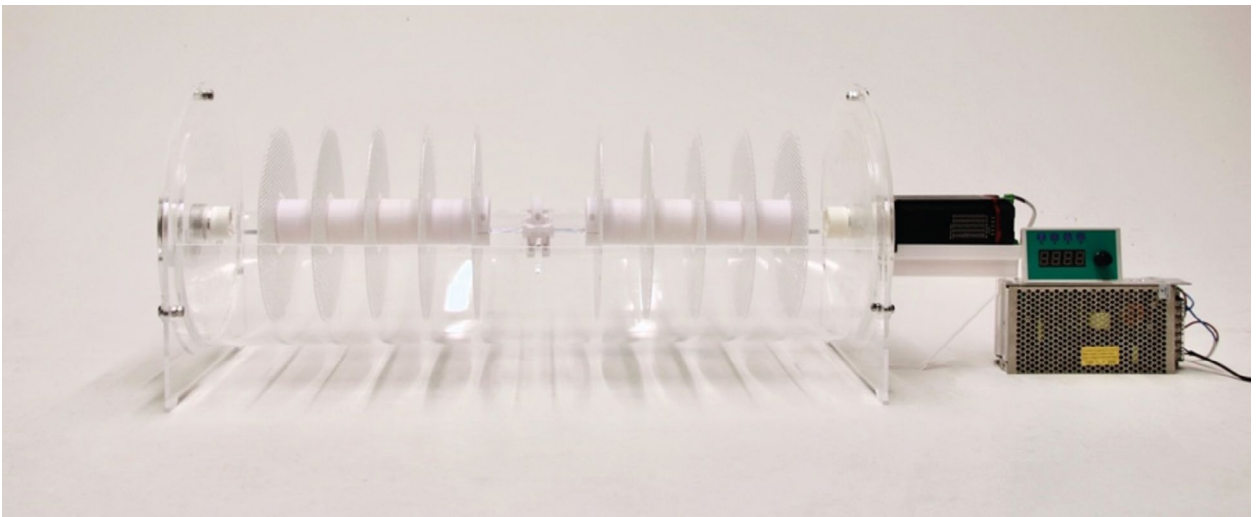
Fontana carried out a complete technical and sensory characterisation of KBC, understanding the properties for its possible uses. The project addressed challenges such as KBC’s acceptance and production stability, highlighting its potential as a biodegradable and compostable alternative to fossil fuel-derived materials such as plastics and plant cellulose materials such as cardboard and paper. Through *biotinkering* (Pollini, 2023), Fontana cultivated a deep dialogue with the material, guiding the design process and exploring its expressiveness. The research culminated by proposing several application scenarios for KBC, e.g. difficult-to-recycle medical packaging (Figures 4 and 5). In this case, the study showed how bio-design and bio-manufacturing can drive the transition to a circular economy and ecosystem regeneration, opening new avenues for responsible design and manufacturing.

In 2024, Design and Engineering Masters student Célian Le Bolloch wanted to develop materials that would contribute to the regeneration of the marine ecosystem and mitigate ocean acidity. Le Bolloch joined our group and spent several months creating bio-inspired ceramics. He adopted an interdisciplinary approach that integrated speculative design and biomimetics. In his project, he used techniques that replicate natural mineral formation, mimicking processes observed in the marine environment. In his project, he used techniques that replicate natural mineral formation, mimicking processes observed in the marine environment. Le Bolloch was inspired by oyster



**Fig. 6 y 7. Biocerámicas barnizadas, proyecto de Célian Le Bolloch, parte de su tesis de maestría.**

**Fig. 6 y 7. Varnished bioceramics, a project by Célian Le Bolloch, as part of his master's thesis.**



**Fig. 8. Biorreactor modificado, proyecto de Ziqian Yu como parte de su investigación de doctorado.**

**Fig. 8. Modified bioreactor, a project by Ziqian Yu as part of his doctoral research.**

la regeneración del ecosistema, abriendo nuevas vías para el diseño y la manufactura responsables.

En 2024, el estudiante de maestría en Diseño e Ingeniería, Célian Le Bolloch, quería desarrollar materiales que contribuyeran a la regeneración del ecosistema marino y mitigaran la acidez oceánica. Le Bolloch se unió a nuestro grupo y dedicó varios meses a crear cerámicas bioinspiradas. Para ello adoptó un enfoque interdisciplinario que integró diseño especulativo y biomimética. En su proyecto utilizó técnicas que replican la formación natural de minerales, imitando procesos observados en el entorno marino. Le Bolloch se inspiró en la acuicultura de ostras, que proporciona servicios ecológicos esenciales como la captura de carbono y la filtración del agua. Sus exploraciones combinaron carbonato de calcio con gelificantes y aditivos, resultando materiales con propiedades mejoradas, como una gran resistencia al agua y la posibilidad de biodegradabilidad. Además, las cerámicas desarrolladas por el tesisista tienen propiedades desacidificantes que crean un sistema de ciclo cerrado que minimiza los residuos al final de su vida útil.

Utilizando su formación previa en química, Le Bolloch exploró estos materiales para alcanzar altos estándares de rendimiento. La investigación destaca el papel vital de los biomateriales en la regeneración de ecosistemas y fomenta prácticas de diseño más responsables y sostenibles (Figuras 6 y 7).

Ambos proyectos demuestran el potencial del diseño de materiales, mostrando cómo el biodiseño, la biomimética y la auto-fabricación (DIY-Materials) permiten desarrollar materiales que promuevan un futuro positivo. ¿Pero cómo introducir estas iniciativas tan prometedoras en la industria? En la siguiente sección discutimos algunas consideraciones.

aquaculture, which provides essential ecological services such as carbon sequestration and water filtration. His explorations combined calcium carbonate with gelling agents and additives, resulting in materials with improved properties, such as high-water resistance and biodegradability. In addition, the ceramics developed by the thesis holder have deacidifying properties that create a closed-loop system that minimises waste at the end of their useful life.

Using his previous background in chemistry, Le Bolloch explored these materials to achieve high-performance standards. The research highlights the vital role of biomaterials in ecosystem regeneration and encourages more responsible and sustainable design practices (Figures 6 and 7).

Both projects demonstrate the potential of materials design, showing how biodesign, biomimetics, and DIY materials enable the development of materials that promote a positive future. But how can these promising initiatives be brought into the industry? In the following section, we discuss some considerations.

#### **RESPONSIBLE MATERIALITY DESIGN: SCALABILITY OF PROJECTS AND MARKET ENTRY**

Today, it is crucial to orient design towards minimising environmental impacts. We strongly believe that the design of responsible materials and materialities is essential to guide the transition from a polluting material world to a new paradigm. Materials that sustain the ecological balance and drive the ecosystem's regeneration.

The use of abundant, renewable and natural resources has

#### **DISEÑO DE MATERIALIDADES RESPONSABLES: LA POSIBILIDAD DE ESCALAR LOS PROYECTOS Y LA ENTRADA AL MERCADO**

En la actualidad, es crucial orientar el diseño hacia la minimización de impactos ambientales. Creemos firmemente que el diseño de materiales y materialidades responsables son esenciales para guiar la transición desde un mundo material contaminante hacia un nuevo paradigma en el que los materiales no solo sostengan el equilibrio ecológico, sino que también impulsen la regeneración del ecosistema.

El uso de recursos abundantes, renovables y naturales, ha demostrado ser prometedor para catalizar este cambio, pero todavía se requiere más investigación para validar estas aproximaciones. Aunque la industria muestra interés por materiales como la celulosa bacteriana, los desarrollos con micelio y los productos inspirados en la naturaleza, muchos de estos proyectos aún son especulativos o están en las primeras etapas de adopción industrial. Los desafíos de escalabilidad y las imperfecciones estéticas o técnicas pueden limitar su uso ya que afectarían las normas de seguridad requeridas para aplicaciones específicas.

La interdisciplina entre ciencia y creatividad es esencial para desarrollar materiales que posean propiedades físicas y químicas innovadoras al igual que identidades y códigos estéticos que sean culturalmente aceptables y adaptables. En este contexto, el papel del diseñador de materiales es crucial para disminuir la brecha entre la academia y la industria, demostrando que los principios de ecología, biofabricación y biodiseño de materiales tendrían un impacto significativo a mayor escala. Pero se requiere que los diseñadores de materiales perfeccionen

shown promise in catalysing this change, but more research is still needed to validate these approaches. Although the industry is interested in materials such as bacterial cellulose, mycelium developments and nature-inspired products, many projects are still speculative or in the early stages of industrial adoption. Scalability challenges and aesthetic or technical imperfections may limit their use as they would affect the safety standards required for specific applications.

Interdisciplinarity between science and creativity is essential to develop materials with innovative physical and chemical properties, culturally acceptable and adaptable identities, and aesthetic codes. In this context, the role of materials designers is crucial in bridging the gap between academia and industry. This demonstrates that the principles of ecology, bio-manufacturing and bio-design of materials would significantly impact a larger scale. However, materials designers must continually hone their skills and knowledge to offer holistic solutions that overcome today's challenges. An effective strategy would be focusing on local markets and resources, developing materials and products adapted to specific geographical contexts, and moving away from the mass production typical of the linear economy.

To strengthen our links with industry and improve the basis of our studies, we are intensifying experimental testing by creating a materials biodesign laboratory. This space aims to promote experimentation in an interdisciplinary context, which is essential to deepen our understanding and improve the applicability of materials design in the marketplace.

This is the purpose of PhD candidate Ziqian Yu, who is leading

continuamente sus habilidades y conocimientos para ofrecer soluciones holísticas que superen los desafíos actuales. Impulsar un enfoque en mercados y recursos locales, desarrollando materiales y productos adaptados a contextos geográficos específicos y alejándose de la producción masiva típica de la economía lineal, sería una estrategia efectiva.

Para fortalecer nuestros vínculos con la industria y mejorar la base de nuestros estudios, estamos intensificando las pruebas experimentales mediante la creación de un laboratorio de biodiseño de materiales. Este espacio pretende promover la experimentación en un contexto interdisciplinario, esencial para profundizar nuestro entendimiento y mejorar la aplicabilidad del diseño de materiales en el mercado.

Este es el propósito de la candidata a doctora Ziqian Yu, quien está liderando una investigación sobre el desarrollo de un nuevo

biorreactor para la producción de celulosa bacteriana. Su proyecto, inspirado en el modelo de Innocell Bioreactor del equipo de Design Friction (Cohen et al., 2023), ha sido adaptado a nuestras necesidades específicas, principalmente para permitir una mayor superficie de producción del material en tiempos más cortos de producción. La optimización del biorreactor busca mejorar la eficiencia en la producción de celulosa bacteriana, aplicándola en el biodiseño de productos y textiles. Este enfoque práctico y experimental nos coloca en una posición ideal para probar y potencialmente escalar la producción, evaluando su viabilidad en contextos comerciales (Figuras 8 y 9).

A medida que avanzamos en nuestra investigación, somos más conscientes del poder transformador de los materiales. Nos esforzamos por revelar y compartir su capacidad maravillosa e inspiradora, abriendo el camino a nuevas materialidades. **•**

research on developing a new bioreactor to produce bacterial cellulose. Inspired by the Innocell Bioreactor model of the Design Friction team (Cohen et al., 2023), her project has been adapted to our specific needs, mainly to allow a larger production surface of the material in shorter production times. The optimisation of the bioreactor aims to improve the efficiency of bacterial cellulose production, applying it to the biodesign of products and textiles. This practical and experimental approach puts us

in an ideal position to test and potentially scale up production, assessing its viability in commercial contexts (Figures 8 and 9).

As our research progresses, we become more aware of materials' transformative power. We strive to reveal and share their wondrous and inspiring capacity, opening the way to new materialities. **•**

## REFERENCIAS / REFERENCES

- Cohen, N., Sicher, E., Ayala-García, C., Sanchez-Fayos, I. M., Conterno, L., & Ugur Yavuz, S. (2023). Innocell Bioreactor: An Open-Source Development to Produce Biomaterials for Food and Packaging Based on Fermentation Processes. *Fermentation*, 9(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/fermentation9100915>
- Karana, E., Barati, B., & Rognoli, V. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35–54. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/1986>
- Karana, E., Pedgley, O., & Rognoli, V. (Eds.). (2014). *Materials Experience. Fundamentals of Materials and Design*. Butterworth-Heinemann.
- Karana, E., McQuillan, H., Rognoli, V., & Giaccardi, E. (2023). Living artefacts for regenerative ecologies. *Research Directions: Biotechnology Design*, 1, e16. <https://doi.org/10.1017/btd.2023.10>
- Parisi, S., Rognoli, V., & Sonneveld, M. (2017). Material Tinkering. An inspirational approach for experiential learning and envisioning in product design education. *The Design Journal*, 20(sup1), S1167–S1184. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1353059>
- Pedgley, O., Rognoli, V., & Karana, E. (2021). Chapter 1—Expanding territories of materials and design. In O. Pedgley, V. Rognoli, & E. Karana (Eds.), *Materials Experience 2* (pp. 1–12). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819244-3.00028-4>
- Pollini, B. (2023). *Biotinkering with kombucha*. <https://healing-materialities.design/biotinkering-with-kombucha/>
- Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., & Karana, E. (2015). DIY Materials. *Materials & Design*, 86, 692–702. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.020>

### SOFIA SOLEDAD DUARTE POBLETE

DISEÑADORA Y CANDIDATA DE DOCTORADO EN EL POLITÉCNICO DE MILÁN. SU INVESTIGACIÓN SE CENTRA EN LAS PRÁCTICAS DE DISEÑO DE MATERIALES PARA LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL Y LA APLICACIÓN DE LAS MISMAS EN EMPRESAS DE DISEÑO. SOFIA EXPLORA LOS MATERIALES EMERGENTES EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS, SUS EXPERIENCIAS Y SIGNIFICADOS PARA LOGRAR APLICACIONES QUE REDUZCAN EL IMPACTO AMBIENTAL E IMPULSEN LA REGENERACIÓN DEL ECOSISTEMA.

DESIGNER AND PHD CANDIDATE AT THE POLITECNICO DI MILANO. HER RESEARCH FOCUSES ON MATERIAL DESIGN PRACTICES FOR ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND THEIR APPLICATION IN DESIGN COMPANIES. SOFIA EXPLORES EMERGING MATERIALS IN PRODUCT DESIGN AND THEIR EXPERIENCES AND MEANINGS TO APPLY THEM IN PROJECTS TO REDUCE ENVIRONMENTAL IMPACT AND BOOST ECOSYSTEM REGENERATION.

### VALENTINA ROGNOLI

ES DISEÑADORA, DOCTORA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y PROFESORA ASOCIADA EN EL POLITÉCNICO DE MILÁN. EXPERTA E INVESTIGADORA EN MATERIALES DE DIY, DISEÑO PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA REGENERACIÓN, BIODISEÑO, MATERIALES EMERGENTES PARA LA TRANSICIÓN, MATERIALES DE DESECHO Y MINERÍA URBANA, MATERIALES ESPECULATIVOS, DISEÑO BASADO EN MATERIALES, CMF Y EDUCACIÓN SOBRE MATERIALES EN EL DISEÑO.

DESIGNER, PHD IN INDUSTRIAL DESIGN, AND ASSOCIATE PROFESSOR AT THE POLITECNICO DI MILANO. SHE IS AN EXPERT AND RESEARCHER IN DIY MATERIALS, DESIGN FOR SUSTAINABILITY AND REGENERATION, BIO-DESIGN, EMERGING MATERIALS FOR TRANSITION, WASTE MATERIALS AND URBAN MINING, SPECULATIVE MATERIALS, MATERIALS-BASED DESIGN, CMF, AND MATERIALS EDUCATION IN DESIGN.