

# Valorización de residuos de corcho en el ámbito del diseño de materiales emergentes

Jimena Alarcón Castro<sup>(1)</sup>

---

**Resumen:** El manuscrito proviene de la experimentación realizada para diseñar materiales con enfoque sustentable en base a la utilización de residuos de corcho en formato de tapones de envases de uso domiciliario. Se exploran aplicaciones como revestimientos para sustratos rígidos y flexibles y la conformación de láminas de 0.3 mm. de espesor. Los gránulos que se obtienen del proceso de molienda, ofrecen diversas texturas visuales y táctiles. Se obtienen cuatro prototipos, los que son sometidos a estudios de percepción usuaria. Las conclusiones están orientadas a las capacidades del corcho como recurso en el ámbito del diseño de materiales emergentes o también denominados materiales para la transición.

**Palabras clave:** Aceptación usuaria - Desarrollo sostenible - Diseño circular - Diseño de materiales - Materiales para la transición - Residuos

[Resúmenes en inglés y en portugués en la página 164]

---

<sup>(1)</sup> **Jimena Alarcón Castro** es Doctora en Gestión del Diseño, Universidad Politécnica de Valencia- España; Magister en Construcción en Madera, Universidad del Bío-Bío-Chile, en colaboración con Carmelo Di Bartolo Design Innovation-Italia; Diseñadora Industrial, Universidad de Valparaíso-Chile. Profesora Titular de la Universidad de Bío-Bío-Chile. Vicepresidenta de la Red Iberoamericana de Investigación en Diseño, España. Premio Municipal de Investigación Aplicada 2022 Concepción, Chile. Ha participado y liderado proyectos internacionales (ALFA, ERANet-LAC a Network of the European Union EU, Latin America and the Caribbean Countries LAC) y nacionales (INNOVA, CONICYT, FONDECYT, FONDEF y otros). Ha colaborado con entidades universitarias y centros tecnológicos como Universidad Politécnica de Valencia e Idional (ex Prodintec) España; Politécnico di Milano, Universidad de Bologna y Design Innovation, Italia; CeNTI, Centre of Nanotechnology and Smart Materials y Universidad de Porto, Portugal. Con entidades Latinoamericanas, integrando la Red de Políticas Públicas y Diseño y DISUR. Ha realizado pasantías de investigación en Italia, España, Finlandia y México. jimenaal@ubiobio.cl

## Introducción

En la última década se ha producido un aumento del número de proyectos en los que participan diseñadores de productos para el desarrollo colaborativo de nuevos materiales como, por ejemplo, el proyecto europeo *Light.Touch.Matters* (*Technische Universiteit DELFT*, 2013). Resulta interesante para la comunidad investigadora, observar la influencia temprana que el diseño puede tener sobre las características y propiedades de los materiales (Bergström, *et al.*, 2010). La contribución de los diseñadores a la investigación de materiales aborda la exploración de nuevas soluciones, considerando aspectos relativos a aceptación usuaria y perspectivas del consumidor (Ashby, 2016). Complementariamente, los actuales enfoques referidos a diseño de nuevos materiales, están relacionados con la existencia de una mayor conciencia sobre la dependencia energética y las consecuencias desfavorables a la economía y medioambiente. Se ha acentuado la búsqueda de alternativas que integren residuos para sustituir materias primas tradicionales, generando propuestas de reemplazo para materiales comerciales contaminantes (Alarcón, *et al.*, 2017; Alarcón *et al.*, 2015; Happaerts, 2014; Barati *et al.*, 2019). Como consecuencia, la demanda de materiales con cualidades sostenibles está creciendo. En este sentido, el diseño de materiales emergentes (Karana *et al.*, 2019), nace para aminorar el daño medioambiental y huella ecológica, integrando aspectos de diseño circular y degradación biológica en el ciclo de vida (Smol *et al.*, 2017; Pedgley *et al.*, 2021). En el campo del diseño de materiales, los conceptos están en constante cambio con respecto a la idoneidad de la composición y apariencia (Giaccardi y Karana, 2015). Se entregan soluciones más expresivas en apariencia y funcionalidad. Estudios usuarios son parte del proceso de ideación, con el objetivo de integrar aspectos de calidad percibida en la toma de decisiones. Diseñar nuevos materiales con enfoque en la experiencia usuaria, es una estrategia poderosa para proyectar materiales con mejores resultados de aceptación en los mercados (Sauerwein *et al.*, 2017; Karana *et al.*, 2015). Un futuro más respetuoso y responsable con el medioambiente, exige la incorporación de enfoques sustentables para impulsar el diseño en las sociedades (Parisi *et al.*, 2017; Ceschin y Gaziulusoy, 2016). En el área del diseño de productos, la sensibilidad medioambiental ha tenido gran impacto, el que se ve actualmente reflejado en todo el proceso de diseño. La elección del material adecuado y la forma de procesarlo tienen gran influencia en la sostenibilidad de un producto. A menudo se afirma que más del 80% de los impactos ambientales relacionados a éstos, se determinan durante su diseño. Las tendencias de reciclado y reutilización asociadas al desarrollo de materiales, evidencian un cambio de pensamiento cada vez más generalizado, que implica una comprensión profunda del escenario y prácticas a desarrollar (Costa *et al.*, 2022).

Generar ventajas competitivas impulsadas por acciones que reinterpreten y revaloricen los residuos aprovechables, es una tarea urgente a favor de la cadena de valor productiva y del medioambiente (Ashby, 2012). Las proyecciones de datos sobre el tratamiento de residuos en Chile indican un incremento en su valorización de hasta un 30% entre 2018 y 2030. Una morfología variable, posibles transformaciones y combinaciones de los residuos brindan potencial para integrar valor a su uso, posibilitando dinámicas más eficientes y sustentables. La correcta administración de los recursos, así como la ideación de estrategias adecuadas a estos requerimientos, se hace cada vez más imprescindible (Blanpain *et*

al., 2016; Yoon *et al.*, 2020). La sustentabilidad, el uso eficiente de los recursos y de residuos integrados al diseño de materiales, constituyen un motor importante para la investigación aplicada en este ámbito (Alarcón *et al.*, 2020; López *et al.*, 2014; Beylerian *et al.*, 2008).

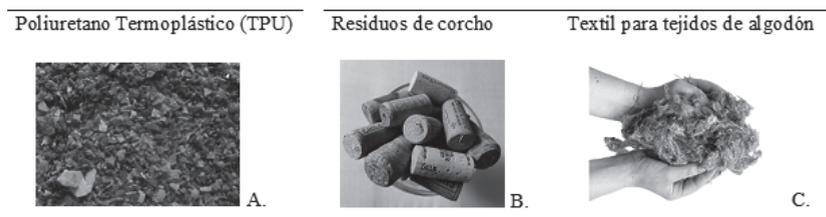
El corcho es la corteza del alcornoque (*Quercus suber L.*). Es un material natural versátil, ligero, elástico, flexible, reciclable, no tóxico y renovable que lo hacen ofrecer múltiples opciones para su reutilización (Pintor *et al.*, 2013). Tiene un gran potencial de aplicaciones (Mestre, 2015; Mestre y Vogtlander, 2013), sin embargo, actualmente, sus usos están enfocados en sus propiedades funcionales en el ámbito de los materiales compuestos para la construcción, transportes y aplicaciones tradicionales como tapones para vinos, entre otras (Fernandes *et al.*, 2011). La diversificación del mercado del corcho, podría estar centrada en el diseño de nuevos materiales con mayor valor estético y medioambiental, debido a las amplias posibilidades que ofrece (Sierra-Pérez *et al.*, 2016). La reutilización del corcho en el ámbito del diseño de materiales emergentes es atractiva debido a su capacidad de transformación formal, esto es, adoptando fácilmente diversas conformaciones como gránulos de diferentes gramajes, hojuelas, polvo. Esta posibilidad lo hace potencialmente viable para ser usado como revestimiento con texturas visuales y táctiles lisas o rugosas, así como para la conformación de láminas. Lo interesante de su versatilidad recae también en los niveles de translucidez que es capaz de ofrecer a la percepción visual, dependiendo del soporte sobre el cual se deposite. Esta oportunidad de jugar con sus densidades, amplía las posibilidades para que diseñadores de productos renueven sus propuestas.

## Enfoque metodológico

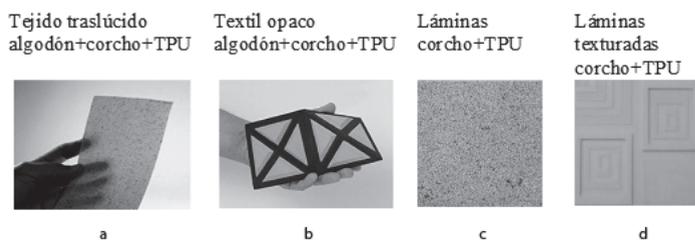
### *Exploración de propuestas de materiales*

El enfoque de la investigación está centrado en la experiencia de diseño de materiales emergentes empleando residuos de corcho en formato de tapones de envases de uso domiciliario, usando Poliuretano Termoplástico (TPU) como ligante. Además, considera dentro de sus objetivos, definir los factores emocionales vinculados a las cualidades de nuevos materiales, que influyen en los satisfactores perceptuales de los encuestados.

La ideación y desarrollo de los prototipos se vincula con la posibilidad de revestir tejidos textiles de algodón traslúcidos y opacos, así como en la conformación de sustratos rígidos y flexibles realizados con la mezcla gránulos de corcho y TPU (Ver Figura 1).



1



2

**Figura 1.** Materias empleadas para prototipar (Fuente: Archivos del proyecto). **Figura 2.** Prototipos (Fuente: Archivos del proyecto).

Los tapones de corcho derivados de envases de consumo de vino, son procesados para conseguir gránulos de 0.5mm y 1.5mm. en un molino de bolas modelo *Labtech Hebro*. Para las pruebas de laboratorio se emplean residuos de TPU sometidos a calor para conseguir una consistencia líquida que permita mezclar los gránulos y depositarlos en la tela y, además, conformar láminas de 0.3mm de espesor (Ver Figura 2). Se tiene como referencia anteriores ensayos de laboratorio en que se usó equipo *Slot-Die Hot melt Coater*, con temperaturas que oscilaban entre 220°C y 250°C, alimentado por una extrusora de fusión en caliente a una temperatura de 190°C a 230°C y una presión de 25bar. Se elabora un revestimiento aplicado sobre tejidos textiles de fibras de algodón con cualidades traslúcidas (Ver Figura 2a). La posibilidad de depositar porciones de corcho sobre tejidos textiles entrega cualidades geométricas para conformaciones volumétricas con potencial para auto-estructurarse (Ver Figura 2b). Los formatos propuestos laminares con textura lisa o sobrerrelieves proponen formatos de láminas de 0.3mm de espesor lisas o con texturas (Ver Figura 2c-d). El color del TPU como revestimiento es resultante de la mezcla de los residuos seleccionados.

### Caracterización usuaria

Se consideró una muestra no probabilística intencionada, seleccionando a expertos del área arquitectura, diseño y construcción, que por su condición de proyectistas constituían un perfil adecuado para esta investigación de carácter exploratorio. Participaron 9 mujeres (37,5%) y 15 varones (62,5%), seleccionados por muestreo no probabilístico por conveniencia. El promedio de edad de los encuestados es de 37 años (D.E.=15,9; entre 21 años y 78 años). Este método de selección permitió procurar percepciones confiables, asegurando una perspectiva técnica-emocional, aunque la muestra fuera aleatoria. Se definió un instrumento de recogida de datos, observando métodos provenientes de la ingeniería Kansei para conocer la percepción de los participantes respecto de los cuatro materiales. Se implementó un cuestionario autoaplicado de recogida de datos con tablas con diferencial semántico, con opciones cuantificables, conformado por una escala de respuestas tipo Likert. Un apartado incluyó la obtención de datos demográficos y preguntas estructuradas acorde a ejes semánticos, asociados a las valoraciones perceptuales de la *Tabla I*. Cada participante respondió una tabla por material estudiado. Se confeccionó un módulo para ejecutar la recogida de datos, con cuatro secciones individuales para que cada persona respondiera su encuesta para cada material (*Ver Figura 3*).

Cuando observas y tocas el residuo. ¿Qué emoción o impresión sientes y en qué magnitud?						
Prototipo 1	Totalmente	Parcialmente	Neutral	Parcilamente	Totalmente	
Acogedor						Inhóspito
Atractivo						Repelente
Lujoso						Simple
Confortable						Incómodo
Tranquilidad						Intranquilidad
Confianza						Desconfianza
Entretenido						Aburrido
Triste						Feliz
Agradable						Desagradable
Valioso						Despreciable

**Tabla I.** Tabla con ejes semánticos de valoraciones perceptuales (Fuente: Archivo propio).



**Figura 3.**  
Módulo para  
recolectar  
información,  
mediante aplicación  
de cuestionario  
auto-aplicado  
(Fuente: Archivos de  
proyecto).

## Resultados validación emocional

Los resultados de la validación emocional se expresan en la *Tabla II*, que muestra una síntesis de resultados porcentuales para los materiales a, b, c y d de la *Figura 2*. Para el aspecto “Atractivo” se evidencia la mayor puntuación con un 89% para el material a; los demás materiales tienen altos porcentajes para este aspecto, los que fluyen entre 83% para el material b; 82% para el material c y 80% para el material d. La cualidad traslúcida del material que entrega realce a los gránulos de corcho resultan más atractivos para los encuestados, que aquellos casos en que el material no tiene interacción con el paso de la luz. Es positivo que todos los materiales sean valorados sobre 80% respecto de ser atractivos, ya que ningún consumidor compraría un producto con un material que le produzca rechazo. Para el aspecto “Confortable” la máxima puntuación es para el material a con un 88% de las preferencias, seguido del material b con un 85%. La cualidad de traslucidez y la capacidad de flexibilización que aporta el tejido textil son bien valorados por los encuestados, entregando una valoración mayor a estos materiales. La textura resulta ser también un aspecto a favor del resultado porcentual para el material d. El aspecto “Confianza” es muy bien valorado para el material c, probablemente por su aspecto predecible y conocido, textura lisa y formato laminar. El material b es el que menor aceptación tiene para esta consulta. “Confianza” es un aspecto valorado con un 88% para el material c y 84% para el material d, ambos en formatos de lámina con un comportamiento predecible no deformable. Para el aspecto “Agradable” el material a obtiene un 87% de aceptación, que es la más alta puntuación, seguido del material d con un 85%. El material a obtiene un 88% de valoración

para el aspecto “Valioso”, seguido del material d con un 82% de aceptación. En general, las cuatro propuestas tuvieron buena recepción por parte de los encuestados, lo que hace pensar que continuar con el desarrollo de estas propuestas es positivo. Las cualidades traslucidez y texturas deberían ser más exploradas, así como las capacidades de conformación geométricas que ofrece el material b.

## Conclusión

En este estudio, se comprobó que conformar revestimientos y láminas con gránulos de corcho es posible y que la valoración usuaria es positiva, lo que motiva a pensar en destinar tiempo a futuros desarrollos en este ámbito. El estudio usuario permitió conocer aspectos de calidad percibida, basado en ingeniería Kansei y las emociones Acogedor, Atractivo, Lujoso, Confortable, Tranquilidad, Confianza, Entretenido, Triste, Agradable, Valioso y sus emociones antagónicas. Las valoraciones usuarias son positivas respecto de los prototipos desarrollados y permiten prospectar aplicaciones en productos de uso cotidiano que podrían estar en contacto visual y táctil con los usuarios. El diseño de materiales emergentes fomenta una economía circular centrada en los flujos de materiales para reutilizar los recursos, promoviendo sinergias entre comunidades, sectores económicos y estimulando las cadenas de valor. Idear estrategias para que los residuos se conviertan en un recurso, es una parte esencial para cerrar el ciclo en una economía circular. Los actuales enfoques referidos a los materiales emergentes, se relacionan con la existencia de una mayor conciencia generalizada sobre la necesidad de valorar recursos hasta ahora descartados. La posibilidad de una implementación satisfactoria tendrá que promocionar una cultura de valorización de residuos, ofreciendo productos con contenido sensorial y funcional; aumentar la conciencia mundial sobre los beneficios y potenciales costes del suministro de materias primas; observar la aceptación usuaria y confianza en los productos elaborados con residuos. La reutilización de residuos de corcho, integrando principios de sostenibilidad y economía circular es indispensable en la búsqueda de alternativas sostenibles y la creación de nuevas oportunidades de mejora y diversificación. Crear valor es una de las misiones estratégicas del diseño, incorporar la diferenciación y nuevos productos sustentables, enfoque coherente con las cualidades de un material natural, renovable, reciclable, no tóxico y duradero que se regenera en la corteza del árbol sin necesidad para cortarlo como es el corcho. Proyectar el uso del corcho en una dimensión en que el diseño y la innovación aportan una nueva gama de materiales, es igualmente relevante para reposicionar la valoración sobre este material. La eficiencia de la cadena de conocimiento, dependerá de la investigación, el desarrollo asociado a la creatividad y el diseño, proyectando al corcho en su estado de residuo hacia ámbitos aplicativos escasamente explorados.

## Agradecimiento

La autora agradece a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID), proyecto FONDECYT REGULAR código 1221361.

## Referencias

- Alarcón, J., Parra, X., & Droguett, C. (2017). Tableros en base a residuos de cebada de la industria agroalimentaria y adhesivos naturales: experiencia de una calidad percibida. *Interciencia*, 42(6), 364-369.
- Alarcón, J., Rognoli, V., & Llorens, A. (2020). Diseñar para un escenario social incierto. El valor del enfoque materiales Do-It-Yourself y economía circular. *Interciencia*, 45(6), 279-285.
- Alarcón, J., Westermeyer, J., Di Bartolo, C., & Castillo, C. D. (2015). Valorización de cuero de vacuno residual de manufactura de calzado, como estrategia sustentable para elaboración de tableros De Pinus radiata EN Bío-Bío, Chile. *Interciencia*, 40(2), 138-144.
- Ashby, M. F. (2012). *Materials and the environment: eco-informed material choice*. Elsevier.
- Ashby, M. F. (2016). Chapter 1—Background: Materials, Energy and Sustainability. *Materials and Sustainable Development*; Ashby, MF, Ed.; Butterworth-Heinemann: Boston, MA, USA, 1-25.
- Barati, B., Karana, E., & Hekkert, P. (2019). Prototyping materials experience: Towards a shared understanding of underdeveloped smart material composites. *International Journal of Design*, 13(2), 21-38.
- Beylerian, G. M., Dent, A., & Quinn, B. (2008). *Ultramateriales: formas en que la innovación en los materiales cambia el mundo*. Blume.
- Bergström, J., Clark, B., Frigo, A., Mazé, R., Redström, J., & Vallgård, A. (2010). Becoming materials: material forms and forms of practice. *Digital Creativity*, 21(3), 155-172.
- Blanpain, B., Meskers, C. E., Olivetti, E., Apelian, D., Howarter, J., Kvithyld, A., & Spangenberg, J. S. (2016). *REWAS 2016: Towards materials resource sustainability*. John Wiley & Sons.
- Costa, C., Viana, A., Silva, C., Marques, E. F., & Azoia, N. G. (2022). Recycling of textile wastes, by acid hydrolysis, into new cellulosic raw materials. *Waste Management*, 153, 99-109. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.08.019>
- Ceschin F., & Gaziulusoy, I. (2016). Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions. *Design studies*, 47: 118-163. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.09.002>
- Fernandes, E. M., Correlo, V. M., Chagas, J. A., Mano, J. F., & Reis, R. L. (2011). Properties of new cork-polymer composites: advantages and drawbacks as compared with commercially available fibreboard materials. *Composite structures*, 93(12), 3120-3129.
- Giacardi, E., & Karana, E. (2015). Foundations of materials experience: An approach for HCI. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2447-2456). Gil, L. (2015). New cork-based materials and applications. *Materials*, 8(2), 625-637.

- Happaerts, S. (2014). International Discourses and Practices of Sustainable Materials Management, Policy Research Centre for Sustainable Materials Management, Report number: n° 5, Leuven. 12-13 pp.
- Karana, E., Nimkulrat, N., Giaccardi, E., Niedderer, K., & Fan, J. N. (2019). Alive. Active. Adaptive: Experiential knowledge and emerging materials. *International Journal of Design*, 13(2), 1-5.
- Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw Van Der Laan, A. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International journal of design*, 9(2), 35-54.
- López, Y. M., González, M. G., & Rodríguez, E. M. (2014). Impacto ambiental de residuos industriales de aserrín y plástico. Usos para la industria de tablero en Cuba. *Avances*, 16(2), 91-99.
- Mestre, A. (2015). A design action intervention approach in the cork industry towards sustainable product innovation. *Journal of Design Research*, 13(2), 185-235.
- Mestre, A., & Vogtlander, J. (2013). Eco-efficient value creation of cork products: an LCA-based method for design intervention. *Journal of Cleaner Production*, 57, 101-114.
- 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). Expanding territories of materials and design. In *Materials Experience 2* (pp. 1-12). Butterworth-Heinemann.
- Pintor, A. M., Silvestre-Albero, A. M., Ferreira, C. I., Pereira, J. P., Vilar, V. J., Botelho, C. M., ... & Boaventura, R. A. (2013). Textural and surface characterization of cork-based sorbents for the removal of oil from water. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 52(46), 16427-16435.
- Sauerwein, M., Karana, E., & Rognoli, V. (2017). Revived beauty: research into aesthetic appreciation of materials to valorise materials from waste. *Sustainability*, 9(4), 529.
- Sierra-Pérez, J., López-Forniés, I., Boschmonart-Rives, J., & Gabarrell, X. (2016). Introducing eco-ideation and creativity techniques to increase and diversify the applications of eco-materials: The case of cork in the building sector. *Journal of cleaner production*, 137, 606-616.
- Smol, M., Kulczycka, J., & Avdiushchenko, A. (2017). Circular economy indicators in relation to eco-innovation in European regions. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19, 669-678.
- Technische Universiteit Delft. (2013). Final Report Summary - LIGHT.TOUCH.MATTERS (Design driven development of touch sensitive luminous flexible plastics for applications in care & well-being). Recuperado el 30 de enero de 2023 de <https://cordis.europa.eu/project/id/310311/reporting>
- Yoon, J., Kim, C., & Yoon, J. (2020). Positive user experience over product usage life cycle and the influence of demographic factors.

---

**Abstract:** The manuscript stems from the experimentation carried out to design materials with a sustainable approach based on the use of cork waste in the form of cork stoppers from household packaging. Applications are explored as coatings for rigid and flexible substrates and the formation of 0.3 mm thick sheets. The granules obtained from the milling process offer different visual and tactile textures. Four prototypes are obtained, which are subjected to user perception studies. The conclusions are oriented towards the capacities of cork as a resource in the field of the design of emerging materials or also known as transition materials.

**Keywords:** User acceptance - Sustainable development - Circular design - Material design - Transition materials - Waste

**Resumo:** O manuscrito deriva da experimentação realizada para projetar materiais com uma abordagem sustentável baseada no uso de resíduos de cortiça na forma de rolhas de cortiça de embalagens domésticas. As aplicações são exploradas como revestimentos para substratos rígidos e flexíveis e a formação de chapas de 0,3 mm de espessura. Os grânulos obtidos do processo de moagem oferecem diferentes texturas visuais e táteis. Quatro protótipos são obtidos, os quais são submetidos a estudos de percepção do usuário. As conclusões são orientadas para as capacidades da cortiça como recurso no campo do design de materiais emergentes ou também conhecidos como materiais de transição.

**Palavras-chave:** Aceitação do usuário - Desenvolvimento sustentável - Design circular - Design de materiais - Materiais de transição - Resíduos - Design de materiais circulares

---