



**La ecoinnovación y el ecodiseño como futuras
estrategias de desarrollo del sector corchero en
España**

Autor: Jorge Sierra-Pérez

Institución: Centro Universitario de la Defensa de Zaragoza

Otros autores: Jesús Boschmonart-Rives (Universidad Autónoma de Barcelona); Xavier Gabarrell Durany (Universidad Autónoma de Barcelona)

Resumen

El potencial de los materiales naturales y renovables en las actuales corrientes de desarrollo sostenible es innegable, y sobre todo en ámbitos como el del ecodiseño y la ecoinnovación, y el corcho es uno de los mejores ejemplos. Además de las valoradas propiedades intrínsecas del material, el sector del corcho tiene una ventaja competitiva con respecto a otros materiales de la industria muy destacable: la sostenibilidad del propio material. Actualmente la producción del corcho se concentra en la Península Ibérica el 80% de la producción mundial suponiendo una importante actividad económica para las zonas rurales donde estas industrias están instaladas.

Este trabajo forma parte de la apuesta por el material corcho y su amplio potencial en diferentes mercados, en el que se ha realizado un análisis socio-económico del sector, identificando una serie de desafíos que la industria del corcho debe abordar. Entre ellos está el importante papel que debe tener la industria transformadora de corcho en el desarrollo del resto de la cadena de suministro, aumentando el aprovechamiento de la materia prima y promover el desarrollo de las zonas rurales. Además esta industria debe establecer sus propias estrategias de desarrollo para el futuro, incrementando la inversión en I+D e innovación debido a las debilidades identificadas: la excesiva concentración de su mercado en el sector del vino y la pobre gestión forestal de los alcornoques, así como su infrutilización.

Por otra parte, la industria del corcho debe expandir sus mercados para poder diversificar sus oportunidades, además de fortalecer la sostenibilidad y la ecoeficiencia en cada uno de los agentes que intervienen en el sector. Por ello, el presente trabajo recoge una serie de análisis para la identificación de los sectores y aplicaciones potenciales donde el material puede tener cabida, además de por sus propiedades físicas por el carácter sostenible del mismo. Los entornos de aplicación donde el corcho tiene un gran potencial de desarrollo son aquellos donde existe una necesidad de protección de impactos, aislamiento térmico y acústico, aligerar peso o protección de ambientes húmedos. Entre esos entornos identificados, además del sector de la construcción, están los entornos acuáticos tanto recreativos como deportivos, las actividades deportivas de contacto físico, así como aquellos entornos exteriores e interiores donde se necesita protección al impacto.

Palabras clave: Industria corchera, Ecoinnovación, Ecodiseño, Sostenibilidad, Innovación y Desarrollo, Ecoeficiencia, Materiales naturales, Materiales renovables, Desarrollo rural

1. Introducción

Los bosques de alcornoques (*Quercus Suber*) es una especie que crece de manera endémica en las regiones del Mediterráneo occidental, especialmente concentrado en la Península Ibérica, siendo uno de los mejores ejemplos de desarrollo y conservación equilibrado en el mundo. Tienen un papel fundamental en diferentes procesos ecológicos como la retención de agua, la conservación del suelo y el almacenamiento de carbono (Rives et al., 2013b). El alcornocal es una especie con una larga vida (250-300 años), cuya corteza exterior, el corcho, se caracteriza por su elasticidad, impermeabilidad y buen aislamiento térmico (Pereira, 2007). La extracción del corcho se realiza de una manera sostenible, ya que no se daña el árbol ni se afecta a su biodiversidad. La corteza del alcornocal crece tras cada extracción de corcho, produciéndose este proceso cada 9-14 años, dependiendo de la zona, hasta que el árbol tiene unos 200 años (Pereira and Tomé, 2004).

La producción de corcho es la fuente más importante de ingresos en la agrosilvicultura del alcornoque y es considerado como el elemento clave en la preservación de esos sistemas (Campos et al, 2008). Debido a las posibilidades del material, se ha desarrollado una importante estructura forestal e industrial alrededor de este material tanto en Portugal como en España. Esto ha generado una concentración del mercado global en ambos países, aunque de una manera desigual. Portugal ha experimentado una importante evolución, convirtiéndose en la primera potencia mundial en el sector del corcho, desplazando a España de la posición de líder desde el siglo XVIII. Mientras tanto España se ha especializando en la comercialización de corcho natural, principalmente para exportarlo a Portugal. Aunque en Cataluña sí que se ha desarrollado una potente industria alrededor del tapón de cava, siendo líder mundial en el mercado de estos productos (Rives, 2012a).

Además de las valoradas propiedades intrínsecas del material, el sector del corcho tiene una ventaja competitiva con respecto a otros materiales de la industria muy destacable: la sostenibilidad del propio material. Tras diversos análisis socio-económicos del sector, se identificaron una serie de desafíos que la industria del corcho debía abordar. Entre ellos está la introducción de la ecoinnovación y el ecodiseño en el sector, con el fin de diversificar el mercado, aumentar el aprovechamiento de la materia prima y promover el desarrollo de las zonas rurales. Este trabajo forma parte de la apuesta por el material corcho y su amplio potencial en diferentes mercados, por lo que se ha realizado un trabajo de análisis e identificación de los sectores y aplicaciones potenciales que puede ofrecer el material, según sus propiedades físicas.

2. La ecoinnovación en el sector del corcho

El sector del corcho tiene por delante una serie de desafíos importantes; uno de ellos es la introducción de estrategias de innovación para el sector que ponga en valor sus características intrínsecas; un material natural, renovable y con unas propiedades muy valoradas.

El objetivo principal del trabajo es la identificación de las potenciales aplicaciones que el corcho pueda desarrollar en diferentes mercados distintos al sector vitivinícola, que concentra en su mayoría el mercado del corcho. Esta identificación va en la línea de diversificar el mercado del corcho y sus productos, con el fin de disminuir su dependencia con el mercado del vino y sus fluctuaciones. Además se pretende poner el valor la sostenibilidad del corcho como material natural y renovable, y de qué manera puede colaborar en las estrategias de ecodiseño de disminuir el impacto ambiental de los productos.

Para ello se analizan las propiedades propias del corcho y se comparan con otro tipo de materiales con características o aplicaciones con un cierto grado de afinidad. De esta manera se proponen posibles nuevos productos donde el corcho pueda ser utilizado como material principal o como secundario, tanto en sectores de consumo como en sectores industriales.

3. El ecodiseño en el sector del corcho

La metodología utilizada en el trabajo consiste en la realización de una serie de análisis a diferentes niveles del material corcho y sus aplicaciones, así como la búsqueda de materiales de características similares. Los resultados de estos análisis se procesaron entre sí mediante análisis relacionales. Los análisis del material se centraron en definir las propiedades tanto del corcho y sus actuales aplicaciones. Posteriormente se seleccionaron una variedad de 28 materiales y se compararon sus propiedades con las del corcho, buscando las afinidades entre ellos. A través de la evaluación comparativa se ha valorado la posible sustitución de los materiales analizados por el corcho. Además se han desarrollado diferentes análisis relacionales entre las propiedades y posibles usos del corcho con los diferentes sectores o ámbitos de uso donde esas propiedades son altamente valoradas.

El trabajo se ha desarrollado a través de la realización de las siguientes actividades:

3.1. Diseño de una base de datos de las actuales aplicaciones del corcho y su aceptación en el mercado

En la etapa inicial del trabajo se ha realizado una intensiva búsqueda del nicho de mercado que actualmente tiene el corcho. Las actuales aplicaciones del corcho, centradas en el sector del vino y de la construcción, no requieren de una fabricación con gran complejidad en lo que respecta a los procesos productivos. Son productos con procesos sencillos y que no conllevan tratamientos superficiales que busquen una mejora estética del material. Como las principales aplicaciones que se utilizan del corcho son para productos que utilizan el material con un mínimo de procesado, los procesos de fabricación en el sector del corcho no están muy explotados, y son los productos que están innovando en su uso los responsables de los actuales avances al respecto.

Además de los principales sectores donde el corcho tiene sus aplicaciones habituales, como es el sector vitivinícola, se han incluido novedosas aplicaciones. Estas aplicaciones han sido recogidas en una base de datos, agrupándolas según las propiedades que han requerido del corcho y que posteriormente se analizarán. En la siguiente Tabla (Tabla 1) se puede ver un ejemplo de la clasificación de estos productos (Mestre and Vogtlander 2013, Mestre and Gil 2011, Mestre 2008):











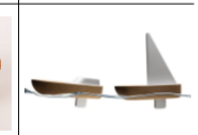



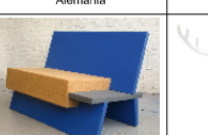



					
Producto Whistler Hogar	Producto Float Iluminación	Producto Corqui Mobiliario	Producto Corqui Hogar	Producto Puf string Mobiliario	Producto Puf string Mobiliario
Sector Hogar	Sector Iluminación	Sector Mobiliario	Sector Hogar	Sector Mobiliario	Sector Mobiliario
Componentes Corcho aglomerado + cerámica	Componentes Corcho aglomerado torneado	Componentes Corcho aglomerado	Componentes Corcho aglomerado	Componentes Corcho aglomerado + acero	Componentes Téxtil de corcho natural impreso
Empresa Matoeramica + Amorim	Empresa Benjamin Hubert	Empresa Corque Pedro Silva Dias	Empresa Corque Fernando Brizio	Empresa Corque Ana Mestre	Empresa Corque Sofia Dias
Diseñador Matoeramica + Amorim	Diseñador Benjamin Hubert	Diseñador Corque Pedro Silva Dias	Diseñador Corque Fernando Brizio	Diseñador Corque Ana Mestre	Diseñador Corque Sofia Dias
País Portugal	País Reino Unido	País Portugal	País Portugal	País Portugal	País Portugal
					
Producto Cortiça chaise longue Mobiliario	Producto Salvamanteles Hogar	Producto Ricardo Rollbag Moda	Producto Pinha Iluminación	Producto Corky bowl Hogar	Producto Boat Juego
Sector Mobiliario	Sector Hogar	Sector Moda	Sector Iluminación	Sector Hogar	Sector Juego
Componentes Corcho aglomerado (hecho a mano)	Componentes Corcho aglomerado	Componentes Textil de corcho + téxtil	Componentes Corcho aglomerado	Componentes Corcho aglomerado y conformado	Componentes Corcho aglomerado + cerámica
Empresa Daniel Michalik	Empresa Escofet	Empresa Lena Hasibether	Empresa Materia Raw Edges	Empresa Vícara Tiago Sá da Costa	Empresa Materia BIG GAME
Diseñador Daniel Michalik	Diseñador Escofet	Diseñador Lena Hasibether	Diseñador Materia Raw Edges	Diseñador Vícara Tiago Sá da Costa	Diseñador Materia BIG GAME
País EEUU	País España	País Alemania	País Portugal	País Portugal	País Portugal
					
Producto Cortiça chaise longue Mobiliario	Producto Cortiça chaise longue Sanitarios	Producto Bench Mobiliario	Producto Corkers Decoración	Producto Funda iPhone Telefonía	Producto Mercedes Benz F-700 Tapicería
Sector Mobiliario	Sector Sanitarios	Sector Mobiliario	Sector Decoración	Sector Telefonía	Sector Tapicería
Componentes Corcho aglomerado con barniz al agua	Componentes Corcho aglomerado	Componentes Corcho reciclado pintado	Componentes Tapón de corcho natural	Componentes Corcho aglomerado	Componentes Téxtil de corcho
Empresa Corque Ana Mestre	Empresa SIMPLEFORMSDESIGN Alzira Peixoto y Carlos Mendonça	Empresa Daniel Michalik	Empresa Reddish Monkey business	Empresa Ryan Frank	Empresa Villani para Mercedes Benz
Diseñador Corque Ana Mestre	Diseñador SIMPLEFORMSDESIGN Alzira Peixoto y Carlos Mendonça	Diseñador Daniel Michalik	Diseñador Reddish Monkey business	Diseñador Ryan Frank	Diseñador Villani para Mercedes Benz
País Portugal	País Portugal	País EEUU	País Israel	País Reino Unido	País Italia

Tabla 1. Ejemplo de la base de datos realizada de productos de corcho en el mercado

El sector que más está innovando en el uso del corcho como material es el de productos y mobiliario para el hogar y la decoración; estos productos van desde accesorios hasta mobiliario, tanto de exterior como interior. En general la mayoría de estos productos están fabricados de corcho aglomerado, el cual proviene de la merma del corcho puro; es decir, de un reaprovechamiento de la materia prima. Existen diversas formas de obtención de este tipo de corcho, el corcho negro, el más común. Para su fabricación no necesita ningún aglutinante ya que la propia resina durante la cocción a 300° hace que se produzca la compactación.

La fabricación del corcho aglomerado permite el diseño de productos con formas orgánicas, ya que en el propio proceso se utilizan moldes a los que se adapta el material. Por lo que es una ventaja de este material con respecto a otros materiales como la madera, muy habitual en sectores como el mobiliario. Al fabricarse mediante moldeo, los moldes pueden usarse repetidamente, permitiendo una fabricación en serie del producto que reducirá los costes de producción. Aunque es importante apuntar que todavía hoy en día el corcho se trabaja de forma muy artesanal, encareciendo el precio final del producto; por lo que se debería dirigir el diseño y la fabricación de estos productos hacia la fabricación en serie y de grandes cantidades.

3.2. - Análisis comparativo de las propiedades del corcho con otros materiales. Gráfico Ashby

Como se ha comentado anteriormente el nicho de mercado del corcho está concentrado y limitado a las aplicaciones que tradicionalmente se han ido desarrollando: tapones para vinos y aislantes para la construcción. Con el objetivo de investigar las potenciales aplicaciones que puede tener el corcho, se deben conocer las posibilidades del material a través de sus propiedades técnicas y concretar sus posibles usos. Por ello en este apartado se han realizado diversos estudios comparativos relacionando el corcho con una amplia muestra de 28 materiales a través de sus características físicas. En la Tabla 2 se resumen las características del corcho.

Propiedades generales	Densidad	120 - 240 kg/m ³
	Precio	1.99 - 9.96 EUR/kg
Propiedades mecánicas	Módulo de Young	0.013 - 0.05 GPa
	Límite elástico	0.3 - 1.5 MPa
	Resistencia a tracción	0.5 - 2.5 MPa
	Alargamiento	20 - 80 % strain
	Resistencia a la fatiga (10 ⁷ ciclos)	0.3 - 1.1 MPa
	Tenacidad a la fractura	0.05 - 0.1 MPa.m ^{0.5}
Propiedades térmicas	Temperatura máx. de servicio	117 - 137 °C
	Conductor o aislante térmico	Buen aislante
	Conductividad térmica	0.035 - 0.048 W/m.°C
	Calor específico	1.9e3 - 2.1e3 J/kg.°C
	Coefficiente de expansión térmica	130 - 230 μ strain/°C
Propiedades eléctricas	Conductor o aislante eléctrico	Pobre aislante
Propiedades ópticas	Transparente/Opaco	Opaco
Otras	Permeabilidad	Resistente al agua
	Acústica	Buen aislante
	Vibración	Buen amortiguador

Tabla 2. Resumen de las características físicas del corcho. Fuente: CesSelector

Para identificar los materiales que presentan características físicas similares a las del corcho, se procede a la representación de estas características en unas gráficas tipo Ashby, los datos de las propiedades de cada material se han obtenido de la base de datos CesSelector. Estos gráficos se representan según los parámetros (x,y) estipulados: Límite elástico en función de la densidad y la conductividad térmica, capacidad calorífica y máxima temperatura de servicio en función del precio de material.

Otras propiedades tan importantes para el corcho; como el aislamiento acústico y térmico, la impermeabilidad y la buena resistencia a los agentes externos; no se han tenido en cuenta debido a tratarse de características no valorables de manera cuantitativa o que dependen de otro tipo de parámetro. Estas propiedades se tendrán en cuenta en una segunda fase del análisis comparativo de los materiales. En la siguiente figura (Figura 1) se muestra una combinación de los 4 gráficos Ashby y donde se pueden observar los materiales más próximos en propiedades al corcho.

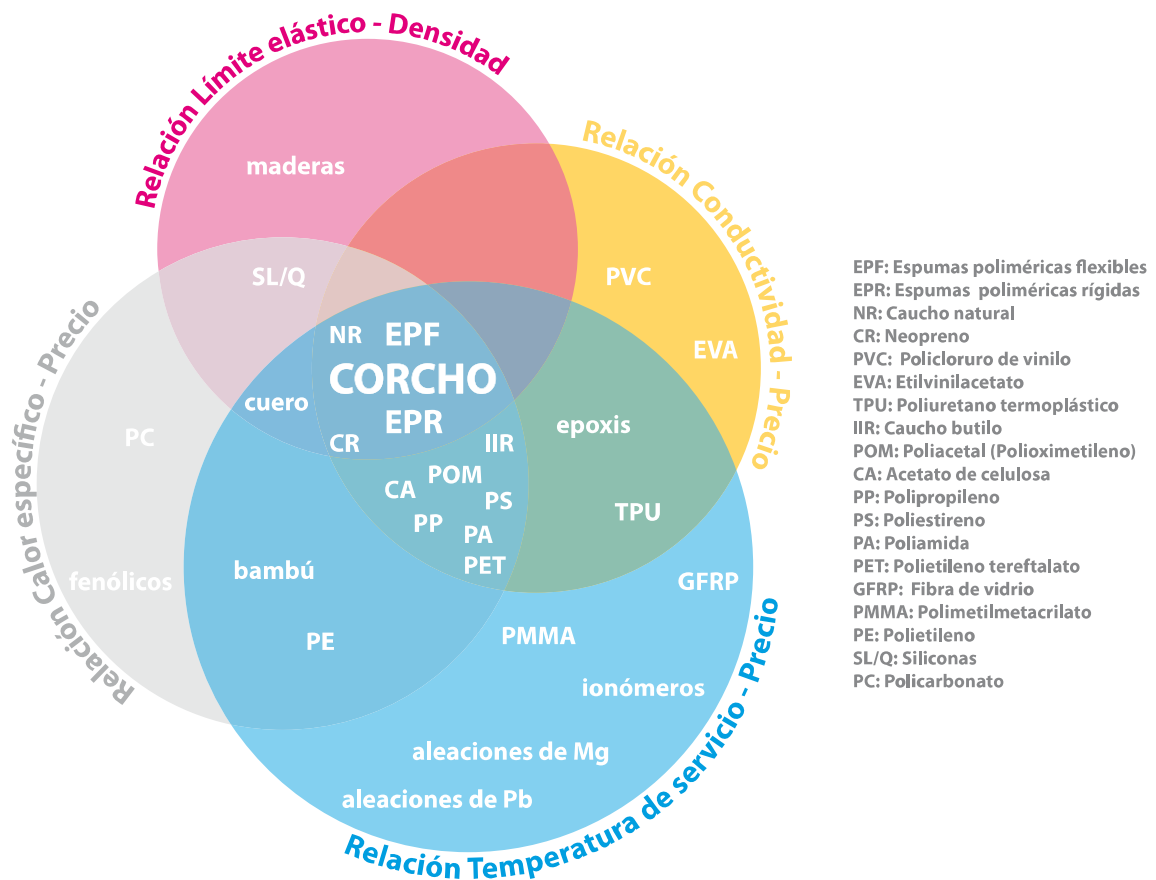


Figura 1. Gráfico Ashby realizado entre el corcho y los materiales seleccionados

Según la el gráfico Ashby de la Figura 1, los materiales más cercanos al corcho son las espumas poliméricas (EPF y EPR), el neopreno (NR) y el caucho natural (CR). En la siguiente tabla (Tabla 3) se resumen las principales aplicaciones de estos productos.

<p>EPR (Espumas Poliméricas Rígidas) Aislamientos térmicos, núcleos para estructuras sandwich, envases y embalajes</p>  <p>EPR LD (Low Density)</p>  <p>EPR MD (Medium Density)</p>  <p>EPR HD (High Density)</p>	<p>EPF (Espumas Poliméricas Flexibles) Material para mobiliario, acolchados, material acuático, embalajes</p>  <p>EPF LD (Low Density)</p>  <p>EPF MD (Medium Density)</p>  <p>EPF HD (High Density)</p>
<p>Neopreno Conducciones de agua, asideros, fundas, equipamiento deportivo</p>    	<p>Caucho natural Material sanitario, equipamiento deportivo, juntas estanqueidad, neumáticos, artículo de moda</p>    

Tabla 3. Principales aplicaciones de los materiales seleccionados

Las **Espumas Poliméricas Rígidas (EPR)** están fabricadas mediante la expansión controlada y solidificación de un líquido (activador) o por colada. Las espumas rígidas están hechas de Poliestireno (PS), Fenolicos, Polietileno (PE), Polipropileno (PE), Polipropileno (PP) o derivados del Polimetacrilato. Son ligeras y rígidas, y sus propiedades mecánicas le convierten en un material dirigido a aplicaciones de embalajes o estructuras ligeras.

Las espumas de celda abierta son utilizadas como filtros, mientras que las de celda están más indicadas para flotación; aunque la aplicación más extendida para este tipo de espumas es como núcleos de paneles sándwich, y más concretamente como aislante térmico (LD, MD, LD), envasados alimenticios (HD, MD) o aislamiento de ruidos y vibraciones (HD).

Las **Espumas Poliméricas Flexibles (EPF)** siguen el mismo proceso de fabricación que las espumas poliméricas rígidas, estando fabricadas con base de Poliuretano (PU), látex (Caucho natural) y elastómeros espumosos. Las espumas poliméricas flexibles tienen una textura más suave y una estructura más flexible. Esto lo hace adecuado para la fabricación de acolchados en el sector textil (MD, VLD) así como también para la fabricación de elementos de protección y embalaje (LD).

El **Neopreno (CR)** se caracteriza especialmente por poseer una química de alta estabilidad, resistencia al agua, al aceite, gasolina y a la radiación UV. Sus propiedades se pueden modificar por copolimerización así como combinándolo con otros polímeros para mejorar sus propiedades.

El **Caucho Natural (NR)** es el producto elastómero más utilizado, siendo el 50% de los productos elastómeros producidos fabricados de caucho natural. Procede del látex, la savia del árbol del caucho, cuando es vulcanizado a través de un incremento de calor con azufre, siendo la cantidad de reticulación la que determine las propiedades físicas.

3.3. Análisis relacional del corcho con los sectores identificados

Esta fase tiene por objetivo la identificación de los mercados donde el corcho puede tener un gran potencial de desarrollo, debido a sus propiedades. Esta fase se realiza teniendo en cuenta los mercados donde los materiales identificados anteriormente (EPR, EPF, CR, NR) tiene sus nichos de mercado más importantes, así como los mercados donde el corcho tiene una testimonial presencia aunque con posibilidades de aumentar.

Alguno de los sectores identificados para las espumas poliméricas, el neopreno o el caucho natural son inviables para el corcho, por ejemplo el del envase y embalaje y el de la automoción, debido en parte a su baja resistencia a la abrasión y al desgaste, aunque principalmente por el precio.

Como se ha comentado anteriormente los sectores que están incorporando últimamente el corcho a sus productos son el sector del hogar y mobiliario, aunque de forma tímida todavía. En la siguiente figura (Figura 2) se resumen las principales propiedades del corcho que centrará la búsqueda de nuevas conceptos de aplicación en los sectores identificados. Algunos de los sectores, como los juegos y la seguridad, a pesar de no haber sido identificados en los anteriores análisis, se han incluido por considerarlos sectores en los que la sostenibilidad y la absorción de impactos son propiedades claves.

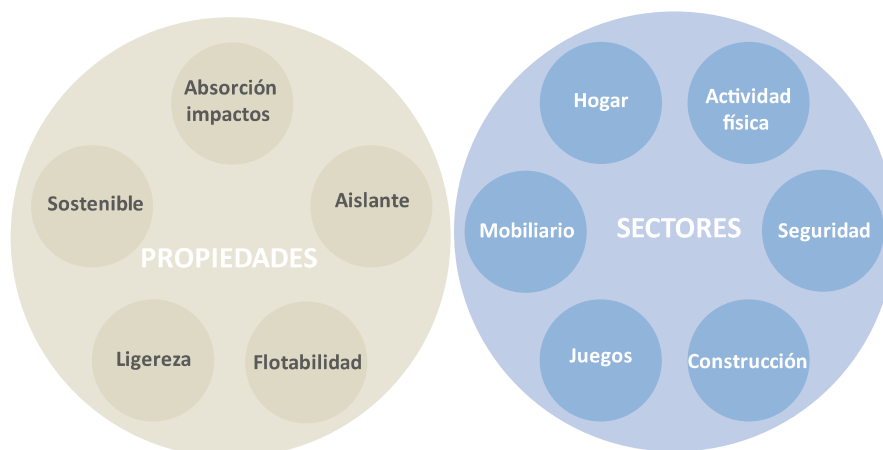


Figura 2. Propiedades y sectores incluidos en los nuevos conceptos de producto

3.4. Nuevos conceptos de producto según propiedades del material y sector del mercado

Tras identificar los mercados potenciales se ha realizado un análisis relacionando las características propias del corcho y las necesidades requeridas por cada uno de los ámbitos de utilización. El objetivo de esta actividad fue identificar aplicaciones potenciales además de las ya obtenidas por análisis anteriores a través de diversas técnicas de creatividad, como el brainstorming, la técnica de las relaciones forzadas o la de analogías. La técnica del brainstorming es una actividad colectiva en la que varias personas ponen en ideas en común como punto de partida para la resolución de un problema. Las técnicas de relaciones forzadas o analogías consiste en relacionar entre sí los parámetros determinados previamente con conceptos totalmente aleatorios en un caso y análogos a factores relativos al uso o al entorno en otros.

El resultado de esta fase se resume en la siguiente tabla (Tabla 4), mostrando posibles nuevos conceptos de producto en corcho según una asociación de parámetros “propiedad-sector”.

Propiedades	Sectores	Nuevo concepto producto
Absorción impactos. Aislante	Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Suelos anti-fatiga y anti-impactos Componente de paneles prefabricados para construcción 
Ligereza	Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Suelos técnicos Componente de paneles prefabricados para construcción 
Absorción impactos	Hogar Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> Protectores anti-golpes Pavimento para zonas infantiles 
Absorción impactos	Actividad física	<ul style="list-style-type: none"> Protectores deportivos 
Flotabilidad	Actividad física	<ul style="list-style-type: none"> Embarcaciones Complementos para la actividad física en el agua 
Flotabilidad	Juegos	<ul style="list-style-type: none"> Juegos para el baño Juegos y accesorios impermeables para los niños 
Sostenible	Juegos	<ul style="list-style-type: none"> Juegos de educación ambiental fabricado con materiales naturales 
Sostenible	Moda	<ul style="list-style-type: none"> Calzado o complementos del sector de artesanía 
Flotabilidad	Mobiliario	<ul style="list-style-type: none"> Bandejas y accesorios para piscina y playa 

Tabla 4. Posibles nuevos conceptos de productos fabricados con corcho

4. Conclusiones

El potencial de los materiales naturales y renovables en las actuales corrientes de desarrollo sostenible es innegable, y sobre todo en ámbitos como el del ecodiseño. El corcho además de ser un material natural y renovable, posee unas características intrínsecas muy destacables, como son su elasticidad, impermeabilidad, baja densidad (ligereza), absorción de impactos o sus propiedades como aislante térmico.

El presente trabajo es parte de una estrategia de diversificación del sector corchero más allá del sector vitivinícola a través de la introducción de la ecoinnovación y el ecodiseño de nuevos productos fabricados con este material. A través de las propiedades del material se han identificado en qué tipo de productos el corcho podría tener posibilidad de ampliar su mercado. Además gracias a su carácter sostenible ese potencial aumenta conforme el mercado al que se dirija posea un público con una alta conciencia ambiental.

Los entornos de aplicación donde el corcho tiene un gran potencial de desarrollo son aquellos donde existe una necesidad de protección de impactos, aislamiento térmico y acústico, aligerar peso o protección frente a ambientes húmedos. Entre esos entornos se han identificado como potenciales los entornos donde sea necesario aislar térmicamente, los entornos acuáticos, tanto recreativos como deportivos; las actividades deportivas de contacto físico, así como aquellos entornos exteriores e interiores donde se necesita protección a los golpes, por ejemplo para el público infantil. Las aplicaciones potenciales del corcho en los entornos identificados son principalmente el aislamiento de fachadas y suelos de edificios, protecciones personales a los golpes, elementos que ayuden a la flotación tanto de otros dispositivos como a personas, así como aquellos productos en los que el corcho les aporte un valor más allá del estético: el de la sostenibilidad. A través del uso de productos cotidianos, productos de moda o juegos, fabricados en materiales naturales y con unos criterios de sostenibilidad, se fomenta el consumo responsable así como una educación de respecto al medioambiente.

Referencias

1. EUFORGEN. Distribution map of cork oak (*Quercus suber*). 2009, www.euforgen.org
2. Mestre, A. 2008. Design Cork: For Future, Innovation and Sustainability. Lisboa: Susdesign
3. Mestre, A., Gil, L. 2011. Cork for sustainable product design. *Ciência & Tecnologia dos Materiais*, Vol. 23, nº 3/4.
4. Mestre, A., & Vogtlander, J. 2013. Eco-efficient value creation of cork products: an LCA-based method for design intervention. *J Clean Prod*, 57, 101-114.
5. Parejo, F. M. 2010. El negocio del Corcho en España durante el siglo XX. *Estudios de historia económica*, (57), 5-127, Madrid: Banco de España.
6. Pereira H., 2007. Cork: biology, production and uses. Elsevier. 336 pp
7. Rives J, Fernandez-Rodriguez I, Rieradevall J, Gabarrell X, 2011. Environmental analysis of the production of natural cork stoppers in Southern Europe (Catalonia — Spain). *J Clean Prod*. 30, 949–57.
8. Rives J, Fernandez-Rodriguez I, Rieradevall J, Gabarrell X., 2012a. Environmental analysis of the production of champagne cork stoppers. *J Clean Prod*. 25, 1-13.
9. Rives J, Fernandez-Rodriguez I, Gabarrell X, Rieradevall J., 2012b. Environmental analysis of cork granulate production in Catalonia — Northern Spain. *Resour Conserv Recycl*. 58, 132–42.
10. Rives J, Fernández-Rodríguez I, Rieradevall J, Gabarell X., 2012c. Environmental analysis of raw cork extraction in cork oak forests in southern Europe (Catalonia — Spain). *J Environ Manag*. 110, 236–45.
11. Rives, J., Fernandez-Rodriguez, I., Rieradevall, J., & Gabarrell, X., 2013a. Integrated environmental analysis of the main cork products in southern Europe (Catalonia–Spain). *J Clean Prod*, 51, 289-298.
12. Rives J, Gasol C M, Sánchez S, Boada M, Garola A., 2013b. The value of ecosystem services of cork oak forests in Catalonia (El valor dels serveis ambientals de la suredes de Catalunya). IC Suro.
13. Silva, S. P., Sabino, M. A., Fernandes, E. M., Correlo, V. M., Boesel, L. F., & Reis, R. L. 2005. Cork: properties, capabilities and applications. *International Materials Reviews*, 50(6), 345-365.