



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

ANEXO 1

Metodología de ecodiseño en productos
deportivos de materiales compuestos

Ecodesign methodology for sport goods
made of composites

Autor/es

Diego Rodrigo Bordetas

Director/es

David Ranz Angulo

Facultad / Escuela
2018



TRABAJO FIN DE GRADO

Metodología de ecodiseño en productos
deportivos de materiales compuestos

Diego Rodrigo Bordetas

0.1 ÍNDICE

<u>FASE 0</u>	Pág. 2
0.2 Planificación.....	Pág. 4
0.3 Origen de la idea.....	Pág. 5
0.4 Objetivos del proyecto.....	Pág. 6
0.5 Glosario de términos.....	Pág. 7

<u>FASE 1</u>	Pág. 8
1.1 Objetivos Fase 1.....	Pág. 9
1.2 Ecodiseño.....	Pág. 10
1.3 Usuarios potenciales.....	Pág. 13
1.4 Metodologías actuales.....	Pág. 15
1.5 Normativa ACV.....	Pág. 18
1.6 Homologación EcoProductos.....	Pág. 21
1.7 Productos deportivos de materiales compuestos	Pág. 22
1.8 Materiales compuestos.....	Pág. 25
1.9 Tablas de surf.....	Pág. 35
1.10 Pala de pádel	Pág. 45
1.11 Conclusiones Fase 1.....	Pág. 53

<u>FASE 2</u>	Pág. 54
2.1 Objetivos Fase 2.....	Pág. 55
2.2 Tipos de ACV.....	Pág. 56
2.3 Software ACV.....	Pág. 58
2.4 Cuestionarios a fabricantes.....	Pág. 63
2.5 ICV Tabla de surf.....	Pág. 72
2.6 ACV Tabla de surf.....	Pág. 74
2.7 ICV Pala de pádel.....	Pág. 80
2.8 ACV Pala de pádel.....	Pág. 82

2.9 Obtención de resultados.....	Pág. 88
2.10 Conclusiones Fase 2.....	Pág. 106

<u>FASE 3</u>	Pág. 107
3.1 Objetivos Fase 3.....	Pág. 108
3.2 Ecomateriales.....	Pág. 109
3.3 Producción de fibras naturales.....	Pág. 122
3.4 Análisis mecánico.....	Pág. 124
3.5 Packaging sostenible.....	Pág. 133
3.6 Márketing y ventas.....	Pág. 137
3.7 ICV Eco Tabla de surf.....	Pág. 139
3.8 ACV Eco Tabla de surf.....	Pág. 141
3.9 ICV Eco Pala de pádel.....	Pág. 147
3.10 ACV Eco Pala de pádel.....	Pág. 149
3.11 Obtención de resultados.....	Pág. 155
3.12 Conclusiones Fase 3.....	Pág. 175

<u>FASE 4</u>	Pág. 176
4.1 Objetivos Fase 4.....	Pág. 177
4.2 Metodología de ecodiseño.....	Pág. 178
4.3 Conclusiones.....	Pág. 190

<u>FASE 5</u>	Pág. 191
5.1 Bibliografía.....	Pág. 192
5.2 Índice de referencias.....	Pág. 196
5.3 Índice de imágenes.....	Pág. 197

0.2 PLANIFICACIÓN

2018 PLANIFICACIÓN

MARZO

L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

ABRIL

L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

MAYO

L	M	X	J	V	S	D
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

JUNIO

L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

JULIO

L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

AGOSTO

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

SEPTIEMBRE

L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

OCTUBRE

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

NOVIEMBRE

L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

DICIEMBRE

L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

FASE 1 : Documentación y estudios previos

FASE 2 : ACV de productos convencionales

FASE 3 : Propuestas de mejora ecoeficientes

FASE4 : Propuesta metodología de ecodiseño

Presentación

0.3 ORÍGEN DE LA IDEA

El aumento de la sensibilización de la sociedad con los problemas crecientes que sufre el medio ambiente debido a las emisiones de sustancias tóxicas en la fabricación de productos, el agotamiento de las fuentes de energía no renovables y la necesidad de establecer un plan concreto de fin de vida para los productos para evitar la acumulación de vertidos al entorno natural, generan la necesidad de lanzar al mercado productos coherentes con dicha corriente de pensamiento que en algunos casos supone una forma de vida para los usuarios.

El deporte asimismo es una actividad profesional y de ocio que se encuentra muy arraigada en la sociedad, y que si embargo en muchas ocasiones no se tiene conciencia ni información acerca del origen de los productos necesarios para la práctica del deporte, o las materias primas que se consumen, así como un desconocimiento general en cuanto al fin de vida de estos productos, que mayoritariamente acaban en la basura general.

Este hecho se ve agravado en los casos que este material deportivo se fabrica a base de materiales compuestos, en los que se incluyen un núcleo sintético, fibras de refuerzo (vidrio/carbono/ poliéster) y resina que aporta consistencia al conjunto, debido a la cantidad de emisiones que se generan en los procesos de obtención de materiales y fabricación de los productos, además de la imposibilidad actual de conseguir un reciclaje efectivo de estos materiales.

Encontramos pues una necesidad que debe ser abordada desde el momento de diseño del producto. Seguir un estilo de vida coherente con el cuidado al medio ambiente nos hace responsables de conseguir un consumo coherente y como diseñadores de producto debemos ser conscientes de las corrientes actuales en la sociedad, los problemas que afectan a esta, y los posibles nichos de mercado que puedan surgir.

En muchas ocasiones el desconocimiento de un método como el ecodiseño impide que se lleve a cabo el diseño de los productos con una mentalidad ecológica. Es por ello que se propone la generación de una metodología generica para los productos deportivos, concretamente los fabricados con materiales compuestos, para poder realizar un rediseño de los mismos y ser lanzados al mercado con la categoría de ecoproductos.



Fig.1 Contaminación oceánica.

0.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El proyecto se basa en el desarrollo y consecución de una metodología de ecodiseño para la aplicación específica a productos deportivos fabricados con materiales compuestos.

Este tipo de productos son muy comunes en el mercado y utilizados por gran cantidad de usuarios que a menudo desconocen el impacto que a lo largo de su ciclo de vida implican en el medio. Principalmente cuentan con una elevada huella de carbono y consumo energético en las fases de obtención de materiales y producción, además de no contar con un sistema eficiente de fin de vida de producto. Sin embargo se realizará un análisis y mejoras de intervención en todas las fases que intervienen en el ciclo de vida del producto.

Se realizará un análisis inicial de los conceptos básicos de ecodiseño, ACV y normativas aplicables. Posteriormente se realizará la aplicación de las diferentes metodologías de trabajo propuestas a dos productos de esta tipología como son una tabla de surf y una pala de pádel. De este modo se podrá comprobar la eficacia y veracidad de los resultados obtenidos tras la aplicación del ACV y las mejoras realizadas a lo largo del rediseño.

El resultado final del proyecto consiste en la obtención de una metodología real de ecodiseño aplicada durante el proceso de diseño de estos productos. Esto ha sido validado tras la verificación de los resultados obtenidos tras la aplicación de las mejoras propuestas en la metodología, y tras la comparación de los resultados de ACV.

El proyecto dirigido por David Ranz Angulo ha sido llevado a cabo junto a la colaboración de productores y proveedores de material deportivo. Me gustaría destacar la colaboración de la empresa 5tx Surf por su amabilidad e interés puesto en el proyecto facilitando toda la información necesaria para llevarlo a cabo.

0.5 GLOSARIO DE TÉRMINOS

A lo largo del proyecto se utiliza terminología específica de análisis de ecodiseño para lo cual se hará uso de los siguientes términos:

- **ACV**: Análisis de Ciclo de Vida. (LCA).
- **ICV**: Inventario de Ciclo de Vida.
- **EICV**: Evaluación de impactos de Ciclo de Vida.
- **HCP**: Huella de Carbono de Producto.
- **ISO**: International Organization for Standardization.
- **NFPCs**: Natural Fiber-Polymer Composites.
- **EoL**: End of life.
- **GWP**: Global Warming Potential.
- **CED**: Cumulative Energy Demand.



FASE 1

DOCUMENTACIÓN Y ESTUDIOS PREVIOS

1.1 OBJETIVOS FASE 1

En la primera fase del proyecto se realizarán diferentes estudios y análisis que permitan introducir al ámbito del ecodiseño y la sostenibilidad aplicada al diseño de productos.

Además se explicará la metodología aplicada durante el transcurso del proyecto, en el cual se aplicarán los diferentes pasos a productos reales existentes en el mercado, con el objetivo de comprobar la validez de la aplicación de la metodología de eco-diseño que será propuesta en la fase final.

El conocimiento de la normativa a aplicar y los pasos necesarios para la consecución de un producto ecológico homologado en el mercado será uno de los apartados más destacados, así como las metodologías actuales aplicadas en el ACV.

En base a ellos se establecerán las bases a trabajar para la consecución de la metodología final de eco-diseño.

1.2 ECODISEÑO

La sociedad actual del primer mundo se ha visto engullida en una tendencia consumista. El consumo se puede definir como una manera de satisfacer unas necesidades o deseos, sin embargo a menudo encontramos casos en los cuales la necesidad es el propio consumo.

Este consumo y el desconocimiento y desinterés del ser humano a cuidar de los recursos naturales de que dispone han conllevado la contaminación de océanos y entornos naturales, así como otros problemas como el cambio climático, la deforestación, el deshielo, etc.

Esto ha llevado a una situación insostenible en el que el ser humano explota todos los recursos que tiene a su alcance sin preocupación del futuro del entorno natural que los proporciona.

Todos los productos y servicios tienen un impacto ambiental, bien sea durante su producción, su utilización o su eliminación. La cuantificación de dicho impacto en la naturaleza es difícil de calcular, pero somos conscientes de la magnitud del problema debido a los cambios continuos que podemos observar en el medio natural. A su vez, el continuo crecimiento económico y demográfico se ven influidos considerablemente por la producción y el consumo de productos.

Las actuaciones medioambientales en el desarrollo y fabricación de producto se han centrado fundamentalmente en la reducción de las principales fuentes de contaminación, tales como las emisiones de gases nocivos, así como la gestión de residuos.

Sin embargo, es evidente que dichas gestiones necesitan complementarse con un enfoque diferente del ciclo de vida de los productos. Con ello garantizamos que los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida se tratan de forma integrada y no se desplazan de un ciclo a otro, complicando la posibilidad de actuación sobre ellos.

El eco-diseño se centra en la integración de aspectos medioambientales en el desarrollo del producto. Por ello se deben establecer unas pautas de diseño que sirvan de guía a los diseñadores que deseen desarrollar sus productos siguiendo esta línea de eco productos, que cuenten con una base de diseño y sirvan para establecer pautas de control y actuación para tener en cuenta las necesidades del medio ambiente en el producto.

El Ecodiseño puede suponer para algunos productores un importante nicho de mercado o una oportunidad de ampliar su cartera de productos llegando a un público diferente del actual, sin embargo, este hecho no debe cegar a los diseñadores que deberán realizar un cambio en su metodología de diseño estándar.

Por tanto cualquier pequeño cambio en el sistema de producción, y por tanto de consumo, pueden suponer un aumento de esta corriente de diseño y desarrollo de productos que una gran cantidad de usuarios ya demanda y sobretodo una mayor sensibilización y conocimiento del problema que el medio natural que nos rodea está sufriendo por la acción descontrolada del ser humano.



Fig. 2 Cigüeña atrapada en bolsa de plástico.

1.2 ECODISEÑO

Ante la situación actual de deterioro medioambiental surgen diferentes propuestas y movimientos que pretenden realizar un cambio en el diseño y desarrollo de productos, aplicando estrategias y conocimientos disruptivos con el objetivo de conseguir mejoras ecológicas.

La economía globalizada, y las diferentes amenazas medioambientales, muchas de ellas aparecidas como consecuencia del cambio climático hacen necesario un cambio de tendencia, pensamiento y política tanto por empresarios, como consumidores. Este es el objetivo principal que la eco innovación se marca como meta a alcanzar.



Fig. 3 Producción en serie.

Se compone de los diferentes métodos de innovación existentes para crear oportunidades de desarrollo que beneficien el medio ambiente con la reducción del impacto generado o con la optimización de los recursos necesarios. Entre las empresas de producción será importante el fomento de la aplicación de los ciclos de vida cerrados como los analizados anteriormente en el eco diseño que supondrán una reducción considerable en los flujos de materiales y energía y por tanto ventajas competitivas para las empresas que lo apliquen en sus procesos.

En este contexto Verónica Gutman y Andrés Lopez en su artículo sobre la producción verde y la ecoinnovación¹, nos realizan un análisis de los desarrollos en los que la ecoinnovación comienza a actuar con propuestas y acciones en los diferentes procesos del ciclo de los mismos. Analizamos sus diferentes conclusiones:

Eco innovación de procesos

Se consideran todos los nuevos métodos de producción o suministro, orientados a reducir el uso de recursos, caracterizados, además por un bajo riesgo y ahorro de costos. La eco innovación de procesos expone mejoras que minimizan el impacto ambiental, tanto en proceso de producción como en cadena de suministro. La aparición de nuevas tecnologías supone un avance importante si se destinan a la mejora de la eficiencia y calidad de un proceso. La innovación de procesos tendrá como objetivo la reducción de los impactos ambientales negativos derivados de las actividades de producción y consumo, a través del reciclaje, la sustitución de sustancias nocivas, la optimización del proceso de producción aplicando un nuevo modelo de ciclo de vida, o la reducción las emisiones de CO₂.



Fig. 4 Proceso contaminante.

1- Gutman, Verónica., López, Andrés., Producción verde y Ecoinnovación (2017), Ecoinnovación y Producción verde, 21-29.

1.2 ECODISEÑO

Eco innovación de productos

Para considerar un producto como eco innovador, debe presentar características en su producción o consumo que minimicen su impacto sobre el medio natural. Cobra por tanto especial importancia el diseño industrial, y el eco-diseño, que por medio de sus recursos, herramientas y metodologías le aporten las características que satisfagan las expectativas del mercado y clientes potenciales. Como se ha comentado anteriormente, el eco-diseño integra criterios ambientales en el diseño de los productos, lo cual permite reducir los impactos ambientales negativos que se pueden producir a lo largo del ciclo de vida del producto. Es por tanto la fase de diseño de los productos la más adecuada para integrar los cambios con el fin de reducir el impacto del producto a lo largo de todo su ciclo de vida.

El diseño de productos o servicios eco-eficientes implica conseguir una desmaterialización, la utilización de materias con menor impacto ambiental, y la reducción de la cantidad de residuos generados por unidad, o su procesado por medio de tecnologías limpias.



Fig. 5 Mercado.

Eco innovación en el flujo de materiales

El objetivo conseguir llevar a cabo un ciclo cerrado de vida en los productos que aparecen en el mercado, de modo que se establezcan sistemas de extracción, consumo, desecho de recursos, y reutilización de materiales en un sistema circular que se retroalimente recuperando el valor existente en los residuos generados al terminar su vida útil.

Eco innovación de comercialización

Se basa en la utilización de un método de comercialización innovador en aspectos de diseño, envasado, posicionamiento, promoción o tasación, manteniendo en todo momento el objetivo de reducir el impacto ambiental. Será necesario mantener una especial atención a las técnicas de marketing, así como la introducción de una marca ecológica o la consecución de una eco-etiqueta para los productos.

Eco innovación en la organización.

Un aspecto que no hemos tenido en cuenta hasta ahora es la eco innovación organizacional que es entendida como la introducción de métodos organizativos y sistemas de gestión para abordar las cuestiones ambientales en la producción y los productos. Se tendrán además en cuenta los sistemas de prevención de contaminación, auditorías y gestiones ambientales de cadenas de valor.

Eco innovación social

Además de todos los aspectos relacionados con la producción y comercialización de los productos es importante tener también en cuenta la eco innovación social, que incluye las dimensiones basadas en el mercado, referidas a cambios en los comportamientos y en los estilos de vida de los consumidores, para asegurar la demanda de productos y servicios ecológicos. Es referido a dicho estudio el mantenimiento de la calidad de vida y bienestar de los consumidores tras el consumo de los productos ecológicos.



Fig. 6 Nuevos medios de transporte.

1.3 USUARIOS POTENCIALES

Tras el análisis realizado anteriormente en cuanto al ecodiseño y la innovación en este ámbito del diseño de producto. El crecimiento progresivo de dicha faceta es el aumento del interés de determinados sectores del mercado en productos de esta tipología.

La economía se rige por el mercado y la ley de la oferta y la demanda arrastra a los clientes a un consumo descontrolado de productos sin siquiera conocer el origen de los mismos o el proceso que se ha llevado a cabo para la fabricación de cualquier objeto o bien comercial.

Resulta difícil pensar que el cambio de mentalidad o la acción puntual de un solo consumidor pueda llegar a suponer un giro drástico de la economía consumista en la que se encuentra sumergida la sociedad actual, sin embargo, poco a poco se está llevando a cabo un proceso de sensibilización mayor que lleva a los potenciales clientes a un cambio paulatino de la mentalidad del consumo descontrolado de materias primas, los procesos productivos nocivos y las repercusiones que las emisiones generadas o la imposibilidad de reciclado de determinados materiales.



Fig. 7 Anuncio WWF.

Ante dicho aumento de la concienciación (paulatino) de la mentalidad social se busca conseguir la generación de productos cuya funcionalidad quede supeditada a los procesos basados en la naturaleza y los efectos que la obtención de dicho producto puede suponer como impacto en el medio.

Los materiales compuestos, están presentes en muchos de los productos de nuestra vida cotidiana, debido a sus características técnicas óptimas para su utilización en piezas estructurales o elementos cuya resistencia debe ser elevada, sin embargo la ligereza juega un factor clave. Es por tanto que podrían ser unos fantásticos materiales para la fabricación de muchos productos, si no fuera por la elevada huella de carbono que generan en su utilización en cualquiera de sus diferentes ámbitos.

Consideramos que como hemos visto muchos de los productos deportivos que se encuentran fabricados en materiales compuestos son susceptibles a sufrir rediseño de los mismos que les permitiera tratarse de eco productos y será necesario conseguir un control en la relación eco-precio ya que en determinados casos este tipo de productos con un elevado precio terminan por influir de manera negativa en la mentalidad del consumidor que se olvida de las ventajas conseguidas por dicho eco producto en cuanto al impacto para la naturaleza en beneficio para su cartera.

1.3 USUARIOS POTENCIALES

Sin embargo es necesaria una mayor sensibilización en el público general y dentro del ámbito del deporte, en cual es muy frecuente la publicitación de marcas y productos por medio de deportistas de alto rendimiento, profesionales o a través de los productos que ellos mismos utilizan.

Encontramos un ejemplo (lejano a la realidad de dicho proyecto) en determinadas marcas de ropa deportiva que cuentan con un nicho importante de mercado en los equipos de fútbol y recientemente han incluido camisetas para dichos equipos fabricadas con materiales plásticos retirados de los océanos, un problema en nuestro entorno que cada vez va en aumento. Éste hecho, por simple que parezca, puede ser determinante para la adquisición del producto por una determinada sección de los clientes que están interesados en el producto y generan una sensibilización mayor en la sociedad.

Las nuevas generaciones que practican deportes de diversas índoles y cada vez va en aumento, son conscientes de la necesidad de cuidar el medio natural con pequeños gestos, y la adquisición de un eco producto funcional para la práctica de deporte es uno de ellos.



Fig. 8 Niños en la naturaleza.

Se deberá llevar a cabo por tanto las campañas de concienciación de modo agresivo por medio de la información añadida al producto o la promoción de los mismos.



Fig. 9 Niños jugando.

No sería conveniente realizar una clasificación o segmentación del mercado actual, por sexo, edad,... ya que los usuarios potenciales de dichos productos pueden ser muy diversos, aunque es consecuente puntualizar que el posible incremento de precio de los mismos puede influir en la adquisición de los mismos por lo que usuarios con una economía estabilizada y una sensibilización asentada acerca de los graves perjuicios que actualmente sufre el medio natural puede ser restrictivo.

1.4 METODOLOGÍAS ACTUALES

Actualmente para la realización de los procesos de ACV existen dos posibilidades. A través de sistema manual, como las matrices o los ecoindicadores muy utilizados hasta la aparición de la tecnología, o a través de software específico del ámbito, que posteriormente se analizará en profundidad.

Sin embargo, existen a nivel científico diferentes metodologías sobre las que se sustentan cualquier tipo de método manual o software de ACV que a continuación analizaremos, tal y como especifica el organismo IHOBE en el artículo sobre el ²Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono:

METODOLOGÍA	FASES DE EICV	CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Ec99 (PréConsultants)	Clasificación Caracterización Normalización Agrupación Ponderación	Carcinogénicos Respiratorios orgánicos Respiratorios inorgánicos Cambio Climático Radiación Destrucción capa ozono Ecotoxicidad Acidificación y eutrofización Uso de suelo Uso de recursos minerales Uso de combustibles fósiles	Sucesor del Eco-Indicator 95. Su desarrollo comenzó con el estudio de asignación de pesos para el Eco-Indicator 95. Se cambió el sistema de evaluación de impactos, agrupándolos en tres niveles de daño: - Daños a la salud Humana. - Daños a la calidad del Ecosistema. - Daños a los Recursos. http://www.pre.nl/eco-indicator99/default.htm
RECIPE (PréConsultants)	Clasificación Caracterización Normalización Agrupación Ponderación	Destrucción capa ozono Toxicidad humana Radiación Smog fotoquímico Formación particulados Cambio Climático Ecotoxicidad al suelo Acidificación al suelo Ocupación suelo rural Ocupación suelo urbano Transformación suelo natural Ecotoxicidad marina Eutrofización marina Eutrofización agua dulce Ecotoxicidad agua dulce Uso de combustibles fósiles Uso de recursos naturales Uso de agua	ReCiPe se desarrolló para combinar las ventajas de los métodos CML2001 y EcoIndicator99. La ventaja del método CML es su solidez científica, mientras que la ventaja del Eco-indicator 99 es su facilidad de interpretación. Con ello, se han mejorado los modelos para el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, acidificación, eutrofización, uso del suelo y agotamiento de recursos naturales. A su vez se han actualizado factores de caracterización para algunas categorías de impacto y para el paso de normalización. http://www.lcia-recipe.net/

2- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2009), *Análisis de ciclo de vida y huella de carbono*, 1-37.

1.4 METODOLOGÍAS ACTUALES

METODOLOGÍA	FASES DE EICV	CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
CML 2001 (CML)	Clasificación Caracterización Normalización Agrupación Ponderación	Agotamiento de los recursos abióticos Cambio climático Destrucción capa ozono Toxicidad humana Ecotoxicidad Smog fotoquímico Acidificación Eutrofización Uso de recurso	Método basado en el anterior CML 1992. El paso de normalización es opcional para ACVs simplificados, pero obligatorio para ACVs exhaustivos. Dispone de valores de referencia para la normalización de los indicadores de las categorías de impacto: A nivel mundial en 1990, a nivel europeo en 1995 y a nivel holandés en 1997. http://cml.leiden.edu/
IPCC (IPCC)	Clasificación Caracterización	Cambio climático	Este método, cuya definición comenzó en 1988, recoge los factores de caracterización para el potencial del calentamiento global directo debido a emisiones al aire. http://www.ipcc.ch/
EDIP/UMIP96 (EDIP)	Clasificación Caracterización Normalización Ponderación	Cambio climático Destrucción capa ozono Acidificación Eutrofización Smog fotoquímico Ecotoxicidad acuática Ecotoxicidad del suelo Toxicidad humana Residuos Uso de recursos	Método cuyo desarrollo comenzó en 1996 en Dinamarca. Los factores de normalización están basados en equivalentes - persona en el año 1990. Para la categoría de uso de recursos, la normalización y ponderación están incluidas dentro de la fase de caracterización, ya que esta categoría se evalúa de manera distinta manera en este método. Los factores de ponderación son definidos como distancia al objetivo por persona para el año 2000. Para la categoría uso de recursos, estos factores están considerados en las fases anteriores, por lo que en este paso se consideran cero. - http://www.wkap.nl/prod/b/0-7923-7859-8 - http://www.wkap.nl/prod/b/0-412-80810-2

1.4 METODOLOGÍAS ACTUALES

METODOLOGÍA	FASES DE EICV	CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
TRACI (EPA US)	Clasificación Caracterización Normalización Agrupación Ponderación	Destrucción capa ozono Cambio Climático Smog fotoquímico Acidificación Eutrofización Efectos cancerígenos Efectos no cancerígenos Polución Ecotoxicidad Agotamiento combustibles Uso del suelo Uso de agua	Desarrollado en 1995, supone una herramienta informática para la evaluación de las 12 categorías de impacto que constituyen el método. Muchas de los mecanismos ambientales que soportan las categorías de impacto están importados de otras metodologías, como Ec99 y CML2001. Aunque TRACI tiene definidos los pasos de normalización y ponderación, a día de hoy no dispone del histórico suficiente de información que le permita realizar estos pasos con suficiente fiabilidad. http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/std/sab/traci/
IMPACT 2002+ (EPFL)	Clasificación Caracterización Normalización Agrupación Ponderación	Toxicidad humana Efectos respiratorios Radiación ionizante Destrucción capa ozono Smog fotoquímico Ecotoxicidad acuática Ecotoxicidad del suelo Acidificación acuática Acidificación del suelo Acidificación y eutrofización del suelo Ocupación del suelo Cambio climático Energías no renovables Uso de recursos	Resulta de una combinación entre las metodologías IMPACT2002, Ec99, CML2001 e IPCC. http://www.epfl.ch/impact

Como podemos comprobar existen gran variedad de metodologías científicas que son específicas en cada caso de determinados aspectos y categorías de impacto ambiental.

Esto genera una gran variedad y diversidad a la hora de elegir la metodología a utilizar para realizar el ACV ya que en función del proyecto a realizar se precisará de una u otra metodología dependiendo de las categorías relevantes para el estudio.

Se deberá especificar en la redacción del proceso de ecodiseño la metodología utilizada y propuesta para los futuros proyectos.

1.5 NORMATIVA ACV

Los análisis de ciclo de vida se encargan del estudio de los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto, (en función del carácter de aplicación del mismo) se tiene en cuenta en el ciclo todos los aspectos que en él influyen, desde la extracción de las materias primas hasta el fin de vida del producto pasando por su posible reutilización o reciclaje de los materiales que lo componen.

En el análisis se computarán por tanto, el consumo energético, las emisiones generadas en cualquier medio o los residuos generados en los procesos de fabricación o reciclaje del producto.

Al tratarse de una contabilidad ambiental y con su consecuente complejidad, se procedió a la redacción de un protocolo normativo establecido por el ISO, entre los cuales actualmente podemos encontrar las siguientes normativas relacionadas con los Análisis de ciclo de vida:

- ISO 14040 (1997): Especificación del marco general, principios y necesidades para la realización de un estudio de ACV sin profundizar en la técnica a utilizar.
- ISO 14041 (1998): Especificación de las necesidades y procedimientos para elaborar la definición de los objetivos y alcance del estudio, y para realizar, interpretar y elaborar el informe de inventario de ciclo de vida (ICV).
- ISO 14042 (2000): Descripción y establecimiento de una guía como estructura general de la fase de impacto del análisis de impacto del ciclo de vida (AICV).
- ISO 14043 (2000): Especificación de las recomendaciones para realizar una correcta interpretación de un ACV o ICV sin especificar las metodologías llevadas a cabo.

Otros documentos relacionados con el ACV como soporte de la elaboración de estudios son:

- ISO TR 14047 (2002).
- ISO/CD TR 14048 (2002).
- ISO /TR 14049 (1998).

La normativa que regula las certificaciones de ecoetiquetas se rige por la norma ISO 14020.

Otras normativas que regulan dicho proceso de análisis de ciclo de vida en otros países son:

- PAS 2050:2011.
Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.
- BP X30-323 (2011).
Principes généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation.
- Product GHG Protocol (WRI/WBCSD, 2011).
- UNE-CEN ISO/TS 14067:2015.
Gases de efecto invernadero. Huella de carbono de productos. Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación.



International
Organization for
Standardization

Fig. 10 Logo ISO.

1.5 NORMATIVA ACV

Como soporte principal de normativa al que el estudio de este proyecto debe acogerse será la norma ISO 14040 (1997).

En la misma se especifican diferentes aspectos para llevar a cabo un correcto ACV de producto regulado por la normativa en cuestión.

Se deben incluir las 4 fases de evaluación de ACV, tal y como indica la norma ISO 14040 (1997)³:

1. Definición del objetivo y alcance.

- El sistema producto en estudio y sus funciones.
- La unidad funcional. (P.ej kg CO₂ eq.)
- El límite del sistema, incluyendo el alcance geográfico del sistema producto.
- Datos y requisitos de calidad de datos.
- Límite de tiempo para datos.
- Suposiciones especialmente para la etapa de uso y para la etapa de fin de vida.
- Asignación de procedimientos.
- Emisiones y eliminaciones de GEI (Gas Efecto Invernadero) específicos.
- Métodos para hacer frente a los problemas que ocurren con categorías específicas de producto.
- Informe de estudio de HCP
- Tipo de revisión crítica.
- Limitaciones del estudio de HCP.

2. Análisis del inventario de ciclo de vida.

El AICV involucra la recopilación y cuantificación de entradas y salidas para un producto a lo largo de su ciclo de vida. Después de las definiciones del objetivo y alcance del ciclo de vida, se deberá conducir de acuerdo a los requisitos en la HCP-RCP

- Recopilación de datos.
- Validación de datos.
- Relación de los datos con los procesos unitarios y la unidad funcional.
- Ajuste de los límites del sistema.
- Asignación.
- Seguimiento del desempeño de HCP.
- Periodo del tiempo para evaluación de las emisiones.
- Tratamiento de las emisiones.

3. Evaluación del impacto del ciclo de vida. (EICV)

En la fase de EICV de un estudio, el impacto potencial del cambio climático de cada GEI emitido y removido por el sistema producto debe calcularse al multiplicar la masa de GEI liberados o removidos por el PGC de 100 años proporcionado por el IPCC en unidades de Kg CO₂ eq. Por kg de emisión.

Cuando los valores de PCG sean corregidos por el IPCC, los valores más recientes deben usarse en los cálculos de HCP. Si no se usan los datos más recientes del PCG del IPCC, se deben manifestar en informe de estudio de la HCP.

³- ISO 14040:1997 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, AENOR

1.5 NORMATIVA ACV

4. Interpretación del ciclo de vida.

La fase de interpretación del ciclo de vida de un estudio de HCP debe comprender los siguientes elementos:

- a. Identificación de las emisiones significativas con base en los resultados de la cuantificación de las fases de AICV y EICV de un HCP.
- b. Una evaluación que considera las verificaciones de los análisis integridad, sensibilidad y coherencia.
- c. Conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

Los resultados de la cuantificación de las fases AICV o EICV de la HCP se deben interpretar de acuerdo al objetivo y alcance de la HCP. La interpretación debe:

- Incluir una evaluación cuantitativa y/o cualitativa de incertidumbre.
- Identificar y documentar en detalle los métodos de designación seleccionados en el informe de estudio de la HCP.
- Identificar las limitaciones del estudio de la HCP. La interpretación debería incluir:
 - Una revisión de la sensibilidad de las entradas y salidas importantes y de las opciones metodológicas, incluyendo métodos de asignación, para entender la sensibilidad e incertidumbre de los resultados.
 - Una evaluación de la influencia de perfiles de uso alternativos del resultado final.
 - Una evaluación de la influencia de los diferentes escenarios de término de vida en el resultado final.

INFORME DE ESTUDIO DE LA HCP

El propósito del informe de estudio de la HCP es documentar los resultados de la cuantificación del estudio de la HCP, para presentar las decisiones dentro de la fase de definición del objetivo y alcance y demostrar que los capítulos de esta Especificación Técnica se han cumplido.

Los resultados y conclusiones del estudio de la HCP deben documentarse en el informe de estudio de la HCP de forma imparcial. Los resultados, datos, métodos, suposiciones y la interpretación del ciclo de vida deben ser transparentes y presentados en detalle suficiente para permitir al lector comprender las complejidades y compensaciones inherentes al estudio de la HCP.

Los métodos de asignación seleccionados deben documentarse en el informe de estudio de la HCP en detalle y los GEI tomador en cuenta deben estar claramente manifestados.

Se deben documentar los valores de GEI por separado, así como las unidades funcionales, flujos de referencia, límites del sistema, criterios de exclusión, enfoques seleccionados, descripciones de datos, suposiciones relevantes y resultados de la interpretación del ciclo de vida.

Como aplicación en el proceso que se llevará a cabo en este proyecto se tratará de cumplir los requisitos aquí descritos, dentro de las posibilidades y capacidad de alcance como Proyecto de Fin de Grado.

1.6 HOMOLOGACIÓN ECO-PRODUCTOS

En la actualidad existen varios organismos encargados de homologar los productos que salen al mercado. Para mantener un control sobre estos productos denominados ecológicos se ha establecido una normativa que regula la concesión de estas homologaciones, la norma ISO 14020.

En ella se especifica el etiquetado ambiental como “un conjunto de herramientas voluntarias que intentan estimular la demanda de productos y servicios con menores cargas ambientales ofreciendo información relevante sobre su ciclo de vida para satisfacer la demanda de información ambiental por parte de los compradores”⁴

Dentro de ella se especifican los diferentes etiquetados según el tipo de declaración que se efectúa.

ISO 14024 – Etiquetado ecológico Tipo I ⁵

Fija los pasos necesarios para el desarrollo de programas de etiquetado ambiental Tipo I, otorgadas por terceras partes imparciales u entidades certificadoras.

En Europa encontramos la Etiqueta Ecológica de la Unión Europea (ECOLABEL), que promueve la comercialización de productos respetuosos con el medio ambiente. Etiquetado que coexiste con certificados a nivel nacional.

ISO 14021 – Etiquetado ecológico Tipo II ⁶

Consisten en autodeclaraciones informativas de algunos conceptos ambientales del producto que lo identifica como ecológico. Son realizadas por el fabricante y pueden encontrarse en las etiquetas o manuales técnicos del producto. Según la norma no se define un símbolo concreto, aunque es recurrente el bucle de Möbius, utilizado tanto para informar que el envase o el producto reciclable, o contiene material reciclado.



Fig. 11 Bucle de Möbius.

ISO 14025 – Declaraciones ambientales Tipo III ⁷

Se trata de un proceso, a través del cual un sector industrial desarrolla una “declaración medioambiental”. Este incorpora la información ambiental sobre el ciclo de vida de un producto, y mostrada como un grupo de categorías con parámetros.

El objetivo de éstas es aumentar la información para el consumidor y atraer a éste con la oferta de un producto con menor impacto ambiental en el mercado. Encontramos un claro ejemplo en las etiquetas de eficiencia energética aplicadas a los electrodomésticos.

Actualmente el sector de los productos deportivos no cuenta con una categoría propia el certificador de ECOLABEL ni cuenta con una declaración ambiental propia del sector, por lo que la propuesta que se realiza en este aspecto a los fabricantes de estos productos es la aplicación de etiquetado ecológico Tipo II, con un autodeclaración informática para el consumidor.

Asimismo podrían surgir propuestas de declaraciones ambientales tipos I o III en función de diferentes necesidades de los fabricantes e interés de los mismos en aumentar su visualización y diferenciación en el mercado.

4 - ISO 14020:2000

Environmental labels and declarations -- General principles.

5- ISO 14024:2018

Environmental labels and declarations -- Type I environmental labelling

-- Principles and procedures

6 - ISO 14021:2016

Environmental labels and declarations -- Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

7 - ISO 14025:2006

Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedures

1.7 PRODUCTOS DEPORTIVOS DE MATERIALES COMPUESTOS

En la actualidad el deporte crece como una actividad no solo profesional, sino también de ocio y recreo.

Son muchos los que cada vez más se aficianan a un deporte por diversión, mantener la forma física o competición. Y la gran variedad de deportes que cada vez crecen a su vez (aparte de los más conocidos y practicados: fútbol, baloncesto,...) genera un aumento en algunos de ellos del material necesario para su práctica.

La tecnología y los nuevos materiales han llegado al deporte para quedarse. Con ello se consigue optimizar sobre manera los resultados de los deportistas y facilitar la práctica de los mismos debido a sus buenas cualidades técnicas de resistencia, impacto y ligereza.

Y por ello comprobamos con frecuencia parecen nuevos productos de esta tipología fabricados con materiales compuestos, en algunos casos de nueva creación y en otros de rediseño de productos que anteriormente estaban fabricados en madera metal o plástico.

Realizamos la revisión de algunos de los más utilizados y comunes en el mercado, productos cotidianos que en muchos casos no somos conscientes de su origen y producción.



Fig. 12 Palos de hockey.



Fig. 13 Kayak.

1.7 PRODUCTOS DEPORTIVOS DE MATERIALES COMPUESTOS

- Raquetas tenis /pádel.
- Tablas snow
- Skis
- Tablas de surf
- Espinilleras
- Canoas
- Kayaks
- Skates
- Remos
- Coches de competición
- Bicicletas
- Cascos deportivos
- Botas de fútbol
- Botas de Ski
- Balones de todo tipo de especialidad deportiva
- Pértigas
- Testigos
- Sticks hockey
- Palos de golf
- Bates de beisbol
- Porterías y canastas
- Pistas de atletismo o recubrimientos sintéticos.
- Y un largo etc.



Fig. 14 Tabla de Snowboard.



Fig. 15 Cuadro de bici.



Fig. 16 Tabla de surf.

1.7 PRODUCTOS DEPORTIVOS DE MATERIALES COMPUESTOS

El creativo diseño y elevada funcionalidad de los productos deportivos ha permitido la integración de estos nuevos materiales compuestos aumentando sus propiedades y mejorando las cualidades de los jugadores y facilitando la práctica de determinadas actividades que requieren de una elevada técnica y exigencia física.

La ligereza de los éstos materiales reducen el peso final de los artículos finales como puede ser el caso de las raquetas de tenis o las tablas de Snow, o surf, cuyo material originario era la madera con cualidades físicas mucho inferiores que suponían al deportista en muchas ocasiones un impedimento en la correcta práctica y provocaban el aumento de lesiones.

Se ha conseguido aumentar en elevado grado la reducción de lesiones y la seguridad de los participantes en modalidades de elevadas velocidades como podemos comprobar en el automovilismo, en el cual determinados componentes estructurales y elementos de protección del piloto se fabrican en materiales compuestos con un elevado grado de resistencia y protección para él, mejorando además la aerodinámica del vehículo.

El ámbito de los materiales compuestos no deja de crecer en todos los ámbitos, no solo en el deportivo, el cual se trata de una disciplina más de las muchas en la cuales tiene aplicación, y con el desarrollo de nuevas tecnologías de producción y fabricación es posible la generación de nuevos compuestos que superen los actuales.

Sin embargo no se tiene en cuenta en muchas ocasiones el elevado impacto que esto supone para el medio y el problema que suponen dichos productos al finalizar su vida útil debido a su imposibilidad de reciclaje o reutilización.

Urge encontrar un método funcional que sea capaz de dar salida a la gran cantidad de productos desechados de esta tipología.

En este proyecto se realizará el análisis del ACV de dos productos genéricos de esta tipología con el objetivo de obtener datos específicos de dichos análisis, generar propuestas de mejora para su completo ciclo de vida y establecer una metodología específica para el rediseño desde un prisma ecológico de estos productos. Éstos serán una tabla de surf y una pala de pádel.



Fig. 17 Producción tabla de surf.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

A lo largo de este proyecto se analizarán y propondrán mejoras enfocadas al ecodiseño de productos deportivos fabricados con materiales compuestos. Se considera importante conocer desde un primer momento los diferentes materiales existentes y los procesos de fabricación utilizados para su conformado.

Los definidos como materiales compuestos son aquellos que se forman por la unión de dos o más materiales y que dicha unión les confiere de unas características específicas, de las cuales por separado no disponen.

Se encuentran por tanto materiales con excelentes características de resistencia a diferentes esfuerzos, rigidez, rendimiento a temperaturas elevadas, resistencia a la corrosión, aislantes eléctricos y de peso ligero.

A pesar de contar con características excepcionales su aplicación en productos se encuentra restringida en cierto modo por su elevado precio, su dificultad de fabricación, la mala reciclabilidad de los mismos o su elevada huella de carbono.

Conocemos algunos de los materiales de esta tipología más utilizados en los productos deportivos que componen el hilo conductor del proyecto.

1.8.1.- RESINAS

Son utilizadas en sistemas de materiales compuestos que requieren de:

1. Buenas propiedades mecánicas
2. Buenas propiedades adhesivas
3. Dureza
4. Resistencia a la degradación ambiental

La alta adherencia entre la resina y fibras de refuerzo será necesaria para cualquier conjunto fabricado con materiales de resina. Esto asegurará que las cargas son transferidas de manera eficiente y prevendrán la rotura de la fibra cuando esté sometida a esfuerzos

Resulta complicado realizar mediciones de dureza de materiales compuestos. Sin embargo podemos comprobar algunos datos en diferentes gráficas tensión deformación.

Por lo general, a mayor deformación que admita la resina, mayor resistencia a la rotura dispondrá, y ala inversa. Resultará por tanto importante tener en cuenta esta propiedad con la elongación de las fibras de refuerzo.

Otro de los aspectos requeridos por los sistemas de resinas son la buena resistencia a los agentes meteorológicos y a sustancias corrosivas, mientras es sometido a ciclos de esfuerzo.

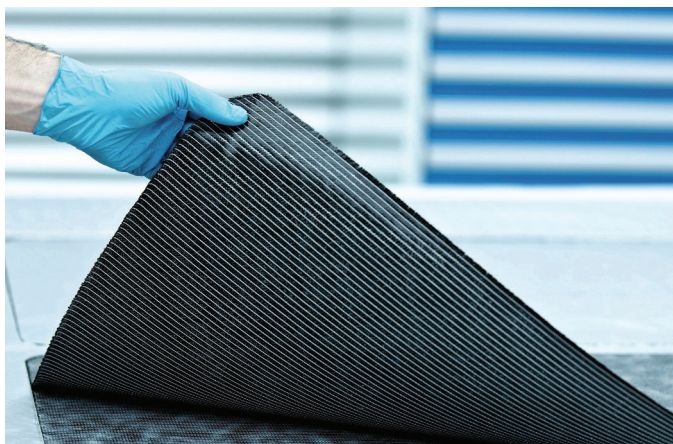


Fig. 18 Fibras de carbono.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

Algunos tipos de resinas utilizados son:

Resinas Poliéster

Son las más utilizadas en los productos que cuentan con refuerzos de resina. La mayor parte de resinas de poliéster son líquidos viscosos, de tonalidades pálidas, que consisten en una solución de un poliéster en un monómero que es por lo general estireno. La adición de estireno, ayuda a hacer la resina más fácil para manejarse por reduciendo su viscosidad. Estas resinas por lo tanto pueden ser moldeadas sin el empleo de presión y son denominadas de contacto o de baja presión.

A menudo son utilizados materiales de relleno con resinas de poliéster, para reducir el coste y facilitar el proceso del moldeo, o para aportarle propiedades específicas a dicho proceso.

Resinas Viniléster

Este tipo de resinas son similares estructuralmente a las poliéster analizadas anteriormente, sin embargo estos productos cuentan con una mejor resistencia al agua y a diferentes agentes químicos, y por tanto es utilizado a menudo para la fabricación de tuberías, depósitos o tanques de líquidos.

Resinas Epoxy

El grupo de resinas epoxy representa los productos de mayor rendimiento de esta tipología. Esto es debido a que superan a todos los modelos analizados previamente en términos mecánicos, de resistencia, degradación ambiental,... Son a menudo utilizados como material de construcción naval, o como sustitución y reparación de productos dañados por efectos de humedad o químicos.

Comparamos finalmente los 3 modelos de resinas analizados con sus ventajas e inconvenientes.

Poliésteres ⁸	Ventajas <ul style="list-style-type: none">- Fácil uso- Producto más barato del mercado	Desventajas <ul style="list-style-type: none">- Propiedades mecánicas moderadas- Altas emisiones de estireno- Elevada contracción en curado- Rango limitado de tiempo de trabajo
Vinylésteres	Ventajas <ul style="list-style-type: none">- Alta resistencia a químicos e inclemencias del tiempo.- Propiedades mecánicas superiores a los poliéster	Desventajas <ul style="list-style-type: none">- Proceso de post curado necesario para aumentar sus propiedades.- Alto contenido en estireno- Precio superior al poliéster- Elevada contracción en curado
EPOXY	Ventajas <ul style="list-style-type: none">- Altas propiedades mecánicas y térmicas- Alta resistencia al agua- Larga vida útil- Baja contracción en curado	Desventajas <ul style="list-style-type: none">- Precio superior al vinyléster- Mezclado crítico- Manejo corrosivo

8- SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites,

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

RESINAS EPOXY

Anteriormente hemos podido comprobar los tipos de resinas existentes en el mercado actual y utilizadas para la fabricación de productos de materiales compuestos, sin embargo, realizamos un especial análisis de las resinas epoxy, las más utilizadas en la fabricación de material deportivo por sus buenas condiciones y relación calidad-precio.

Las resinas epoxy son polímeros termoestables endurecidos tras el proceso de mezclado con un catalizador. Las más utilizadas en fabricación de productos son las generadas a base de reacción entre epiclorohidrina y bisfenol A.

El Bisfenol A Es un compuesto orgánico obtenido en base a fenol y acetona. Es muy utilizado en la fabricación de plásticos y resinas, sin embargo, se le atribuyen bastantes propiedades tóxicas, que por consiguiente, podemos encontrarlas en las resinas epoxy y en la fabricación de los productos de materiales compuestos suponiendo un impacto en el medio ambiente.⁹

Las principales características de las resinas epoxy son ¹⁰:

- Buena resistencia mecánica.
- Buena resistencia química y a fluidos corrosivos.
- Buen aislamiento eléctrico.
- Resistencia a la humedad.
- Resistencia a temperaturas elevadas.
- Adherencia óptima.
- Contracción en curado limitada.
- No se generan pérdidas de volátiles en el curado.
- Alta estabilidad en el curado.
(no se producen roturas)

La familia de las resinas tipo DER son las más utilizadas en nuestro país. Éstos son algunos de los tipos que podemos encontrar en el mercado según su equivalente epoxídico y viscosidad.

TIPO ¹¹	EQUIVALENTE EPOXÍDICO	VISCOSIDAD (cps) 25°C	FAMILIA
DER 330	176-185	7000-10000	Bisfenol A
DER 331	182-192	11000-14000	Bisfenol A
DER 354	158-175	3000-5500	Bisfenol F
DER 351	169-181	4500-6500	Bisfenol A / F
DER 352	172-181	5700-7700	Bisfenol A / F
DER 356	170-190	6500-8500	Bisfenol A / F
DER 321	180-188	500-700	Bisfenol A + Diluyente reactivo
DER 324	195-204	600-800	Bisfenol A + Diluyente reactivo
DER 353	190-200	800-1000	Bisfenol A / F + Diluyente reactivo

9- http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_05_Bisphenol_A_Nov09_sp.pdf (Consultado: 08/04/2018)

10- SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 8-21.

11- Diseño y Desarrollo de materiales compuestos, Material didáctico asinatura EINA.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

Éstos son sólo apenas algunos de los modelos más utilizados, sin embargo se puede lograr una amplia gama de productos en función de la incorporación de modificadores que pueden variar la versatilidad y utilidad de las resinas. Estos modificadores son:

Flexibilizadores

Su función principal se basa en la reducción de la rigidez del sistema de resina. Gracias a ello se consigue que el producto pueda sufrir deformaciones bajo carga.

Diluyentes

Su función principal es la reducción de la viscosidad del sistema, facilitando su aplicación y aumentando la capacidad para el contenido de cargas inertes. Los diluyentes pueden ser cargas inertes que reducen la viscosidad de forma muy apreciable, sin embargo los más utilizados son los diluyentes reactivos.

Cargas

Su función principal consiste en la reducción de precio del sistema. Se suelen incorporar a la resina o al catalizador, y en ocasiones pueden llegar a formar parte del 80% del producto. Encontramos diversos ejemplos, como mica, cuarzo, sílice, grafito, fibra de vidrio,... Determinados agentes propios de las cargas pueden aportar al sistema una estructura capaz de soportar elevados esfuerzos cortantes.

Pigmentos

Su función principal es la variación o mejora del aspecto de la resina en función del requerimiento del cliente o del producto a fabricar. En algunas ocasiones la modificación se realiza con otras resinas aumentando las propiedades del conjunto de resina al unirse las ventajas de ambos sistemas, como sucede con las resinas de poliéster y acrílicas.

Como anteriormente hemos comentado, las resinas epoxy están formadas mayormente por Bisfenol A (BPA). Dicho componente resulta tóxico al tratarse de un químico disruptor endocrino. Este componente es capaz de alterar las funciones hormonales de cualquier especie animal, incluida la humana, y por tanto se deberá tomar especial precaución durante su utilización.

En el mercado mundial de productos plásticos se está restringiendo cada vez más la utilización de productos que contienen este componente químico, sobre todo en aquellos dirigidos a usuarios de corta edad, como bebés.

En el caso de la utilización de las resinas epoxy para la fabricación de material deportivo, pueden generarse emisiones de BPA durante el proceso de curado, por lo que los fabricantes deberán tener especial precaución con la colocación de mascarillas que eviten su inhalación.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

Tras el análisis realizado en varios artículos de la red ¹², podemos concluir que resulta realmente complicado la estimación de las emisiones totales de BPA durante la aplicación de resinas en otros productos. Esto es debido a los siguientes inconvenientes:

- Existen diferentes tipos de resinas que contienen proporciones diversas de BPA. Sin embargo, no es posible calcular la cantidad de resinas epoxy producidas en Europa en base a la cantidad de BPA utilizado para la producción. Teniendo en cuenta además la imposibilidad de estimar la cantidad de resinas producidas y exportadas en Europa.
- Encontramos varias aplicaciones en las que las resinas epoxy son utilizadas para la protección superficial. En función de dichos requerimientos, los sistemas de resinas contarán con diferentes concentraciones residuales de BPA con grandes variaciones en dichos rangos.
- No es posible realizar el cálculo de la cantidad de resinas utilizadas en pinturas plásticas o lacas para la aplicación individual. Además no se conoce la composición de dichos productos en la fabricación de la materia prima.
- Existen condiciones en las que las emisiones de BPA se comporta de manera diferente como es el caso de los materiales de protección para productos destinados a ser utilizados en el mar. En dichas ocasiones, el contacto directo con el agua salada puede incrementar exponencialmente la emisión comparada con las emisiones generadas por el contacto con agua dulce o agua de lluvia.
- Para determinadas aplicaciones no se tiene en cuenta el contacto directo con agua, como sucede con los materiales compuestos o adhesivos.

- Pueden ocurrir emisiones por usuarios no profesionales.
- Existen vertidos de basura contaminadas con resinas epoxy que suponen emisiones al medio ambiente y no se pueden llegar a contabilizar.

A pesar de no poder estimar a ciencia cierta las emisiones totales de BPA en los productos y el impacto que generan en el medio ambiente, conocemos que la incineración de los productos que contienen dicho componente químico (BPA) lo destruye en su totalidad y no genera emisiones al aire.

Se deberá tener cuidado en cualquier caso con los residuos generados tras la incineración que podrían contener alguna traza de BPA incluso.

12-http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_05_Bisphenol_A_Novo9_sp.pdf
- https://es.wikipedia.org/wiki/Bisfenol_A
- https://es.factsaboutbpa.org/_onelink_/americanchemistry/projects/americanchemistry/enus2esla/pdfs/sites/default/files/About%20BPA%20Epoxy%20Resins.pdf
(Consultados: 08/04/2018)

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

1.8.2.- REFUERZOS

¹³ Los materiales de refuerzo son en los composites los encargados de aumentar las propiedades mecánicas del sistema. Los diferentes tipos de fibras utilizados aportan propiedades y características muy diversas y son utilizadas en función del destino final en el que vaya a ser utilizado el producto.

Sin embargo, las fibras individuales solo pueden ser fabricadas por unos procesos determinados como el bobinado de filamentos. Para la mayor parte de productos se utilizan telas de fibras que hacen mucho más sencillo y rápido el proceso de fabricación de los mismos.

Los diferentes tipos de materiales, las orientaciones de las hojas de fibra o los trenzados de las propias fibras entre sí aportarán al material diferentes características que aportan una gran variedad de posibilidades para esta tipología de productos.

La interacción superficial de fibra y resina es controlada por el grado de vinculación que existe entre los dos. Esto será influenciado por el tratamiento dado a la superficie de fibra, y a los diferentes tratamientos superficiales.

El diámetro de las fibras será otro factor importante a tener en cuenta, ya que a menor diámetro de los hilos (productos más caros) se consigue telas de fibra con mejores propiedades de resistencia para el producto.

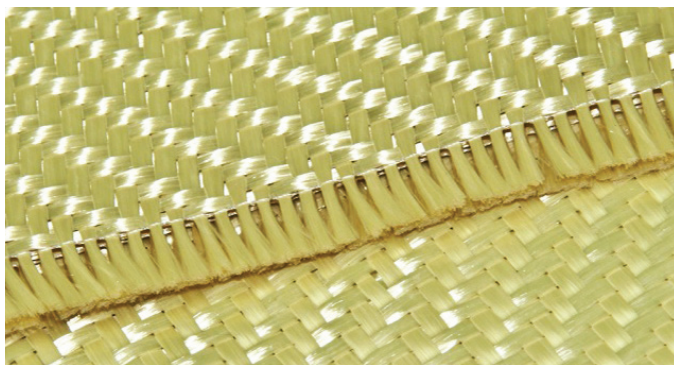


Fig. 19 Aramidas.

Analizamos algunos de los productos de esta tipología que encontramos en el mercado.

Fibra de vidrio

Las fibras de vidrio pueden ser de 5-24µm de diámetro, y dependiendo de los materiales utilizados en la mezcla para su fabricación es posible obtener diferentes modelos para productos muy diversos:

E-Glass: Buenas propiedades de tracción, compresión y rigidez, así como buenas propiedades eléctricas y precio asequible. Muy utilizada en compuestos de matriz polimérica.

C.Glass: Mejores resistencias químicas, muy utilizadas en refuerzos superficiales de tuberías y tanques de compuestos químicos.

R,S o T-Glass: Productos con mejor límite de resistencia a la tracción. Desarrollado para industria aeroespacial y armamentística, su precio es elevado.

Aramidas

Modelos de fibra sintética fabricada haciendo girar la fibra por inmersión en productos químicos. Cuentan con una elevada resistencia a impactos y a las altas temperaturas. Utilizadas en productos balísticos y aeroespaciales.

Fibra de carbono

Fibra sintética compuesta por filamentos de 5–10 µm de diámetro fabricada a base de poliacrilonitrilo. Sus buenas propiedades mecánicas y su ligereza y baja densidad, así como alta resistencia al impacto lo convierten en un material muy óptimo para algunos productos. En la mayor parte de sus aplicaciones se encuentra junto con resinas epoxy. Se utiliza comúnmente en la industria automovilística, aeronáutica y naval.

¹³- SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 23-40.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

Analizamos algunas de las propiedades básicas de las fibras utilizadas en los materiales compuestos y otros materiales utilizados en ingeniería.¹⁴

Material Type	Tensile Str. (MPa)	Tensile Modulus (GPa)	Typical Density (g/cc)	Specific Modulus
Carbon HS	3500	160 - 270	1.8	90 - 150
Carbon IM	5300	270 - 325	1.8	150 - 180
Carbon HM	3500	325 - 440	1.8	180 - 240
Carbon UHM	2000	440+	2.0	200+
Aramid LM	3600	60	1.45	40
Aramid HM	3100	120	1.45	80
Aramid UHM	3400	180	1.47	120
Glass - E glass	2400	69	2.5	27
Glass - S2 glass	3450	86	2.5	34
Glass - quartz	3700	69	2.2	31
Aluminium Alloy (7020)	400	1069	2.7	26
Titanium	950	110	4.5	24
Mild Steel (55 Grade)	450	205	7.8	26
Stainless Steel (A5-80)	800	196	7.8	25
HS Steel (17/4 H900)	1241	197	7.8	25

Fig. 20 Propiedades mecánicas de fibras para materiales compuestos.¹⁴

Los tipos de tela de fibra son clasificados por la orientación de las fibras, y por los diferentes métodos de fabricación utilizados para mantenerlas unidas.

Telas unidireccionales

Son aquellas telas, cuya mayoría de fibras se orientan en una única dirección. Una pequeña cantidad de fibra u otros materiales pueden disponerse en diferentes direcciones, con el objetivo de sostener las fibras primarias en la posición original, aunque otras fibras también puedan ofrecer propiedades estructurales.

Telas 0/90°

Utilizadas en aquellos productos que requieren más de una orientación de fibra para incrementar su resistencia. Combinan orientaciones a 0° y 90°. Según las uniones entre las fibras podrán ser modelos plain, twill, satin, basket, leno, o mock leno.

Telas multiaxiales

Estas telas consisten en una o varias capas de fibra superpuestas, sostenidas por una costura secundaria no superficial. Las fibras principales pueden ser cualquiera de las fibras estructurales disponibles en cualquier combinación. Sus ventajas principales son las mejores propiedades mecánicas que los modelos analizados anteriormente, así como la facilidad de aplicación en la fabricación de los productos ya que se optimiza el tiempo al aplicar varias capas de fibra simultáneamente.

¹⁴- SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 33.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

1.8.3.- NÚCLEOS

¹⁵Puede conocerse que la resistencia a flexión de cualquier panel compuesto es proporcional al cubo de su grosor, por lo que se introducen núcleos en el interior de los productos fabricados de materiales compuestos con el objetivo de aumentar la distancia entre las superficies de fibra que supondrán un aumento de inercia del conjunto, y por tanto y aumento sustancial del valor mencionado de resistencia a flexión con un pequeño aumento de peso total.

Existen varios tipos de núcleos, dependiendo del material de fabricación de los mismos.

Núcleo foam

Son uno de los modelos más utilizados en el mercado. Pueden ser fabricados de diferentes materiales sintéticos (PVC, PS, PU, PEI, SAN, etc.) y pueden disponerse en diferentes densidades, desde 30 kg/m³ hasta 300 kg/m³ y en grosores entre 5 hasta 50mm

Núcleos en forma de panal (honeycomb)

Se trata de núcleos especialmente destinados a aumentar las propiedades mecánicas del conjunto por la elevada resistencia y dureza que son capaces de aportar. Pueden encontrarse modelos de diferentes materiales dependiendo su funcionalidad.

- Núcleos de PP, caracterizados por su ligereza, muy utilizados en aplicaciones marinas.
- Núcleos de Nomex, fabricados con fibras de aramida se aplican en usos comerciales de marina de alto rendimiento.

- Núcleos de Kevlar, fabricados con fibras de para-aramida, son una nueva generación de los productos Nomex, los cuales mejoran sus funciones de resistencia-peso, rigidez y fatiga.

- Núcleos de aluminio, utilizados en las aplicaciones más exigentes (aplicaciones comerciales y especificaciones militares), aportan una excelente resistencia a la corrosión, y una alta proporción de rigidez-peso.

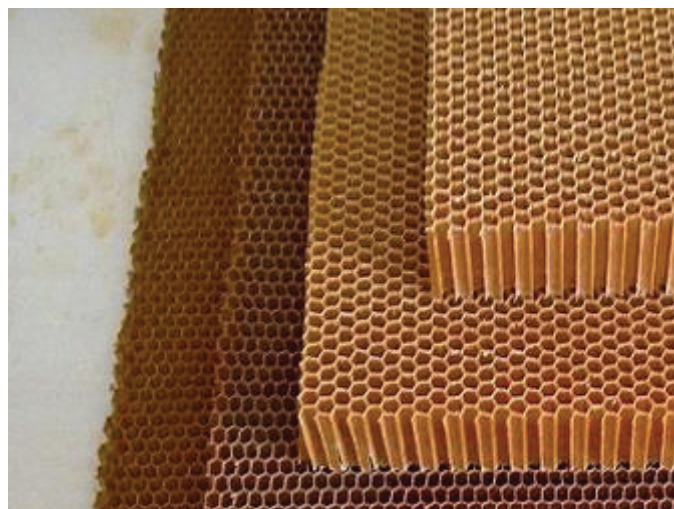


Fig. 21 Núcleos Nomex.

Núcleos de madera

Son los únicos núcleos naturales y en algunas disposiciones pueden ofrecer características similares a los productos sintéticos. Serán necesarios diferentes tratamientos químicos que los protejan de humedades y posibles pudrimientos.

Son utilizadas en conjuntos que no requieren de altas propiedades mecánicas y su principal desventaja es la alta absorción de resina en el proceso de fabricación. Los materiales más utilizados son madera de balsa y cedro.

¹⁵- SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 41-44.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

APROVECHAMIENTO MATERIALES COMPUESTOS FUERA DE USO

Una vez conocidos la variedad existente en el mercado de materiales compuestos, analizamos los aspectos que influyen en el proceso de diseño y fabricación de los productos. El principal inconveniente de estos materiales se encuentra en la huella de carbono generada en su fabricación y desecho de los mismos, ya que su reciclado y aprovechamiento posterior una vez terminado su ciclo de uso resulta complicado por su morfología y componentes. Los materiales cuya matriz es termoestable:

- No pueden ser reprocesados mediante procesos de refundición.
- Desechos contaminados y a menudo con insertos metálicos o rigidizadores en su interior.
- Alto contenido de minerales inorgánicos como la fibra de vidrio, de propiedades muy distintas a la matriz, dificultan sobremanera los procesos de reciclado.

Resulta interesante el proceso de recuperación de los desperdicios de fibras de carbono, ya que económicamente el precio de este material es superior a otras fibras como la de vidrio. Será posible por tanto realizar dos clasificaciones de productos en función del tipo de refuerzo del que disponen. Éstos serán, en primer lugar, los fabricados en fibra de carbono, y por otro lado los fabricados en otras fibras, principalmente de vidrio.

Dicha clasificación permitirá aplicar tratamientos diferentes según las necesidades de los productos para llevar a cabo su recuperación. Aquellos fabricados con fibras continuas será necesario recuperar las fibras de forma larga, sin embargo muchos de los tratamientos aplicados para la reobtención de materiales compuestos óptimos para su reutilización son basados en fragmentación y reducción del tamaño de los mismos, por lo que dichas fibras cortas solo podrán ser reutilizadas en productos de dicha categoría.

Composites de carbono

Los materiales compuestos fabricados con fibra de carbono, pueden tener orígenes muy diversos y por tanto pueden consistir en fibras, tejidos, preimpregnados y laminados curados. En su mayoría son productos preimpregnados que por medio de tratamientos como la extracción de la resina y el cortado de las fibras pueden ser reciclados. Pueden ser:

- Preimpregnados utilizables como restos de bobinas.
- Prepreg polimerizado, normalmente en forma de bobina.
- Composites de carbono en forma de piezas y moldes fuera de uso.
- Tejidos de carbono y bobinas de hilo sin mezclar con resina.
- Polvo de composite de carbono obtenido en los procesos de fabricación.

La mayoría de éstos productos suelen estar impregnados con resinas epoxy.

Composites de vidrio

Forman la mayoría de los productos fabricados con materiales compuestos, ya que es posible encontrarlos en infinidad de aplicaciones. Pueden presentarse en las siguientes modalidades:

- Composites de vidrio transformados en piezas y moldes.
- Prepreg en estado B, en su mayoría restos de bobina.
- Tejidos vírgenes, restos de bobinas y rollos de MAT.
- Polvo de composite obtenido en los procesos de fabricación.

1.8 MATERIALES COMPUESTOS

PROCESOS

¹⁵Los procesos que permitirán la reutilización de estos materiales varían dependiendo de sus propiedades físicas y características de cada conjunto.

En el caso de materiales polimerizados, se deberá reducir su tamaño a fragmentos de hasta 50-100 milímetros para, posteriormente obtener por medio de filtrados y tamices las fracciones de fibra o de resina. Estos procesos de fragmentación y filtrado requieren de un elevado aporte energético para poder obtener los resultados deseados.

Con los materiales fragmentados se procede a realizar un proceso de termólisis en el cual se somete a los materiales a altas temperaturas con objetivos diferentes, como aprovechamiento energético, recuperación de fibra o incluso pirólisis para la recuperación de aceites de resinas.

El primero de estos métodos no es un procedimiento para la recuperación del material, pero cuenta con una elevada eficiencia térmica, es preciso tenerlo en consideración para aquellos composites que, por sus características, no puedan ser aprovechados de otro modo. El segundo proceso, sólo es apto para la recuperación de las fibras de vidrio o de carbono, mientras que la combustión de la resina orgánica es empleada únicamente como fuente de energía.

La pirólisis consiste en una degradación térmica de las resinas o despolimerización a temperaturas comprendidas entre 300 y 800 °C en ausencia de oxígeno, y las fibras obtenidas son de gran tamaño, y mantienen de sus propiedades mecánicas. En dicho proceso es posible aprovechar íntegramente la materia orgánica, resinas, espumas y núcleos, sin embargo será necesario mantener un control exhaustivo de la temperatura. La pirólisis cuenta con la principal ventaja de que es un proceso en el que se recuperan resina y fibras de refuerzo y puede ser empleada para composites reforzados con fibra de vidrio o de carbono.

El proceso de pirólisis se diferencia del de combustión analizado anteriormente en la fragmentación de la resina polimerizada en pequeñas moléculas y cuenta con la principal ventaja de que en el proceso pueden recuperarse tanto las resinas como las fibras de refuerzo, por lo que resulta óptimo para los composites de fibra de vidrio y carbono.

Todos los procesos que conllevan la fabricación de los productos generan emisiones de gases o partículas nocivas como analizaremos más adelante, y suponen un peligro para el fabricante y el medio ambiente. Teniendo en cuenta además la difícil reutilización y desecho de estos materiales suponen un problema si se trata de conseguir la realización de un producto ecológico.

Se considera por tanto necesario una actuación en la metodología de diseño y fabricación de productos con estos materiales que permita reducir la huella de carbono generada. Este proyecto centrará su objetivo en los productos deportivos fabricados con materiales compuestos que pueden contar con un ciclo de vida más reducido y precisan de un rediseño atendiendo a aspectos ambientales desde varios aspectos que componen el ciclo completo del producto.

Conocemos que existe un interés por parte de los usuarios en la adquisición de productos diseñados en base a un método Eco, y mantener una coherencia con un estilo de vida y de concienciación por el medio natural que cada vez se impone más en la sociedad.

¹⁶<http://www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/esa/es/function/conversions:/publish/content/esa/Calidad/espumas.pdf> (Consultado: 08/04/2018)

1.9 TABLAS DE SURF

ORIGEN Y ACTUALIDAD

Hoy en día el surf es un deporte mundialmente conocido, y aunque no se encuentra entre lo más practicados se encuentra en auge y cada año aumentan sus seguidores y adeptos.

El objetivo del mismo es deslizarse y hacer giros en una ola de pie sobre una tabla, la cual será objeto de estudio en este proyecto.

En sus orígenes se trataba de un pasatiempo de los nativos de las islas de polinesia y américa del sur, quienes surcaban las crestas de las olas sobre pequeños barcos impulsados por remos y que más tarde se extendería a otros archipiélagos y costas del pacífico, sorprendiendo a los exploradores británicos por su espectacularidad.

Con el paso de las generaciones sufriría modificaciones con respecto a las técnicas y soportes utilizados con las apariciones de las primeras tablas, aunque no sería hasta comienzos del S. XX cuando en Hawaii, California y Australia se extendió como deporte no exclusivo de nativos e indígenas, dando lugar al deporte tal y como lo conocemos hoy en día.

Las tablas de aquel momento eran íntegramente fabricadas de madera, macizas, pesadas y suponían un peligro para los deportistas que podían sufrir daños con la virulencia de las olas.

Los materiales utilizados fueron el Wili Wili, la Ula y el árbol de Koa; además, la longitud de la tabla de surf variaba dependiendo la clase social del surfista. De 10 a 16 pies de largo (entre 305 cm y 490 cm), 10-12 pies para los plebeyos y 14 a 16 pies para los nobles y caciques.

Posteriormente se fabricarían de madera de balsa, mucho más ligera, se reduciría la longitud de las mismas y se les dotaría de diferentes formas a los extremos.

Otro de los avances de comienzo de siglo fue el diseño de la primera tabla de surf hueca, la cual logró un gran éxito y se convirtió en la primera tabla fabricada de forma masiva. Esta tabla fue construida de secuoya, y contaba con cientos de agujeros perforados en su superficie además de una quilla en la parte posterior para poder mantener mejor el control de la misma sobre la ola.



Fig. 22 Publicidad tablas de surf.

1.9 TABLAS DE SURF

El avance de las tecnologías supuso nuevas posibilidades en la fabricación de las tablas. La aparición de nuevos materiales compuestos y procesos de fabricación permitían conseguir productos mucho más ligeros y óptimos para la práctica del surf, consiguiendo surfear olas más grandes que con los productos existentes hasta el momento.

Diferentes plásticos y espumas de poliestireno fueron aplicados en la fabricación, pero sin duda la fibra de vidrio resultó ser el material estrella. La primera tabla que utilizó dicho material salió a la venta en 1946 y consistía en un molde de plástico hueco con un larguero de secuoya en su interior, recubierto con fibra de vidrio.

El diseño de las tablas de hoy en día se basa en el mismo concepto anteriormente explicado aunque con técnicas y materiales mucho más evolucionados que posteriormente analizaremos.



Fig. 23 Tabla de surf de materiales compuestos.

1.9 TABLAS DE SURF

TIPOS DE TABLAS

Hoy en día el surf ha sufrido muchas evoluciones que han permitido a los deportistas disfrutar mucho más en el mar con mejores accesorios y la posibilidad de realizar nuevos y espectaculares trucos.

Existen diferentes categorías de surf, los cuales se diferencian por el tipo de tabla utilizada¹⁷:

Stan paddle board

Se trata de la tabla más grande existente y es la más apropiada para días con poco oleaje. Permite estar sobre ella de pie cuando hay olas y cuando no. Para propulsarse se usa un remo flexible que también sirve para maniobrar en la ola.

Longboard

Tabla de más de 2,75m de longitud con la punta superior redonda. Una de las más comunes y muy útil para olas pequeñas y medianas. Su diseño consigue fácil remado pero es difícil de remontar si las olas son grandes.

Gun

Tabla con punta y cola afiladas, muy utilizada por surfistas expertos para olas grandes. Este diseño de tabla larga permite acelerar y coger velocidad en olas grandes, a la vez que mantienen una gran estabilidad.

Malibu / Mini-Longboard

Tabla grande con punta redonda, más pequeña que la longboard. Cuenta con buena estabilidad y facilita la remada. Debido a su buena flotabilidad hace que sea más estable y la remada fácil. Tabla recomendable para surfistas en iniciación y olas de poca potencia.

Evolutiva

Tabla más reducida que las vistas anteriormente, pero de mayor grosor. Su diseño hace que sea más fácil remar y surfear las olas, además de ofrecer buena estabilidad, flotabilidad y maniobrabilidad, por lo que suele ser utilizada por los surfistas en proceso de iniciación.

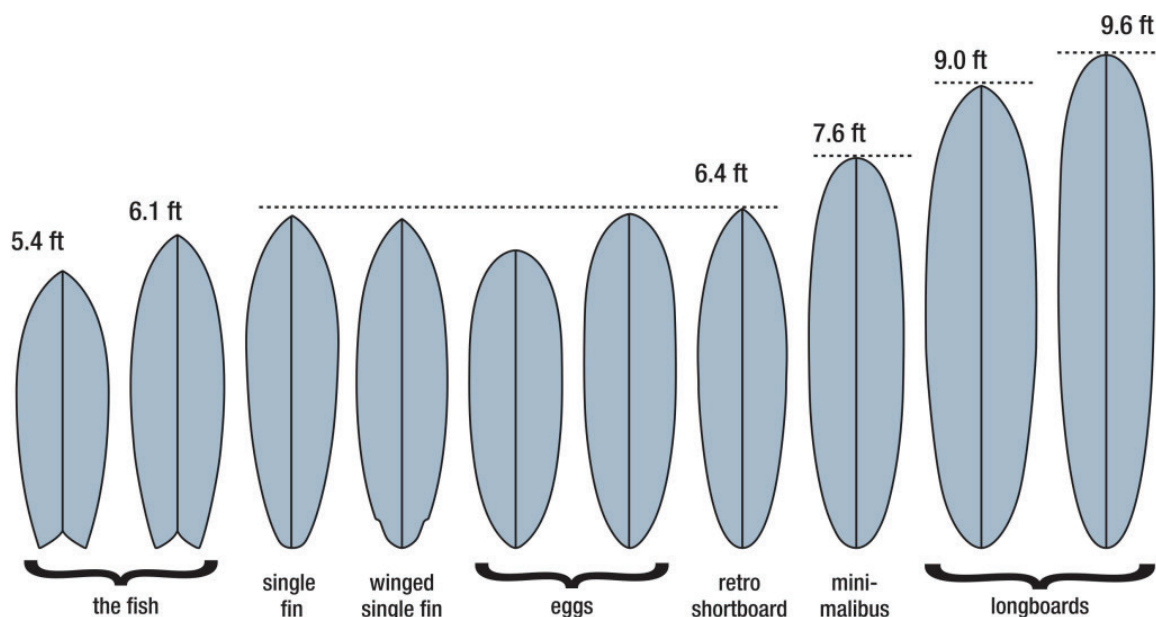


Fig. 24 Modelos tablas de surf.

17- <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/tipos-de-tablas-de-surf-surf-2165.htm> (Consultado: 05/03/2018)

1.9 TABLAS DE SURF



Fig. 25 Modelos tablas de surf.

Shortboard

Tabla de longitud entre 1,50 y 2,10 metros, se trata de la más técnica y válida para todas las condiciones de oleaje, y por lo tanto la más común y con diseño más evolucionado. Ofrecen equilibrio entre maniobrabilidad y velocidad.

Retro

Se trata de una tabla corta inspirada en los años 70, con formas diversas y extravagantes. Su grosor es superior a otros modelos anteriormente mencionados, y pueden contar con hasta 4 quillas en su zona posterior. Es recomendable para surfistas de nivel medio-alto ya que son óptimas para olas de poca fuerza.

Fish

Tabla ancha y corta, ideal para surfear olas pequeñas. La principal diferencia con las shortboard es su mayor grosor. Son muy maniobrables gracias a que son cortas y tienen cola de golondrina.

Tow-in

Tabla especial caracterizada por ser las más cortas y estrechas, además de solo ser utilizada para tomar olas remolcado por una moto de agua. Cuentan con anclajes para los pies de modo que puedas mantenerte estable en todo momento.

1.9 TABLAS DE SURF

PARTES DE LA TABLA

Para poder conocer a fondo las tablas de surf, analizamos la terminología de esta tipología de productos y sus diferentes anatomías según los modelos.¹⁸

Longitud y ancho

La longitud es la distancia desde la punta de la tabla hasta la cola. Una tabla larga será más estable, ya tiene una mayor superficie en contacto con el agua y mejor flotabilidad, de modo que será más fácil ponerse de pie y mantener el equilibrio, por lo que será recomendable para novatos; sin embargo será más difícil realizar giros y maniobras. Una tabla corta es recomendable para surfers de nivel intermedio y avanzado que quieran surfear olas pequeñas y medianas, y hacer maniobras.

La anchura será la medida de la tabla de lado a lado y actúa de forma parecida a la longitud, por lo tanto, contra más ancha sea una tabla, mayor estabilidad permitirá al usuario, pero será difícil maniobrar con ella.



Fig. 26 Medidas tablas de surf.

¹⁸- <https://www.artsurfcamp.com/blog/las-diferentes-partes-de-la-tabla-de-surf/>

(Consultado: 05/03/2018)

Grosor

El grosor es el volumen de la tabla y determinará la flotabilidad de la misma. A mayor grosor, más flotará, y por tanto será más estable. Una tabla gruesa será recomendable para novatos.

Rocker

Se denomina rocker a la curvatura de la tabla desde la punta hasta la cola. A mayor rocker tenga la tabla mejor girará, pero será más lenta sobre la superficie del mar. Una tabla con mucho rocker será recomendable para olas muy potentes.

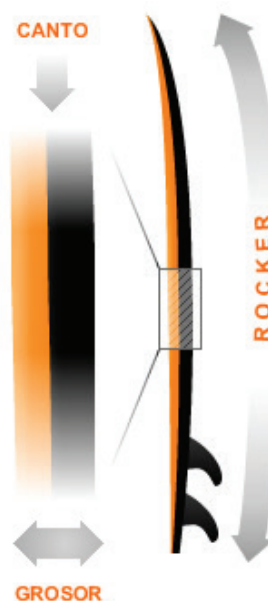


Fig. 27 Terminología tablas de surf.

Cantos

Los cantos son los bordes de la tabla, y serán la parte de la tabla que más entra en contacto con la ola. Su forma será variable desde cantos redondeados los cuales aportan una mejor maniobrabilidad, hasta algunos más afilados utilizados para olas más potentes.



Fig. 28 Tipos de cantos tablas de surf.

1.9 TABLAS DE SURF

Cola

La cola es la parte inferior de la tabla y del mismo modo las diferentes variantes dependerán del tipo de surfista y estado del mar. Si es ancha será óptima para olas suaves y si es estrecha, para olas más grandes. La cola de la tabla es muy importante ya que influye en el volumen total de la tabla, los giros y la estabilidad.

Los tipos de cola existentes son los siguientes:

- **Cuadrada:** No es muy común, y suele aplicarse en tablas para principiantes. Ofrece buena maniobrabilidad pero es poco estable.
- **Cuadrado redondeado o squash:** Es el diseño más común en tablas cortas de rendimiento. Es óptima para todas las condiciones y se consigue mayor estabilidad sobre ola.
- **Cola de Golondrina o fish:** Aporta mayor aceleración que otros diseños, además de una buena aceleración y maniobrabilidad.
- **Redonda:** Se utiliza para olas medianas y grandes y permite curvas suaves, giros amplios además de un buen agarre a la ola.
- **Pintail:** Diseño con forma de pico, con la que se consigue un buen agarre en la ola, aunque difícil maniobrabilidad.
- **Diamond:** Permite al deportista moverse con mayor suavidad sobre las olas sin perder velocidad.

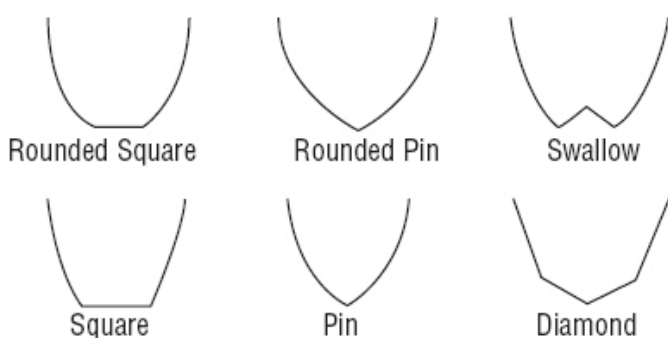


Fig. 29 Tipos de cola tabla de surf.

Quilla

Las quillas son las pequeñas aletas que se encuentran en la zona posterior de la tabla, y conseguirán que la tabla se agarre a la ola y no derrape. Por lo general las tablas contarán con tres quillas, aunque puede variar dependiendo del modelo y necesidades del surfista. Sus diferentes tamaños y materiales variarán el agarre y maniobrabilidad del producto. Su fabricación puede ser de inyección de plástico (PP), o de materiales compuestos (fibras vidrio y/o carbono).



Fig. 30 Quillas tablas de surf.

Leash

Es la cuerda elástica que mantiene unido al surfista con la tabla para no perderla en caso de caer de la misma por la fuerza del mar.

1.9 TABLAS DE SURF

FABRICACIÓN

Actualmente el surf se practica en todo el mundo, sin embargo las sedes de industrias más boyantes de tablas y complementos las podemos encontrar en Australia, Europa del Sur (España y Francia principalmente) y Estados Unidos.

La fabricación de las tablas ha evolucionado mucho con la aparición de las nuevas tecnologías y aunque algunos de los procesos se han automatizado con maquinaria CNC otros muchos siguen siendo manuales y requieren de buenas habilidades técnicas de los shaper (fabricantes manuales). Los diferentes procesos de fabricación requeridos para obtener una tabla de surf serán los siguientes.¹⁹

Elaboración del Shape

Las tablas de surf están hechas a partir de un foam de espuma de poliuretano (PU) o poliestireno (EPS), por lo tanto inicialmente se deberá seleccionar el material base que dotará de una primera forma a la tabla. Las planchas suelen contar con un alma de madera en su zona interior que las atraviesan longitudinalmente, de modo que aporta una resistencia a flexión superior evitando que se rompa con facilidad.

Se le dotará de la forma deseada a la tabla a través de maquinaria CNC y por medio de diferentes procesos monitorizados por control numérico como corte laser, lijado y desbastado se obtendrá los parámetros anteriormente definidos del modelo (longitud, anchura, grosor, rocker, cantos, cola,...).



Fig. 31 Fabricación tablas de surf.

Posteriormente, el shaper afinará la base de la tabla de foam lijando todas las marcas que sufre tras el proceso de CNC, además de afinar los cantos para conseguir el redondeo deseado, consiguiendo así una superficie uniforme en toda la tabla.

Será importante evitar cualquier posible desperfecto en esta fase que pueda suponer un fallo irreparable en caso de pasar el modelo a las fases posteriores. Para este proceso se utilizarán diferentes tipos de lijas y se realizará en una habitación iluminación a media altura que permita observar con detalle los posibles desperfectos.

¹⁹-<http://www.trickon.com/surf/articulo/como-sefabrica-una-tabla-de-surf> (Consultado: 07/03/2018)

- <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/como-fabricar-una-tabla-de-surf-surf-2171.htm> (Consultado: 09/03/2018)

- <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/anatomia-de-una-tabla-de-surf-surf-2166.htm> (Consultado: 10/03/2018)

1.9 TABLAS DE SURF

Pintado

Tras el proceso de dotar la forma requerida a la tabla según el modelo, se procede a decorar la tabla si es necesario, además de plasmar la firma del shaper, logos y medidas del modelo.

En aquellos modelos en los que se requiera pintado se utilizan pinturas de base agua (acrílica), ya que no sufrirán reacción con la resina utilizada en los procesos posteriores y se cubrirá toda la tabla con spray o aerógrafos.

Laminado

Una vez obtenida la forma final del modelo de tabla requerido se procede a realizar el glaseado que protegerá a la base de foam de todos los desperfectos e inclemencias posibles, además de convertirlo en impermeable.

Para ello se colocarán sobre la tela capas de fibra de vidrio y se recortarán los excedentes adaptándola a la forma de la tabla. En la mayoría de modelos se colocan dos capas en la parte superior y cantos, y una en la parte posterior, dotándole de mayor dureza para evitar abolladuras por el peso del surfista. A mayor número de capas de fibra de vidrio se aumenta la dureza y consistencia de la tabla, pero también aumenta el peso de la misma, por lo que se deberá encontrar un punto medio que sea óptimo para todos los requerimientos.

Se extenderá la primera capa de fibra de vidrio a lo largo de la tabla, cubriendo toda la superficie desde la punta a la cola, además de los cantos. Una vez se realice la fijación de la tela prepararemos la resina seleccionada para la primera capa. Se depositará en un recipiente la cantidad de resina necesaria, y se mezclamos con el catalizador en la proporción adecuada.

El comienzo del glaseado se realiza siempre por el centro de la tabla, extendiendo la resina con el aplicador hacia los cantos y adentrándose un poco en los bordes del fondo. Se deberá asegurar que la capa de resina sea uniforme en todas las partes de la tabla, para evitar desperfectos que puedan originarse.

Se procederá a la colocación de la segunda capa de fibra cuando la primera de resina se encuentre seca completamente, y se repetirá el proceso anteriormente mencionado. En la parte posterior se realizará el mismo proceso que en la parte superior, aunque con una sola capa.



Fig. 32 Fabricación tablas de surf.



Fig. 33 Fabricación tablas de surf.

1.9 TABLAS DE SURF

Lijado y pulido

Cuando el shaper determine que la resina se encuentra completamente seca se podrá lijar la superficie de la tabla de surf. Se comenzará con una lijadora eléctrica para abarcar la mayor parte de la superficie de manera eficiente, y posteriormente se realizará un proceso manual, pasando por diferentes grosores de lija.

Se deberá lijar siempre únicamente la resina, y no la fibra de vidrio, ya que en dicho caso se apreciaría el desperfecto a simple vista, y sería necesario volver al paso anterior de glaseado.

Para conseguir un buen pulido se impregnará la superficie de la tabla con el producto de pulimento y se repasará toda la superficie de la tabla con la pulidora hasta obtener el resultado necesario.

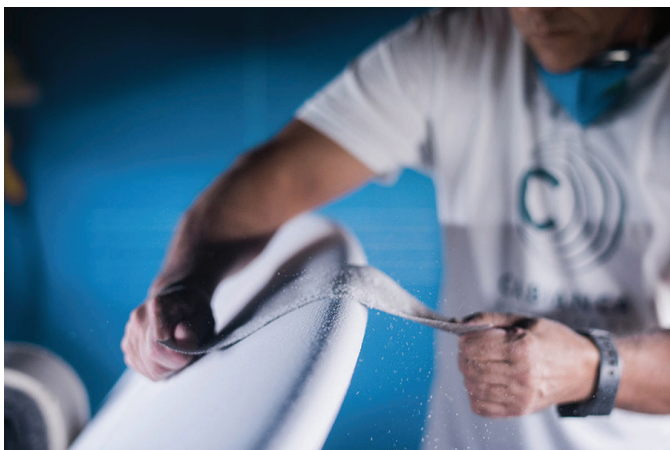


Fig. 34 Fabricación tablas de surf.

Montaje de tapones para leash y quillas.

Existen dos tipos de quillas y su colocación varía en función del modelo. En el caso de las quillas fijas se pegarán sobre los orificios que previamente se realizaron en el foam antes de su glaseado, tras asegurarse de que su colocación es la adecuada para su correcto funcionamiento se anclarán a la base de la tabla utilizando de nuevo fibra y resina y posteriormente se lijará de nuevo de forma manual.

El tapón del leash y los anclajes en el caso de que las quillas sean desmontables se ubicarán en un hueco realizado sobre las señales que la máquina de cnc perforó al comienzo de la fabricación. El hueco del tapón del leash se realizará siguiendo el mismo procedimiento, y posteriormente se recubrirá con fibra de vidrio y la resina suficiente para que al meter el tapón sobresalga tan solo un poco.



Fig. 35 Fabricación tablas de surf.

Lacado

En aquellos casos en los que se requiera un acabado brillante del producto, tras el proceso de lijado se aplicará laca para conseguir la superficie deseada. Este proceso conlleva el inconveniente de que los posibles desperfectos son visibles con mayor facilidad.

1.9 TABLAS DE SURF

USUARIOS

Hoy en día el surf se ha convertido en un modo de vida para muchas de las personas que lo practican. Ya no es una simple moda pasajera sino que se trata de una filosofía de vida que además se encuentra en continuo auge en todo el mundo y en España donde el número de federados crece sin parar.

La práctica del surf conlleva muchos aspectos además del propio deporte, desde la selección de los materiales, indumentaria, escuelas de aprendizaje y tecnificación, medios de transporte, búsqueda de las mejores playas para la práctica,... y que los usuarios deberán tener en cuenta y modificarán su estilo de vida por un deporte que a menudo es muy sacrificado.

El perfil de los surfistas no está restringido por la edad de los mismos ni por su condición física, a pesar de que supone un aspecto importante en la práctica del deporte. Podemos encontrar deportistas de edades muy variadas que oscilan entre los 5 años y +70, además de aumentar considerablemente el número de mujeres surfistas llegando a encontrar un equilibrio entre ambos sexos, por lo que ha dejado de ser un deporte meramente masculino.

Encontramos diferentes tipos de usuarios practicantes del surf o que forman parte de mundo que rodea el deporte.

– **Surfistas en iniciación:** Son aquellos que están en proceso de aprender a practicar el deporte y deben acudir a cursos o escuelas de tecnificación para conocer las nociones básicas técnicas además de los posibles riesgos que conlleva. No tienen material propio debido a su elevado precio, por lo que suelen alquilarlo. Practican surf de manera muy esporádica, en periodos vacacionales.

– **Surfistas amateur:** Llevan años practicando surf como forma de ocio y cuentan con material propio. Conocen el deporte y cuentan con un grupo de amigos o familiares que se juntan para practicarlo. Buscan los mejores lugares para hacer surf, a los que acuden en vacaciones.

– **Surfistas profesionales:** Se dedican profesionalmente a practicar el deporte y cuentan con amplia gama de material para ello. Acuden a los diferentes campeonatos organizados a nivel mundial en busca de conseguir el título mundial. Las empresas de material deportivo ejercen de sponsor como patrocinio permitiéndoles llevar a cabo todos los viajes necesarios transportando todo el material voluminoso.

Sea el que sea el lugar del que provenga surfista, todos tienen una cosa en común a los demás, ya que todos quieren buscar buenas olas y mantener el contacto con el mar. A pesar de la evolución y el auge del surf, de su industria masificada, se mantiene el espíritu original amante de la naturaleza y la libertad dentro de cualquier surfista.

Como anteriormente se ha comentado, cada surfista tiene una forma diferente de entender el deporte, y para muchos de ellos se aleja de la concepción única de como concepto de deporte. Muchos usuarios hacen surf para buscar emociones, para vivir experiencias, para estar en pleno contacto con el mar o para sentir la adrenalina al deslizarse sobre el mar.

1.10 PALA DE PÁDEL

Podemos considerar el pádel como uno de los deportes de más reciente creación ya que es practicado desde 1980 cuando empezó a ser conocido en Sudamérica y España.

Se trata de un deporte de parejas y el objetivo conseguir ganar la mayor cantidad de puntos puestos en juego contra los rivales. Para poder jugar será necesario una pista acondicionada según la normativa internacional establecida, además de una pala (raqueta) y pelotas de juego.

El pádel surgió en una finca de Acapulco (México) en la cual un contratista, quien adaptó un terreno de juego de frontón colocando una pared en la parte posterior de la pista para evitar que las pelotas traspasaran al recinto de la finca.

Durante los partidos que con sus invitados jugaban en la finca resultaba divertido para los jugadores esperar a que la pelota rebotara en la pared posterior para continuar el juego. De dicho modo surgió el deporte del pádel tal y como lo conocemos hoy en día, aunque fue necesario la redacción de unos reglamentos de juego y la fundación de varias asociaciones nacionales de pádel que posteriormente desembocarían en la Federación Internacional de Pádel (FPI).

Tras su nacimiento como deporte en México se extendió por sudamérica entre las clases más nobles de la sociedad y posteriormente se dió a conocer en España. Actualmente son estos países los que cuentan con mayor número de jugadores, además de monopolizar las clasificaciones de campeonatos a nivel internacional. Sin embargo el crecimiento del pádel en los últimos años ha sido imparable y su extensión por otros países tanto a nivel profesional como amateur es constatable.

En cuanto a las palas de pádel, objetivo a analizar en el desarrollo de este proyecto, no surgieron simultáneamente a la fundación del deporte, ya que al ser una adaptación de otro similar, se utilizaban los mismos accesorios.

Por tanto, las primeras palas de pádel eran las mismas que se utilizaban para otros deportes como Padel Ball o Paddle Tennis. Éstas eran fabricadas en madera y contaban con una serie de agujeros (del mismo modo que las palas conocidas actualmente) sin embargo no existía variedad de formas, modelos, tamaños o materiales.

Más adelante, con la extensión del deporte comenzaron a surgir nuevos productos que mejoraban las palas originales y se adaptaban mejor al juego. Se aumentaron las superficies de golpeo, y se aplicaron nuevos materiales como aluminio, pinturas gomosas, diferentes tipos de resinas,... hasta la llegada definitiva de las fibras de vidrio y el carbono que siguen vigentes en los modelos actuales.



Fig. 36 Pala de pádel.

1.10 PALA DE PÁDEL

TIPOS DE PALAS²⁰

Actualmente encontramos en el mercado multitud de formas y modelos de palas de pádel. Éstas variarán dependiendo del usuario por su estilo de juego y golpeo de la pelota. Diferenciaremos entre tres formas diferentes estándar.

Diamante

Los jugadores que utilizan este tipo de palas buscan aumentar su potencia en el golpeo de la pelota. Suelen ser usuarios con buena técnica de juego ya que la superficie de golpeo es más reducida que otros modelos y se deberá centrar bien la pelota en el impacto.

Modelo óptimo para golpes de remate plano para conseguir buena altura tras golpeo de pared de fondo. Será aconsejable que el peso de la pala sea inferior a otros modelos ya que su geometría hace que el punto de equilibrio se encuentre próximo a la cabeza.

Redondas

Los modelos de palas redondas son ideales para conseguir un mayor control de la pelota. A menudo son utilizadas por jugadores que golpean la pelota con mucha potencia de fondo de pista, tanto de derecha como de revés.

La potencia conseguida es inferior a la proporcionada por otros modelos y deberá mantenerse un agarre firme ya que su peso es ligeramente superior. Sin embargo, su estructura se encuentra perfectamente balanceada.

Lágrima

Se trata del modelo más extendido en el mercado y utilizado por la mayor parte de los jugadores tanto profesional como amateur. Ofrecen un equilibrio control-potencia superior a los modelos comentados anteriormente, lo cual será gestionado por el estilo de juego del usuario. Encontraremos su balance en el centro de la pala y los golpes planos de fondo, voleas y remates serán los más favorecidos por su geometría.

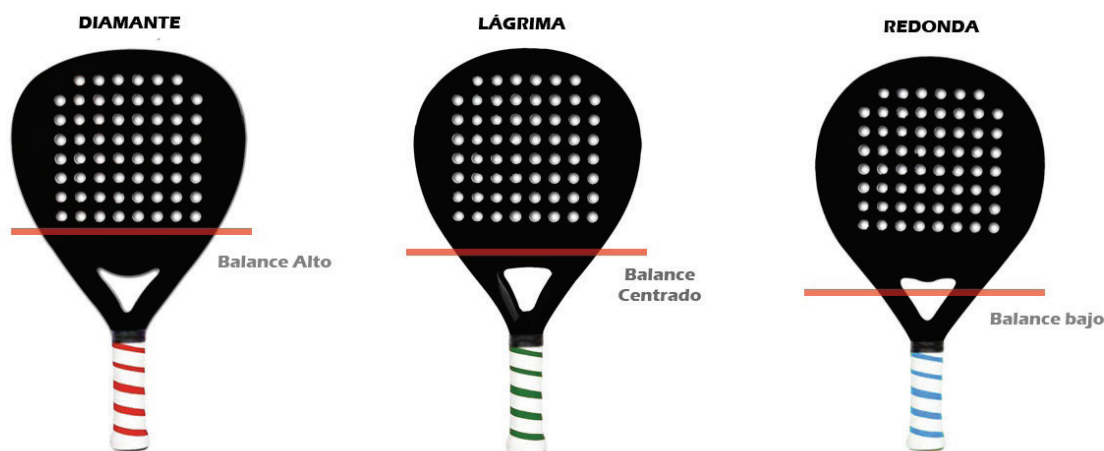


Fig. 37 Modelos pala de pádel.

²⁰ - <https://padelworldpress.es/el-buen-momento-yel-auge-del-padel/>
(Consultado: 10/10/2018)
- <https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1del>
(Consultado: 10/10/2018)

1.10 PALA DE PÁDEL

Otro aspecto que nos permite diferenciar los modelos son el tamaño de éstos, el cual variará el control y potencia en el juego.

Oversize

Son las palas de mayor tamaño por lo que se consigue una mayor zona de recepción. Óptimas para jugadores que desean mayor potencia pero menos control sobre la pelota. Es el modelo más buscado por el jugador amateur que busca al comienzo únicamente el golpeo de la pelota.

Classic

Aumentan el control sobre la pelota para situar la bola con más precisión. El tamaño de la cabeza será el mínimo permitido, lo cual puede suponer un problema para las situaciones con espacio reducido de golpeo.

Midsized

Se trata de un modelo intermedio y que cuenta con características compartidas de los modelos anteriores. Su versatilidad y combinación de beneficios entre control y potencia hacen que sea el más utilizado en todos los modelos.



Fig. 38 Modelos pala de pádel.

1.10 PALA DE PÁDEL

PARTES PALA DE PADEL

Es imprescindible conocer previamente las diferentes partes del producto a analizar ya que nos permitirán poder utilizar una terminología más adecuada a lo largo del desarrollo del proyecto.²¹

Plano de la pala

Se trata de la superficie de contacto con la que el jugador golpea a la pelota. Se trata de la parte más importante del producto ya que sus diferentes formas, materiales o disposiciones variarán la dirección, efecto y potencia con la que la pelota saldrá despedida tras el golpeo. Esto dependerá en mayor parte del núcleo y el material del que se componga, el cual analizaremos posteriormente. Sobre ella se realizan una serie de orificios (entre 40 y 60) para disminuir la resistencia al aire durante el juego ya que de no ser así sería necesario mayor fuerza en el para el manejo y golpeo durante el juego.

Punto dulce

Es la zona de la parte plana de la pala en la que se obtienen los mejores resultados de golpeo en relación control, potencia y confort de vibración recibido. Será determinante según el modelo de pala seleccionado para el juego ya que varía según las diferentes formas tal y como hemos visto anteriormente.

Marco

Se trata de la zona lateral o borde de la pala. Suelen ser tubulares de carbono, aunque también pueden encontrarse de fibra de vidrio o grafeno. Estos materiales de mayor resistencia y dureza aportarán estabilidad al golpeo. Algunas palas además cuentan con un protector que la protege de golpes o roces.

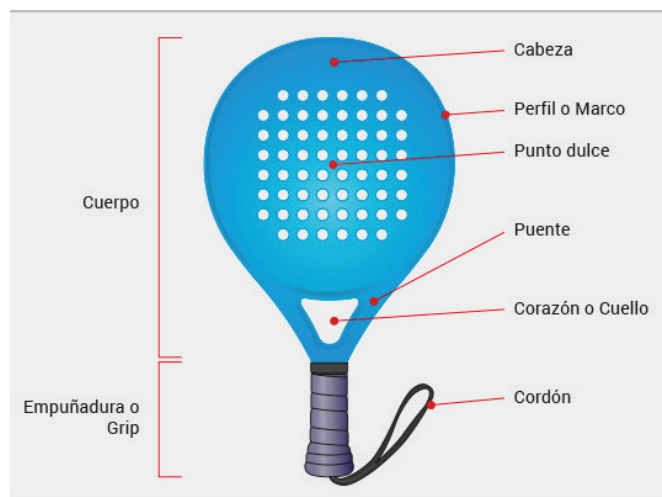


Fig. 49 Terminología pala de pádel.

Mango

La longitud y forma (redondo o con bordes planos) de los mismos pueden variar según el modelo y necesidades del jugador. Sobre el mismo se colocará el grip (puño) que evitará las rozaduras en las manos de los jugadores y podrán ser intercambiables y personalizables.

Puente

Podemos encontrar modelos cerrados o abiertos, y constituyen una parte fundamental en el propio comportamiento de la pala ya que influyen en aspectos de vibraciones recibidas por el jugador, estabilidad del producto,... Es común encontrar refuerzos aplicados en esta zona de diferentes materiales para dotarle de mayor resistencia debido a su geometría estrecha.

Cordón

Todas las palas reglamentarias contarán con un cordón en la parte posterior del mango que servirá como elemento de seguridad y prevención de accidentes durante el desarrollo del juego dentro de la pista. Su utilización será por tanto obligatoria para todos los jugadores.

21- <http://padelstar.es/palas-de-padel/articulos-palas-padel/formas-y-tamano-de-una-pala-de-padel/>
(Consultado: 18/03/2018)

1.10 PALA DE PÁDEL

MATERIALES

En el proceso de fabricación de las palas interviene varios materiales que le dotan de su característica ligereza y resistencia, sin embargo analizamos los dos tipos de gomas que constituirán el núcleo de la misma y que pueden suponer una diferencia sustancial en el modelo a fabricar.

Goma EVA

Es posible encontrar diferentes tipos de goma dependiendo de su densidad, por lo que será necesario realizar una selección previa de la misma según el tipo de golpeo y rebote se desee conseguir. Por lo general, cuenta con una mayor dureza al tacto que la goma foam. Las palas fabricadas con este tipo de goma contarán con mucha salida de bola pero menor potencia en golpes de remate o volea.

Es la más común en los productos encontrados en el mercado, sin embargo tienen menor capacidad de absorción de vibración, por lo que a la larga pueden sufrir más las articulaciones de los usuarios.

Goma FOAM

Las palas fabricadas con este tipo de goma son especialmente destinadas a aquellos usuarios que pueden resentirse de mayor manera en las articulaciones del brazo (muñeca, codo, hombro) ya que absorbe a la perfección todas las vibraciones existentes en el momento del golpeo. Ofrecen mayor control en el impacto, sin embargo su vida útil es inferior a las fabricadas con goma EVA mencionadas anteriormente.

En cuanto al resto de materiales utilizados en las caras y marcos podemos encontrar gran variedad.

Grafito: Material ligero y resistente usado en las zonas de torsión de la pala como el borde o el corazón.

Grafeno: Uno de los materiales de más reciente aplicación, se suele aplicar junto a carbono para conseguir mayor resistencia en la pala.

Carbono: Aporta una buena resistencia además de ligereza al producto. Su rigidez se ve incrementada a su vez.

Fibra de vidrio: Se trata de un material más flexible, pero menos ligero. Suele ser colocado en la superficie de impacto junto con grafito o carbono aumentar la resistencia a los impactos.

Kevlar: Fibra resistente aplicada como refuerzo extra a las zonas planas de golpeo de la pelota. Se consigue un aumento considerable de la vida útil de la pala.

Titanio: Es común su aplicación en forma de polvo disuelto en pintura. Aporta al conjunto resistencia sin incrementar excesivamente el peso de la pala.

Resina Epoxy: Resina que será aplicada para la unión de las fibras entre sí y con el núcleo de goma. Tras el paso por el horno, convertirán el conjunto en un bloque homogéneo.

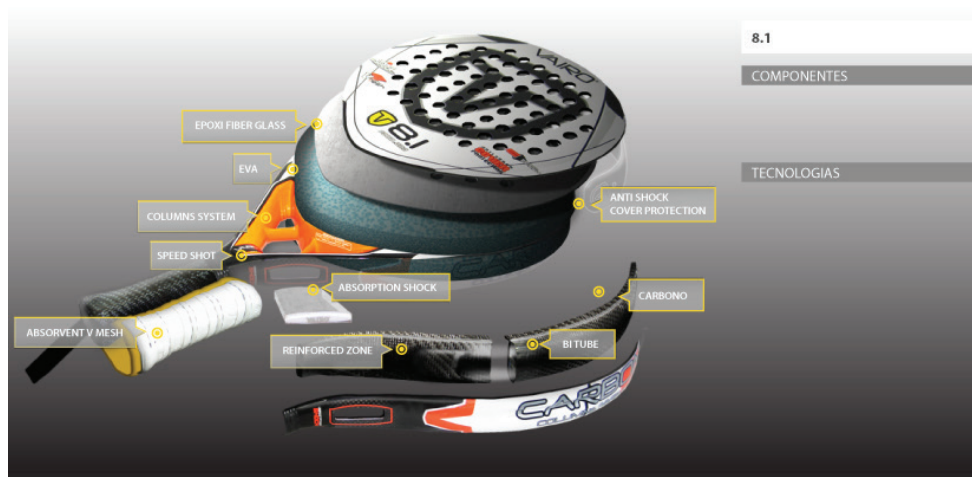


Fig. 40 Partes pala de pádel.

1.10 PALA DE PÁDEL

FABRICACIÓN PALAS DE PADEL ²²

Corte foam

El primer paso para la fabricación de la pala será realizar el corte por medio de un troquel de la base de goma eva (o foam) de la pala. Esta variará dependiendo del modelo que se desee fabricar, y se tratará de aprovechar al máximo las planchas de material optimizándolo en todo lo posible en aquellos casos en los que el corte se realiza por control numérico. Del mismo modo por medio del troquelado se realizará el corte de las fibras de vidrio y de carbono que recubrirán la superficie de la goma.

Moldeado y horneado

A continuación se colocará en el molde correspondiente que contará con la forma final de la pala, la base cortada anteriormente de goma y se recubrirá con las fibra de vidrio y de carbono precortadas anteriormente.

En el borde exterior de la raqueta se colocará un tubular de fibra que posteriormente se hinchará de aire a presión y dotará de la forma final redondeada de la pala.

Para conseguir una buena adherencia y correcto endurecimiento de los materiales se impregna el conjunto de resina y se introduce el molde al horno 30 minutos aprox.

En aquellos modelos en los que se desee una apariencia exterior determinada se colocará un recorte de vinilo impreso anteriormente con el diseño deseado.

Recorte y lijado

Una vez extraída la pala del molde, todos los materiales se han conformado formando un conjunto sólido. Se recortan los sobrantes de material en los bordes, además de un posterior lijado de los mismos para conseguir una superficie completamente uniforme y sin rebabas.

Para este proceso se utilizará una lija fina que no dañe demasiado la superficie sino sólo aquellas zonas que el operario considere necesarias y permitiendo una mayor precisión en el proceso.

Taladrado

Para conseguir una menor resistencia al aire durante el juego, se realizan una serie de agujeros en la superficie de la pala que variarán según el modelo y fabricante (entre 40 y 60 orificios). Estos agujeros deberán ser realizados de modo que no se vea perjudicada la estructura del producto final y pueda suponer una rotura prematura del mismo. Se procederá al taladrado de forma automática por medio de taladro CNC.

Lacado

Este proceso aporta a la pala un acabado brillante además de una mayor protección de la superficie al impacto de las pelotas durante el juego.

Colocación accesorios

Finalmente se colocará el tapón inferior del mango a presión en el orificio existente, el protector recubriendo el borde y el grip (puño), para dar por finalizada la fabricación de la pala.

²²-<http://www.rtve.es/alacarta/videos/fabricando-made-in-spain/fabricando-made-in-spain-como-se-hacen-unas-palas-padel/2311154/> (Consultado: 18/03/2018)
-<https://www.streetpadel.es/blog/proceso-de-fabricacion-de-palas-de-padel/> (Consultado: 17/03/2018)

1.10 PALA DE PÁDEL

USUARIOS

En apenas 40 años de vida el pádel se ha convertido en uno de los deportes más practicados en España a día de hoy. Dos de los factores clave que han influido en este auge son su carácter social, ya que para practicarlo es necesario un mínimo de 4 jugadores que compiten en parejas entre sí, y el precio accesible de todos los componentes necesarios para practicarlo.

Además de ello para poder jugarlo de un modo amateur, entre amigos, no es necesario tener una técnica muy depurada y los primeros pasos en el deporte son más sencillos que en otros similares como el tenis.

Las pistas de juego no son excesivamente grandes ni requieren de una obra de grandes dimensiones, por lo que es sencillo encontrarse pistas en muchos centros deportivos, urbanizaciones, finas o domicilios particulares. La fácil accesibilidad a estos recintos es otro factor a tener en cuenta en su rápida extensión.

El pádel se trata de un deporte que no distingue de edad o sexo, es común encontrar equipos mixtos compitiendo entre sí, así como grupos de niños aprendiendo a dar sus primeros golpes o de jugadores de avanzada edad poniendo en práctica sus habilidades.

La gran variedad que podemos encontrar en todos los jugadores de este deporte supone una mayor riqueza en el mundo que le rodea, sin embargo resulta complicado realizar una clasificación de los mismos. Podríamos distinguir entre jugadores profesionales y amateur.

Jugadores profesionales

Pocos son los jugadores que pueden dedicarse profesionalmente a la práctica del pádel. Lentamente algunas grandes marcas deportivas han sido conscientes del gran potencial de este deporte y se han lanzado a realizar patrocinios de los deportistas más sobresalientes en el top internacional.

Estos jugadores recorren diferentes ciudades (en su mayoría europeas) en las cuales se disputa el World Pádel Tour. Cuentan con todo el material y accesorios necesarios, personalizados en su mayoría para conseguir poner en práctica las mejores cualidades de cada uno de los jugadores. Cada pareja además cuenta con un entrenador y equipo médico y fisio.

Jugadores amateur

Componen la mayor parte de jugadores de este deporte y lo practican como forma de ocio o de mantenerse en forma. Podemos encontrar gran variedad de jugadores, con diferentes objetivos, los que buscan mantenerse en forma, los que tiene como objetivo acceder al ranking profesional, o los que pretenden pasar un buen rato entre amigos y disfrutar del deporte. En su mayoría cuentan con una pala por jugador que se adapta a sus características, con la cual disputan todos sus partidos.



Fig. 41 Deportistas jugando a pádel.

1.10 PALA DE PÁDEL

Como anteriormente hemos comentado, para poder jugar es necesario contar con una pareja, lo cual convierte el deporte en más entretenido y aumenta la rivalidad sana de los enfrentamientos entre los 4 jugadores.

Es común la organización de torneos amateur en los clubes deportivos o asociaciones, en las cuales se compite por parejas, aunque sin ninguna pretensión económica o de acceder a un ranking profesional.

En cuanto a la selección de los productos accesorios por los jugadores, se dedica especial atención a la adaptación de los mismos al jugador y las prestaciones que pueden aportar, sin embargo no se tiene en cuenta, en la mayor parte de las ocasiones, el posible impacto que supone para el medio ambiente la fabricación de este tipo de productos con materiales compuestos y con dificultad de reutilización y reciclado.

1.11 CONCLUSIONES FASE 1

Tras llevar a cabo las investigaciones anteriores acerca de productos deportivos de materiales compuestos y la situación actual de diseño y producción de los mismos desde un punto de vista medioambiental encontramos un gran margen de mejora de actuación en ecodiseño y eco innovación sobre los nuevos productos que puedan aparecer en el mercado. Destacamos una serie de conclusiones:

– La economía globalizada, y las diferentes amenazas medioambientales, muchas de ellas aparecidas como consecuencia del cambio climático hacen necesario un cambio de tendencia, pensamiento y política tanto por empresarios, como consumidores. El diseño de producto debe ser medio para conseguir los objetivos planteados hacia un desarrollo sostenible.

– El diseño sostenible se encuentra cada vez más implantado en nuestra sociedad y muchos consumidores priman en su decisión de compra aquellos productos cuyo diseño y fabricación supone un impacto menor en el medio ambiente.

Para los fabricantes existen una serie de factores motivantes que suponen un aliciente para la implantación del ecodiseño en sus sistemas de trabajo integrado, entre los cuales se encuentran la responsabilidad medioambiental, mejora de imagen de producto y empresa, reducción de costes, poder de innovación,...

– La aparición de los materiales compuestos ha supuesto grandes avances en los diseños de productos de diferentes tipologías por sus buenas propiedades físicas comparadas con otros materiales convencionales. El mercado de los productos deportivos no es una excepción y ha sabido adaptar los métodos de producción de dichos materiales a la fabricación de accesorios que permiten incrementar exponencialmente el rendimiento de los deportistas, profesionales y amateur.

– Todas las ventajas que suponen las propiedades físicas ofrecidas por los materiales compuestos para la fabricación de productos se contraponen a la huella de carbono que generan en todo el ciclo de vida que de dichos productos. Hoy en día resulta complicado conseguir un reciclado o reutilización de los materiales compuestos de forma que no implique un elevado gasto energético o genere emisiones nocivas a la atmósfera, incrementando los valores negativos de ésta huella de carbono de los productos de los cuales forman parte.

– Sin embargo son muchos los factores que influyen en un proyecto de ecodiseño (en función del análisis que se desee realizar) si se analiza el ciclo de vida completo, ya que la obtención y consumo de los materiales, la propia fabricación, la distribución o el uso del producto por parte del usuario final tienen efecto en el estudio realizado. Será necesario tener en cuenta todos los factores que impliquen el ciclo de vida del producto y que pueden influir de diferentes maneras en el comportamiento del producto dentro del mercado.

– Actualmente existen diferentes metodologías de ecodiseño aplicadas a productos genéricos o de diversas tipologías concretas. El objetivo de dicho proyecto consistirá en la generación de una metodología específica para productos deportivos fabricados a base de materiales compuestos que permita a conseguir un diseño y fabricación más responsable con el medio ambiente y coherente con muchos de los consumidores de dichos productos.



FASE 2

ACV DE PRODUCTOS CONVENCIONALES

2.1 OBJETIVOS FASE 2

En la fase actual que enfocamos en este momento se tratará de proceder a la realización del ACV de dos productos de la tipología seleccionada en el estudio de este proyecto.

Previamente se deberá realizar un proceso de estudio y selección del mejor sistema o software para la realización del análisis según disponibilidad y necesidades específicas del proyecto.

El Análisis de Ciclo de Vida exige llevar a cabo un exhaustivo inventario de todas las materias primas y procesos de fabricación, usos posteriores, métodos de transporte, promoción del producto o fin de vida del mismo para poder tener en cuenta todos ellos en la computación global del mismo y cuantificar el impacto del ciclo completo de vida del producto.

Una vez obtenidos los resultados del análisis se realizará un estudio de los mismos con el fin de proponer en fases posteriores mejoras de diseño y fabricación en busca de generar un eco producto de los seleccionados como objeto de estudio.

2.2 TIPOS DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El Análisis de ciclo de vida ayuda a los diseñadores e investigadores a realizar una medición del impacto ambiental de un producto, proceso de fabricación o sistema de diseño a lo largo de su ciclo de vida (según se desee).

Se debe tener en cuenta que se trata de una herramienta con enfoque holístico, por lo tanto, todas las propiedades, procesos o flujos que intervienen en el sistema dentro de su ciclo de vida se deben tener en cuenta de manera conjunta, ya que de forma individual no mantienen su coherencia.

IHOBE nos explica en su artículo acerca del ACV y la huella de carbono un sistema de identificación de los análisis en función de sus objetivos y características.²³

En este tipo de análisis entran en juego muchos factores, pero todos los elementos que forman parte de un ciclo de vida pueden clasificarse en entradas o salidas y serán recopiladas en el inventario a la realización del análisis previo al análisis (ICV).

- **Entradas:** Son los recursos que se tendrán en cuenta en cada proceso, como materiales, recursos, energía, electricidad, transporte,...
- **Salidas:** Se trata de los productos obtenidos en el proceso de diseño, así como otros subproductos generados en cada proceso, y las emisiones al agua, aire y suelo, además de residuos.

Se pueden encontrar distintos tipos de Análisis de Ciclo de Vida en función de las fases del ciclo que se analicen, ya que en algunos casos sólo interesa obtener resultados de determinadas fases y no del ciclo completo.

De la cuna a la tumba

Se incluyen todas las entradas y salidas de procesos que interactúan en el ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la manufacturación de los productos, su uso y el reciclaje final. Del mismo modo se tomarán en consideración las actividades de producción secundarias, transportes y obtención de energía.

De la cuna a la puerta

Determinados análisis se centran únicamente en el impacto generado por las entradas y salidas de materias primas, diseño, fabricación y montaje de los productos. Éstos son denominados de la cuna a la puerta, haciendo alusión a la "puerta" del mercado.

De la puerta a la puerta

Análisis de ciclo de vida que tiene en cuenta únicamente los procesos de fabricación y montaje de los productos. Éste tipo de análisis es óptimo para poder averiguar el grado de impacto que supone un sistema productivo en el medio y no en comparación con el resto de ciclo de vida del propio producto.

De la cuna a la cuna.

El análisis más completo de ciclo de vida se realiza de la cuna a la cuna y se trata de aquellos que contabilizan las entradas y salidas del sistema desde la obtención de las materias primas, hasta el fin de vida del producto, cuyo reciclaje o reutilización de componentes permite completar un ciclo de vida cerrado generando suministro de materia prima reutilizable para la fabricación de nuevos productos.

23- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2009), Análisis de ciclo de vida y huella de carbono 5

2.2 TIPOS DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

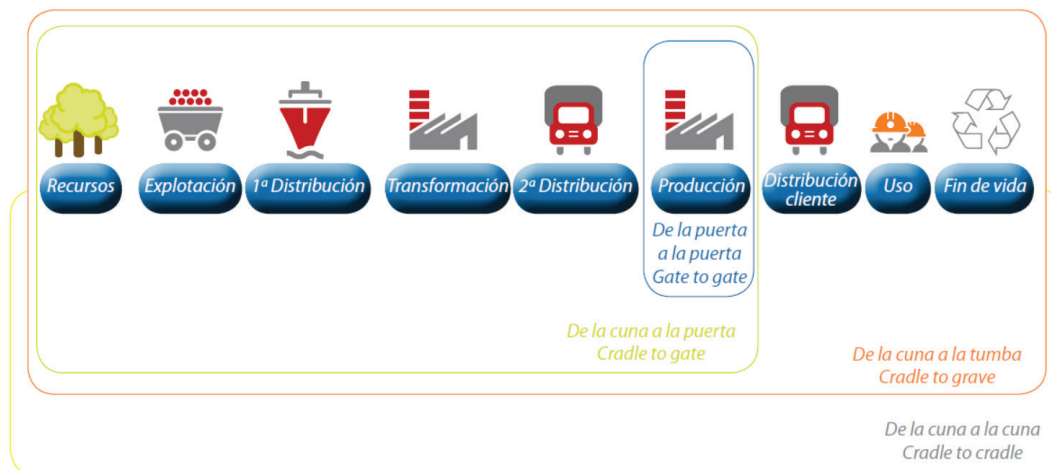


Fig. 4.2 Alcance de ACV ²⁴

Como anteriormente hemos comentado, al tratarse de un sistema holístico los análisis tendrán en cuenta todas las cargas medioambientales que tengan efecto en el ciclo del producto, de modo que se evaluarán también las actividades externalizadas a otras empresas o proveedores.

Con el ACV de un producto es posible obtener gran cantidad de resultados y valores que pueden resultar muy interesantes para la realización de rediseños ecofuncionales que supongan una reducción del impacto generado en el medio en su ciclo de vida.

Analizamos algunos de ellos, que posteriormente podremos obtener con la herramienta GABI.

GWP (Global Warming Potential) ²⁴

Dicho índice evalúa la cantidad de emisión de CO₂ al medio, impacto que afecta de manera directa al calentamiento global, con un aumento de las temperaturas de la atmósfera y los océanos.

Unidad de referencia: Kg CO₂ eq.

PED (Primary Energy Demand)

Evaluación de la cantidad de energía (renovable y no renovable) a lo largo del ciclo de vida analizado.

Unidad de referencia: MJ.

Eutrofización

Evaluación del aumento de algas en el medio acuático, originado por el enriquecimiento de las mismas debido al uso de fertilizantes y detergentes, elevando el consumo de oxígeno en el agua.

Unidad de referencia: Kg NO₃ eq.

Acidificación

Evaluación de la capacidad neutralizante del suelo y del agua debido al retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, los óxidos de nitrógeno y azufre emitidos a la atmósfera.

Unidad de referencia: Kg SO₂ eq.

Consumo de materias primas

Índice de cantidad de materias primas extraídas de la naturaleza para la fabricación del producto.

Unidad de referencia: Tm.

Reducción de capa de ozono

Evaluación de los efectos negativos de la capacidad de protección de la capa de ozono.

Unidad de referencia: Kg CFC-11 eq.

²⁴- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2009), Análisis de ciclo de vida y huella de carbono 5-7

2.3 SOFTWARE ACV

Tras la realización de los primeros análisis acerca de los productos de la tipología de material deportivo fabricados en base de materiales compuestos, sus propiedades físicas, métodos de fabricación,... además de normativas vigentes relacionadas con ACV, se procede a llevar a cabo un análisis de ciclo de vida de dos productos concretos (analizados a fondo anteriormente): una tabla de surf convencional, y una pala de pádel.

Para poder llevar a cabo dicha investigación será necesaria la aplicación de software específico de ACV que contenga información disponible de materiales compuestos, además de posibles sustituyentes BIO.

Realizamos una investigación del software de ACV, que nos permitirá seleccionar aquel que se ofrezca características más óptimas para la realización del proyecto en cuestión.

SIMAPRO²⁵

- Herramienta profesional de Análisis de Ciclo de Vida y Análisis de Ciclos de Coste.
- Utilización de bases de datos creadas por el usuario y bibliográficas (Ecoinvent, BUWAL, IDEMAT,...)
- Posibilidad de análisis enfocado en un producto único.
- Variedad de representación de datos y resultados obtenidos.
- Redacción de informes de acuerdo a normativa ISO.
- Análisis de incertidumbre de datos, escenarios de fin de vida.
- Exportación de análisis y datos generados en formato Excel y Ecospol.
- Software profesional de pago.



Fig. 43 Logo SimaPro

²⁵- <http://www.simapro.es/>
(Consultado: 05/05/2018)

2.3 SOFTWARE ACV

EcoIT ²⁶

- Herramienta sencilla para el EcoDiseño de productos, permite cálculo de ACV y Huella de carbono de modo integrado.
- Base de datos propia. Optima para el análisis de productos simples o procesos de fabricación convencionales.
- No dispone de materiales y procesos específicos de ciclos de vida de productos de materiales compuestos.
- Obtención de datos limitada.
- Análisis de escenarios de fin de vida.
- Herramienta demo gratuita por duración de 30 días. Posteriormente, de pago.



Fig. 44 Logo ECOit.

OpenLCA ²⁷

- Herramienta profesional, permite análisis de tipo: LCA, LCC, LCA social y huella de carbono y agua, entre otros.
- Posibilidad de análisis enfocado en un producto único.
- Variedad de representación de datos y resultados obtenidos.
- Utilización de bases de datos creadas por el usuario y bibliográficas (Ecoinvent, BUWAL, IDEMAT,...)
- Software gratuito.
- Materiales y procesos específicos de ciclos de vida de productos de materiales compuestos y BIO, muy limitados. Se localizan en extensiones de bases de datos.
- Extensiones de bases de datos de pago.
- Interfaz y modo de utilización complejo (destinado a usuarios profesionales).
- Redacción de informes de acuerdo a normativa ISO.
- Exportación de análisis y datos generados en formato Excel y Ecospol.



Fig. 45 Logo OpenLCA.

26- https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Herramientas/ECO-it%20manual_v1%203_ESP.pdf (Consultado: 05/05/2018)

27- <http://www.openlca.org/> (Consultado: 05/05/2018)

2.3 SOFTWARE ACV

GABI ²⁸

- Herramienta profesional, permite análisis tipo: LCA, LCC y LCWT.
- Descripción gráfica y visual del ciclo de vida completo de los productos.
- Posibilidad de modificación de los parámetros en cualquier momento del análisis.
- Posibilidad de reutilización de materiales, planes o procesos generados para diferentes proyectos.
- Variedad de representación de datos y resultados obtenidos.
- Posibilidad de análisis enfocado en un sistema de productos y ciclo de vida completo.
- Base de datos educacional muy extensa, pero limitada para materiales BIO.
- Redacción de informes de acuerdo a normativa ISO.
- Análisis de escenarios de fin de vida.
- Extensiones de database de pago.
- Exportación de análisis y datos generados en formato Excel y Ecospld.



Fig. 46 Logo GABI.

SolidWorks sustainability ²⁹

- Análisis ACV y huella de carbono generada por los productos.
- Base de datos de materiales variada, pero limitada en cuanto a materiales compuestos.
- Comparativa directa de diferentes sistemas de ciclo de vida con posibilidad de variación de materias primas, procesos, transportes,...
- Otorga mucha importancia a los medios y distancias de transporte, así como a los orígenes de obtención de los materiales y la energía utilizada, sin embargo no tanto a los procesos de fabricación, cuya variedad es limitada.
- Determinación del fin de vida muy limitada. Imposibilidad de estipular una reutilización concreta de los materiales.
- Posibilidad de trabajar con modelos 3D de los productos, así como la realización de análisis de resistencia de los mismos con variación de los materiales de producción.
- Generación automática de informes de Sustainability.



Fig. 47 Logo Solidworks Sustainability.

²⁸- <http://www.gabi-software.com/index/>
(Consultado: 05/05/2018)

²⁹- <http://www.solidworks.es/sustainability/>
(Consultado: 05/05/2018)

2.3 SOFTWARE ACV

Umberto³⁰

- Herramienta dirigida a la optimización de procesos de producción y aprovechamiento de las materias primas.
- Permite la realización de análisis de ACV, huella de carbono y análisis de costes.
- Integración de bases de datos propias o ya existentes.
- Bases de datos de materias primas y procesos de fabricación variada y extensa.
- Software de pago.
- Programa no especializado en el análisis de productos para el ecodiseño.
- No permite la comparación en un mismo proyecto con la aplicación de diferentes materias primas o procesos de fabricación.
- Interfaz y modo de utilización complejo (destinado a usuarios profesionales).
- Redacción de informes de acuerdo a normativa ISO.
- Variedad de representación de datos y resultados obtenidos.



Fig. 48 Logo Umberto.

Granta³¹

- Software de gestión de materiales para la ingeniería. Cuenta con extensión de ecodiseño que permite realizar los cálculos de ACV, rendimiento del producto y huella de carbono.
- Base de datos de materias primas y procesos de fabricación muy potente y completa.
- Posibilidad de modificación de los parámetros en cualquier momento del análisis.
- Poca variedad en cuanto a las posibilidades de realización del ciclo de vida completo (de la cuna a la cuna).
- Interfaz y modo de utilización complejo (destinado a usuarios profesionales).
- Instalación integrada en los programas de CAD para el trabajo con los modelos 3D de los productos.
- Variedad de representación de datos y resultados obtenidos.
- Conservación de la trazabilidad de los materiales aplicados en el proyecto.
- Software de pago.
- Exportación de análisis y datos generados en formato Excel y Ecospol.



Fig. 49 Logo Granta.

³⁰-<https://www.ifu.com/en/umberto/lca-software/>
(Consultado: 05/05/2018)

³¹- <https://www.grantadesign.com/>
(Consultado: 05/05/2018)

2.3 SOFTWARE ACV

LimasProject³²

- Análisis de Ciclo de Vida. (De la cuna a la tumba).
- Base de datos muy limitada.
- No dispone de materiales y procesos específicos de ciclos de vida de productos de materiales compuestos.
- Interfaz poco intuitiva.
- Exportación de datos y análisis generados en excel.

Finalmente se toma la decisión de realizar los análisis de ACV a través del software GABI.

Se trata de uno de los sistemas más potentes actualmente. La consecución de la licencia educacional por parte del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza resulta clave en la posibilidad de aumentar las extensiones de base de datos disponibles para la realización del proyecto.

Consideramos además que en el análisis de los productos realizados con materiales compuestos se trata del programa más adecuado y en cuanto a la relación calidad y oferta / precio que nos otorga.

La posibilidad de realizar análisis de ACV y huella de carbono, así como la opción de realizar modificaciones en cualquier momento del análisis y las múltiples opciones de obtención y extracción de datos y resultados son aspectos claves que nos determinan a seleccionar GABI como software para la realización del proyecto en el que estamos trabajando.



Fig. 50 Logo Limas Project.

³²- <http://www.limas-eup.eu/es?lang=es>
(Consultado: 05/05/2018)

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

En la fase previa se realizó un estudio exhaustivo de las materias primas y los procesos de fabricación genéricos que se llevan a cabo para la fabricación de los dos productos de la tipología a estudiar, sin embargo se considera necesario la realización de un cuestionario a varios fabricantes, que actualmente produzcan tablas de surf y palas de pádel.

De dicho modo será posible conocer de primera mano los procesos y cantidades de materia prima utilizados por unidad de producto, además de otros datos como posibles consumos, emisiones u opiniones del mercado actual de los productos que fabrican y las percepciones que sus clientes pueden tener hacia los eco-productos.

Realizamos dos cuestionarios (versión Castellano e Inglés) y se envió los mismos a varios fabricantes, tanto locales como internacionales, pequeños productores y marcas multinacionales. En algunos casos la intención fue infructuosa, sin embargo, otros tuvieron el interés y amabilidad en responder el cuestionario con su información que realmente será de importante valor en el posterior ACV de los productos convencionales.



Fig. 51 Fabricante tablas de surf.

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

Cuestionario para fabricantes (Castellano)

Soy Diego Rodrigo, estudiante de Ingeniería de Diseño Industrial y desarrollo del producto por la Universidad de Zaragoza. Me encuentro realizando el proyecto final de grado, el cual trata de establecer una metodología de ecodiseño para equipamiento deportivo de materiales compuestos. Como fase de dicho proyecto y con el objetivo de poder conseguir un análisis más detallado de los productos de esta tipología, además de un mejor resultado del proyecto con aplicabilidad real en el mercado actual, me gustaría pudieran responder dicho cuestionario basándose en alguno de los productos que se encuentran en su cartera actualmente. Muchas gracias por su colaboración.

- Dimensiones del producto aprox. (ancho, largo, prof.)
- Peso del producto completo.
- Requerimientos mecánicos que es sometido el producto a lo largo de su ciclo de uso.
- Normativa aplicada al diseño o fabricación del producto analizado.
- Materiales de fabricación de los diferentes componentes del producto.
- Origen de los materiales de fabricación anteriormente mencionados.
- Procesos de fabricación de los componentes del producto.
- Maquinaria específica utilizada en los procesos de fabricación.
- Emisiones generadas en los diferentes procesos de fabricación de los componentes del producto.
- Vida útil estimada del producto por el fabricante.
- Precio estimado del producto.
- Cuando un usuario desea desechar su tabla de surf, ¿se recoge en tiendas, puntos limpios o se tira a la basura convencional?
- Opciones de deshecho o reciclaje al finalizar el ciclo de uso del producto.
- Posible percepción de sus usuarios como fabricantes de productos ECO.
- Valoración propia e interés acerca de los productos deportivos ECO.
(Punto de vista personal y de la empresa)



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

Manufacturer's questionnaire (English)

I'm Diego Rodrigo, student of Industrial Design and product development engineering at University of Zaragoza. I'm finalizing the degree with the final project, which tries to establish an Ecodesign methodology for sport equipment of compound materials. As phase of the above mentioned project and with the aim to be able to obtain a more detailed analysis of this typology products, besides a better result of the project with real applicability in the market today. I'd like if you could answer the above mentioned questionnaire being based on some of the products that are offered on your portfolio nowadays made of compound materials. Thank you very much for your collaboration.

- Approximate dimensions of the product. (Width, long, deep)
- Weight of the complete product.
- Mechanical requirements to which the product is submitted along his cycle of use.
- Regulation applied to the design or manufacture of the analyzed product.
- Manufacture materials of the different components of the product.
- Origin of the manufacture materials previously mentioned.
- Manufacturing processes of the components of the product.
- Specific machinery used in the manufacturing processes.
- Gas emission generated in the different manufacturing processes of the components of the product.
- Useful life of the product estimated by the manufacturer.
- Estimated price of the product.
- Options of undone or recycling on having finished the cycle of use of the product.
- Possible perception of your clients like manufacturers of ECO-products.
- Own valuation and interest about ECO-products for sport.
(Personal point of view and company point of view).



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

Cuestionario cumplimentado por fabricante de tablas de surf 1.

Producto: Tabla de surf 5tx surf

- **Dimensiones aprox. (ancho, largo, prof.)**

6'3" x 19"1/2 x 2"1/2 (190,48cm x 49.5cm x 6,4cm).

- **Peso del producto.**

3.5kg

- **Requerimientos mecánicos.**

Aguantar vibraciones, giros extremos y diferentes impactos como de rocas o los mismos pies del surfista. Tipo de rotura más común por flexión en la mitad de la tabla, se parte la tabla en dos cachos. También suelen romperse muchas puntas al meterse en la arena.

- **Normativa aplicada.**

Ninguna. Se ha utilizado la normativa a la hora de hacer la caracterización mecánica de los materiales, Como son a tracción la ISO527-4/5, Compresión la ISO14126 y cortadura en el plano la 14129.

- **Materiales de fabricación**

- Núcleo poliuretano 60kg/m³.
- Fibra de vidrio UD 125 g/m².
- Resina poliéster Silmar.

Cantidad de resina poliéster Silmar utilizada:

- 600g enfibrado bottom
- 600g enfibrado deck
- 500g todo el gloss
- 200g tapones
- TOTAL:1900g

- **Origen de los materiales de fabricación.**

Desconocido.

- **Descripción de los procesos de fabricación.**

Una vez tengamos la forma definitiva del núcleo de PET, mediante CNC o manualmente (Cepillo eléctrico, cepillos manuales y con diferentes lijas), se laminan sobre el núcleo los diferentes refuerzos.

- **Maquinaria específica utilizada**

Cepillo eléctrico y CNC.

- **Emisiones generadas.**

- 500g de resina
- 100g de fibra
- 200g de núcleo

- **¿Se incluye con el producto finalizado algún tipo de complemento como funda de protección?**

Se la suelo llevar al cliente en una funda mía y le digo que lleve una él.

- **Para el transporte del producto al punto de venta o domicilio del cliente, ¿se realiza embalado previo del producto?**

Alguna vez si que he enviado tablas, en estas ocasiones he embalado con cartón y cinta de embalar, cantidades no sé decirte, las que se necesite para cubrir la superficie y doble reforzar los cantos. Cartón y un rollo de cinta de embalar.

- **Vida útil estimada del producto .**

La vida depende del uso que se le dé, aunque en 10 años para un usuario convencional estaría bien.

- **Precio estimado del producto.**

En el mercado ya existen productos parecidos, las marcas más baratas venden desde 250-300€, y las más punteras como Pukas 500-550€, AllMerrick 600-650€.

- **Modos de promoción pre-venta.**

Poca leche, el facebook y el boca a boca. Ahora en julio que me pondré más en serio ya se verá si tenemos una web...ya tengo hecha una pero muy cutre...

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

- **Cuando un usuario desea desechar su tabla de surf, ¿se recoge en tiendas, puntos limpios o se tira a la basura convencional?**

Se tirá a la basura y es una mierda. Mi idea es recoger tablas rotas y viejas y darles un segundo uso. Por ejemplo foam se puede recuperar casi todo con un pequeño lijado. Laminados curados se pueden utilizar para producción de paneles para hacer quillas. Esto también lo tengo que cuantificar yo. Hasta ahora creo que no se hace porque es mucha mano de obra...y no tanto por consumo energético...Tardas menos en hacer una tabla nueva que en hacer una desde material reciclado, pero al final estamos jodiendo el mundo poquito a poco...mirad esta iniciativa tan interesante...

<http://www.enjoyhandplanes.com/>

trabajan con mucho material reciclado...

- **Opciones de deshecho o reciclaje del producto.**

PUR tiene mala solución, además de que es nocivo para la salud en forma de polvo.

El composite es más complicado, se le podría dar de alguna manera una segunda oportunidad en algún subproducto.

- Respecto a este tema estoy pensando en la posibilidad de aprovechar estos laminados ya curados para producir laminados híbridos con resina sin curar. Estos laminados híbridos se podrían utilizar para la producción posterior de quillas. Tal y como se muestra en el siguiente esquema:

Fibra vidrio/resina líquida
Laminado reciclado
Fibra vidrio/resina líquida
Laminado reciclado
Fibra vidrio/resina líquida
Laminado reciclado
Fibra vidrio/resina líquida

- **Percepción de sus usuarios de productos ECO.**

Aunque la idea es introducir en el mercado la versión ECO, las tablas que se ofrecen están hechas con materiales convencionales, por esta razón hay que ofrecer este producto también.

- **Valoración propia acerca de los productos deportivos ECO.**

Se podría por ejemplo trabajar con el núcleo PET y resina bio-epoxy sin meter fibras naturales, así ofrecer un producto de unas características más ECO.

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

Cuestionario cumplimentado por fabricante de tablas de surf 2. Trinity Board Technologies.

- **Dimensiones aprox. (ancho, largo, prof.)**

Nuestras tablas van desde los 160cm hasta las 300cm. La anchura máxima de casi todas es entre 50 y 55cm con un espesor de unos 5-8 cm. Las medidas varían en función del tamaño de la tabla.

- **Peso del producto.**

Entre 4kg y 6 kg la mayoría de tablas. Luego están los longboard que se pueden ir a unos 8-10 kg pero estamos hablando de tablas grandes.

- **Requerimientos mecánicos.**

Principalmente a flexión en el plano longitudinal de la tabla. El surf exige en su ejecución un efecto muelle por parte del surfista sobre la tabla con el punto de apoyo en la parte central de la tabla, lo que la somete a fuerzas de flexión constante. También hay algo de torsión pero los requerimientos de la tabla en este sentido son mínimos dado que no son fueras importantes.

- **Normativa aplicada.**

Ninguna.

- **Materiales de fabricación**

El núcleo de la tabla o foam está formado de EPS (Poliestireno expandido) o PU (espuma de poliuretano expandida). En ambos casos con presiones de unos 28-30 kg/m². El siguiente recubrimiento suele ser una capa de fibra de vidrio con resina de epoxi o de poliéster en función del tipo de foam y nada más.

También tenemos unas tablas que denominamos soft (las de aprendizaje o escuela). El núcleo es igualmente de EPS con una capa de fibra de vidrio y epoxi pero a su vez, se recubre la tabla en su parte superior por una capa de polietileno (PE) que le da esa sensación de "goma eva" y en su parte inferior por otra capa de polietileno pero en este caso de alta densidad lo que le da un aspecto de "plástico duro".

- **Origen de los materiales de fabricación.**

Los foams llegan de Sudáfrica y México según marcas. También hay alguno de fabricación nacional. Las resinas y fibras de vidrio hay de mil tipos y mil orígenes, tanto nacional como extranjero y en cuanto a todo lo referente a las tablas soft, la fabricación del 95% de la producción mundial se hace en Asia (China y Tailandia principalmente) por lo que el origen de sus componentes son esos países de origen de fabricación.

- **Descripción de los procesos de fabricación.**

El proceso es todo manual excepto el preshapeado del foam. Primero se parte de un bloque de EPS o PU en bruto y con una máquina de control numérico tipo Aku Shaper o Shape 3D se realiza el primer moldeado de la tabla. Luego todo lo demás es manual. Shapeado de la tabla y enfibrado o glaseado de la misma. Colocación de quillas y cajetines y a curar durante 1 semana. En este sentido te aconsejo que mires cualquier vídeo de internet, hay miles, en los que verás muy claramente el proceso de fabricación de una tabla.

- **Maquinaria específica utilizada.**

Únicamente la máquina CNC anteriormente mencionada. Eso sí, es necesario un perfecto sistema de extracción de gases en la sala donde se realicen las tablas.

- **Emisiones generadas.**

Muchísimas y muy peligrosas. Durante el preshapeado se produce polvo en suspensión de EPS o PU. Durante el glaseado, las resinas producen emisiones tóxicas (no te sabría decir de qué tipo pero hay mucha info por ahí) por lo que exige al shaper utilizar mascarilla constantemente.

- **Vida útil estimada del producto .**

Con utilización continuado 2-3 días por semana, la vida útil puede estar en los 4-5 años.

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

- **Precio estimado del producto.**

Entre los 400€ y los 520€ las tablas pequeñas y medianas y unos 800€ las tablas longboard.

- **Opciones de deshecho o reciclaje del producto.**
Ninguna.

- **Percepción de sus usuarios de productos ECO.**
Mínima.

- **Valoración propia acerca de los productos deportivos ECO.**

Sinceramente, me parece que hay mucho más de marketing que otra cosa. Es verdad que es un sector muy eco-concienciado pero a la vez muy "tercermundista". Se esfuerza en utilizar productos eco sostenibles por su efecto marketing pero luego las salas de shapeado son unas auténticas pocilgas. Se habla mucho de un producto que es un 1% más sostenible que otro pero luego no hay reparos en recorrerse en coche toda la costa en busca de la mejor ola posible. Cualquier industria más avanzada como la del automóvil o fabricación de electrodomésticos me parecen mucho más eco sostenibles que la industria del surf.

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

Cuestionario cumplimentado por fabricante de pa-las de pádel.

- **Dimensiones aprox. (ancho, largo, prof.)**

Medidas máximas:

- 455 mm de largo.
- 260 mm de ancho.
- 38 mm de grosor de perfil.

- **Peso del producto.**

Entre 360 y 400 gramos.

- **Requerimientos mecánicos.**

Golpeos repetitivos contra pelota de goma y superficies rígidas.

- **Normativa aplicada.**

Ninguna en especial. No existe normativa al respecto, solo la estipulada por el FIP (Federación Internacional de Pádel).

- **Materiales de fabricación**

- Fibras de refuerzo (carbono y vidrio).
- Resina epoxi.
- Goma EVA.

Cantidad de resina poliester Epoxy utilizada:

- 150 gramos

- **Origen de los materiales de fabricación.**

Diversas localizaciones. Todas proceden de distribuidores europeos, pero el origen de las mismas lo desconozco.

- **Descripción de los procesos de fabricación.**

Proceso de laminación de materiales compuestos. Impregnación de resina y fibras en molde calefactado a 70°C. Posterior lijado, pintado y lacado.

- **Maquinaria específica utilizada**

Moldes calefactados, herramientas de desbaste, CNC de taladrado y accesorios de pintado (compresores y pistolas).

- **Emisiones generadas.**

- Residuos de fibras sobrantes
- Disolventes (acetona)
- Polvo y residuo procedente del proceso de lijado
- Emisiones de pintado/lacado

- **¿Se incluye con el producto finalizado algún tipo de complemento como funda de protección?**

No habitualmente. Se trata de un complemento extra del producto.

- **El transporte de los productos ¿se realiza de manera individual o packs de cuantas uds?**

Suelen ser o bien pedidos individuales, o bien cajas de 20 unidades.

- **Para el transporte del producto al punto de venta o domicilio del cliente, ¿se realiza embalado previo del producto?**

Papel vegetal antiadherente y bolsa de plástico

- **Vida útil estimada del producto .**

6 meses.

- **Precio estimado del producto.**

150€

- **Modos de promoción pre-venta.**

Suele ser vía monitores de clubs.

- **Cuando un usuario desea desechar su tabla de surf, ¿se recoge en tiendas, puntos limpios o se tira a la basura convencional?**

Se tira a la basura convencional.

2.4 CUESTIONARIOS A FABRICANTES

- **Opciones de deshecho o reciclaje del producto.**

Actualmente, ninguna, al no existir ni un sistema de recogida del producto una vez desechado ni, por otra parte, estar suficientemente desarrollado el sistema de reciclaje de los materiales utilizados.

- **Percepción de sus usuarios de productos ECO.**

En el mercado europeo, muy buena. En España, menor aceptación.

- **Valoración propia acerca de los productos deportivos ECO.**

Muy alta. Existe un gran interés en poder lanzar una línea de productos ECO al mercado.

2.5 ICV TABLA DE SURF

Realizaremos inicialmente el ACV de 1 ud de tabla de surf que nos permitirá conocer aquellos parámetros que tienen un impacto relevante en la huella generada por el producto en el medioambiente.

Se estima la fabricación de una tabla convencional:

- **Tabla corta 5TXsurf (190,48cm x 49.5cm x 6,4cm).**

Objetivo del cálculo

Establecer una metodología genérica para el diseño o rediseño de productos de material deportivo fabricados de materiales compuestos que permita a los diseñadores la realización de un diseño y producción de material con mejores resultados ambientales y que reduzcan su huella de carbono en el medio ambiente.

Cuantificar materiales y procesos

1. Transporte de materiales

El lugar de fabricación se ubicará en España y el lugar de origen de las materias primas, Alemania, por lo que se contabilizará como un transporte de 2000 km.

2. Materiales

- Alma madera de balsa 0,20 kg
- Núcleo Espuma de poliuretano (PUR) o Poliestireno (EPS) 2 / 3 kg
- Pintura acrílica. Pintura a base de polipropileno 60 ml
- Vinilos decoración. PVC. 0,001kg
- Fibra de vidrio 0,7 kg = 6,5 m²
- Resina epoxy 5 kg.
- Tapón PP. 0,002
- Leash Tela+Poliuretano

- Pegamento 10 ml

- Laca 165 ml

- Cartón embalaje

3. Procesos

- Mecanicado CNC base de PUR + láser + lijado + desbastado.
- Lijado y afinado manual.
- Pintado con spray/aerógrafos.
- Impresión vinilos de decoración.
- Lijado/pulido final
- Lacado

4. Embalaje y transporte a punto de venta

Transporte unitario al lugar determinado por el cliente (o viceversa). Cartón + cinta embalaje

5. Promoción y venta

Sin impacto.

6. Uso

Emisión de BPAs al medio acuático.

2.5 ICV TABLA DE SURF

7. Desecho y reciclado

Desechado en vertederos municipales.
Necesario procesos de curado para la separación de las fibras y resinas del núcleo de PUR.
(estimación de energía consumida para ello complicada).

8. Reutilización y reciclado

Incineración del producto para su reaprovechamiento en forma de generación de energía. Imposibilidad de conseguir un reciclado del producto debido a su composición de materiales compuestos.

2.6 ACV TABLA DE SURF

Desglose ciclo de vida

El material base para la realización del núcleo será poliuretano rígido (PU) para lo cual será necesario un bloque de 190x50x6 mm y 2,7 kg.

Dicho material deberá ser transportado al lugar de fabricación. (2000 km.) para lo cual se realiza una entrada de diesel con el objetivo de realizar el transporte.

GABI estima una cantidad proporcional de diesel para el transporte de 2,7 kg de PU, que suponen 0,41 kg.

Una vez obtenido el núcleo de Poliuretano en el centro de fabricación, se comienza a incluir en el análisis los diferentes procesos de fabricación, comenzando por el corte y conformado del núcleo.

Para la realización del proceso de corte y conformado se tomará como referencia una máquina de CNC cuyo consumo total de electricidad es 4,5 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 15 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 1,125 Kw.

Los residuos generados por el desbastado y lijado del núcleo se estiman como la salida de polvo (>PM₁₀).

El lijado se realiza individualmente y por medio de una máquina lijadora manual. Dicho modelo de máquina tiene un consumo de 0,27 Kw/h. Se estima que el proceso total de lijado del núcleo tendrá una duración de 30 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,135 Kw/h.

El pulido se realiza individualmente y por medio de una máquina lijadora manual. Dicho modelo de máquina tiene un consumo de 1,1 Kw/h. Se estima que el proceso total de lijado del núcleo tendrá una duración de 10 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,18 Kw/h.

Previo al proceso de laminado se lleva a cabo el pintado del núcleo en el caso de que el modelo que se está fabricando debe contar con un color base en el producto completo. Dicho proceso de pintado se realiza con una pistola de aire comprimido y para realizar la estimación en el ACV dentro del software GABI lo incluimos como un proceso de pintado de automoción en el que se tienen en cuenta todas las emisiones al aire que se producen en un proceso similar al que estamos evaluando. Realizamos el cálculo de la superficie a pintar, aprox. 1,15 m².

Tras el pintado se realiza el proceso más importante y delicado de fabricación de la tabla de surf, el laminado, en el cual se disponen capas de fibra de vidrio, impregnándose posteriormente con resina epoxy que otorgarán la consistencia e impermeabilidad necesarias a los materiales para su correcta utilización.

2.6 ACV TABLA DE SURF

Los materiales que intervienen en el proceso son, como se ha comentado anteriormente, fibra de vidrio, de cuya cantidad necesaria será aprox 1,5 kg. para realizar la correcta cobertura de toda la superficie y cantos de la tabla; y resina epoxy, cuya cantidad necesaria será de aprox 2,5 kg.

Dichos materiales serán transportados al lugar de fabricación (España) desde Alemania (2000Km) tal y como se ha comentado en la introducción del proceso del ACV.

Este proceso es manual, por lo que no se realiza ningún consumo eléctrico (además del necesario para la correcta iluminación de las instalaciones), sin embargo se generan una serie de residuos y emisiones que se deben tener en cuenta para la correcta realización del ACV.

Durante el proceso se desechan retales de fibra que deben ser recortados previamente para la adaptación de la misma a la geometría de la tabla. Dichos retales pueden ser reutilizados para otros productos más pequeños, aunque en su mayoría terminan siendo parte de otros residuos varios que se generan a lo largo del proceso. También encontramos retales de fibra de vidrio impregnados de resina epoxy cuya vida útil ha terminado ya que no es posible de reutilizar o reciclar.

Sin embargo uno de los aspectos que más pueden ser determinantes en el ACV son las emisiones generadas por el proceso de curado de la resina epoxy. Esto es debido a que se emiten al aire partículas de BPA, componente básico en la fabricación de resinas epoxy, analizado anteriormente. Para la estimación de la cantidad de partículas de BPA en GABI aplicamos la emisión de VOC (compuestos orgánicos volátiles), al no estar dicho componente accesible en el paquete educacional.

Conocemos que por cada 1 kg. de resina utilizado en la fabricación de productos se emiten 0,03 kg de compuestos volátiles, por lo que en la fabricación de una tabla de surf, en la cual es necesario 2 kg de resina epoxy se emitirán aproximadamente 0,06 kg.

Una vez terminado el proceso del curado de las tablas Se lleva a cabo un lijado y pulido de la superficie para corregir posibles rebabas o asperezas y conseguir una superficie uniforme y en condición óptima para el uso de la tabla. Estimamos dicho proceso de un modo similar que el realizado para el núcleo anteriormente.

- Lijadora (0,27 Kw/h).
 - Duración del proceso aprox 15 min.
 - Consumo: 0,067 Kw.
- Pulidora (1,1 Kw/h).
 - Duración del proceso aprox 25 min.
 - Consumo: 0,275 Kw.

El último proceso en la fabricación de la tabla es el lacado de la superficie. Se aplica una pequeña cantidad de laca con la que se consigue un acabado brillante. (Solo en los productos que por pedido se requiera). En GABI no podemos implementar dicho proceso con la utilización del paquete educacional, por lo que no computará para el ACV final, sin embargo lo tenemos en cuenta como un proceso más del ciclo de vida.

Tras la fabricación de la tabla llega la puesta en venta y comercialización de los productos. En su mayoría la promoción se realiza a través de internet (Página web, redes sociales,...) incluso por promociones en algunos clubs de surf, y el boca a boca. Por tanto, no se imputará ningún tipo de impacto ambiental en la promoción de los productos.

Tal y como conocemos de primera mano, tras las respuestas de los propios fabricantes de las tablas de surf, los productos se suelen recoger en el propio centro de venta del fabricante, aunque en alguna ocasión sí que se realiza algún envío individualizado, en caso de que el cliente no pueda desplazarse o así lo prefiera. Tendremos en cuenta dicho desplazamiento o envío con un transporte de distancia 500 km.

2.6 ACV TABLA DE SURF

Durante la fase de uso de una tabla de surf no se realiza ningún tipo de consumo energético, sin embargo si que se realiza una pequeña emisión de BPA debido a la utilización de las resinas epoxy como catalizador para la fabricación del producto. En este caso se trata de 0.03kg a lo largo de su vida útil de emisión de partículas de BPA, que en GABI serán estimadas como partículas VOC.

Se estima además, que la vida útil de una tabla de surf puede ser de 10 años aprox.

Llegado el momento en el que por rotura o desgaste del producto, el usuario quiere poner fin a su vida útil y decide desecharla. En la mayoría de las ocasiones se tira a la basura convencional, a pesar de ser resultar un producto no reciclable, contaminante y que puede cuya descomposición puede tardar mucho tiempo en llevarse a cabo. Es por ello que lo más óptimo sería depositar el producto en un punto limpio en cual se hagan cargo de su fin de vida.

Para realizar el Análisis de ciclo de vida tendremos en cuenta la opción más convencional que consiste en su incineración para la obtención de energía. En Gabi se tiene en valora la incineración del PU, aunque no es posible de evaluar los posibles contaminante generados por la incineración de la resina epoxy. Para solventar dicho problema e incluir el impacto ambiental generado por la incineración de las resinas, optamos por introducir la incineración de materiales plásticos no definidos, con sus correspondientes emisiones al aire.

2.6 ACV TABLA DE SURF

Estimación de precios calculados para una ud de tabla de surf analizada.

TABLA DE SURF CONVENCIONAL ³³	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR	1 blank	47,9€/ud	47,9	SeaBase
Resina Epoxy	5 kg	13.92 €/kg.	69,6	Silmar
Fibra de vidrio	6,5 m2	1.56 €/ m2	10,14	Bricotex
Laca	165 ml	6,73€ / 500 ml	2,24	Recambios-EX
Pintura	60 ml	13,62€ / 60 ml	13,62	TodoAerografía
Leash	1ud	30€/ud	30	Teccel
Quillas	2 uds	7,5€/ud	15	Teccel
Electricidad proceso productivo.	30,07 Kwh	0,083€/Kwh	2,5	-
Mano de obra	12 h	8€/h	19,2	-
TOTAL			210,2	

El precio de la mano de obra se calcula con el tiempo total de proceso del producto, el precio de mano de obra obtenido del BOA y teniendo en cuenta que un operario puede producir simultáneamente 5 productos, ya que el proceso más costoso es el del secado tras el shapeado y no necesita de ninguna manipulación.

En esta estimación de precio se incluyen los apartados de materias primas, así como consumos energéticos y manos de obra. Serán variables los aspectos de amortización de maquinaria, y transportes del producto hasta el cliente final, lo cual supondría un aumento del precio final.

³³

- https://www.shaper.fr/tecceel_blanks

- <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=983144612525>

- https://www.mincotur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/DatosEstadisticos/IV.%20Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/IV_12.pdf

- https://www.feroca.com/es/resinas-epoxi/69-epofer-ex401-e416-resina-epoxi-para-laminados.html#/capacidad_kits-kit_de_25_kg_

- <http://www.easycomposites.co.uk/#/!search?q=flax>

- <https://www.seabase.eu/category/surfboard-manufacture/shaping/surfboard-foam-blanks/pu-polyurethane-foam/>

- https://www.recambios-expres.es/recambios-de-coche/MOTIP/null-Pintura-Laca-transparente/p-11978966?ID=psm_atm_es_billiger&Country=ATES

- <https://todoaerografia.com/es/31-pintura-aerografia-automocion>

- https://www.shaper.fr/plugs_derives/compatibles_FCS

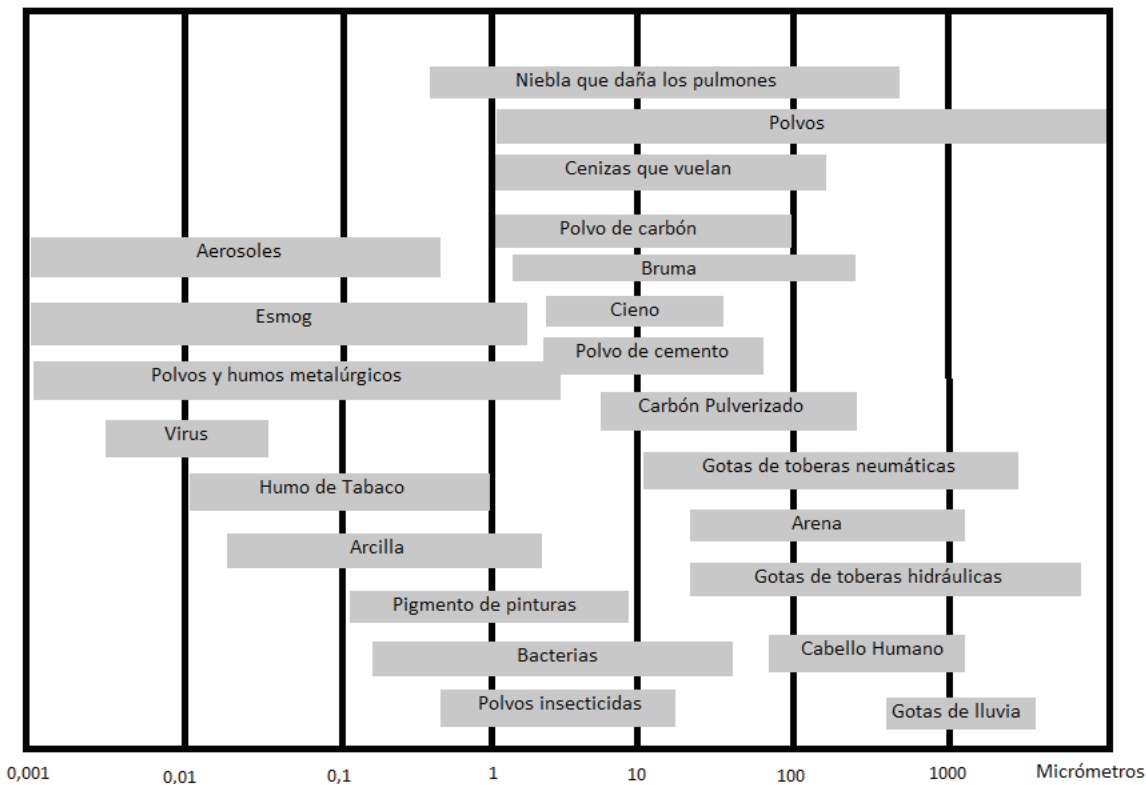
2.6 ACV TABLA DE SURF

ANEXO INFORMATIVO PARA ACV TABLA DE SURF

MAQUINARIA ESPECÍFICA UTILIZADA

TIPO DE MAQUINARIA	CONSUMO POTENCIA (Kw/h)	CONSUMO EN PRODUCCIÓN DE TABLA (Kw)	FUENTE DE INFORMACIÓN
Máquina CNC ³⁴	4,5	1,125	34- https://int.haascnc.com/we_spec1.asp?intLanguageCode=1034&id=VF-2&sizeID=30_40INCH_VMC
Lijadora ³⁵	0,27	0,135 + 0,067	35- https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshopes-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=dfo&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt=
Pulidora ³⁶	1,1	0,18 + 0,275	36- https://www.amazon.es/Einhell-Pulidora-Lijadora-Revoluciones-M%C3%A1ximas/dp/B01JGHLTS4/ref=sr_1_2?ie=UTF8&qid=1528735161&sr=8-2&keywords=pulidora

TAMAÑO PARTÍCULAS EMITIDAS



2.6 ACV TABLA DE SURF

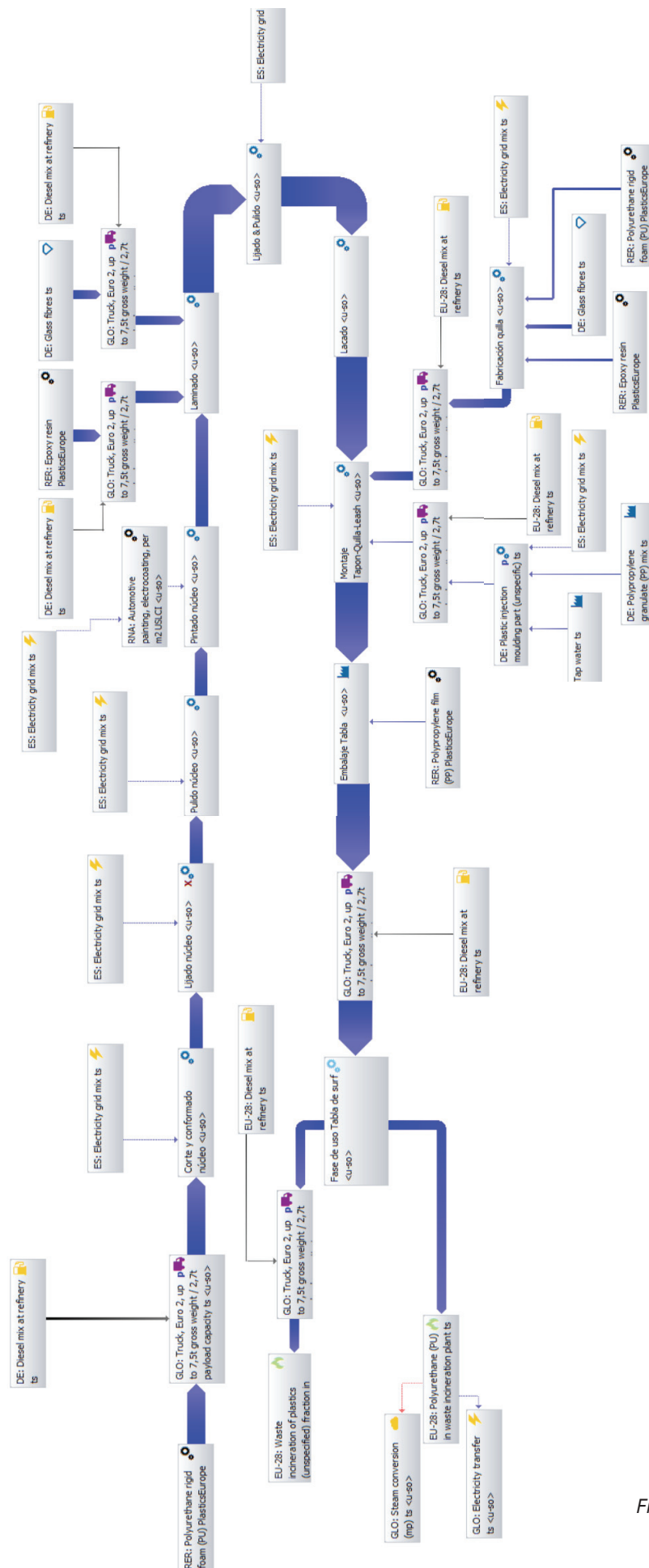


Fig. 52 ACV Tabla de surf.

2.7 ICV PALA DE PÁDEL

Realizamos seguidamente el ACV de 1 ud de pala de pádel que nos permitirá conocer aquellos parámetros que tienen un impacto relevante en la huella generada por el producto en el medioambiente. Se estima la fabricación de una pala convencional:

- **Medidas pala:**
455 mm de largo, 260 mm de ancho, 38 mm perfil.

Objetivo del cálculo

Establecer una metodología genérica para el diseño o rediseño de productos de material deportivo fabricados de materiales compuestos que permita a los diseñadores la realización de un diseño y producción de material con mejores resultados ambientales y que reduzcan su huella de carbono en el medio ambiente.

Cuantificar materiales y procesos

1. Transporte de materiales

El lugar de fabricación se ubicará en España y el lugar de origen de las materias primas, Alemania, por lo que se contabilizará como un transporte de 2000 km.

2. Materiales

- Impresión PVC vinilos 0,005 kg.
- Goma EVA (foam) 0,15 kg.
- Fibra de vidrio 1,5 m2
- Fibra de carbono 0,2 m2.
- Resina epoxy 0,15 kg.
- Tubular de fibra 0,05 kg.
- Mango y grip 0,05 kg.

3. Procesos

- Impresión PVC.
- Troquelado PVC.
- Troquelado goma EVA.
- Troquelado fibras vidrio y carbono.
- Montaje en molde.
- Laminado.
- Horneado.
- Hinchado de aire a presión (tubular).
- Lijado y rebabado.
- Taladrado
- Montaje mango y grip.

4. Embalaje y transporte a punto de venta

Suelen ser, bien pedidos individuales, bien cajas de 20 uds.

5. Promoción y venta

Sin impacto.

6. Uso

Sin impacto.

2.7 ICV PALA DE PÁDEL

7. Desecho y reciclado

Desechado en vertederos municipales.
Necesario procesos de curado para la separación de las fibras y resinas del núcleo de PUR.
(estimación de energía consumida para ello complicada)

8. Reutilización y reciclado

Incineración del producto para su reaprovechamiento en forma de generación de energía. Imposibilidad de conseguir un reciclado del producto debido a su composición de materiales compuestos.

2.8 ACV PALA DE PÁDEL

Desglose del ciclo de vida

El material base para la realización del núcleo será poliuretano flexible (PU) para lo cual será necesario un bloque mínimo de 455x180x30 mm y 0,3 kg.

Dicho material deberá ser transportado al lugar de fabricación. (2000 km.) para lo cual se realiza una entrada de diésel con el objetivo de realizar el transporte.

GABI estima una cantidad proporcional de diésel para el transporte de 0,3 kg de PU, que suponen 0,036 kg.

Una vez obtenido el FOAM se debe cortar la plancha a la forma adecuada para la fabricación de la pala de pádel según el modelo que se desee. Para ello se utilizará una troqueladora industrial que ejerciendo fuerza sobre un molde con la forma de la pala realizará el corte del mismo. Debido a la peculiar forma de la pala de pádel en dicho proceso se desechan retales de foam que es imposible de reutilizar. Sin embargo dichos residuos pueden ser reciclados en la fabricación de nuevos productos plásticos.

Para la realización del proceso de corte y conformado se tomará como referencia una máquina troqueladora industrial cuyo consumo total de electricidad es 0,75 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 5 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0625 Kw.

Posteriormente (o de manera simultánea por medio de otros operarios) se llevará a cabo la impresión de los vinilos decorativos que darán imagen al producto.

Para evitar su rotura o desgaste prematuro por el golpeo de la pelota, se realizan en vinilos de PVC. Para tener en cuenta por tanto dicho aspecto introducimos en GABI el material utilizado, así como el proceso de impresión y de troquelado de los vinilos en la forma deseada.

Calculamos aprox la necesidad de 0,02 kg de vinilo impreso, además de la tinta necesaria para la impresión (0,0001 kg). El plotter necesario para llevar a cabo el proceso genera un consumo eléctrico de 0,15 Kw/h, utilizado un tiempo de 5 minutos para la completa impresión de los vinilos de una unidad, supone un consumo por unidad de 0,0125 kw.

El troquelado se realiza del mismo modo que el corte del FOAM para el núcleo. Se tomará como referencia una máquina troqueladora industrial cuyo consumo total de electricidad es 0,75 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 5 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0625 Kw.

Para llevar a cabo el proceso de laminado será necesaria la aplicación de nuevas materias primas que aporten resistencia al núcleo de FOAM, éstas serán fibras de vidrio y de carbono (además de resina epoxy). Previamente se realizará el correspondiente troquelado de las fibras para utilizar el material estrictamente necesario intentando optimizar al máximo el producto. El troquelado se realizará del mismo modo que los cortes por medio de troqueladora anteriormente descritos. Se tomará como referencia una máquina troqueladora industrial cuyo consumo total de electricidad es 0,75 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 7 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0875 Kw.

2.8 ACV PALA DE PÁDEL

El paso posterior, la laminación, supondrá uno de los hitos críticos en la fabricación del producto. Resulta importante la correcta colocación de los materiales y cantidades de los mismos para obtener el producto en un estado de composición del producto en un estado óptimo. Se deberá colocar en un molde cuya geometría coincida con la forma deseada de la pala a fabricar, todos los componentes preparados en las fases anteriores. Primeramente el vinilo decorativo de PVC, y seguidamente las fibras de vidrio y carbono, impregnadas en resina que aportarán la resistencia al núcleo de foam, elemento que se colocará a continuación.

Otro de los componentes que deberá colocarse en el interior del molde es el tubular del borde de la pala, que dentro del molde permitirá a la pala adoptar la geometría deseada una vez llenado con aire a presión. Dicho tubular se encuentra fabricado también en fibras de vidrio y carbono.

Como hemos analizado anteriormente, la utilización de resinas epoxy en la fabricación de productos supone una emisión al medio de BPAs, compuesto químico del cual se compone la resina mayoritariamente. Conocemos que de manera aproximada se puede estimar la cantidad de Bpa emitida al aire por 1kg de resina utilizada (0,029 kg), en este caso, para la fabricación de la pala de pádel se precisará de 0,25 kg de resina, por lo que la cantidad de Bpa emitido será de 0.00725 kg.

Una vez completado el llenado del molde, deberá cerrarse e introducirse en el horno para completar el conformado del núcleo con las fibras y resina aportándole las características necesarias para el correcto golpeo de la pelota. Se toma como referencia un horno eléctrico que permitiera el horneado de hasta 5 palas simultáneamente.

Para poder realizar la estimación del consumo eléctrico del mismo se tomará como referencia un modelo de producto similar, cuyo consumo es de 25 Kw/h, por lo que el gasto eléctrico durante los 45 min que dura el proceso será de 18,75 Kw. Del mis-

mo modo que el proceso anterior, se emiten partículas de BPA al procesarse la resina en el interior del molde. En este caso, al tratarse de un proceso cerrado, la emisión se reduce a un 20% de la misma, por lo que estimamos una emisión de 0,00125 kg de BPA que incluiremos en GABI como VOC (sin especificar).

Tras la finalización del proceso de horneado y apertura de molde se extraerá la pala y se procederá a la retirada de la rebaba y lijado de los bordes de modo que queden completamente uniformes. Para la realización del proceso de lijado será necesaria la utilización de una lijadora eléctrica, cuyo consumo será de 0,27 Kw/h. Se estima que el proceso total de lijado del núcleo tendrá una duración de 5 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0225 Kw.

El último proceso de fabricación será el taladrado de los agujeros correspondientes en la superficie de la pala con el objetivo de reducir la resistencia al aire durante la práctica del deporte. Para ello será necesario de la utilización de una máquina de taladrado CNC (6,5 kw/h, que permitirá realizar los 55 agujeros necesarios en aprox. 7 min, por lo que el consumo final del proceso será de 0,76 Kw.

El montaje final del tapón y el grip se realizará de forma manual, con lo que quedará finalizada la fabricación del producto.

Tendremos en cuenta el embalaje del producto que dependerá de la cantidad de los lotes de pedidos. Estimamos el cartón y plástico protector en caso de realizar un envío unitario de producto (siguiendo las pautas de fabricación de un solo producto a lo largo del ACV). En dicho caso contaremos con 0,15 kg de film protector y 0,5 de cartón de embalaje. Tendremos en cuenta dicho desplazamiento o envío con un transporte de distancia 500 km.

2.8 ACV PALA DE PÁDEL

Durante la fase de uso de una pala de pádel no se realiza ningún tipo de emisión o consumo energético, por lo que sólo se contabilizará dentro del ciclo de vida como una fase más del mismo que no contabilizará como impacto ambiental. Se estima que la vida útil de una pala de pádel para práctica del deporte de forma amateur, puede ser de 3 años aprox.

Llegado el momento en el que por rotura o desgaste del producto, el usuario quiere poner fin a su vida útil y decide desecharla. En la mayoría de las ocasiones se tira a la basura convencional, a pesar de ser resultar un producto no reciclable, contaminante y que puede cuya descomposición puede tardar mucho tiempo en llevarse a cabo. Es por ello que lo más óptimo sería depositar el producto en un punto limpio en cual se hagan cargo de su fin de vida.

Para realizar el Análisis de ciclo de vida tendremos en cuenta la opción más convencional que consiste en su incineración para la obtención de energía. En GABI se tiene en valora la incineración del PU, aunque no es posible de evaluar los posibles contaminante generados por la incineración de la resina epoxy. Para solventar dicho problema e incluir el impacto ambiental generado por la incineración de las resinas, optamos por introducir la incineración de materiales plásticos no definidos, con sus correspondientes emisiones al aire.

2.8 ACV PALA DE PÁDEL

Estimación de precios calculados para una ud de pala de padel analizada.

PALA DE PÁDEL CONVENCIONAL ³⁴	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR FOAM	1 core	15,5€/ud	15,5	EasyComposites
Resina Epoxy	0,15 kg	13.92 €/kg.	2,08	Silmar
Fibra de vidrio	1,5 m2	1.56 €/ m2	2,34	Bricotex
Fibra de carbono	0,2 m2	110€/ m2	22	EasyComposites
Laca	50ml	6,73€ / 500 ml	0,67	Recambios-EX
Tubular Carbono	1 ud	7,26	7,26	CastroComposites
OverGripp	1 ud	1,65€/ud	1,65	Karakal
Electricidad Proceso prod.	6,96 Kwh	0,083€/Kwh	0,55	-
Mano de obra	8 h	8€/h	12,8	-
TOTAL			64,85	

El precio de la mano de obra se calcula con el tiempo total de proceso del producto, el precio de mano de obra obtenido del BOA y teniendo en cuenta que un operario puede producir simultáneamente 5 productos, ya que el proceso más costoso es el del secado tras el horneado y secado y no necesita de ninguna manipulación.

En esta estimación de precio se incluyen los apartados de materias primas, así como consumos energéticos y manos de obra. Serán variables los aspectos de amortización de maquinaria, y transportes del producto hasta el cliente final, lo cual supondría un aumento del precio final.

37-

- <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=983144612525>
- <http://www.easycomposites.co.uk/#!/cured-carbon-fibre-products/flexible-carbon-fibre-sheet/flexible-carbon-fibre-sheet.html>
- <http://www.easycomposites.co.uk/#!/patterns-moulds-and-tooling/pattern-making/high-density-polyurethane-foam-block.html>
- https://www.castrocompositesshop.com/es/fibras-de-refuerzo/1226-malla-de-carbonovidrio-tubular-de-40-mm-y-3980-gm-lineal-para-palas-de-padel.html#/153-tama%C3%B1o-1_m
- <https://www.padelnuestro.com/cubo-de-72-overgrips-karakal-x-tak-colores-p-6267.html>
- <http://www.bcomp.ch/en/products/amplitex>
- https://www.mincotur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/DatosEstadisticos/IV.%20Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/IV_12.pdf

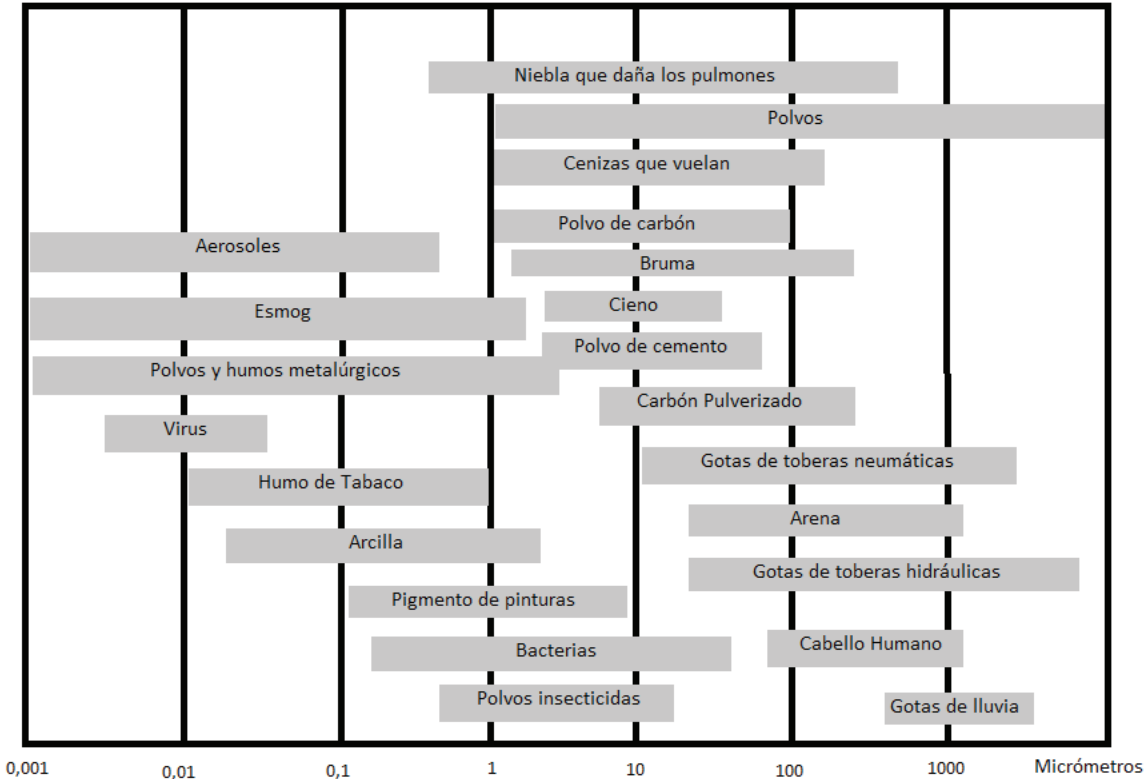
2.8 ACV PALA DE PÁDEL

ANEXO INFORMATIVO PARA ACV PALA DE PÁDEL

MAQUINARIA ESPECÍFICA UTILIZADA

TIPO DE MAQUINARIA	CONSUMO POTENCIA (Kw/h)	CONSUMO EN PRODUCCIÓN DE PALA (Kw)	FUENTE DE INFORMACIÓN
Troqueladora ³⁸	0,75	0,0625 + 0,0625 + 0,0875	38- http://www.atom-spain.com/troquelado_manual.html
Plotter ³⁹	0,15	0,0125	39- http://www.interempresas.net/Graficas/Feria-Virtual/Producto-Plotter-de-impresion-y-corte-hasta-48-cm-Roland-Versa-Studio-BN-20-126191.html
Horno industrial ⁴⁰	25	18,75	40- https://www.nabertherm.es/produkte/details/es/labor_gluehaerteoefen
Lijadora ⁴¹	0,27	0,0225	41- https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshopes-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=df0&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt=
Taladradora CNC ⁴²	6,5	0,76	42- http://www.erlo.com.es/index.php/es/productos/taladros-y-roscadoras-convencionales

TAMAÑO PARTÍCULAS EMITIDAS



2.8 ACV PALA DE PÁDEL

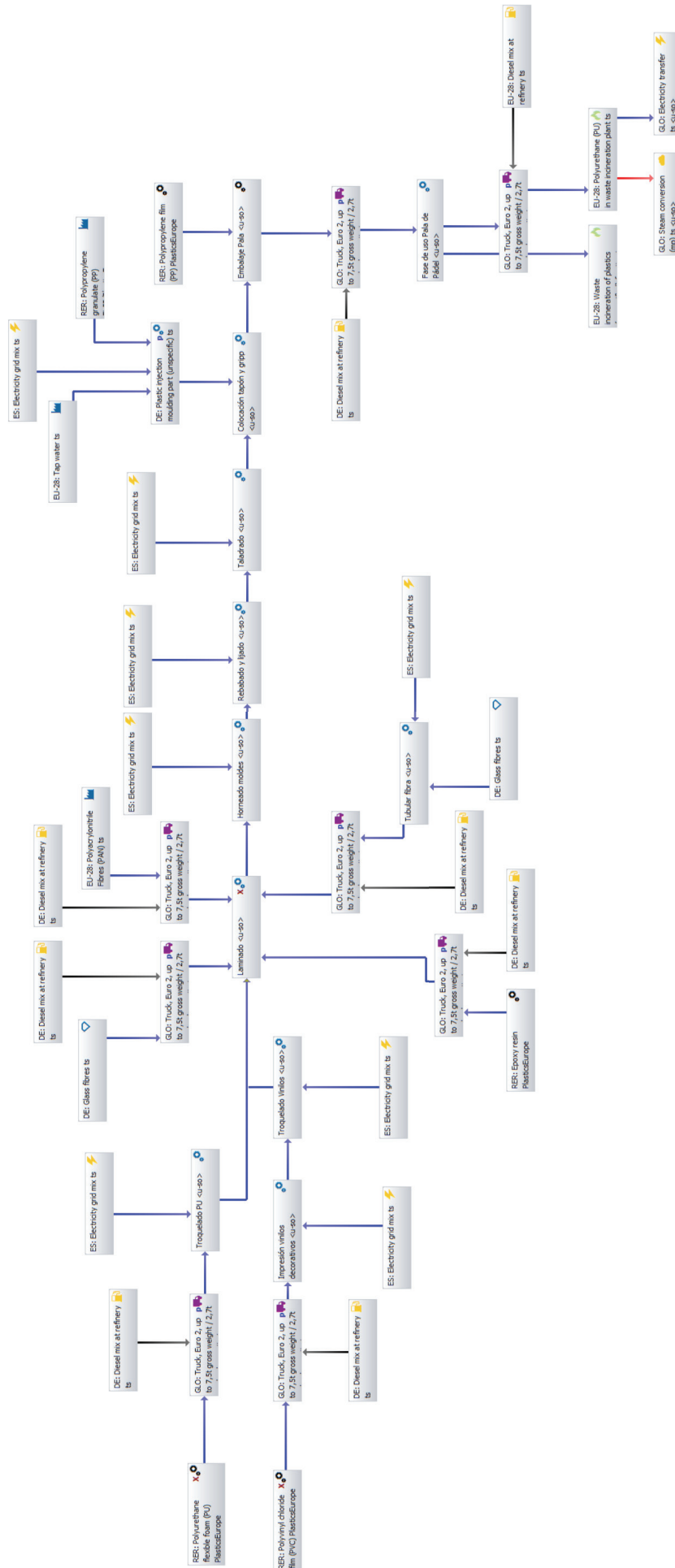


Fig. 53 ACV Pala de pádel.

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Una vez completado el diseño de ciclo de vida procederemos a la obtención de los resultados generados tras la realización del análisis. Éstos nos aportarán información detallada de aquellas fases o procesos que intervienen a lo largo del ciclo de vida del producto y suponen un mayor impacto en el medio ambiente.

Como anteriormente se ha especificado, se realiza el ACV de dos productos de la tipología de productos a analizar, una tabla de surf y una pala de pádel, ambos productos fabricados con materiales compuestos.

Inicialmente se realiza el diseño del ciclo de vida de ambos productos, referido a una unidad de producto. En él se tendrá en cuenta todas las entradas y salidas que interfieren en la vida del producto, incluidas las externalizadas a proveedores externos, al tratarse de un sistema holístico. El análisis realizado es de la cuna a la tumba, analizando desde la extracción de los materiales, hasta el reciclado o reutilización de los mismos tras el fin de la vida útil del producto.

Posteriormente para obtener unos resultados más ajustados a la realidad, ya que en algunos procesos de fabricación se realiza de manera simultánea para varias uds. realizamos el análisis del ciclo para un lote de 10 uds de producto que nos permitirá extraer el valor más real de impacto sobre el medio de una unidad.

Valorando además, de forma inicial los resultados, se toma como una opción interesante la realización de un análisis de la cuna a la puerta, es decir, desde la extracción de las materias primas, hasta el fin de la fabricación del producto, ya que en ambos productos suponen la mayor parte del impacto ambiental generado.

En el ACV completo nos resulta de interés conocer el consumo energético y el GWP generado en las diferentes fases del mismo que dividimos en: Obtención de materias primas y fabricación, uso del producto, transportes realizados a lo largo del ciclo completo, y el fin de vida del producto.

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

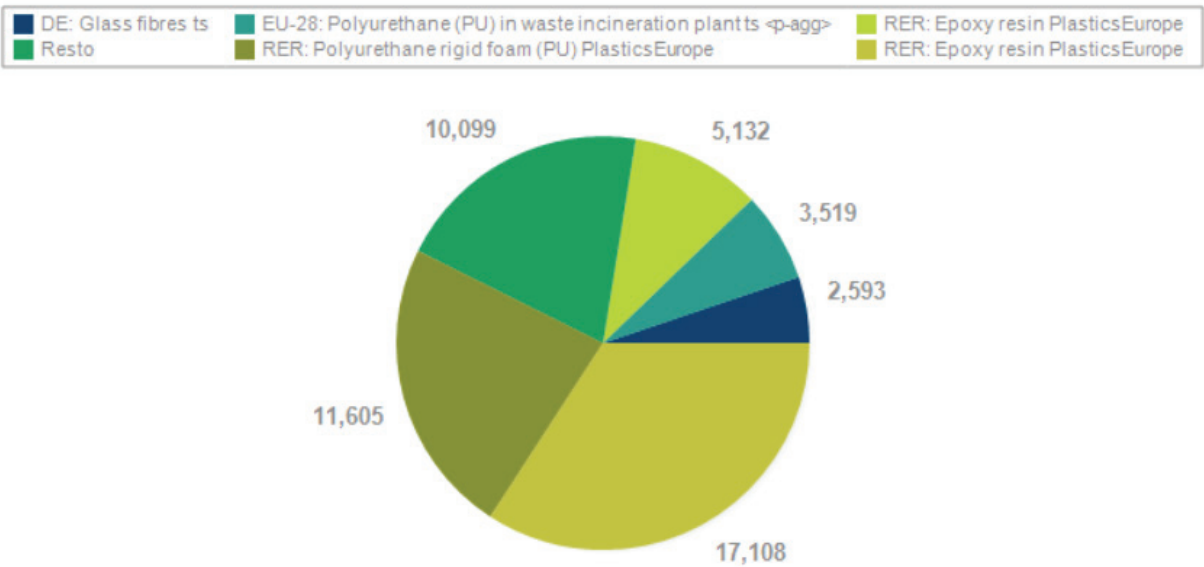


2.9.1 TABLA DE SURF

TABLA DE SURF (1vd.)

CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]

Diagrama

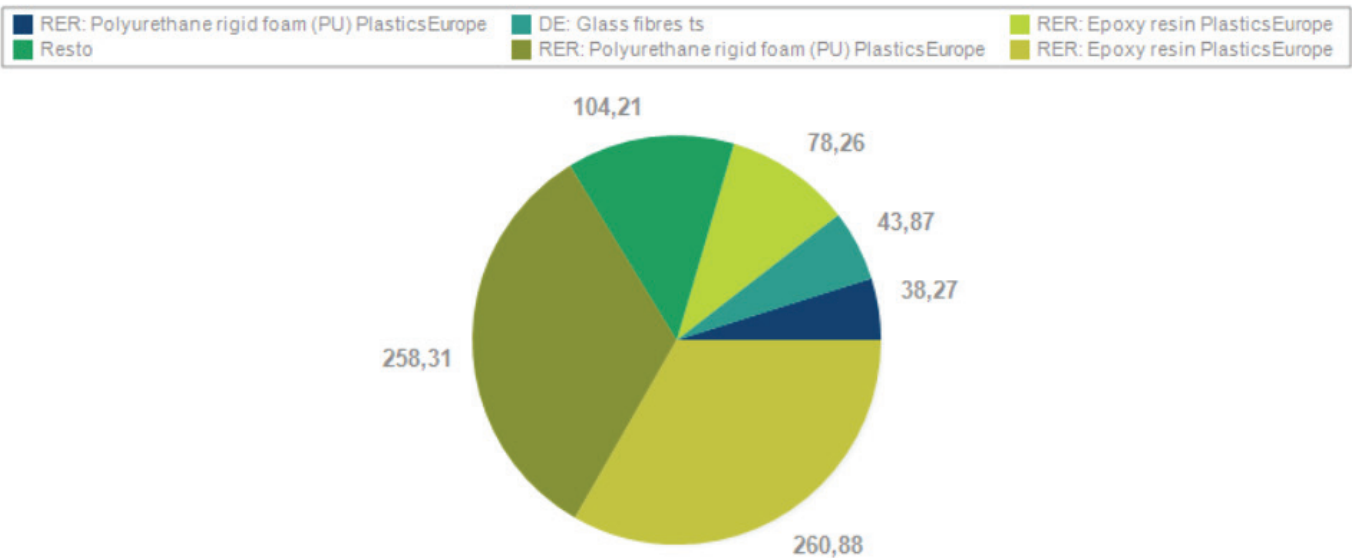


Total: 50.056 Kg CO₂ eq.

Fig. 54 Resultados ACV tabla de surf.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]

Diagrama



Total: 783.8 MJ

Fig. 55 Resultados ACV tabla de surf.

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE SURF (1ud.)

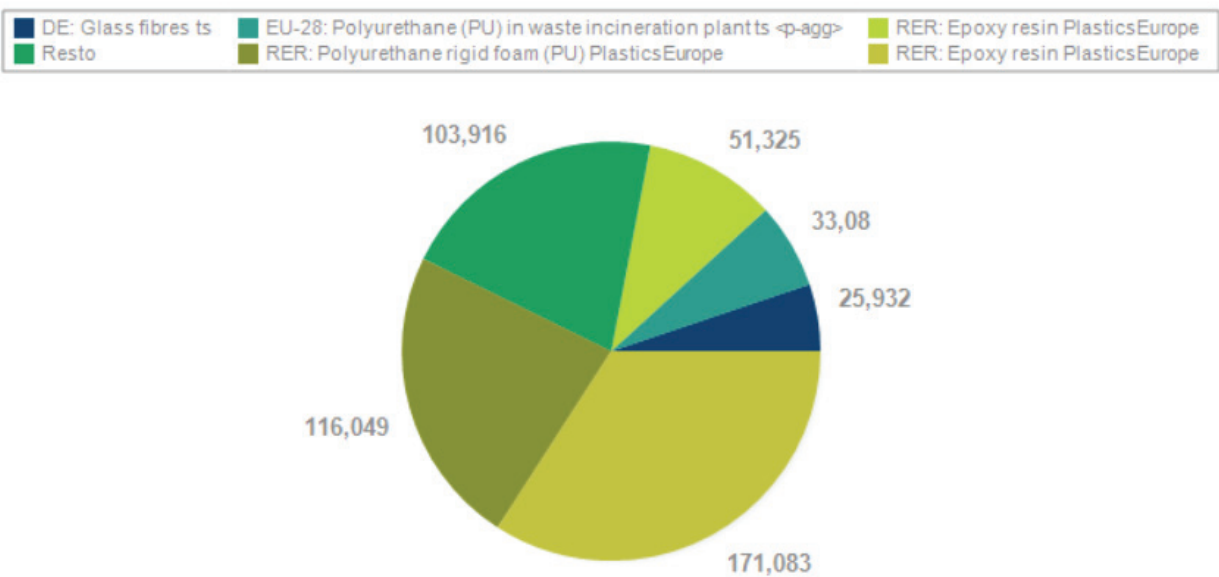
	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	733,16	93,53	36,757	73,43
Uso	0	0	0	0
Transporte	49,84	6,36	3,2	6,39
Fin de vida	0,8	0,1	10,099	20,17
TOTAL	783,8	100	50,056	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE SURF (Lote 10 ud.)

CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]

Diagrama

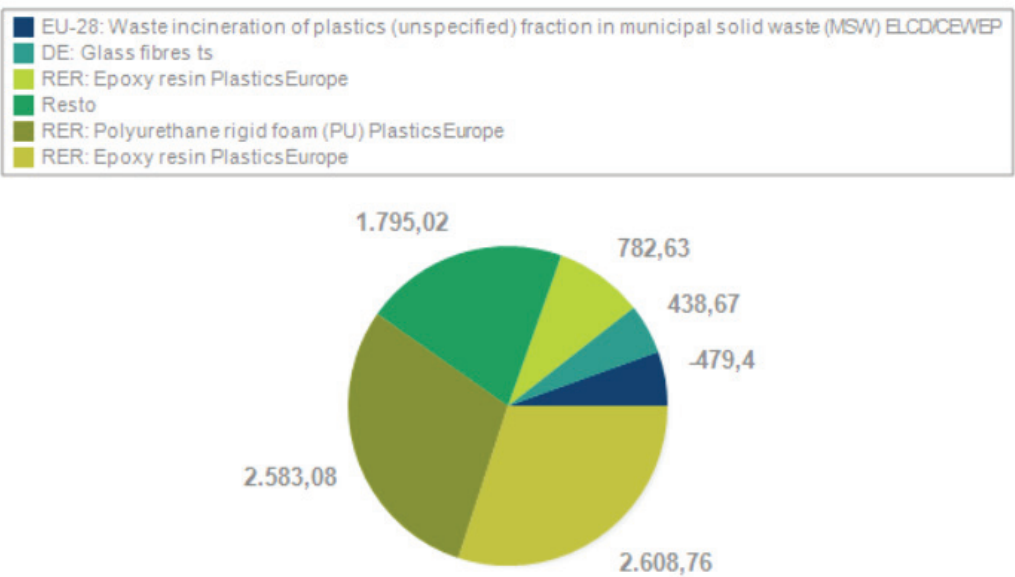


Total: 501,385 Kg CO₂ eq. --> 50,138 Kg CO₂ eq./ud.

Fig. 56 Resultados ACV tabla de surf.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]

Diagrama



Total: 7290,09 MJ. --> 729,01MJ/ud.

Fig. 57 Resultados ACV tabla de surf.

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE SURF (Lote 10 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	7709,38	99,75	433,725	86,5
Uso	0	0	0	0
Transporte	498,78	6,45	34,58	6,9
Fin de vida	-479,4	-6,2	33,08	6,6
TOTAL	7728,76	100	501,385	100

TABLA DE SURF (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

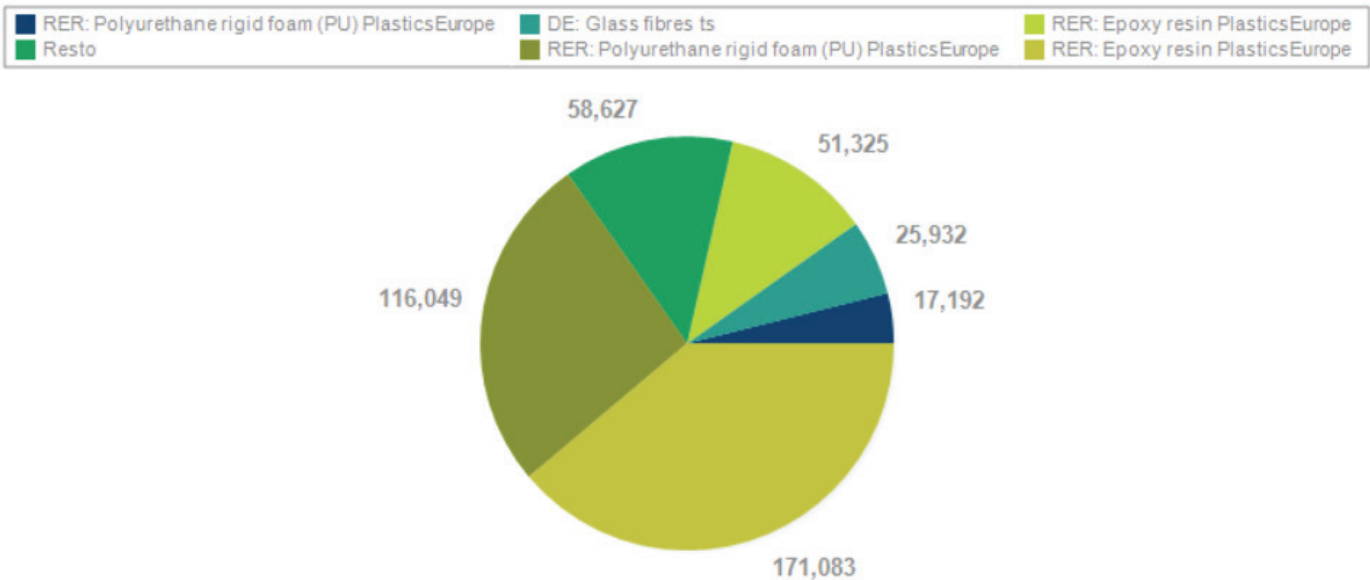
	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	770,93	99,75	43,372	86,5	210,2	95,88
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	49,87	6,45	3,458	6,9	8,64	3,94
Fin de vida	-47,94	-6,2	3,308	6,6	0,38	0,17
TOTAL	772,87	100	50,138	100	219,22	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA (Lote 10 ud.)

CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]

Diagrama

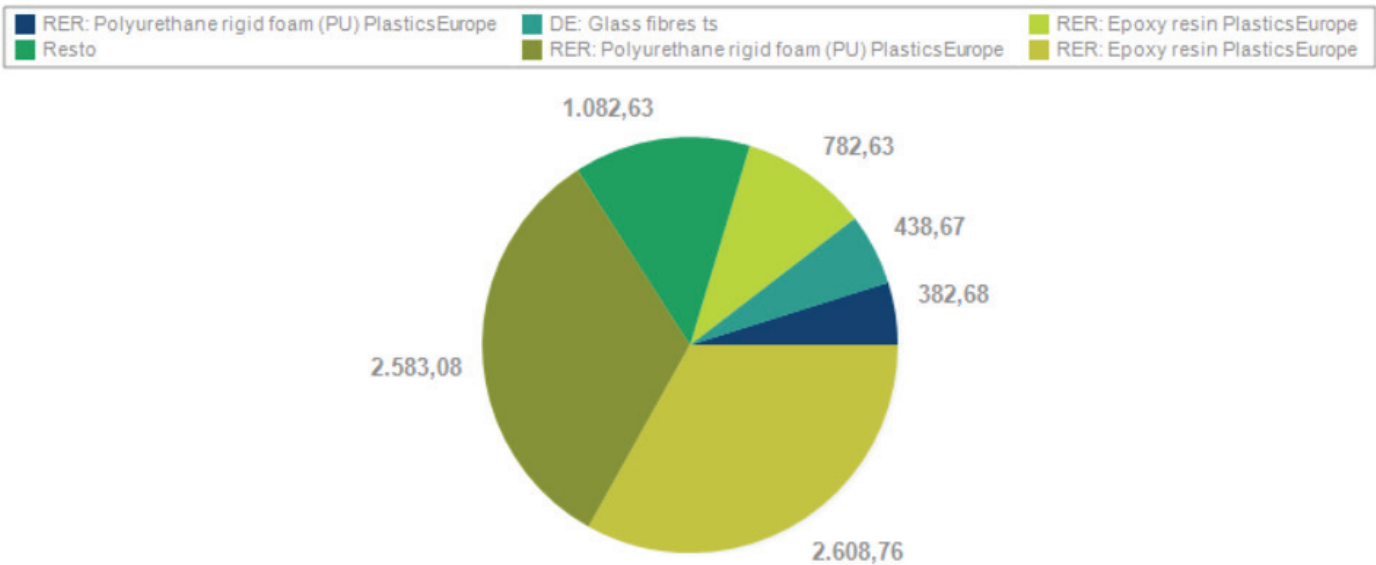


Total: 440,208 Kg CO₂ eq. --> 44,021 Kg CO₂ eq./ud.

Fig. 58 Resultados ACV tabla de surf.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]

Diagrama



Total: 7878,45 MJ. --> 787,845 MJ/ud.

Fig. 59 Resultados ACV tabla de surf.

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA (Lote 10 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
PU	2965,76	37,63	133,241	30,26
Resina Epoxy	3391,39	43,05	222,408	50,45
Fibra de vidrio	438,67	5,57	25,932	5,7
Resto	1082,63	13,74	58,627	13,31
TOTAL	7878,45	100	440,208	100

TABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
PU	296,57	37,63	13,324	30,26
Resina Epoxy	339,13	43,05	22,240	50,45
Fibra de vidrio	43,86	5,57	2,593	5,7
Resto	108,26	13,74	5,862	13,31
TOTAL	787,84	100	44.020	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE SURF (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	770,93	99,75	43,372	86,5	210,2	95,88
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	49,87	6,45	3,458	6,9	8,64	3,94
Fin de vida	-47,94	-6,2	3,308	6,6	0,38	0,17
TOTAL	772,87	100	50,138	100	219,22	100

TABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
PU	296,57	37,63	13,324	30,26
Resina Epoxy	339,13	43,05	22,240	50,45
Fibra de vidrio	43,86	5,57	2,593	5,7
Resto	108,26	13,74	5,862	13,31
TOTAL	787,84	100	44,020	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Comenzamos el análisis de los resultados obtenidos por el producto: Tabla de surf convencional.

Como anteriormente se ha especificado, se realizan varios análisis previos de una unidad y lotes de 10 ud para finalmente obtener unos más ajustados a la unidad funcional ya que algunos procesos son realizados simultáneamente para varias unidades de producto.

Por tanto tomaremos como resultados más ajustados para una ud de producto los obtenidos con el ciclo equilibrado, tanto para el ciclo completo como para el análisis realizado de la cuna a la puerta.

En el ACV completo nos resulta de interés conocer el consumo energético y el GWP generado en las diferentes fases del mismo que dividimos en: Obtención de materias primas y fabricación, uso del producto, transportes realizados a lo largo del ciclo completo, y el fin de vida del producto.

De dicho modo, podemos observar que es la obtención de materias primas y fabricación la fase que concentra la mayor parte del impacto del ciclo de vida del producto con **43.37 kg de CO₂** emitidos por tabla de surf a la atmosfera, suponiendo un **86,5%** del total.

En cuanto al consumo energético, tanto de energías renovables como no renovables concentran el **99,75%**. Destaca en este caso específicamente que el fin de vida del producto, basado principalmente en la incineración de los materiales por su imposibilidad de reutilización o reciclaje, genera un **6,5%** del consumo energético utilizado a lo largo de su fabricación y vida útil.

En cuanto al precio (€) de la tabla se concentra principalmente en la obtención de materiales y fabricación, aunque destaca a su vez el precio acumulado del transporte ya que resulta elevado, al igual que las emisiones y el consumo energético del mismo. Esto es debido a la larga distancia que deben recorrer en su mayoría los materiales del centro de origen al centro de fabricación (2000 km por transporte terrestre).

Otro de los aspectos a tener en cuenta es nulo impacto que supone la fase de uso del producto tanto en consumo energético como en emisiones de CO₂. Conocemos la emisión de las partículas de BPA al agua marina por la utilización de las resinas epoxy en su fabricación, sin embargo suponen un porcentaje demasiado bajo como para ser tenidos en cuenta en comparación al impacto generado en la fabricación del producto y la obtención previa de las materias primas.

En vista de que el mayor impacto del producto es generado en la fase de obtención de materias y fabricación del producto se toma la decisión de realizar el análisis de la cuna a la puerta para poder ajustar el origen del dicho impacto y consumo energético.

De dicho análisis extraemos el elevado impacto en el medio que se genera de la utilización de la resina epoxy como catalizador de las fibras y del medio de material compuesto. Sin embargo las fibras de vidrio no suponen un grado demasiado elevado en el mismo.

Deberá ser tenido en cuenta dicho análisis para la posible propuesta de mejora siguiendo el proceso del ecodiseño del producto ya que para conseguir un eco producto funcional los principales cambios deberán ser aplicados los materiales compuestos que conforman el producto, desde el núcleo de poliuretano, las fibras utilizadas y el tipo de resina seleccionada.

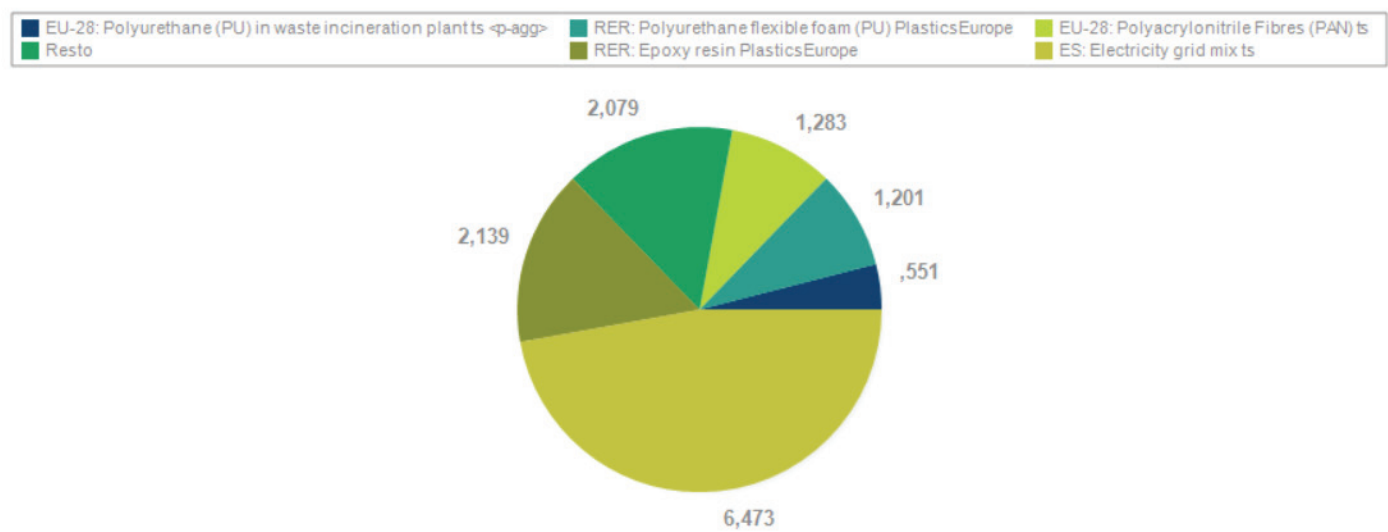
2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

2.9.2 PALA DE PÁDEL

PALA DE PÁDEL (1ud.)

CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]

Diagrama

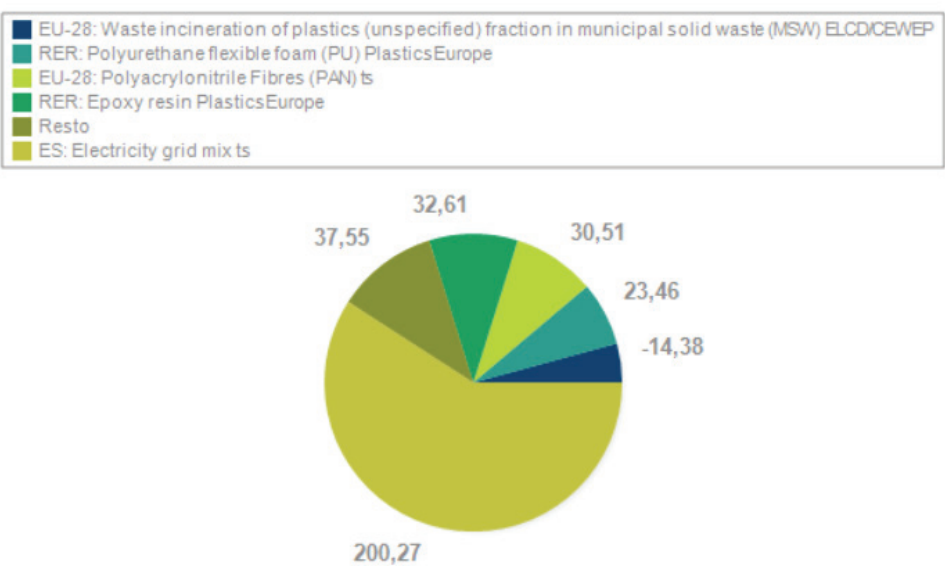


Total: 13,726 Kg CO₂ eq.

Fig. 60 Resultados ACV pala de pádel

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]

Diagrama



Total: 310.02 MJ

Fig. 61 Resultados ACV pala de pádel

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

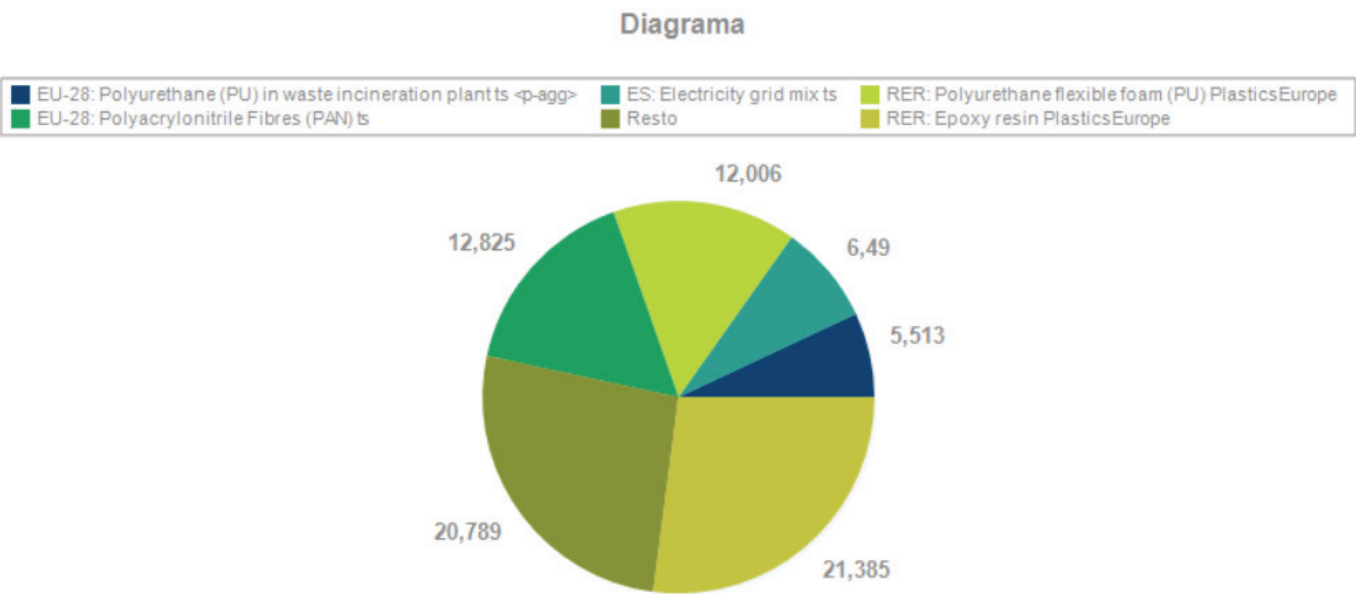
PALA DE PÁDEL (1ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	322,03	103,88	12,885	93,87
Uso	0	0	0	0
Transporte	2,37	0,76	0,294	2,2
Fin de vida	-14,38	-4,63	0,551	4,01
TOTAL	310,02	100	13,726	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

PALA DE PÁDEL (Lote 10 ud.)

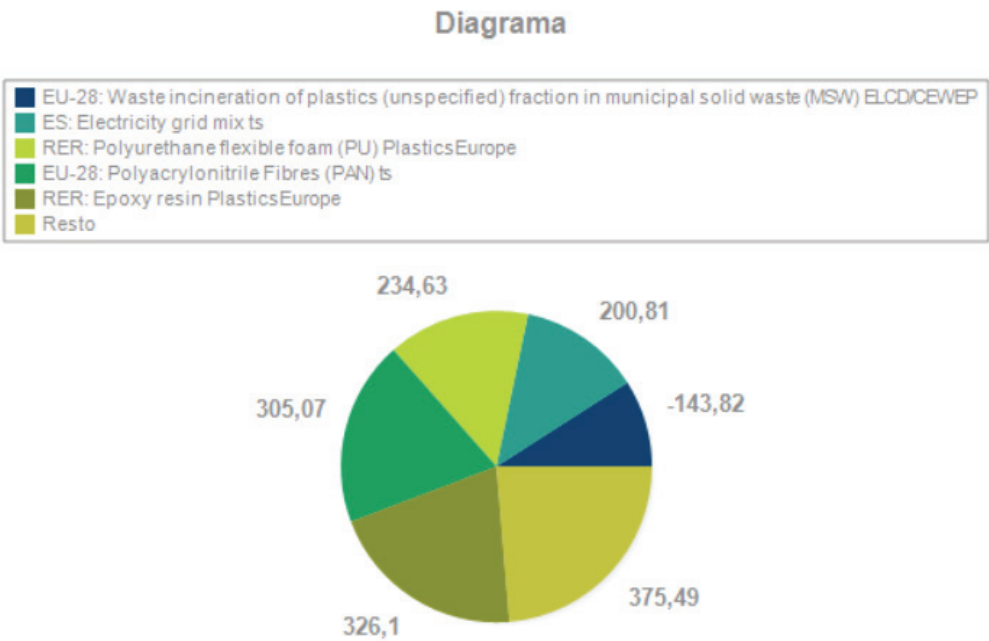
CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]



Total: 79.008 Kg CO₂ eq. --> 7.9 Kg CO₂ eq./ud.

Fig. 62 Resultados ACV pala de pádel

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]



Total: 1298,28 MJ --> 129,83 MJ/ud.

Fig. 63 Resultados ACV pala de pádel

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS



PALA DE PÁDEL (Lote 10 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	1400,12	107,79	70,545	89,29
Uso	0	0	0	0
Transporte	42,53	3,23	2,95	3,73
Fin de vida	-143,82	-11,07	5,513	6,97
TOTAL	1298,83	100	79,008	100

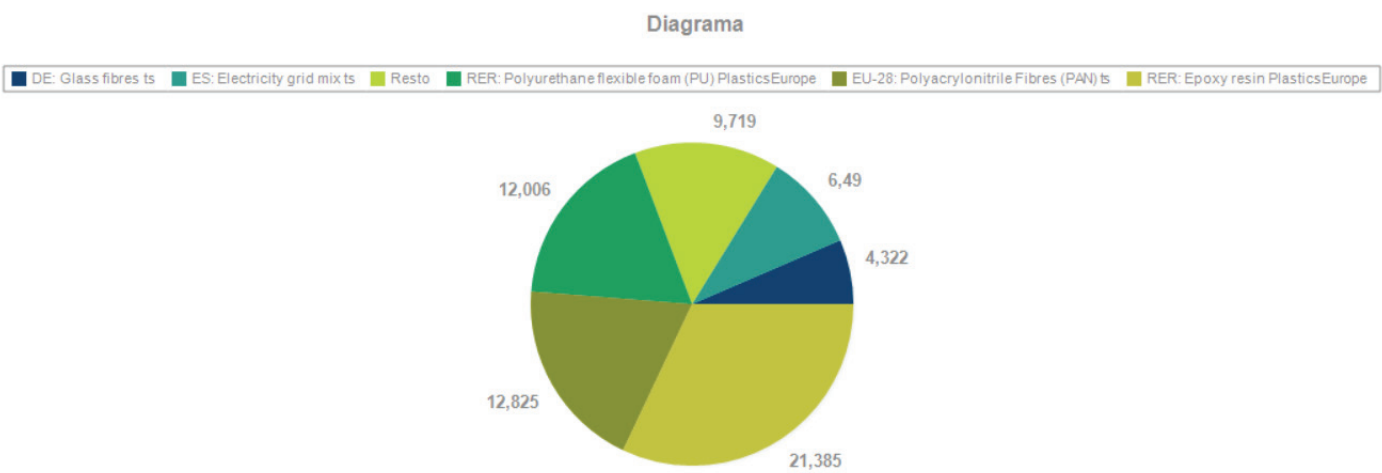
PALA DE PÁDEL (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	140,01	107,79	7,054	89,29	64,85	98,76
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	4,25	3,23	0,295	3,73	0,71	8,6
Fin de vida	-14,38	-11,07	0,5513	6,97	0,098	1,2
TOTAL	129,88	100	7,9	100	65,66	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (Lote 10 ud.)

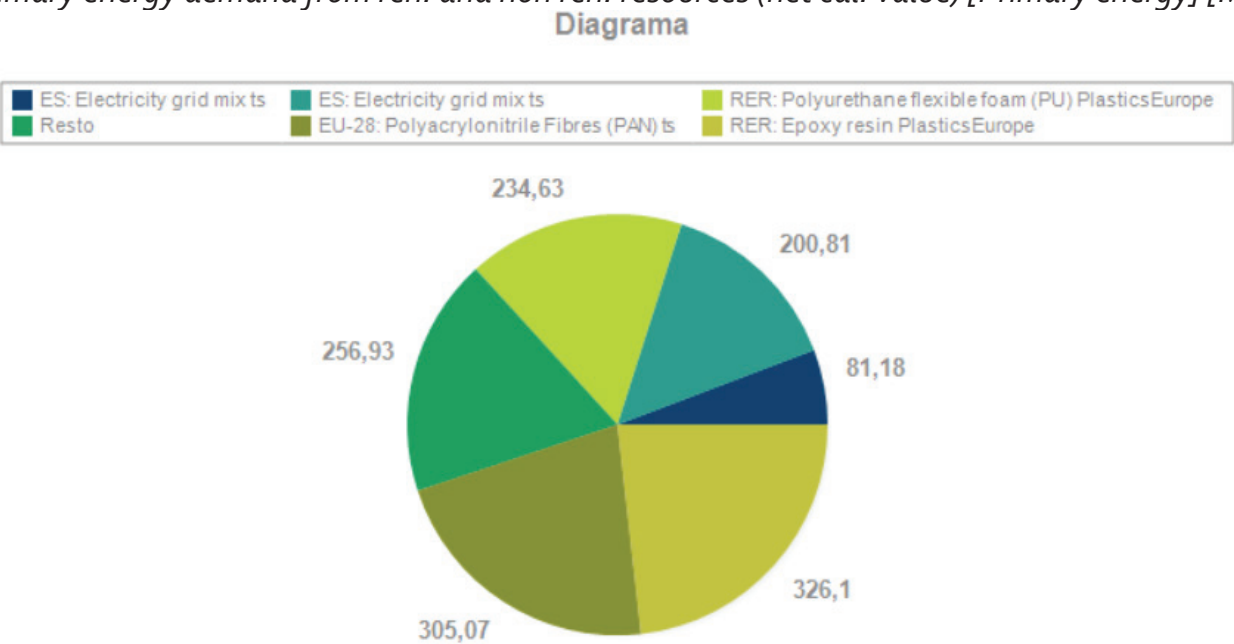
CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]



Total: 66,747 Kg CO₂ eq. --> 6,675 Kg CO₂ eq./ud.

Fig. 64 Resultados ACV pala de pádel

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]



Total: 1404,72 MJ --> 140,472 MJ/ud.

Fig. 65 Resultados ACV pala de pádel

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (Lote 10 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
PU	234,63	16,5	12,006	17,9
Resina Epoxy	326,1	23,21	21,385	32,04
Fibra de vidrio	74,2	5,27	4,322	6,47
Fibra de carbono	305,07	21,51	12,825	19,21
Electricidad	281,99	20,5	6,49	9,72
Resto	182,73	13	9,72	14,56
TOTAL	1404,72	100	66,747	100

PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
PU	23,46	16,5	1,2	17,9
Resina Epoxy	32,6	23,21	2,138	32,04
Fibra de vidrio	7,42	5,27	0,432	6,47
Fibra de carbono	30,50	21,51	1,282	19,21
Electricidad	28,2	20,5	0,65	9,72
Resto	18,27	13	0,97	14,56
TOTAL	140,472	100	6,675	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

PALA DE PÁDEL (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	140,01	107,79	7,054	89,29	64,85	98,76
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	4,25	3,23	0,295	3,73	0,71	8,6
Fin de vida	-14,38	-11,07	0,5513	6,97	0,098	1,2
TOTAL	129,88	100	7,9	100	65,66	100

PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
PU	23,46	16,5	1,2	17,9
Resina Epoxy	32,6	23,21	2,138	32,04
Fibra de vidrio	7,42	5,27	0,432	6,47
Fibra de carbono	30,50	21,51	1,282	19,21
Electricidad	28,2	20,5	0,65	9,72
Resto	18,27	13	0,97	14,56
TOTAL	140,472	100	6,675	100

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Realizamos a continuación el análisis de la obtención de los resultados generados tras el ACV de la pala de pádel convencional.

Como anteriormente se ha especificado, se realizan varios análisis previos de una unidad y lotes de 10 ud para finalmente obtener unos más ajustados a la unidad funcional ya que algunos procesos son realizados simultáneamente para varias unidades de producto.

Por tanto tomaremos como resultados más ajustados para una ud de producto los obtenidos con el ciclo equilibrado, tanto para el ciclo completo como para el análisis realizado de la cuna a la puerta.

Como se ha comentado anteriormente, en el ACV completo nos resulta de interés conocer el consumo energético y el GWP generado en las diferentes fases del mismo que dividimos en: Obtención de materias primas y fabricación, uso del producto, transportes realizados a lo largo del ciclo completo, y el fin de vida del producto.

Observamos que del mismo modo que ocurría en las tablas de surf analizadas anteriormente, es la obtención de materias primas y fabricación la fase que concentra la mayor parte del impacto del ciclo de vida del producto con **7.05 kg de CO₂** emitidos por pala de pádel a la atmosfera, suponiendo un **89.3%** del total. En cuanto al consumo energético, tanto de energías renovables como no renovables concentran el **107.8%**. Esto es debido a que de nuevo con el fin de vida del producto, basado principalmente en la incineración de los materiales por su imposibilidad de reutilización o reciclaje, se consigue generar un **11,07%** del consumo energético utilizado a lo largo de su fabricación y vida útil. En cuanto al precio (€) de la tabla se concentra principalmente en la obtención de materiales y fabricación, y podemos comprobar que el precio final es competitivo con productos similares en el mercado actualmente.

En cuanto al transporte, tiene un impacto relevante, pero no significativo debido a la cantidad de materiales más reducido que en el análisis realizado para la tabla de surf. Sin embargo, podría ser mucho inferior en caso de que el origen de las materias primas se situara mucho más cercano al centro de fabricación, ya que es dicho transporte el que supone un mayor impacto en las tres categorías analizadas (consumo energético, GWP y precio).

Otro de los aspectos a tener en cuenta es nulo impacto que supone la fase de uso del producto tanto en consumo energético como en emisiones de CO₂. En las palas de pádel no se realiza ninguna emisión de compuesto volátil o similar; en todo caso podría suponer un impacto realmente bajo la degradación de la superficie vinílica de la zona de impacto de la pala, sin embargo suponen un porcentaje demasiado bajo como para ser tenidos en cuenta en comparación al impacto generado en la fabricación del producto y la obtención previa de las materias primas.

2.9 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

En vista de que el mayor impacto del producto es generado en la fase de obtención de materias y fabricación del producto se toma la decisión de realizar el análisis de la cuna a la puerta para poder ajustar el origen del dicho impacto y consumo energético.

De dicho análisis observamos que de nuevo son las resinas epoxy las que suponen un elevado impacto en el medio generado por su utilización en la fabricación del producto. Otro de los materiales con un elevado impacto son las fibras de carbono que suponen una emisión de **1.28 kg CO₂ eq.** Y el núcleo de PU flexible con un **1,2 kg CO₂ eq.** Suponiendo un **19.21% y 17.9%** respectivamente.

La generación de la electricidad necesaria para la fabricación supone del mismo modo un elevado impacto debido al alto consumo necesario en algunos procesos como el horneado del conjunto tras el laminado de la pala.

Tendremos en cuenta dicho análisis para la posible propuesta de mejora siguiendo el proceso del eco-diseño del producto ya que para conseguir un eco producto funcional los principales cambios deberán ser aplicados los materiales compuestos que conforman el producto, desde el núcleo de poliuretano, las fibras utilizadas y el tipo de resina seleccionada.

2.10 CONCLUSIONES FASE 2

Tras la realización de los análisis de ciclo de vida de dos productos de material deportivo de materiales compuestos convencionales podemos extraer una serie de conclusiones que nos guiarán en las posibles propuestas de mejora.

La mejor opción para la realización de un ACV completo para productos actualmente es la utilización de software especializado para dicho proceso. Encontramos varios con grandes capacidades y para entorno profesional que pueden ofrecer gran cantidad de información relacionada con el impacto generado por un producto. Dicho sistema es mucho más preciso que la utilización de otros métodos como las matrices o los eco indicadores. En dicho proyecto optamos por la utilización del software GABI, aunque se recomienda la utilización de otros similares dependiendo disponibilidad y necesidades SIMAPRO, GRANTA, o UMBERTO.

En cuanto a los análisis de ciclo de vida concluimos que son los procesos de extracción de las materias primas, así como los procesos de fabricación los que suponen el mayor impacto generado en el medio ambiente por el producto de materiales compuestos ya que durante la fase de uso del producto no se genera ningún tipo de emisión ni consumo. La posibilidad de reutilización de los materiales o reciclado de los mismos desaparece al tratarse de materiales de esta tipología que impiden su separación efectiva.

En cuanto a los materiales cuya utilización aumenta los indicadores ambientales del producto son las resinas epoxy, las fibras de carbono o las espumas de poliuretano, fabricados en base a compuestos químicos y cuyas emisiones resultan nocivas para la atmósfera y en algunos casos incluso para el ser humano.

La posibilidad de sustitución de los mismos por materiales naturales o menos nocivos supondrá un avance en la consecución de un eco producto, sin embargo se deberá tener en cuenta también otros factores influyentes como los ciclos de fabricación de producto que se deberá conseguir no aumenten demasiado para mantener la rentabilidad de los fabricantes, o el precio final del producto, cuyo aumento desproporcionado podría condicionar en alto grado la compra del producto por parte del cliente.

El largo desplazamiento de los materiales hasta el lugar de fabricación implica un impacto de CO₂ innecesario en caso de conseguir proveedores de materiales de origen local. Además de ello, un gasto de consumo energético y aumento del precio final son otros de los aspectos que podrían sufrir el impacto de la decisión de la importación de las materias primas.

En las fases siguientes se realizarán propuestas de mejoras hacia la consecución de productos ecológicos y se realizará el análisis de ciclo de vida para comprobar su influencia en el impacto final generado por los mismos al medio ambiente.



FASE 3

PROPUESTAS DE MEJORA ECO EFICIENTES

3.1 OBJETIVOS FASE 3

Obtenidos en la fase anterior los resultados de los ACV de los productos convencionales que son objeto de estudio, se deberá realizar un estudio objetivo en función de poder conocer realmente cuales son las fases que generan un mayor impacto y proponer las posibles soluciones que permitan obtener un eco producto.

Una vez descubiertos los puntos críticos en los correspondientes ciclos de vida y tras las propuestas de mejora se realizan de nuevo Análisis de ciclo de vida de los posibles eco productos, con el objetivo de poder realizar posteriormente una comparación entre los mismos y los productos convencionales para conseguir una verificación de las hipótesis planteadas en la fase anterior.

3.2 ECO MATERIALES

Los materiales compuestos de fibras naturales se tienen en cuenta como materiales sostenibles debido a que están compuestos de fibras naturales, integradas con una matriz polimérica.

Taneli Väisänen y Oisiki Das en su artículo acerca de los biomateriales para compuestos de fibras y polímeros relizan una aproximación interesante y comparación con otros materiales convencionales que analizamos a continuación.⁴³

Las fibras naturales son obtenidas directamente de recursos agrícolas o de procesos de tratamiento de residuos. Algunos ejemplos que pueden ser utilizados como fibras naturales en materiales compuestos son madera, jute, lino, corcho, cáñamo, bambú,...

Éstos materiales compuestos, NFPCs (Natural Fiber-Polymer Composites), fabricados con termoplásticos no degradables no pueden ser tratados como compuestos orgánicos debido a su incapacidad de descomposición autónoma, sin embargo, cuentan con un sistema de reciclado sencillo comparado con los materiales convencionales. Aquellos NFPCs cuya matriz esté compuesta por un polímero termoestable sí que podrán ser considerados como productos orgánicos debido a su posibilidad de degradación propia óptima.

Algunos ejemplos de materiales termoplásticos utilizados como matriz polimérica son Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Poliestireno (PS), PVC,... y como termoestables resinas epoxy, poliuretano (PU) o poliésteres.

Las fibras naturales son más baratas y de menor densidad que las convencionales, además los NFPCs en comparación con productos fabricados únicamente de materiales poliméricos cuentan con mejor módulo de tensión y elasticidad. Sin embargo, uno de los aspectos más importantes resulta la toxicidad y emisiones de estos NFPCs cuyo ratio es mucho inferior a los materiales compuestos convencionales.



Fig. 66 Fibras naturales.

Si la densidad de los materiales no fuera tenida en cuenta, los materiales fabricados en base a fibras sintéticas dispone de propiedades mecánicas superiores que las fibras naturales, sin embargo las diferencias en precio y densidad son considerables entre ambas opciones.

Encontramos algunos inconvenientes en los NFPCs como el diferente grado de procesamiento y comportamiento a los procesos de fabricación y composición del conjunto. En determinados casos, las fibras sintéticas (vidrio o carbono) son sometidas a tratamientos térmicos que modifican sus propiedades para la producción de fibras híbridas, sin embargo esto no es posible con las fibras naturales debido a su inferior límite térmico, lo cual le induce a combustión a una temperatura inferior.

⁴³- Väisänen, Taneli., Das, Oisik., Tomppo, Laura, (2017) A review on new bio-based constituents for natural fiber-polymer composites, *Journal of Cleaner Production*, 149, 582-596.

3.2 ECO MATERIALES

Table 1
Mechanical properties of natural and synthetic fibers.

Fiber	Density (g/cm ³)	Tensile strength (MPa)	Specific strength (MPa cm ³ /g)	Elastic modulus (GPa)	Specific modulus (GPa cm ³ /g)
Wood	1.4	90–180	64–130	10–70	7–50
Flax	1.4–1.5	350–1040	250–650	28–70	18
Hemp	1.4–1.6	690	630	30–70	25
Jute	1.3–1.5	200–770	310–625	20–55	2–37
Coir	1.2–1.5	180	146	4–6	3–5
Cotton	1.5–1.6	290–490	191–310	5–12	3–8
Sisal	1.5	100–800	335–430	9–22	6–15
Kenaf	1.4–1.5	930	641	53	36
Bamboo	0.6–1.1	140–230	600	11–17	48–89
Wool	1.3	50–315	38–242	2.3–5	1.8–3.8
Feather	0.9	100–203	112–226	3–10	3.3–11
Silk	1.3–1.4	100–1500	100–1500	5–25	4–20
Glass	2.6	2200–3600	850–1300	65	27
Carbon	1.4–1.8	3000–4000	1710	250–500	164–171

Fig. 67 Propiedades mecánicas de fibras naturales. ⁴⁴

Las nuevas investigaciones acerca del desarrollo de nuevos materiales compuestos se encuentran encaminadas a la obtención de los mismos en base a residuos derivados de procesos industriales. La utilización de residuos como aditivos o refuerzos en los materiales NFPCs les otorgan múltiples beneficios,

entre los que cabe destacar la reducción de la generación y emisión de residuos al medio natural, la reutilización de manera eficiente de este tipo de materiales, o la facilidad para la conformación de los materiales compuestos por fibras naturales con los materiales generados por residuos, cuyo precio además es mucho inferior.

Table 2
Average prices of natural and synthetic fibers (Morris, 2009; Muthuraj et al., 2015; Shah et al., 2014).

Fiber	Price (US\$/kg)
Wood	0.3–0.6
Flax	2.1–4.2
Hemp	1.0–2.1
Jute	0.4–1.5
Coir	0.3–0.5
Cotton	2.1–4.2
Sisal	0.6–0.7
Kenaf	0.3–0.5
Bamboo	0.5
Wool	1.6–2.4
Feather	1.1–2.0
Silk	2.6–40.0
Glass	2.0
Carbon	22.0–27.0

Fig. 68 Precios en mercado de fibras naturales. ⁴⁴

44- Väisänen, Taneli., Das, Oisik., Tomppo, Laura, (2017) A review on new bio-based constitutens for natural fiber-polymer composites, *Journal of Cleaner Production*, 149, 582-596.

3.2 ECO MATERIALES

Posibles problemas asociados a los NFPCs.

Uno de los principales problemas encontrados con las fibras naturales es que se tratan de materiales hidrofílicos y polares, mientras que la mayoría de los polímeros utilizados en los NFPCs se tratan de materiales no polares, lo cual se confiere en un peor comportamiento de los conjuntos de materiales una vez conformados, y puede verse afectado además en incremento de la capacidad de absorción de agua del material, proceso que no es deseado por la afección que supondría a las fibras.

Otro de los inconvenientes principales de las fibras naturales, como se ha comentado anteriormente, es el límite térmico el que disponen. La temperatura de procesamiento de las fibras naturales se limita a 200°C aprox., suponiendo ésto una importante reducción de las posibilidades de fabricación con algunos materiales plásticos con un alto límite de fundición. Será posible la aplicación de otros materiales poliméricos como PP, PE, PVC, o PS.

Propiedades mecánicas limitadas

Los NFPCs han sido utilizados en muchos ámbitos de fabricación de productos, sin embargo se encuentran limitados por sus propiedades mecánicas inferiores a las de los productos convencionales de ésta categoría. No sólo son las fibras las que determinan las propiedades mecánicas, ya que también influye la matriz polimérica que forme parte del conjunto ya que en determinados casos, algunas combinaciones de materiales pueden dar lugar a un material con propiedades mecánicas muy pobres y que no puede ser utilizado como elemento estructural, solo como decoración.

De acuerdo con la teoría del refuerzo por medio de fibras, cuanta mayor sea la longitud de éstas, mayor será la resistencia del material. Sin embargo, las fibras cortas favorecen la dispersión durante el procesamiento, lo cual resulta beneficioso para el resultado final deseado, incluso en mayor medida que la adhesión de éstas.

Exceso de absorción de agua

Las fibras naturales al contacto con agua o humedad la suelen absorber, lo cual supone un riesgo para los materiales compuestos fabricados de dichos materiales que no han sido tratados correctamente. Principalmente se genera un hinchazón del material y una desestabilización dimensional del conjunto que puede generarse en determinadas zonas y no en otras siendo esto un problema grave en determinados productos.

Como medida compensatoria para evitar dicha absorción de humedad suelen formar los conjuntos compuestos de matrices poliméricas hidrofóbicas, y fibras naturales hidrofílicas.

Propiedades térmicas limitadas.

La mala resistencia a la temperatura y la generación de humo son uno de las principales desventajas con las que cuentan los NFPCs. La degradación térmica de los mismos comienza en 200°C, lo que limita las posibilidades de fabricación con algunos materiales plásticos con un alto límite de fundición.

Diferentes estrategias han sido tomadas en cuenta para solventar dicho problema térmico de los materiales con fibras naturales, como la aplicación de retardantes del fuego durante la fabricación del producto, o la aplicación de aglutinantes, resinas o polímeros no-inflamables, o nanopartículas aplicadas en el compuesto.

Sin embargo se ha podido documentar que la aplicación de éste tipo de retardantes del fuego comprometen severamente las propiedades de resistencia del material compuesto.

3.2 ECO MATERIALES

Procesado y homogeneidad

Además de los inconvenientes analizados anteriormente en cuanto a los materiales de NFPCs pueden aparecer otros relacionados con los procesos de fabricación de los mismos. Entre otros, pueden aparecer aglomeraciones de fibras, altas viscosidades o dispersiones no homogéneas de las fibras. Sin embargo, si éstos se comparan con algunos de los materiales compuestos convencionales (nylon, vidrio, Kevlar,...) los NFPCs aportan muchas ventajas con respecto a los procesos de fabricación de éstos.

La aplicación de los materiales compuestos naturales en sustitución de los convencionales supone un ahorro energético muy importante, siendo además menos abrasivos y causando un desgaste inferior en la maquinaria y herramientas utilizadas.

La aglomeración de fibra ocasionada durante el procesado es debida mayormente por el exceso de material y por la característica de las mismas al ser más susceptibles de formar aglomeraciones fibras de composiciones químicas similares entre sí previamente a la formación del material junto a los polímeros.

La elevada viscosidad supone un deceleramiento en la velocidad del proceso y una mayor dificultad a la hora de formar productos uniformes de éstas tipologías. La desigual formación de las fibras, reflejada en su longitud puede ser un factor crítico y afectar a la homogeneidad final del material. Los métodos más comunes para controlar estos problemas surgidos en la fabricación de los materiales NFPCs incluyen la aplicación de distintos tipos de aditivos, lubricantes, controladores de contracción, colorantes,...sin embargo en ocasiones dichos aditivos no son compatibles simultáneamente y pueden anular sus efectos mutuamente sobre el material.

La combinación de una mayor concienciación acerca de los problemas medioambientales, incentivos políticos y la reducción de las reservas de recursos naturales no renovables como el petróleo o el carbón, enfocan a los fabricantes a un planteamiento en firme sobre la innovación y aplicación de este tipo de materiales en la fabricación de sus productos.

Sin embargo, la explotación de los materiales de desecho en materiales compuestos puede provocar problemas si no se procesa más, ya que su homogeneidad no está garantizada.

Es por tanto necesario conseguir la reducción de procesos intermedios para conseguir los componentes necesarios con el objetivo de reducir al máximo posible los costes finales de los productos.

Los materiales NFPCs por tanto deberán cumplir una serie de condicionantes:

- Homogeneidad.
- Disponibilidad.
- Buen precio.
- Reducción de procesos de fabricación.
- Reciclables o biodegradables.
- Compuestos compatibles.
- Compuestos no agresivos durante los procesos de fabricación.

3.2 ECO MATERIALES

Como conclusión obtenida tras el análisis de los materiales compuestos fabricados de fibras naturales o residuos y polímeros, es evidente que no pueden obtenerse resultados mecánicos comparables con los materiales convencionales utilizados de forma mayoritaria actualmente, sin embargo la utilización de los diferentes compuestos naturales o residuales, genera un amplio abanico de oportunidades debido a la gran variedad de posibilidades que aparecen en función de los requisitos que sean necesarios.

Como conclusión obtenida tras el análisis de los materiales compuestos fabricados de fibras naturales o residuos y polímeros, es evidente que no pueden obtenerse resultados mecánicos comparables con los materiales convencionales utilizados de forma mayoritaria actualmente, sin embargo la utilización de los diferentes compuestos naturales o residuales, genera un amplio abanico de oportunidades debido a la gran variedad de posibilidades que aparecen en función de los requisitos que sean necesarios.

Debido al creciente interés en la sostenibilidad del medio ambiente, las investigaciones e innovaciones referentes a los materiales compuestos de orígenes naturales están continuo crecimiento y expansión en áreas muy diversas. El precio reducido, la biodegradabilidad, y la facilidad de obtención, así como la amplia disponibilidad de materiales suponen incentivos para su utilización frente a los materiales compuestos convencionales.

Los problemas surgidos con los NFPCs son cada vez más abordados con soluciones basadas en la biología debido a que el uso de sustancias producidas por técnicas ambientalmente dañinas no representan los valores que los consumidores, industrias y organismos gubernamentales han adoptado últimamente.

Éstas soluciones basadas en componentes biológicos han mostrado un gran potencial.

El biocarbón, lignino, fango o fibras animales son algunos de los componentes que con mayor frecuencia están siendo aplicados a la fabricación de NFPCs, sin embargo será la hibridación de materiales con variadas características los que permitirán obtener productos de coste inferior y mayor calidad mecánica.

Las consideraciones ambientales se han convertido en un aspecto esencial en la innovación y desarrollo de nuevos materiales. El concepto "Think global, act local" se aplica con mayor frecuencia en ésta industria.



Fig. 6g Fibras naturales.

3.2 ECO MATERIALES

Analizamos un poco más a fondo los materiales compuestos fabricados de fibras naturales y biopolímeros, y los componentes que forman parte de su fabricación.

FIBRAS NATURALES

Esta tipología de materiales pueden ser clasificadas según su origen, pudiendo encontrar fibras animales, naturales o minerales. Sus componentes principales son celulosa, lignino o hemicelulosa. La celulosa es el principal componente de éstas fibras que le confiere además la resistencia y estabilidad a los productos fabricados con dichos materiales; la hemicelulosa contribuye su vez a la estructura final de la fibra natural.

Algunas de las especies naturales utilizadas en la obtención de fibras son las siguientes ⁴⁵:

Bambú

Dispone de una elevada resistencia y estabilidad a los cambios térmicos. Son comúnmente utilizados en la fabricación de muebles, componentes de automóviles o tablas de surf.

Fibra de coco

La fibra del coco es extraída de la cáscara exterior del fruto, por lo que se considera material cuyo origen es una semilla. Se trata de un material resistente al agua y a las posibles afecciones por la salinidad. En función del momento de recolección del fruto se consigue una fibra lisa y flexible (coco verde) o fibra marrón, rígida y resistente (coco maduro).

Lino

Las fibras de lino son fácilmente entretejidas junto a diferentes tipos de tejidos que son comúnmente utilizados para la fabricación de materiales compuestos con propiedades mecánicas diversas, mejorando las funciones de éste conjunto. El lino es uno de los materiales más económicos y pueden suponer una seria competencia para los materiales convencionales.

Cáñamo

La fibra extraída del cáñamo tiene su origen en las plantas de la familia del cannabis. Son ampliamente utilizadas en el sector textil y la industria papeleira. Dispone de alta resistencia y la solidez ante los efectos del agua marina.

Yute

Se trata de una de las fibras más económicas y de elevada producción en India y China. Su módulo específico se aproxima al de las fibras de vidrio, y se mantiene estable hasta los 200° C sin verse afectadas sus propiedades mecánicas.

Bagazo

Se denomina a la fibra obtenida de los residuos que se generan de la producción de caña de azúcar o lino y tradicionalmente ha sido utilizado como combustible o en la industria papelera.

⁴⁵- Shekar HS^a, Sharath., Ramachandra ^a, M., (2017), Green Composites: A Review, Science Direct, 1-8.

3.2 ECO MATERIALES



Tabel 1: Physical properties of some plant fibers.[courtesy: 12]

Types of fibres	Fibres	Density(g/cm ³)	Elongation (%)	Tensile strength (MPa)
Stem fibres	Bamboo	0.6-0.91	1.4	193-600
	Flax	1.5	1.2-3.2	345-2000
	Hemp	1.48	1.6	550-900
	Jute	1.3	1.16-1.5	393-800
	Kenaf	1.45	1.6	157-930
	Ramie	1.5	1.2-3.8	400-938
Leaf fibres	Banana	0.72-0.88	2.0-3.34	161.8-789.3
	Pineapple	1.07	2.2	126.6
	Sisal	1.5	3.0-7.0	468-700
Fruit fibres	Coir	1.2	17-47	175
	Oil palm	0.7-1.55	4-18	50-400
Wood fibres	Softwood			
	Kraft (spruce)	1.5	-	1000
	Hardwood			
	Kraft (brich)	1.2	-	-
Synthetic fibres	E-glass	2.5	2.5	2000-3500
	S-glass	2.5	2.8	4570
	Aramide	1.4	3.3-3.7	3000-3150

Fig. 7o Propiedades físicas de fibras naturales. ⁴⁶

⁴⁶- Shekar HS^a, Sharath., Ramachandra ^a, M., (2017), Green Composi-
tes: A Review, Science Direct, 1-8.

3.2 ECO MATERIALES

Proceso de extracción de la fibra

Es común el procesado por medio de decortinado y enriamiento de los materiales vírgenes para la obtención de las fibras naturales.

Analizamos a través del artículo Green Composites: A Review de Sharath Shekar HS^a y M. Ramachandra estos procesos específicos de obtención de las fibras naturales.⁴⁷

El proceso del decortinado está definido para retirar bultos de fibra del tallo o la hoja. Las hojas son aplastadas y golpeadas por un juego de ruedas rotativo con cuchillas de modo que sólo las fibras permanecen y el resto de material es desechado.

Posteriormente se realizará un lavado de las mismas con agua salina y un secado al sol o por medio de aire caliente. Una vez se encuentren secas las fibras se realizará un peinado y clasificadas por tamaño.

El enriamiento consiste en el tratamiento químico de las cosechas para conseguir fardos de paja más fácilmente separables de la parte leñosa de la planta. Existen dos tipos de proceso de enriamiento, uno de ellos se realiza en el proceso de cosechado, dejando la parte no deseada en el campo y la segunda, más común en los países europeos, realizada en las plantas de producción pero de inferior calidad.

Se realiza el proceso de remojado de las fibras del mismo modo para el cual es necesario una elevada cantidad de agua y puede suponer un encarecimiento del precio final del producto.

Pretratamiento

El tratamiento químico de fibras se realiza con el objetivo de conseguir una mejora de las propiedades mecánicas tanto en condiciones controladas como en ambientes adversos.

Tratamientos físicos

Las modificaciones físicas de las fibras se han realizado desde la antigüedad con el objetivo de aumentar su resistencia. Sin embargo, hoy en día se aplican otros muchos como los tratamientos térmicos, estiramientos o laminados. La modificación superficial por medio del tratamiento de descargas, son de gran interés en relación por las mejoras funcionales de las propiedades mecánicas. La duración mayor del tratamiento supone una mejora en la no absorción de agua y humedad.

Tratamientos químicos

La modificación química se realiza por medio de agentes químicos para modificar la superficie de fibras, la cual puede ser clasificada según los orígenes de los métodos como la mercerización o la oxidación.

La mercerización es un tratamiento alcalino de las fibras de celulosa realizado con hidróxido de sodio. Uno de los resultados obtenidos tras el tratamiento es el incremento de la densidad de la fibra consiguiendo una mayor resistencia del material. La oxidación por su parte se trata de un tratamiento menos agresivo por medio de grupos carboxilo.

⁴⁷- Shekar HS^a, Sharath., Ramachandra ^a, M., (2017), Green Composites: A Review, Science Direct, 1-8.

3.2 ECO MATERIALES

BIOPOLÍMEROS

La utilización de polímeros en la fabricación de materiales compuestos resulta imprescindible, sin embargo pueden encontrarse determinados materiales poliméricos cuyo origen y deshecho sea más responsable con el medio ambiente que los convencionales y más extendidos en el mercado.

Los polímeros de recursos renovables pueden ser clasificados en tres grupos: polímeros naturales (almidón y celulosa), polímeros sintéticos de monómeros naturales como ácido poliláctico (PLA) o polímeros de fermentación microbiana como Ácido polihidroxidobutírico (PHB).

El PLA es uno de los polímeros biodegradables cuyas posibilidades son muy amplias y pueden ser realmente importantes en el futuro de la fabricación de productos poliméricos, teniendo en cuenta además su amplia variedad de posibilidades de obtención (almidón, arroz, patatas, remolacha, restos orgánicos,...).

Ácido Poliáctico (PLA)

El PLA es uno de los biopolímeros con mayor disponibilidad y con alto punto de fusión (160°C), pudiendo ser procesados a temperaturas similares que el polipropileno, permitiendo a condiciones que procesan similares a aquellos empleados para el polipropileno. Además cuenta con altas propiedades mecánicas.

Poliésteres

Los materiales poliésteres incluyen poly-hidroxicarbonatos y es producido sintéticamente por reacciones de condensación. Es común su aplicación en materiales para usos médicos como implantaciones, suturas e injertos.

Almidón

El almidón es un polímero complejo que se conforma por una combinación de polisacáridos de amylo-pectina y amylose. Las propiedades de almidón variarán según la proporción las proporciones de éstos y según el origen de producción. Uno de los principales orígenes del almidón es el maíz pero también puede ser extraído de la patata, el trigo y el arroz. Sus dos principales desventajas son la solubilidad de agua y pobres propiedades mecánicas. De ahí, este polímero es satisfecho a usos donde la durabilidad de largo plazo no es necesaria y donde la degradación rápida es ventajosa. A menudo es procesado como espuma siendo una alternativa viable a materiales convencionales como el poliestireno (PS).

Acetato de celulosa

Se trata de un polisacárido modificado obtenido de una reacción entre el anhídrido ácido y productos celulósicos como la pasta de madera, reciclado el papel o la caña de azúcar. Dispone de buena dureza y un alto grado de transparencia.

Alcohol furfurílico y resinas de furano

El componente base para la obtención de ambos materiales es el furfural, extraído orgánicamente de residuos agrícolas de maíz, cereales o madera.

Bioresinas termoestables

Existe una gran cantidad de bioresinas termoestables obtenidas del procesamiento de aceites de vegetales. Otros materiales de esta tipología pueden ser obtenidos de la cáscara del anacardo, y que puede ser convertido en cardanol. Éste puede ser polimerizado para conseguir la obtención de una nueva versión de bioresina.

3.2 ECO MATERIALES

Continuando la misma línea de proposición de productos bio para el rediseño de productos de materiales compuestos analizamos el mercado de polímeros y bio resinas existentes como posibles sustitutos a las resinas epoxy utilizadas en la actualidad y que suponen un amplio impacto en el % de huella de carbono generada por los productos. Las ventajas obtenidas con la utilización de estos materiales entre otras pueden ser:

- Suponen un ahorro energético en la producción.
- Reducen los residuos biodegradables.
- No contiene aditivos perjudiciales para la salud.
- No consumen materias primas no renovables.

Existen dos tipos de bio resinas, las degradables y las compostables. Las primeras pueden ser reducidas en tamaño de partículas para su reutilización, sin embargo no pueden ser utilizadas como compost natural por su imposibilidad de biodegradación autónoma, función que sí disponen las compostables.

Los polímeros degradables, tanto PLA como polímeros con base de poliéster son los más extendidos de ésta tipología y son ampliamente utilizados en el ámbito de los envases ecológicos, bolsas o films. Otros ejemplos de esta tipología de materiales son el PSM (Plastarch Material) o PHB (Poly-3-hidroxybutirato)

Algunos ejemplos de producción de materiales poliméricos con carácter biodegradable son los comercializados por MIREL, obtenidos a base de glucosa con elevada flexibilidad, y su utilización es común en sustitución de compuestos de olefinas, la Quitrina o el PA 11.

Biopolipropileno de Cereplast INC. producido con la reducción del 50% del petróleo utilizado para ello, siendo sus sustitutivos compuestos orgánicos renovables, o sistemas de resina termoestables como los generados por Entropy Resin en su gama de productos Super Sap, llegando a suponer la reducción de hasta un 30% del impacto generado por estos materiales en el medio ambiente.

Monomer	Source	Resin
1,3-propanediol	Dextrose from corn via fermentation	UPR, PUR
Acrylic acid	Precursor to methacrylic acid and methyl methacrylate monomer	UPR
Epichlorohydrin	Glycerin from bio-diesel process	Epoxy
Ethanol	Corn fermentation	UPR
Ethylene glycol	Ethanol from sugar cane and other plants	UPR
Fumaric acid	Fermentation of sugars and soy-based materials	UPR
Isosorbide	Corn fermentation	UPR, Epoxy
Propylene glycol	Dehydrogenation of glycerin from bio-diesel process	UPR
Soybean oil	Reacted or further modified	UPR, PUR
Terephthalic acid	Under study	UPR

Fig. 71 Materiales Biopoliméricos.

Los materiales obtenidos de compuestos del petróleo sufren un proceso de oxobiodegradación, causando una desintegración de los polímeros y acelerando su degradación autónoma en el medio natural en alto grado.

Sin embargo, la estrategia de eco productos de las empresas fabricantes de materiales poliméricos no se encuentra enfocada en su totalidad en la generación de nuevos materiales, sino con la reducción de las cantidades de compuestos no renovables o sucedáneos del petróleo, siendo sustituidos éstos por polímeros reciclados.

3.2 ECO MATERIALES

NÚCLEOS ECOLÓGICOS⁴⁸

Determinados productos fabricados con materiales compuestos requieren de la utilización de un núcleo en su interior que les aporte consistencia y resistencia al conjunto final. En este proyecto hemos podido comprobarlo en los dos productos analizados, ya que tanto tablas de surf como palas de pádel disponen de ello, siendo su material diferente debido a los diferentes ámbitos de uso y requerimientos.

Existen gran amplitud de materiales que pueden actuar como núcleos, sin embargo éstos se verán condicionados por las características mecánicas a las que el producto se vea requerido.

Los ejemplos cuyo impacto sobre el medio es inferior son núcleos de madera de balsa o corcho, obtenidos directamente de la naturaleza y cuyas funciones pueden ser atractivas para productos de decoración o de requerimientos mecánicos inferiores ya que las propiedades de los mismos son muy bajas comparadas con los núcleos sintéticos.

Otras de las desventajas de éstos materiales es el bajo punto de inflamabilidad y la elevada capacidad de absorción de agua y humedad, además de su densidad, superior a algunos componentes poliméricos. Encontramos ejemplos de núcleos de corcho utilizados ampliamente para esta tipología de productos en SYFAR, entre otros.

Por otra parte se encuentran los núcleos de polímeros que por su composición se han producido a base de material reciclado o con la adición de materiales naturales consiguiendo la reducción del consumo de petróleo para ello y por tanto disminuyendo la huella de carbono generada para su fabricación. La reutilización y reciclado de las espumas EPS se encuentra en crecimiento y se trata de una de las grandes mejoras para la producción de nuevos productos y reducción de residuos no orgánicos generados.

Los residuos de las espumas recolectados para su reutilización se comprimen con un densificador y triturados con un molino. Tras su mezclado con material virgen se reutiliza para la producción de nuevos bloques de espuma o foam.

Los procesos de fabricación de los materiales suponen por su parte un importante impacto en la huella final del producto, y por tanto la reducción de aquellos más agresivos será importante para la consecución de productos más responsables con el medio. En el caso de las espumas, para los productos convencionales, se realiza su expansión con TDI (Disocianato de Tolueno), uno compuesto químico muy agresivo y tóxico. Para la fabricación de los compuestos ecológicos se propone la sustitución de este compuesto por la expansión con vapor de agua, suponiendo también una mayor cantidad de aire en el interior del núcleo, menos compresión del material y por lo tanto, peso inferior. Se deberán controlar estas nuevas características del material e imperfecciones que puedan aparecer en su interior ya que pueden debilitar sus propiedades mecánicas convirtiéndolos en materiales no aptos para la fabricación de determinados productos. Las propiedades mecánicas comparadas con los núcleos convencionales son muy similares a los reciclados.

Algunos de los fabricantes de núcleos reciclados óptimos para la utilización en los productos ecológicos de tipología deportiva son Green Foam o Marko Foam.

Será necesario conocer previamente las composiciones de dichos materiales para poder incluir sus datos técnicos en los software de ACV si se desean añadir a la fabricación de los Eco productos.

⁴⁸- La Rosa, Angela Daniela., Recca, Giuseppe, Summerscales, John.,(2014) Bio-based versus traditional polymer composites. A life Cycle assesment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 74, 135-144.

3.2 ECO MATERIALES

Las propiedades de los materiales compuestos fabricados de compuestos naturales dependen de manera directa de los componentes que los conformen.

Aspectos mecánicos como la fuerza o la rigidez dependen en gran medida del tipo y disposición de fibra utilizada para su fabricación. La resina por su parte contribuye a mantener la posición de las fibras y la transferencia de cargas entre las distintas capas de fibras.

Las propiedades de las fibras varían dependiendo de la calidad de la cosecha, la edad y el cuerpo de la planta de la cual se obtienen, las técnicas de extracción y las condiciones ambientales.

Los productos fabricados de materiales compuestos disponen de buenas propiedades mecánicas en función de su densidad y la tecnología permite su fabricación en multitud de formas y tamaños. En dichos materiales se incluyen aquellos fabricados con fibras naturales, las cuales pueden ser añadidas individualmente o en compuestos híbridos.

Éste tipo de componentes resulta ser no abrasivo y permiten un fin de vida por medio de incineración y aprovechamiento de energía.

La utilización de los NFPCs, sin embargo, no es adecuado en determinados productos por las características restrictivas de los mismos en aspectos de absorción de humedad, baja adherencia o baja estabilidad térmica.

Debido a la reducción de propiedades mecánicas en comparación con los compuestos sintéticos, la fabricación con NFPCs se aplica a productos que no soportan una carga excesiva, como productos deportivos, carcasas de productos electrónicos, o recubrimientos para construcción, incluso elementos decorativos.



Fig. 72 Fibras naturales.

Como conclusión obtenida tras el análisis de los materiales compuestos fabricados de fibras naturales o residuos y polímeros, es evidente que no pueden obtenerse resultados mecánicos comparables con los materiales convencionales utilizados de forma mayoritaria actualmente, sin embargo la utilización de los diferentes compuestos naturales o residuales, genera un amplio abanico de oportunidades debido a la gran variedad de posibilidades que aparecen en función de los requisitos que sean necesarios.

Debido al creciente interés en la sostenibilidad del medio ambiente, las investigaciones e innovaciones referentes a los materiales compuestos de orígenes naturales están continuo crecimiento y expansión en áreas muy diversas.

El precio reducido, la biodegradabilidad, y la facilidad de obtención, así como la amplia disponibilidad de materiales suponen incentivos para su utilización frente a los materiales compuestos convencionales.

3.2 ECO MATERIALES

No son los materiales compuestos los únicos que son susceptibles de sufrir una transformación en la composición y durante el proceso del rediseño del producto eco.

Este tipo de productos de material deportivo se conforman con muchas materias primas de diversa composición y orígenes.

Las pinturas o recubrimientos son algunos de ellos. Este tipo de materias primas acrílicas, producidas en base a compuestos poliméricos, polipropileno en su mayoría cuentan con una huella de carbono elevada en su producción, así como en su uso. Esto es debido a las emisiones que generan de VOCs y que emiten su fuerte olor, obligando a los fabricantes a utilizar equipos de protección individual para preservar su salud.

Sin embargo actualmente el avance de las tecnologías y el incremento del interés de los clientes por preservar el medio ambiente ha propiciado la aparición de productos de esta tipología con carácter ecológico.

Las denominadas pinturas ecológicas se caracterizan por la no utilización de disolventes químicos en su producción que puedan suponer una elevada toxicidad y ser agresivos para los usuarios durante su aplicación, en contraposición para conseguir el producto se utilizan materias naturales de diversos orígenes como los aceites vegetales, o compuestos minerales.

Este tipo de pinturas cuentan con una serie de ventajas que les convierten en un producto eco y puede ser de gran interés para la aplicación en el rediseño del producto deportivo.

- Emisión cero de compuestos volátiles VOCs.
- Elevada adherencia y opacidad.
- Alta resistencia y durabilidad en el tiempo.
- Productos ignífugos.
- Emisión cero de olores durante su aplicación.

Por contraposición su precio es superior al de los productos convencionales.

Algunos materiales deportivos cuentan con almas interiores que les confieren resistencia en su interior impidiendo la fácil rotura durante el uso del mismo. La utilización de materiales de origen natural se trata de una opción factible que se ha utilizado en los últimos años en la producción de determinados productos como las tablas de surf.

La protección de los mismos con fundas de tela y materiales naturales evitando los productos con origen polimérico y por tanto, químico debe ser otra de las premisas en la consecución de un proyecto de rediseño ecológico de producto.

Cada detalle computa en la huella ecológica del producto, y debe ser coherente con el resto de procesos para conseguir reducir en todo lo posible las emisiones de CO₂ eq.

Más adelante se estudiará en profundidad el packaging, otro aspecto relevante en el ciclo completo de vida del producto.



Fig. 73 Pintura ecológica.

3.3 PRODUCCIÓN FIBRAS NATURALES

Uno de los materiales de los analizados anteriormente y óptimos para la producción de fibras para su utilización en la fabricación de materiales compuestos como sustitución de las fibras sintéticas es el lino.

Para poder tomar en consideración los valores de huella de carbono generados por la producción de las fibras de este material será necesario incluirlo en el software, ya que en el caso de GABI solo se incluye en versiones PRO de pago a las cuales no disponemos de acceso. En caso de tener dicho acceso se actuará de forma similar a la operada en la fase anterior.

La producción de las plantas de lino necesita de una gran extensión con exposición solar y un ph de la tierra con valores entre 5 y 7. No es necesaria la aplicación de fertilizantes previos a la plantación, pero se aconseja la aplicación de algunos componentes como 20 kg/ha de nitrógeno, 90 kg/ha de fosfato y 90 kg/ha de potasio.

El crecimiento de la planta se completa entre 90 y 100 días, para lo que además es necesario la plantación de 2000 plantas por m² en lo que se denominaría la densidad ideal de plantación, aproximadamente entre 12 y 16 gr. de semillas por m².

Durante el crecimiento será necesario controlar el crecimiento de las malas hierbas que puedan mermar el crecimiento de la planta, por medio de operaciones de desbrozado o con la aplicación de herbicidas (NO TÓXICOS). No será necesario sin embargo la realización de un regadío controlado para su crecimiento, será suficiente con el agua de lluvia caída.

La cosecha se realizará entre los 90 y 100 días después de la plantación, ya que en caso de realizarse de forma prematura la extracción de la fibra sería reducida, y si se realizara tardía, la fibra obtenida sería demasiado gruesa.

La planta se extraerá completa para obtener la mayor longitud posible de la fibra. Los fardos de las plantas serán atados en grupos de 40-50 cm de circunferencia, para conseguir el secado de las plantas antes del procesado del mismo.

El secado tendrá una semana de duración y posteriormente se retirarán los desechos sobrantes que supondrán por tanto la obtención de aprox. 1100 kg/acre. Se estimará el consumo de 40 L/ha de ga-soil para el cosechado del producto.

Los siguientes procesos de producción serán los necesarios para conseguir la extracción final de la fibra de la planta original.⁴⁹



Fig. 74 Plantación de cáñamo.

⁴⁹-
<https://www.richters.com/show.cgi?page=InfoSheets/d2701.html>
(Consultado: 10/06/2018)
- https://www.mastersoflinen.com/img/outilsPdf/THE_NATURAL_FLAX_AND_HEMP_VEGETATION_FIBERS_OF_EUROPE_2010.pdf
(Consultado: 20/04/2018)

3.3 PRODUCCIÓN FIBRAS NATURALES

Rizado (Rippling)

Se realizará una vez los fardos de plantas completen el secado necesario y la función será la de retirar las partes superiores de la planta con semillas del tallo.

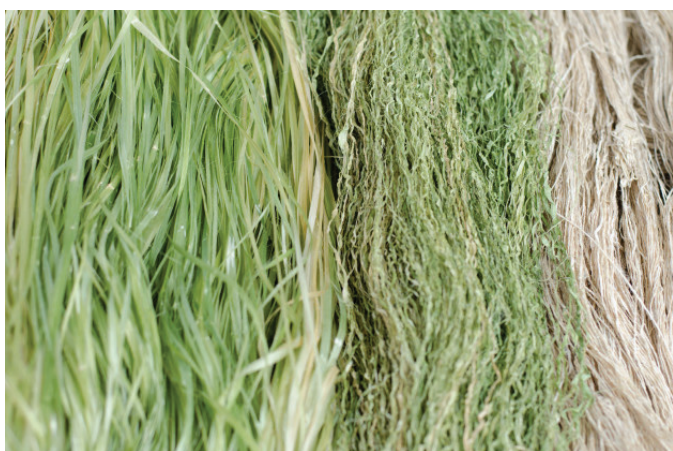


Fig. 75 Producción fibras naturales.

Enriado (Retting)

Consiste en la retirada de la zona interior del tallo de la planta para retener únicamente la parte exterior del mismo, parte de la cual se extraerán las fibras de lino. Se pueden realizar dos métodos diferentes, sin embargo el resultado debe ser similar; la zona de las raíces de la planta deberá caer, dejando a la vista las fibras interiores. Éste proceso puede durar entre 2 o 3 semanas y posteriormente se secará 2 días más completamente.

Rotura (Breaking)

Los tres procesos finales de la producción supondrán la extracción final de la fibra. Se procede a la rotura completa del interior del tallo de madera por golpeo para obtención de la fibra deseada. Se repite el golpeo a lo largo de la longitud del tallo para evitar que quede algún tipo de residuo no deseado.

Espadillado (Scutching)

Proceso que completa la retirada de la zona interior del tallo por medio de golpeo y arrastre con cuchillas retirando las zonas no deseadas y permaneciendo en buen estado y sin rotura la fibra de lino. En caso de que el enriado no se hubiera realizado correctamente, el espadillado puede dañar seriamente las fibras haciéndolas inservibles.

Separación (Hackling)

Como su nombre indica, en este proceso se procede a la separación completa de las fibras entre sí, siendo trazadas sobre unos peines de púas que llevarán a cabo la óptima separación. Se utilizan peines de diferentes tamaños, de modo que las fibras serán introducidas primero en aquellos más gruesos para terminar en los más finos y así obtener los filamentos del grosor deseado.

Muchos de estos procesos son inspirados en los realizados en la antigüedad para obtener fibras para su consumo particular como tejidos, sin embargo hoy en día se han automatizados todos ellos y se llevan a cabo en grandes cantidades mejorando la calidad y la producción del material. Estimaremos en el software el consumo de 36 MJ y 100 L de agua para el lavado de las plantas previo al procesado para la fabricación de 1,5 kg de material.

La producción de las fibras de cáñamo resulta muy similar, desde el cultivo y la cosecha hasta la producción del material fibroso.



Fig. 76 Producción fibras naturales.

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO

Como parte fundamental dentro del desarrollo del rediseño de un producto deportivo de materiales compuestos se realiza un estudio mecánico del producto sometido a las condiciones de uso más desfavorables con el objetivo de comprobar los resultados obtenidos con los materiales convencionales utilizados en los productos que se encuentran actualmente en mercado y por consiguiente cumplen los requisitos necesarios de uso, con los productos ECO con los nuevos materiales BIO aplicados y con el fin de realizar las comparaciones pertinentes de resistencia mecánica de los nuevos modelos de producto.

En este proyecto analizaremos un modelo PUCKAS de tabla de surf.

Dicho producto cuenta con un núcleo de espuma de PU rígida con las siguientes propiedades mecánicas:

Módulo elástico 12 N/mm².

Coef. Poisson 0,3 N/D.

Densidad 95 kg/m³.

Límite elástico 13 N/mm².

Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal

Y una capa de fibra de vidrio de espesor 1mm de propiedades mecánicas:

Módulo elástico X 15000 N/mm².

Módulo elástico Y 15000 N/mm².

Módulo elástico Z 5000 N/mm².

Coef. Poisson X 0,18 N/D.

Coef. Poisson Y 0,24 N/D.

Coef. Poisson Z 0,24 N/D.

Módulo cortante XY 2300 N/mm².

Módulo cortante YZ 3500 N/mm².

Módulo cortante XZ 3500 N/mm².

Densidad 2000 kg/m³.

Límite tracción X 180 N/m².

Límite tracción Y 180 N/m².

Límite compresión X 120 N/m².

Límite compresión Y 120 N/m².

Límite cortante XY 45 N/m².

Límite elástico 180 N/m².

Tipo de modelo: Ortotrópico elástico lineal

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO

Se realiza un primer análisis mecánico de flexión para los materiales convencionales, para el cual se aplican 150 kg de fuerza en la zona destinada para el uso por parte del usuario. Esto nos permitirá someter al producto a su utilización en un caso extremo.

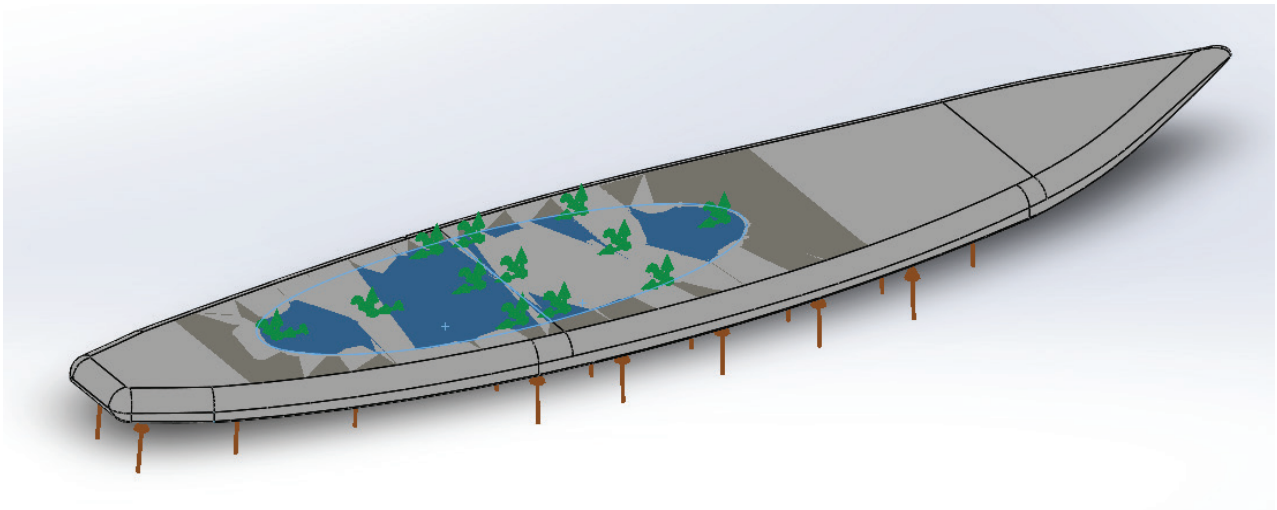
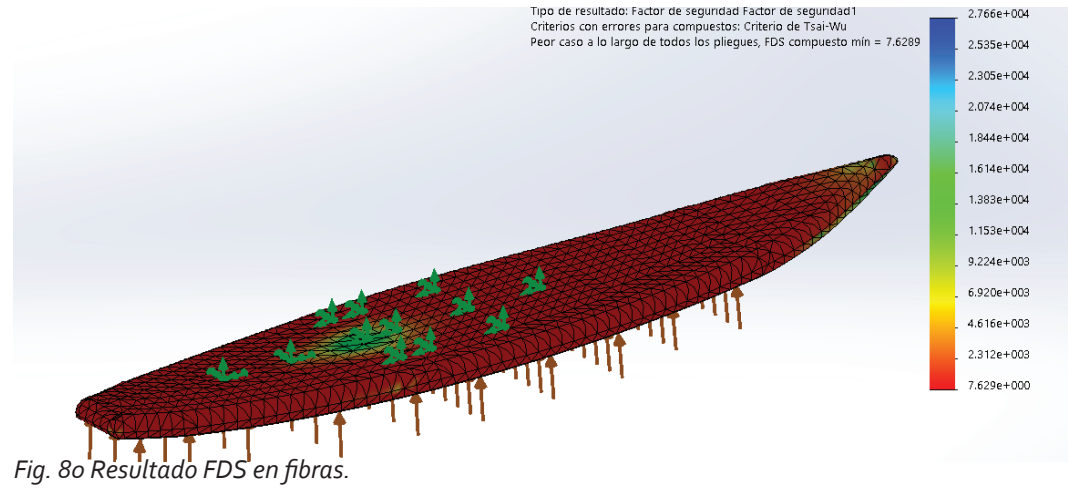
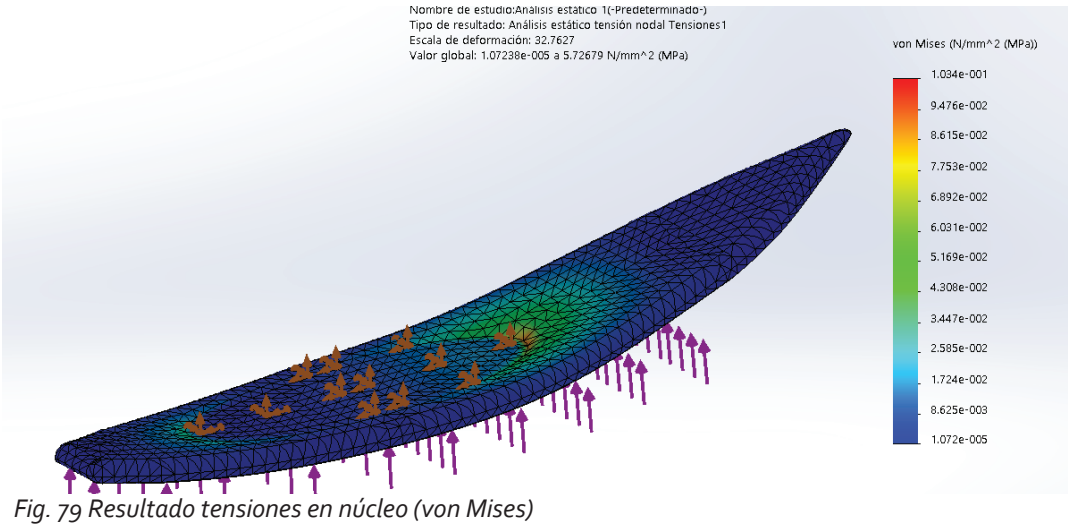
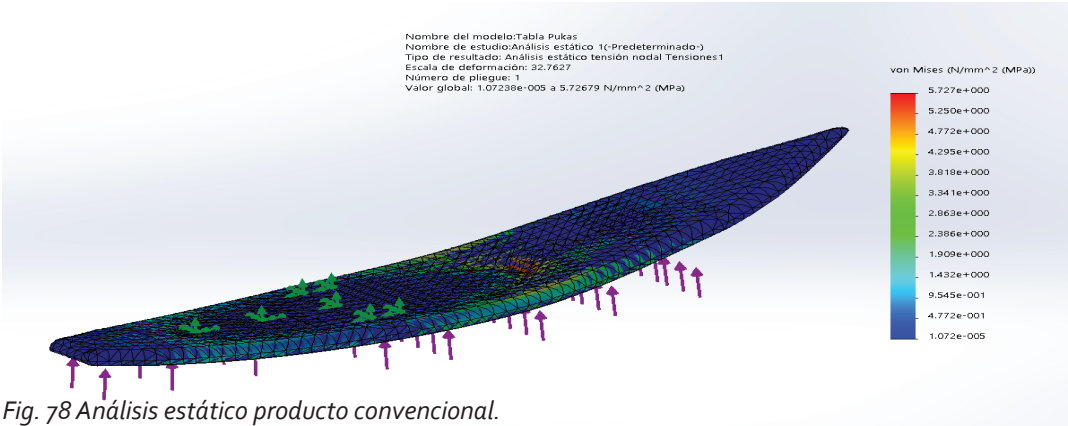


Fig. 77Análisis estático producto convencional.

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO



Los resultados del análisis estático del producto convencional nos confirman la capacidad de resistencia de la combinación de materiales compuestos convencionales analizados.

En este caso observamos en el modelo conjunto del producto que la zona que mayor impacto sufre es la central, en la que se aplican la mayor parte de las fuerzas, alcanzando en el punto

más desfavorable 5,72 MPa. Para poder realizar una comprobación más ajustada de los resultados analizamos ambos materiales por separado, de modo que observamos que el núcleo sufrirá un valor max de tensión puntual de 0,103 MPa, sin llegar a superar por tanto su límite elástico. En la capa de fibra comprobamos el Factor de seguridad según el criterio de Tsai-Wu, que nos indica que sería de capaz de soportar hasta 7,6 veces la carga aplicada.

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO

Se realiza posteriormente otro ensayo , en este caso de tracción, con los mismos materiales, con el fin de comprobar el comportamiento real de la tabla en un caso extremo de uso.

En este caso se aplica una sujeción en la zona trasera del producto y se ejercen fuerzas inversas en la zona delantera de la tabla de 100 kg (Ver imagen). De este modo conseguimos someter al producto a unas condiciones que pueden ser similares a las de su utilización.

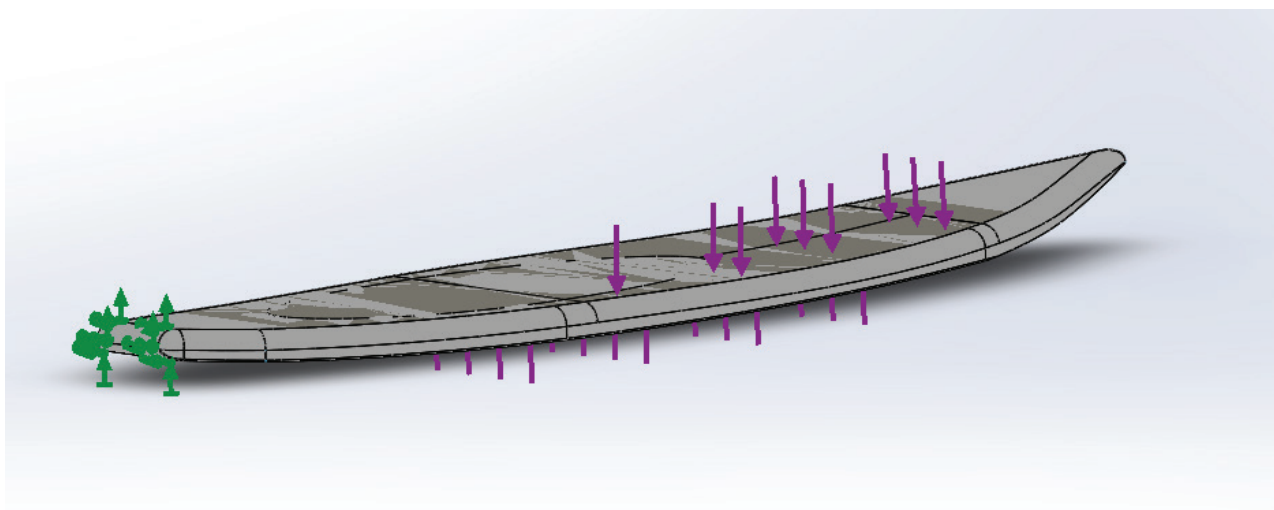
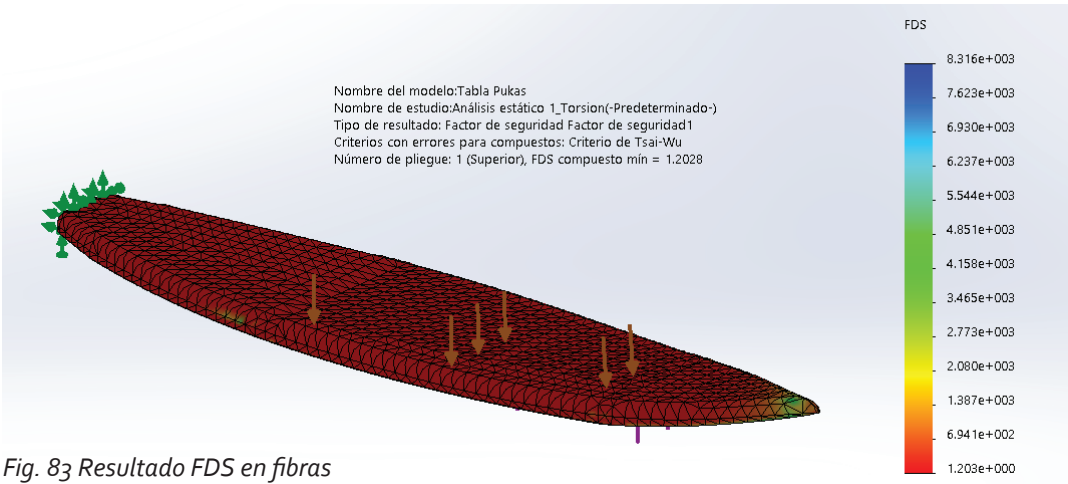
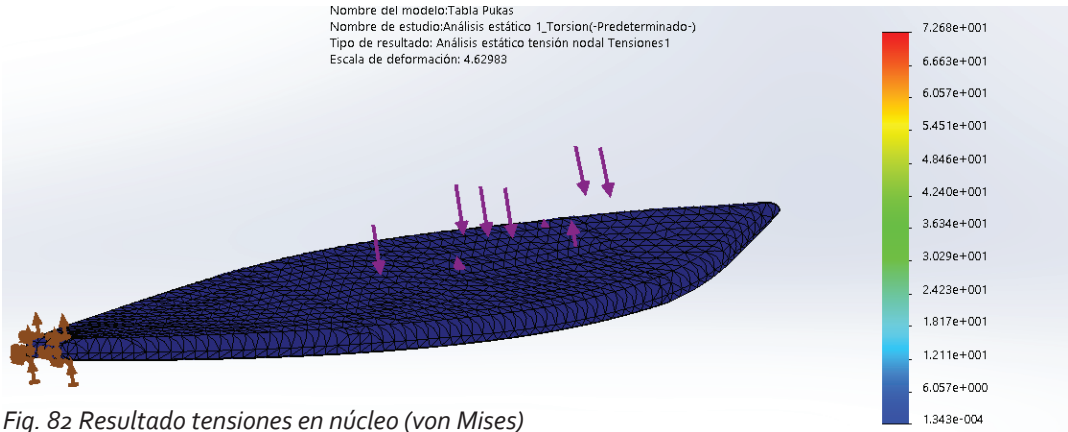
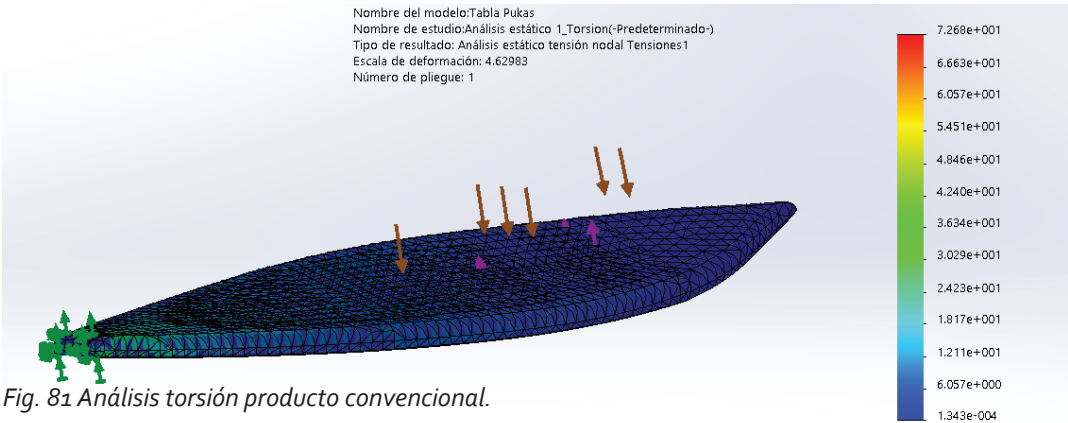


Fig. 81 Análisis torsión producto convencional.

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO



Los resultados del análisis de torsión del producto convencional nos confirman la capacidad de resistencia de la combinación de materiales compuestos convencionales analizados.

En este caso observamos en el modelo conjunto del producto que se produce un alabeo del mismo, siendo la zona trasera de la tabla la que concentra la mayor parte de las tensiones.

En el caso del núcleo, todos los valores se encuentran por debajo de 0.000134 MPa, por lo que no se super en ningún caso el límite elástico del material. En la capa de fibra comprobamos el Factor de seguridad según el criterio de Tsai-Wu, que nos indica que sería de capaz de soportar hasta 1,2 veces la carga aplicada.

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO

Se realiza un nuevo análisis sustituyendo los materiales de recubrimiento. En este caso se aplican dos capas de fibra de lino (0° - 90°) en vez de fibra de vidrio.

¹Las propiedades mecánicas de este material ecológico son las siguientes:

Modulo en X	12 GPa
Modulo en Y	4 GPa
Modulo en Z	3 GPa
Resistencia tracción X	120 MPa
Resistencia compresión X	120 MPa
Resistencia tracción Y	70 MPa
Resistencia compresión Y	70 MPa
Resistencia cortadura	35 MPa
Poisson XY	0.21
Poisson XZ	0.18
Poisson YZ	0.18

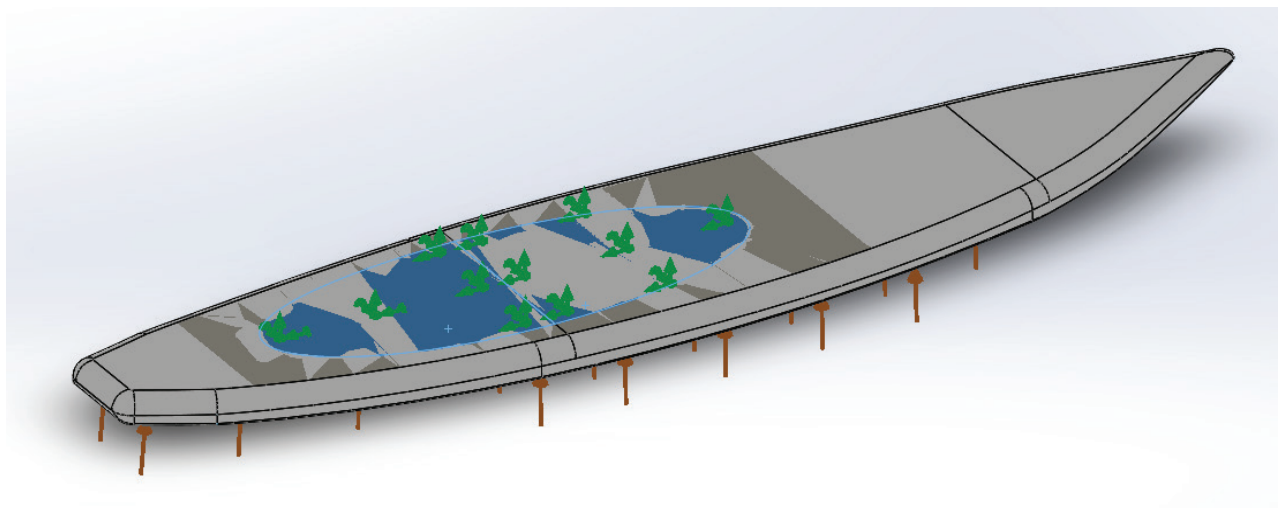


Fig. 84 Análisis estático producto ECO.

1 <https://es.slideshare.net/LiboYan1/improving-the-mechanical-properties-of-natural-fibre-fabric-reinforced-epoxy-composites-by-alkali-treatment> (15/09/2018 20:25h)

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO

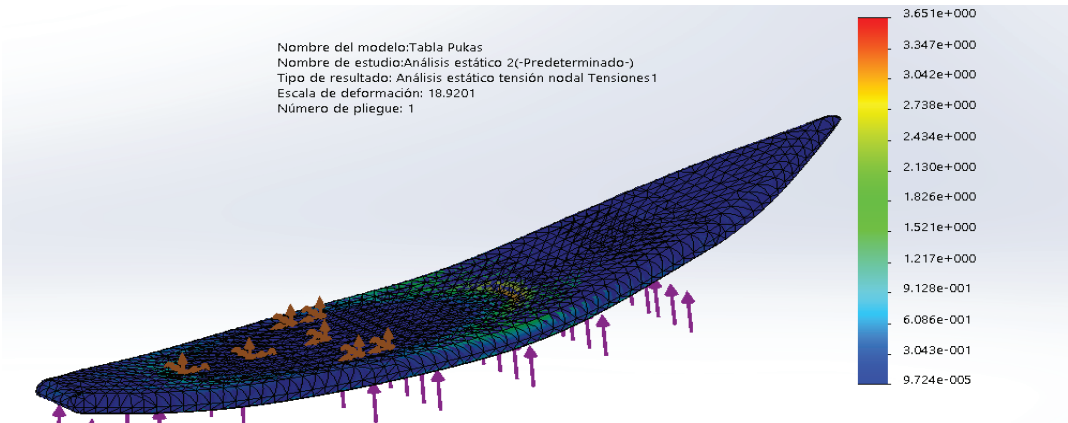


Fig. 85 Análisis estático producto ECO.

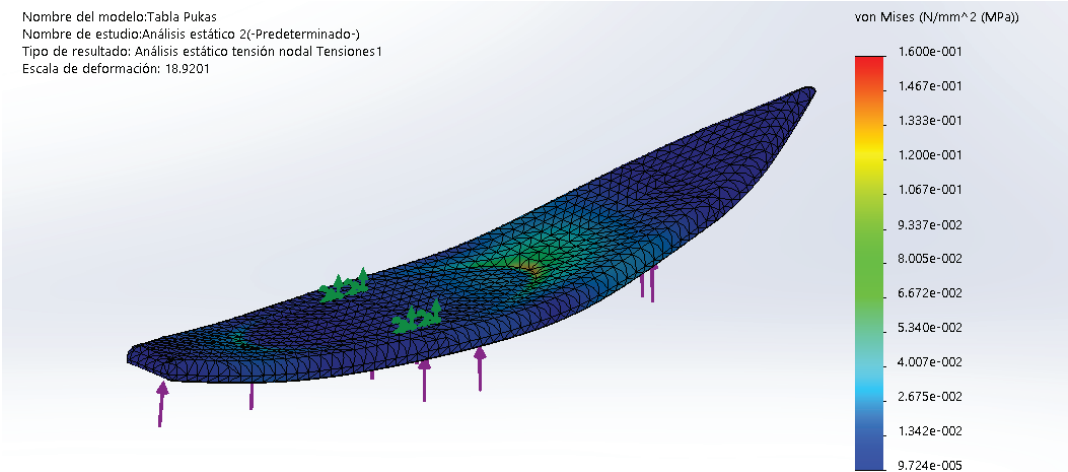


Fig. 86 Resultado tensiones en núcleo (von Mises)

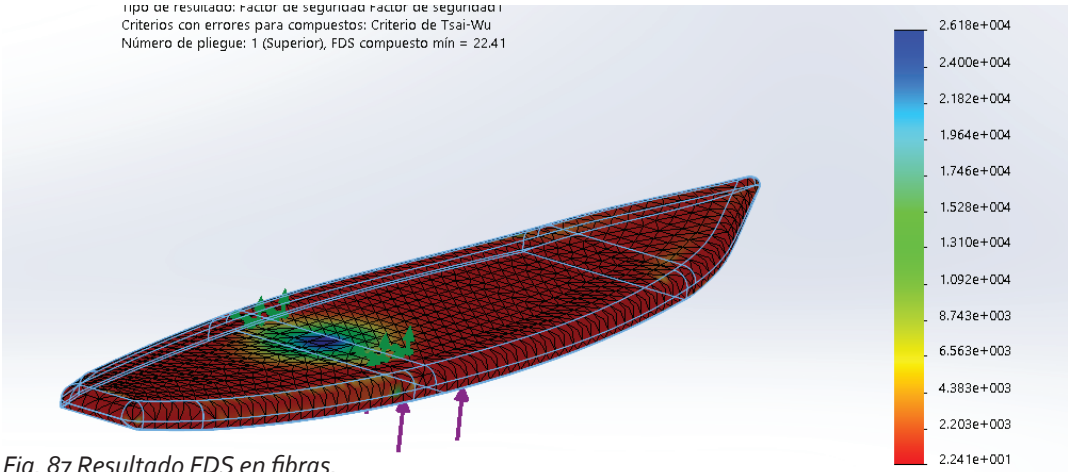


Fig. 87 Resultado FDS en fibras.

Los resultados del análisis estático del producto ECO corroboran la capacidad mecánica del nuevo material ECO sustitutivo para soportar los requerimientos mecánicos necesarios.

Observamos en el modelo conjunto del mismo modo, que la zona que mayor impacto sufre es la central, en la que se aplican la mayor parte de las fuerzas, alcanzando en el punto más desfavorable

3,34 MPa. Para poder realizar una comprobación más ajustada de los resultados analizamos ambos materiales por separado, de modo que observamos que en el núcleo ningún punto supera los 0,16 MPa, sin llegar a superar por tanto su límite elástico. En la capa de fibra comprobamos el Factor de seguridad según el criterio de Tsai-Wu, que nos indica que sería de capaz de soportar hasta 2,24 veces la carga aplicada.

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO

Se realiza posteriormente otro ensayo , en este caso de tracción, con los mismos materiales ECO, con el fin de comprobar el comportamiento real de la tabla en un caso extremo de uso.

En este caso se aplica una sujeción en la zona trasera del producto y se ejercen fuerzas inversas en la zona delantera de la tabla de 100 kg (Ver imagen). De este modo conseguimos someter al producto a unas condiciones que pueden ser similares a las de su utilización.

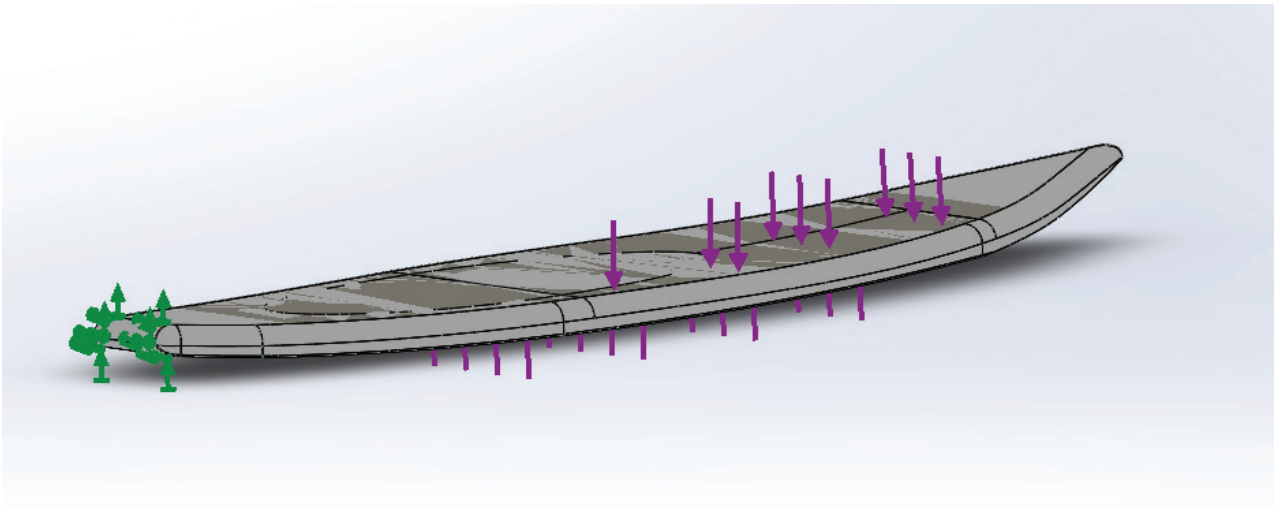


Fig. 88 Análisis torsión producto ECO.

3.4 ANÁLISIS MECÁNICO

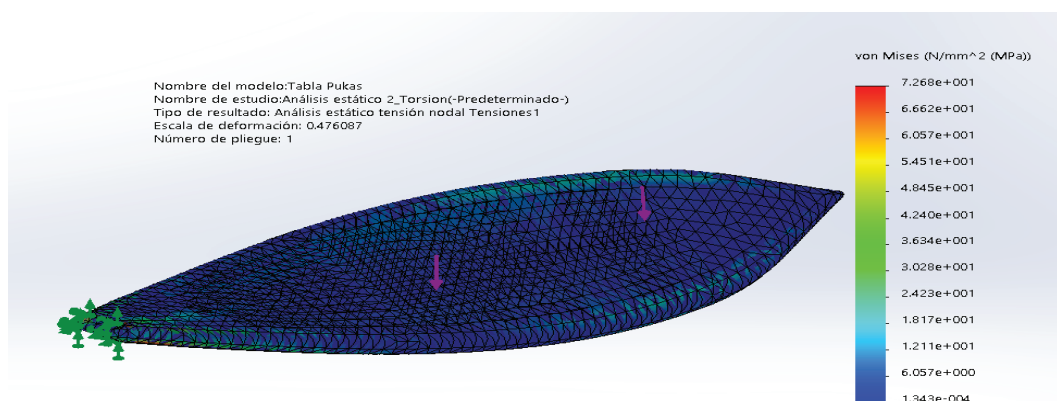


Fig. 88 Análisis torsión producto ECO.

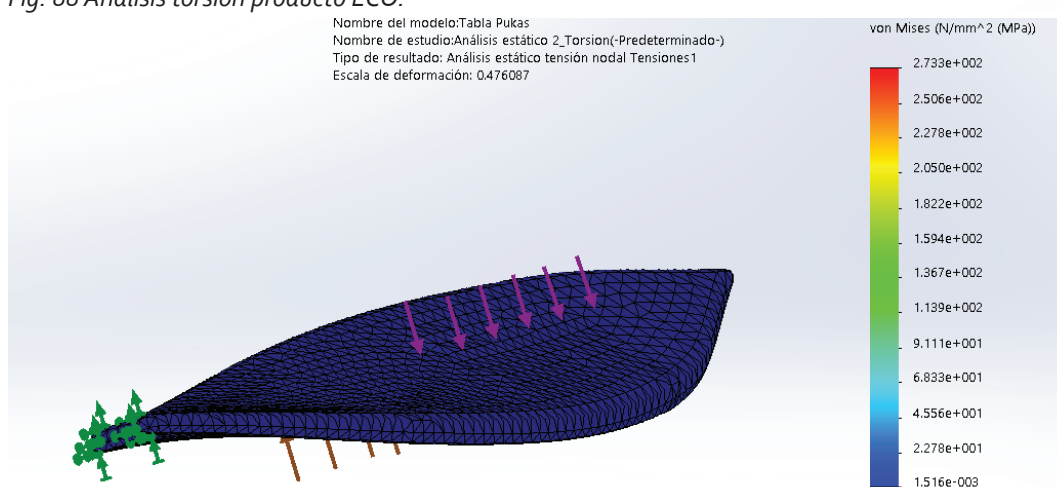


Fig. 89 Resultado tensiones en núcleo (von Mises)

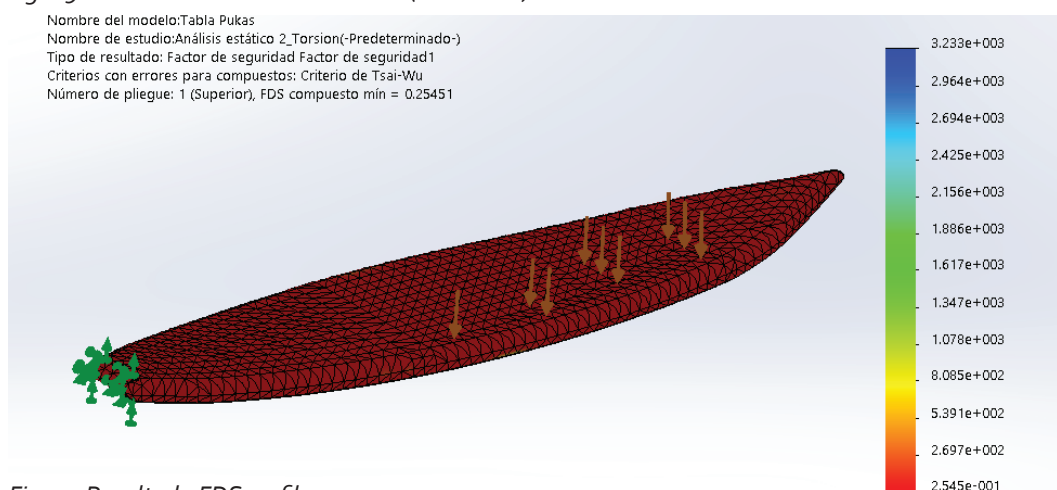


Fig. 90 Resultado FDS en fibras

Los resultados del análisis de torsión del producto ECO corroboran la capacidad mecánica del nuevo material ECO sustitutivo para soportar los requerimientos mecánicos necesarios.

En este caso observamos en el modelo conjunto del producto que se produce un alabeo del mismo, siendo la zona trasera de la tabla la que concentra la mayor parte de las tensiones.

En el caso del núcleo, todos los valores se encuentran por debajo de 0.00151 MPa, por lo que no se supera en ningún caso el límite elástico del material.

En la capa de fibra comprobamos el Factor de seguridad según el criterio de Tsai-Wu, que nos indica que sería capaz de soportar hasta 0,25 veces la carga aplicada.

3.5 PACKAGING SOSTENIBLE

Uno de los aspectos que no pertenece a los procesos de obtención de materiales y fabricación de los productos, (por lo tanto, no se incluye en los análisis de la puerta a la cuna), es el embalaje de los mismos.

Los conceptos de embalaje de producto dependen de su tipología y tipo de transporte ya que dependiendo de su tamaño o forma física podrá ser enviado en packs de varios productos o de forma individual. Ésto lo analizaremos más adelante con el objetivo de conseguir la mayor optimización de los embalajes de producto.

A diario son millones de artículos enviados a diario en todo el mundo. Todos y cada uno de ellos crean desechos, y muchos materiales de embalaje convencionales no pueden reciclarse. Se genera una gran cantidad de residuos poliméricos, desde films, hasta espumas de poliestireno, además de otros de cartón y papel. Con el embalaje sostenible se trata de reducir la huella generada y añadida al producto por este tipo de embalajes convencionales.

Inicialmente, puede parecer que los materiales de embalaje no suponen una elevada huella de carbono en el completo ciclo de vida, sin embargo esto no es así ya que dichos materiales, a menudo poliméricos son de un solo uso y no se reciclan ni reutilizan de manera correcta, pudiendo llegar a suponer un peligro para los ecosistemas debido a su incapacidad de degradación autónoma.

El aumento de la concienciación sobre el medio ambiente conlleva tener en cuenta todos aquellos aspectos que conciernen al producto y forman parte de él. El embalaje es uno de ellos y en ocasiones puede suponer un aspecto clave en el momento de decisión de compra del producto por parte del cliente.

Para los eco productos se realiza una propuesta de embalaje acorde con la tipología de producto y continuando la línea de respeto con el medio ambiente.

Existen diferentes opciones dependiendo del tipo de producto, sus características y la funcionalidad directa para la cual sea necesario el embalaje.

Sin duda se trata de un elemento de marketing que puede reforzar en gran medida el valor añadido del producto. El packaging sostenible se ha incrementado como opción en el mercado durante los últimos años de forma considerable. Los principales factores a cumplir por un embalaje sostenible deberán ser los siguientes.

- Reducción de la cantidad de materiales y variedades utilizadas, aumentando la posibilidad de reciclaje del embalaje.
- Optimización logística, permitiendo un transporte eficiente de los bienes.
- Eficiencia energética.
- Posibilidad real de reutilización y/o reciclado de los materiales.
- Utilización de recursos renovables en el empaquetado.
- Reducción de los desechos generados al finalizar su vida útil.
- Aplicación de materiales biodegradables en la producción de los embalajes.
- Evitar la utilización de materiales tóxicos para humanos o el medio ambiente.

3.5 PACKAGING SOSTENIBLE

Algunos ejemplos de embalajes sostenibles podemos encontrarlos en la aplicación de las siguientes soluciones:

Envases renovables.

Embalajes fabricados a partir de PLA (ácido láctico), analizado anteriormente y cuya degradación autónoma en el medio se consigue en 9 meses. El PLA proviene de la caña de azúcar, patatas, maíz u otros alimentos con almidón.

Embalaje con aditivos.

Existen en la actualidad dos tipos de aditivos aplicados en el envasado, los OXO y BIO, agregados al material para conseguir la biodegradabilidad del material.

Optimización de empaquetado.

Conseguir la reducción y optimización del envasado de los productos es un aspecto crucial en el embalaje de los mismos ya que es posible reducir los transportes de material de forma considerable. Un ejemplo claro lo encontramos en IKEA y su particular embalaje de productos.



Fig. 91 Etiquetado packaging sostenible.



Fig. 92 Ejemplo de packaging sostenible.

Reutilización envases.

La mayoría de los productos cuentan con envases cuya vida útil se reduce a un solo uso y su posterior deshecho. Se ha generado una tendencia en el mercado que se encuentra en crecimiento y supone la reutilización del envase de un determinado producto como objeto con otra finalidad diferente de la cual fue producido en origen. Ésto supone una reducción de los residuos generados y un valor añadido para el cliente a la hora de compra del producto.

Material reciclado.

La utilización de materiales reciclados en los embalajes se ha aplicado durante los últimos años y supone una reducción considerable en la huella de carbono de los productos, generando un ciclo cerrado de materiales y siendo posible al finalizar la vida útil del envase la generación de nuevos productos. Algunos ejemplos claros son la utilización de cartones o papel Kraft cuyo reciclado es sencillo y no genera una elevada emisión de CO₂.

3.5 PACKAGING SOSTENIBLE

EMBALAJE - MARKETING

Como hemos comentado anteriormente, el embalaje del producto cumple varias funciones ya que no se trata únicamente de un envoltorio o soporte físico que le protege de los posibles defectos que puede sufrir el producto en el transporte y manipulación del mismo hasta el punto de venta, incluso hasta el momento de comenzar su utilización.

Otro aspecto relevante del embalaje es el marketing y el valor añadido que aporta al producto en conjunto, ya que puede suponer un aspecto clave en la decisión de compra del cliente en detrimento de otros productos de la misma tipología.

Los embalajes tradicionales están perdiendo paulatinamente predominio en beneficio de un packaging más atractivo y en armonía con el producto que se encuentra en su interior.

En el caso de los productos de ecodiseño será recomendable reforzar la idea de la protección del medio ambiente por medio del embalaje. Un medio para conseguir dicho objetivo podría ser la utilización de materiales reciclados y/o reutilizables para la producción del embalaje, además de la información específica y fácilmente visible para el cliente del origen de los materiales de envasado y del contenido.

Con la mayor concienciación conseguida en los últimos años en las nuevas generaciones conseguir captar la atención del cliente con un problema que nos concierne a todos como es el cuidado del medio ambiente puede suponer un aspecto clave en la decisión de compra del producto y diferenciación de la competencia en el mercado.



Fig. 93 Ejemplo de packaging sostenible.

3.5 PACKAGING SOSTENIBLE

EMBALAJES UNITARIOS

Los productos de grandes dimensiones no pueden ser embalados de modo convencional debido a la imposibilidad de transporte y logística que supondría. Algunos de estos productos como las piraguas o las tablas de surf de gran tamaño se transportan sin un sistema de embalaje definido; en otros casos se establece una protección individual para proteger la superficie del producto de cualquier tipo de golpe o defecto que pudiera sufrir durante el transporte.

A pesar de todo, éstos productos son a menudo personalizados y a menudo es el cliente el que acude al punto de fabricación en busca de su producto finalizado, por lo que se consigue evitar la utilización de un embalaje específico si el cliente no lo requiere. Éste caso anterior sucede frecuentemente con la fabricación de tablas de surf, tal y como nos informaron los productores de tablas de surf en las encuestas realizadas en la fase anterior.



Fig. 94 Ejemplo de packaging sostenible.

EMBALAJES DE LINEAS DE FLUJO CONTINUO

En determinadas ocasiones las producciones de determinados productos se realizan en masa y es necesario determinar una línea de flujo continuo para el transporte de los productos entre el lugar de fabricación y los lugares de origen, tanto punto logístico como de venta. Para ello la mejor solución es el sistema de flujo por KLT en el cual se adquieren una serie de cajas (KLT) de PP, en cuyo interior se almacena el contenido deseado y se reutilizan en cada envío de productos.

De éste modo se deberá realizar un desembolso inicial y tener en cuenta el impacto que supone la fabricación de éste tipo de embalajes en materiales poliméricos, sin embargo cuenta con una vida útil muy elevada al contrario que otros tipos de embalajes analizados, además de tratarse de un material reutilizable si se lleva a cabo un reciclado del mismo.

Es por tanto un sistema óptimo para productos de un tamaño no sobredimensionado y cuyo flujo de producción y pedidos es elevado.



Fig. 95 Embalajes líneas de flujo continuo.

3.6 MARKETING Y VENTAS

Una de las ventajas de los avances tecnológicos y la aparición de internet y las redes sociales es la facilidad de promoción y de sensibilización en un gran público homogéneo y potencial usuario de los productos de diversas categorías.

En la actualidad la publicidad online es cada vez más frecuente, siendo incluso capaz de generar aquellos anuncios de los cuales puedas estar interesado por búsquedas recientes o conversaciones en redes sociales como Facebook o Whatsapp. Además de ello, la facilidad que ha supuesto a los productores y comerciantes de estos productos a la hora de acceder a un gran mercado a través de la promoción y venta online es muy superior a la que existía hace apenas 15 años.



Fig. 96 Web promoción productos deportivos.

Es por ello que la posibilidad que ofrece internet a los usuarios para poder explorar el mercado, observar y comprobar productos, establecer contacto con el vendedor y realizar compras online es muy alta del mismo modo y por ello todos los fabricantes de productos deben encontrarse en la red. Este hecho ha permitido reducir el consumo de soportes físicos como panfletos o flyers, anuncios publicitarios, revistas, etc. que servían como promoción de los productos, suponiendo por tanto de forma indirecta un ahorro del consumo energético y sobre todo de materias primas y emisiones de CO₂ en el ciclo completo del producto que de no ser así deberían haber sido tenidos en cuenta.

Uno de los aspectos más importantes y que más influyen en el mercado a los clientes potenciales de diferentes gamas de productos es el packaging y forma de muestra que se exhibe en el punto de venta del producto.

Es por ello que en un producto denominado ecológico, dicho packaging debe ser acorde con las ideas y valores que se desea transmitir al cliente y que contiene implícito. Esta coherencia que se refuerza por el packaging y el aspecto visual del producto supone un importante valor añadido en el momento de decisión de compra sobre un producto u otro. En ese momento, el usuario se visualiza a sí mismo practicando deporte con diferentes productos y debe escoger, aparte del que se adapte mejor a sus condiciones físicas o requerimientos deportivos, aquel con el que se sienta más cómodo y concuerde con sus valores propios.

La sensibilización con el cuidado del medio ambiente y con el uso de materiales no biodegradables y que generan emisiones tóxicas al medio está en aumento y se considera la posibilidad de generar productos desde una óptica de vista diferente y ecológica, un medio de apoyar al cuidado de nuestro entorno y a una posible apertura de un nuevo nicho de mercado en el ya existente y muy competitivo de los materiales deportivos.



Fig. 97 Lema packaging sostenible.

3.6 MARKETING Y VENTAS

⁵⁰ Ester Sanyé argumenta en el estudio realizado acerca del rediseño de un eco producto para el hogar, la importancia de la inclusión de la información de origen del producto y mantenimiento del mismo, con el objetivo de tener una influencia real en el consumidor, llegando a obtenerse una reducción en las cargas ambientales de hasta 93% durante su uso.

En el caso de los productos de materiales deportivos y como hemos podido observar en la fase anterior la fase de uso supone una carga ambiental prácticamente nula, sin embargo se considera una oportunidad importante la posibilidad de aprovechar la superficie de estos productos como un medio de información y promoción de los productos ecológicos.

En el caso de las tablas de surf, producto analizado a lo largo de este proyecto, cuenta con una gran superficie óptima para dicha promoción y sensibilización, en el que comúnmente se aplican diseños propios de las marcas de producción, o personalizados por los usuarios.

Como propuesta para el rediseño de este producto se valora la información de la reducción de emisiones y consumo energético del eco producto comparado con los productos convencionales, sin perder la estética y valor formal que debe ser importante para la atracción del usuario por el producto asimismo.

El producto de la pala de pádel se trata de un proyecto diferente con una superficie aplicable mucho inferior, pero que podría adoptar dicha transformación visual en su superficie del mismo modo.

Otro modo de promoción de productos puede ser a través de clubs deportivos. Estos centros aglutinan a menudo grandes grupos de deportistas y pueden ser un nicho interesante de mercado con la oferta de promociones y descuentos.

Así mismo los establecimientos de renting de material deportivo pueden suponer un refuerzo a la idea ecológica del concepto de proyecto. La adquisición de este tipo de productos puede reforzar su identidad corporativa y suponer para el productor un punto importante de promoción y ventas.

50- Sanyé-Mengual, Esther., Pérez-López, Paula., González-García, Sara., (2014), Eco-Designing the Use Phase of Products in Sustainable Manufacturing, Journal of Industrial Ecology, Vol.18, Nº4, 1-13.

3.7 ICV ECO TABLA DE SURF

Realizaremos el ACV de 1 ud de tabla de surf ECO, mismo modelo que el analizado en la fase anterior para poder comparar posteriormente los resultados obtenidos, y que nos permitirá conocer aquellos parámetros que tienen un impacto relevante en la huella generada por el producto en el medioambiente.

Se estima la fabricación de una tabla convencional:

- **Tabla corta 5TXsurf (190,48cm x 49.5cm x 6,4cm).**

Objetivo del cálculo

Establecer una metodología genérica para el diseño o rediseño de productos de material deportivo fabricados de materiales compuestos que permita a los diseñadores la realización de un diseño y producción de material con mejores resultados ambientales y que reduzcan su huella de carbono en el medio ambiente.

Cuantificar materiales y procesos

1. Transporte de materiales

El lugar de fabricación se ubicará en España y el lugar de origen de las materias primas, España, por lo que se contabilizará como un transporte de 500 km, excepto el núcleo de EPS que contará con un transporte superior de 2000 km.

2. Materiales

- Alma madera de balsa 0,20 kg
- Núcleo Poliestireno (EPS) de material reciclado 2 kg
- Pintura acrílica libre VOCs (Ecolabel) 0,005 kg
- Vinilos decoración. PVC. 0,001kg
- Fibra de lino 9 m2
- Resina bio based (Super Sap) 5 kg.
- Tapón PP. 0,002

- Leash Tela+Poliuretano
- Pegamento 10 ml
- Laca 50 ml
- Cartón packaging

3. Procesos

- Mecanizado CNC base de PUR + láser + lijado + desbastado.
- Lijado y afinado manual.
- Pintado con aerógrafos.
- Impresión vinilos de decoración.
- Lijado/pulido final
- Lacado

4. Embalaje y transporte a punto de venta

Transporte unitario al lugar determinado por el cliente (o viceversa). Cartón + cinta embalaje.

5. Promoción y venta

Sin impacto.

6. Uso

Sin impacto.

3.7 ICV ECO TABLA DE SURF

7. Desecho y reciclado

Información de desecho especializado en puntos limpios.

Separación de núcleo con materiales compuestos. Incineración de material compuesto para recuperación de energía y material. Materias orgánicas emiten menor VOCs y consiguen una mayor degradación en el medio.

8. Reutilización y reciclado

Incineración de material compuesto para recuperación de energía y material.

3.8 ACV ECO TABLA DE SURF

Desglose ciclo de vida

El material base para la realización del núcleo será Poliestireno (EPS) fabricado a partir de material reciclado junto con material virgen, para lo cual será necesario un bloque de 190x50x6 mm y 2 kg.

Dicho material deberá ser transportado al lugar de fabricación. (1000 km.) para lo cual se realiza una entrada de diesel con el objetivo de realizar el transporte.

GABI estima una cantidad proporcional de diesel para el transporte de 2,7 kg de PU, que suponen 0,41 kg.

Los procesos de fabricación no varían en relación a los estipulados en la configuración del diseño del producto convencional ya que se estima una reducción muy poco valorable y sería necesario realizar pruebas de fabricación, así como Run & Rate de los procesos para poder extraer valoraciones concluyentes.

Una vez obtenido el núcleo de EPS en el lugar de producción, se comienza a incluir en el análisis los diferentes procesos de fabricación, comenzando por el corte y conformado del núcleo.

Para la realización del proceso de corte y conformado se tomará como referencia una máquina de CNC cuyo consumo total de electricidad es 4,5 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 15 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 1,125 Kw.

Los residuos generados por el desbastado y lijado del núcleo se estiman como la salida de polvo en suspensión (>PM10).

El lijado se realiza individualmente y por medio de una máquina lijadora manual. Dicho modelo de máquina tiene un consumo de 0,27 Kw/h. Se estima que el proceso total de lijado del núcleo tendrá una duración de 30 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,135 Kw/h.

El pulido se realiza individualmente y por medio de una máquina lijadora manual. Dicho modelo de máquina tiene un consumo de 1,1 Kw/h. Se estima que el proceso total de lijado del núcleo tendrá una duración de 10 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,18 Kw/h.

Previo al proceso de laminado se lleva a cabo el pintado del núcleo en el caso de que el modelo que se está fabricando debe contar con un color base en el producto completo. Dicho proceso de pintado se realiza con una pistola de aire comprimido y para realizar la estimación en el ACV dentro del software GABI lo incluimos como un proceso de pintado de automoción en el que se tienen en cuenta todas las emisiones al aire que se producen en un proceso similar al que estamos evaluando. Realizamos el cálculo de la superficie a pintar, aprox. 1,15 m².

Tras el pintado se realiza el proceso más importante y delicado de fabricación de la tabla de surf, el laminado, en el cual se dispondrán las capas de fibra de lino, impregnándose posteriormente con bioresina que otorgarán la consistencia e impermeabilidad necesarias a los materiales para su correcta utilización.

Este proceso de producción solo varía en la selección de los materiales y no en las acciones a llevar a cabo ya que las materias primas únicamente son sustitutivas de las convencionales. Únicamente será necesario tener en cuenta tras los estudios mecánicos realizados la cantidad de material que será necesario aplicar para el correcto uso del producto.

Los materiales que intervienen en el proceso son, como se ha comentado anteriormente, fibra de lino, de cuya cantidad necesaria será aprox 9 m² para realizar la correcta cobertura de toda la superficie y cantos de la tabla y cumplir los requisitos mecánicos estudiados anteriormente para el producto; y bioresina, cuya cantidad necesaria será de aproximadamente 5 kg.

3.8 ACV ECO TABLA DE SURF

Tras haber analizados los posibles proveedores de materias primas se establecen las distancias de transporte de la bioresina en 500 Km, ya que el proveedor cuenta con una sede en Barcelona. En cuanto a la fibra de lino estipularemos un transporte de material de 300 km, distancia aproximada y que resultaría recomendable para no aumentar la huella de carbono generada por el transporte de las materias primas.

El proceso del laminado es manual, por lo que no se precisa de ningún consumo eléctrico (además del necesario para la correcta iluminación de las instalaciones), sin embargo se generan una serie de residuos y emisiones que se deben tener en cuenta para la correcta realización del ACV.

Durante el proceso se desechan retales de fibra que deben ser recortados previamente para la adaptación de la misma a la geometría de la tabla. Dichos retales pueden ser reutilizados para otros productos más pequeños, aunque en su mayoría terminan siendo parte de otros residuos varios que se generan a lo largo del proceso.

En el proceso convencional de la producción de las tablas de surf se argumentó la emisión de partículas BPA durante el proceso de curado de la tabla. El uso de las bioresinas reduce dichas emisiones pero no las elimina 100%, por lo que se mantiene la cantidad anterior al no poder estimar dicha reducción. Para la estimación de la cantidad de partículas de BPA en GABI aplicamos la emisión de VOC (compuestos orgánicos volátiles), al no estar dicho componente accesible en el paquete educativo. Conocemos que por cada 1 kg. de resina utilizado en la fabricación de productos se emiten 0,03 kg de compuestos volátiles, por lo que en la fabricación de una tabla de surf, en la cual es necesario 2 kg de resina epoxy se emitirán aproximadamente 0,06 kg.

Una vez terminado el proceso del curado de las tablas se lleva a cabo un lijado y pulido de la superficie para corregir posibles rebabas o asperezas y conseguir una superficie uniforme y en condición óptima para el uso de la tabla. Estimamos dicho proceso de un modo similar que el realizado para el núcleo anteriormente.

- Lijadora (0,27 Kw/h).
 - Duración del proceso aprox 15 min.
 - Consumo: 0,067 Kw.
- Pulidora (1,1 Kw/h).
 - Duración del proceso aprox 25 min.
 - Consumo: 0,275 Kw.

El último proceso en la fabricación de la tabla es el lacado de la superficie. Se aplica una pequeña cantidad de laca con la que se consigue un acabado brillante. (Solo en los productos que por pedido se requiera). En GABI no podemos implementar dicho proceso con la utilización del paquete educativo, por lo que no computará para el ACV final, sin embargo lo tenemos en cuenta como un proceso más del ciclo de vida.

Tras la fabricación de la tabla llega la puesta en venta y comercialización de los productos. En su mayoría la promoción se realiza a través de internet (Página web, redes sociales,...) incluso por promociones en algunos clubs de surf, y el boca a boca. Por tanto, no se imputará ningún tipo de impacto ambiental en la promoción de los productos.

Tal y como conocemos de primera mano, tras las respuestas de los propios fabricantes de las tablas de surf, los productos se suelen recoger en el propio centro de venta del fabricante, aunque en alguna ocasión sí que se realiza algún envío individualizado, en caso de que el cliente no pueda desplazarse o así lo prefiera. Tendremos en cuenta dicho desplazamiento o envío con un transporte de distancia 300 km.

3.8 ACV ECO TABLA DE SURF

Durante la fase de uso de una tabla de surf no se realiza ningún tipo de consumo energético. Se estima además, que la vida útil de una tabla de surf puede ser de 10 años aprox.

Llegado el momento en el que por rotura o desgaste del producto, el usuario quiere poner fin a su vida útil y decide desecharla. En la mayoría de las ocasiones se tira a la basura convencional, a pesar de ser resultar un producto no reciclable, contaminante y que puede cuya descomposición puede tardar mucho tiempo en llevarse a cabo. Es por ello que lo más óptimo sería depositar el producto en un punto limpio en cual se hagan cargo de su fin de vida.

Una opción que se contempla es el refuerzo de las campañas de sensibilización a través del marketing aplicado al propio producto en cuestión. Se ha comprobado en otros estudios similares la eficacia que dicho recordatorio por los usuarios puede llegar a suponer, poniendo especial énfasis a los recordatorios de reciclaje y reutilización del producto, así como en los puntos limpios de recogida de los mismos.

Para realizar el Análisis de ciclo de vida tendremos en cuenta la opción más convencional que consiste en su incineración para la obtención de energía. En Gabi se tiene en valora la incineración del PU, aunque no es posible de evaluar los posibles contaminante generados por la incineración de la resina epoxy. Para solventar dicho problema e incluir el impacto ambiental generado por la incineración de las resinas, optamos por introducir la incineración de materiales plásticos no definidos, con sus correspondientes emisiones al aire.

3.8 ACV ECO TABLA DE SURF

Estimación de precios calculados para una ud de tabla de surf analizada.

TABLA DE SURF ECO ⁵¹	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR Reciclado	1 blank	64,1€/ud	64,1	Olatu
Resina Super Sap	5 kg	15,84 €/kg.	79,2	Entropy resins
Fibra de lino BD	9 m2	13,25 €/ m2	119,25	EasyComposites
Leash	1ud	30€/ud	30	Teccel
Quillas	2 uds	16€/ud	32	-
Electricidad Proceso prod.	23,4 Kwh	0,083€/Kwh	1,94	-
Mano de obra	12 h	8€/h	19,2	-
TOTAL			345,69€	

El precio de la mano de obra se calcula con el tiempo total de proceso del producto, el precio de mano de obra obtenido del BOA y teniendo en cuenta que un operario puede producir simultáneamente 5 productos, ya que el proceso más costoso es el del secado tras el shapeado y no necesita de ninguna manipulación.

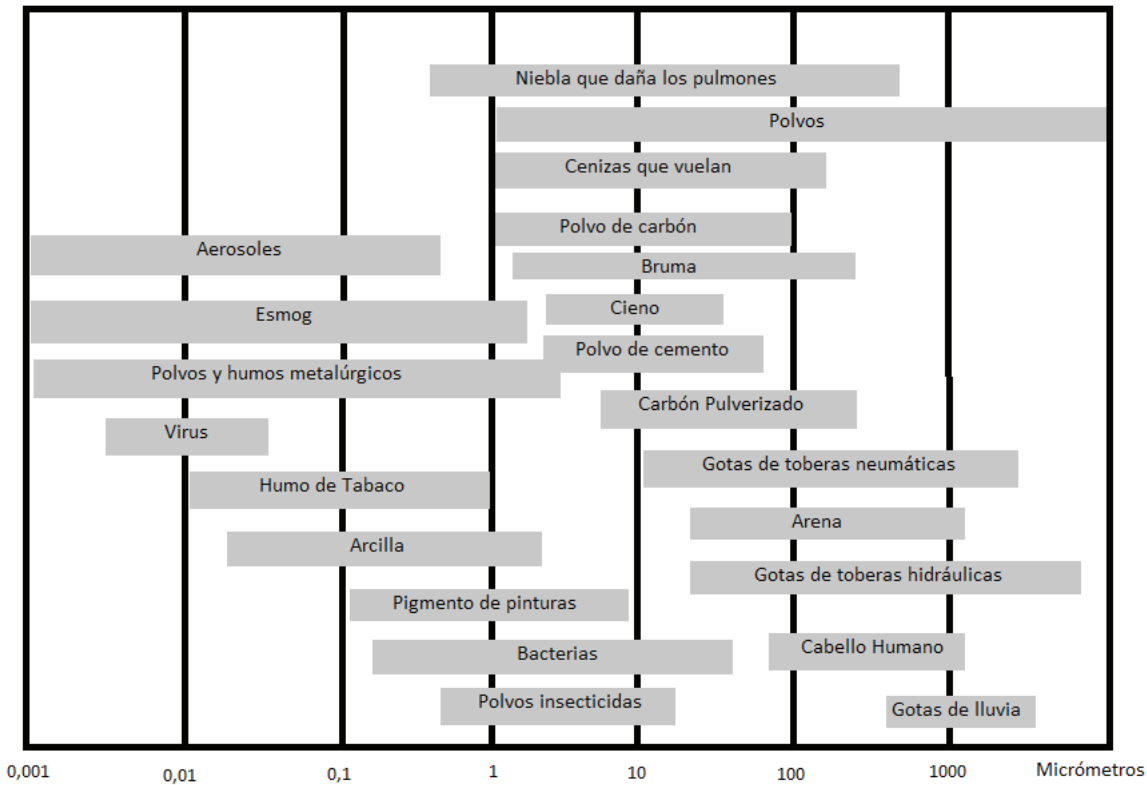
En esta estimación de precio se incluyen los apartados de materias primas, así como consumos energéticos y manos de obra. Serán variables los aspectos de amortización de maquinaria, y transportes del producto hasta el cliente final, lo cual supondría un aumento del precio final.

⁵¹

- https://www.shaper.fr/tecceL_blanks
- <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=983144612525>
- https://www.mincotur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/DatosEstadisticos/IV.%2oEnerg%C3%ADa%2oy%2oemisiones/IV_12.pdf
- https://www.feroca.com/es/resinas-epoxi/69-epofer-ex401-e416-resina-epoxi-para-laminados.html#/capacidad_kits-kit_de_25_kg_
- <http://www.easycomposites.co.uk/#/search?q=flax>
- <https://www.seabase.eu/category/surfboard-manufacture/shaping/surfboard-foam-blanks/pu-polyurethane-foam/>
- https://www.recambios-expres.es/recambios-de-coche/MOTIP/null-Pintura-Laca-transparente/p-11978966?ID=psm_atm_es_billiger&Country=ATES
- <https://todoaerografia.com/es/31-pintura-aerografia-automocion>
- https://www.shaper.fr/plugs_derives/compatibles_FCS

3.8 ACV ECO TABLA DE SURF

TIPO DE MAQUINARIA	CONSUMO POTENCIA (Kw/h)	CONSUMO EN PRODUCCIÓN DE TABLA (Kw)	FUENTE DE INFORMACIÓN
Máquina CNC ⁵²	4,5	1,125	52- https://int.haascnc.com/we_spec1.asp?intLanguageCode=1034&id=VF-2&sizeID=30_4olNCH_VMC
Lijadora ⁵³	0,27	0,135 + 0,067	53- https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshopes-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=dfo&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt=
Pulidora ⁵⁴	1,1	0,18 + 0,275	54- https://www.amazon.es/Einhell-Pulidora-Lijadora-Revoluciones-M%C3%A1ximas/dp/B01J-GHLTS4/ref=sr_1_2?ie=UTF8&qid=1528735161&sr=8-2&keywords=pulidora



3.8 ACV ECO TABLA DE SURF

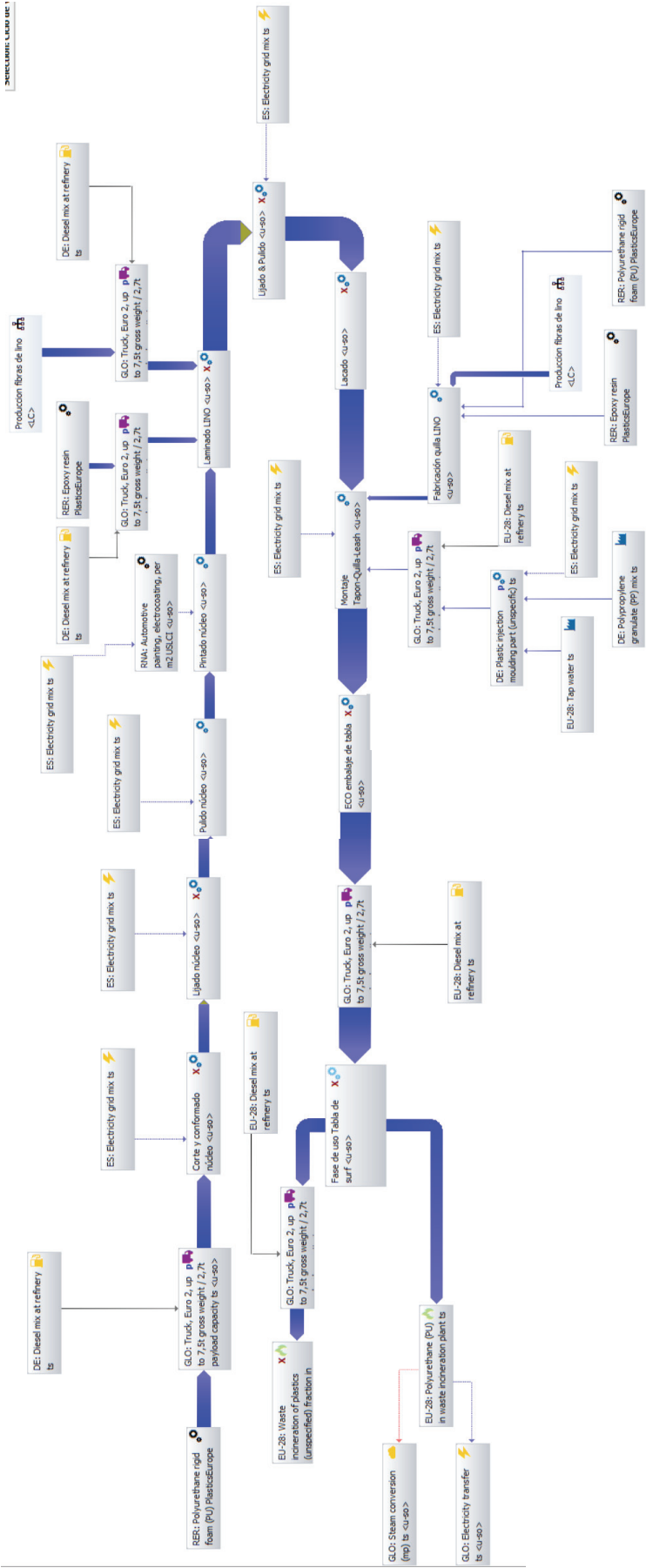


Fig. 98 ACVTabla de surf ECO.

3.9 ICV ECO PALA DE PÁDEL

Realizamos seguidamente el ACV de 1 ud de pala de pádel ECO que nos permitirá conocer aquellos parámetros que tienen un impacto relevante en la huella generada por el producto en el medioambiente.

Se estima la fabricación de una pala convencional:

- **Medidas pala:**
455 mm de largo, 260 mm de ancho, 38 mm perfil.

Objetivo del cálculo

Establecer una metodología genérica para el diseño o rediseño de productos de material deportivo fabricados de materiales compuestos que permita a los diseñadores la realización de un diseño y producción de material con mejores resultados ambientales y que reduzcan su huella de carbono en el medio ambiente.

Cuantificar materiales y procesos

1. Transporte de materiales

El lugar de fabricación se ubicará en España y el lugar de origen de las materias primas, España, por lo que se contabilizará como un transporte de 500 km, excepto el núcleo de EPS que contará con un transporte superior de 2000 km.

2. Materiales

- Impresión PVC vinilos 0,005 kg.
- Núcleo EPS (foam) 0,15 kg.
- Fibras de lino 2,3 m2
- BioResina 0,25 kg.
- Tubular de tela 0,05 kg.
- Mango y grip 0,05 kg.

3. Procesos

- Impresión PVC.
- Troquelado PVC.
- Troquelado goma EPS.
- Troquelado fibras vidrio y carbono.
- Montaje en molde.
- Laminado.
- Horneado.
- Hinchado de aire a presión (tubular).
- Lijado y rebabado.
- Taladrado
- Montaje mango y grip.

4. Embalaje y transporte a punto de venta

Suelen ser, bien pedidos individuales, bien cajas de 20 uds.

5. Promoción y venta

Sin impacto.

6. Uso

Sin impacto.

3.9 ICV ECO PALA DE PÁDEL

7. Desecho y reciclado

Desechado en vertederos municipales.

Necesario procesos de curado para la separación de las fibras y resinas del núcleo de PUR.

(estimación de energía consumida para ello complicada)

8. Reutilización y reciclado

Incineración del producto para su reaprovechamiento en forma de generación de energía. Imposibilidad de conseguir un reciclado del producto debido a su composición de materiales compuestos.

3.10 ACV ECO PALA DE PÁDEL

Desglose del ciclo de vida

El material base para la realización del núcleo será EPS flexible reciclado para lo cual será necesario un bloque mínimo de 455x180x30 mm y 0,3 kg.

Dicho material deberá ser transportado al lugar de fabricación. (2000 km.) para lo cual se realiza una entrada de diésel con el objetivo de realizar el transporte.

GABI estima una cantidad proporcional de diésel para el transporte de 0,3 kg de EPS, que suponen 0,036 kg.

Los procesos de fabricación no varían en relación a los estipulados en la configuración del diseño del producto convencional ya que se estima una reducción muy poco valorable y sería necesario realizar pruebas de fabricación, así como Run & Rate de los procesos para poder extraer valoraciones concluyentes.

Una vez obtenido el núcleo, se debe cortar la plancha a la forma adecuada para la fabricación de la pala de pádel según el modelo que se desee. Para ello se utilizará una troqueladora industrial que ejerciendo fuerza sobre un molde con la forma de la pala realizará el corte del mismo. Debido a la peculiar forma de la pala de pádel en dicho proceso se desechan retales de foam que es imposible de reutilizar. Sin embargo dichos residuos pueden ser reciclados en la fabricación de nuevos productos plásticos reciclados generando un ciclo cerrado.

Para la realización del proceso de corte y conformado se tomará como referencia una máquina troqueladora industrial cuyo consumo total de electricidad es 0,75 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 5 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0625 Kw.

Posteriormente (o de manera simultánea por medio de otros operarios) se llevará a cabo la impresión de los vinilos decorativos que darán imagen al producto.

Para evitar su rotura o desgaste prematuro por el golpeo de la pelota, se realizan en vinilos de PVC. Para tener en cuenta por tanto dicho aspecto introducimos en GABI el material utilizado, así como el proceso de impresión y de troquelado de los vinilos en la forma deseada.

Calculamos aprox la necesidad de 0,02 kg de vinilo impreso, además de la tinta necesaria para la impresión (0,0001 kg). El plotter necesario para llevar a cabo el proceso genera un consumo eléctrico de 0,15 Kw/h, utilizado un tiempo de 5 minutos para la completa impresión de los vinilos de una unidad, supone un consumo por unidad de 0,0125 kw.

El troquelado se realiza del mismo modo que el corte del material para el núcleo. Se tomará como referencia una máquina troqueladora industrial cuyo consumo total de electricidad es 0,75 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 5 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0625 Kw.

Para llevar a cabo el proceso de laminado será necesaria la aplicación de nuevas materias primas que aporten resistencia al núcleo, éstas serán fibras de lino, (además de bioresina sustitutiva de la epoxy).

Previamente se realizará el correspondiente troquelado de las fibras para utilizar el material estrictamente necesario intentando optimizar al máximo el producto. El troquelado se realizará del mismo modo que los cortes por medio de troqueladora anteriormente descritos. Se tomará como referencia una máquina troqueladora industrial cuyo consumo total de electricidad es 0,75 Kw/h. Estimamos que el proceso completo tendrá una duración de 7 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0875 Kw.

3.10 ACV ECO PALA DE PÁDEL

El paso posterior, la laminación, supondrá uno de los hitos críticos en la fabricación del producto. Resulta importante la correcta colocación de los materiales y cantidades de los mismos para obtener el producto en un estado de composición del producto en un estado óptimo. Se deberá colocar en un molde cuya geometría coincida con la forma deseada de la pala a fabricar, todos los componentes preparados en las fases anteriores. Primeramente el vinilo decorativo de PVC, y seguidamente las fibras de lino, impregnadas en resina que aportarán la resistencia al núcleo, elemento que se colocará a continuación.

Otro de los componentes que deberá colocarse en el interior del molde es el tubular del borde de la pala, que dentro del molde permitirá a la pala adoptar la geometría deseada una vez llenado con aire a presión. Dicho tubular se encuentra fabricado también en fibras de lino y tela.

En el proceso convencional de la producción de las tablas de surf se argumentó la emisión de partículas BPA durante el proceso de curado de la tabla. El uso de las bioresinas reduce dichas emisiones pero no las elimina 100%, por lo que se mantiene la cantidad anterior al no poder estimar dicha reducción.

Conocemos que de manera aproximada se puede estimar la cantidad de Bpa emitida al aire por 1kg de resina utilizada (0,029 kg), en este caso, para la fabricación de la pala de pádel se precisará de 0,25 kg de resina, por lo que la cantidad de Bpa emitido será de 0.00725 kg.

Una vez completado el llenado del molde, deberá cerrarse e introducirse en el horno para completar el conformado del núcleo con las fibras y resina aportándole las características necesarias para el correcto golpeo de la pelota. Se toma como referencia un horno eléctrico que permitiera el horneado de hasta 5 palas simultáneamente.

Para poder realizar la estimación del consumo eléctrico del mismo se tomará como referencia un modelo de producto similar, cuyo consumo es de 25 Kw/h, por lo que el gasto eléctrico durante los 45 min que dura el proceso será de 18,75 Kw.

Del mismo modo que el proceso anterior, se emiten partículas de BPA al procesarse la resina en el interior del molde. En este caso, al tratarse de un proceso cerrado, la emisión se reduce a un 20% de la misma, por lo que estimamos una emisión de 0,00125 kg de BPA que incluiremos en GABI como VOC (sin especificar).

Tras la finalización del proceso de horneado y apertura de molde se extraerá la pala y se procederá a la retirada de la rebaba y lijado de los bordes de modo que queden completamente uniformes. Para la realización del proceso de lijado será necesaria la utilización de una lijadora eléctrica, cuyo consumo será de 0,27 Kw/h. Se estima que el proceso total de lijado del núcleo tendrá una duración de 5 min, por lo que el consumo eléctrico del proceso será de 0,0225 Kw.

El último proceso de fabricación será el taladrado de los agujeros correspondientes en la superficie de la pala con el objetivo de reducir la resistencia al aire durante la práctica del deporte. Para ello será necesario de la utilización de una máquina de taladrado CNC (6,5 kw/h, que permitirá realizar los 55 agujeros necesarios en aprox. 7 min, por lo que el consumo final del proceso será de 0,76 Kw.

El montaje final del tapón y el grip se realizará de forma manual, con lo que quedará finalizada la fabricación del producto.

3.10 ACV ECO PALA DE PÁDEL

Tendremos en cuenta el embalaje del producto que dependerá de la cantidad de los lotes de pedidos. Estimamos el cartón y plástico protector en caso de realizar un envío unitario de producto (siguiendo las pautas de fabricación de un solo producto a lo largo del ACV). En dicho caso contaremos con 0,5 de cartón de embalaje, y tendremos en cuenta dicho desplazamiento o envío con un transporte de distancia 500 km.

Durante la fase de uso de una pala de pádel no se realiza ningún tipo de emisión o consumo energético, por lo que sólo se contabilizará dentro del ciclo de vida como una fase más del mismo que no contabilizará como impacto ambiental. Se estima que la vida útil de una pala de pádel para práctica del deporte de forma amateur, puede ser de 3 años aprox.

Llegado el momento en el que por rotura o desgaste del producto, el usuario quiere poner fin a su vida útil y decide desecharla. En la mayoría de las ocasiones se tira a la basura convencional, a pesar de ser resultar un producto no reciclable, contaminante y que puede cuya descomposición puede tardar mucho tiempo en llevarse a cabo. Es por ello que lo más óptimo sería depositar el producto en un punto limpio en cual se hagan cargo de su fin de vida.

Una opción que se contempla es el refuerzo de las campañas de sensibilización a través del marketing aplicado al propio producto en cuestión. Se ha comprobado en otros estudios similares la eficacia que dicho recordatorio par los usuarios puede llegar a suponer, poniendo especial énfasis a los recordatorios de reciclaje y reutilización del producto, así como en los puntos limpios de recogida de los mismos.

Para realizar el Análisis de ciclo de vida tendremos en cuenta la opción más convencional que consiste en su incineración para la obtención de energía. En GABI se tiene en valor la incineración del EPS, aunque no es posible de evaluar los posibles contaminante generados por la incineración de la bioresina

Para solventar dicho problema e incluir el impacto ambiental generado por la incineración de las resinas, optamos por introducir la incineración de materiales plásticos no definidos, con sus correspondientes emisiones al aire.

3.10 ACV ECO PALA DE PÁDEL

Estimación de precios calculados para una ud de pala de padel analizada.

PALA DE PADEL ECO ⁵⁵	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR Reciclado	1 ud	15,5€/ud	15,5	EasyComposites
Resina Super Sap	0,25 kg	15,84 €/kg.	3,96	Entropy resins
Fibra de lino BD	2,3 m2	13,25 €/m2	30,47	EasyComposites
Tubular de lino	0,7 m	4,34 €/m	3,04	Bcomp
OverGripp	1 ud	1,65€/ud	1,65	Karakal
Electricidad Proceso prod.	6,96 Kwh	0,083€/Kwh	0,55	-
Mano de obra	8 h	8€/h	12,8	-
TOTAL			67,97	

El precio de la mano de obra se calcula con el tiempo total de proceso del producto, el precio de mano de obra obtenido del BOA y teniendo en cuenta que un operario puede producir simultáneamente 5 productos, ya que el proceso más costoso es el del secado tras el horneado y secado y no necesita de ninguna manipulación.

En esta estimación de precio se incluyen los apartados de materias primas, así como consumos energéticos y manos de obra. Serán variables los aspectos de amortización de maquinaria, y transportes del producto hasta el cliente final, lo cual supondría un aumento del precio final.

⁵⁵

- <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=983144612525>
- <http://www.easycomposites.co.uk/#!/cured-carbon-fibre-products/flexible-carbon-fibre-sheet/flexible-carbon-fibre-sheet.html>
- <http://www.easycomposites.co.uk/#!/patterns-moulds-and-tooling/pattern-making/high-density-polyurethane-foam-block.html>
- https://www.castrocompositesshop.com/es/fibras-de-refuerzo/1226-malla-de-carbonovidrio-tubular-de-40-mm-y-3980-gm-lineal-para-palas-de-padel.html#/153-tama%C3%B1o-1_m
- <https://www.padelnuestro.com/cubo-de-72-overgrips-karakal-x-tak-colores-p-6267.html>
- <http://www.bcomp.ch/en/products/amplitex>
- https://www.mincotur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/DatosEstadisticos/IV.%20Energ%C3%ADa%20y%20emisiones/IV_12.pdf

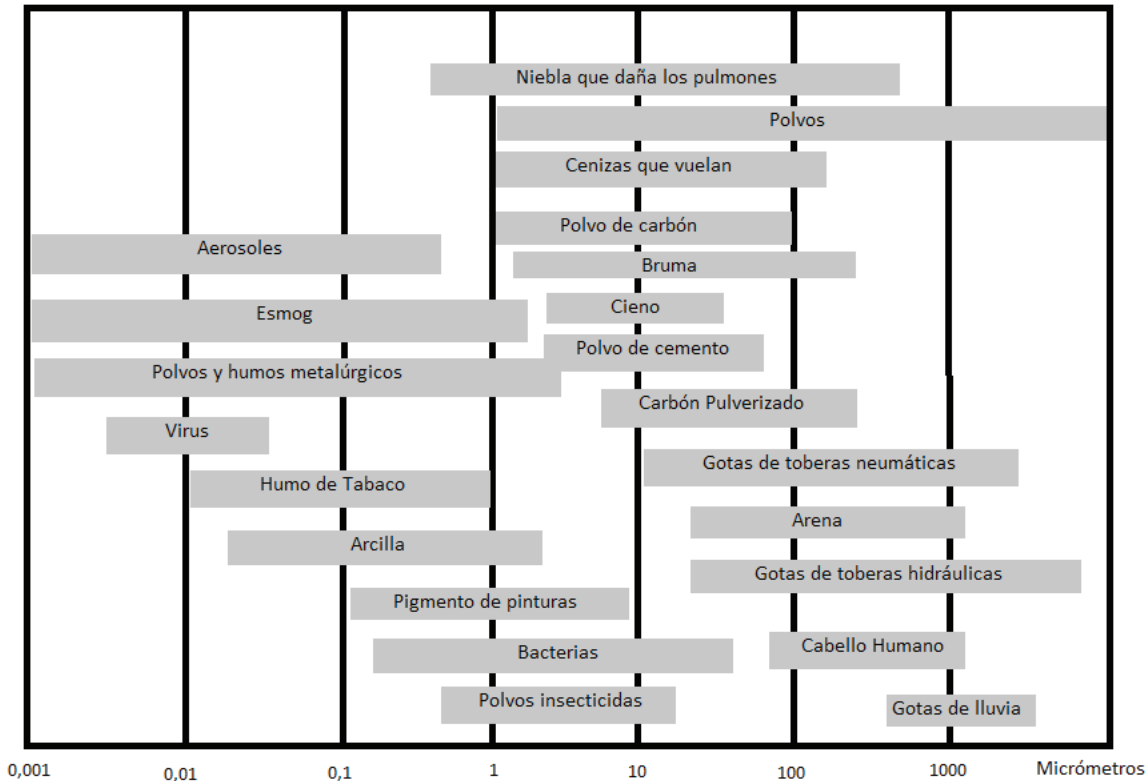
3.10 ACV ECO PALA DE PÁDEL

ANEXO INFORMATIVO PARA ACV PALA DE PÁDEL

MAQUINARIA ESPECÍFICA UTILIZADA

TIPO DE MAQUINARIA	CONSUMO POTENCIA (Kw/h)	CONSUMO EN PRODUCCIÓN DE PALA (Kw)	FUENTE DE INFORMACIÓN
Troqueladora ⁵⁶	0,75	0,0625 + 0,0625 + 0,0875	56- http://www.atom-spain.com/troquelado_manual.html
Plotter ⁵⁷	0,15	0,0125	57- http://www.interempresas.net/Graficas/FeriaVirtual/Producto-Plotter-de-impresion-y-corte-hasta-48-cm-Roland-Versa-Studio-BN-20-126191.html
Horno industrial ⁵⁸	25	18,75	58- https://www.nabertherm.es/produkte/details/es/labor_gluehaerteofen
Lijadora ⁵⁹	0,27	0,0225	59- https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshops-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=df0&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt=
Taladradora CNC ⁶⁰	6,5	0,76	60- http://www.erlo.com.es/index.php/es/productos/taladros-y-roscadoras-convencionales

TAMAÑO PARTÍCULAS EMITIDAS



3.10 ACV ECO PALA DE PÁDEL

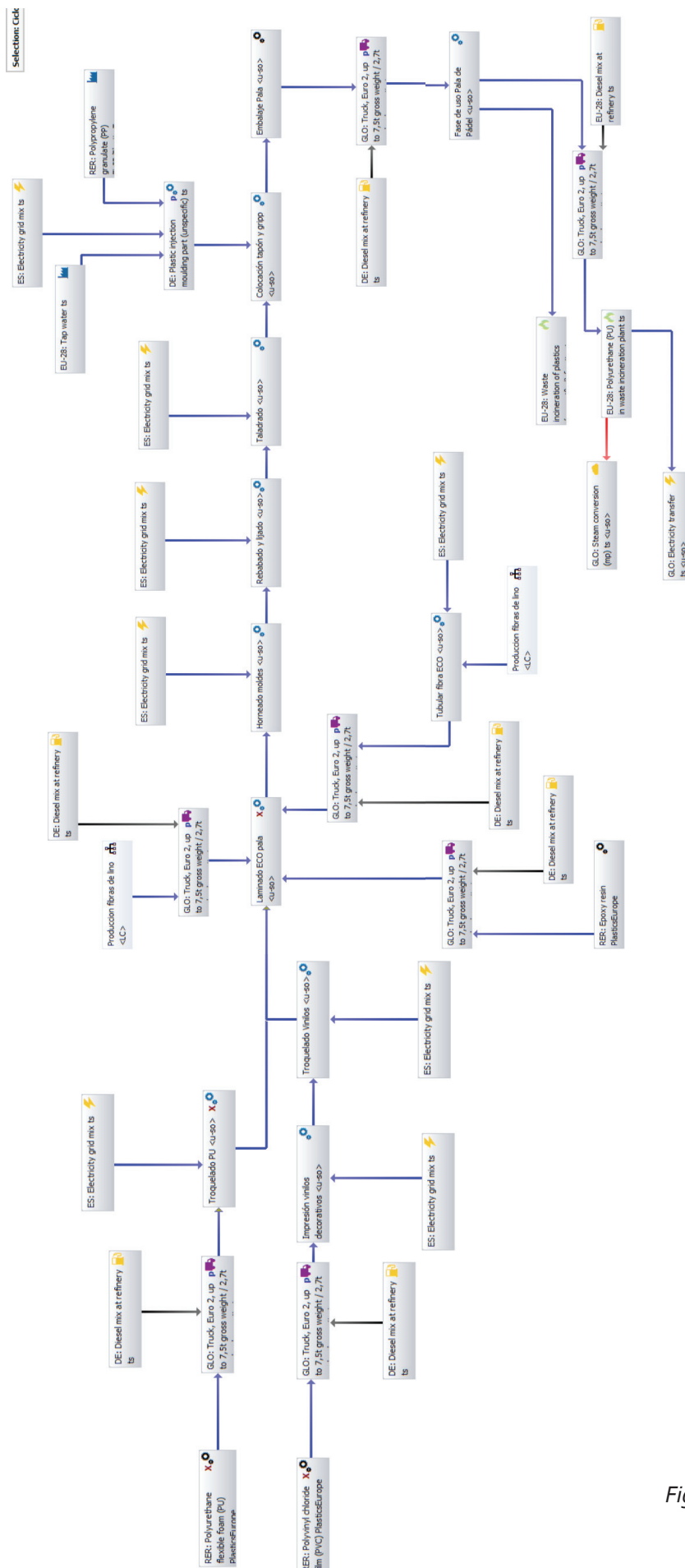


Fig. 99 ACV Pala de pádel ECO.

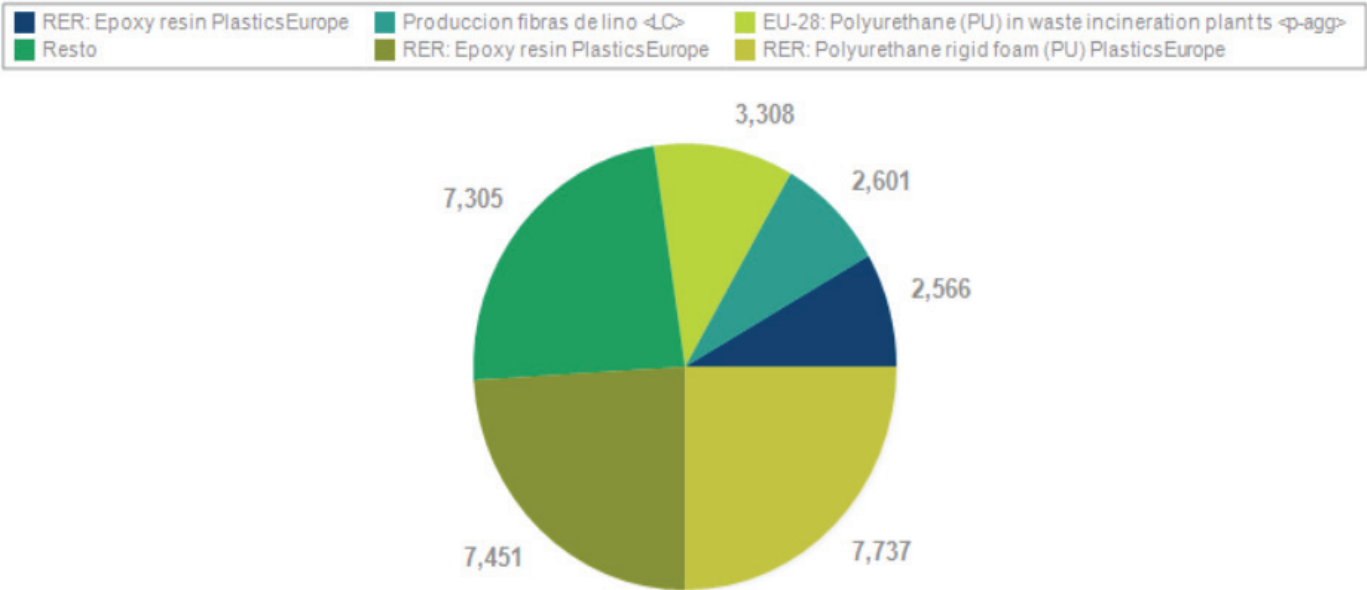
3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS



3.7.1. ECO TABLA DE SURF

ECO TABLA DE SURF (1ud.)

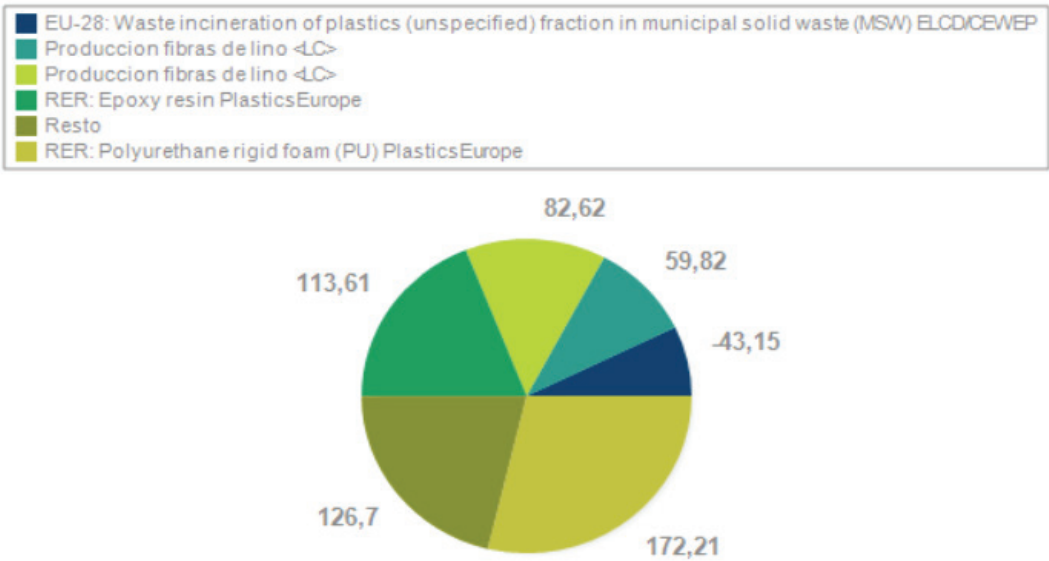
CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]



Total: 30.968 Kg CO₂ eq.

Fig. 100 Resultados ACV tabla de surf ECO.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]



Total: 511.81 MJ

Fig. 101 Resultados ACV tabla de surf ECO.

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO TABLA DE SURF (1ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	530,2	103,6	25,83	83,4
Uso	0	0	0	0
Transporte	24,76	4,83	1,83	5,9
Fin de vida	- 43,15	- 8,43	3,31	10,69
TOTAL	511,81	100	30,97	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO TABLA DE SURF (Lote 10 uds.)

CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO2 eq.]

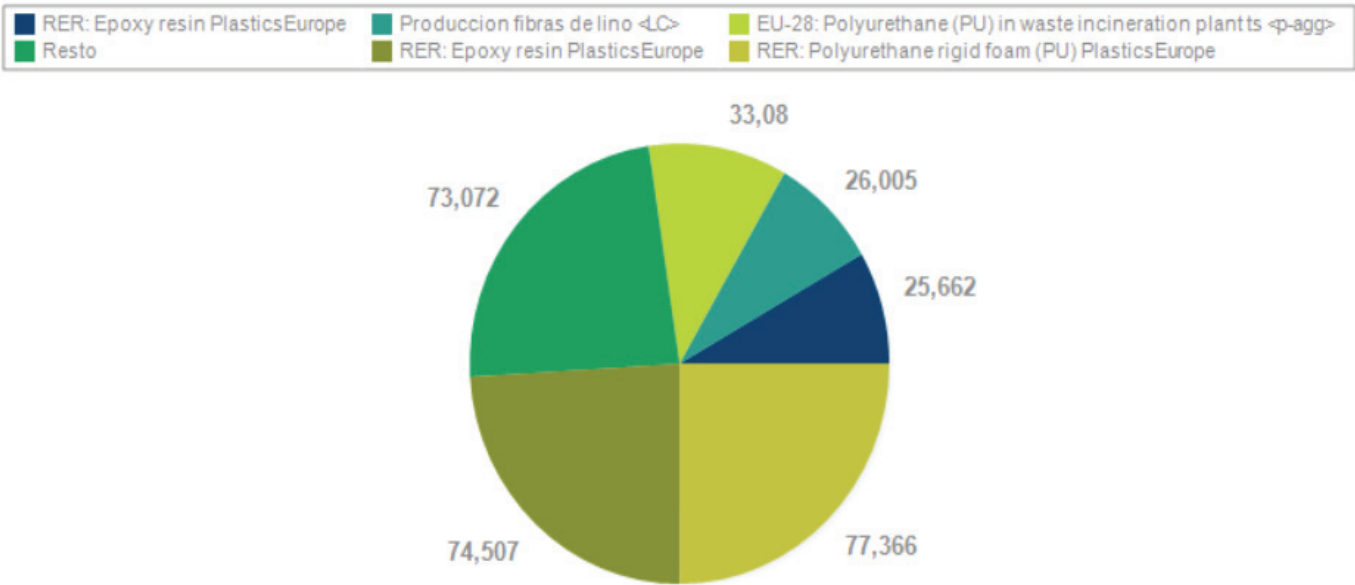
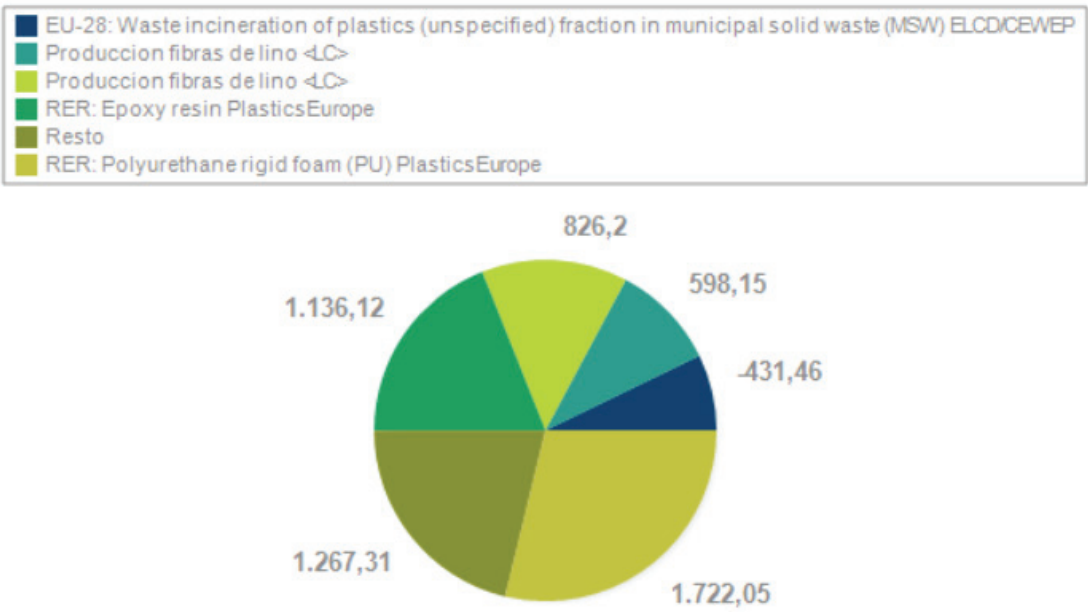


Fig. 102 Resultados ACV tabla de surf ECO.

Total: 309.7 Kg CO2 eq. --> 30,97 Kg CO2 eq./ud.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]



Total: 5118.1 MJ --> 511,8 MJ/ud.

Fig. 103 Resultados ACV tabla de surf ECO.

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO TABLA DE SURF (Lote 10 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	5302	103,4	258,3	83,4
Uso	0	0	0	0
Transporte	247,6	4,83	18,32	5,9
Fin de vida	- 431,5	- 8,43	33,08	10,69
TOTAL	5118,4	100	309,7	100

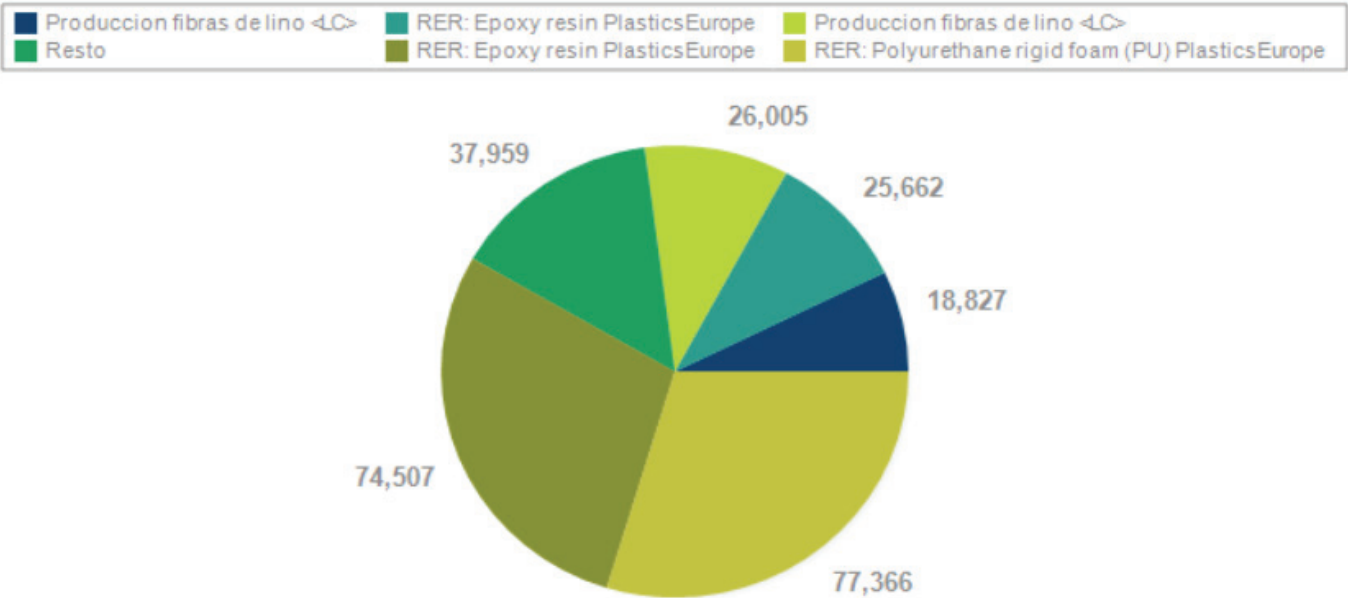
ECO TABLA DE SURF (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	530,2	103,6	25,83	83,4	345,69	97,54
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	24,76	4,83	1,83	5,9	8,4	2,37
Fin de vida	- 43,15	- 8,43	3,31	10,69	0,3	0,084
TOTAL	511,81	100	30,968	100	354,39	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO TABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA (Lote 10 uds.)

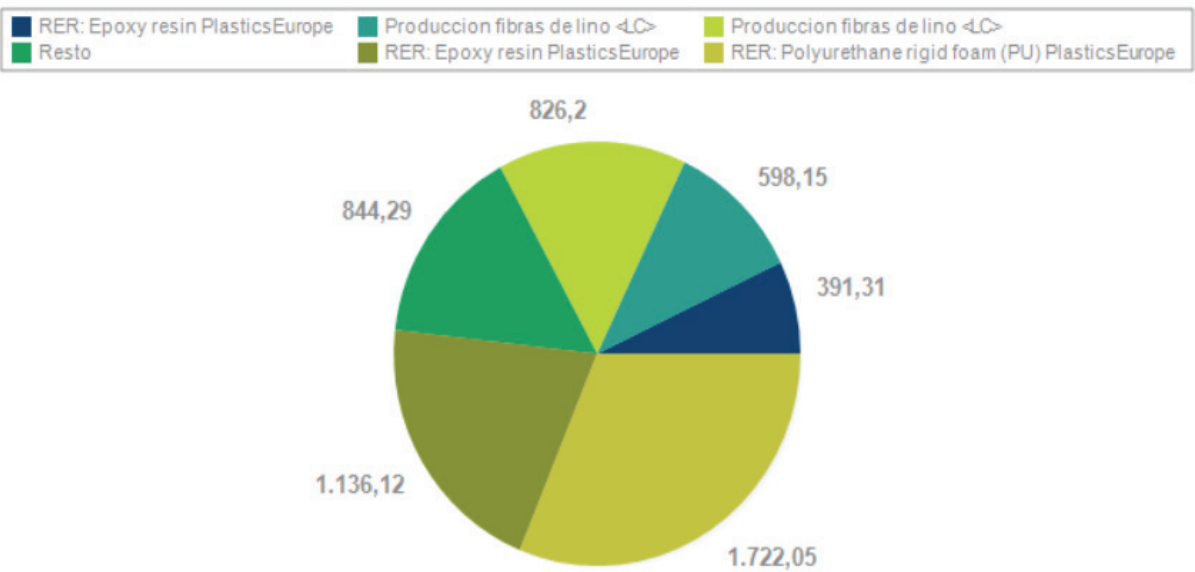
CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO2 eq.]



Total: 235,25 Kg CO2 eq. --> 23,53 Kg CO2 eq./ud.

Fig. 104 Resultados ACV tabla de surf ECO.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]



Total: 5518,12 MJ --> 551,81 MJ/ud.

Fig. 105 Resultados ACV tabla de surf ECO.

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO TABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA(Lote 10 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
EPS/PU	1722,05	31,2	77,36	32,9
BioResina	1527,43	27,7	101,1	42,9
Fibra de lino	1424,35	25,8	18,83	8
Resto	844,29	15,3	37,96	16,1
TOTAL	5518,12	100	235,25	100

ECO TABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
EPS/PU	172,2	31,2	7,7	32,9
BioResina	152,7	27,7	10,1	42,9
Fibra de lino	142,4	25,8	1,9	8
Resto	84,4	15,3	3,8	16,1
TOTAL	551,8	100	23,5	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECOTABLA DE SURF (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	530,2	103,6	25,83	83,4	345,69	97,54
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	24,76	4,83	1,83	5,9	8,4	2,37
Fin de vida	- 43,15	- 8,43	3,31	10,69	0,3	0,084
TOTAL	511,81	100	30,968	100	354,39	100

ECOTABLA DE SURF DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
EPS/PU	172,2	31,2	7,7	32,9
BioResina	152,7	27,7	10,1	42,9
Fibra de lino	142,4	25,8	1,9	8
Resto	84,4	15,3	3,8	16,1
TOTAL	551,8	100	23,5	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Analizamos en primer lugar los resultados obtenidos de la tabla de surf ECO.

La metodología de procedimiento para la realización de los análisis ha sido la misma que la realizada en la fase anterior para los productos convencionales; se realizan varios análisis previos de una unidad y lotes de 10 ud para finalmente obtener unos más ajustados a la unidad funcional ya que algunos procesos son realizados simultáneamente para varias unidades de producto.

En el ACV completo nos resulta de interés conocer el consumo energético y el GWP generado en las diferentes fases del mismo que dividimos en: Obtención de materias primas y fabricación, uso del producto, transportes realizados a lo largo del ciclo completo, y el fin de vida del producto.

Observamos que la obtención de las materias primas y fabricación sigue siendo la fase de mayor impacto del ciclo de vida, generándose una emisión de **30,97 kg de CO₂**, suponiendo un **83,4 %** del total y produciendo una reducción de hasta **12,4 kg de CO₂** en comparación con el producto convencional.

El consumo energético, tanto de energías renovables como no renovables concentran el **103,6%**. En este caso específicamente el fin de vida del producto, basado principalmente en la incineración de los materiales para la obtención de energía, genera un **8,43%** del consumo energético utilizado a lo largo de su fabricación y vida útil. Parte superior a la obtenida en relación a la total del análisis de la tabla convencional. Además de ello, los materiales utilizados para la fabricación de este producto cuentan con una capacidad de degradación superior en caso de no ser deshechados de forma correcta.

En cuanto al precio (€) de la tabla se concentra principalmente en la obtención de materiales y fabricación, del mismo modo que en las tablas convencionales, sin embargo se produce un aumento considerable del precio final del producto (**+130€**), ya que el precio de los materiales eco es más elevado, además del aumento de las cantidades de materias primas como el caso de las fibras de lino. El precio añadido correspondiente al transporte de los materiales y el fin de vida es muy variable ya que depende de la localización de los proveedores, aunque se mantiene constante.

La fase de uso supone un impacto nulo al igual que para los productos convencionales, además de conseguir reducir considerablemente la emisión por de BPAs por la utilización de bioresinas en sustitución de resinas epoxy, fabricadas en base a materiales biológicos. Por lo tanto, siguen siendo un porcentaje demasiado bajo como para ser tenidos en cuenta en comparación al impacto generado en la fabricación del producto y la obtención previa de las materias primas.

Para poder obtener una compración real de los valores obtenidos en el ciclo de vida realizamos al igual que en la fase anterior el análisis de la cuna a la puerta para comprobar la eficacia de la sustitución de los materiales propuesta a lo largo de esta fase.

La utilización en el proceso de fabricación de la bioresina supone la emisión de menos de la mitad de Kg CO₂ a la atmósfera que el producto convencional; siendo **7,7 Kg** el valor obtenido. De un modo similar sucede con los valores obtenidos de emisión de las fibras de lino y el EPS utilizado para el núcleo del producto.

Un dato a tener en cuenta es la energía utilizada en la obtención de las fibras de lino ya que resulta superior a la necesaria para la producción de la cantidad de fibras de vidrio necesaria para las tablas de surf convencional; **142,4 MJ** en contra de **43,86 MJ** respectivamente. Sin embargo el valor total de energía necesaria para el ciclo de cuna a puerta es inferior para la tabla eco.

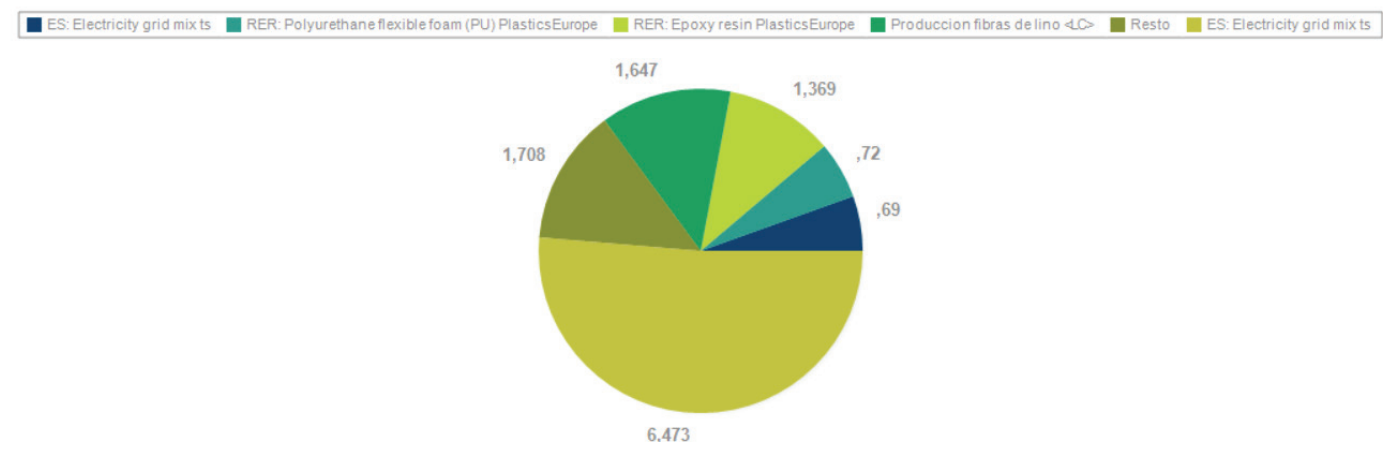
3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS



3.7.2. ECO PLA DE PÁDEL

ECO PALA DE PÁDEL (1ud.)

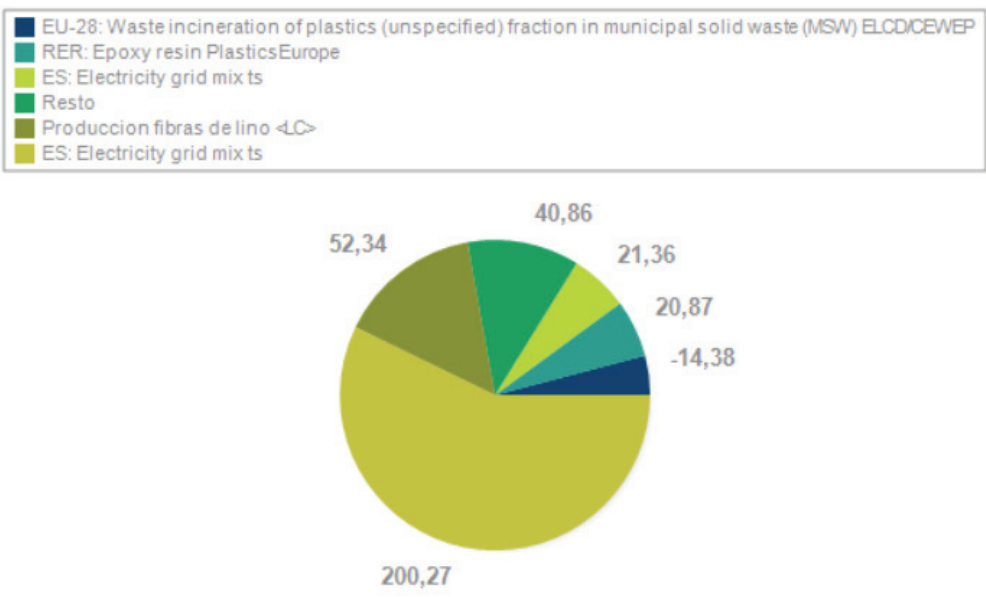
CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]



Total: 12,607 Kg CO₂ eq

Fig. 106 Resultados ACV pala de pádel ECO.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]



Total: 321,32 MJ

Fig. 107 Resultados ACV pala de pádel ECO.

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

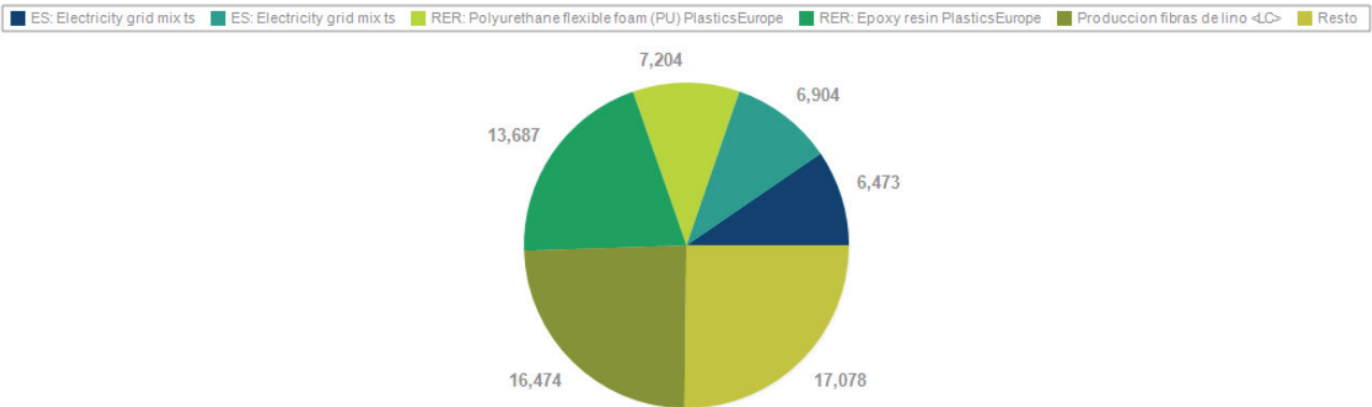
ECO PALA DE PÁDEL (1 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	331,97	103,32	11,62	92,17
Uso	0	0	0	0
Transporte	3,73	1,16	0,3	2,38
Fin de vida	-14,38	- 4,47	0,69	5,47
TOTAL	321,32	100	12,607	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO PALA DE PÁDEL (Lote 10 uds.)

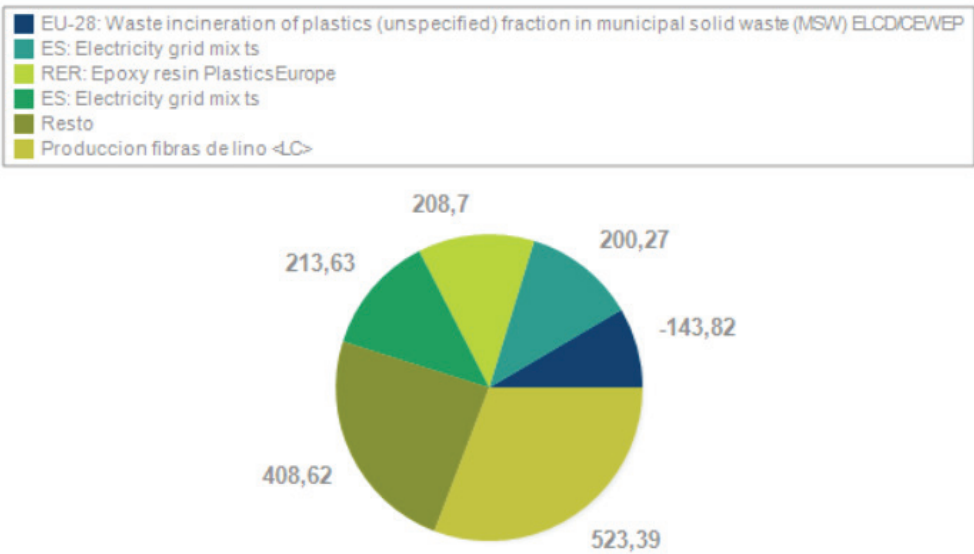
CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO2 eq.]



Total: 67,82 Kg CO2 eq. --> 6,78 Kg CO2 eq./ud.

Fig. 108 Resultados ACV pala de pádel ECO.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]



Total: 1410,79 MJ --> 141,07 MJ/ud.

Fig. 109 Resultados ACV pala de pádel ECO.

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO PALA DE PÁDEL (Lote 10 ud.)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)
Obtención de materiales y fabricación	1520,98	107,8	53,43	78,78
Uso	0	0	0	0
Transporte	33,63	2,38	2,43	3,58
Fin de vida	-143,82	-10,2	11,96	17,63
TOTAL	1410,79	100	67,82	100

ECO PALA DE PÁDEL (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	152,098	107,8	5,343	78,78	67,97	98,53
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	3,36	2,38	0,24	3,58	0,9	1,3
Fin de vida	-14,38	-10,2	1,2	17,63	0,07	0,17
TOTAL	141,08	100	6,78	100	68,94	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (Lote 10 uds.)

CML2001 - Jan. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years) [Kg CO₂ eq.]

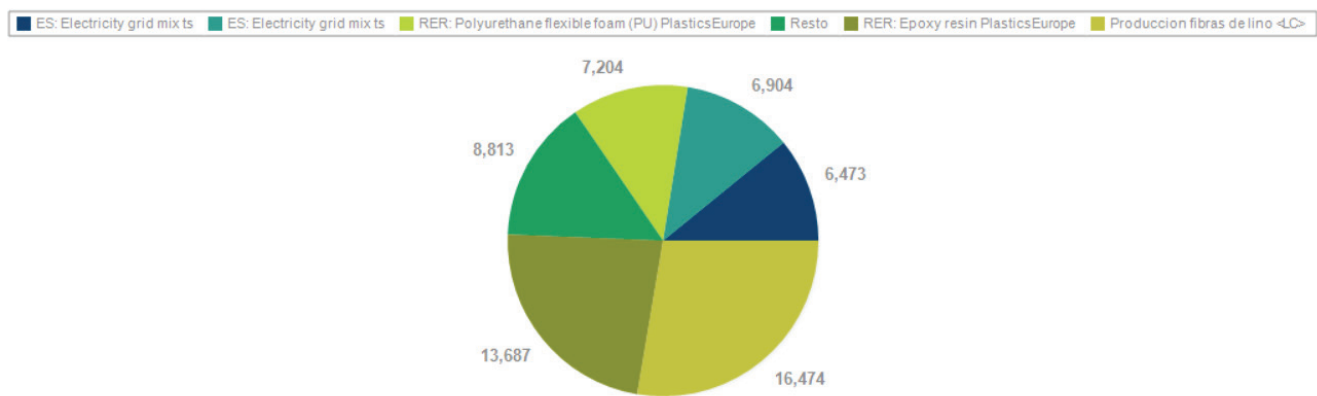


Fig. 110 Resultados ACV pala de pádel ECO.

Total: 59,53 Kg CO₂ eq. --> 5,95 Kg CO₂ eq./ud.

Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [Primary energy] [MJ]

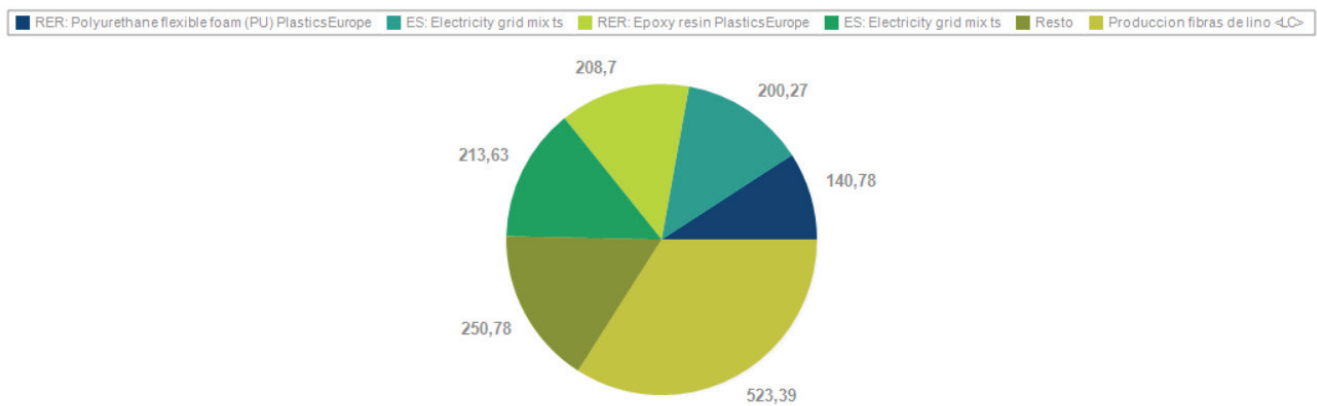


Fig. 111 Resultados ACV pala de pádel ECO.

Total: 1537,55 MJ --> 153,75 MJ/ud.

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (Lote 10 ud.)

PALA DE PADEL ECO CP (10ud)	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
EPS/PU	140,78	9,15	7,2	12,09
BioResina	208,7	13,57	13,69	23
Fibra de lino	523,39	34,04	16,47	27,66
Electricidad	413,9	26,9	8,8	14,78
Resto	250,78	16,34	13,37	22,46
TOTAL	1537,55	100	59,53	100

ECO PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

PALA DE PADEL ECO CP (1ud)	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
EPS/PU	14,08	9,15	0,72	12,09
BioResina	20,9	13,57	1,37	23
Fibra de lino	52,34	34,04	1,64	27,66
Electricidad	41,4	26,9	0,88	14,78
Resto	25,08	16,34	1,34	22,46
TOTAL	153,75	100	5,95	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

ECO PALA DE PÁDEL (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

PALA DE PADEL ECO (1ud)	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	152,098	107,8	5,343	78,78	67,97	98,53
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	3,36	2,38	0,24	3,58	0,9	1,3
Fin de vida	-14,38	-10,2	1,2	17,63	0,07	0,17
TOTAL	141,08	100	6,78	100	68,94	100

ECO PALA DE PÁDEL DE CUNA A PUERTA (1 ud. CICLO EQUILIBRADO)

PALA DE PADEL ECO CP (1ud)	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)
EPS/PU	14,08	9,15	0,72	12,09
BioResina	20,9	13,57	1,37	23
Fibra de lino	52,34	34,04	1,64	27,66
Electricidad	41,4	26,9	0,88	14,78
Resto	25,08	16,34	1,34	22,46
TOTAL	153,75	100	5,95	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Finalmente analizaremos los resultados de las palas de pádel ECO para poder realizar una comparación con los resultados convencionales y obtener conclusiones acerca del proceso llevado a cabo.

La metodología de procedimiento para la realización de los análisis ha sido la misma que la realizada en la fase anterior para los productos convencionales; se realizan varios análisis previos de una unidad y lotes de 10 ud para finalmente obtener unos más ajustados a la unidad funcional ya que algunos procesos son realizados simultáneamente para varias unidades de producto.

En el ACV completo nos resulta de interés conocer el consumo energético y el GWP generado en las diferentes fases del mismo que dividimos en: Obtención de materias primas y fabricación, uso del producto, transportes realizados a lo largo del ciclo completo, y el fin de vida del producto.

Observamos que la obtención de las materias primas y fabricación sigue siendo la fase de mayor impacto del ciclo de vida, generándose una emisión de **6,78kg de CO₂**, suponiendo un **78,8 %** del total y produciendo una reducción de hasta **1,12 kg de CO₂** en comparación con el producto convencional.

El consumo energético, tanto de energías renovables como no renovables, de la obtención de las materias primas y los procesos de fabricación, concentran hasta un **107,8%**. Sin embargo, el fin de vida del producto, basado principalmente en la incineración de los materiales para la obtención de energía, genera hasta un **10,2 %** del consumo energético utilizado a lo largo de su fabricación y vida útil. Además de ello, los materiales utilizados para la fabricación de este producto cuentan con una capacidad de degradación superior en caso de no ser deshechados de forma correcta.

En cuanto al precio (€) de la pala eco se concentra principalmente en la obtención de materiales y fabricación, del mismo modo que en las tablas convencionales, sin embargo se produce un aumento muy controlado del precio final del producto, en

torno a **3€**, ya que el precio de los materiales eco es más elevado, pero evitamos la aplicación de la fibra de carbono, material cuyo precio es muy elevado por sus excelentes propiedades mecánicas. El precio añadido correspondiente al transporte de los materiales y el fin de vida es muy variable ya que depende de la localización de los proveedores, aunque se mantiene constante.

La fase de uso supone un impacto nulo al igual que para los productos convencionales, además de conseguir reducir considerablemente la emisión por de BPAs por la utilización de bioresinas en sustitución de resinas epoxy, fabricadas en base a materiales biológicos. Por lo tanto, siguen siendo un porcentaje demasiado bajo como para ser tenidos en cuenta en comparación al impacto generado en la fabricación del producto y la obtención previa de las materias primas.

Para poder obtener una comparación real de los valores obtenidos en el ciclo de vida realizamos al igual que en la fase anterior el análisis de la cuna a la puerta para comprobar la eficacia de la sustitución de los materiales propuesta a lo largo de esta fase.

La utilización en el proceso de fabricación de la bioresina supone la emisión de menos de la mitad de Kg CO₂ a la atmósfera que el producto convencional; siendo **1,37 Kg** el valor obtenido. De un modo similar sucede con los valores obtenidos de emisión de las fibras de lino y el EPS utilizado para el núcleo del producto.

Un dato a tener en cuenta es la energía utilizada en la obtención de las fibras de lino ya que resulta superior a la necesaria para la producción de la cantidad de fibras de vidrio necesaria para las tablas de surf convencional; **52,34 MJ** en contra de **37,92MJ** respectivamente necesarios para la producción de las fibras de vidrio y carbono. Este aspecto debe ser tenido en cuenta ya que supone un aumento en el consumo general de energía en el ciclo de vida de cuna a puerta de la pala de pádel en **13 MJ**.

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Previo a la realización de las concusiones de la fase 3 y de la efectividad de las propuestas generadas a lo largo de la fase 3, se realiza una comparación de los resultados de ACV, así como de los precios analizados.

TABLA DE SURF CONVENCIONAL	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR	1 blank	47,9€/ud	47,9	SeaBase
Resina Epoxy	5 kg	13.92 €/kg.	69,6	Silmar
Fibra de vidrio	6,5 m2	1.56 €/ m2	10,14	Bricotex
Laca	165 ml	6,73€ / 500 ml	2,24	Recambios-EX
Pintura	60 ml	13,62€ / 60 ml	13,62	TodoAerografía
Leash	1ud	30€/ud	30	Teccel
Quillas	2 uds	7,5€/ud	15	Teccel
Electricidad proceso productivo.	30,07 Kwh	0,083€/Kwh	2,5	-
Mano de obra	12 h	8€/h	19,2	-
TOTAL			210,2	

TABLA DE SURF ECO	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR Reciclado	1 blank	64,1€/ud	64,1	Olatu
Resina Super Sap	5 kg	15,84 €/kg.	79,2	Entropy resins
Fibra de lino BD	9 m2	13,25 €/ m2	119,25	EasyComposites
Leash	1ud	30€/ud	30	Teccel
Quillas	2 uds	16€/ud	32	-
Electricidad Proceso prod.	23,4 Kwh	0,083€/Kwh	1,94	-
Mano de obra	12 h	8€/h	19,2	-
TOTAL			345,69€	

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE SURF COVENCIONAL	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	770,93	99,75	43,372	86,5	210,2	95,88
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	49,87	6,45	3,458	6,9	8,64	3,94
Fin de vida	-47,94	-6,2	3,308	6,6	0,38	0,17
TOTAL	772,87	100	50,138	100	219,22	100

TABLA DE SURF ECO	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO2 eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	530,2	103,6	25,83	83,4	345,69	97,54
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	24,76	4,83	1,83	5,9	8,4	2,37
Fin de vida	- 43,15	- 8,43	3,31	10,69	0,3	0,084
TOTAL	511,81	100	30,968	100	354,39	100

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

TABLA DE PÁDEL CONVENCIONAL	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR FOAM	1 core	15,5€/ud	15,5	EasyComposites
Resina Epoxy	0,15 kg	13.92 €/kg.	2,08	Silmar
Fibra de vidrio	1,5 m2	1.56 €/ m2	2,34	Bricotex
Fibra de carbono	0,2 m2	110€/ m2	22	EasyComposites
Laca	50ml	6,73€ / 500 ml	0,67	Recambios-EX
Tubular Carbono	1 ud	7,26	7,26	CastroComposites
OverGripp	1 ud	1,65€/ud	1,65	Karakal
Electricidad Proceso prod.	6,96 Kwh	0,083€/Kwh	0,55	-
Mano de obra	8 h	8€/h	12,8	-
TOTAL			64,85	

PALA DE PADEL ECO	CANTIDAD	PRECIO/UD	PRECIO TOTAL (€)	PROVEEDOR
PUR Reciclado	1 ud	15,5€/ud	15,5	EasyComposites
Resina Super Sap	0,25 kg	15,84 €/kg.	3,96	Entropy resins
Fibra de lino BD	2,3 m2	13,25 €/m2	30,47	EasyComposites
Tubular de lino	0,7 m	4,34 €/m	3,04	Bcomp
OverGripp	1 ud	1,65€/ud	1,65	Karakal
Electricidad Proceso prod.	6,96 Kwh	0,083€/Kwh	0,55	-
Mano de obra	8 h	8€/h	12,8	-
TOTAL			67,97	

3.11 OBTENCIÓN DE RESULTADOS



PALA DE PADEL CONVENCIONAL	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	140,01	107,79	7,054	89,29	64,85	98,76
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	4,25	3,23	0,295	3,73	0,71	8,6
Fin de vida	-14,38	-11,07	0,5513	6,97	0,098	1,2
TOTAL	129,88	100	7,9	100	65,66	100

TABLA DE PADEL ECO	CONSUMO ENERGÍA (MJ)	CONSUMO ENERGÍA (%)	GWP (Kg CO ₂ eq.)	GWP (%)	Precio (€)	Precio (%)
Obtención de materiales y fabricación	152,098	107,8	5,343	78,78	67,97	98,53
Uso	0	0	0	0	0	0
Transporte	3,36	2,38	0,24	3,58	0,9	1,3
Fin de vida	-14,38	-10,2	1,2	17,63	0,07	0,17
TOTAL	141,08	100	6,78	100	68,94	100

3.12 CONCLUSIONES FASE 3

Tras la conclusión de los análisis y haber obtenido unos resultados de los ACV cuantificables podemos extraer una serie de conclusiones de la fase actual que servirá de base para la cumplimentación de la metodología en la fase siguiente.

En el desarrollo de un rediseño de material deportivo ecológico será necesario realizar diversos pasos previos al establecimiento del ICV y ACV del producto. Entre ellos se destaca una investigación exhaustiva de los posibles productos sucedáneos que se podrían proponer como sustitutivos de los materiales convencionales, así como la realización de un estudio mecánico de estos nuevos materiales para comprobar sus propiedades con la aplicación de los requerimientos de uso del producto.

Además de ello se deberán tener en cuenta otros aspectos como el packaging responsable del producto, la influencia del marketing en las ventas de este tipo de productos ecológicos.

Previo a llevar a cabo los correspondientes ICV y ACV de los productos eco se realizarán las propuestas de rediseño de los productos que pueden afectar únicamente a las materias primas, por tipo de producto u origen, reduciendo su consumo por transporte, los procesos de fabricación por unos menos agresivos con el medio o la implantación de un nuevo método de packaging, incluso de reciclado y fin de vida del producto.

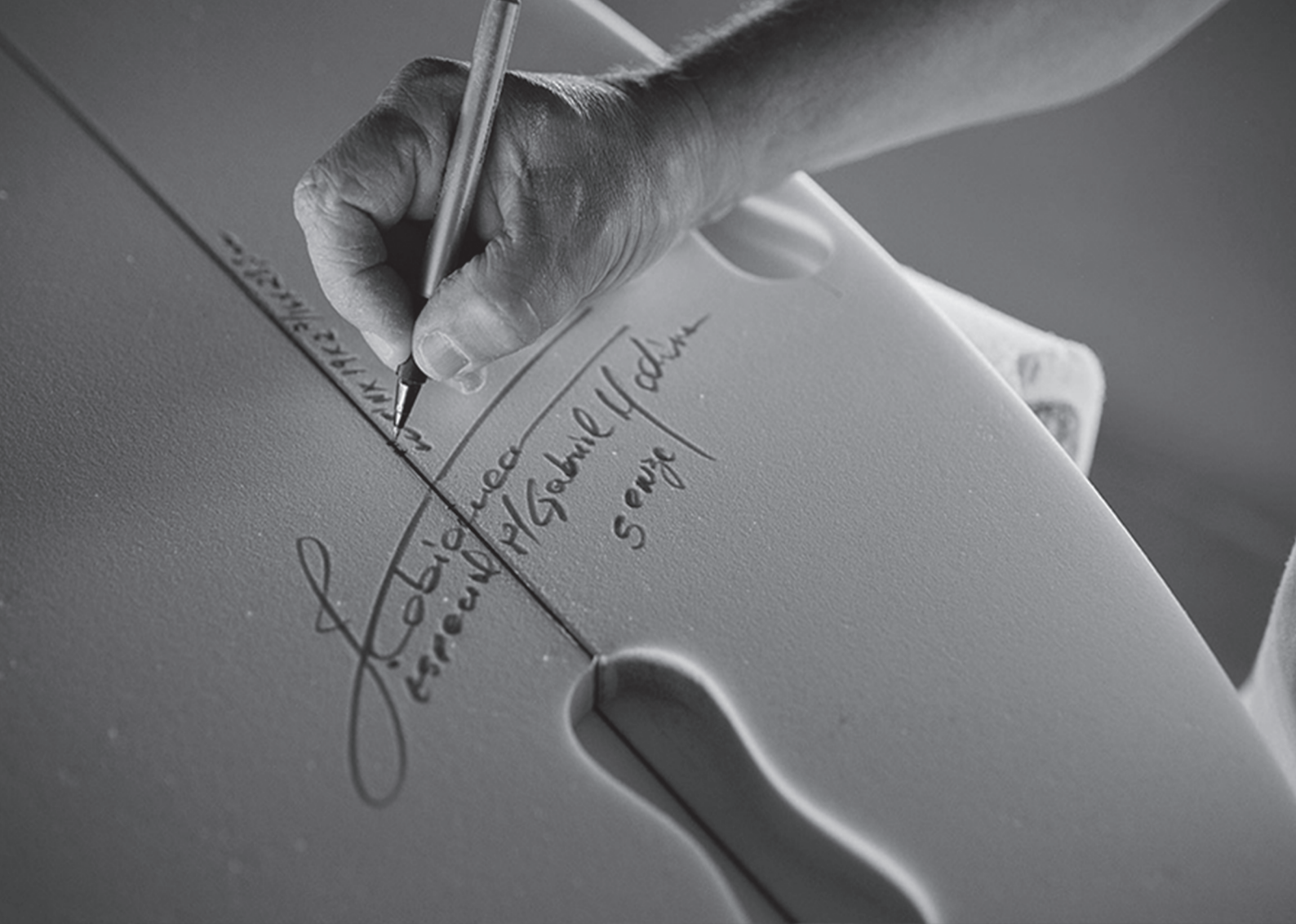
Se debe realizar los ACV en las mismas condiciones y análisis de resultados posterior para poder llevar a cabo las comparaciones entre las versiones de productos convencionales y eco.

En cuanto a los análisis realizados para los productos que se llevan a cabo a lo largo de este proyecto, se comprueba la eficacia de la aplicación de los nuevos materiales ecológicos con los que se consigue una reducción considerable de las emisiones de CO₂ a la atmósfera por unidad de producto fabricado.

En caso de no haber llegado a un resultado satisfactorio deberá establecerse un plan de acciones para comprobar a qué es debido dicho factor desfavorable en los resultados de los ACV y realizar los cambios pertinentes si son factibles para llevar a cabo el rediseño deseado. Dicho proceso se especificará en la fase posterior.

En esta fase se dan por concluidos los análisis realizados a los productos de tipología de material deportivo con materiales compuestos con resultado satisfactorio. Para obtener los certificados de eco-Producto se deberán llevar a cabo los pasos pertinentes descritos en la normativa de la fase 1.

En la fase posterior se planterá una metodología genérica para el rediseño ecológico de estos productos en base a la experiencia adquirida y las diferentes investigaciones llevadas a cabo a lo largo de este proyecto.



FASE 4

PROPUESTA METODOLOGÍA DE ECODISEÑO

4.1 OBJETIVOS FASE 4

Alcanzada la fase final del proyecto. En ésta se llevará a cabo la propuesta de una metodología de ecodiseño para los productos de material deportivo.

Dicha metodología deberá ser genérica para conseguir su posibilidad de aplicación en los diferentes productos de ésta metodología ya que algunos de los productos pueden tener diferentes composiciones físicas como la aplicación de un núcleo o de diferentes catalizadores.

En ella se verán aplicados los resultados obtenidos en los análisis anteriores y los métodos que se han llevado a cabo durante el proyecto para la consecución de rediseño ecológico de una tabla de surf y una pala de pádel. Además de ello, algunas indicaciones que se han analizado sin aplicación real a los mismos.

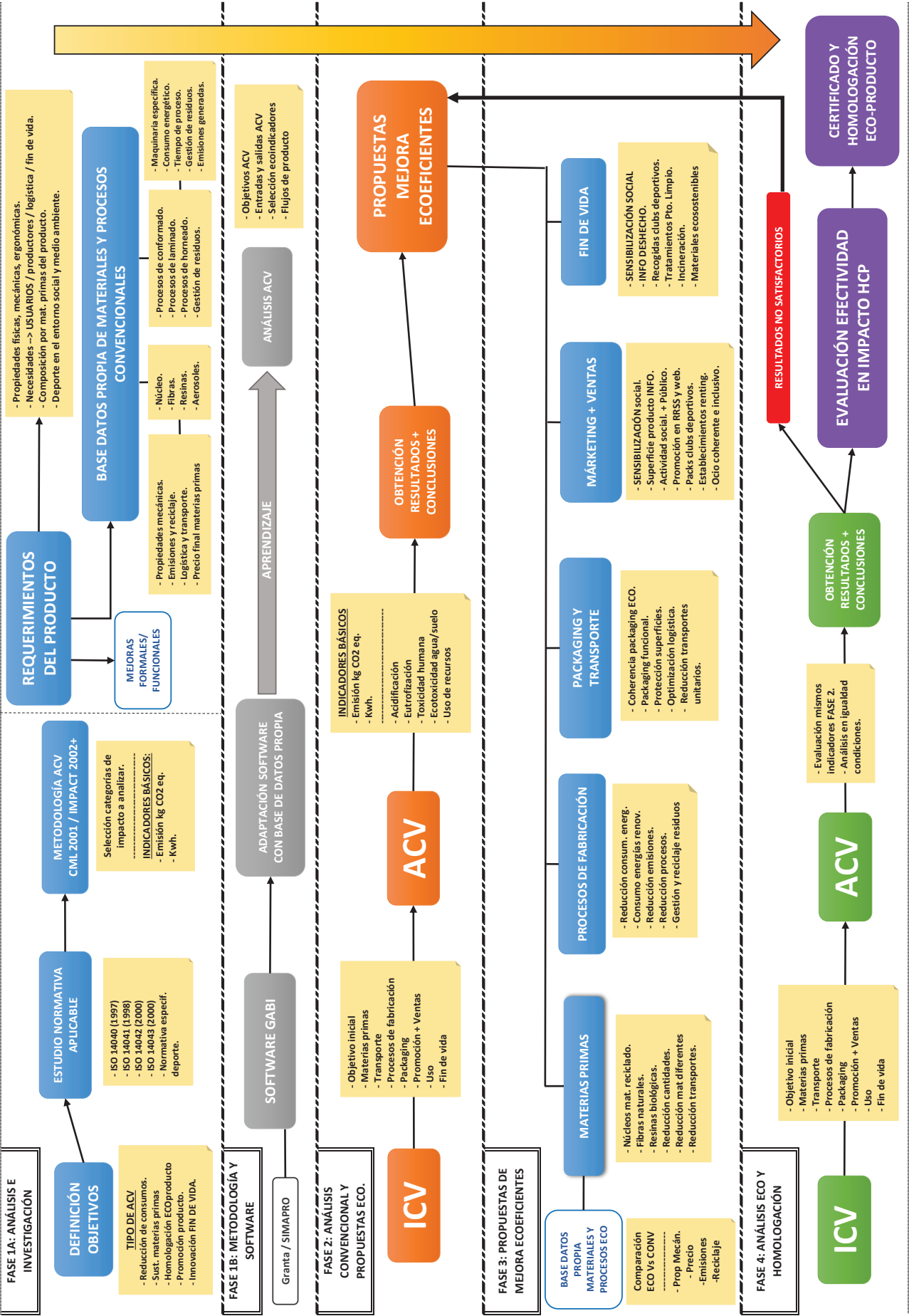
Además de ello se mostrarán los resultados de la metodología en un panel visual, de modo que puedan ser fácilmente visualizados todos los pasos a llevar a cabo de la metodología por aquellos fabricantes que deseen aplicar a sus productos.

4.1 METODOLOGÍA ECODISEÑO

Como se ha especificado en ocasiones anteriores a lo largo de este proyecto, el objetivo del mismo ha sido la consecución de una metodología de eco-diseño genérica para la aplicación a productos de material deportivo de materiales compuestos.

Dicha metodología se propone como medio a seguir para su aplicación en un método de rediseño de producto existente cuya composición permita la obtención de un producto ecológico y ser competitivo en un mercado muy restringido.

4.1 METODOLOGÍA ECODISEÑO



4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

FASE 1A: Análisis e Investigación

El comienzo de cualquier análisis de ciclo de vida para el rediseño de un producto surge de la detección de una necesidad en la sociedad, o el descubrimiento de un nicho en el mercado. La tipología de productos deportivos de materiales compuestos cuenta actualmente con estas oportunidades y una gran cantidad de productos susceptibles para realizar un rediseño para su conversión en ecoproductos.

A partir de dicho comienzo, se pone en marcha la metodología desarrollada a lo largo de este proyecto

Definición de objetivos

El primer apartado de la metodología será uno de los puntos claves del proyecto, ya que será importante ser conscientes en este punto inicial del objetivo principal que se desea conseguir con este ACV destinado para el producto deportivo. En función de estos objetivos se establecerá el tipo de análisis a realizar y las metodologías a llevar a cabo, ya que no en todos los casos será necesario analizar la totalidad del ciclo de vida.

Los diferentes tipos de objetivos que pueden surgir en el proceso de ecodiseño pueden ser:

- Homologación de EcoProducto.
- Promoción y adecuación al mercado de producto.
- Sustitución de materias primas convencionales.
- Reducción de consumos energéticos.
- Análisis de emisiones en procesos productivos.
- Innovación en Fin de Vida del producto.
- Otros.

En el caso de los dos primeros mencionados, es necesario la realización completa del ACV, (Ciclo de la cuna a la tumba) para poder conseguir obtener un alcance mayor del rediseño a todos los aspectos que intervienen en el producto deportivo. En el resto, a pesar de ser aconsejable para tener una idea global del mismo, no será necesario, ya que con la realización de un ciclo de cuna a puerta será suficiente.

Normativa aplicable

A nivel europeo la normativa ISO se encarga de regular las diferentes metodologías de ACV a través de diferentes normativas que recogen una serie de pasos de obligado cumplimiento para la realización de un ACV efectivo y conseguir la homologación posterior de un ecoproducto. Éstas son:

- ISO 14040 (1997)
- ISO 14041 (1998)
- ISO 14042 (2000)
- ISO 14043 (2000)

En algunos países existen además normativas locales aplicables a este tipo de proyectos.

Será necesario tener en cuenta además las normativas y especificaciones técnicas de los materiales, y del deporte al que se destine el producto concreto, ya que existen en la mayoría de casos restricciones sobre el aspecto formal, dimensiones, pesos, superficies, e incluso materiales restringidos.

Metodología ACV

La metodología seleccionada para llevar a cabo proyectos de esta tipología será a través de software específico y CML 2001 o IMPACT 2002+. Éstas metodologías cuentan con los indicadores básicos para la realización de un ACV de materiales compuestos. Se seleccionarán aquellos que según los objetivos marcados al comienzo del proyecto se consideren fundamentales para el análisis final.

Como indicadores básicos se proponen:

- Emisión kg CO₂ eq.
- Consumo energético renovables y no renov. (Kwh).

Otros pueden ser:

- Acidificación
- Eutrofización
- Toxicidad humana
- Ecotoxicidad agua/suelo
- Uso de recursos

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Requerimientos del producto

Otro de los puntos claves del proyecto consiste en la recopilación de la información necesaria para el diseño y fabricación de un producto deportivo convencional similar al que se desee realizar el rediseño.

Principalmente será necesario disponer de la información relacionada con los requerimientos físicos y mecánicos que debe soportar el producto por su uso, así como necesidades ergonómicas.

Las necesidades de los usuarios para la práctica del deporte, fundamentales para el aspecto formal y funcional del producto, así como las necesidades de los productores, y temas logísticos, como fin de vida actual de los productos de materiales compuestos.

El deporte como eje fundamental dentro del entorno social y su influencia en los usuarios y el medio que les rodea permitirá poder ser conscientes de mayor manera de los problemas ecológicos que suponen la fabricación de estos productos.

Sin embargo los factores que suponen un mayor impacto en la huella de carbono del producto son los materiales y procesos de fabricación por lo que se propone la realización de una base de datos propia de materiales y procesos convencionales, en la que se recojan los siguientes aspectos:

De los tipos de materias primas: Núcleos, fibras, resinas, aerosoles, etc.:

- Propiedades mecánicas.
- Emisiones y reciclaje.
- Logística y transporte.
- Precio final de materias primas.

De los procesos de producción: Procesos de conformado, de laminado, de horneado, etc.:

- Maquinaria específica.
- Consumo energético.
- Tiempo de proceso.
- Gestión de residuos.
- Emisiones generadas.

Para obtener toda esta información resulta interesante conseguir el testimonio real de varios deportistas de diferentes niveles, así como de varios productores / proveedores, con el objetivo de poder contrastar la información. Ésto permitirá poder agilizar posteriormente el Inventario de Ciclo de Vida (ICV).

En este punto deben realizarse propuestas de posibles mejoras de rediseño formal o funcional. Este aspecto no se incluye dentro del proceso de ACV aunque puede formar parte del proyecto global de ecodiseño con diferentes propuestas.

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

FASE 1B: Metodología y software

Para llevar a cabo el análisis del ciclo de vida del producto de manera efectiva será necesaria la aplicación de un software específico.

Proponemos la utilización de GABI, que cuenta con diferentes versiones de uso según el tipo de proyecto a realizar, además de extensiones adicionales de bases de datos de materias primas para añadir materiales específicos.

GABI ofrece posibilidad de realizar diferentes análisis ACV, LCC, LCWT, además de contar con una interfaz visual del ciclo y permitir la modificación rápida de los parámetros y la inclusión y reutilización de diferentes flujos y planes en un solo proyecto.

Existen otros software similares como pueden ser GRANTA o SIMAPRO, que ofrecen funciones similares.

Resulta conveniente realizar una comparación de la base de datos propia realizada en la fase anterior (1A), con la base de datos de materias primas del software para verificar el correcto funcionamiento del programa. En el caso de que no se encuentren aquellos elementos específicos, ya sean materias primas, elementos de transporte, flujos de emisiones o de energía, será necesario adquirir la extensión concreta de materiales en la que se encuentre.

Este tipo de software es técnico, y muy específico de análisis de ACV para profesionales, por lo que si no se ha utilizado ningún programa similar anteriormente, se recomienda hacer uso de los tutoriales que existen en el portal web con el que se podrán aprender y explorar las múltiples posibilidades que ofrece el programa y como utilizarlo de manera óptima para el mejor aprovechamiento en las fases posteriores del proyecto.

El objetivo final es ser capaz de conocer aquellos indicadores que se requieren analizar en el proyecto por sus objetivos marcados al comienzo y proceder a llevar a cabo el ICV y ACV para extraer los resultados.



Fig. 112 Logo GABI.



Fig. 113 Logo GRANTA



Fig. 114 Logo SIMAPRO.

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

FASE 2: Análisis convencional y propuestas ECO

Recopilación ICV

El comienzo del análisis de ACV comenzará con la preparación del Inventario de ciclo de vida del producto (ICV) en el cual se deberán recopilar todos los datos relevantes del producto que afecten a lo largo de su ciclo de vida de una u otra forma. Toda la información analizada y preparada durante la primera fase deberá servir como base para la preparación de dicho ICV. La propuesta que se realiza es la siguiente.

- Objetivo inicial
- Materias primas
- Transporte
- Procesos de fabricación
- Packaging
- Promoción + Ventas
- Uso
- Fin de vida

En cuanto a los materiales se debe recopilar la información referente a 1ud de producto, material específico, características técnicas (aportadas por la base de datos de materias primas) y cantidad utilizada.

Los procesos de fabricación indicarán el tiempo de uso para la fabricación de 1ud de producto, además del consumo energético generado por cada uno de los procesos.

El transporte recopilará una estimación de los diferentes movimientos relativos a las entradas de materias primas, así como la salida del producto al finalizar su producción o llegada al punto limpio de deshecho.

Esta tipología de productos de material deportivo tiene un impacto en uso del producto muy bajo, pero debe ser tenido en cuenta debido a posibles emisiones o consumos (ej. productos de uso en medio acuático)

Este documento debe servir de guía en la confección del ciclo en el software, ya que contempla todos los aspectos de entradas, salidas y flujos que intervienen en el ciclo.

Configuración ACV

Se realizará la configuración del ciclo de vida en el software seleccionado. Para ello se tienen en cuenta todos los aspectos inventariados en el ICV.

Al comienzo del software se define el tipo de metodología a utilizar, y se incluyen los diferentes hitos del ciclo del producto, entradas, salidas y diferentes flujos que participan en el ciclo de vida.

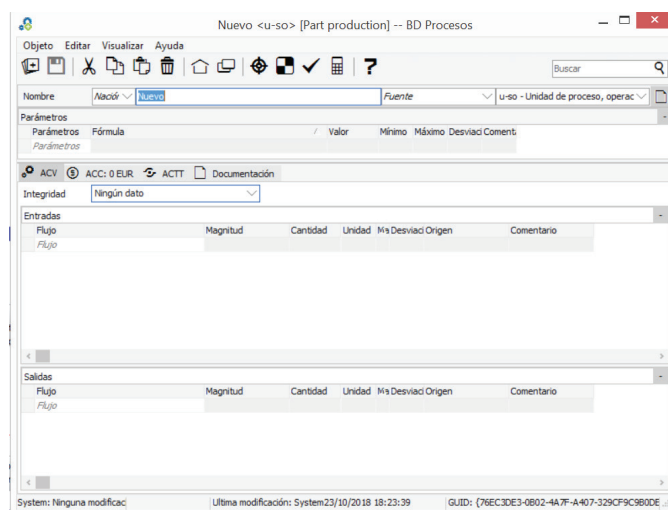


Fig. 115 Interfaz GABI.

La creación de un nuevo proceso en el software propuesto requiere de la cumplimentación de las entradas y salidas que participan en el mismo para su configuración como aparece en imagen.

Tener muy en cuenta el sistema métrico utilizado y las unidades utilizadas para los diferentes apartados y mediciones.

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Completada la configuración del ciclo se ejecuta el análisis del proyecto creado y se realiza la obtención de los resultados.

Se seleccionarán los indicadores requeridos, de los cuales se extraerán los resultados del análisis.

Para esta tipología de productos consideramos básicos los indicadores de emisión de kg. de CO₂ eq. y el consumo de energías renovables y no renovables (KWh). En función del tipo de producto y sobre todo el origen de sus materias primas y su uso será conveniente analizar otros indicadores como pueden ser:

- Acidificación
- Eutrofización
- Toxicidad humana
- Ecotoxicidad agua/suelo
- Uso de recursos

Tras ello, analizar a fondo los resultados obtenidos y realizar conclusiones acerca de aquellos procesos, materias primas o flujos que supongan un mayor impacto en la huella de carbono.

Se debe tomar muy en cuenta las materias primas utilizadas ya que los materiales compuestos de los cuales se fabrican estos productos cuentan con un elevado impacto al medio y serán uno de los apartados que cuentan con un gran margen de mejora en términos de sostenibilidad.

En función de los resultados obtenidos y de las conclusiones extraídas de los análisis, generar las propuestas de mejora ecoeficientes, focalizando los esfuerzos en los apartados que resulten de mayor impacto en el ciclo con el objetivo de conseguir una reducción eficiente.

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

FASE 3: Propuestas de mejora Ecoeficientes

Existen 5 apartados claves que acaparan el mayor impacto en el ciclo de un producto de material deportivo y cuentan con un amplio margen de mejora. Analizamos cada una de ellas.

Materias primas

Los materiales compuestos utilizados para la producción del material deportivo generan un porcentaje elevado de la huella de carbono emitida a lo largo de su ciclo de vida.

Existen múltiples propuestas que permiten reducir este impacto, entre las cuales destacamos:

- Reducción de los tipos de materiales diferentes utilizados en la confección del producto.
- Reducción de la cantidad de materiales y del peso del producto.
- Reducción del tamaño y volumen del producto.
- Selección de eco materiales para la fabricación.
- Selección de materiales reciclados o reutilizados.
- Selección de materiales cuya huella de carbono generada sea inferior.
- Selección de materiales con baja huella energética.

Se propone la realización de una nueva base de datos de materiales que cumplan las directrices enumeradas anteriormente. Los apartados que debe conterner esta serán los mismos que la generada en la fase 1 para poder realizar posteriormente una comparación efectiva entre ambas.

De los tipos de materias primas: Núcleos, fibras, resinas, aerosoles, etc.:

- Propiedades mecánicas.
- Emisiones y reciclaje.
- Logística y transporte.
- Precio final de materias primas.

Obtenida toda la información referente a las posibles materias primas eco sustitutivas de las convencionales, seleccionar aquella/as que por conveniencia se consideren más adecuadas para su aplicación (propiedades físicas, precio, huella de carbono,...) y realizar una comparación de las propiedades mecánicas de la composición de materiales sustitutivos con software 3D (ej. Solidworks).

Este proceso es válido para los núcleos y refuerzos de fibra del producto. Las propiedades mecánicas de las diferentes resinas no varían de forma relevante estos resultados.

Realizar análisis mecánico de tensión y torsión, u otros en función del modo de uso del producto, sometiéndolo a una situación de uso extrema y comprobar de dicho modo el modo de respuesta de los diferentes materiales.

En caso de obtener resultados favorables, según los cuales no se supere el límite de tracción de los materiales ni sufra el producto elevadas deformaciones plásticas se seleccionará el conjunto de materiales como opción para la producción del producto, y por tanto se recopilará toda la información necesaria para introducir en el posterior ACV del ecoproducto, referente a 1ud de producto con materiales eco, de manera precisa.

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Table 1
Mechanical properties of natural and synthetic fibers.

Fiber	Density (g/cm ³)	Tensile strength (MPa)	Specific strength (MPa cm ³ /g)	Elastic modulus (GPa)	Specific modulus (GPa cm ³ /g)
Wood	1.4	90–180	64–130	10–70	7–50
Flax	1.4–1.5	350–1040	250–650	28–70	18
Hemp	1.4–1.6	690	630	30–70	25
Jute	1.3–1.5	200–770	310–625	20–55	2–37
Coir	1.2–1.5	180	146	4–6	3–5
Cotton	1.5–1.6	290–490	191–310	5–12	3–8
Sisal	1.5	100–800	335–430	9–22	6–15
Kenaf	1.4–1.5	930	641	53	36
Bamboo	0.6–1.1	140–230	600	11–17	48–89
Wool	1.3	50–315	38–242	2.3–5	1.8–3.8
Feather	0.9	100–203	112–226	3–10	3.3–11
Silk	1.3–1.4	100–1500	100–1500	5–25	4–20
Glass	2.6	2200–3600	850–1300	65	27
Carbon	1.4–1.8	3000–4000	1710	250–500	164–171

Fig. 116 Propiedades mecánicas materiales ECO vs Conv.

Table 2
Average prices of natural and synthetic fibers (Morris, 2009; Muthuraj et al., 2015; Shah et al., 2014).

Fiber	Price (US\$/kg)
Wood	0.3–0.6
Flax	2.1–4.2
Hemp	1.0–2.1
Jute	0.4–1.5
Coir	0.3–0.5
Cotton	2.1–4.2
Sisal	0.6–0.7
Kenaf	0.3–0.5
Bamboo	0.5
Wool	1.6–2.4
Feather	1.1–2.0
Silk	2.6–40.0
Glass	2.0
Carbon	22.0–27.0

Fig. 117 Precios materiales ECO

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Procesos de fabricación

Los procesos de fabricación suponen otro de los focos más problemáticos en cuanto a la generación de impacto de estos productos. Existe una gran variedad de procesos productivos en función de la forma y función del objeto, así como de los materiales seleccionados, aunque existen algunos como el conformado del núcleo o el laminado que se mantienen en todos ellos. Este tipo de procesos son implícitos a los productos deportivos de materiales compuestos debido a la morfología y composición de estos, formados por un núcleo, fibras de refuerzo y resinas.

Será por tanto interesante valorar las diferentes posibilidades que los posibles nuevos materiales nos ofrezcan. Entre las cuales se proponen:

- Reducción tipos de procesos diferentes a aplicar.
- Reducción consumo eléctrico.
- Consumo energías renovables.
- Optimización de los materiales.
- Reducción de los residuos + gestión eficiente.
- Reducción procesos de combustión y emisiones incontroladas.

Hoy en día muchos de los procesos de producción están completamente automatizados, en ocasiones en exceso, eliminando por completo la acción del hombre. Este es uno de los mayores inconvenientes debido al elevado consumo de energía necesario a lo largo de todos ellos. La posibilidad de realizar algunos procesos de forma manual (Conformados de núcleos, laminación, pulido,...) supondría una reducción en dicho consumo. Ésto será posible en aquellos productos cuya producción no sea muy elevada y permita una mayor dedicación a cada uno de los productos.

Otro de los problemas con los productos deportivos aparece con el exceso de procesos diferentes necesarios para obtener el producto final.

Esto es debido a la alta exigencia de calidad de los productos, además de las decoraciones y aportaciones extra al producto que le aportan un aspecto más atractivo pero se debe analizar si ese valor añadido resulta necesario o puede ser aportado por medio de otros aspectos como el packaging o la propia promoción de EcoProducto.

Packaging y transporte

La gran variedad de tamaños formas y volúmenes hace imposible establecer un método único viable y eficiente de transporte y logística para estos productos de material deportivo. Sin embargo deberá realizarse un análisis individual de cada producto del método más óptimo de transporte, evitando los transportes de productos unitarios y optimizando al máximo los medios de transporte.

La protección de las superficies de los productos es un aspecto a tener en cuenta ya que cualquier pequeño defecto sufrido puede suponer un cambio en la decisión de compra de estos productos destinados al ocio. El papel kraft puede ser una buena solución para dicho problema sustituyendo los films alveolares o acolchados de espuma.

Sin embargo uno de los aspectos que debe ser diferenciador es el packaging del producto. Éste deberá ser coherente con el conjunto del producto y por tanto evitar la utilización de productos plásticos o films a cambio de otros materiales como el papel kraft o el cartón; materiales muy identificados con el aspecto ecológico por su componente reciclable y origen natural.

La posibilidad de conseguir que el propio packaging del producto tenga un uso posterior a la primera utilización del mismo resulta muy interesante en el ámbito de los eco productos. Posibles fundas, soportes o elementos de limpieza son algunas propuestas a tener en cuenta.

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Márketing y ventas

Resulta imprescindible conseguir una sensibilización importante en la sociedad acerca de los problemas que el medio ambiente al no tener en cuenta la huella de carbono generada por los productos fabricados descontroladamente. Progresivamente se ha conseguido un mayor conocimiento pero se considera el propio producto deportivo un medio óptimo para proseguir con esta sensibilización.

Su superficie, el packaging o el medio de promoción son algunos de estos medios que el vendedor puede utilizar para informar a los clientes de las ventajas para el medio ambiente que supone el consumo de ecoproductos.

La utilización de las superficies del producto, a menudo con motivos decorativos o son un espacio publicitario informativo que se debe aprovechar para llamar la atención de los clientes desde la sencillez. Por medio de slogans o cifras que indiquen la reducción de huella de carbono o de consumo energético puede ser un método eficiente. El deporte es una actividad de ocio en la que el boca a boca funciona muy rápido y es un medio muy fuerte de promoción para los jugadores de nivel amateur en mayor medida.

En cuanto a la promoción de los productos se deberá evitar los soportes físicos como flyers, paneles publicitarios o revistas. Es importante mantener una coherencia del concepto de ecoproducto en todos los ámbitos de su ciclo de vida y por tanto con la aparición de internet se abre una nueva vía de promoción y ventas para conectar de forma directa a proveedores y clientes. A través de webs, redes sociales y foros de usuarios se puede ofrecer un servicio completo y ofrecer toda la información relacionada con el producto y el proyecto.

Otro medio de promoción y venta de productos pueden ser los clubs deportivos o los establecimientos de renting que se pueden ver favorecidos y reforzados por la adquisición y promoción de un servicio de ecoproductos.

Fin de vida.

La tecnología actual no permite conseguir un reciclado eficiente de los materiales compuestos debido a su morfología y a la imposibilidad de conseguir una separación completa de los mismos.

Es por tanto la incineración el método con el que los productos de materiales compuestos terminan su ciclo de vida generando energía por combustión. Este sin duda no sería el mejor de los métodos ya que se generan emisiones por la combustión a la atmósfera y no se eliminan por completo los residuos.

El avance de las tecnologías puede generar la posibilidad de mejorar el fin de vida al que estos productos están destinados consiguiendo un reciclaje eficiente.

La aplicación de materiales de origen natural en los ecoproductos supone un avance en la reducción de años necesarios para la biodegradación en el medio de aquellos productos que no se gestionen en un punto limpio.

Será necesario incluir información referente al fin de vida de estos productos y los puntos de recogida de los mismos ya que debido a su condición de materiales compuestos no deben ser tratados como desechos comunes.

La realización de convenios como puntos de recogida a los puntos de venta de los productos es una de las propuestas que puede contar con mayor acogida.

4.1 METODOLOGÍA DE DISEÑO

FASE 4: Análisis ECO y homologación.

Recopilación ICV

Realizadas las propuestas ECO para el rediseño del producto se realizará un nuevo ICV en el cual se incluyan todos los aspectos relacionados con este nuevo producto y que cuente con estas nuevas propuestas.

Este nuevo ICV se deberá realizar en las mismas condiciones que el realizado en la fase 2 para el producto convencional. Seguiremos el esquema realizado.

- Objetivo inicial
- Materias primas
- Transporte
- Procesos de fabricación
- Packaging
- Promoción + Ventas
- Uso
- Fin de vida

Configuración ACV

Del mismo modo se realiza el ACV del EcoProducto en las mismas condiciones y el mismo software, con el objetivo de extraer los resultados de los indicadores seleccionados anteriormente y poder comparar los datos obtenidos.

Para ello, GABI permite la disposición y extracción de los resultados de formas muy diversas, incluyendo tablas y gráficos muy variados, de los diferentes indicadores deseados.

Comparación y homologación

Tras finalizar la obtención de los resultados del ACV del producto ECO, se debe realizar la comparación de estos resultados con los obtenidos en la fase 3 del producto convencional.

Se deberá comparar la efectividad de las medidas ECO propuestas y comprobar si con ellas se han conseguido los objetivos deseados en la planificación del proyecto.

Esta comparación final nos dará a conocer la verdadera efectividad de las medidas ECO propuestas y los resultados numéricos de reducción de la huella de carbono generada por el producto.

En la actualidad no existe un organismo homologador de este tipo de eco productos de material deportivo, ni aparecen en los grupos de producto de los grandes organismos como la ECOLABEL a nivel europeo.

Será por tanto necesario conseguir las homologaciones de producto CE o las homologaciones correspondientes a los organismos deportivos que le autorizan para ser utilizados en las competiciones oficiales del deporte correspondiente.

Resulta interesante la aplicación para incluir en el producto los distintivos de Producto fabricado con materiales reciclados o European Bioplastics, en función de las materias primas utilizadas.



Fig. 118 Bucle de Möbius

4.2 CONCLUSIONES

La realización de este proyecto ha supuesto personalmente la consecución de un objetivo propuesto en la finalización de mi proceso de formación en el grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del producto.

Me ha permitido conocer de primera mano los principales problemas que los diferentes productos suponen en el medio ambiente, el modo de analizarlos y las propuestas que desde el diseño y desarrollo del producto pueden realizarse para conseguir la obtención de un eco producto.

Concretamente los materiales compuestos son una excelente solución para la fabricación de productos con excelentes propiedades mecánicas, sin embargo resultan muy dañinos con el medio ambiente. Uno de mis objetivos con este proyecto ha sido demostrar una implicación con este problema de actualidad y que nos concierne a toda la sociedad por igual, investigar y desarrollar e implementar posibles soluciones que puedan ser de ayuda a diseñadores de diferentes ámbitos.

Se ha conseguido desarrollar una metodología planificada de rediseño de material deportivo fabricado de materiales compuestos con el objetivo de generar ecoproductos. Se trata de una metodología que aborda los diferentes ámbitos que conciernen al producto en su completo ciclo de vida y las actuaciones que deberán realizarse concretas y específicas para llevar a cabo un rediseño de productos de dicha metodología.

La realización de un proyecto de esta envergadura de manera individual me ha resultado más complejo debido a que a lo largo del grado hemos aprendido a trabajar en grupos y cada uno de los integrantes dominaba alguna de las materias formando un equipo multidisciplinar.

El comienzo del proyecto, sobre todo con la búsqueda del software más adecuado y la consecución de las licencias universitarias, así como el posterior aprendizaje del mismo fueron los momentos más complicados del mismo, ya que se trata de software muy específico destinado a profesionales del ACV.

Para conseguir el resultado final satisfactorio ha sido necesario la recopilación de gran cantidad de información a través de diferentes medios, incluidos fabricantes y proveedores que han aportado todo su conocimiento e interés e la apertura de un nuevo mercado para sus empresas.

En el futuro me gustaría poder aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de este proyecto en el ámbito profesional del diseño industrial.

Me siento satisfecho con el resultado del proyecto obtenido, además de haber superado un reto personal, de haber conseguido aunar en un mismo proyecto los conocimientos adquiridos a lo largo de toda mi formación del grado universitario, en los que pueden observarse aspectos de diseño, como desarrollo de producto.



FASE 5

BIBLIOGRAFÍA

5.1 BIBLIOGRAFÍA

Para la realización de este proyecto se han consultado diferentes medios de información; Documentos, Artículos, Webs y otros, que se detallan a continuación:

ARTÍCULOS

- Knight, Paul., O.Jenkins, James, (2008), Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspectives. *Journal of Cleaner Production*. 549-558.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2009), Análisis de ciclo de vida y huella de carbono 1-37.
- Finkbeiner, Matthias, (2009), Carbon footprinting -opportunities and treats. *Int. J Life Cycle Assess.* 91-94.
- Goedkoop, Mark., Effting, Suzzane., Collignon, Marcel, (1999) Anexo Eco-Indicador'99. 1-20.
- Karlson, Reine., Luttrupp, Conrad, (2006), EcoDesign: What's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue. *Journal of Cleaner Production*. 1-8.
- Lacasa, E., Santolaya, J.L., Biedderman, A., (2016), Obtaining sustainable production from the product design analysis. *Journal of Cleaner Production*. 1-11.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2000), Manual práctico de Ecodiseño. 77-115.
- Rossi, Marta., Germani, Michelle., Zamagni, Ales-sandra, (2016), Review of ecodesign methods and tools. Barriers and strategies for an effective implementation in industrial companies. *Journal of Cleaner Production*. 1-13.
- La Rosa, A D., Cozzo, G., Latteri, A., Recca, A., (2012) Life cycle assessment of a novel hybrid glass-hemp/thermoset composite, *Journal of Cleaner Production*. 44, 69-76.
- Sanyé-Mengual, Esther., Pérez-López, Paula., González-García, Sara,. (2014), Eco-Designing the Use Phase of Products in Sustainable Manufacturing, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.18, N°4, 1-13.
- Gutman, Verónica., López, Andrés., Producción verde y Ecoinnovación (2017), *Ecoinnovación y Producción verde*, 21-29.
- SP Systems, Composite Engineering Materials. *Guide to Composites*, 1-69.
- U.S. Enviromental Protection Agency. (1994), Emissions from Epoxy Resins Production and Non-Nylon Polyamides Production.
- Holloway, Leigh., (1998), Materials selection for optimal enviromental impact in mechanical design. *Journal of Cleaner Production*. 1-12.
- Giudice, F., LaRosa, G., Risitano, A., (2004), Materials selection in the Life Cycle Design process: A method to integrate mechanical and enviromental performances in optimal choice. 1-12.
- Huang, Haihong., Liu, Zhifeng., Zhang Lei., Sutherland, John W., (2008), Materials selection for enviromentally consicious design via a proposed life cycle environmental performancce index. *Int J Adv Manuf Thechnol*, 1-12.
- La Rosa, Angela Daniela., Recca, Giuseppe, Summerscales, John.,(2014) Bio-based versus traditional polymer composites. A life Cycle assesment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 74, 135-144.
- Shekar HS^a, Sharath., Ramachandra ^a, M., (2017), Green Composites: A Review, *Science Direct*, 1-8.
- Väisänen, Taneli., Das, Oisik., Tomppo, Laura, (2017) A review on new bio-based constituents for natural fiber-polymer composites, *Journal of Cleaner Production*, 149, 582-596.

5.1 BIBLIOGRAFÍA

WEBS CONSULTADAS

- <https://www.saludenviable.com/fitness/tipos-de-surf-todo-lo-que-debes-saber-antes-de-empezar/#> (Consultado: 05/03/2018)
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Surf> (Consultado: 05/03/2018)
- <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/las-quillas-caracteristicas-diferencias-y-configuraciones-para-encontrar-las-tuyas-surf-3503.htm> (Consultado: 05/03/2018)
- <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/tipos-de-tablas-de-surf-surf-2165.htm> (Consultado: 05/03/2018)
- <https://www.artsurfcamp.com/blog/las-diferentes-partes-de-la-tabla-de-surf/> (Consultado: 05/03/2018)
- <https://costadelmar.es/deportes/como-hacer-tabla-surf/> (Consultado: 07/03/2018)
- <http://www.trickon.com/surf/articulo/como-se-fabrica-una-tabla-de-surf> (Consultado: 07/03/2018)
- <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/como-fabricar-una-tabla-de-surf-surf-2171.htm> (Consultado: 09/03/2018)
- https://www.elconfidencial.com/deportes/otros-deportes/2015-10-12/surf_1051600/ (Consultado: 09/03/2018)
- <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/anatomia-de-una-tabla-de-surf-surf-2166.htm> (Consultado: 10/03/2018)
- <http://www.surferrule.com/sonido-cultural-del-surf/> (Consultado: 10/03/2018)
- <https://calimasurf.com/es/noticias/cultura-y-jerga-del-surf> (Consultado: 10/03/2018)
- <http://www.mundodeportivo.com/mas-deporte/20160621/402662773340/como-se-fabrica-una-pala-de-padel.html> (Consultado: 17/03/2018)
- http://www.abc.es/deportes/abci-fabrica-pala-padel-201512100821_noticia.html (Consultado: 17/03/2018)
- <https://cincodias.elpais.com/seccion/album/> (Consultado: 17/03/2018)
- <https://www.streetpadel.es/blog/proceso-de-fabricacion-de-palas-de-padel/> (Consultado: 17/03/2018)
- <http://www.rtve.es/alacarta/videos/fabricando-made-in-spain/fabricando-made-in-spain-como-se-hacen-unas-palas-padel/2311154/> (Consultado: 18/03/2018)
- <http://padelstar.es/palas-de-padel/articulos-palas-padel/formas-y-tamano-de-una-pala-de-padel/> (Consultado: 18/03/2018)
- <https://www.newpadel.es/blog/tipos-de-palas-de-padel/> (Consultado: 20/03/2018)
- <https://www.newpadel.es/blog/diferencia-en-los-tipos-de-goma/> (Consultado: 20/03/2018)
- <http://padelstar.es/palas-de-padel/como-es-una-pala-de-padel/> (Consultado: 23/03/2018)
- http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_05_Bisphenol_A_Nov09_sp.pdf (Consultado: 23/03/2018)
- <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/material-deportivo/como-elegir-la-pala-de-padel-adecuada-14616> (Consultado: 24/03/2018)

5.1 BIBLIOGRAFÍA

- <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/ecoinnovation/es.pdf> (Consultado: 01/04/2018)
- <https://www.bricoblog.eu/todo-sobre-las-resinas-epoxi-o-poliepoxido/> (Consultado: 01/04/2018)
- https://conteniz.educarex.es/mats/121418/contenido/TEMA2/resina_epoxidicas.pdf (Consultado: 05/04/2018)
- https://es.wikipedia.org/wiki/Bisfenol_A (Consultado: 05/04/2018)
- https://es.factsaboutbpa.org/_onelink_/americanchemistry/projects/americanchemistry/enus2esla/pdfs/sites/default/files/About%20BPA%20Epoxy%20Resins.pdf (Consultado: 08/04/2018)
- https://epoxy-europe.eu/wp-content/uploads/2016/09/epoxy_erc_bpa_whitepapers_summarypaper.pdf (Consultado: 08/04/2018)
- https://epoxy-europe.eu/wp-content/uploads/2016/09/epoxy-leaflet_safety_11_pbporder.pdf (Consultado: 08/04/2018)
- <http://stp.insht.es:86/stp/basequim/009-aplicaci%C3%B3n-de-resina-de-poli%C3%A9ster-mediante-laminado-manual-exposici%C3%B3n-estireno> (Consultado: 12/04/2018)
- <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-consumogasoil.pdf> (Consultado: 12/04/2018)
- <https://www.richters.com/show.cgi?page=InfoSheets/d2701.html> (Consultado: 13/04/2018)
- https://www.mastersoflinen.com/img/outilsPdfs/THE_NATURAL_FLAX_AND_HEMP_VEGETATION_FIBERS_OF_EUROPE_2010.pdf (Consultado: 20/04/2018)
- https://www.researchgate.net/publication/233562317_Environmental_Impact_Analysis_of_the_Production_of_Flax_Fibres_to_be_Used_as_Composite_Material_Reinforcement/figures?lo=1 (Consultado: 20/04/2018)
- <https://www.compositesworld.com/articles/green-resins-growing-up> (Consultado: 20/04/2018)
- <https://www.thomasnet.com/articles/plastics-rubber/bioresin-plastics> (Consultado: 22/04/2018)
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Biopl%C3%A1stico> (Consultado: 23/04/2018)
- <https://entropyresins.com/why-use-super-sap/> (Consultado: 06/06/2018)
- <http://es.kuntiqi.com/material-ecologico/fibra/> (Consultado: 06/06/2018)
- <http://www.ecopoxy.com/> (Consultado: 06/06/2018)
- http://www.bisphenol-a-europe.org/wp-content/uploads/2018/02/stm-re-core-chronic-CLARTY-BPA-report_26.2.2018-incl-background-Annex.pdf (Consultado: 06/06/2018)
- http://www.xn--eco-diseo-s6a.net/script/photo/13246450330_20101105_guia-aido-2009.pdf (Consultado: 10/06/2018)
- <https://es.procotex.com/productos/lino/hilo.php> (Consultado: 10/06/2018)
- <https://www.richters.com/show.cgi?page=InfoSheets/d2701.html> (Consultado: 10/06/2018)
- <http://www.kingdom-china.com/en/products1.php> (Consultado: 12/06/2018)

5.1 BIBLIOGRAFÍA

- https://www.mastersofinen.com/img/outilsPdfs/THE_NATURAL_FLAX_AND_HEMP_VEGETATION_FIBERS_OF_EUROPE_2010.pdf (Consultado: 15/06/2018)
- <http://www.syfar.it/> (Consultado: 22/07/2018)
- <https://www.solidsurfco.com/bioflex> (Consultado: 22/07/2018)
- <http://www.seabase.eu/> (Consultado: 25/07/2018)
- <https://markofoamblanks.com/> (Consultado: 22/07/2018)
- <http://www.aimsa.com/reciclado.htm> (Consultado: 03/08/2018)
- <https://www.ecototal.com/ecopackaging-envases-ecologicos/> (Consultado: 03/08/2018)
- <https://www.esturirafi.com/2017/05/6-ejemplos-de-packaging-ecologico.html> (Consultado: 18/08/2018)
- <https://www.puromarketing.com/14/23428/green-packaging-tendencia-principal-hacer-sostenible-packaging.html> (Consultado: 18/08/2018)
- <https://www.plushbeds.com/blog/green/what-is-green-packaging/> (Consultado: 18/08/2018)
- <http://www.pintatucasa.es/blog/conoces-la-pintura-ecologica/> (Consultado: 23/08/2018)
- <https://www.aboutespanol.com/las-cinco-mejores-marcas-de-pintura-ecologica-1050366> (Consultado: 23/08/2018)
- <https://europe.entropypresins.eu/store/supersap-clr-clx-clf/> (Consultado: 27/08/2018)
- http://www.revistasice.info/cache/pdf/BI-CE_2783_13-22__8C97BC8B4126FCC42406A02E-210DF506.pdf (Consultado: 27/08/2018)
- <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html> (Consultado: 30/09/2018)
- <https://www.european-bioplastics.org/faq-items/which-labels-for-bioplastic-products-do-exist/> (Consultado: 30/09/2018)
- <https://www.quotatis.es/consejos-reformas/preguntas-frecuentes/pintura-suelos-y-paredes/la-etiqueta-ecolabel-significa-las-etiquetas-pintura/> (Consultado: 30/09/2018)
- <http://www.4eco.es/informacion-general-sobre-etiquetas-y-sellos-certificados/> (Consultado: 30/09/2018)
- <https://www.ifeelmaps.com/blog/2014/05/la-certificacion-ecologica--sellos-y-su-significado> (Consultado: 30/09/2018)
- <http://padelstar.es/historia-del-padel/prime-ras-palas-de-padel-fotografias/> (Consultado: 10/10/2018)
- <https://padelworldpress.es/el-buen-momento-y-el-auge-del-padel/> (Consultado: 10/10/2018)
- https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40968/1/S1700072_es.pdf (Consultado: 15/10/2018)
- https://www.researchgate.net/publication/233562317_Environmental_Impact_Analysis_of_the_Production_of_Flax_Fibres_to_be_Used_as_Composite_Material_Reinforcement/figures?lo=1 (Consultado: 19/10/2018)

5.1 BIBLIOGRAFÍA

DOCUMENTOS

Otras fuentes de consulta han sido los apuntes de diferentes asignaturas de la carrera.

- Manchado, Eduardo., Ecodiseño.
Taller de diseño 3, 1-23.

- Apuntes Diseño y Desarrollo de materiales compuestos.

5.2 ÍNDICE DE REFERENCIAS

- [1] Gutman, Verónica., López, Andrés., Producción verde y Ecoinnovación (2017), Ecoinnovación y Producción verde, 21-29.
- [2] IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2009), Análisis de ciclo de vida y huella de carbono, 1-37
- [3] ISO 14040:1997 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework, AENOR
- [4] ISO 14020:2000 Environmental labels and declarations -- General principles
- [5] ISO 14024:2018 Environmental labels and declarations --Type I environmental labelling -- Principles and procedures
- [6] ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations -- Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)
- [7] ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedure
- [8] SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 21.
- [9] http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_05_Bisphenol_A_Nov09_sp.pdf (Consultado: 08/04/2018)
- [10] SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 8-21.
- [11] Diseño y Desarrollo de materiales compuestos, Material didáctico asignatura EINA.
- [12] http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_05_Bisphenol_A_Nov09_sp.pdf - https://es.wikipedia.org/wiki/Bisfenol_A - https://es.factsaboutbpa.org/_onelink_/americanchemistry/projects/americanchemistry/enus2esla/pdfs/sites/default/files/About%20BPA%20Epoxy%20Resins.pdf (Consultados: 08/04/2018)
- [13] SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 23-40.
- [14] SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 33
- [15] SP Systems, Composite Engineering Materials. Guide to Composites, 41-44.
- [16] <http://www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/esa/es/function/conversions:/publish/content/esa/Calidad/espumas.pdf> (Consultado: 08/04/2018)
- [17] <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/tipos-de-tablasde-surf-surf-2165.htm> (Consultado: 05/03/2018)
- [18] <https://www.artsurfcamp.com/blog/las-diferentes-partes-de-latabla-de-surf/> (Consultado: 05/03/2018)
- [19] <http://www.trickon.com/surf/articulo/como-sefabrica-una-tablade-surf> (Consultado: 07/03/2018) - <http://www.todosurf.com/magazine/surfologia/como-fabricar-unatabla-de-surf-surf-2171.htm> (Consultado: 09/03/2018)

5.2 ÍNDICE DE REFERENCIAS

[20] <https://padelworldpress.es/el-buen-momento-yel-auge-del-padel/> (Consultado: 10/10/2018) - <https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1del> (Consultado: 10/10/2018)

[21] <http://padelstar.es/palas-de-padel/articulos-palas-padel/formas-y-tamano-de-una-pala-de-padel/> (Consultado: 18/03/2018)

[22] <http://www.rtve.es/alacarta/videos/fabricando-made-in-spain/fabricando-made-in-spain-como-se-hacen-unas-palas-padel/2311154/> (Consultado: 18/03/2018) - <https://www.streetpadel.es/blog/proceso-de-fabricacion-de-palas-de-padel/> (Consultado: 17/03/2018)

[23] IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2009), Análisis de ciclo de vida y huella de carbono 5

[24] IHOBE, Sociedad Pública de Gestión ambiental. (2009), Análisis de ciclo de vida y huella de carbono 5-7

[25] <http://www.simapro.es/> (Consultado: 05/05/2018)

[26] https://proyetaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Herramientas/ECO-it%20manual_v1%203_ESP.pdf (Consultado: 05/05/2018)

[27] <http://www.openlca.org/> (Consultado: 05/05/2018)

[28] <http://www.gabi-software.com/index/> (Consultado: 05/05/2018)

[29] <http://www.solidworks.es/sustainability/> (Consultado: 05/05/2018)

[30] <https://www.ifu.com/en/umberto/lca-software/> (Consultado: 05/05/2018)

[31] <https://www.grantadesign.com/> (Consultado: 05/05/2018)

[32] <http://www.limas-eup.eu/es?lang=es> (Consultado: 05/05/2018)

[33] VARIOS LINKS

[34] https://int.haascnc.com/we_spec1.asp?intLanguageCode=1034&id=VF-2&sizeID=30_40INCH_VMC (Consultado: 17/04/2018)

[35] https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshopes-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=df0&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt= (Consultado: 17/04/2018)

[36] https://www.amazon.es/Einhell-Pulidora-Lijadora-Revoluciones-M%C3%A1ximas/dp/B01JGHLTS4/ref=sr_1_2?ie=UTF8&qid=1528735161&sr=8-2&keywords=pulidora (Consultado: 17/04/2018)

[37] VARIOS LINKS

[38] http://www.atom-spain.com/troquelado_manual.html (Consultado: 17/04/2018)

5.2 ÍNDICE DE REFERENCIAS

[39] <http://www.interempresas.net/Graficas/FeriaVirtual/Producto-Plotter-de-impresion-y-corte-hasta-48-cm-Roland-Versa-Studio-BN-20-126191.html> (Consultado: 17/04/2018)

[40] https://www.nabertherm.es/produkte/details/es/labor_gluehaerteofen

[41] https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshopes-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=df0&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt

[42] <http://www.erlo.com.es/index.php/es/productos/taladros-y-roscadoras-convencionales>

[43] Väisänen, Taneli., Das, Oisik., Tomppa, Laura, (2017) A review on new bio-based constituents for natural fiber-polymer composites, *Journal of Cleaner Production*, 149, 582-596

[44] Väisänen, Taneli., Das, Oisik., Tomppa, Laura, (2017) A review on new bio-based constituents for natural fiber-polymer composites, *Journal of Cleaner Production*, 149, 582-596

[45] Shekar HS^a, Sharath., Ramachandra ^a, M., (2017), Green Composites: A Review, *Science Direct*, 1-8.

[46] Shekar HS^a, Sharath., Ramachandra ^a, M., (2017), Green Composites: A Review, *Science Direct*, 1-8.

[47] Shekar HS^a, Sharath., Ramachandra ^a, M., (2017), Green Composites: A Review, *Science Direct*, 1-8.

[48] La Rosa, Angela Daniela., Recca, Giuseppe, Summerscales, John., (2014) Bio-based versus traditional polymer composites. A life Cycle assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 74, 135144

[49] <https://www.richters.com/show.cgi?page=InfoSheets/d2701.html> (Consultado: 10/06/2018) - https://www.mastersoflinen.com/img/outilsPdfs/THE_NATURAL_FLAX_AND_HEMP_VEGETATION_FIBERS_OF_EUROPE_2010.pdf (Consultado: 20/04/2018)

[50] Sanyé-Mengual, Esther., Pérez-López, Paula., González-García, Sara., (2014), Eco-Designing the Use Phase of Products in Sustainable Manufacturing, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.18, N°4, 1-13.

[51] VARIOS LINKS WEB

[52] https://int.haascnc.com/we_spec1.asp?intLanguageCode=1034&id=VF-2&sizeID=30_40INCH_VMC (Consultado: 17/04/2018)

[50] https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshopes-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=df0&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt (Consultado: 17/04/2018)

[50] https://www.amazon.es/Einhell-Pulidora-Lijadora-Revoluciones-M%C3%A1ximas/dp/B01JGHLTS4/ref=sr_1_2?ie=UTF8&qid=1528735161&s-r=8-2&keywords=pulidora (Consultado: 17/04/2018)

[55] VARIOS LINKS WEB

5.2 ÍNDICE DE REFERENCIAS

[56] http://www.atom-spain.com/troquelado_manual.html (Consultado: 17/04/2018)

[57] <http://www.interempresas.net/Graficas/FeriaVirtual/Producto-Plotter-de-impresion-y-corte-hasta-48-cm-Roland-Versa-Studio-BN-20-126191.html> (Consultado: 17/04/2018)

[58] https://www.nabertherm.es/produkte/details/es/labor_gluehaerteoefen

[59] https://www.amazon.es/dp/BooCEF8LX2/ref=asc_df_BooCEF8LX253085202/?tag=googshopes-21&creative=24538&creativeASIN=BooCEF8LX2&linkCode=df0&hvdev=c&hvnetw=g&hvqmt

[60] <http://www.erlo.com.es/index.php/es/productos/taladros-y-roscadoras-convencionales>

5.3 ÍNDICE DE IMÁGENES

FASE 0

Fig.1 Contaminación oceánica.....Pág. 5

FASE 1

Fig. 2 Cigüeña atrapada en bolsa.....Pág. 10

Fig. 3 Producción en serie.....Pág. 11

Fig. 4 Proceso contaminante.....Pág. 11

Fig. 5 Mercado.....Pág. 12

Fig. 6 Nuevos medios de transporte.....Pág. 12

Fig. 7 Anuncio WWF.....Pág. 13

Fig. 8 Niños en la naturaleza.....Pág. 14

Fig. 9 Niños jugando.....Pág. 14

Fig. 10 Logo ISO.....Pág. 18

Fig. 11 Bucle de Möbius.....Pág. 21

Fig. 12 Palos de hockey.....Pág. 22

Fig. 13 Kayak.....Pág. 22

Fig. 14 Tabla de Snowboard.....Pág. 23

Fig. 15 Cuadro de bici.....Pág. 23

Fig. 16 Tabla de surf.....Pág. 23

Fig. 17 Producción tablas de surf.....Pág. 24

Fig. 18 Fibras de carbono.....Pág. 25

Fig. 19 Aramidas.....Pág. 30

Fig. 20 Prop. mecánicas de fibras para materiales compuestos.....Pág. 31

Fig. 21 Núcleos Nomex.....Pág. 32

Fig. 22 Publicidad tablas de surf.....Pág. 35

Fig. 23 Tabla de surf de mat. compuestos....Pág. 36

Fig. 24 Modelos tablas de surf.....Pág. 37

Fig. 25 Modelos tablas de surf.....Pág. 38

Fig. 26 Medidas tablas de surf.....Pág. 39

Fig. 27 Terminología tablas de surf.....Pág. 39

Fig. 28 Tipos de cantos tablas de surf.....Pág. 39

Fig. 29 Tipos de cola tabla de surf.....Pág. 40

Fig. 30 Quillas tablas de surf.....Pág. 40

Fig. 31 Fabricación tablas de surf.....Pág. 41

Fig. 32 Fabricación tablas de surf.....Pág. 42

Fig. 33 Fabricación tablas de surf.....Pág. 42

Fig. 34 Fabricación tablas de surf.....Pág. 43

Fig. 35 Fabricación tablas de surf.....Pág. 43

Fig. 36 Pala de pádel.....Pág. 45

Fig. 37 Modelos pala de pádel.....Pág. 46

Fig. 38 Modelos pala de pádel.....Pág. 47

Fig. 39 Terminología pala de pádel.....Pág. 48

Fig. 40 Partes pala de pádel.....Pág. 49

Fig. 41 Deportistas jugando a pádel.....Pág. 51

FASE 2

Fig. 42 Tipos de ACV.....Pág. 57

Fig. 43 Logo SimaPro.....Pág. 58

Fig. 44 Logo ECOit.....Pág. 59

Fig. 45 Logo OpenLCA.....Pág. 59

Fig. 46 Logo GABI.....Pág. 60

Fig. 47 Logo Solidworks Sustainability.....Pág. 60

Fig. 48 Logo Umberto.....Pág. 61

Fig. 49 Logo Granta.....Pág. 61

Fig. 50 Logo Limas Project.....Pág. 62

Fig. 51 Fabricante tablas de surf.....Pág. 63

Fig. 52 ACV Tabla de surf.....Pág. 79

Fig. 53 ACV Pala de pádel.....Pág. 87

Fig. 54 Resultados ACV tabla de surf.....Pág. 89

5.2 ÍNDICE DE IMÁGENES

Fig. 55 Resultados ACV tabla de surf.....	Pág. 89
Fig. 56 Resultados ACV tabla de surf.....	Pág. 91
Fig. 57 Resultados ACV tabla de surf.....	Pág. 91
Fig. 58 Resultados ACV tabla de surf.....	Pág. 93
Fig. 59 Resultados ACV tabla de surf.....	Pág. 93
Fig. 60 Resultados ACV pala de pádel.....	Pág. 97
Fig. 61 Resultados ACV pala de pádel.....	Pág. 97
Fig. 62 Resultados ACV pala de pádel.....	Pág. 99
Fig. 63 Resultados ACV pala de pádel.....	Pág. 99
Fig. 64 Resultados ACV pala de pádel.....	Pág. 101
Fig. 65 Resultados ACV pala de pádel.....	Pág. 101

FASE 3

Fig. 66 Fibras naturales.....	Pág. 109
Fig. 67 Prop. mec. de fibras naturales.....	Pág. 110
Fig. 68 Precios de fibras naturales.....	Pág. 110
Fig. 69 Fibras naturales.....	Pág. 113
Fig. 70 Prop. físicas de fibras naturales.....	Pág. 115
Fig. 71 Materiales Biopoliméricos.....	Pág. 118
Fig. 72 Fibras naturales.....	Pág. 120
Fig. 73 Pintura ecológica.....	Pág. 121
Fig. 74 Plantación de cáñamo.....	Pág. 122
Fig. 75 Producción fibras naturales.....	Pág. 123
Fig. 76 Producción fibras naturales.....	Pág. 123
Fig. 77 Análisis estático prod. conv.....	Pág. 125
Fig. 78 Análisis estático prod. conv.....	Pág. 126
Fig. 79 Resultado tensiones en núcleo.....	Pág. 126
Fig. 80 Resultado FDS en fibras.....	Pág. 126
Fig. 81 Análisis torsión prod. conv.....	Pág. 127
Fig. 82 Resultado tensiones en núcleo.....	Pág. 128

Fig. 83 Resultado FDS en fibras.....	Pág. 128
Fig. 84 Análisis estático producto ECO.....	Pág. 129
Fig. 85 Análisis estático producto ECO.....	Pág. 130
Fig. 86 Resultado tensiones en núcleo.....	Pág. 130
Fig. 87 Resultado FDS en fibras.....	Pág. 130
Fig. 88 Análisis torsión producto ECO.....	Pág. 131
Fig. 89 Resultado tensiones en núcleo.....	Pág. 132
Fig. 90 Resultado FDS en fibras.....	Pág. 132
Fig. 91 Etiquetado packaging sostenible.....	Pág. 132
Fig. 92 Ejemplo de packaging sostenible....	Pág. 134
Fig. 93 Ejemplo de packaging sostenible.....	Pág. 135
Fig. 94 Ejemplo de packaging sostenible....	Pág. 136
Fig. 95 Embalajes líneas de flujo continuo...	Pág. 136
Fig. 96 Web promoción prod. deportivos....	Pág. 137
Fig. 97 Lema packaging sostenible.....	Pág. 137
Fig. 98 ACV Tabla de surf ECO.....	Pág. 146
Fig. 99 ACV Pala de pádel ECO.....	Pág. 154
Fig. 100 Result. ACV tabla de surf ECO.....	Pág. 155
Fig. 101 Result. ACV tabla de surf ECO.....	Pág. 155
Fig. 102 Result. ACV tabla de surf ECO.....	Pág. 157
Fig. 103 Result. ACV tabla de surf ECO.....	Pág. 157
Fig. 104 Result. ACV tabla de surf ECO.....	Pág. 159
Fig. 105 Result. ACV tabla de surf ECO.....	Pág. 159
Fig. 106 Result. ACV pala de pádel ECO.....	Pág. 163
Fig. 107 Result. ACV pala de pádel ECO.....	Pág. 163
Fig. 108 Result. ACV pala de pádel ECO.....	Pág. 165
Fig. 109 Result. ACV pala de pádel ECO.....	Pág. 165
Fig. 110 Result. ACV pala de pádel ECO.....	Pág. 167
Fig. 111 Result. ACV pala de pádel ECO.....	Pág. 167

5.2 ÍNDICE DE IMÁGENES

FASE 4

Fig. 112 Logo SIMPAPRO.....Pág. 182

Fig. 113 Logo SIMPAPRO.....Pág. 182

Fig. 114 Logo SIMPAPRO.....Pág. 182

Fig. 115 Interfaz GABI.....Pág. 183

Fig. 116 Prop Mecánicas de materiales
compuestos vs ECO.....Pág. 186

Fig. 117 Precios materiales ECO.....Pág. 186

Fig. 118 Bucle de Möbius.....Pág. 189