

# CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

## ECODISEÑO Y HUELLA AMBIENTAL DEL CALZADO

Mejora del desempeño ambiental del  
calzado mediante Análisis de Ciclo de  
Vida





**Autor Principal:** Ana Belén Muñoz Milán  
(INESCOP - Instituto Tecnológico del Calzado y Conexas)

**Otros autores:** Miguel Ángel Martínez Sánchez (INESCOP); Elena Orgilés Calpena (INESCOP);  
Francisca Arán Aís (INESCOP); Borja Mateu Romero (INESCOP); Lidia Carbonell Sánchez  
(INESCOP); Nerea García Rico (INESCOP)

## 1. TÍTULO

### ECODISEÑO Y HUELLA AMBIENTAL DEL CALZADO

## 2. PALABRAS CLAVE

Calzado; Ecodiseño; Sostenibilidad; Análisis de Ciclo de Vida (ACV); PEF; Economía circular; Residuo; Huella ambiental.

## 3. RESUMEN

Para poder implementar la sostenibilidad en el sector del calzado es imprescindible analizar el impacto ambiental en todas las etapas del ciclo de vida con el fin de identificar e implementar mejoras ambientales en la cadena de producción de forma objetiva y fiable. En el proyecto **LIFEGreenShoes4All** se están realizando numerosos estudios de ACV a diferentes modelos de calzado, de distintas tipologías y composiciones para identificar los puntos calientes y cuantificar los impactos ambientales en diferentes categorías de impacto (cambio climático, agotamiento de la capa de ozono, acidificación, ...). A partir de los análisis se ha podido determinar que la extracción y procesamiento de materias primas para la fabricación de los componentes, los residuos generados en la producción y el final de vida del calzado son los aspectos primordiales a tener en cuenta para mejorar la huella ambiental del calzado. Además, en el proyecto LIFEGreenShoes4All en el que participan CTCP, CEC, INESCOP, ICPI, FICE, APICCAPS, EVATHINK, ATLANTA, AMF, y PESTOS se están implementando conceptos de Ecodiseño, el cual requiere que el impacto ambiental en el ciclo de vida de los productos, incluido el final de su vida útil, se determine en la fase de diseño y en las etapas de desarrollo del producto.

El proyecto LIFEGreenShoes4All (LIFE17 ENV/PT/000337) se está llevando a cabo con la contribución del instrumento financiero LIFE de la Unión Europea.

## 4. INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores retos del nuevo Pacto Verde Europeo es empoderar al consumidor para distinguir aquellos productos verdaderamente sostenibles y potenciar así un mercado europeo de materias sostenibles.

Mediante metodologías de análisis reconocidas y herramientas de ciclo de vida se pueden dotar a los fabricantes que desean producir calzado ecológico de resultados fiables y comparables para guiarlos en la mejora ambiental del producto mediante el ecodiseño. El proyecto LIFEGreenShoes4All se desarrolla con el objetivo de evaluar la aplicación de la **metodología PEF** (Product Environmental Footprint) en el sector del calzado, los impactos más relevantes y las etapas del ciclo de vida con mayor impacto.

## 5. METODOLOGÍA

En la primera etapa del proyecto se ha realizado el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) a distintos modelos de zapato, con diferente composición, talla y peso según los estándares descritos en el borrador del **PEF para calzado** dotando así a los resultados obtenidos de objetividad y transparencia. Para ello se ha establecido como Unidad Funcional (U.F.) un par de zapatos con embalaje primario y se han cubierto todas las etapas del ciclo de vida del producto desde la cuna a la tumba, es decir, desde la extracción de materias primas, el ensamblado y producción del calzado, la fase de distribución y venta hasta el final de vida. En estos estudios se ha desestimado la fase de uso [1]. En la siguiente ilustración se muestran los límites del sistema:

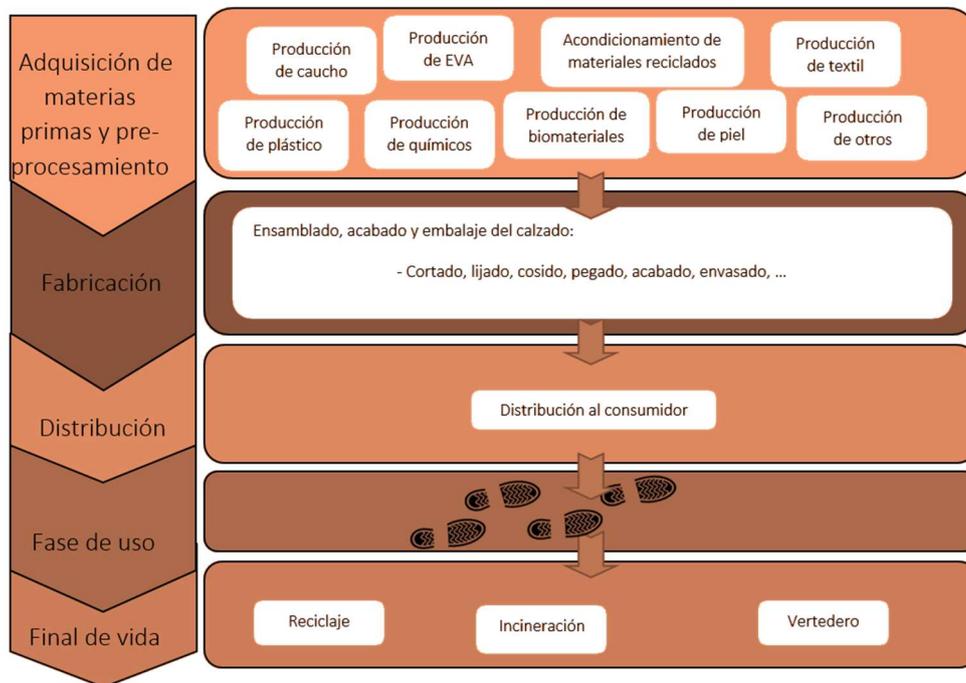


Figura 1. Límites del sistema de estudio. (INESCOP)

En la siguiente tabla se muestran los aspectos claves de los modelos analizados y su Unidad Funcional (U.F.)

**Cuadro 1.** U.F. de los modelos evaluados

Calzado casual		
	Corte de microfibra	U.F:
	Forro de poliéster y poliamida	Par de zapatos talla 42 con embalaje primario
	Piso de EVA	Peso total: 1041 g
Sandalia de infante		
	Corte de poliéster	U.F:
	Forro de poliéster	Par de zapatos talla 21 con embalaje primario
	Piso de SBS	Peso total: 270 g
Calzado de seguridad		
	Corte de piel	U.F:
	Forro de poliéster	Par de zapatos talla 42 con embalaje primario
	Piso de caucho	Peso total: 1395 g
Sneaker fashion		
	Corte de piel	U.F:
	Forro de piel	Par de zapatos talla 37 con embalaje primario
	Piso de EVA	Peso total: 1333 g
Zapato de vestir		
	Corte de piel	U.F:
	Forro de piel	Par de zapatos talla 37 con embalaje primario
	Piso de Caucho	Peso total: 1202 g
Zapato deportivo		
	Corte de rPET	U.F:
	Forro de rPET	Par de zapatos talla 40 con embalaje primario
	Piso de EVA	Peso total: 690 g

Fuente: INESCOP

Para la recopilación de los datos, las empresas colaboradoras han completado un Inventario del Ciclo de Vida (ICV) sobre proveedores, consumos de materiales, químicos, energía, y agua, así como generación y tratamiento de residuos, transportes, distribución y venta, incluyendo escenarios de final de vida. Las lagunas de datos se han suplido conforme al principio de conservación, las indicaciones de los fabricantes y los documentos de referencia.

Los cálculos se han llevado a cabo con el software de referencia SimaPro, la base de datos de ecoinvent y el método de cálculo de la UE EF2.0. (Adaptado) [3]. Con ello se consigue dotar de **transparencia, objetividad y repetibilidad** al estudio.

Los resultados del ACV se han obtenido para distintas categorías de impacto ambiental. Esto nos permite conocer cómo se comporta el producto respecto a distintos aspectos del medio

ambiente, como puede ser su interacción con los recursos hídricos, con la disminución de la capa de ozono o con la emisión de GEI (Gases de Efecto Invernadero) a la atmósfera.

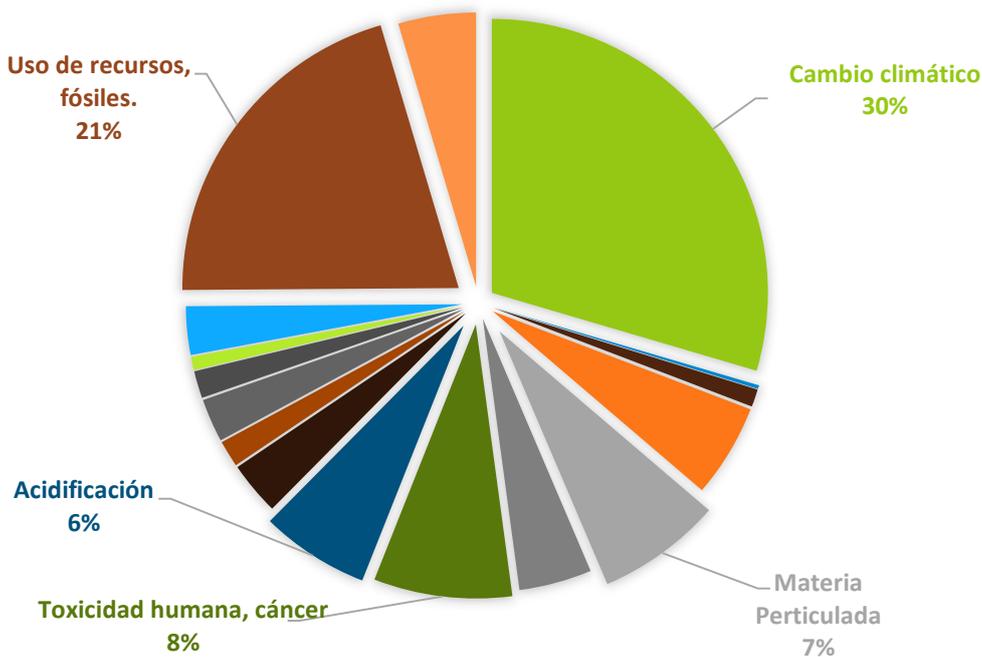
**Cuadro 2.** Categorías de impacto analizadas

<b>Categoría de impacto EF</b>	<b>Indicador de categoría de impacto</b>	<b>Unidad</b>
<b>Cambio climático, total</b>	El forzamiento radiativo como potencial de calentamiento global (GWP100)	kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Agotamiento del ozono</b>	Potencial de agotamiento del ozono (ODP)	kg CFC-11 <sub>eq</sub>
<b>Toxicidad humana, cáncer</b>	Unidades tóxicas comparativas para humanos (CTUh)	CTUh
<b>Toxicidad humana, no cancerosa</b>	Unidades tóxicas comparativas para humanos (CTUh)	CTUh
<b>Materia particulada</b>	Impacto en la salud humana	Incidencia de la enfermedad
<b>Radiaciones ionizantes, salud humana</b>	Eficiencia de exposición humana en relación con U <sup>235</sup>	kBq U <sup>235</sup> <sub>eq</sub>
<b>Formación de ozono fotoquímico, salud humana.</b>	Aumento de la concentración de ozono troposférico	kg NMVOC <sub>eq</sub>
<b>Acidificación</b>	Excedencia acumulada (AE)	Mol H <sup>+</sup> <sub>eq</sub>
<b>Eutrofización terrestre</b>	Excedencia acumulada (AE)	Mol N <sub>eq</sub>
<b>Eutrofización, agua dulce</b>	Fracción de nutrientes que llegan al compartimento final de agua dulce (P)	kg P <sub>eq</sub>
<b>Eutrofización marina</b>	Fracción de nutrientes que llegan al compartimento del extremo marino (N)	kg N <sub>eq</sub>
<b>Uso del suelo</b>	Índice de calidad del suelo Producción biótica Resistencia a la erosión Filtración mecánica Reposición de agua subterránea	Adimensional (pt) kg de producción biótica kg de suelo m <sup>3</sup> de agua m <sup>3</sup> de agua subterránea
<b>Uso del agua</b>	Potencial de privación del usuario (consumo de agua ponderado por la privación)	m <sup>3</sup> <sub>ecualizador</sub> mundial
<b>Uso de recursos, minerales y metales.</b>	Agotamiento de los recursos abióticos (reservas finales de ADP)	kg Sb <sub>eq</sub>
<b>Uso de recursos, fósiles.</b>	Agotamiento de los recursos abióticos - combustibles fósiles (ADP - fósiles)	MJ

Fuente: modificado por INESCOP a partir de [3]

## 6. RESULTADOS

Para poder comparar las categorías de impacto entre sí se han normalizado y ponderado los datos según la bibliografía [2], dónde se ha identificado de forma genérica para los modelos estudiados a la categoría de impacto de **cambio climático** como la más relevante, por ello y por ser la más conocida se ha utilizado para evaluar el desempeño ambiental de los modelos de calzado.



**Figura 2.** Categorías de impacto más relevantes en el calzado. (INESCOP)

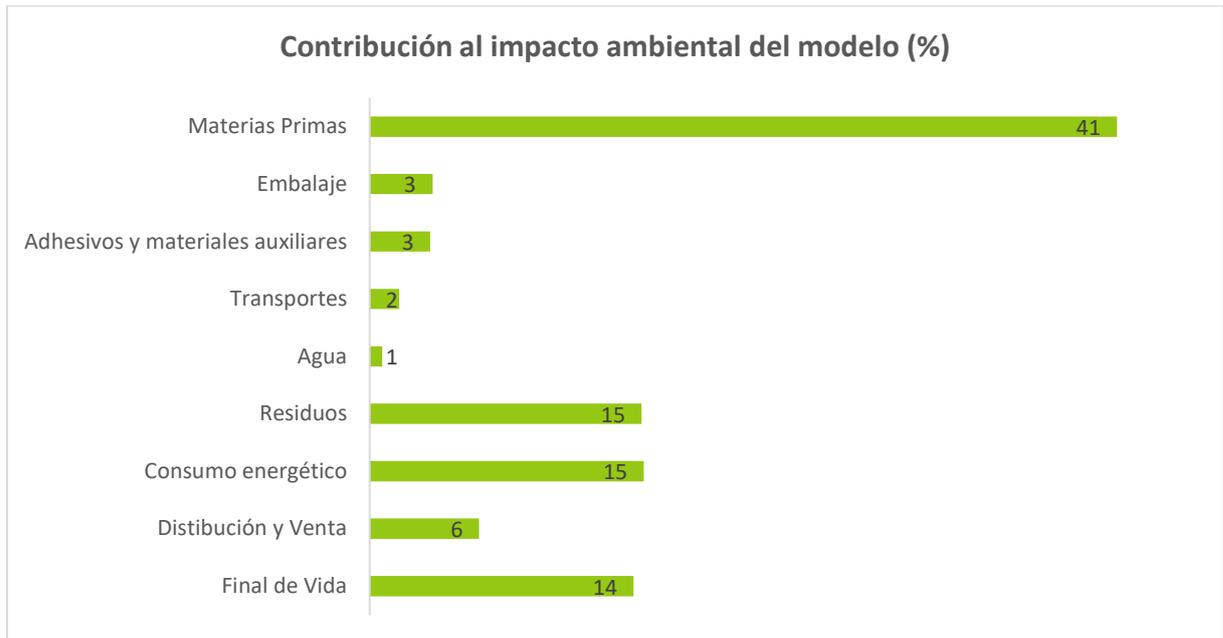
En la siguiente tabla se presentan los resultados del indicador de potencial de cambio climático (GWP 100) en kg CO<sub>2</sub> eq para las UF descritas.

**Cuadro 3.** Huella de Carbono de distintos modelos de calzado evaluados

Calzado	Kg CO <sub>2</sub> eq
Casual	9,80
Sandalia	2,60
Seguridad	17,91
Sneaker	13,31
Vestir	14,68
Deportivo	5,53

Fuente: INESCOP

Si analizamos el impacto de los modelos de calzado por etapas, la extracción de **materias primas** y su procesamiento para crear los componentes, es la etapa que aporta mayor carga al ciclo de vida del producto. Otras etapas relevantes son la generación y tratamiento de residuos y el destino del calzado al final de su vida útil. La etapa del final de vida se ha considerado que un 60% acaba en vertedero, un 33% se incinera con recuperación de energía y solo un 7% se recicla.



**Figura 3.** Etapas del Ciclo de Vida del calzado. (INESCOP)

Al estudiar los componentes del calzado, podemos observar de forma genérica que: un mayor número de **componentes** y aquellos que más pesan, con mayor procesado o provenientes del petróleo son lo que mayor impacto tienen, siendo la suela y el corte los que más masa tienen y por tanto más contribuyen al impacto de los materiales.

## DISCUSIÓN

El potencial de cambio climático o huella de carbono medida en kg CO<sub>2</sub> eq es el indicador más importante y representativo del desempeño ambiental en el calzado.

En un primer pilotaje se han analizado distintas tipologías y tallajes de calzado, dónde se ve la diversidad de impacto según el modelo, talla y composición (desde los 2 -18 kgCO<sub>2</sub> eq). Aun así, todos ellos muestran que el mayor impacto se da en la extracción y procesamiento de materias primas, siendo los componentes con mayor masa los que más contribuyen al impacto del modelo, el uso de materiales sostenibles, como pueden ser los reciclados disminuyen este impacto.

Otros cambios como un uso eficiente de los recursos en la producción, menor generación de residuos y gestión de estos, o diseñar calzado duradero, preparado para

reparar/remanufacturar, con materiales desmontables, reciclables, biodegradables y compostables entre otros, disminuyen el impacto en el resto de las etapas del ciclo de vida.

## CONCLUSIONES

La huella ambiental del calzado nos permite conocer la sostenibilidad del producto en todas las etapas del ciclo de vida del producto.

Mediante el Análisis de Ciclo de Vida y el uso de reglas de huella ambiental de producto se pueden obtener resultados fiables, transparentes y comparables.

Aunque se obtienen rangos diversos según la tipología de calzado, todos siguen la misma tendencia, dónde la categoría de cambio climático resalta sobre el resto y el uso de menor cantidad de materiales y más sostenibles marca las bases para el ecodiseño del calzado. También existen numerosas medidas en el resto de las etapas del ciclo de vida que mejorarían el desempeño ambiental del producto.

La economía circular nace del ecodiseño de los productos, dónde las materias se mantienen el mayor tiempo posible dentro del círculo, mediante su reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje. Por ello el ecodiseño es clave para encaminar el sector hacia las metas europeas en materia de sostenibilidad. El proyecto LIFE GREENSHOES4ALL busca ayudar a las empresas fabricantes de calzado a que reduzcan sus emisiones de CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero, disminuyendo el impacto ambiental y contribuyendo al desarrollo de una industria sostenible

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Thinkstep on Behalf of Sustainable Apparel Coalition, First Draft Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR), Rev. 0.1, 2015.
- [2] PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR), version 6.3, December 2017.
- [3] Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 19682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.