3

Basque Ecodesign Center

Alianza pública-privada en ecodiseño y economía circular

MÉTODOS DE HUELLA AMBIENTAL DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

ihobe
ingurumen hobekuntza
mejora ambiental

Herri-baltzua
Sociedad Pública del
EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
EKONOMIAREN GARAPEN, JASANGARRITASUN ETA INGURUMEN SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE

MÉTODOS DE HUELLA AMBIENTAL DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

1 Matrices de análisis
2 Indicadores ambientales
3 Análisis de ciclo de vida

©
Ihobe, Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa
Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

Edita:
hobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental
Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad
Gobierno Vasco
Alda. de Urquijo n.º 36-6.ª (Plaza Bizkaia)
48011 Bilbao
info@ihobe.eus
www.ihobe.eus
www.basqueecodesigncenter.net

Edición:
Diciembre 2020

CONTENIDO:
Este documento ha sido elaborado por Ihobe con la colaboración de IK INGENIERIA

Índice

1 Introducción 5

2 Descripción del análisis de ciclo de vida 7

2.1 ¿Qué es el análisis de ciclo de vida? 7
2.2 Cómo se aplica el análisis de ciclo de vida? 8
2.3 ¿Para qué sirve el análisis de ciclo de vida? 11
2.4 ¿A quién van dirigido el análisis de ciclo de vida? 12
2.5 Herramientas disponibles 12

3 Ejemplos de aplicación práctica del método 19

3.1 Aplicación a un producto de consumo – B2C 19
3.2 Aplicación a un producto intermedio – B2C 23
3.3 Aplicación a un servicio sin producto 26
3.4 Aplicación a un servicio con producto 30

Índice de tablas

Tabla 1 - Características de las metodologías de análisis ambiental 6
Tabla 2 - Categorías de impacto ambiental 10
Tabla 3 - Casos de aplicación práctica 19

Índice de figuras

Figura 1 - Perspectiva de ciclo de vida 5
Figura 2 - Pasos del análisis de ciclo de vida 8
Figura 3 - Esquema resumen de las diferentes etapas de un análisis de ciclo de vida 9
Figura 4 - Modelo de ACV - teléfono móvil 20
Figura 5 - Perfil ambiental - teléfono móvil 21
Figura 6 - Procesos más relevantes – teléfono móvil 22
Figura 7 - Red de impactos – teléfono móvil 22
Figura 8 - Modelo de ACV – componente de automoción 24
Figura 9 - Perfil ambiental – componente automoción 25
Figura 10 - Procesos más relevantes – componente automoción 25
Figura 11 - Red de impactos – componente automoción 26
Figura 12 - Modelo de ACV – servicio postal 27
Figura 13 - Perfil ambiental – servicio postal 28
Figura 14 - Procesos más relevantes – servicio postal 29
Figura 15 - Red de impactos – servicio postal 29
Figura 16 - Modelo de ACV – servicio limpieza hoteles 31
Figura 17 - Perfil ambiental – servicio limpieza hoteles 32
Figura 18 - Procesos más relevantes – servicio limpieza hoteles 32
Figura 19 - Red de impactos – servicio limpieza hoteles 33

Glosario

CICLO DE VIDA
Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto (o servicio), desde la adquisición de materia prima o su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final.

ASPECTO AMBIENTAL
Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente. Un aspecto ambiental puede causar uno o varios impactos ambientales.

IMPACTO AMBIENTAL
Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

ANÁLISIS CUALITATIVO
Proporciona información basada en criterios subjetivos y no cuantificables.

ANÁLISIS CUANTITATIVO
Proporciona información basada en criterios objetivos y cuantificables detallados, obtenidos como resultado de un proceso de cálculo.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA / ACV / LCA
Metodología que cuantifica los impactos ambientales asociados a los productos/servicios, detectando áreas de mejora a través del estudio del ciclo de vida del producto/servicio.

ANÁLISIS DE COSTES DEL CICLO DE VIDA / LCC
Método para la evaluación de todos los costes económicos asignables a un producto/servicio desde que se inicia la concepción de la idea hasta el final de su vida útil, por o para cualquier agente asociado a las fases de la vida del producto/servicio.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL / SLCA
Método de evaluación de los impactos negativos y positivos de los productos u organizaciones en relación a los aspectos socio-económicos y sociales a lo largo de su ciclo de vida.

ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL CICLO DE VIDA / LCSA
Método para la evaluación de todos los impactos ambientales, sociales y económicos negativos y beneficiosos a lo largo del ciclo de vida de un producto de forma simultánea.

UNIDAD FUNCIONAL
Desempeño cuantificado de un sistema de producto para su utilización como unidad de referencia. El propósito de la unidad funcional es proporcionar una referencia a partir de la cual se normalizan (en un sentido matemático) los datos de entrada y salida.

HUELLA DE CARBONO
Suma de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero de una organización o de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida, expresadas como Kg de CO_2 equivalente.

HUELLA DE AGUA
Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua utilizada o afectada, por un producto, un proceso, o una organización.

HUELLA ECOLÓGICA
Medida del impacto de las actividades humanas sobre la naturaleza, representada por la superficie necesaria para producir los recursos y absorber los impactos de una determinada actividad.

HUELLA AMBIENTAL
La huella ambiental es una medida multicriterio del comportamiento ambiental de una organización, un producto o un servicio, utilizando la perspectiva del ciclo de vida completo.

ECODISEÑO
Técnica que considera los aspectos ambientales en todas las etapas del proceso de diseño y desarrollo de productos y servicios, buscando conseguir productos con el impacto ambiental mínimo posible a lo largo de todo su ciclo de vida.

DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO / DAP / EPD
Manifestación que indica los aspectos ambientales de un producto o servicio, proporcionando datos ambientales cuantificados utilizando parámetros predeterminados y, cuando corresponda, información ambiental adicional.

NORMA ISO 14001
Norma internacional de aplicación voluntaria que regula la implantación de sistemas de gestión ambiental a nivel empresarial.

NORMA ISO 14006
Norma internacional de aplicación voluntaria que regula la implantación de sistemas de gestión ambiental orientados a la incorporación del ecodiseño a nivel empresarial.

REGLAMENTO EMAS
El Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS) o *Eco-Management and Audit Scheme*, es un sistema orientado a la gestión del comportamiento ambiental en una empresa.

ECONOMÍA CIRCULAR
Modelo económico en el cual el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

REACONDICIONAMIENTO
Proceso de devolver un producto a su estado original mediante la reparación de componentes estropeados y la sustitución o reparación preventiva de componentes que vayan a quedar obsoletos.

REMANUFACTURA
Proceso de devolver un producto a un estado de calidad equivalente o superior al del producto original. Incluye una fase de actualización para mejorar las prestaciones del producto respecto al original.

DURABILIDAD
Vida operativa o técnica de un producto bajo unas condiciones óptimas de funcionamiento.

SERVITIZACIÓN
La servitización es una estrategia de negocio basada en la complementación e incluso sustitución de los productos por servicios equivalentes.

1 Introducción

La guía que se presenta a continuación, forma parte de una serie de documentos independientes pensados para explicar de una forma sencilla las características, el funcionamiento y la aplicabilidad de los principales métodos de análisis ambiental de productos y servicios.

Actualmente, existen diferentes métodos para analizar el perfil ambiental de un producto/servicio y establecer prioridades ambientales. Todos ellos se basan en la perspectiva del ciclo de vida (concepto ya incluido en la última versión de la norma ISO 14001:2015), lo que significa que el diagnóstico se realiza considerando los aspectos ambientales que ocurren a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida del producto/servicio. Cada elemento de la cadena que forma el ciclo de vida de un producto/servicio desde la obtención de materias primas hasta su disposición final, representa un determinado impacto ambiental. El conocimiento detallado de estos impactos, representa un importante valor añadido en el proceso de toma de decisiones de mejora sobre un producto/servicio.

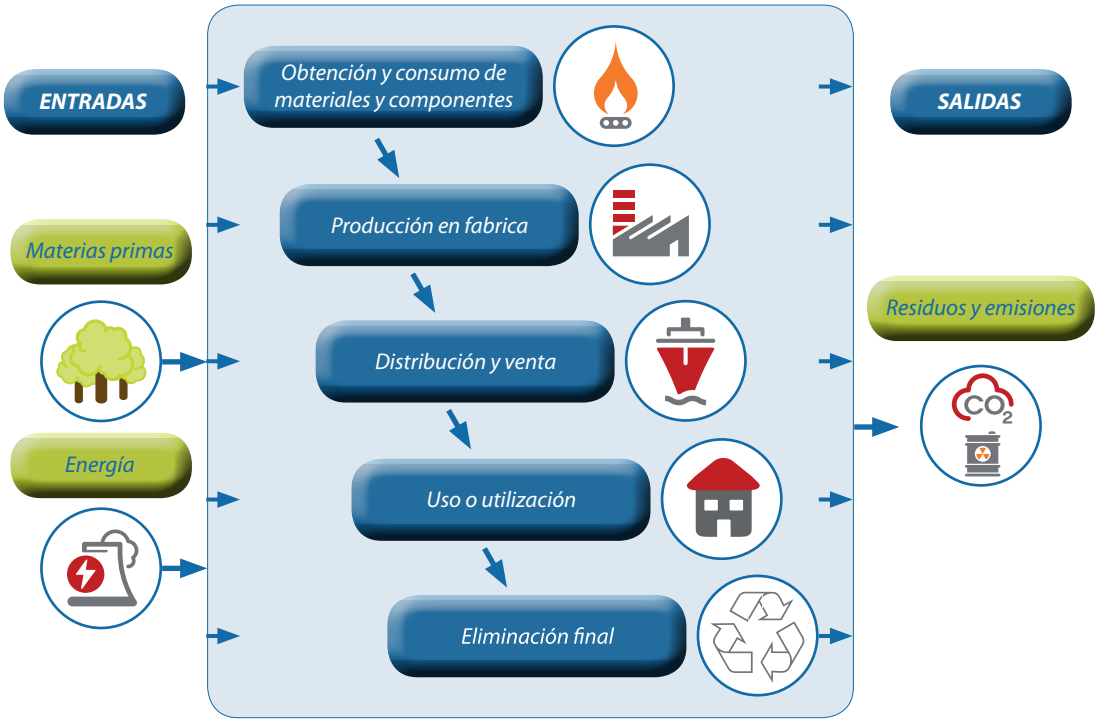

Figura 1 – Perspectiva de ciclo de vida (Guía de ACV y huella de carbono. Ihobe.2009).

Existen dos formas principales de poder evaluar el impacto ambiental de un producto/servicio. Cualitativamente, si proporciona información basada en criterios subjetivos y no cuantificables, o cuantitativamente, si proporciona información basada en criterios objetivos y cuantificables detallados, obtenidos como resultado de un proceso de cálculo.

Estos conceptos, tendrán relación directa sobre otros dos aspectos clave de un análisis ambiental, como son el grado de dificultad de ponerlo en práctica y la calidad de los resultados obtenidos con el proceso de análisis.

La siguiente tabla, recoge estas características para los métodos de análisis ambiental que han sido identificados como los de mayor aplicabilidad durante el proceso de elaboración de estas guías, como son las matrices de análisis ambiental, los indicadores ambientales y el análisis de ciclo de vida.

Método	Tipo de análisis		Grado de dificultad	Calidad de resultados
	Cualitativo	Cuantitativo		
Matrices de análisis ambiental	✓		bajo	bajo
Indicadores ambientales		✓	medio	medio
Análisis de ciclo de vida		✓	alto	alto

Tabla 1 - Características de las metodologías de análisis ambiental.

La presente guía explicativa se centra en las matrices de análisis ambiental. Adicionalmente, se han preparado otras guías independientes para los demás métodos.

Estas guías sobre análisis ambiental, encajan dentro del contexto de los manuales de ecodiseño desarrollados por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, Ihobe, buscando tener un carácter práctico que facilite la aplicación del ecodiseño y la economía circular en el tejido empresarial vasco.

Asimismo, estas guías cobran una especial relevancia en el marco de implantación de diferentes sistemas de gestión ambiental como ISO 14001, EMAS e ISO 14006, dada la creciente importancia que está cobrando el concepto de la consideración del ciclo de vida del producto/servicio en los mismos.

Las guías están pensadas teniendo a las empresas como principal público objetivo, ya que su contribución para conseguir que la sociedad avance hacia el nuevo paradigma de economía circular es imprescindible.

La estructura del presente documento está compuesta por dos secciones diferenciadas. La primera, recoge una descripción de la metodología, incluyendo su origen y características, así como las principales pistas sobre su funcionamiento y las recomendaciones básicas de uso.

En la sección final, se presentan una serie de ejemplos prácticos de aplicación del método, estando adaptados cada uno de ellos a un tipo concreto de empresa.

1. Empresa que comercializa un producto de consumo (Business to consumer-B2C).
2. Empresa que comercializa un producto intermedio (Business to Business -B2B).
3. Empresa que comercializa servicios.
4. Empresa que comercializa servicios que incluyen además productos.

Los mismos ejemplos prácticos presentados en esta guía, han sido resueltos en las demás guías que pertenecen a esta familia de documentos sobre análisis ambiental de productos y servicios. De este modo, una misma empresa puede consultar si para su caso concreto es más conveniente la utilización de un método u otro.

2 Descripción del análisis de ciclo de vida

2.1 ¿Qué es el análisis de ciclo de vida?

El análisis de ciclo de vida es un método cuantitativo, que estudia los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados al ciclo de vida completo de un producto, proceso o servicio:

- Compilando un inventario de las entradas y salidas en las etapas del ciclo de vida.
- Evaluando los impactos asociados a esas entradas y salidas.
- Interpretando los resultados obtenidos en relación con los objetivos del estudio.

Según afirmó la Comisión Europea en su comunicación COM (2003) 302[1], los análisis del ciclo de vida constituyen el mejor marco para evaluar los posibles impactos ambientales de los productos.

Esta herramienta permite conocer de forma detallada y objetiva la importancia de todos los aspectos ambientales relacionados con un producto/servicio, desde el prisma de diferentes problemáticas medioambientales, pero requiere de la dedicación de más recursos para su realización que otros métodos de análisis ambiental más sencillas.

El procedimiento para realizar un análisis de ciclo de vida, se encuentra recogido en las siguientes normas internacionales:

- ISO 14040:2006 - Gestión ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Principios y marco de referencia.
- ISO 14044:2006 - Gestión ambiental – Análisis de Ciclo de Vida – Requisitos y directrices.

Cuando por el objetivo perseguido con el análisis, no se requiere una elevada precisión ni detalle en los resultados, una opción es realizar un análisis de ciclo de vida simplificado. En un análisis simplificado, se siguen los mismos pasos que en un análisis de ciclo de vida exhaustivo, pero dado el alcance simplificado del estudio, el autor puede permitirse omitir uno o varios de estos conceptos:

- Algunos de los elementos del inventario de ciclo de vida.
- Algunas de las etapas del ciclo de vida.
- Reducir la cantidad de categorías de impacto ambiental consideradas.

Esto permite simplificar y agilizar el proceso a costa de una pérdida en la precisión de los resultados. Para realizar este tipo de omisiones, se recomienda tener previamente un conocimiento general de la problemática ambiental que puede tener el producto/servicio a lo largo del ciclo de vida completo, evitando así la posible omisión de elementos críticos del ciclo de vida del producto / servicio.

1 Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo – Política de Producto Integrada – Desarrollo del pensamiento sobre el ciclo de vida medioambiental.

Además, para poder realizar un análisis de ciclo de vida simplificado, esta pérdida de precisión en los resultados deberá de ser coherente con los objetivos y alcance establecidos inicialmente. En caso contrario, no es recomendable excluir ningún concepto en el estudio, para evitar una posible omisión de impactos con relevancia ambiental.

Más información sobre análisis de ciclo de vida

Guía de análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Ihobe. 2009

2.2 ¿Cómo se aplica el análisis de ciclo de vida?

La aplicación del análisis de ciclo de vida es un proceso relativamente complejo. De acuerdo a las normas de referencia ya mencionadas en el apartado anterior, el proceso de elaboración consta de 4 pasos consecutivos:

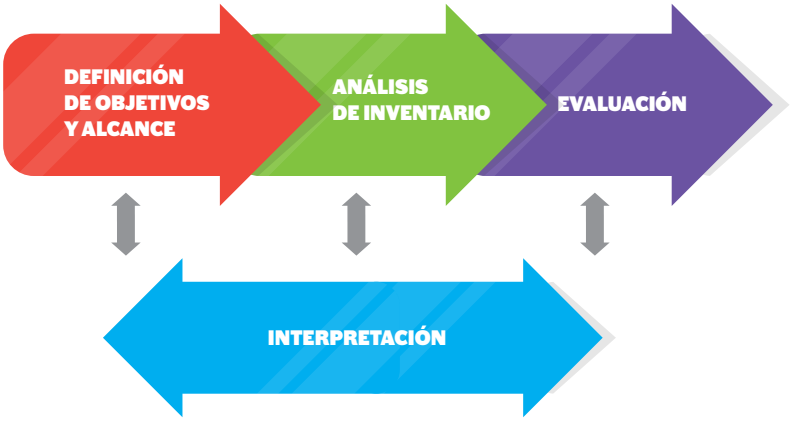

Figura 2 - Pasos del análisis de ciclo de vida.

PASO 1 – Definición de objetivos y alcance

Se identifican en este paso los objetivos que se persiguen con el análisis, incluyendo las razones del estudio, el público objetivo y su aplicación prevista. Se establecerá también el alcance del estudio, incluyendo una descripción del sistema analizado y sus límites, así como la unidad funcional utilizada como referencia, las principales hipótesis utilizadas y los requisitos de calidad de los datos, entre otros conceptos.

En un análisis de ciclo de vida simplificado, se pueden excluir del alcance algunas etapas del ciclo de vida del producto o algunos elementos del inventario de ciclo de vida del mismo, ya sea porque se conoce de antemano su baja relevancia ambiental o porque no se desea conocer la repercusión de esa parte del producto/servicio.

PASO 2 – Análisis de inventario de ciclo de vida

Una vez acotados los límites del sistema, se procederá a recopilar toda la información relevante sobre las entradas y salidas del ciclo de vida del producto. De forma general, se recopilará información sobre:

- Entradas de energía y de materias primas.
- Productos, co-productos y residuos generados.
- Emisiones al aire, vertidos al agua y filtraciones al suelo.
- Otros aspectos ambientales.

Para conseguir esta información, será necesario recurrir a diferentes fuentes como registros de datos de la propia empresa, indicadores ambientales monitorizados por los sistemas de gestión, fichas técnicas, manuales, facturas, etc. Es posible que parte de la información necesaria no esté disponible de forma directa en la empresa y haya que recurrir a solicitudes de información que deberán de ser enviadas a los proveedores.

Una vez recopilada la información, los datos se ordenarán según la etapa del ciclo de vida a la que correspondan y se relacionarán con la unidad funcional del estudio. La recopilación de los datos necesarios, suele ser un proceso laborioso. Se requiere conocer bien la cadena de suministro del producto analizado para poder realizar un inventario minucioso. En un análisis de ciclo de vida simplificado, el nivel de detalle perseguido en la etapa de recopilación de inventario deberá de estar en línea con el nivel más simplificado de los resultados que se pretende obtener.

PASO 3 – Evaluación de impacto de ciclo de vida

Una vez recopilada toda la información del inventario del producto/servicio, se procederá a crear un modelo del ciclo de vida en una herramienta software de ACV. Este modelo, representará el ciclo de vida completo del producto desde el punto de vista de su repercusión medioambiental.

Cuando creamos un modelo de este tipo, necesitamos asociar a cada elemento del ciclo de vida del producto/servicio (material, proceso, transporte, gestión de residuo...) los impactos ambientales que representa. Para ello, será necesario apoyar el estudio en bases de datos de inventarios de ciclo de vida, en las cuales está contenida esta información.

Es importante que la calidad de los datos de base utilizados para el análisis sea coherente con el objetivo perseguido, tanto desde una perspectiva tecnológica (la representatividad de la tecnología empleada y los indicadores ambientales seleccionados), como temporal (el estado de actualización de los datos empleados respecto al momento de realización del estudio) y geográfica (que los datos empleados sean representativos de la/s localización/es en las que se desarrollan los procesos). Se recomienda que la calidad de los datos sea lo más uniforme posible. Por este motivo no se recomienda mezclar indicadores provenientes de bases de datos de inventarios distintas.

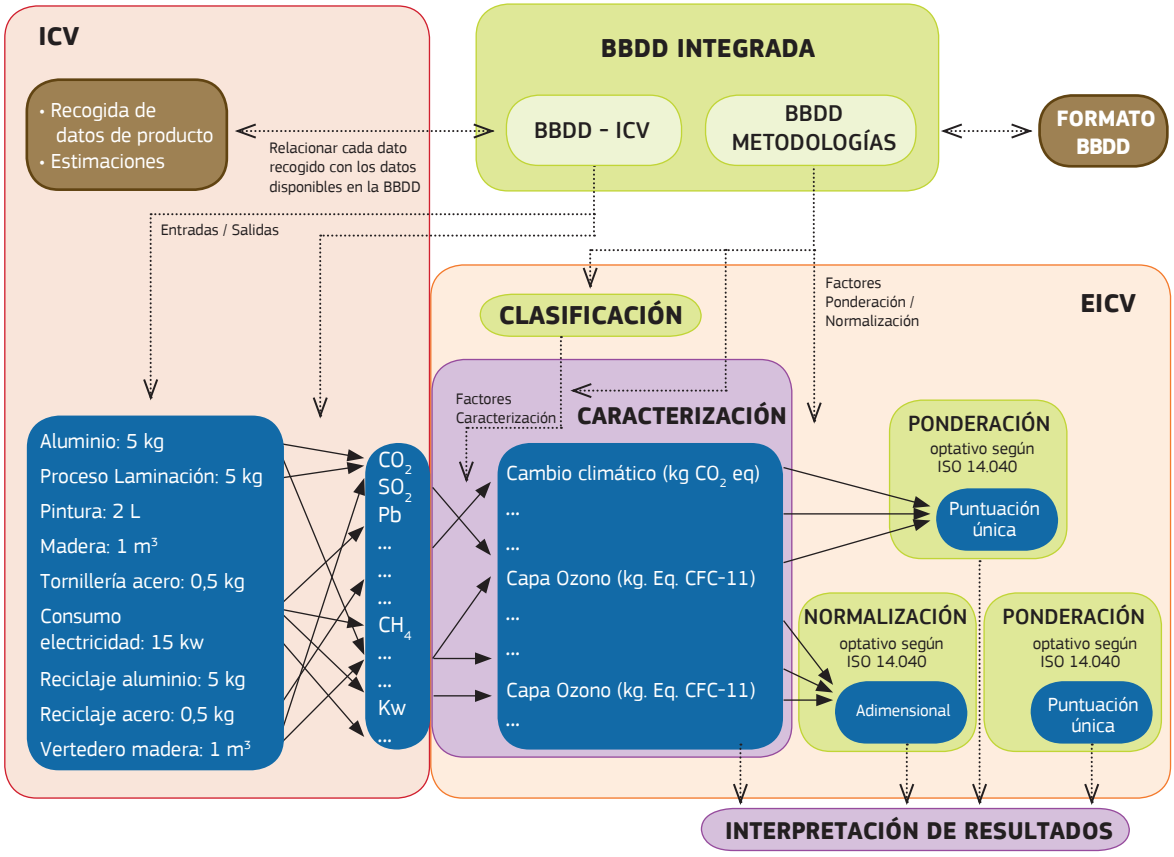

Figura 3 - Esquema resumen de las diferentes etapas de un análisis de ciclo de vida (Guía de ACV y huella de carbono. Ihobe.2009).

Se puede consultar Información detallada sobre el proceso de la evaluación de impacto de ciclo de vida en

Guía de análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Ihobe. 2009

Las normas ISO 14040 y 14044 de análisis de ciclo de vida, identifican diferentes etapas a la hora de hacer una evaluación del impacto del ciclo de vida, que se detallan a continuación.

Clasificación

El primer paso en la etapa de evaluación, es la selección de categorías de impacto ambiental a tener en cuenta en el estudio. Estas categorías representan las problemáticas ambientales de interés a las cuales se asignarán los resultados de la evaluación. Es decir, los impactos ambientales de los cuales se desean obtener resultados. Existen multitud de categorías de impacto ambiental, y la selección de unas u otras en el ACV que se esté llevando a cabo dependerá del objetivo del estudio.

Dependiendo de la herramienta utilizada, se tendrá la capacidad de conocer los resultados hacia una o varias categorías de impacto ambiental, permitiendo evaluar la importancia de los impactos ambientales potenciales causados por las entradas y salidas relacionadas con el modelo del producto/servicio.

Categoría de impacto ambiental		Unidad de referencia
Cambio climático	Considera el impacto potencial de las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero sobre el calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años.	kg CO_2 eq
Agotamiento de la capa de ozono	Calcula el efecto destructivo de las emisiones de ciertos contaminantes sobre la capa de ozono estratosférica, considerando un horizonte temporal de 100 años.	kg CFC-11 eq
Formación de ozono fotoquímico	Expresa la contribución potencial a la formación fotoquímica de ozono en la zona de la troposfera, causando afecciones hacia la salud.	kg NMVOC eq
Acidificación	Describe el potencial de cambio en la acidez del terreno y de las masas de agua dulce, que se deriva de la deposición de ciertos contaminantes emitidos al aire.	molc H+ eq
Eutrofización de agua dulce	Expresa el grado en el que los diferentes nutrientes emitidos a nivel europeo alcanzan masas de agua dulce y su capacidad para causar efectos de eutrofización.	kg P eq
Eutrofización marina	Expresa el grado en el que los diferentes nutrientes emitidos a nivel europeo alcanzan los océanos y su capacidad para causar efectos de eutrofización.	kg N eq
Eutrofización terrestre	Mide el efecto negativo de un exceso de nutrientes sobre los ecosistemas, capaz de dañar la flora y la fauna de la zona.	molc. N eq
Ecotoxicidad de agua dulce	Medida de la toxicidad ambiental sobre masas de agua dulce debido a diferentes emisiones.	CTUe
Partículas en suspensión	Estima los efectos potenciales sobre la salud humana que se derivan de las emisiones de partículas finas de polvo.	kg $PM_{2.5}$ eq
Toxicidad humana	Expresa el incremento estimado en la morbilidad sobre la población debida a diferentes clases de emisiones sobre la naturaleza.	CTUh
Radiación ionizante hacia la salud humana	Estima los efectos de las emisiones radiactivas ionizantes sobre la salud humana.	kBq U_{235} eq
Uso de suelo	Hace referencia al déficit en la cantidad y calidad de suelo ocupado o transformado, basándose en cambios sobre la materia orgánica.	kg C déficit
Agotamiento de recursos minerales fósiles	Considera la destrucción de recursos minerales y fósiles, considerando la disponibilidad concreta del recurso.	kg Sb eq
Agotamiento de recursos hídricos	Análisis del uso de agua relacionado con la escasez local en diferentes países.	m^3 agua eq
Consumo de recursos energéticos renovables	Evalúa el consumo de recursos energéticos de origen renovable a lo largo del ciclo de vida del sistema analizado.	MJ
Consumo de recursos energéticos no renovables	Evalúa el consumo de recursos energéticos de origen no renovable a lo largo del ciclo de vida del sistema analizado.	MJ
Recipe	Contempla el efecto de diferentes emisiones y extracciones de recursos sobre una serie categorías de impacto ambiental, agregándolas en base modelos de daños para obtener un indicador único que representa el impacto ambiental global.	Ptos

Tabla 2 – Categorías de impacto ambiental.

Caracterización

Una vez que cada sustancia del inventario de ciclo de vida se ha asignado a una o más categorías de impacto ambiental a través de la clasificación, se compara su repercusión ambiental con respecto a la sustancia de referencia de dicha categoría.

Esto se lleva a cabo a través de los denominados factores de caracterización de cada sustancia, y representan la contribución de una sustancia a una determinada categoría de impacto en relación a la sustancia de referencia en dicha categoría.

Normalización (opcional)

La normalización representa la conversión de los resultados de la caracterización a unidades globales neutras, dividiendo cada resultado por un factor de normalización. A través de estos factores se representa el grado de contribución de cada categoría de impacto sobre el problema medioambiental local en un momento concreto.

Agrupación (opcional)

Corresponde con una clasificación de las categorías de impacto potencial en grupos de daño, que engloben las categorías según los efectos concretos que son capaces de causar hacia diferentes compartimentos.

Ponderación (opcional)

Consiste en una conversión de los resultados de los valores caracterizados (o normalizados si fuera el caso) a una unidad común y sumable, multiplicándolos por su factor de ponderación. Posteriormente se suman todos ellos para obtener una puntuación única total que representa el impacto ambiental del sistema, englobando diferentes categorías de impacto ambiental simultáneamente.

PASO 4 – Interpretación

Finalmente, en base a los resultados obtenidos en el paso anterior, se identificarán los principales aspectos ambientales del producto, las conclusiones del estudio y las recomendaciones de mejora ambiental para el sistema analizado. La interpretación de resultados debe realizarse teniendo presente los objetivos y el alcance establecidos en el primer paso.

2.3 ¿Para qué sirve el análisis de ciclo de vida?

El análisis de ciclo de vida es un método recomendable en las siguientes situaciones:

- Cuando se desee fundamentar la **priorización ambiental de forma cuantitativa**, basada en cifras.
- Cuando se desee **comparar los aspectos ambientales de diferentes alternativas** de un mismo producto.
- Cuando analicemos **productos complejos** o formados por **subsistemas comunes** a varios productos.
- Cuando se vayan a realizar **valoraciones de los aspectos ambientales de forma periódica**, ya que introducir los datos es más complicado pero una vez hecho, los cálculos son mucho más rápidos y seguros.
- Cuando los resultados del análisis estén pensados para hacer **comunicación externa**.
- Cuando los resultados del análisis estén pensados para obtener una **certificación ambiental** (Declaraciones ambientales de producto, Huellas ambientales, otras ecoetiquetas).
- Cuando se desee **conocer las capacidades del producto/servicio** para su adaptación al concepto de economía circular, en base a indicadores cuantitativos.
- Cuando se desee dar respuesta a la identificación de aspectos ambientales de un producto /servicio a lo largo del ciclo de vida **requerida por un sistema de gestión ambiental**, en base a indicadores cuantitativos multicriterio de una forma exhaustiva.

El análisis de ciclo de vida no es un método recomendable en las siguientes situaciones:

- Cuando **no se requiera precisión** en los resultados.
- Cuando se quieran obtener los **resultados de forma inmediata**.
- Cuando **no se quiera adquirir una herramienta software** sofisticada.

2.4 ¿A quién va dirigido el análisis de ciclo de vida?

El análisis de ciclo de vida es la herramienta de evaluación ambiental más potente actualmente. Está especialmente recomendada para las situaciones en las que se busque precisión y detalle en los cálculos y facilitar la replicabilidad del modelo analizado, como ocurre por ejemplo en productos complejos o en empresas que buscan obtener certificaciones ambientales de su producto.

Además, de cara a comunicar externamente los resultados obtenidos en un análisis, es recomendable que los mismos estén basados en una información de base lo más veraz y objetiva posible, lo que hace que el análisis de ciclo de vida sea la herramienta recomendada para empresas que quieren realizar labores de marketing con los resultados de su evaluación ambiental.

Es recomendable que una empresa que vaya a realizar un análisis de ciclo de vida exhaustivo tenga un nivel de conocimiento técnico adecuado sobre el producto que desea analizar y su cadena de suministro, de cara a conseguir la información relativa al inventario del producto/servicio.

En base a estas características, el análisis de ciclo de vida está dirigido a:

- Empresas que quieran conocer y mejorar el perfil ambiental de su producto de una forma detallada y objetiva.
- Empresas que quieran comunicar externamente y hacer labor de marketing con el comportamiento ambiental de sus productos.
- Empresas que quieran obtener una certificación del comportamiento de su producto (ecoetiquetas).
- Departamentos y/o empresas de diseño, ingeniería o desarrollo de productos.
- Departamentos de I+D+i.
- Departamentos de medio ambiente.

Más información sobre certificaciones ambientales

Etiquetado ambiental de producto. Guía de criterios ambientales. Ihobe. 2011

2.5 Herramientas disponibles

A continuación, se incluyen una serie de tablas con las principales herramientas software de análisis de ciclo de vida disponibles en el mercado, sus principales características y el tipo de estudios que permiten realizar. Para utilizar una herramienta software de ACV, es indispensable disponer de una base de datos de inventarios de ciclo de vida, que es donde realmente reside la información ambiental sobre los diferentes elementos usados para crear el modelo de ACV.

Los costes incluidos en las tablas, hacen referencia sólo a la licencia de la herramienta software. Las licencias de las bases de datos que no tengan carácter gratuito o no estén incluidas al adquirir la herramienta, deben de abonarse de forma independiente a la licencia de la misma.

Más información sobre bases de datos de inventarios de ciclo de vida

Guía de análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Ihobe. 2009

SimaPro

Desarrollador	PRé Consultants (Países Bajos)	**Distribuidor**	Lavola (España)
Coste	5.500 € – 14.300 €	**Usuario**	Experto
Bases de datos	Ecoinvent / Agrifootprint / ELCD / USLCI / Input-Output		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✔
		LCSA	✔
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

thinkstep GaBi

Desarrollador	Thinkstep (Alemania)	**Distribuidor**	Thinkstep
Coste	Bajo petición al suministrador	**Usuario**	Experto
Bases de datos	GaBi Databases / Ecoinvent / USLCI / Data on demand		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✔
		LCSA	✔
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

umberto
know the flow.

Desarrollador	Ifu Hamburg (Alemania)	**Distribuidor**	Ifu Hamburg
Coste	Bajo petición al suministrador	**Usuario**	Experto
Bases de datos	Ecoinvent / GaBi Databases / EstiMol		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✔
		LCSA	✔
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

openLCA

Desarrollador	Greendelta (Alemania)	**Distribuidor**	Greendelta
Coste	Gratuito	**Usuario**	Experto
Bases de datos	Ecoinvent / GaBi Databases / Agrifootprint / IDEA / SOCA / PSILCA / SHDB / Ökobaudat / Otras		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✔
		LCSA	✔
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

One Click LCA

Desarrollador	Bionova Ltd. (Finlandia)	**Distribuidor**	Bionova Ltd.
Coste	Bajo petición al suministrador	**Usuario**	Intermedio
Bases de datos	Propia, en base a EPDs de materiales de construcción, aplicable para edificios		
Resultados	Calent. Global / Acidificación / Eutrofización / Ozono trop. / Capa ozono / Energía primaria		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✖
		LCSA	✖
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✖
		Huella ecológica	✖
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

aire LCA

Desarrollador	Simpple (España)	**Distribuidor**	Solid Forest
Coste	2.300 € - 3.700 €	**Usuario**	Experto
Bases de datos	Ecoinvent / ELCD / Solid Forest LCA DB		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✖
		LCSA	✖
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

Desarrollador	Simpple (España)	**Distribuidor**	Simpple
Coste	2.800 €	**Usuario**	Intermedio
Bases de datos	Generadas por el usuario a partir de bases públicas o de pago		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✖
		SLCA	✖
		LCSA	✖
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

Desarrollador	LCIE Département CODDE (Francia)	**Distribuidor**	Ecobilan – PWC
Coste	Bajo petición al suministrador	**Usuario**	Experto
Bases de datos	Ecoinvent / ELCD / DEAM™		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✖
		LCSA	✖
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

Desarrollador	Ecobilan – PWC (Francia)	**Distribuidor**	Ecobilan – PWC
Coste	Bajo petición al suministrador	**Usuario**	Experto
Bases de datos	Ecoinvent / ELCD / DEAM™		
Resultados	Cualquier categoría de impacto ambiental		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✖
		LCSA	✖
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✔
		Huella ambiental	✔
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✔

Ecoreport tool – Metodología MEErP

Desarrollador	VHK (Países Bajos) Fraunhofer IZM (Alemania)	**Distribuidor**	Comisión Europea
Coste	Gratuito	**Usuario**	Intermedio
Bases de datos	Propia		
Resultados	Calent. Global / Acidificación / Eutrofización / Emisiones específicas (COV, PAH, Partículas, Metales pesados) / Energía primaria		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✔
		SLCA	✖
		LCSA	✖
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✖
		Huella ecológica	✖
		Huella ambiental	✖
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✖

Desarrollador	Cycleco (Francia)	**Distribuidor**	Cycleco
Coste	Bajo petición al suministrador	**Usuario**	Básico
Bases de datos	Spin it textile database (Sector textil)		
Resultados	Cambio climático / Consumo de agua / Eutrofización		
Aplicabilidad	**Estudios de ciclo de vida**	LCA	✔
		LCC	✖
		SLCA	✖
		LCSA	✖
	Huellas	Huella carbono	✔
		Huella de agua	✔
		Huella ecológica	✖
		Huella ambiental	✖
	Proyectos de mejora	Ecodiseño	✔
		Economía circular	✔
	Comunicación	EPD	✖

3 Ejemplos de aplicación práctica del método

Para finalizar la guía y con el objetivo de facilitar la comprensión de la metodología, se muestran a continuación una serie de ejemplos de aplicación del análisis de ciclo de vida en cuatro situaciones empresariales diferentes.

Caso empresarial	Producto/Servicio
Producto de consumo – B2C	Teléfono móvil
Producto intermedio – B2B	Componente de automoción
Servicio sin producto	Servicio de paquetería
Servicio con producto	Servicio de limpieza de hoteles

Tabla 3 - Casos de aplicación práctica.

De este modo, la aplicación del análisis de ciclo de vida en estos cuatro casos concretos permitirá comprender las características específicas de la herramienta para cada situación de producto / servicio diferente, facilitando su aplicación según las diferentes coyunturas existentes dentro del tejido empresarial vasco.

3.1 Aplicación a un producto de consumo – B2C

Como ejemplo de aplicación de la matriz METCO en un producto de consumo, se ha seleccionado el caso de una empresa que fabrica teléfonos móviles. El caso analizado se describe a continuación.

TELÉFONO MÓVIL

INFORMACIÓN TÉCNICA

El producto pesa 170,1 gr y está formado por los siguientes componentes:

- **Procesador.** Compuesto por 12,4 gr de componentes electrónicos, 6,5 gr de conectores y 20,6 gr de piezas de policarbonato.
- **Cámara.** Compuesto por 2,21 gr de círculos impresos, 1,48 gr de circuitos integrados y 7,13 gr de piezas de policarbonato.
- **Auxiliares.** Hace referencia a elementos como el micrófono, el dispositivo de vibración y los conectores. Este grupo está compuesto por 1,32 gr de circuitos impresos, 0,8 gr de imanes, 1,35 gr de circuitos integrados, 0,81 gr de conectores y 0,92 gr de un motor eléctrico para la función de vibración.
- **Pantalla.** La pantalla es de tipo LCD, con un peso de 40,75 gr En este componente también se incluyen 10,8 gr de policarbonato para su anclaje y 0,96 gr de circuitos impresos.
- **Batería.** La batería es de ion-Litio y pesa 38 gr.

- **Carcasa.** La carcasa exterior está formada por varias piezas de policarbonato con un peso total de 15,7 gr una pieza de poliuretano de 3,9 gr y pequeñas juntas de goma con un peso total de 0,5 gr.

Los componentes se fabrican en China y se transportan hasta Bizkaia en barco a lo largo de 14.875 Km. para proceder a su ensamblaje. Se ha considerado que los aspectos ambientales más relevantes de esta etapa son un consumo de alcohol de 0,74 gr por cada dispositivo usando para limpieza de componentes, y un consumo de electricidad de 2,69 kWh debido a la maquinaria en la planta de ensamblaje. La empresa adquiere electricidad con garantía renovable.

DISTRIBUCIÓN A CLIENTE

- El embalaje del producto está compuesto por una caja de cartón de 62 gr envuelta por un film de polietileno de 15,4 gr
- Como no se dispone información detallada de todos los clientes, se estima que el producto recorrerá una distancia de 149 Km. en camión hasta llegar al cliente, como promedio.

SUPUESTOS DE FUNCIONAMIENTO

- En las condiciones normales de uso para las que ha sido diseñado el dispositivo, la vida útil estimada del producto será de 3 años.
- Tras 2 años de funcionamiento será necesario sustituir la batería del dispositivo ya que su capacidad habrá disminuido considerablemente.
- Considerando el grado de uso habitual que se espera del dispositivo, teniendo en cuenta el segmento de mercado al que está orientado y sus funciones, se ha calculado que el consumo de electricidad asociado a la carga de las baterías será de 4,93 kWh anuales.

ESCENARIO DE FIN DE VIDA

- Una vez alcanzado el final de su vida útil, se estima que el dispositivo será depositado en un establecimiento especializado, donde se enviará a reciclar. Todas las piezas del producto pueden ser recicladas debidamente tras su desensamblaje, excepto 4 gr de plásticos que serán depositados en un vertedero.
- Hasta llegar a su destino final, se estima que las piezas del teléfono móvil recorrerán una distancia de 1.480 Km., de los cuales un 25 % se realizará en tren y el 75 % restante en camión.

El primer paso de un análisis de ciclo de vida, consiste en definir los objetivos y el alcance del mismo, para poder pasar a recopilar la información relativa al inventario de ciclo de vida del producto. La unidad funcional seleccionada para el análisis, son 3 años de uso del teléfono móvil, ya que es importante que la referencia del estudio esté asociada a la función que cumple el producto y a la vida útil del mismo. Todos los resultados estarán referidos a esta unidad funcional.

Una vez recopilada toda la información sobre el inventario de materiales, consumos energéticos, emisiones y residuos asociados al producto, es necesario crear un modelo de ciclo de vida en una herramienta software de ACV. En este caso, la empresa ha utilizado la herramienta software *Simapro*, pero sería válido utilizar cualquier otro programa de entre los disponibles en el mercado.

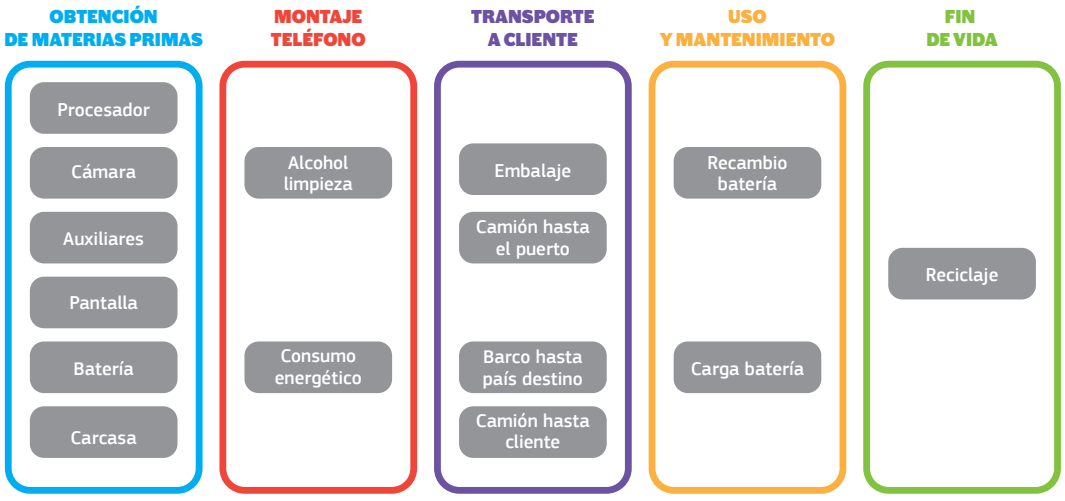

Figura 4 – Modelo de ACV - Teléfono móvil.

El modelo se ha organizado en base a las diferentes etapas del ciclo de vida del producto. Dentro de cada etapa, se han creado módulos representando los conceptos principales del dispositivo, para que a la hora de interpretar el análisis los resultados se organicen de la misma manera.

En la situación concreta de un producto de consumo, cobra especial relevancia la consideración de un alcance de la cuna a la tumba, incluyendo las etapas que ocurren más allá de la fabricación del producto, como el transporte al cliente, el uso y mantenimiento del producto y el fin de vida del mismo. Estas etapas, pueden acarrear una importante repercusión ambiental dentro del ciclo de vida del producto, y por ese motivo no deben de ser obviadas a la hora de realizar el análisis.

Por este motivo, se ha incluido la energía necesaria para recargar las baterías a lo largo de los 3 años estimados de vida útil del producto, así como la necesidad de incorporar un recambio de la batería.

Una vez elaborado el modelo de ciclo de vida en la herramienta, es posible calcular los impactos ambientales asociados al mismo desde una perspectiva multivectorial. Los resultados obtenidos son los siguientes.

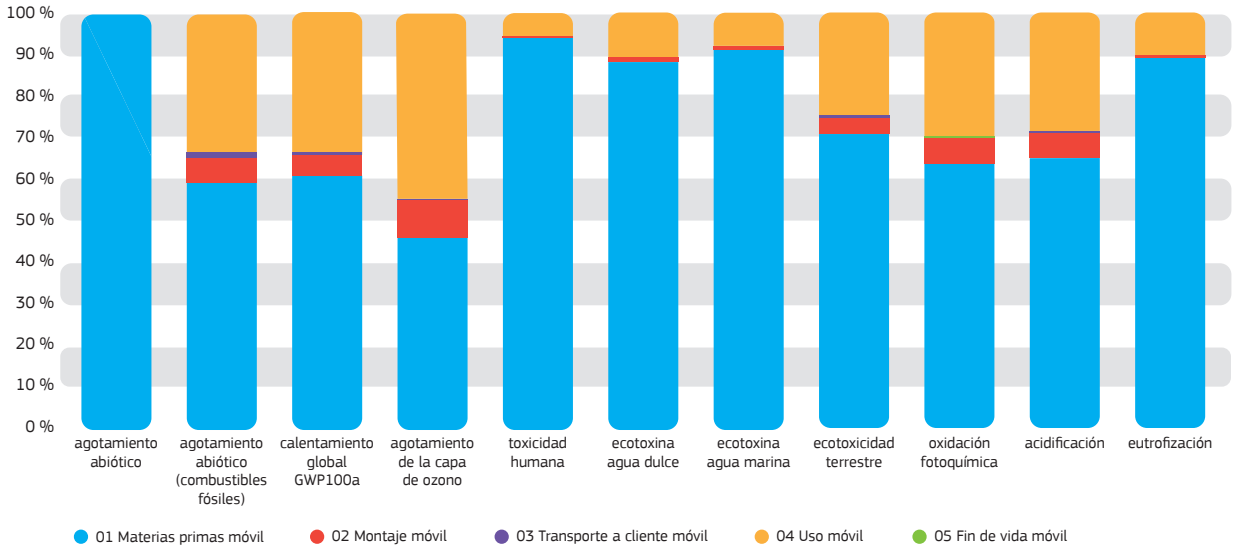

Figura 5 - Perfil ambiental - Teléfono móvil.

Cada una de las columnas del gráfico representa la evaluación hacia una categoría de impacto ambiental, mientras que cada color representa cada una de las fases de ciclo de vida que se han definido en el modelo. En el gráfico se puede apreciar como dependiendo de la categoría de impacto ambiental considerada, el perfil ambiental del producto será distinto, cambiando la importancia relativa de cada una de las etapas sobre el total.

Este resultado es lógico, ya que cada uno de los elementos incluidos en el análisis, tendrá una repercusión hacia por ejemplo, la acidificación, que no tendrá por qué ser igual a su repercusión hacia el consumo de combustibles fósiles.

Esta figura también nos muestra que a pesar de la variabilidad entre categorías, una de las etapas del ciclo de vida, la obtención de materias primas, destaca por su contribución a los impactos globales sobre las demás. La siguiente etapa más relevante es la que hace referencia al uso y mantenimiento del dispositivo.

A partir de aquí, las herramientas software de ACV nos permiten hacer un análisis exhaustivo de los resultados, ampliando el foco en las categorías, etapas del ciclo de vida, procesos o emisiones básicas que consideremos más relevantes. De esta forma, podemos obtener información detallada de, por ejemplo, cuáles son los procesos con mayor contribución hacia la categoría de cambio climático o las emisiones atmosféricas más relevantes hacia la categoría de destrucción de capa de ozono, etc.

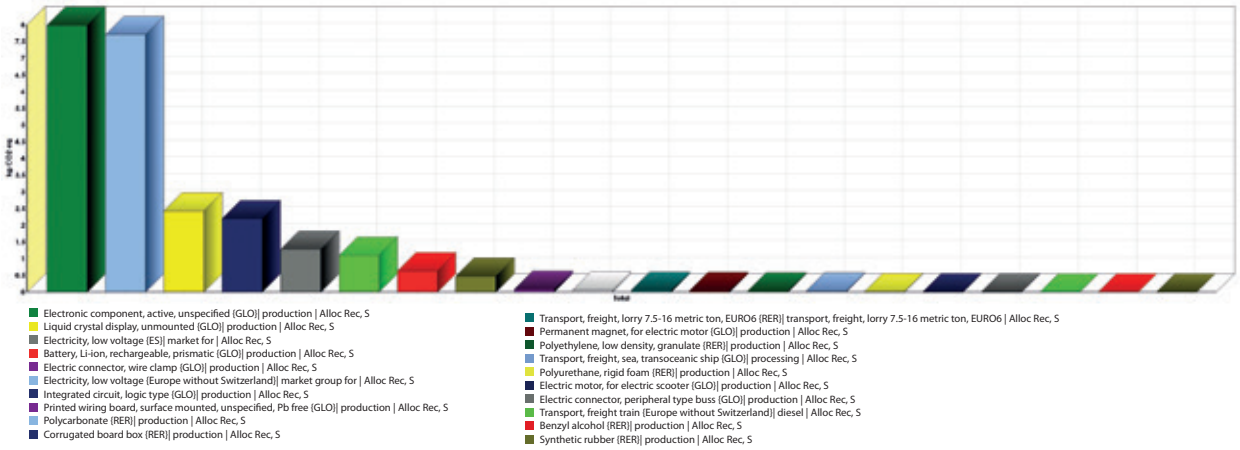

Figura 6 - Procesos más relevantes – Teléfono móvil – Categoría cambio climático.

Asimismo, es posible conocer no sólo el impacto ambiental de los componentes más relevantes del producto, sino también dibujar su cadena de suministro, identificando el origen directo o indirecto de dichos impactos aguas arriba de las actividades de la empresa.

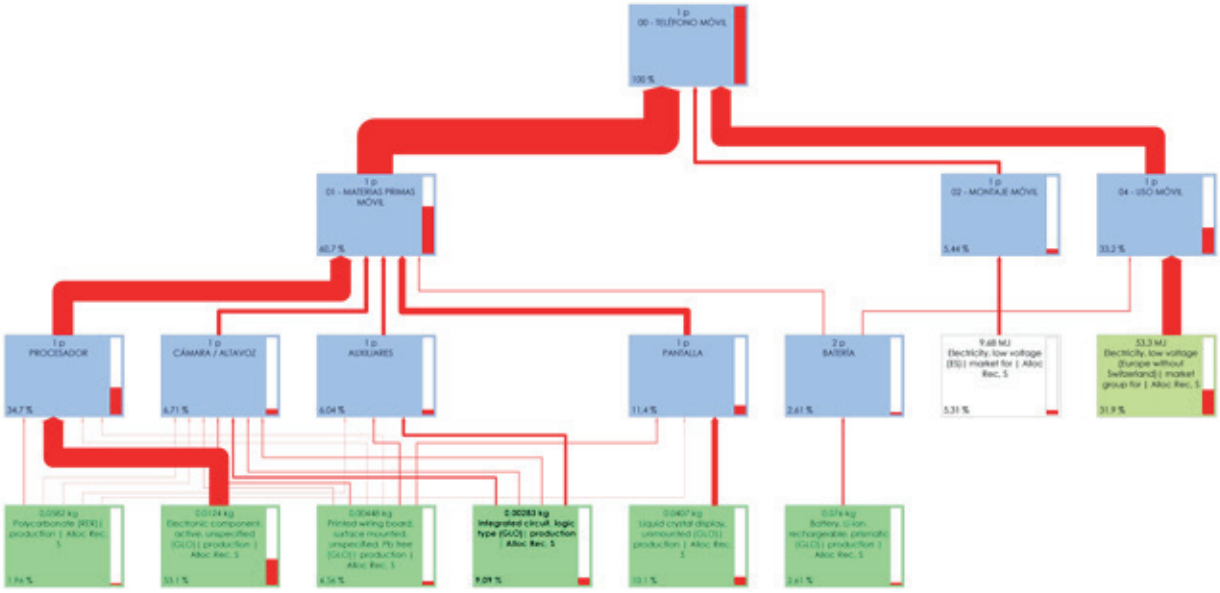

Figura 7 - Red de impactos – Teléfono móvil – Categoría cambio climático.

De esta manera, tras una interpretación de los resultados obtenidos, la empresa ha identificado la etapa de obtención de materias primas del teléfono móvil como la más importante en el global del ciclo de vida y dispone de un desglose detallado de la repercusión ambiental que representa cada una de las piezas de su dispositivo.

Se ha podido concluir que el principal punto crítico del producto reside en ciertos componentes electrónicos del procesador, debido a los impactos asociados a la fabricación de los circuitos integrados o a su contenido en metales escasos como el oro en las conexiones. La pantalla LCD, también es una de las piezas críticas del producto.

La electricidad consumida en la carga de las baterías es también un aspecto ambiental de relevancia, por lo que se deberá tener especial cuidado con conceptos como la eficiencia de la batería y el consumo energético requerido por el dispositivo para el desempeño de cada una de sus funciones individuales.

3.2 Aplicación a un producto intermedio – B2B

Como ejemplo de aplicación del análisis de ciclo de vida en un producto intermedio, se ha seleccionado el caso de una empresa que fabrica componentes de automoción. Concretamente, la empresa fabrica una pieza que forma parte del conjunto de suspensión, denominada compás/bieleta.

COMPONENTE DE AUTOMOCIÓN

INFORMACIÓN TÉCNICA

El producto pesa 782,7 gr Y está formado principalmente por los siguientes componentes:

- **Varilla.** Fabricada en acero y con un peso de 125 gr.
- **Casquillo.** Fabricado en acero y con un peso de 340 gr.
- **Asiento esférico.** Está fabricado en poliamida, y tiene un peso de 7,8 gr
- **Rótula**. Pesa 288,7 gr Y está fabricado en acero inoxidable.
- **Guardapolvos**. Esta pieza es de caucho, de 12,2 gr de peso.
- **Anillo de cierre pequeño.** Pesa 1,05 gr y está fabricada en acero de baja aleación.

Además de estas piezas, al producto se le aplican 3 gramos de grasa. No es necesario engrasar el componente a lo largo de su vida útil.

Todos los materiales se traen en camión desde una distancia de 422 Km.

Para conformar cada una de las piezas, ha sido necesario recurrir a una serie de procesos de mecanizado y tratamiento superficial. La empresa ha analizado la magnitud de los procesos de fabricación de cada pieza, recopilando la siguiente información.

FABRICACIÓN

- Para las piezas de acero, es necesario mecanizar 15 gr de acero por taladro y 152 gr por fresado.
- El asiento esférico está fabricado a través de un moldeo por inyección.
- Es necesario efectuar una soldadura de 40 cm entre 2 de las piezas del producto.
- Se aplica un tratamiento de cinzado a un total de 40 cm^2 de superficie, mientras que se recubren con una pintura otros 400 cm^2.

DISTRIBUCIÓN A CLIENTE

- Esta pieza se distribuye siempre al mismo cliente, recorriendo una distancia de 318 Km en camión y 3.225 Km en barco.
- El producto se transporta en cajas de cartón que se montan sobre un palet de madera. Al palet se le añaden 6 flejes metálicos de 100 gr y se envuelve con 300 gr de film de polietileno. En 1 palet de 25 Kg se montan 9 cajas de cartón de 1 Kg de peso, que contienen 50 productos acabados cada una.

SUPUESTOS DE FUNCIONAMIENTO

- Se ha decidido dejar esta etapa fuera del alcance del análisis.

ESCENARIO DE FIN DE VIDA

- Se ha decidido dejar esta etapa fuera del alcance del análisis.

En la situación concreta de un producto intermedio, suele ser recomendable considerar un alcance de la cuna a la puerta para el análisis, esto es, sin considerar el transporte al cliente, el uso y mantenimiento del producto y el fin de vida del mismo. Aunque estas etapas pueden acarrear una importante repercusión ambiental dentro del ciclo de vida, en este caso, van a depender de un contexto concreto de funcionamiento del producto, que habitualmente puede no ser conocido con detalle ni controlado por el fabricante.

El primer paso de un análisis de ciclo de vida, consiste en definir los objetivos y el alcance del mismo, para poder pasar a recopilar la información relativa al inventario de ciclo de vida del producto. En este caso, la unidad funcional seleccionada para el análisis será 1 unidad de compás/bieleta, por lo que todos los resultados estarán referidos a esta cantidad de producto. Se ha elegido esta unidad funcional dado que al no incluir la etapa de funcionamiento del producto dentro del alcance del estudio, no es posible establecer una unidad de referencia asociada a la propia función del producto analizado.

Una vez recopilada toda la información sobre el inventario de materiales, consumos energéticos, emisiones y residuos asociados al producto, es necesario crear un modelo de ciclo de vida en una herramienta software de ACV. En este caso, la empresa ha utilizado la herramienta software Simapro, pero sería válido utilizar cualquier otro programa de entre los disponibles en el mercado.

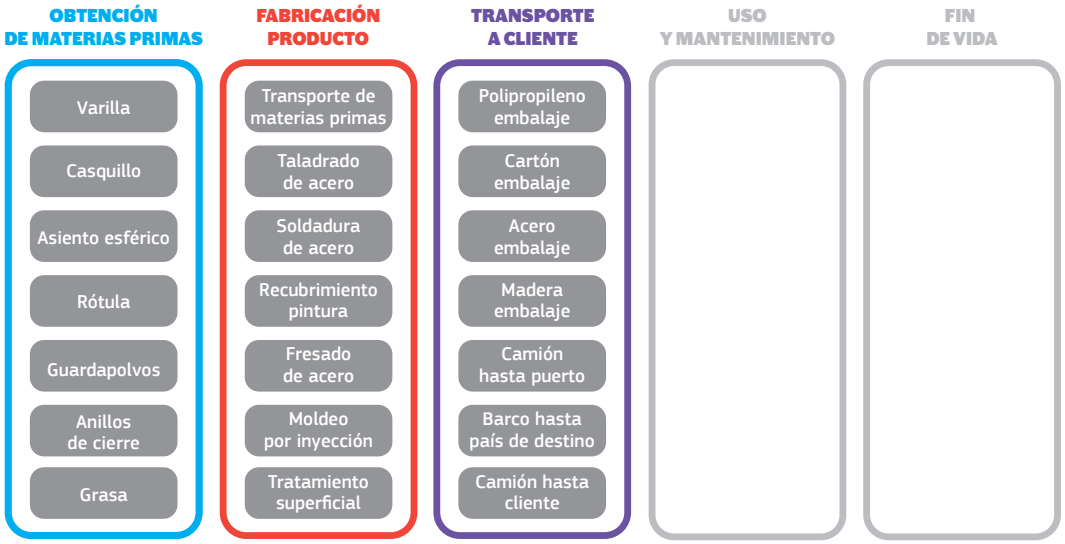

Figura 8 – Modelo de ACV – Componente de automoción.

El modelo se ha organizado en base a las diferentes etapas del ciclo de vida del producto que se han considerado dentro del alcance. Dentro de cada etapa, se han creado módulos representando los conceptos principales del componente de automoción, para que a la hora de interpretar el análisis los resultados estén organizados de la misma manera.

En el escenario analizado, el mecanizado de las diferentes piezas que conforman la bieleta, se realiza en Amurrio. El componente se transporta una vez ensamblado hasta el cliente por medio de un transporte en barco.

Principalmente se han considerado para el estudio los materiales necesarios para conformar el producto y su embalaje, todas las operaciones de conformado, mecanizado y acabado que se realizan sobre la pieza, incluyendo los consumibles asociados al proceso.

Una vez elaborado el modelo de ciclo de vida en la herramienta, es posible calcular los impactos ambientales asociados al mismo desde una perspectiva multivectorial. Los resultados obtenidos son los siguientes.

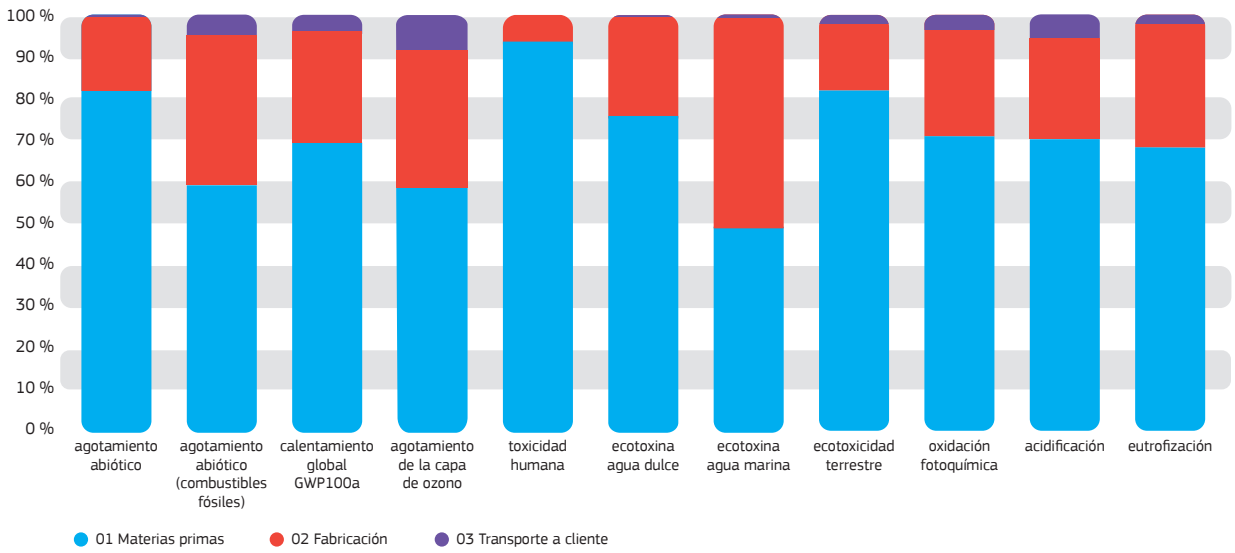

Figura 9 – Perfil ambiental – Componente automoción.

Cada una de las columnas del gráfico representa la evaluación hacia una categoría de impacto ambiental, mientras que cada color representa cada una de las fases de ciclo de vida que se han definido en el modelo. En el gráfico se puede apreciar como dependiendo de la categoría de impacto ambiental considerada, el perfil ambiental del producto será distinto, cambiando la importancia relativa de cada una de las etapas sobre el total.

Este resultado es lógico, ya que cada uno de los elementos incluidos en el análisis, tendrá una repercusión hacia por ejemplo, la acidificación, que no tendrá por qué ser igual a su repercusión hacia el consumo de combustibles fósiles.

Esta figura también nos muestra que a pesar de la variabilidad entre categorías, las etapas asociadas a la obtención de materias primas y a la fabricación del producto son las que dominan el perfil ambiental.

A partir de aquí, las herramientas software de ACV nos permiten hacer un análisis exhaustivo de los resultados, ampliando el foco en las categorías, etapas del ciclo de vida, procesos o emisiones básicas que consideremos más relevantes. De esta forma, podemos obtener información detallada de, por ejemplo, cuáles son los procesos con mayor contribución hacia la categoría de cambio climático o las emisiones atmosféricas más relevantes hacia la categoría de destrucción de capa de ozono, etc.

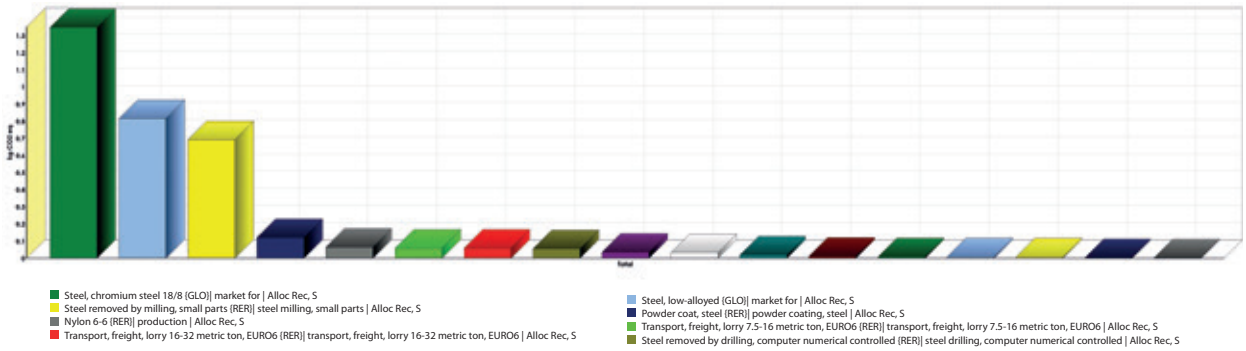

Figura 10 – Procesos más relevantes – Componente automoción – Categoría cambio climático.

Asimismo, es posible conocer no sólo el impacto ambiental de los componentes más relevantes del producto, sino también dibujar su cadena de suministro, identificando el origen directo o indirecto de dichos impactos aguas arriba de las actividades de la empresa.

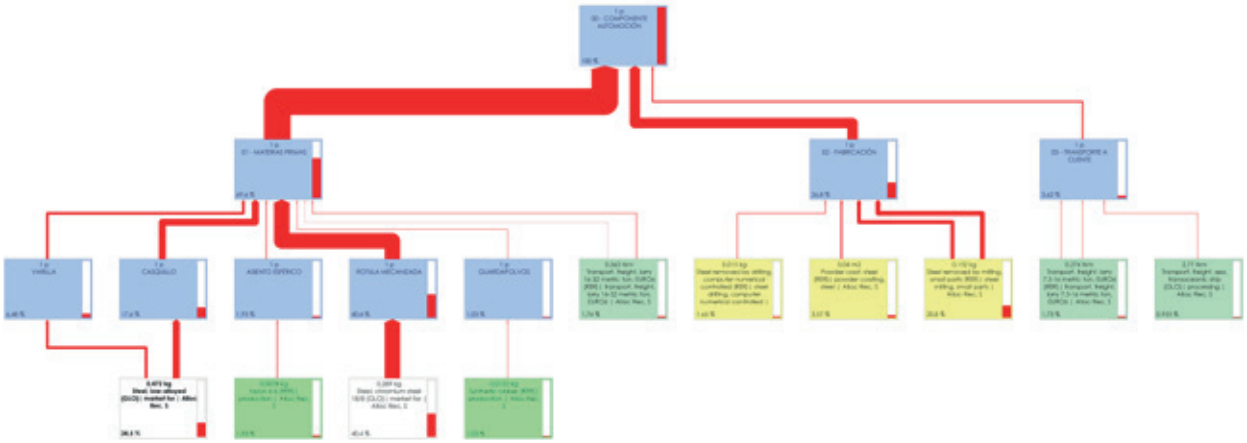

Figura 11 – Red de impactos – Componente automoción – Categoría cambio climático.

De esta manera, tras una interpretación de los resultados obtenidos, la empresa ha identificado el consumo de materiales y los procesos de fabricación de la bieleta como los conceptos más importantes en el global del ciclo de vida y dispone de un desglose detallado de la repercusión ambiental que representa cada uno de los pasos de su proceso de fabricación.

Se ha podido concluir que el principal punto crítico del producto reside en el consumo de acero inoxidable para el conformado de la rótula y del acero para el casquillo, seguido por la etapa de fresado aplicado a estas piezas precisamente para su mecanizado. Esto es principalmente debido al consumo de electricidad de la máquina herramienta y al material arrancado.

El transporte a cliente también es un punto de relevancia por lo que la empresa explorará medidas para mejorar la sostenibilidad del medio de transporte utilizado.

3.3. Aplicación a un servicio sin producto

Como ejemplo de aplicación de los indicadores ambientales en un servicio, se ha seleccionado el caso de una empresa de servicios de transporte postal. El caso analizado se describe a continuación.

SERVICIO DE PAQUETERÍA

INFORMACIÓN TÉCNICA

La empresa ofrece un servicio de distribución de paquetería regional. Para ello, dispone de un centro de clasificación en la localidad de Mendaro, donde recibe y almacena diferentes tipos de paquetes.

La empresa se encarga de transportar el envío durante el último tramo desde este centro propio hasta el cliente final. Los datos del último ejercicio completo indican que sen han repartido 71.300 paquetes.

CENTRO DE CLASIFICACIÓN

En el centro de clasificación, se organizan los envíos según el tipo de paquete y el destino final de envío. En esta etapa de clasificación existe un consumo eléctrico de 40.000 kWh anual usado

principalmente para iluminación (12%) y para la maquinaria de transporte interno (88%). Dado su compromiso con la sostenibilidad, la empresa contrata electricidad con garantía 100% renovable en sus instalaciones.

Además, la empresa tiene un gasto de 216.000 MJ de gas natural, usado en una caldera para calefacción del centro.

En cuanto a la gestión de residuos, se generan 4.634,5 Kg de residuos de cartón al año en el centro de clasificación.

DISTRIBUCIÓN A CLIENTE

La empresa trabaja en un radio de actuación de 150 km desde el centro de clasificación, haciendo el reparto en camiones diésel de bajo tonelaje. En algunas situaciones en las que los clientes están muy cercanos, se utiliza una furgoneta diésel para el reparto.

Tras analizar los datos de gasto en combustible del último ejercicio y los tipos de paquete entregados, se ha caracterizado como es el envío promedio efectuado por la empresa.

- Paquete de 6 Kg de peso que recorre un trayecto de 15 Km en furgoneta y de 85 Km en camión.

El primer paso de un análisis de ciclo de vida, consiste en definir los objetivos y el alcance del mismo, para poder pasar a recopilar la información relativa al inventario de ciclo de vida del servicio. En la situación concreta de un servicio, es muy importante hacer una reflexión sobre cuál es el sistema a analizar y la unidad funcional a la que deben de referenciarse los resultados del diagnóstico. Esta reflexión, aunque necesaria en todas las situaciones, es más sencilla de realizar en el caso del análisis de un producto, resultando más complicada, y por ello, necesaria de mayor dedicación, en el caso de un servicio.

A la hora de seleccionar la unidad funcional, se ha tomado como referencia el envío de 1 paquete de 6 Kg que recorre el trayecto promedio enunciado en la descripción del caso práctico. De esta forma el impacto ambiental calculado representará una situación intermedia entre la distancia más favorable y la más desfavorable de entre los diferentes radios de acción cubiertos por la empresa. Esta elección de unidad de referencia permitirá a la empresa tener una idea de sus impactos en relación con la cantidad de servicio que están ofreciendo a sus clientes. Todos los datos que se han recopilado con una perspectiva anual, se referirán por lo tanto a 1 paquete entregado, dividiendo el valor total por el número de paquetes entregados.

Una vez recopilada toda la información sobre el inventario de materiales, consumos energéticos, emisiones y residuos anuales asociados al servicio, es necesario crear un modelo de ciclo de vida en una herramienta software de ACV. En este caso, la empresa ha utilizado la herramienta software *Simapro*, pero sería válido utilizar cualquier otro programa de entre los disponibles en el mercado.

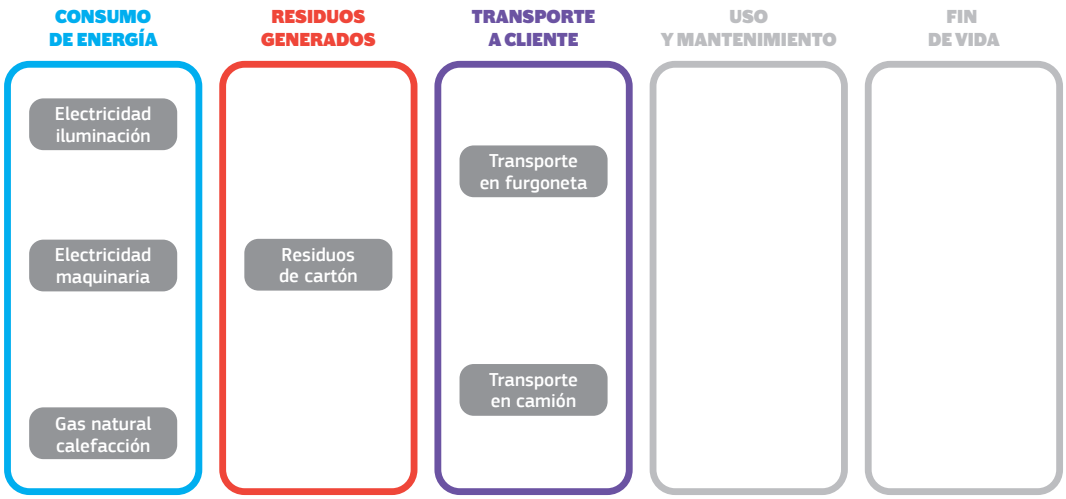

Figura 12 - Modelo de ACV – Servicio postal.

El modelo se ha organizado en base a las diferentes etapas del ciclo de vida en la que se ha dividido el servicio de reparto. Dentro de cada etapa, se han creado módulos representando los conceptos principales que se consumen para la entrega de 1 paquete tipo, para que a la hora de interpretar el análisis los resultados, estos estén organizados de la misma manera.

En el escenario analizado, se han incluido los trayectos de transporte, así como los consumos de electricidad y residuos generados en el centro de clasificación, ya que se consideran como los principales aspectos ambientales relacionados con el servicio.

Una vez elaborado el modelo de ciclo de vida en la herramienta, es posible calcular los impactos ambientales asociados al mismo desde una perspectiva multivectorial. Los resultados obtenidos son los siguientes.

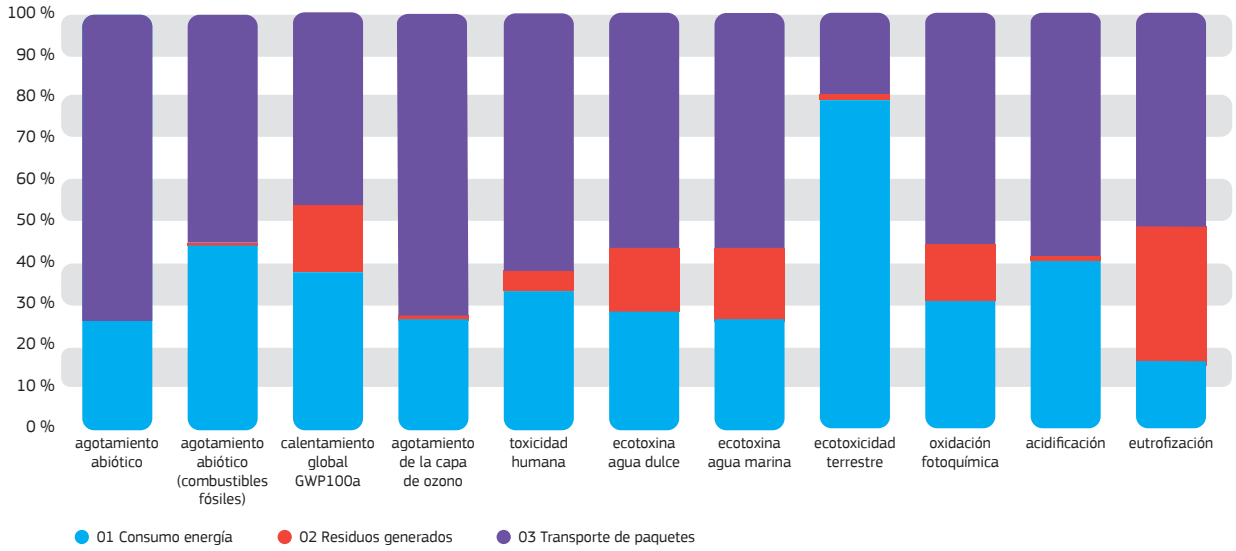

Figura 13 - Perfil ambiental – Servicio postal.

Cada una de las columnas del gráfico representa la evaluación hacia una categoría de impacto ambiental, mientras que cada color representa cada una de las fases de ciclo de vida que se han definido en el modelo. En el gráfico se puede apreciar como dependiendo de la categoría de impacto ambiental considerada, el perfil ambiental del servicio será distinto, cambiando la importancia relativa de cada una de las etapas sobre el total.

Este resultado es lógico, ya que cada uno de los elementos incluidos en el análisis, tendrá una repercusión hacia por ejemplo, la acidificación, que no tendrá por qué ser igual a su repercusión hacia el consumo de combustibles fósiles.

Esta figura también nos muestra que, a pesar de la variabilidad entre categorías, los impactos ambientales causados por el servicio están repartidos entre la etapa de consumo de energía y la etapa de transporte, teniendo la generación de residuos una menor repercusión medioambiental.

A partir de aquí, las herramientas software de ACV nos permiten hacer un análisis exhaustivo de los resultados, ampliando el foco en las categorías, etapas del ciclo de vida, procesos o emisiones básicas que consideremos más relevantes. De esta forma, podemos obtener información detallada de, por ejemplo, cuáles son los procesos con mayor contribución hacia la categoría de cambio climático o las emisiones atmosféricas más relevantes hacia la categoría de destrucción de capa de ozono, etc.

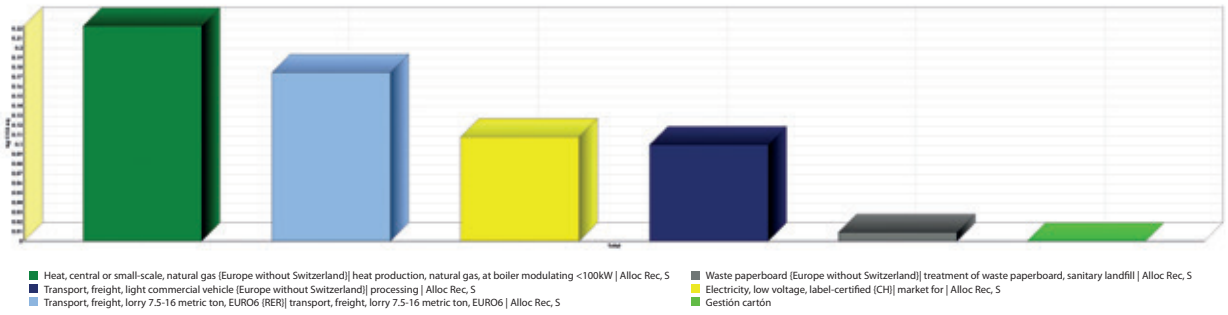

Figura 14 - Procesos más relevantes – Servicio postal – Categoría cambio climático.

Asimismo, es posible conocer no sólo el impacto ambiental de los componentes más relevantes del servicio, sino también dibujar su cadena de suministro, identificando el origen directo o indirecto de dichos impactos aguas arriba de las actividades de la empresa.

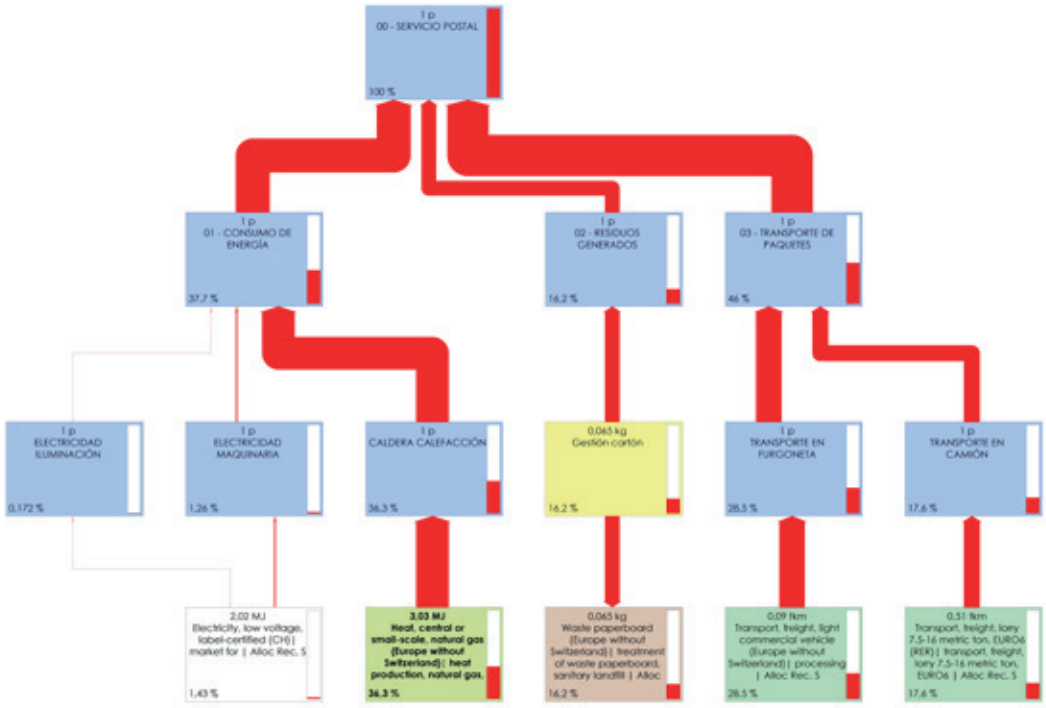

Figura 15 - Red de impactos – Servicio postal – Categoría cambio climático.

De esta manera, tras una interpretación de los resultados obtenidos, la empresa ha identificado el consumo de gas natural en la caldera de calefacción como el aspecto ambiental más significativo dentro del ciclo de vida del servicio.

Otros aspectos de relevancia en base al análisis, son los trayectos realizados en camión y en furgoneta, seguido por la gestión del residuo de cartón. Estas son las áreas con mayor potencial desde una perspectiva ambiental, por lo que los esfuerzos de mejora de la empresa deberán de estar orientados en la optimización de estos aspectos.

3.4 Aplicación a un servicio con producto

Como ejemplo de aplicación del análisis de ciclo de vida en un servicio con productos, se ha seleccionado el caso de una empresa de servicios de limpieza de cadenas hoteleras. El caso analizado se describe a continuación.

SERVICIO DE LIMPIEZA DE HOTELES

INFORMACIÓN TÉCNICA

En un año completo, la empresa consigue mantener limpios un total de 37.787.112 m^2, que es la superficie de los hoteles para que los que tienen contratado su servicio. Para ello necesita consumir los siguientes productos.

PRODUCTOS DE LIMPIEZA

- **Detergente:** 4.448 litros.
- **Desinfectante:** 1.326 litros.
- **Cera:** 655 litros.
- **Descalcificador:** 1.595 litros.
- **Jabón líquido:** 5.000 litros.

SUPUESTOS DE FUNCIONAMIENTO

- **Ropa de algodón:** 396,2 Kg.
- **Microfibra:** 112,66 Kg.
- **Bolsas de basura:** 711 Kg.
- **Papel de manos:** 8.029 Kg.
- **Papel higiénico:** 13.604 Kg.
- **Guantes de goma:** 16 Kg.

SERVICIO

Asociado al servicio, se consumen también 104.843 kWh de electricidad anualmente, que se estima que se reparten de la siguiente manera entre los siguientes conceptos:

- 32,4 % - Lavadoras.
- 48,5 % - Secadoras.
- 13,9 % - Recarga de baterías.
- 5,2 % - Máquinas de limpieza.

También se consumen 5.282, 436 m^3 de agua, de los cuales 3.889,44 m^3 son debidos a las lavadoras.

Cada año, se generan 5.282,463 m^3 de aguas residuales durante el servicio. Anualmente, también se generarán 8.029 Kg de residuos de papel, 727 Kg de residuos plásticos y 2.793 Kg de otros residuos.

TRANSPORTE DE EMPLEADOS

- Se ha contemplado dentro del alcance del análisis el transporte de los empleados hasta los hoteles en los que se ofrece el servicio de limpieza.
- La empresa dispone de 20 empleados, que hacen un recorrido promedio de 25 Km hasta llegar a los hoteles, durante 260 días al año. El 90,3 % de los empleados utiliza su propio automóvil para llegar hasta los hoteles, mientras que el 9,7 % restante se desplaza en autobús.

El primer paso de un análisis de ciclo de vida, consiste en definir los objetivos y el alcance del mismo, para poder pasar a recopilar la información relativa al inventario de ciclo de vida del servicio. En la situación concreta de un servicio, es muy importante hacer una reflexión sobre cuál es el sistema a analizar y la unidad funcional a la que deben de referenciarse los resultados del diagnóstico. Esta reflexión, aunque necesaria en todas las situaciones, es más sencilla de realizar en el caso del análisis de un producto, resultando más complicada, y por ello, necesaria de mayor dedicación, en el caso de un servicio.

Para este caso, la empresa ha considerado como referencia del estudio 1 año de su servicio de limpieza. Durante ese año, la empresa mantiene limpios 37.787.112 m^2, que es la superficie total de los hoteles que han contratado su servicio. Por lo tanto, al referir los resultados a 1 año completo, la empresa está calculando también el impacto ambiental de mantener limpios 37.787.122 m^2. Esta elección de unidad de referencia permitirá a la empresa tener una idea de sus impactos en relación con la cantidad de servicio que están ofreciendo a sus clientes.

Una vez recopilada toda la información sobre el inventario de materiales, consumos energéticos, emisiones y residuos anuales asociados al servicio, es necesario crear un modelo de ciclo de vida en una herramienta software de ACV. En este caso, la empresa ha utilizado la herramienta software *Simapro*, pero sería válido utilizar cualquier otro programa de entre los disponibles en el mercado.

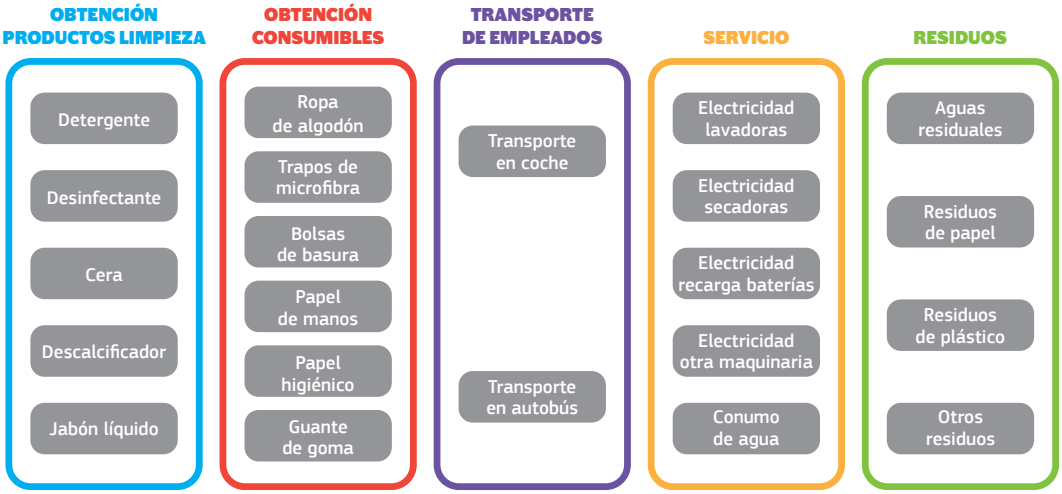

Figura 16 – Modelo de ACV – Servicio limpieza hoteles.

El modelo se ha organizado en base a las diferentes etapas del ciclo de vida en la que se ha dividido el servicio de limpieza. Dentro de cada etapa, se han creado módulos representando los conceptos principales que se consumen durante 1 año de limpieza, para que a la hora de interpretar el análisis los resultados, estos estén organizados de la misma manera.

En el escenario analizado, se ha realizado un inventario de todos los productos de limpieza que consume la empresa como detergentes, jabones, desinfectantes o cera, entre otros. Otros consumibles requeridos por los empleados de limpieza como ropa, guantes, trapos, bolsas de basura o papel, han sido incluidos en una sección diferente.

Además, en la etapa denominada "servicio", se han incluido otros aspectos como los consumos energéticos asociados a las lavadoras de textil, secadoras y demás maquinaria de limpieza. El consumo de agua en este tipo de empresas es un aspecto de relevancia, por lo que ha sido necesario incluirlo como un consumo más en la etapa de servicio.

Asociado a un servicio de limpieza, va a existir también un importante volumen de residuos sólidos y aguas residuales que deberán de ser gestionados adecuadamente. Estos conceptos también se incluirán en el programa informático.

Una vez elaborado el modelo de ciclo de vida en la herramienta, es posible calcular los impactos ambientales asociados al mismo desde una perspectiva multivectorial. Los resultados obtenidos son los siguientes.

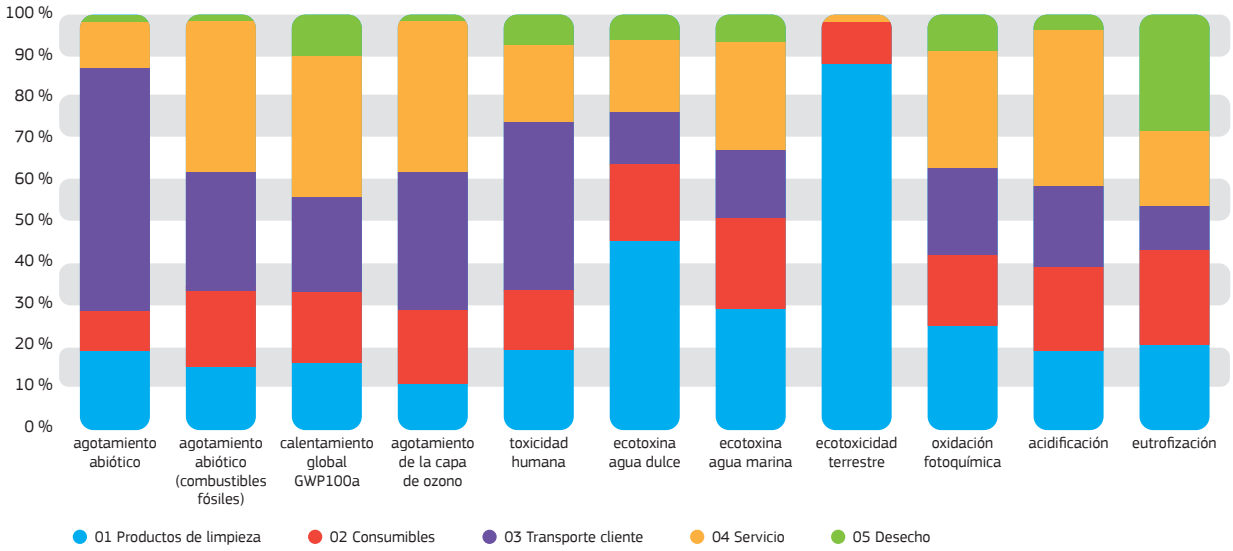

Figura 17 - Perfil ambiental – Servicio limpieza hoteles.

Cada una de las columnas del gráfico representa la evaluación hacia una categoría de impacto ambiental, mientras que cada color representa cada una de las fases de ciclo de vida que se han definido en el modelo. En el gráfico se puede apreciar como dependiendo de la categoría de impacto ambiental considerada, el perfil ambiental del servicio será distinto, cambiando la importancia relativa de cada una de las etapas sobre el total.

Este resultado es lógico, ya que cada uno de los elementos incluidos en el análisis, tendrá una repercusión hacia por ejemplo, la acidificación, que no tendrá por qué ser igual a su repercusión hacia el consumo de combustibles fósiles.

Esta figura también nos muestra que, a pesar de la variabilidad entre categorías, los impactos ambientales causados por el servicio están bastante repartidos entre las diferentes etapas del ciclo de vida.

A partir de aquí, las herramientas software de ACV nos permiten hacer un análisis exhaustivo de los resultados, ampliando el foco en las categorías, etapas del ciclo de vida, procesos o emisiones básicas que consideremos más relevantes. De esta forma, podemos obtener información detallada de, por ejemplo, cuáles son los procesos con mayor contribución hacia la categoría de cambio climático o las emisiones atmosféricas más relevantes hacia la categoría de destrucción de capa de ozono, etc.

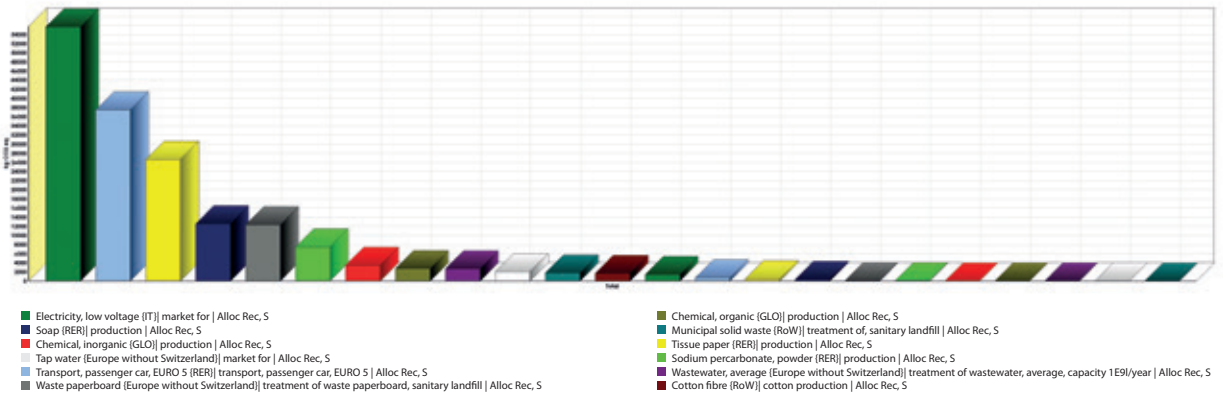

Figura 18 - Procesos más relevantes – Servicio limpieza hoteles – Categoría cambio climático.

Asimismo, es posible conocer no sólo el impacto ambiental de los componentes más relevantes del servicio, sino también dibujar su cadena de suministro, identificando el origen directo o indirecto de dichos impactos aguas arriba de las actividades de la empresa.

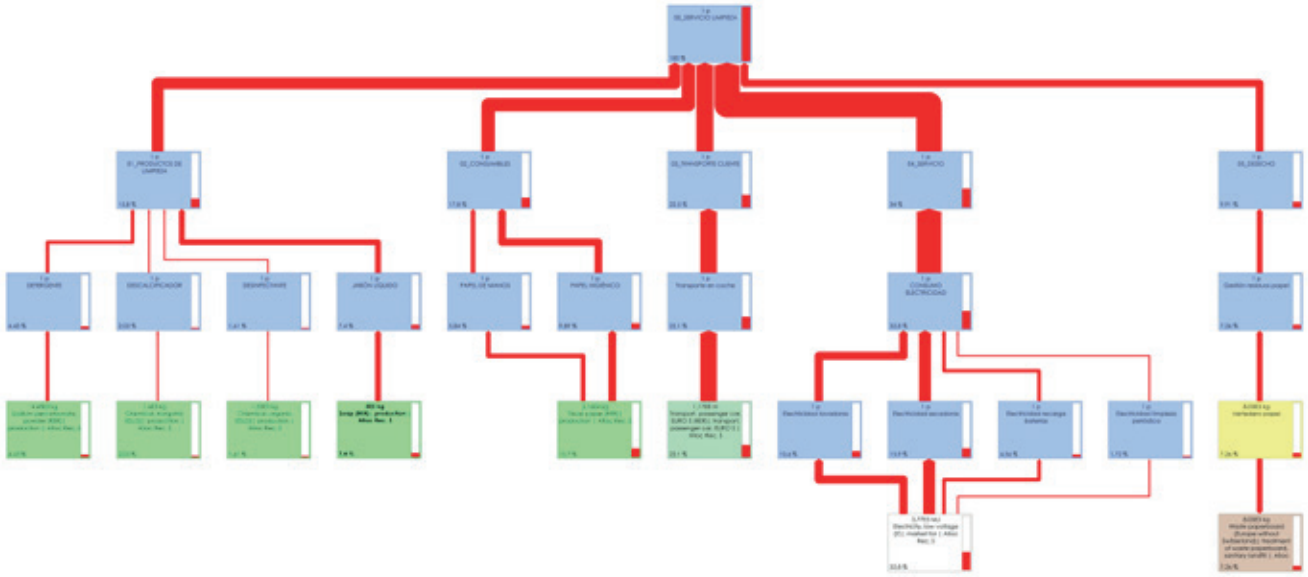

Figura 19 – Red de impactos – Servicio limpieza hoteles – Categoría cambio climático.

De esta manera, tras una interpretación de los resultados obtenidos, la empresa ha identificado el consumo de electricidad durante la limpieza como el aspecto ambiental más significativo dentro del ciclo de vida del servicio, principalmente por las secadoras y las lavadoras.

Otros aspectos de relevancia en base al análisis, son el transporte de empleados en coche, el consumo de papel higiénico y de manos, así como el consumo de jabón líquido. Estas son las áreas con mayor potencial desde una perspectiva ambiental, por lo que los esfuerzos de mejora de la empresa deberán de estar orientados en la optimización de estos aspectos.

EUSKO JAURLARITZA GOBIERNO VASCO

EKONOMIAREN GARAPEN,
JASANGARRITASUN
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD
Y MEDIO AMBIENTE

www.ihobe.eus
www.basqueecodesigncenter.net