

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE IMPACT ECO ACOUSTIC SYSTEM® Y OTRO SISTEMA ACÚSTICO

1. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO

En los últimos años, el aislamiento acústico en edificios está tomando una importancia relevante debido a las consecuencias que el ruido puede conllevar a la salud del individuo, ya que puede afectar a su condición psicofísica y a su capacidad para desarrollar las actividades normales como ser humano.

Con el objetivo de contener la contaminación acústica percibida en el interior de ambientes habitados y aumentar la sensación de bienestar, el Estado, a través del Documento Básico Habitabilidad Ruido (DB-HR; Orden VIV (948/2009) del Código Técnico de la Edificación (CTE; Real Decreto 1371/2007), ha impuesto el control de la transmisión acústica entre distintos habitáculos, atribuyendo límites de ruido (expresados en dB) según el uso previsto.

El uso de estructuras cada vez más ligeras en todo tipo de construcciones, y el aumento de ruido debido a la presencia de instalaciones, infraestructuras y sistemas de transporte, ha incrementado la exigencia de adoptar sistemas adecuados para reducir y controlar la transmisión acústica entre los distintos espacios habilitados.

Impact Eco Acoustic System® es un sistema acústico que, primeramente, cumple con las exigencias en cuanto a los límites de ruido que establece el Código Técnico de la Edificación (CTE) y por otro lado, es una estructura ligera compuesta en su mayoría por madera.

En consecuencia de lo explicado anteriormente, se ha realizado un estudio donde se lleva a cabo una comparativa de los impactos medioambientales que existen entre dos sistemas acústicos empleados actualmente en la construcción empleando la metodología de ACV. Por un lado, Impact Eco Acoustic System®, y por otro, el sistema acústico compuesto por manta acústica de polietileno reticulado más recrecido de mortero, ambos sistemas sobre forjado de hormigón.

Indicar que el motivo principal por el cual se ha decidido comparar con este sistema es su elevado nivel de implantación a día de hoy en construcción tanto en obra nueva como rehabilitación de edificios.

El presente estudio de ACV ha sido solicitado por la empresa *Impact Acoustic System S.L.*, por lo que los escenarios de ciclo de vida empleados se ciñen a las exigencias de la empresa.

2. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1.1. Objetivos del estudio

El presente estudio comparativo tiene el objetivo de evaluar y cuantificar los impactos medioambientales de dos sistemas acústicos que cumplen funciones equivalentes: *Impact Eco Acoustic System®* y manta acústica más recreado de mortero, a lo largo de su ciclo de vida y comparar sus impactos asociados.

Para ello se ha realizado un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) que sigue las normas internacionales UNE-EN ISO 14040:2006: *Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework*” e UNE-EN ISO 14044:2006: *Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines*.

En el caso del sistema acústico *Impact Eco Acoustic System®*, aprovechando el ACV realizado en el apartado 5, los módulos *Upstream* y *Core* se han desarrollado siguiendo las directrices específicas marcadas en el documento *Product category rules (PCR) for preparing an environmental product declaration (EPD) for Construction Products and construction services*, desarrollado por el *Internacional EPD consortium*, PCR 2012:01.

Para el otro sistema acústico no se han utilizado dichas directrices ya que partimos de datos más genéricos obtenidos principalmente de la base de datos *Ecoinvent v.2.2* y de otras BBDD, en concreto la base de precios de edificación y urbanización del Gobierno del País Vasco y base de precios de la construcción 2011-2012 de Cantabria.

2.1.2. Descripción de los sistemas acústicos

Los dos sistemas estudiados cumplen la función de aislante acústico en edificación cumpliendo con las exigencias vigentes en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

A continuación se van a describir en detalle ambos sistemas:

Sistema acústico Impact Eco Acoustic System®

El suelo acústico Impact Eco Acoustic System® surge ante la necesidad de aislar los ruidos de impacto, aéreos y vibraciones generados en las viviendas y/o locales comerciales y/o oficinas.

El sistema de suelo acústico Impact Eco Acoustic System® está formado por rastreles de madera, normalmente de pino u otras coníferas, sometida a un tratamiento de durabilidad “Riesgo 3” y unas dimensiones de 2500 milímetros de longitud, 50 mm de ancho y 30 mm de alto, que han sido mecanizados para alojar en su interior unos cauchos (antivibratorios) de aislamiento acústico para bajas frecuencias (la longitud del rastrel puede variar según las necesidades del cliente pero la medida estándar es la indicada anteriormente). En su cara inferior lleva adherida una cinta acústica de espuma elastomérica a base de caucho sintético.

El sistema de suelos y cubiertas Impact Eco Acoustic System® está patentado y sus propiedades amortiguadoras del ruido están acreditados por mediciones in-situ realizadas por laboratorio que posee la acreditación ENAC (Los ensayos han sido realizados según norma UNE-EN ISO 140-3 y UNE-EN ISO 717-1 para aislamiento acústico a ruido aéreo y UNE-EN ISO 140-6 y UNE-EN ISO 717-2 para aislamiento a ruido de impacto. (Su instalación se realiza de forma convencional por lo que no necesita instrucciones complejas para su instalación. Para ello se colocan unos tacos o calces de nivelación e introduciendo el clavo o tirafondo a utilizar junto con una arandela por el orificio del tapón de caucho para su fijación al forjado).

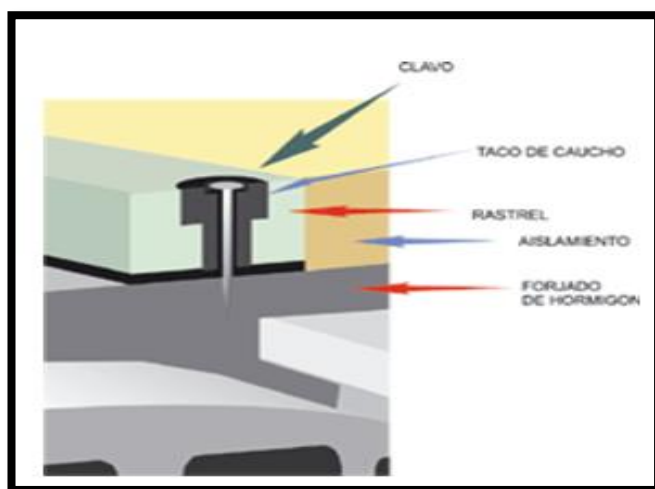
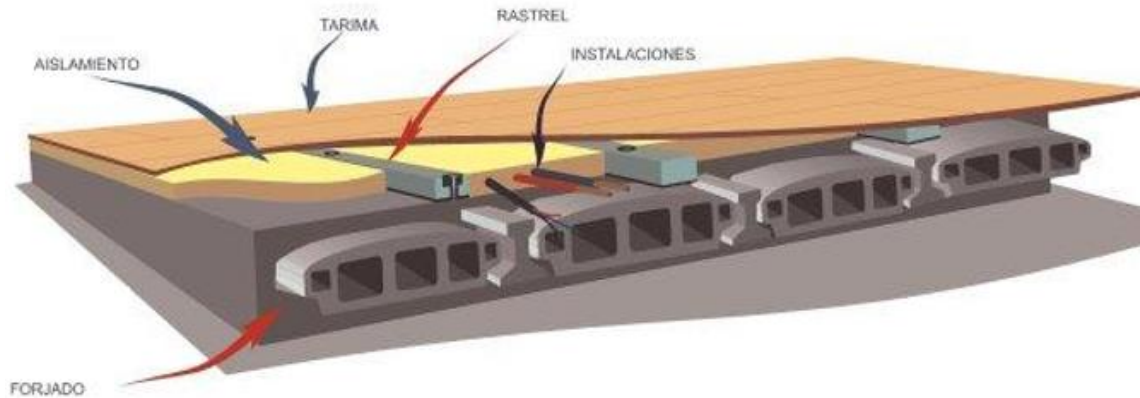


Imagen 1: Esquema de instalación de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: Impact Acoustic System S.L.)

De esta forma el rastrel queda desolidarizado del forjado primitivo mediante la banda de aislamiento y al introducir el clavo dentro del caucho, este queda desolidarizado del rastrel. Así interrumpimos la continuidad de las ondas sonoras en su camino hacia el forjado.



*Imagen 2: Esquema de instalación de Impact Eco Acoustic System® en suelos
(Fuente: Impact Acoustic System)*

Si la superficie de terminación fuera moqueta, parquet, cerámica o estratificado, colocaríamos sobre el rastrel un tablero de DM (densidad media) o aglomerado y sobre este el suelo final. También se puede colocar entre los espacios que existen entre los rastreles, otro tipo de aislamiento, como lana de roca o vidrio para mejorar el aislamiento acústico.

Sistema acústico manta acústica más recrecido de mortero

Este sistema acústico es de los más empleados en la actualidad y consta por un lado de recrecido de mortero y por otro manta acústica. Existen diversos tipos de ambos materiales y espesores, pero para este estudio en concreto, se han seleccionado los siguientes:

- Recreido de mortero M5 con espesor de 7 cm. Mencionar que el mortero a su vez está compuesto por cemento y arena (en seco).
- Manta acústica *Impactodan 5* (marca *Danosa*). Son láminas flexibles de polietileno reticulado de 5 mm de grosor.

El sistema acústico posee el siguiente campo de aplicación:

- Aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto en forjados entre distintos usuarios en edificios residenciales públicos o privados, como viviendas, hospitales, etc.

- Complemento al aislamiento de suelos flotantes para bajas, medias y altas frecuencias en todo tipo de locales comerciales en edificios terciarios o en bajos comerciales de edificios residenciales como restaurantes, supermercados, locales musicales, etc.
- En rehabilitación de suelos en viviendas.

El sistema consiste en colocar sobre el forjado, primeramente la manta acústica y posteriormente el recredido de mortero. Antes de verter el mortero se comprobará que el material de la capa más superficial sea totalmente continuo en toda la superficie, que este solapado en las paredes verticales, y que envuelva totalmente los pilares y las instalaciones que vayan por el suelo o atraviesen éste. Las fases de instalación serían las siguientes:

- Extender manta acústica
- Sellar solape
- Solape vertical
- Proteger instalaciones
- Revisar
- Verter el mortero

Se utilizarán cinta de solape de polietileno reticular autoadhesivo de 3 mm de espesor, que sujeten la lámina entre sí y cinta de desolidarizado perimetral de polietileno reticular autoadhesivo de 3 mm de espesor que desolidaricen de forjados, pilares, instalaciones u otro elemento estructural del mortero y solado.

En la siguiente imagen se muestra de forma visual cómo va colocado el sistema acústico:

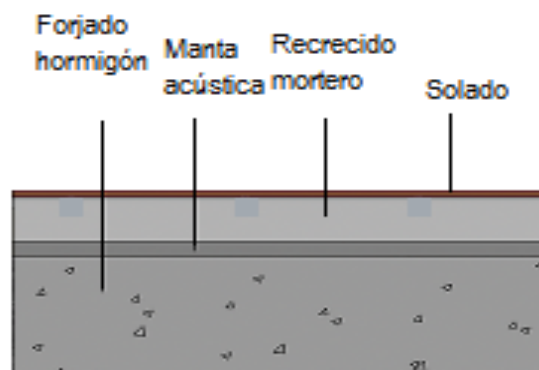


Imagen 3: Esquema colocación del sistema de manta acústica más recredido de mortero (Fuente: elaboración propia)

2.1.3. Alcance del estudio

Unidad funcional

La unidad funcional es una medida del comportamiento de las salidas funcionales de un sistema y su propósito es proporcionar una referencia para las entradas y salidas del mismo. Esta referencia es necesaria para asegurar que la comparación de los dos sistemas se hace sobre una base común. La unidad funcional seleccionada deberá estar definida y ser mensurable.

En nuestro caso la unidad funcional que se ha elegido es la siguiente: un metro cuadrado (1 metro x 1 metro) de superficie construido sobre forjado de hormigón en un edificio de 50 años de vida útil.

Se ha considerado que en un metro cuadrado de superficie se emplea, teniendo en cuenta los rendimientos del material, las siguientes cantidades:

- Sistema Impact Eco Acoustic System®: 3,2 metros lineales (0,2 metros lineales se consideran como pérdidas en instalación).
- Sistema manta acústica de 5 mm de espesor y recrecido de mortero M5 de 7 cm de grosor: 1,05 metros cuadrados de manta acústica (0,05 metros cuadrados se pierden en instalación) y 1 metro cuadrado de recrecido de mortero.

De modo resumido, en las siguientes tablas quedan recogidas por peso las diferentes materias primas de las cuales se compone Impact Eco Acoustic System® y el otro sistema acústico a comparar:

<i>Materiales principales por 1 m² de superficie construida</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Rastrel madera	2,59E+00	9,67E+01
Tapón caucho	5,60E-02	2,08E+00
Cinta acústica	4,30E-02	1,21E+00
Fleje	5,70E-4	2,12E-02
Total	2,69E+00	1,00E+02

Tabla 1: Materias primas necesarias para la fabricación de Impact Eco Acoustic System® en 1 m² de superficie construida (Fuente: elaboración propia).

Materiales principales por 1 m² de superficie construida		Peso (Kg)	Porcentaje (%)
Recrecido de mortero	Cemento	1,75E+01	1,24E+01
	Arena silícea	1,23E+02	8,75E+01
Manta acústica	Polietileno reticulado	1,42E-01	9,90E-02
Total		1,41E+02	1,00E+02

Tabla 2: Materiales principales del sistema manta acústica y recrecido de mortero en 1 m² de superficie construida (Fuente: elaboración propia).

Límites del sistema

Los límites del sistema deben ser coherentes con los objetivos del estudio y establecen cuales son los procesos unitarios que se deben incluir dentro del ACV.

Los límites de este ACV comparativo para llevar un orden claro y seguir la misma línea del ACV de Impact Eco Acoustic System® del apartado anterior, se han definido siguiendo las indicaciones del PCR 2012:01.

Existen varios alcances en cuanto a los límites del sistema seleccionados en función de la unidad funcional, los más habituales son los siguientes:

- Enfoque de la cuna a la puerta.
- Enfoque de la cuna a la tumba.
- Enfoque de la cuna a la cuna.

El presente estudio se ha realizado con enfoque de la cuna a la tumba, es decir, se ha analizado el impacto desde la extracción de materiales hasta la disposición final. Por lo tanto, el sistema va a incluir los módulos *Upstream*: A1, *Core*: A2-A3 y *Downstream*: A4-A5, B1-B5 y C1-C4. Aunque se traten ambos de sistemas cuya única función es la del aislamiento acústico, se ha decidido no declarar la etapa B6) Uso de energía operacional y B7) uso de agua operacional. En cuanto al resto de fases B1-B5, relacionadas con la etapa del uso, y C3-C4 de tratamiento de residuos (marcadas con "X*" en la siguiente imagen), se han declarado pero se ha considerado que el impacto asociado a todas ellas es nulo. Por último comentar que tampoco se ha declarado el módulo D) recuperación de los recursos.

Product stage			Construction process stage		Use stage							End of life stage				Resource recovery stage
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Construction installation	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X*	X*	X*	X*	X*	MND	MND	X	X	X*	X*	MND

Imagen 4: Límites del sistema generales indicados en el PCR. Se remarcan los módulos incluidos en el alcance del presente estudio. (MND=Módulo no declarado). (Fuente: elaboración propia a partir del PCR 2012:01).

Estimaciones

Es necesario concretar varios puntos relativos al alcance y límites del sistema:

Impact Eco Acoustic System®

- No se incluyen los procesos de fabricación de los bienes de equipo ni repuestos y/o mantenimientos con una vida superior a tres años, salvo la broca que se usa en el taladro como consumible.
- No se considerará el impacto causado por las personas (actividades comunes, desplazamientos de trabajo...).
- Los procesos asociados a cada material están incluidos de manera intrínseca en los indicadores de la base de datos de *Ecoinvent v2.2* empleados en la realización del ACV.
- El horizonte temporal de validez otorgado a los datos recopilados se sitúa en un año en los módulos *Upstream* y *Core*. En el *Downstream* se ha trabajado con un escenario de vida hipotético concreto.
- Las densidades de la madera varían mucho, tanto entre procesos como entre épocas del año. Para este análisis las densidades consideradas han sido:
 - Pino seco 540 Kg/m³.
 - Pino húmedo: 1000 Kg/m³.

- El impacto ambiental del transporte externo, se ha calculado mediante camiones y furgonetas de la base de datos *Ecoinvent v2.2*, los cuales se han escogido para reflejar el escenario más real posible.

Sistema de manta acústica más recrecido de mortero

- No se incluyen los procesos de fabricación de los bienes de equipo ni repuestos y/o mantenimientos con una vida superior a tres años.
- No se considerará el impacto causado por las personas (actividades comunes, desplazamientos de trabajo...).
- Los procesos asociados a cada material están incluidos de manera intrínseca en los indicadores de la base de datos de *Ecoinvent v2.2* empleados en la realización del ACV.
- Como se emplean indicadores genéricos de la BBDD *Ecoinvent v2.2*, el horizonte temporal de validez otorgado a los datos recopilados son los establecidos en dicha base de datos.
- El impacto ambiental del transporte externo, se ha calculado mediante camiones y trenes de la base de datos *Ecoinvent v2.2*, los cuales se han escogido para reflejar el escenario más real posible.

Crterios de corte

Impact Eco Acoustic System®

Se ha incluido todo salvo el consumo de luz empleado en la nave de fabricación y transportes internos de la empresa por considerarse ambos insignificantes. Tampoco se han tenido en cuenta los calzos de madera empleados para la nivelación en la instalación del sistema. Y aparte, no se considera ningún otro material, como tablero DM o aglomerado, que en ocasiones puede ser necesario según el tipo de solado final que se vaya a colocar, ni otros materiales acústicos complementarios como puede ser la lana de roca o vidrio. Los residuos y gestión generados en obra no se consideran por ser despreciables.

Sistema de manta acústica más recrecido de mortero

En el otro sistema acústico alternativo, no se ha considerado la etapa correspondiente al transporte de materias primas al centro de fabricación de la manta acústica por falta de información. Tampoco se ha tenido en cuenta la gestión de los residuos en la fase de fabricación de las materias primas por falta de datos, ni el material necesario para la fijación de la manta acústica como puede ser la cinta de solape o cinta desolidarizado perimetral. Los residuos y gestión generados en obra no se consideran por ser despreciables.

Fuentes de datos, requisitos de calidad de los datos e hipótesis planteadas

Impact Eco Acoustic System®

Todos los datos referidos a los consumos de los procesos internos y externos provienen de mediciones in situ como fuente prioritaria, pero en el caso de no disponer de dichos datos se ha recurrido a obtenerlos mediante estimaciones, todos ellos son representativos de un funcionamiento normal y actual de la fabricación del producto estudiado. Las estimaciones y mediciones corresponden a los consumos eléctricos de todas las etapas del proceso, consumos de materias primas, de repuestos en las máquinas del proceso.

Los datos referidos al transporte desde la fábrica hasta la obra, se han calculado con datos medios de todas las entregas del año 2015. Y para la etapa de *Downstream* se han utilizado datos en base a unas hipótesis planteadas que han sido proporcionadas por la empresa *Impact Acoustic System S.L.*

Las fuentes de energía eléctrica empleada para el consumo energético son dos, por un lado, en la fase *Upstream* y *Downstream* se ha empleado el mix eléctrico nacional del año 2015 y para el *Core* se ha empleado el mix eléctrico de la empresa correspondiente al periodo de 2015. Los cálculos para obtener dicho mix están explicados en el apartado anterior.

Distribución	%
CARBÓN	20,3
OIL	0
GAS	10,6
HIDRAÚLICA	11,1
NUCLEAR	21,7
SOLAR	5,2
EÓLICA	19,1
GN - CICLO COMBINADO	10
RESTO ESPECIAL	2
BIOGÁS	0
GEOTÉRMICA	0

Tabla 3: Mix eléctrico nacional año 2015 (Fuente: REE)

Distribución	%
CARBÓN	16,39
OIL	1,45
GAS	7,32
HIDRAÚLICA	13,59
NUCLEAR	17,04
SOLAR	6,37
EÓLICA	23,38
GN - CICLO COMBINADO	10,7
RESTO ESPECIAL	3,76
BIOGÁS	0
GEOTÉRMICA	0

Tabla 4: Mix eléctrico empresa Impact Acoustic System año 2015. (Fuente: elaboración propia)

Etapa de producto (A1-A3)

Upstream:

- A1: Suministro de materias primas

Se incluye la extracción y transformación de materias primas y energía que ocurre aguas arriba del proceso de producción. En este caso las materias primas principales empleadas son:

- Rastrel de madera
- Tapón de caucho
- Cinta acústica de caucho sintético.

Como material auxiliar para la agrupación de del producto en pack de 3x3 se emplea fleje de polipropileno.

Core:

- A2: Transporte desde el proveedor hasta la planta de producción

Las materias primas y consumibles se transportan hasta el centro de fabricación. El modelado incluye transporte por carretera en el caso de las materias primas de Impact Eco Acoustic System® (para ver el tipo de transporte y distancia ver Tabla 16 en el apartado anterior).

- A3: Producción

Este módulo incluye la producción del producto y también se incluye la gestión de cualquier residuo generado en esta etapa. Como ya se ha

mostrado anteriormente, la producción de Impact Eco Acoustic System® consiste en las siguientes fases:

- Perforación del rastrel de madera con taladro CNC.
- Colocación manual de cinta acústica.
- Colocación manual de tapones de caucho.
- Flejado en packs de 3x3.

Downstream

Etapa de construcción (A4-A5)

- A4: Transporte hasta el lugar de instalación

Para Impact Eco Acoustic System® se ha considerado la distancia media que se realizó durante el periodo de 2015.

Parámetro	Unidad
Tipo de transporte	Camión de transporte 16-32 tn EURO 4
Distancia	28,764 Km
Utilización de la capacidad	100% volumen

Tabla 5: Características del transporte hasta la obra Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia).

- A5: Etapa de instalación

Partimos de la base de que la construcción es sobre forjado de hormigón. En el caso de Impact Eco Acoustic System®, su instalación consiste en hacer una perforación con taladro percutor de 800W en el suelo donde luego irá alojado el clavo de hierro en el interior del tapón de caucho. También son necesarias las arandelas que irán colocadas entre el clavo y el tapón de caucho. Los clavos son colocados con martillo manual.

Etapa de uso (B1-B5)

Para esta etapa consideramos que no existe ningún impacto asociado, ya que su uso no es necesario realizar ningún tipo de mantenimiento o recambio. Por lo que el valor asignado a todas estas fases será de cero.

Etapa de fin de vida (C1-C4)

- C1: Demolición

En el caso de Impact Eco Acoustic System®, la demolición consiste en cortar con una rotaflex de 800 W los clavos que unen el rastrel al suelo.

- C2: Transporte al centro de tratamiento de residuos

Se ha considerado una distancia al lugar de disposición final de 20 Km en camión.

- Parámetro	Unidad
Tipo de transporte	Camión de transporte 7,5-16 tn EURO 4
Distancia	20 Km
Utilización de la capacidad	100% volumen

Tabla 6: Características del transporte hasta la planta de gestión para Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

- C3-C4: Tratamiento para reutilización, reciclado o rehabilitación y disposición final

Vamos a considerar que los materiales son separados en obra después de su demolición y antes de su reciclaje no necesitan ningún tratamiento previo, así que el valor para estas fases será nulo.

Manta acústica más recrecido de mortero

En este caso, tanto los datos como los consumos energéticos se han obtenido a través de fichas técnicas de producto, bases de datos de *Ecoinvent* v.2.2 y “Bases de Precios de Construcción y Urbanización del Gobierno Vasco” y “Bases de Precios de Construcción en Cantabria año 2011-2012”.

En el transporte de proveedor hasta el centro de fabricación del mortero se ha obtenido de la base de datos de *Ecoinvent* v2.2 y para el resto de transportes se ha tomado las mismas distancias y tipo de camión que para el sistema Impact Eco Acoustic System®.

Las fuentes de energía eléctrica empleada para el consumo energético en las fases *Upstream*, *Core* y *Downstream* se ha empleado el mix eléctrico nacional del año 2015.

Etapas del producto (A1-A3)

Upstream

- A1: *Suministro de materias primas*

Se incluye la extracción y transformación de materias primas y energía que ocurre aguas arriba. Como materiales que componen el sistema están:

- Manta acústica de polipropileno reticulado de 5mm.
- Recrecido de mortero compuesto a su vez de cemento y arena silícea. Para el consumo eléctrico en la fabricación del mortero se emplea el mix nacional del año 2015.

Core

- A2: Transporte desde el proveedor hasta la planta de producción

Las materias primas se transportan hasta la fábrica. El modelado, que ha sido obtenido de la BBDD *Ecoinvent* incluye transporte por carretera y ferrocarril para el caso del mortero. (El transporte de la manta acústica no lo tenemos en cuenta, ya que no se disponen de datos y se ha estimado despreciable).

- A3: Producción

Este módulo incluye la producción del producto y su empaquetado. En la producción del recrecido de mortero y manta acústica se emplean los datos aportados por la base de datos *Ecoinvent* versión 2.2 (no se tiene en cuenta la gestión de los residuos generados).

Downstream

Etapa de construcción (A4-A5)

- A4: Transporte hasta el lugar de instalación

En este sistema se ha empleado la misma distancia y tipo de transporte que para Impact Eco Acoustic System®. (Ver Tabla 31)

- A5: Etapa de instalación

La manta acústica se coloca manualmente y para el recrecido de mortero se tiene en cuenta la energía total empleada para su instalación, desde la hormigonera hasta su bombeo y nivelación (el consumo de esta etapa se considera eléctrico en su totalidad).

Etapa de uso (B1-B5)

Esta etapa consideramos que no existe ningún impacto asociado como ocurre en el caso de Impact Eco Acoustic System®.

Etapa de fin de vida (C1-C4)

- C1: Demolición

Para la demolición del recredido de mortero se emplea un martillo-compresor de 32 CV eléctrico y la manta acústica se quita manualmente.

- C2: Transporte al centro de tratamiento de residuos

- Parámetro	Unidad
Tipo de transporte	Camión de transporte 7,5-16 tn EURO 4
Distancia	20 Km
Utilización de la capacidad	100% volumen

Tabla 7: Características del transporte hasta la planta de gestión del sistema de manta acústica más recredido de mortero (Fuente: elaboración propia)

Se ha considerado una distancia al lugar de disposición final de 20 Km en camión

- C3-C4: Tratamiento para reutilización, reciclado o rehabilitación y disposición final

Vamos a considerar que los materiales son disgregados en obra después de su demolición y antes de su reciclaje no necesitan ningún tratamiento previo, así que el valor para estas fases será nulo.

3. INVENTARIO DE CICLO DE VIDA

Este apartado se ha realizado siguiendo los criterios y requisitos de la UNE-EN ISO 14044:2006. Se han cuantificado las entradas y salidas de cada una de las etapas del ciclo de vida de cada uno de los sistemas acústicos.

3.1.1. Datos generales

A continuación se muestra una tabla resumen con los datos más relevantes de los sistemas acústicos a comparar:

	Impact Eco Acoustic System®	Manta acústica + recrecido de mortero	
		Manta acústica 5 mm	Recrecido de mortero M5 7 cm
Unidad funcional	Un metro cuadrado de superficie construida (1 metro x 1 metro) sobre forjado de hormigón en edificio de 50 años de vida útil		
Cantidad necesaria	3,2 metros lineales ⁽¹⁾	1,050 m ²⁽²⁾	1 m ²
Peso	2,691 Kg	0,142 Kg	140,7 Kg
Volumen	0,00528 m ³	0,00525 m ³	0,07 m ³
	-	27 kg/m ²	2010 Kg/m ³⁽³⁾
Materiales	Madera, caucho y cinta acústica de espuma de caucho sintético	Polietileno reticulado	Cemento y arena silícea

Tabla 8: Datos generales de los sistemas acústicos a comparar. (1) Rendimiento 1,067 ml. (500 mm ancho y 303 mm alto). (2) Rendimiento 1,050 m². (3) Densidad en seco. (Fuente: elaboración propia)

3.1.2. Inventario de Ciclo de Vida de Impact Eco Acoustic System®

En este apartado se muestra el inventario de todos los materiales, procesos y transportes que se han tenido en cuenta para cada una de las fases del ciclo de vida de Impact Eco Acoustic System®.

Para cada fase, se listan las entradas (consumo de material primas y energía) necesarios en dicha fase, así como los residuos generados.

Upstream

A1) Suministro de materias primas

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Rastrel de madera		
Trabajo forestal		
Pino radiata	8,13E-03	m ³
Talado	8,13E+00	kg
Carga camión		
Diesel	3,23E-02	MJ
Transporte	1,45E-01	tkm
<i>Descarga camión</i>		
Diesel	3,23E-02	kg
Aserradero		
Primera transformación		
Electricidad	5,83E-01	kWh
Tratamiento fungicida		
Motor balsa		
Electricidad	5,00E-04	kWh
Balsa tratamiento fungicida		
Mirecide TC/94		
IPCB	7,14E-05	kg
Propiconazol	4,44E-05	kg
Disolvente	5,77E-04	kg
Secado técnico		
Triturado madera		
Electricidad	1,06E-02	kWh
Secadero Mahill	5,65E+00	MJ
Ventiladores		
Electricidad	1,16E+00	kWh
Segunda transformación		
Electricidad	5,94E-02	kWh
Tratamiento R3		
Motor balsa		
Electricidad	3,19E-04	kWh
Balsa tratamiento R3		
AQ Corpol		
Cloruro amonio	2,60E-04	kg
Carbonato de cobre	9,74E-04	kg
Ácido Bórico	2,16E-04	kg
Disolvente	3,96E-03	kg
Tapón caucho GLAC01		
Material		
Elastómero	5,91E-02	kg
Negro carbono	9,86E-03	kg
Carga blanca	9,86E-03	kg

Plastificante	3,58E-03	kg
Oxido Zinc	1,79E-03	kg
Acido esteárico	1,79E-03	kg
Varios	3,58E-03	kg
Proceso vulcanizado		
Electricidad	7,00E-02	kWh
Packaging		
Cartón	2,05E-03	kg
Plástico	2,09E-05	kg
Cinta Armatec		
Materiales		
Rubertec SC		
Material	3,24E-02	kg
Proceso	3,24E-02	kg
Adhesivo malla TF7/60		
Papel siliconado	1,28E-02	kg
Soporte malla poliéster	1,28E-03	kg
Base adhesiva Acrílico modificado	9,60E-03	kg
Procesos		
Máquina adhesivar		
Electricidad	3,67E-03	kWh
Máquina corte		
Electricidad	4,40E-03	kWh
Packaging		
Cartón	5,20E-03	kg
Papel siliconado	1,93E-04	kg
Plástico	3,34E-04	kg

Tabla 9: ICV módulo Upstream de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

Core

A2) Transporte hasta instalaciones de fabricación

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Transporte rastrel	9,05E-01	tkm
Transporte Tapón GLAC-01	6,42E-03	tkm
Transporte Cinta Armatec	3,79E-02	tkm
Transporte fleje	5,70E-06	tkm
Transporte broca		
Azkoitia-Eibar	4,29E-07	tkm
Eibar-Basauri	8,54E-07	tkm
Basauri-Galdakao	2,00E-07	tkm

Tabla 10: ICV fase A2 de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia).

A3) Proceso de fabricación

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Taladro CNC		
Electricidad	6,77E-02	kWh
Consumibles		
<i>Broca taladro</i>		
Materiales		
Acero		
Acero alta aleación	1,56E-05	kg
Procesos		
Acero en barra	1,56E-05	kg
Carbono tungsteno		
Proceso	3,49E-06	kg
Proceso		
Electricidad	4,72E-03	kWh
Packaging		
Material PP	2,31E-06	kg
Proceso	2,31E-06	kg
Flejadora		
Electricidad	7,90E-05	kWh
Consumibles		
Plástico fleje	5,69E-04	kg
Proceso	5,69E-04	kg
Gestión residuos		
Virutas		
Transporte	4,76E-04	tkm
Proceso reutilizar	3,40E-02	kg
Plástico		
Bolsa tapones	2,09E-04	kg
Caja PP	3,87E-05	kg
Film cinta armatec	3,34E-04	kg
Papel siliconado	1,93E-04	kg
Cartón		
Carton tapones	2,05E-03	kg
Cartón cinta Armatec	5,20E-03	kg
Broca	1,91E-05	kg

Tabla 11: ICV fase A3 de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

Downstream

A4) Transporte a obra

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Transporte camión	7,64E-02	tkm

Tabla 12: ICV fase A4 de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

A5) Instalación en obra

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Material		
Clavos hierro		
Material	2,27E-01	kg
Proceso	2,27E-01	kg
Arandelas		
Material y proceso	1,34E-02	kg
Herramientas		
Taladro percutor		
Electricidad	9,34E-03	kWh

Tabla 13: ICV fase A5 de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

C1) Demolición

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Rotaflex		
Electricidad	7,47E-03	kWh

Tabla 14: ICV fase C1 de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia).

C2) Transporte gestor

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Transporte camión	5,05E-02	tkm

Tabla 15: ICV fase C2 de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia).

C3-C4) Tratamiento y disposición final

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Impact Eco Acoustic System	2,52E+00	kg
Clavos	2,27E-01	kg
Arandelas	1,34E-02	kg

Tabla 16: ICV fase C3-C4 de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia).

En este apartado se muestra el inventario de todos los materiales, procesos y transportes que se han tenido en cuenta para cada una de las fases del ciclo de vida del sistema acústico de manta acústica más recrecido de mortero.

Al igual que en el caso del sistema Impact Eco Acoustic System®, para cada fase, se listan las entradas (consumo de materias primas y energía) necesarias para cada una de ellas.

3.1.3. Inventario de Ciclo de Vida del sistema de manta acústica más recrecido de mortero

Upstream

A1) Suministro de materias primas

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Manta acústica		
PP reticulado	1,42E-01	kg
Mortero M5		
Cemento	1,75E+01	kg
Arena silícea	1,23E+02	kg

Tabla 17: ICV módulo Upstream del sistema manta acústica más recrecido de mortero (Fuente: elaboración propia)

Core

A2) Transporte hasta instalaciones de fabricación

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Mortero		
Tren	1,41E+00	tkm
Camión	1,97E+00	tkm

Tabla 18: ICV fase A2 del sistema manta acústica más recrecido de mortero (Fuente: elaboración propia)

A3) Proceso de fabricación

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Mortero M5		
Electricidad	3,91E+00	kWh
Packaging	1,41E+02	kg
Manta acústica		
Proceso	1,42E-01	kg

Tabla 19: ICV fase A3 del sistema manta acústica más recrecido de mortero (Fuente: elaboración propia)

Downstream

A4) Transporte a obra

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Transporte camión	4,05E+00	tkm

Tabla 20: ICV fase A4 del sistema manta acústica más recrecido de mortero (Fuente: elaboración propia)

A5) Instalación en obra

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Hormigonera		
Agua	1,79E+01	kg
Energía		
Electricidad	2,45E-01	kWh

Tabla 21: ICV fase A5 del sistema manta acústica más recrecido de mortero
(Fuente: elaboración propia)

C1) Demolición

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Demolición mortero		
Electricidad	3,34E+00	kWh

Tabla 22: ICV fase C1 del sistema manta acústica más recrecido de mortero
(Fuente: elaboración propia)

C2) Transporte gestor

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Transporte camión		
	2,82E+00	tkm

Tabla 23: ICV fase C2 del sistema manta acústica más recrecido de mortero.
(Fuente: elaboración propia).

C3-C4) Tratamiento y disposición final

FLUJO	VALOR	UNIDAD
Manta	1,42E-01	kg
Mortero	1,41E+02	kg

Tabla 24: ICV fases C3-C4 del sistema manta acústica más recrecido de mortero. (Fuente: elaboración propia).

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EICV)

La metodología utilizada en este estudio para evaluar los impactos ambientales es la CML 2011 (versión 4.1 año 2014), es decir, la misma que ha sido utilizada en el ACV de Impact Eco Acoustic System® realizado en el apartado anterior.

CATEGORIA DE IMPACTO	Unidad de medida
Potencial de Calentamiento Global / Cambio Climático	kg CO ₂ equiv.
Disminución de la capa de Ozono	kg CFC-11 equiv.
Potencial de acidificación	kg SO ₂ equiv.
Eutrofización de las aguas	kg PO ₃ ⁴⁻ equiv.
Creación de Ozono Troposférico / Smog	kg C ₂ H ₄ equiv
Agotamiento de recursos abióticos	Kg de antimonio
Agotamiento de recursos abióticos	MJ

Tabla 25: Categorías de impacto ambiental analizados en estudio comparativo (Fuente: PCR 2012:01)

Cada una de las categorías de impacto ya se ha explicado en anteriormente.

5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los objetivos de la fase de interpretación son, analizar los resultados, establecer conclusiones, explicar las limitaciones y emitir recomendaciones basadas en los resultados de las fases precedentes del estudio de ACV, además de informar sobre los resultados de la interpretación del estudio de manera transparente. La fase de interpretación del ciclo de vida trata también de ofrecer una presentación comprensible, completa y consistente de los resultados de un ACV de acuerdo con la definición de objetivos y alcance del estudio.

5.1.1. Resultados Impact Eco Acoustic System®

Los impactos ambientales calculados de acuerdo con las metodologías de evaluación ambiental CML 2011 para Impact Eco Acoustic System® son los siguientes:

INDICADOR	TOTAL	UNIDAD
Calentamiento global	1,80E+00	(kg CO₂ eq.)
Destrucción capa ozono	1,77E-07	(kg CFC-11 eq.)
Acidificación	1,03E-02	(kg SO₂ eq.)
Eutrofización	3,00E-03	(kg PO₄ eq.)
Oxidación fotoquímica	7,67E-04	(kg Etileno eq.-C₂H₄)
Agotamiento recursos abióticos	1,62E-02	(elementos) (kg Antimonio eq.)
Agotamiento recursos abióticos	3,35E+01	(Fossil) (MJ)

Tabla 26: Impactos ambientales totales por categoría de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

En la siguiente tabla aparecen los resultados desglosados en los diferentes módulos de *Upstream*, *Core* y *Downstream*:

INDICADOR	Upstream	Core	Downstream	Unidad
Calentamiento global	1,14E+00	1,35E-01	5,21E-01	(kg CO₂ eq.)
Destrucción capa ozono	1,29E-07	1,77E-08	3,02E-08	(kg CFC-11 eq.)
Acidificación	7,70E-03	5,95E-04	1,96E-03	(kg SO₂ eq.)
Eutrofización	1,86E-03	1,50E-04	9,82E-04	(kg PO₄ eq.)
Oxidación fotoquímica	5,02E-04	2,44E-05	2,41E-04	(kg Etileno eq.-C₂H₄)
Agotamiento recursos abióticos	1,10E-02	1,01E-03	4,17E-03	(elementos) (kg Antimonio eq.)
Agotamiento recursos abióticos	2,28E+01	2,09E+00	8,60E+00	(Fossil) (MJ)

Tabla 27: Impactos ambientales desglosados en *Upstream*, *Core* y *Downstream* y por categoría de impacto de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos, se ha tomado como ejemplo la categoría de impacto de Calentamiento Global (kg CO₂ eq.):

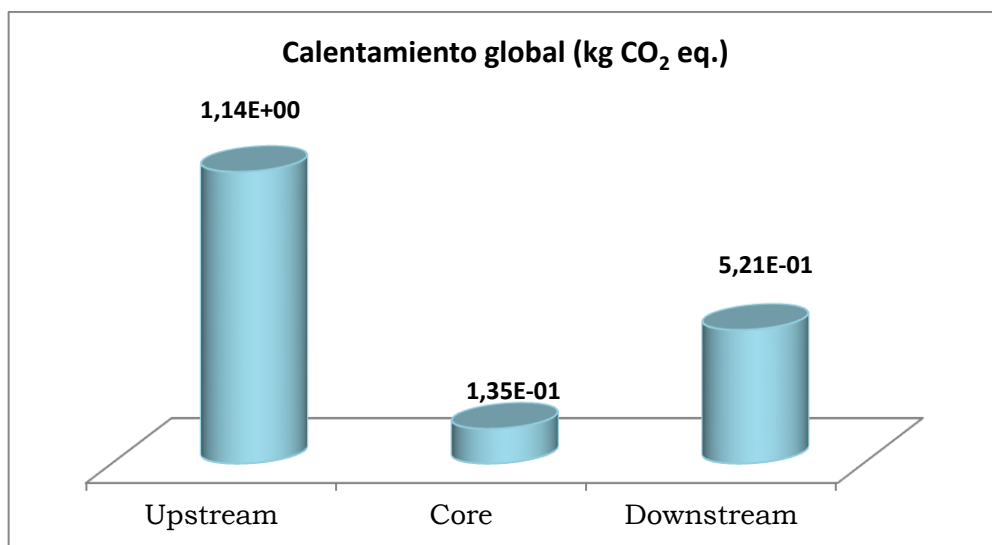


Gráfico 1: EICV para la metodología de Calentamiento Global (Kg CO₂ eq.).
(Fuente: elaboración propia)

Se puede ver que la aportación para dicha categoría proviene principalmente del módulo *Upstream*, seguido del *Downstream* y por último el *Core*. En el resto de categorías de impacto sigue un comportamiento similar al recién mostrado.

Fijación de CO₂ para Impact Eco Acoustic System®

Así mismo cabe resaltar que los árboles juegan un papel muy importante en el proceso de fijación de gases de efecto invernadero. Gracias al proceso de fotosíntesis llevado a cabo por los mismos, una gran cantidad de CO₂ es fijada dentro de los árboles, por lo que los productos de madera actúan como un almacén que contiene ese CO₂ biogénico que será liberado posteriormente en el caso de que el producto sea incinerado. Se estima que por cada m³ de madera puede almacenar en torno a 815 Kg CO₂ eq. para las coníferas y 1.180 Kg CO₂ eq para las frondosas, por lo que si consideramos ese almacenamiento de energía dentro del producto, durante su vida útil la cantidad de CO₂ fijada dentro del producto es la siguiente:

Impact Eco Acoustic System	Categoría de Impacto	Cantidad	Unidades
Rastrel madera	CML2011-Calentamiento global	-3,912	kg CO ₂ eq.

Tabla 28: Fijación de CO₂ para Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

En la tabla mostrada a continuación ya se muestran los resultados expresados para cada categoría de impacto y en cada una de las fases:

INDICADOR	Unidad	Upstream					Core					Downstream				
		A1	A2	A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3-C4						
Calentamiento global	(kg CO ₂ eq.)	1,14E+00	1,12E-01	2,31E-02	1,27E-02	4,98E-01	0,00E+00	2,51E-03	8,36E-03	0,00E+00						
Destrucción capa ozono	(kg CFC-11 eq.)	1,29E-07	1,60E-08	1,70E-09	1,77E-09	2,71E-08	0,00E+00	1,81E-10	1,17E-09	0,00E+00						
Acidificación	(kg SO ₂ eq.)	7,70E-03	4,37E-04	1,57E-04	4,84E-05	1,87E-03	0,00E+00	1,82E-05	3,20E-05	0,00E+00						
Eutrofización	(kg PO ₄ eq.)	1,86E-03	1,20E-04	3,05E-05	1,28E-05	9,58E-04	0,00E+00	3,52E-06	8,49E-06	0,00E+00						
Oxidación fotoquímica	(kg Etileno eq.-C ₂ H ₄)	5,02E-04	1,84E-05	5,97E-06	1,54E-06	2,38E-04	0,00E+00	6,73E-07	1,02E-06	0,00E+00						
Agotamiento recursos abióticos	(elementos)															
	(kg Antimonio eq.)	1,10E-02	8,20E-04	1,88E-04	8,97E-05	4,01E-03	0,00E+00	1,95E-05	5,93E-05	0,00E+00						
Agotamiento recursos abióticos	(Fossil) (MJ)	2,28E+01	1,70E+00	3,88E-01	1,86E-01	8,25E+00	0,00E+00	4,03E-02	1,23E-01	0,00E+00						

Tabla 29: Impactos ambientales desglosados por fases y por categoría de impacto para Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

En el siguiente gráfico se muestran los resultados mostrados en la tabla anterior en cuanto a categoría de Calentamiento global (kg CO₂ eq.) expresado en porcentaje:

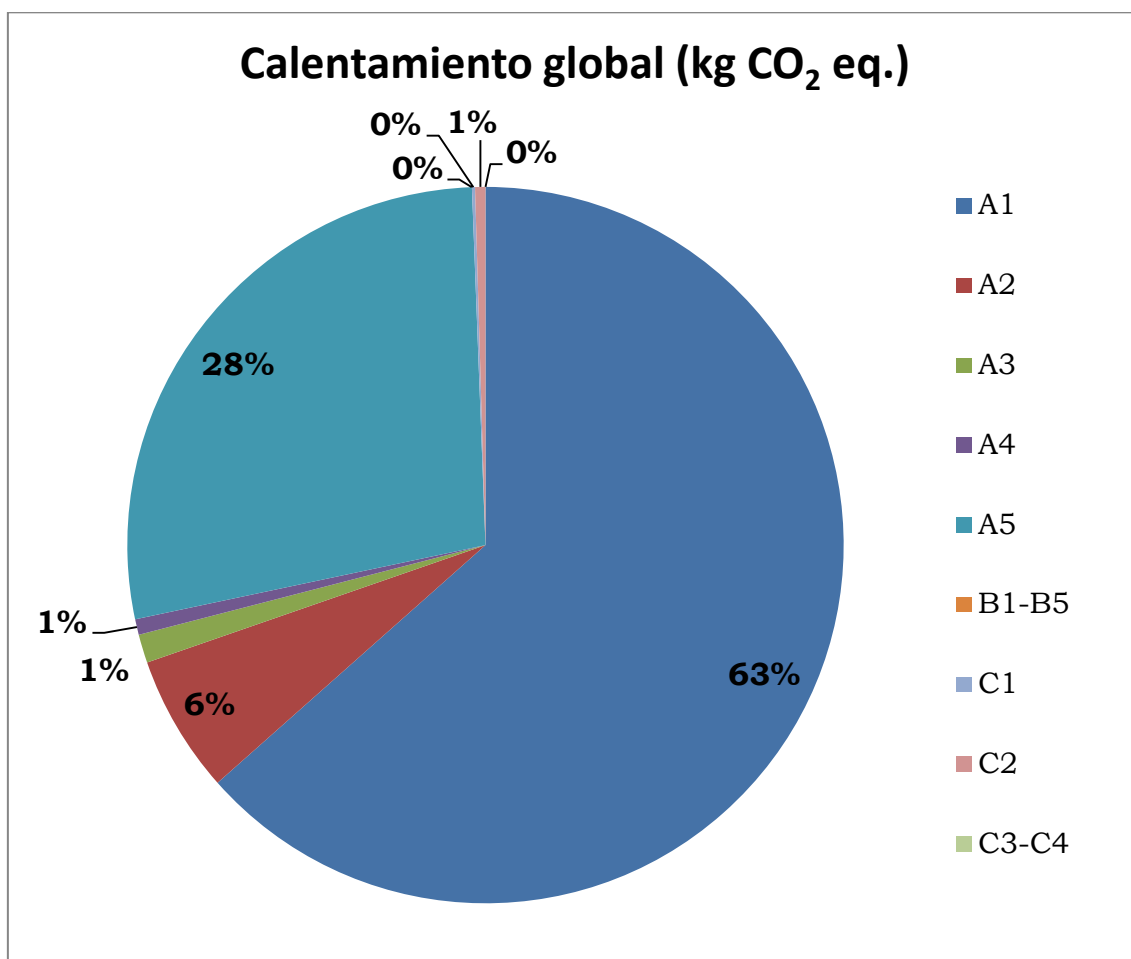


Gráfico 2: Impactos ambientales desglosados en fases para Calentamiento Global de Impact Eco Acoustic System® (Fuente: elaboración propia)

Como se observa, el mayor porcentaje es para la fase A1) suministro de materias primas con un 63%, seguido con diferencia de la fase A5) montaje de estructuras con un 28%.

5.1.2. Sistema de manta acústica con recrecido de mortero

Los impactos ambientales calculados de acuerdo con las metodologías de evaluación ambiental CML 2011 para el sistema de manta acústica con recrecido de mortero son los siguientes:

INDICADOR	TOTAL	UNIDAD
Calentamiento global	2,18E+01	(kg CO ₂ eq.)
Destrucción capa ozono	1,10E-06	(kg CFC-11 eq.)
Acidificación	5,55E-02	(kg SO ₂ eq.)
Eutrofización	1,22E-02	(kg PO ₄ eq.)
Oxidación fotoquímica	3,01E-03	(kg Etileno eq.-C ₂ H ₄)
Agotamiento recursos abióticos	8,29E-02	(elementos) (kg Antimonio eq.)
Agotamiento recursos abióticos	1,72E+02	(Fossil) (MJ)

Tabla 30: Impactos ambientales totales por categoría sistema de manta acústica más recrecido de mortero (Fuente: elaboración propia)

En la siguiente tabla aparecen los resultados desglosados en los diferentes módulos de *Upstream*, *Core* y *Downstream*:

INDICADOR	<i>Upstream</i>	<i>Core</i>	<i>Downstream</i>	UNIDAD
Calentamiento global	1,73E+01	2,20E+00	2,35E+00	(kg CO ₂ eq.)
Destrucción capa ozono	6,74E-07	1,83E-07	2,46E-07	(kg CFC-11 eq.)
Acidificación	2,86E-02	1,38E-02	1,31E-02	(kg SO ₂ eq.)
Eutrofización	5,98E-03	3,38E-03	2,86E-03	(kg PO ₄ eq.)
Oxidación fotoquímica	1,15E-03	1,39E-03	4,63E-04	(kg Etileno eq.-C ₂ H ₄)
Agotamiento recursos abióticos	4,88E-02	1,66E-02	1,75E-02	(elementos) (kg Antimonio eq.)
Agotamiento recursos abióticos	1,01E+02	3,44E+01	3,62E+01	(Fossil) (MJ)

Tabla 31: Impactos ambientales desglosados en *Upstream*, *Core* y *Downstream* y por categoría de impacto del sistema de manta acústica más recrecido de mortero. (Fuente: elaboración propia)

En el siguiente gráfico se muestran los resultados obtenidos, se ha tomado como ejemplo la categoría de impacto de Calentamiento Global (kg CO₂ eq.):

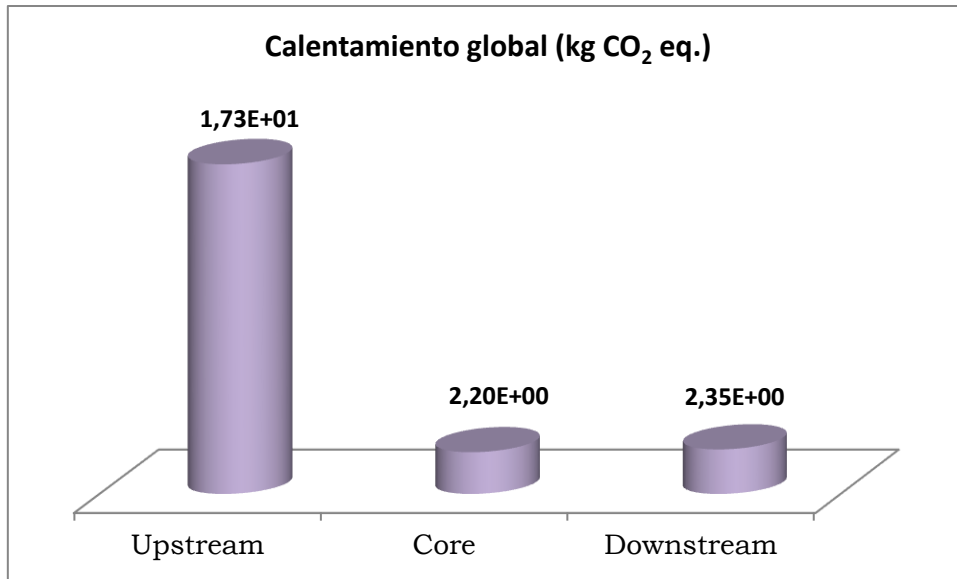


Gráfico 3: EICV para la metodología de Calentamiento Global (Kg CO₂ eq.)
(Fuente: elaboración propia)

Se puede ver que la aportación para dicha categoría proviene principalmente del módulo *Upstream*, seguido del *Downstream* y por último el *Core*, aunque entre estos dos la diferencia es bastante reducida.

En la tabla mostrada a continuación ya se muestran los resultados expresados para cada categoría de impacto y en cada una de las fases:

INDICADOR	Unidad	Upstream					Core					Downstream				
		A1	A2	A3	A4	A5	C1	B1-B5	C2	C3-C4						
Calentamiento global	(kg CO ₂ eq.)	1,73E+01	3,82E-01	1,82E+00	6,71E-01	8,82E-02	1,12E+00	0,00E+00	4,67E-01	0,00E+00						
		6,74E-07	4,94E-08	1,33E-07	9,36E-08	6,25E-09	8,11E-08	0,00E+00	6,51E-08	0,00E+00						
Destrucción capa ozono	(kg CFC-11 eq.)	2,86E-02	1,55E-03	1,22E-02	2,57E-03	6,21E-04	8,13E-03	0,00E+00	1,79E-03	0,00E+00						
		5,98E-03	4,78E-04	2,90E-03	6,81E-04	1,31E-04	1,57E-03	0,00E+00	4,74E-04	0,00E+00						
Acidificación	(kg SO ₂ eq.)	1,15E-03	5,23E-05	1,34E-03	8,17E-05	2,34E-05	3,01E-04	0,00E+00	5,69E-05	0,00E+00						
		4,88E-02	2,70E-03	1,39E-02	4,75E-03	6,79E-04	8,74E-03	0,00E+00	3,31E-03	0,00E+00						
Eutrofización	(kg PO ₄ eq.)	1,01E+02	5,62E+00	2,88E+01	9,88E+00	1,40E+00	1,80E+01	0,00E+00	6,88E+00	0,00E+00						
		4,88E-02	2,70E-03	1,39E-02	4,75E-03	6,79E-04	8,74E-03	0,00E+00	3,31E-03	0,00E+00						
Oxidación fotoquímica	(kg Etileno eq.-C ₂ H ₄)	1,01E+02	5,62E+00	2,88E+01	9,88E+00	1,40E+00	1,80E+01	0,00E+00	6,88E+00	0,00E+00						
		4,88E-02	2,70E-03	1,39E-02	4,75E-03	6,79E-04	8,74E-03	0,00E+00	3,31E-03	0,00E+00						
Agotamiento Recursos abióticos	(kg Antimonio eq.)	1,01E+02	5,62E+00	2,88E+01	9,88E+00	1,40E+00	1,80E+01	0,00E+00	6,88E+00	0,00E+00						
		4,88E-02	2,70E-03	1,39E-02	4,75E-03	6,79E-04	8,74E-03	0,00E+00	3,31E-03	0,00E+00						
Agotamiento Recursos abióticos	(Fossil) (Maj)	1,01E+02	5,62E+00	2,88E+01	9,88E+00	1,40E+00	1,80E+01	0,00E+00	6,88E+00	0,00E+00						
		4,88E-02	2,70E-03	1,39E-02	4,75E-03	6,79E-04	8,74E-03	0,00E+00	3,31E-03	0,00E+00						

Tabla 32: Impactos ambientales desglosados por fases y por categoría de impacto para sistema de marta acústica y recreado de mortero (Fuente: elaboración propia)

En el siguiente gráfico se muestran los resultados mostrados en la tabla anterior en cuanto a categoría de Calentamiento Global expresado en porcentaje:

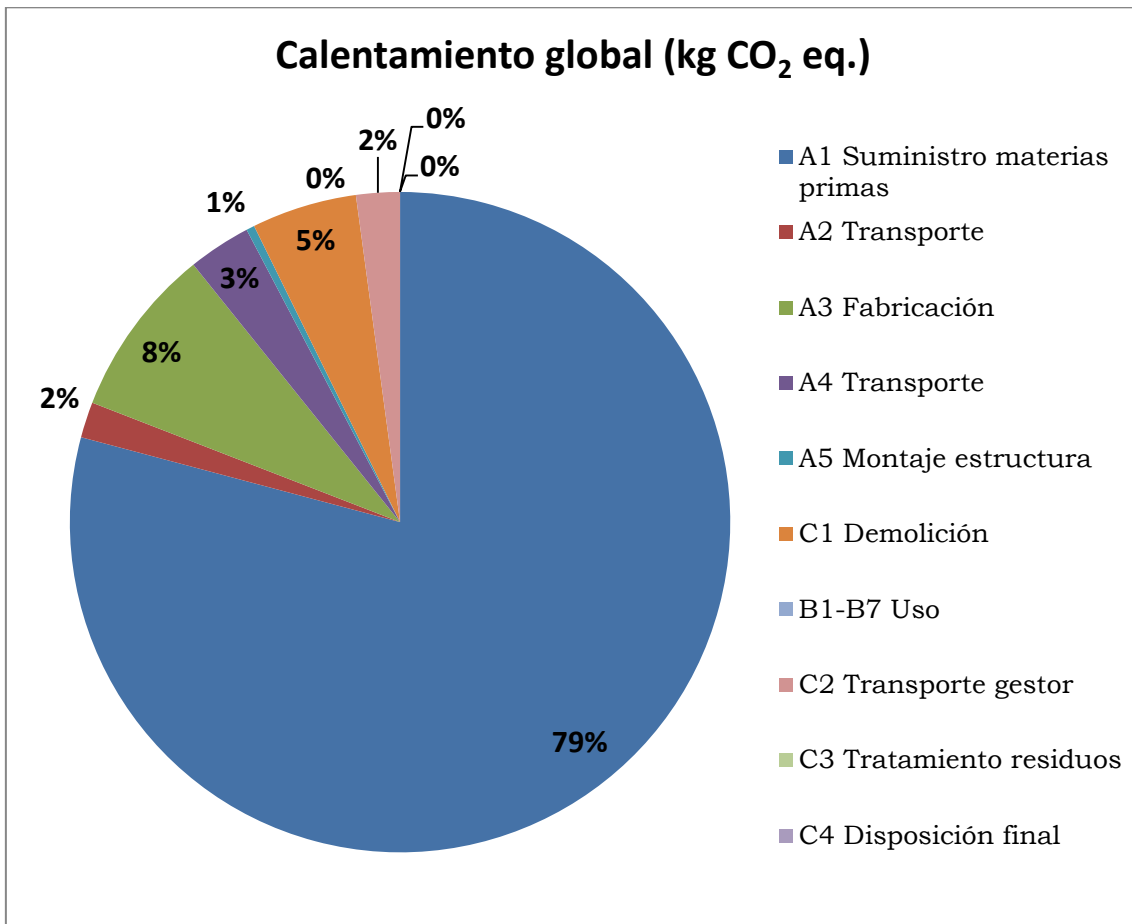


Gráfico 4: Impactos ambientales desglosados en fases para Calentamiento Global de sistema manta acústica y recrecido de mortero. (Fuente: elaboración propia)

Como se observa, el mayor porcentaje es para la fase A1) suministro de materias primas con un 79%, seguido con diferencia de la fase A3) fabricación con un 8%.

6. COMPARATIVA ENTRE LOS DOS SISTEMAS ACÚSTICOS

En este apartado se muestran de forma comparativa los resultados obtenidos en ambos sistemas acústicos, como se puede ver en la siguiente tabla:

INDICADOR	Unidad	IMPACT ECO ACOUSTIC SYSTEM	MANTA ACÚSTICA+RECRECIDO MORTERO
Calentamiento global	(kg CO ₂ eq.)	1,80E+00	2,18E+01
Destrucción capa ozono	(kg CFC-11 eq.)	1,77E-07	1,10E-06
Acidificación	(kg SO ₂ eq.)	1,03E-02	5,55E-02
Eutrofización	(kg PO ₄ eq.)	3,00E-03	1,22E-02
Oxidación fotoquímica	(kg Etileno eq.-C ₂ H ₄)	7,67E-04	3,01E-03
Agotamiento recursos abióticos	(elementos) (kg Antimonio eq.)	1,62E-02	8,29E-02
Agotamiento recursos abióticos	(Fossil) (MJ)	3,35E+01	1,72E+02

Tabla 33: Comparativa entre los dos sistemas acústicos por categoría de impacto (Fuente: elaboración propia)

De forma gráfica:

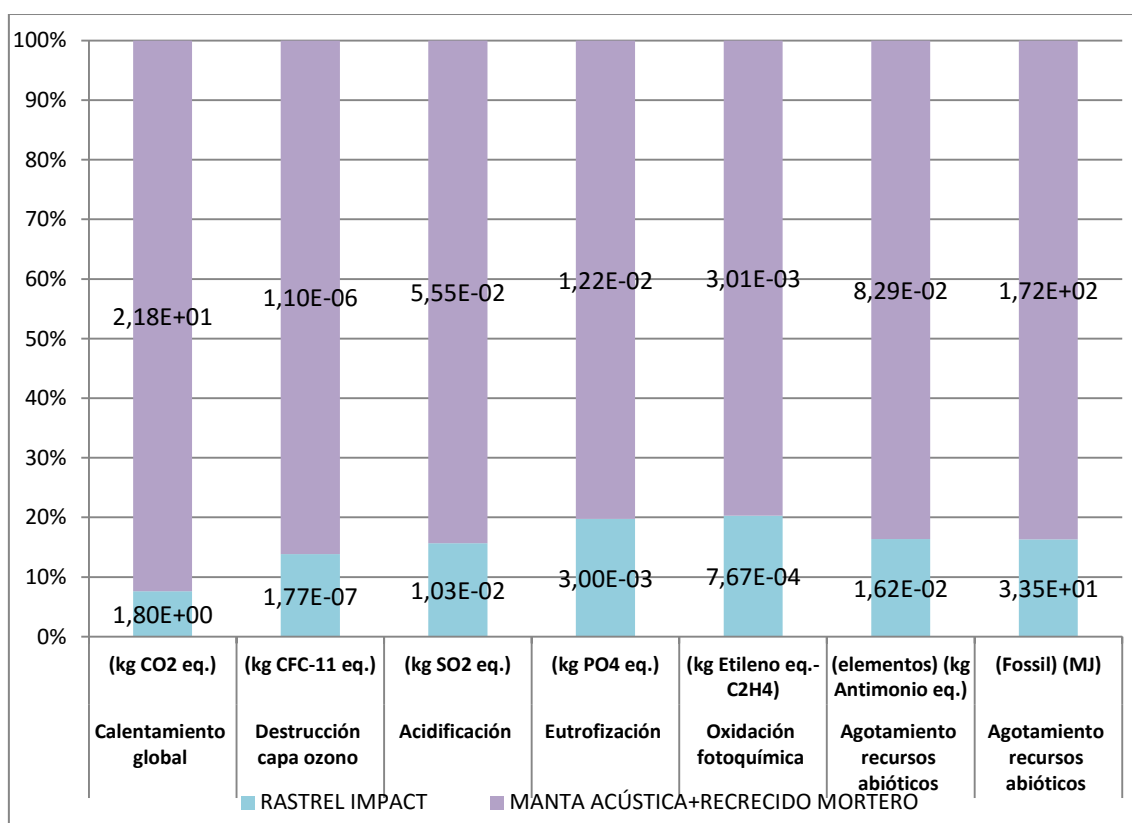


Gráfico 5: Comparativa entre los dos sistemas acústicos por categoría de impacto (Fuente: elaboración propia)

Podemos ver que el comportamiento ambiental del ciclo de vida del sistema acústico Impact Eco Acoustic System® es mejor frente al del

ciclo de vida del sistema de manta acústica más recrecido de mortero en todas las categorías de impacto analizadas.

Si presentamos los resultados de ambos sistemas desglosados por categoría de impacto y módulo del ciclo de vida obtenemos:

INDICADOR	Unidad	PASTREL IMPACT			MANVA ACÚSTICA+RECRECIDO MORTERO		
		Upstream	Core	Downstream	Upstream	Core	Downstream
Calentamiento global	(kg CO ₂ eq.)	1,14E+00	1,35E-01	5,21E-01	1,73E+01	2,20E+00	2,35E+00
	(kg CFC-11 eq.)	1,29E-07	1,77E-08	3,02E-08	6,74E-07	1,83E-07	2,46E-07
Destrucción capa ozono	(kg SO ₂ eq.)	7,70E-03	5,95E-04	1,96E-03	2,86E-02	1,38E-02	1,31E-02
	(kg PO ₄ eq.)	1,86E-03	1,50E-04	9,82E-04	5,98E-03	3,38E-03	2,86E-03
Acidificación	(kg Etileno eq.-C ₂ H ₄)	5,02E-04	2,44E-05	2,41E-04	1,15E-03	1,39E-03	4,63E-04
	(kg Antimonio eq.)	1,10E-02	1,01E-03	4,17E-03	4,88E-02	1,66E-02	1,75E-02
Agotamiento recursos abióticos	(Fossil) (MJ)	2,28E+01	2,09E+00	8,60E+00	1,01E+02	3,44E+01	3,62E+01

Tabla 34: Impactos ambientales de ambos sistemas acústicos desglosados por módulos
(Fuente: elaboración propia)

A continuación se muestran la comparativa de resultados de una forma gráfica para cada categoría de impacto en los diferentes módulos de ciclo de vida: *Upstream*, *Core* y *Downstream*:

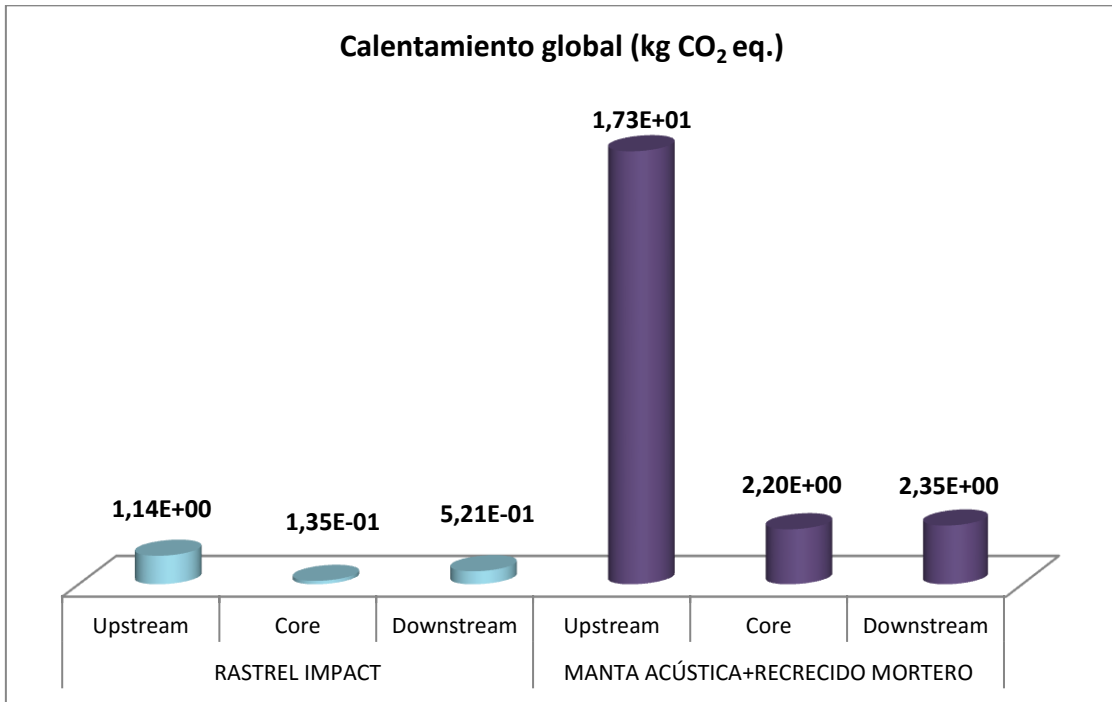


Gráfico 6: Comparativa entre los dos sistemas acústicos en la categoría de Calentamiento Global (kg CO₂ eq.) (Fuente: elaboración propia)

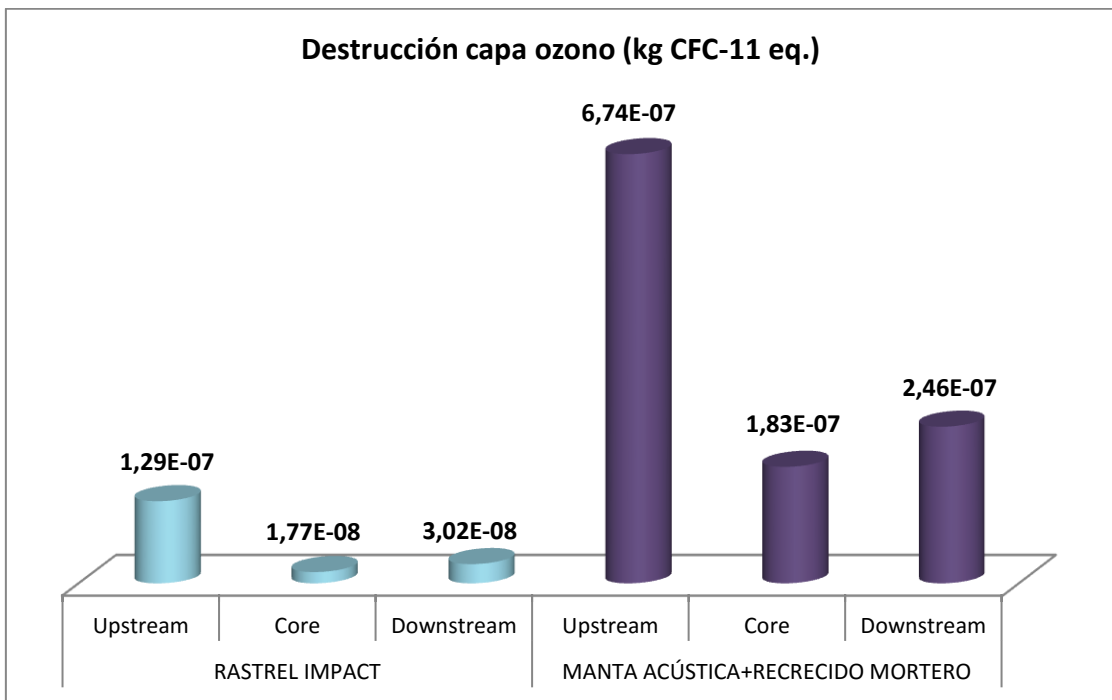


Gráfico 7: Comparativa entre los dos sistemas acústicos en la categoría de Destrucción de capa de ozono (kg CFC-11 eq.) (Fuente: elaboración propia)

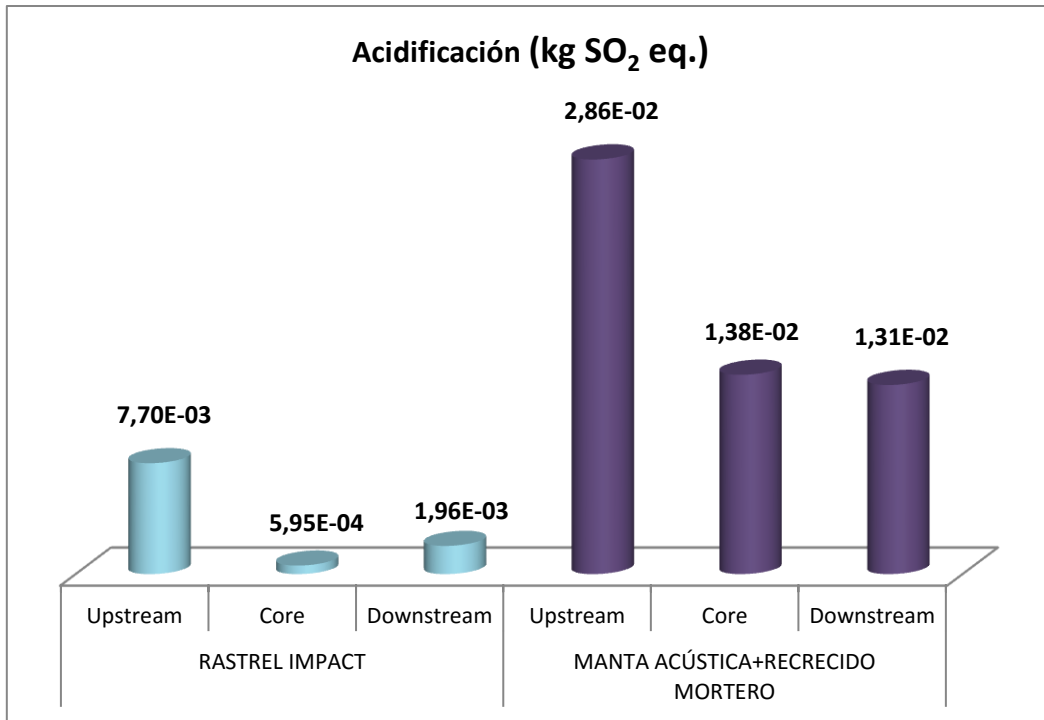


Gráfico 8: Comparativa entre los dos sistemas acústicos en la categoría de Acidificación (kg SO₂ eq.) (Fuente: elaboración propia)

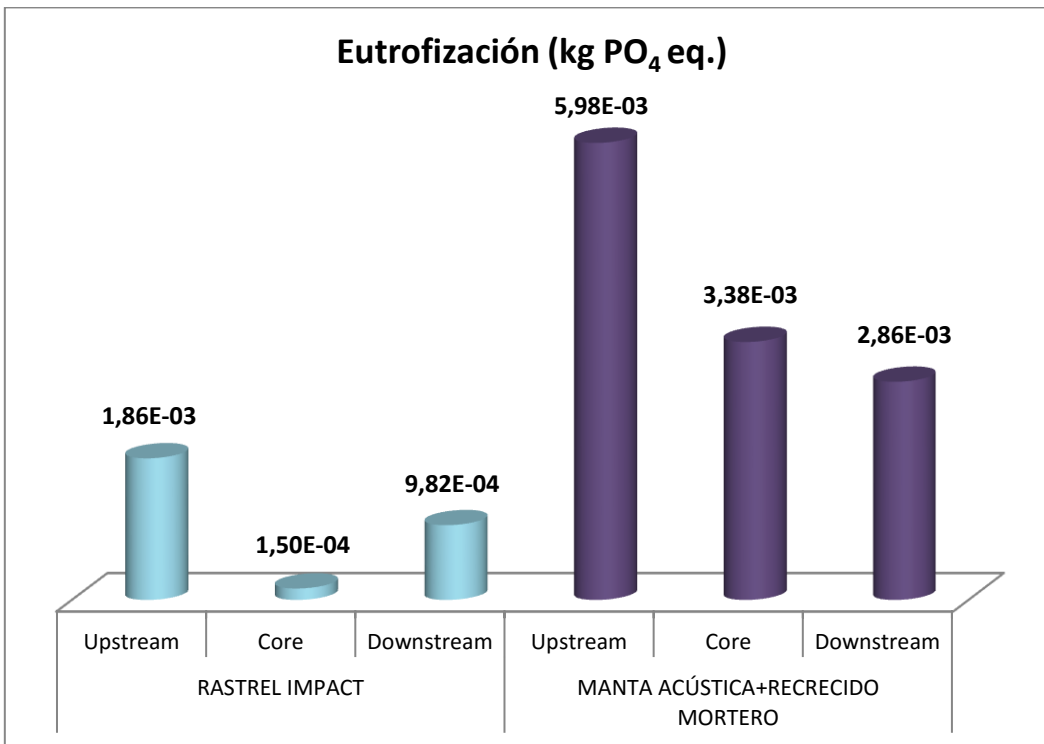


Gráfico 9: Comparativa entre los dos sistemas acústicos en la categoría de Eutrofización (kg PO₄³ eq.) (Fuente: elaboración propia)

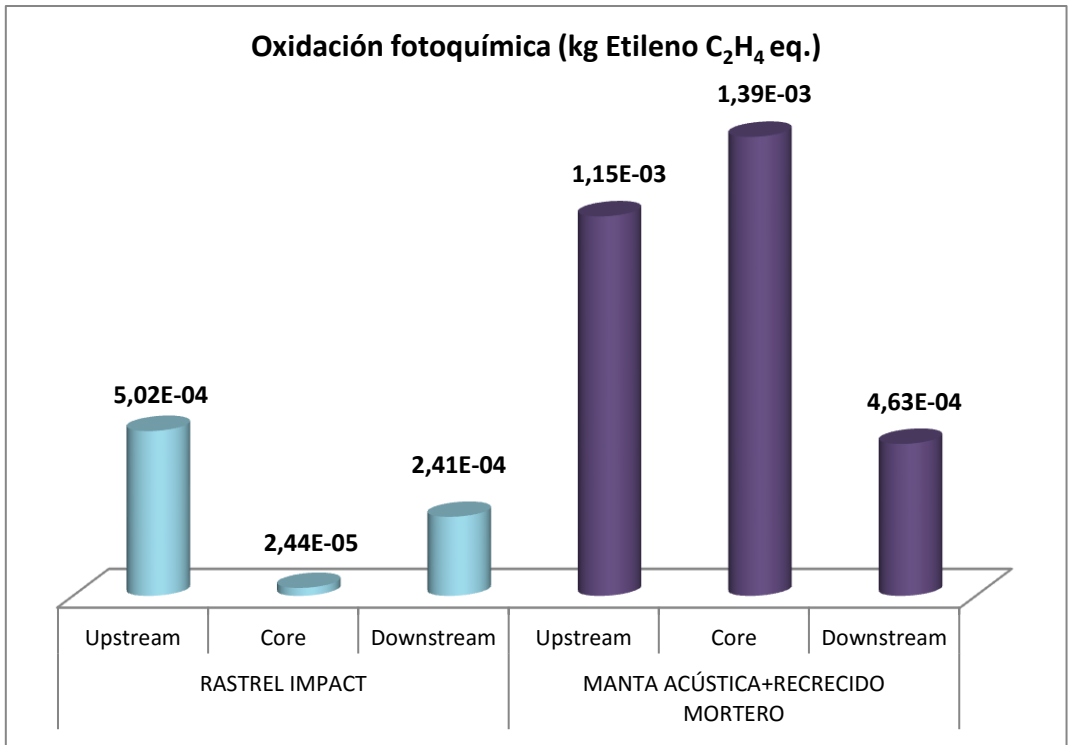


Gráfico 10: Comparativa entre los dos sistemas acústicos en la categoría de Oxidación fotoquímica (kg Etileno C₂H₄ eq.) (Fuente: elaboración propia)

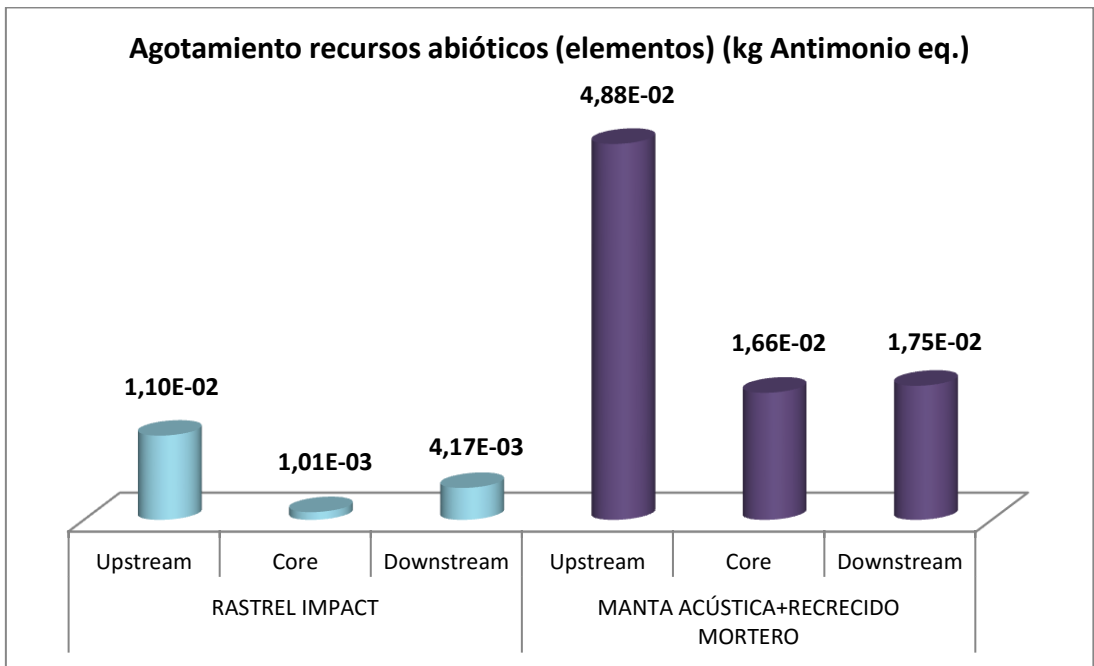


Gráfico 11: Comparativa entre los dos sistemas acústicos en la categoría de Agotamiento de recursos abióticos (elementos) (kg Antimonio eq.) (Fuente: elaboración propia)

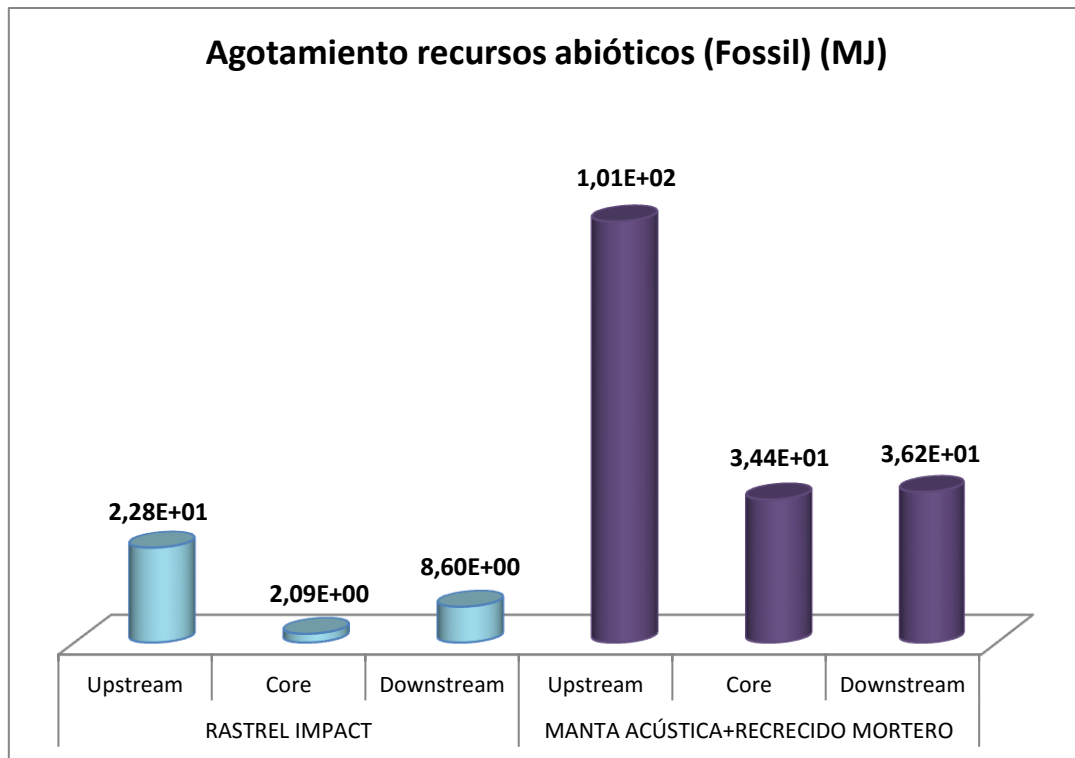


Gráfico 12: Comparativa entre los dos sistemas acústicos en la categoría de Agotamiento de recursos abióticos (Fossil) (MJ) (Fuente: elaboración propia).

7. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO COMPARATIVO

En el presente estudio se ha comparado los impactos ambientales de todo el ciclo de vida de dos sistemas acústicos empleados en la construcción de edificios.

Las principales conclusiones a las que se ha llegado en el presente informe de ACV comparativo son:

- Analizando todas las categorías de impacto consideradas se concluye que, para todos los indicadores el sistema acústico de Impact Eco Acoustic System® tiene un mejor comportamiento ambiental que el sistema de manta acústica con recredido de mortero, aunque en la actualidad éste último sea el que se está imponiendo en el mercado.
- Aun considerando que llegado a su fin de vida útil, el carbono captado por la madera de Impact Eco Acoustic System® es liberado a la atmósfera, la huella de carbono de todo el ciclo de vida de este es alrededor de un 90% menor que la huella de carbono del otro sistema acústico.
- Para Impact Eco Acoustic System®, el principal responsable del impacto ambiental en todas las categorías es la obtención de

materias primas (módulo Upstream), en concreto el rastrel de madera es el que mayor impacto tiene.

- En el caso del sistema de manta acústica más recrecido de mortero, el principal responsable del impacto ambiental en todas las categorías es la obtención de materias primas (módulo *Upstream*), concretamente en la fabricación del cemento, salvo en la categoría de oxidación fotoquímica en la cual el mayor responsable es el módulo *Core*.
- En la categoría de Calentamiento global (kg CO₂ eq.) el sistema Impact Eco Acoustic System® es 12,1 veces menor que el otro sistema.
- En la categoría de Destrucción capa ozono (kg CFC-11 eq.) el sistema Impact Eco Acoustic System® es 6,2 veces menor que el otro sistema.
- En la categoría de Acidificación (kg SO₂ eq.) el sistema Impact Eco Acoustic System® es 5,4 veces menor que el otro sistema.
- En la categoría de Eutrofización (kg PO₄ eq.) el sistema Impact Eco Acoustic System® es 4,1 veces menor que el otro sistema.
- En la categoría de Oxidación fotoquímica (kg Etileno eq.-C₂H₄) el sistema Impact Eco Acoustic System® es 3,9 veces menor que el otro sistema.
- En la categoría de Agotamiento recursos abióticos (elementos) (kg Antimonio eq.) el sistema Impact Eco Acoustic System® es 5,1 veces menor que el otro sistema.
- En la categoría de Agotamiento recursos abióticos (Fossil) (MJ) el sistema Impact Eco Acoustic System® es 5,1 veces menor que el otro sistema.

En el sistema acústico Impact Eco Acoustic System® dentro de la categoría de calentamiento global, la etapa que más contribuye es la energía eléctrica consumida por los ventiladores en el secado del rastrel de madera, y en el otro sistema acústico la fase con mayores emisiones de CO₂ eq. está asociada la fabricación del cemento.