

Declaración Ambiental de Producto



De acuerdo con ISO 14025 y EN 15804:2012+A1 para:

PLYCEM® Deck

de

Plycem Costa Rica



Programa:

The International EPD® System, www.environdec.com

Operador del programa:

EPD International AB

Número de registro DAP:

S-P-02438

Fecha de publicación:

2020-12-16

Válido hasta:

2025-12-15

Una DAP debe proporcionar información actualizada y puede actualizarse si cambian las condiciones. Por lo tanto, la validez declarada está sujeta al registro y publicación continuos en www.environdec.com



Información general

Información del programa

Programa:	The International EPD® System
Dirección:	EPD International AB BOX 210 60 SE-100 31 Estocolmo Suecia
Sitio web:	www.environdec.com
Email:	info@environdec.com

Reglas de categoría de producto (PCR):	Productos de construcción y servicios de construcción 2012: 01 Versión 2.33
La revisión de PCR fue realizada por:	El Comité Técnico de The International EPD® System. Moderador: Massimo Marino. Contacto a través de info@environdec.com
Verificación de la declaración y los datos por parte de un tercero independiente, según ISO 14025: 2006:	<input type="checkbox"/> Certificación de proceso DAP <input checked="" type="checkbox"/> Verificación DAP
Verificador de tercera parte:	Marcel Gómez Ferrer. Marcel Gómez Consultoría Ambiental. Info@marcelgomez.com
Aprobado por:	The International EPD® System
El procedimiento para el seguimiento de los datos durante la validez de la DAP implica a un verificador externo:	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No

El propietario de la DAP (EPD en inglés) es el único propietario, responsable y responsable de la DAP. Las DAP dentro de la misma categoría de producto, pero de diferentes programas pueden no ser comparables. Las DAP de productos de construcción pueden no ser comparables si no cumplen con EN 15804.

Información de la empresa

Propietario de la DAP: PLYCEM Construsistemas Costa Rica S.A.

Contacto: Ronald Thamez Mata. Strategic Planning Manager. rthamez@elementia.com

Descripción de la organización (www.plycem.com): En 1964, una empresa que luego se convertiría en uno de los fabricantes de fibrocemento más importantes y líder de la construcción ligera en América fue fundada en Costa Rica. Además, tiene presencia comercial en más de 30 países de la región.

Actualmente conocida como Plycem, nuestra empresa se ha dedicado durante más de cinco décadas a desarrollar y mejorar la tecnología de fibrocemento, de la que somos pioneros, innovando así constantemente el desarrollo de productos que se caracterizan por ofrecer valores diferenciadores a cualquiera de nuestros clientes.

Plycem pertenece al consorcio mexicano Elementia, un grupo sólido que cotiza en la BMV (Bolsa Mexicana de Valores) que incluye a las empresas más importantes del sector de la construcción. Elementia cuenta con más de 30 plantas de producción en la región, que fabrican productos de fibrocemento, cemento, polietileno, estireno, cobre y aluminio.

Promovemos una cartera completa de soluciones de fibrocemento que se pueden utilizar para construcciones, ampliaciones y renovaciones residenciales o comerciales. Fabricamos techos, cielos o losetas, entresijos, paredes, fachadas y una amplia gama de productos arquitectónicos.

Ofrecemos productos que cumplen con las más estrictas normas y certificaciones internacionales para garantizar la máxima seguridad. Operamos bajo un marco de ética y responsabilidad. Además, somos pioneros en la "construcción responsable" a todo nivel, y ofrecemos diferentes herramientas de consulta para quienes forman parte del proceso de decisión constructiva.

Certificaciones relacionadas con productos o sistemas de gestión: Las láminas Plycem se fabrican en una planta de producción con un sistema de gestión integrado certificado según las normas INTE/ISO 9001:2015, INTE/ISO 14001:2015 e INTE/OHSAS 18001:2009. Las láminas de PLYCEM® Deck son Tipo A Grado I según la norma ASTM C 1186-08 y están certificadas como Categoría A Clase 1 Nivel 1 según la norma INTE / ISO 8336: 2018. El producto cumple con el Reglamento Técnico Nacional RTCR 497:2017 de Costa Rica



Nombre y ubicación de los sitios de producción: La planta de producción de Plycem está ubicada en Paraíso, Cartago, Costa Rica.



Información del Producto

Nombre del producto: PLYCEM® DECK¹



Identificación de producto:

La lámina PLYCEM® Deck solo está disponible con un espesor de 30 mm. La identificación comercial es 982315 Plycem Decking JS 30 mm 150 x 3657 mm RAN

Descripción del producto:

PLYCEM® Deck es una alternativa para la instalación de sistemas de decks. Se instala de forma sencilla en interiores y exteriores. Ofrece el atractivo y trabajabilidad de la madera con los amplios beneficios del fibrocemento. Producto fabricado con color integral.

Componentes: Cemento Portland, carbonato de calcio, fibras celulósicas, y otros agregados menores. Cumplen con los requisitos de resistencia, seguridad y durabilidad y con las más estrictas regulaciones ambientales.

¹ Antes comercializado bajo el nombre "Plydeck".

Principales ventajas:

- Son resistentes al impacto.
- Pueden ser cortadas, lijadas, clavadas, perforadas y atornilladas con herramientas convencionales.
- Son resistentes a la humedad, el fuego y las plagas.
- Producto fabricado con color integral.

Especificaciones técnicas del producto:

Especificaciones técnicas	Procedimiento	Valor Min.	Valor Max.
Resistencia a la flexión (en equilibrio) (N / mm ²)	ASTM C 1186	7	
Módulo elástico de flexión (en equilibrio) (kN / mm ²)	ISO 8336 / ASTM C 1186	2	4
Densidad (kg / dm ³)	ISO 8336	1,1	1,3
Humedad (%)	Procedimiento propio	0	10
Absorción total (%)	ISO 8336		40
Absorción de superficie de Cobb (%)	Procedimiento propio		25
Movimiento de humedad (%)	ISO 8336 / ASTM C1186		0,13
Contracción total (mm / m)	Procedimiento propio		4
Absorción de agua (Karsten) (ml / 24h) Rostro expuesto	Procedimiento propio		6
Desarrollo de humo	ASTM E-84		0
Propagación de la llama	ASTM E-84		0

Identificación de producto	Lámina de 30 mm
Dimensiones nominales	
Espesor (mm)	30 ± 0,03
Ancho útil (mm)	150 ± 1
Largo (mm)	3 657± 2
Peso y cobertura	
Peso (kg / un)	20,70
Cobertura útil por unidad (m ²)	0,55
Peso por cobertura (kg / m ²)	37,64

Alcance geográfico:

Costa Rica, El Salvador, Nicaragua, México, Brasil, Bolivia, Guatemala, Panamá, Paraguay, Honduras, Belice, Aruba, Bahamas, Barbados, Bonaire, Cuba, Perú, Curazao, Haití, Jamaica, Puerto Rico, República Dominicana, San Martín, Trinidad y Tobago, Reino Unido, Estados Unidos de América

Código UN CPC:

Las láminas de fibrocemento están clasificadas en la categoría CPC 37570 "Artículos de amianto-cemento, fibrocemento de celulosa o similares" bajo el sistema de clasificación UN CPC v2.1.

Información de ACV

Unidad declarada: 1 tonelada de láminas de fibrocemento instalada / 1 m² de láminas de fibrocemento instalada por espesor.

Vida útil de referencia: Los productos cubiertos por esta DAP tienen una garantía limitada de al menos 5 años y tienen una vida útil de más de 50 años, según condiciones de diseño y composición. Los productos pueden ser utilizados en interiores y exteriores para diversos acabados.

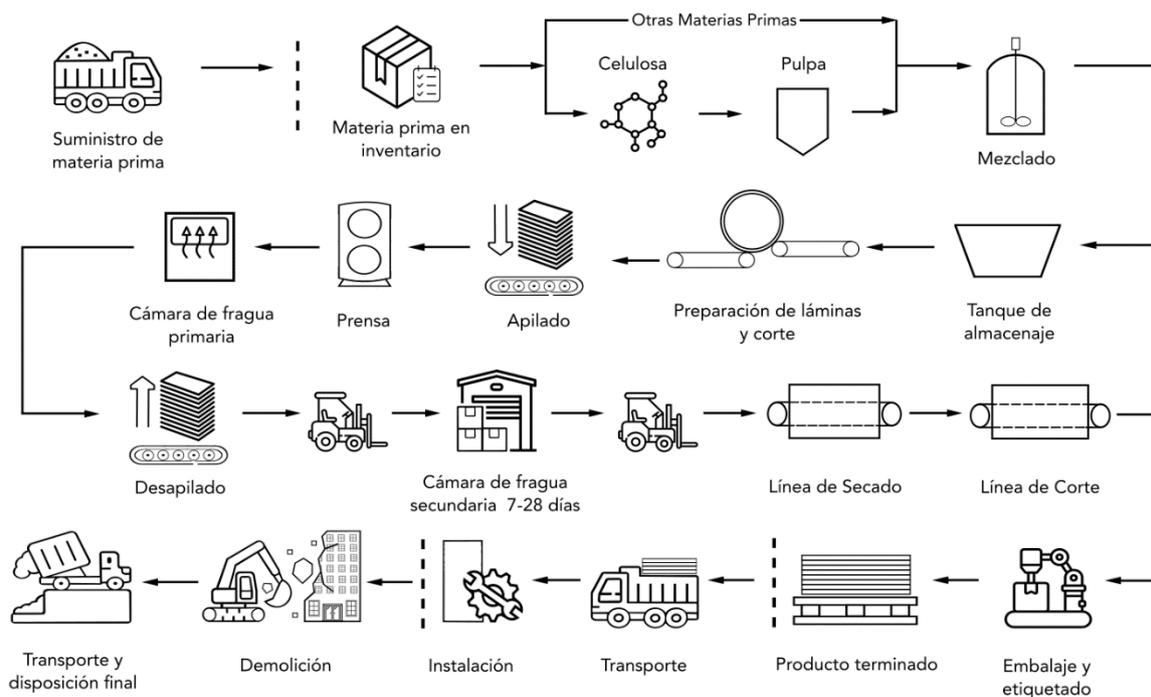
Representatividad temporal: Los datos de producción corresponden al período del 1 de enero de 2019 al 31 de diciembre de 2019. Otros datos de referencia corresponden a la última versión disponible de Ecoinvent 3.6.

Base de datos (s) y software de ACV utilizados: Base de datos Ecoinvent 3.6 y base de datos Open LCA. Modelo de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) desarrollado en software Open LCA.

Descripción de los límites del sistema: De la cuna a la puerta con opciones, que incluyen: A1-A3 + A4-A5 + B1-B7 + C1-C4.

El análisis del sistema incluye todas las fases del ciclo de vida, desde la producción de la materia prima hasta el producto terminado en la fase de fabricación, como lo requiere la opción "de la cuna a la puerta con opciones" del PCR de referencia. Se incluye también la fase constructiva, con los módulos de transporte e instalación. El módulo de fin de vida útil se ha incluido en el análisis, mientras que el módulo D se declara nulo, ya que se consideró un escenario de eliminación del 100% en vertederos. Los impactos ambientales se han evaluado considerando todas las fases del ciclo de vida del producto de acuerdo con las reglas enumeradas en el PCR 2012:01.

Diagrama del Sistema:



Etapas del ciclo de vida con impacto nulo:

- Etapa B (Uso): por sus propiedades de composición y alta durabilidad, las láminas de fibrocemento son materiales de bajo o ningún mantenimiento requerido. El impacto de esta etapa se declara nulo.
- Etapa D (Recuperación): a la fecha, las prácticas comunes no evidencian un potencial de recuperación del producto, por lo que se supone un escenario de disposición final al 100%, por lo que el impacto de esta etapa se declara nulo.

Módulos declarados:

	Etapa del producto			Etapa del proceso de construcción		Etapa de uso							Etapa de fin de vida				Etapa de recuperación de recursos	
	Suministro de materia prima	Transporte	Fabricación	Transporte	Instalación de construcción	Uso	Mantenimiento	Reparación	Sustitución	Rehabilitación	Uso de energía en servicio	Uso de agua en servicio	Deconstrucción - demolición	Transporte	Tratamiento de residuos	Disposición - eliminación	Potencial de Reutilización-Reciclaje	
Módulo	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
Módulo declarado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

X: Módulo declarado. MND: Módulo no declarado

- Etapa de producto (A1-A3):
 - A1 - Suministro de materias primas (proceso aguas arriba): Las láminas de fibrocemento declaradas consisten en un núcleo de cemento Portland, carbonato de calcio, fibras de celulosa y otros aditivos necesarios para facilitar el procesamiento y/o ajuste fino de las respectivas propiedades de las láminas individuales. Estos aditivos representan hasta el 2% de la masa total de los productos dependiendo de las propiedades deseadas de las láminas individuales. Las materias primas naturales (piedra caliza) son extraídas de canteras a cielo abierto por proveedores locales. Las fibras de celulosa se obtienen a partir de cartón de desecho industrial y de papel de desecho posconsumo del mercado local. Para estas materias primas secundarias, se ha aplicado el principio de quien contamina paga, por lo que sus actividades de producción han sido excluidas por pertenecer a un sistema previo.
 - A2 - Transporte de materias primas al sitio de producción (proceso principal): Todas las materias primas principales son suministradas por camiones de fabricantes locales. La piedra caliza se extrae de las minas cercanas al lugar de fabricación y el cemento se obtiene de una molienda de cemento local. Los aditivos, combustibles y materiales de embalaje se suministran regionalmente.
 - A3 - Proceso de fabricación (proceso principal): los materiales base (cartón de desecho y papel de periódico para reciclaje) se procesan para recuperar las fibras de celulosa en una suspensión homogénea con agua, y luego se mezclan con cemento y carbonato de calcio. La mezcla se aplica sobre una banda de fieltro sin fin en funcionamiento, de la cual parte del agua se filtra a través del material de fieltro. El agua evacuada se devuelve al proceso, por lo que las aguas residuales se reducen significativamente. Las capas de material se acumulan en el rodillo de formación hasta que se alcanza el espesor de lámina requerido y se corta la misma. Todas las sobras restantes de este

proceso de corte se devuelven al proceso de fabricación, para que no se produzcan residuos. Las láminas planas recién formadas se apilan y presionan para aumentar la densidad y la resistencia, y se aplica un primer proceso de curado. Luego, las tablas se almacenan para su curado final en una bodega de almacenamiento temporal. Generalmente, el período de almacenamiento dura entre una y cuatro semanas. Después del período de curado, las láminas se secan al aire en un horno de gas. Después del proceso de secado, los productos están listos para procesos de control de calidad, corte de bordes, corte en piezas y empaque.

- Por último, las láminas de fibrocemento se apilan en pallets reutilizables y se empaquetan para protegerlos de daños durante el envío final a los clientes. No se utilizan materiales de embalaje para el producto final distribuido en el mercado local. Para envíos regionales o internacionales a clientes, las láminas de fibrocemento se embalan en pallets reutilizables según el formato. Estos pallets se suelen utilizar varias veces. Dependiendo del formato, se utilizan pallets de contenedores específicos para el transporte al extranjero, que pueden desecharse en el sitio o recuperarse para su uso posterior.
- El principio de quien contamina paga se ha aplicado a todos los residuos de fabricación generados en la planta de procesamiento, de tal manera que se consideran los procesos de transporte y disposición final y se excluyen los procesos de reciclaje del gestor.
- Etapa del proceso de construcción (A4-A5):
 - Considerando la amplia distribución de los productos a nivel internacional, se utilizan diferentes medios de transporte para la entrega del producto: vehículo de carga terrestre, buque marítimo de contenedores y/o tren de carga terrestre. Con base en la distribución de las ventas por países, se determina el valor promedio de distancia para cada medio de transporte, el cual se utiliza en el modelado.
 - El detalle de los parámetros técnicos para el modelo de transporte se obtiene de la base de datos ecoinvent 3.6 y sus estudios técnicos de referencia. Los supuestos de esta modelación se resumen a continuación.

Parámetros	Unidades (expresadas por unidad funcional o por unidad declarada)	Valor			
		Camión (diésel)	Buque portacontene dedores (HFO)	Tren (diésel)	Tren (eléctrico)
Tipo de vehículo utilizado para el transporte	p.ej. camión, barco	Camión (diésel)	Buque portacontenedores (HFO)	Tren (diésel)	Tren (eléctrico)
Capacidad de carga del vehículo	tonelada métrica por vehículo	11,56	43000	726,2	726,2
Tipo y consumo de combustible	Litro de tipo de combustible por km	0,2574	84,18	6,294	23,900
Distancia al almacén o almacenamiento central, si es relevante	km	N/A			
Distancia al sitio de construcción	km	426,3	1672,8	0,0	0,0
Utilización de la capacidad (incluidas las devoluciones vacías)	%	50%	70%	40%	40%
Densidad aparente de los productos transportados	kg/m ³	1200			
Factor de utilización de la capacidad en volumen (factor: = 1 o <1 o ≥ 1 para productos envasados de forma comprimida)	No aplica	<1			

- Por lo general, las láminas se cortan o perforan en fábrica de acuerdo con los requisitos del cliente o por proveedores debidamente equipados. En el sitio de construcción, es

posible la realización cortes para ajuste, con el uso de sierras circulares portátiles adecuadas o sierras de mesa con una hoja de sierra adecuada para fibrocemento.

- Estos escenarios promedio abarcan la cantidad de producto terminado, los materiales auxiliares para la instalación, el uso de herramienta eléctrica y las tasas de desperdicio o pérdida de materiales.
- Aparte de los pallets reutilizables, todos los demás materiales de embalaje se reciclan o se disponen a un relleno sanitario. Se ha aplicado el principio de quien contamina paga para estos escenarios.
- Según el principio de modularidad, se han considerado los impactos de los materiales auxiliares para la instalación, incluyendo su producción y transporte al sitio. Asimismo, se supuso el desperdicio de productos o generación de residuos de los materiales en un 5,00% y la disposición a relleno sanitario o a un gestor de reciclaje según la clasificación por naturaleza del residuo.
- Los supuestos de esta modelación se resumen a continuación.

Parámetros	Unidades (expresadas por unidad funcional o por unidad declarada)		Valor			
	Material		Lámina de fibrocemento	Tornillos	Clips	
Materiales auxiliares para la instalación (especificados por material);	kg		1050	1,07	68,1	
Uso de agua	m ³			0,00		
Uso de otros recursos	kg			0,00		
Descripción cuantitativa del tipo y consumo de energía durante el proceso de preparación e instalación	kWh de electricidad			9,24		
Emisiones directas al ambiente: aire, suelo y agua	kg			0,00		
Residuos generados en el sitio de construcción durante la instalación del producto; especificados por tipo	Tipo		Lámina de fibrocemento	Tornillos	Clips	Residuos de empaque
	kg		50,0	0,051	3,24	17,2
	% desperdicio		5,00%	5,00%	5,00%	
Residuos (especificados por tipo) procesados en, y que abandonan el sitio de construcción, especificados por ruta, p.ej. recolección para reciclaje, recuperación de energía, disposición final	Tipo		Residuos inertes para disposición final (desperdicio y empaque)	Chatarra para reciclaje (tornillos y flejes)	Pallet y residuos de madera para reúso	Residuos de papel y cartón para reciclaje
	kg		53,5	0,444	16,0	0,584
Tipo de vehículo utilizado para el transporte	p.ej. camión, barco		Camión (diésel)			
Capacidad de carga del vehículo	tonelada métrica por vehículo		11,6			
Tipo y consumo de combustible	Litro de tipo de combustible por km		0,257			
Distancia al almacén o almacenamiento central, si es relevante	km		N/A			
Distancia al sitio de construcción	km		50,0			
Utilización de la capacidad (incluidas las devoluciones vacías)	%		50,0%			
Densidad aparente de los productos transportados	kg/m ³		1200			
Factor de utilización de la capacidad en volumen (factor: = 1 o <1 o ≥ 1 para productos envasados de forma comprimida)	No aplica		<1			

- Escenario de uso (B1-B7):
 - Dependiente de la aplicación de uso seleccionada, las láminas de fibrocemento se utilizan comúnmente con diferentes revestimientos como pintura, papel tapiz de pared, azulejos y yeso, entre otros. Además, su alta resistencia a la intemperie (temperatura y humedad) y las propiedades de resistencia a los insectos contribuyen a que las láminas de fibrocemento sean un material duradero y de bajo o nulo mantenimiento.
 - Durante el período de uso, si se expone a las condiciones atmosféricas, el contenido de cemento de las láminas de fibrocemento puede reaccionar en la superficie bajo la influencia del CO₂ (dióxido de carbono) del aire y de la humedad para producir carbonato de calcio (carbonatación). Se supone un escenario de aplicación de acabados sobre el producto instalado, por lo que desestima el potencial de carbonatación en la fase de uso.
 - Según el estado actual de conocimiento, no se determinan impactos al ambiente para el uso previsto de los productos.
- Etapa de fin de vida (C1-C4):
 - Se han considerado actividades de desmantelamiento y demolición.
 - Se ha asumido el transporte por carretera en camión hasta rellenos sanitarios de residuos locales, considerando una distancia media de 50 km.
 - Actualmente, las prácticas de recuperación para la reutilización y el reciclaje de láminas de fibrocemento no están disponibles a nivel regional, por lo que el escenario de disposición final en vertederos, como desechos inertes, se determina como el de mayor frecuencia.
 - Los supuestos de esta modelación se resumen a continuación.

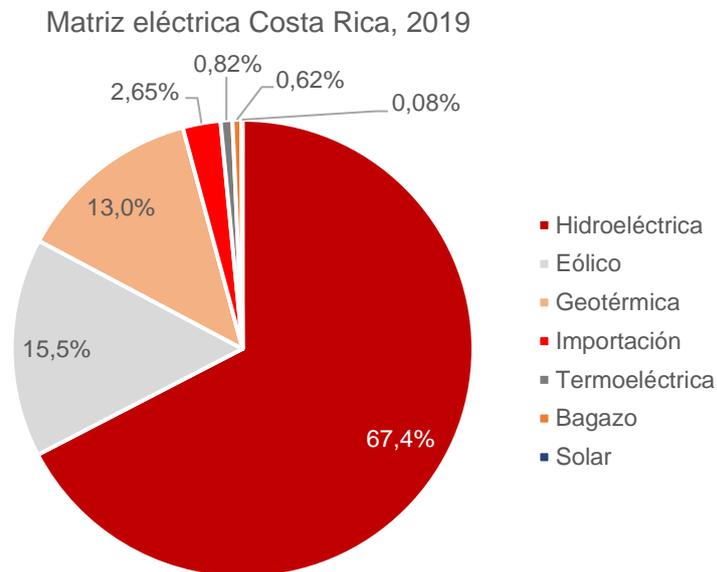
Módulo	Parámetros	Unidades (expresadas por unidad funcional o por unidad declarada)	Valor
C1 Deconstrucción	Proceso de recolección especificado por tipo	kg recolección clasificada	0,00
		kg recolección mixta con residuos de construcción	1066
C2 Transporte	Tipo de vehículo utilizado para el transporte	p.ej. camión, barco	Camión (diésel)
	Capacidad de carga del vehículo	tonelada métrica por vehículo	11,6
	Tipo y consumo de combustible	Litro de tipo de combustible por km	0,26
	Distancia al almacén o almacenamiento central, si es relevante	km	N/A
	Distancia al sitio de construcción	km	50,0
	Utilización de la capacidad (incluidas las devoluciones vacías)	%	50,0%
	Densidad aparente de los productos transportados	kg/m ³	1100
Factor de utilización de la capacidad en volumen (factor: = 1 o <1 o ≥ 1 para productos envasados de forma comprimida)	No aplica	<1	
C3 Procesamiento de residuos	Sistema de recuperación especificado por tipo	kg para reúso	0,00
		kg para reciclaje	0,00
		kg para recuperación de energía	0,00
C4 Disposición	Disposición especificada por tipo	kg de producto o material para disposición final	1066

- Etapa de recuperación de recursos (D):
 - Se ha considerado un escenario de disposición en relleno sanitario del 100%.
 - Las láminas de gran tamaño se pueden quitar de forma no destructiva desatornillándolas. Si se desinstalan en forma intacta, los productos desmontados se pueden reutilizar de acuerdo con su propósito original.
 - Alternativamente, las láminas de fibrocemento de desecho se pueden triturar y alimentar como un componente secundario para la harina cruda de clínker, en el proceso de producción de cemento.
 - Dado que estas alternativas no están ampliamente disponibles para los mercados locales y regionales, solo se consideró para el análisis la eliminación en rellenos sanitarios, como materiales inertes.

Otra información:

- Supuestos:
 - Los indicadores de "energía primaria utilizada como materia prima" (PERM; PENRM) se calculan utilizando, como factores de caracterización, valores publicados para los valores caloríficos netos de las materias primas y materiales de embalaje.
 - La "energía primaria utilizada como materia prima" a partir de materiales secundarios se contabilizó como parte del uso total de recursos energéticos primarios renovables de acuerdo con el principio de quien contamina paga.
 - Los indicadores de "Energía primaria como combustible" (PENRE, PERE) se calculan como la demanda total de energía primaria menos la energía primaria utilizada como materia prima.
 - Los módulos C se estimaron con base en conjuntos de datos predeterminados para el tratamiento de residuos de fibrocemento y la disposición final en vertederos.
 - Para la estimación de impactos por contribuciones "aguas arriba" o "aguas abajo", cuando estaban disponibles, se seleccionaron conjuntos de datos del "Resto del mundo" para el cálculo del impacto ambiental de la base de datos ecoinvent 3.6, al no haber conjuntos de datos y procesos específicos disponibles para el país o región de las instalaciones productivas.
- Reglas de corte:
 - Los datos recopilados cubren todas las materias primas, insumos y materiales de embalaje; transporte asociado al sitio de fabricación; procesos con consumo de energía y uso del agua; desechos de producción directa; emisiones al aire y al agua.
 - De acuerdo con la EN 15804 y la PCR de referencia, los flujos se pueden omitir (cortar) de un proceso central en el ACV hasta un máximo del 1% de la masa total de insumos de materiales o el 1% del contenido total de energía de combustibles y energía portadores; varios materiales de embalaje que agrupan, en combinación, a < 0,2% del total de los materiales de entrada se omitieron del ACV que sustenta esta DAP.
 - Se han considerado los principales materiales requeridos para la adecuada instalación del producto terminado. Se excluye de este análisis los materiales de la estructura de soporte, los cuales pueden ser en aluminio o madera.
- Calidad de los datos:
 - Todos los datos se registran diariamente, por lotes de producción. Se implementan informes semanales, mensuales y anuales como parte del control operativo. El sistema de gestión cuenta con certificaciones ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2009. Todos los datos se obtuvieron directamente de la empresa del año operativo 2019.

- La matriz de electricidad se calculó con datos del Centro de Control de Energía de Costa Rica de 2019, de acuerdo con la distribución que se presenta en el gráfico a continuación. El factor de emisión asociado es de 0,0678 kgCO₂e/kWh.



- Los consumos de materias primas y energía se registran mediante equipos y procesos automatizados.
- De forma general, los datos se obtienen en su mayoría de datos de medición, propios de un único sitio de producción, con una correlación temporal entre 3 y 10 años respecto a los conjuntos de datos, con correlación geográfica para un área mayor respecto al área del estudio y con una correlación con tecnologías iguales o similares, pero de diferente empresa.
- Asignación:
 - Todo el consumo de materias primas se basa en una formulación específica y datos registrados para cada familia de productos y tipo de tablero, en función de su espesor y peso.
 - Todo el consumo de energía (electricidad y combustibles) se asignó considerando los datos registrados, reportados por lugar de trabajo o uso de maquinaria y producción familiar específica en función del tonelaje.
 - Para la generación de residuos sólidos, el consumo de agua, los materiales de empaque, las emisiones de calderas y la asignación de la planta de tratamiento de residuos se aplicaron con base en el peso total de la producción utilizando cada equipo o fase de producción específica.
 - Los datos de distribución de las ventas se han utilizado para crear escenarios promedio de transporte hasta el sitio de construcción, considerando ventas nacionales e internacionales, para cada una de las familias de producto.
- Métodos de evaluación de impacto
 - CML IA v 3.04-2016, EDIP2003 y Cumulative Energy Demand (LHV)
- Información excluida
 - El impacto ambiental de la infraestructura, la construcción, los equipos de producción y las herramientas que no se consumen directamente en el proceso de producción no se contabilizan en el ACV.
 - Los impactos relacionados con el personal, como el transporte hacia y desde el trabajo, tampoco se contabilizan en el ACV.

- Se excluye de este análisis los materiales de la estructura de soporte para instalación, los cuales pueden ser en aluminio o madera.
- Desarrollador del ACV:



 - Análisis de Ciclo de Vida (ACV) realizado por Biomatech Engineering Ltda. Costa Rica, www.biomatec.net, info@biomatec.net

Información del contenido

Componentes del producto	Distribución de las materias primas% ²	Material posconsumo, % en peso de materia prima	Material renovable, % en peso de materia prima
Cemento Portland	60,0 % - 75,0 %	0,00	0,00
Carbonato de calcio	15,0 % - 30,0 %	0,00	0,00
Cartón de desecho	< 10,0 %	0,00	100%
Papel Periódico para reciclar	< 5,00 %	77,5%	100%
Aditivos	< 10,0 %	4,96%	40,4%
TOTAL	100 %	1,37%	10,2%
Materiales de embalaje	Peso, kg	Peso-% (frente al producto - 1 tonelada)	
Pallet de madera	14,9	1,49 %	
Tiras de acero	0,37	0,04 %	
Esquineros de cartón	0,33	0,03 %	
Madera, tratada	0,28	0,03 %	
Papel kraft	0,22	0,02 %	
Película plástica de polietileno	0,22	0,02 %	
TOTAL	16,4	1,64 %	

Declaración de sustancias peligrosas: Los productos declarados contienen menos del 0,1% o ninguna sustancia peligrosa, de la lista de “Candidate list of Substances of Very High Concern”, actualización del 18/12/2019.

² Para facilitar la interpretación, las materias primas se declaran ya que se excluye el % en peso de la mezcla de productos y el agua debido a su unión química en el producto y cambios de humedad durante la etapa de fabricación.

Información ambiental

Los resultados se informan por separado para 1 tonelada de producción instalada (unidad declarada) y 1 m² instalado (unidad declarada utilizada en las prácticas de diseño y construcción) de fibrocemento PLYCEM® Deck por espesor. Los módulos B1 a B7 y C3 no se presentan en los siguientes cuadros ya sus impactos son nulos para todas las categorías de impacto consideradas.

Unidad declarada: 1 tonelada

Módulos declarados

IMPACTOS POR TONELADA DE LÁMINAS DE FIBRA-CEMENTO PLYCEM® DECK																
	Etapa del producto			Etapa del proceso de construcción		Etapa de uso							Etapa de fin de vida			
Módulo	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4
Módulo declarado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Impacto ambiental potencial

PARÁMETRO	UNIDAD	A1+A2+A3	A4	A5	C1	C2	C4	Total
GWP	kg CO ₂ eq.	8,10E+02	9,31E+01	2,50E+02	3,25E+00	9,14E+00	5,48E+00	1,17E+03
ODP	kg CFC 11 eq.	2,54E-03	1,64E-05	3,85E-05	5,66E-07	1,63E-06	1,86E-06	2,60E-03
AP	kg SO ₂ eq.	2,52E+00	8,21E-01	9,71E-01	2,45E-02	4,65E-02	4,03E-02	4,42E+00
EP	kg PO ₄ ³⁻ eq.	9,91E-01	1,44E-01	3,30E-01	5,73E-03	1,14E-02	8,87E-03	1,49E+00
POCP	kg C ₂ H ₄ eq.	1,22E-01	2,32E-02	7,14E-02	5,45E-04	1,43E-03	1,69E-03	2,20E-01
ADPE	kg Sb eq.	5,11E-02	2,17E-03	2,31E-03	5,06E-06	2,44E-04	5,15E-05	5,59E-02
ADPF	MJ	6,83E+03	1,36E+03	6,22E+03	4,52E+01	1,36E+02	1,56E+02	1,47E+04
Acrónimos	GWP: potencial de calentamiento global, ODP: potencial de agotamiento del ozono estratosférico, AP: potencial de acidificación, EP: potencial de eutrofización, POCP: potencial de formación de ozono troposférico ADPE: potencial de agotamiento abiótico para recursos no fósiles, ADPF: potencial de agotamiento abiótico para recursos fósiles							

Uso de recursos

PARÁMETRO	UNIDAD	A1+A2+A3	A4	A5	C1	C2	C4	Total
PERE	MJ	2,81E+03	1,39E+01	2,67E+02	2,40E-01	1,49E+00	1,24E+00	3,09E+03
PERM	MJ	2,03E+03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03E+03
PERT	MJ	4,84E+03	1,39E+01	2,67E+02	2,40E-01	1,49E+00	1,24E+00	5,12E+03
PENRE	MJ	6,66E+03	1,35E+03	6,56E+03	4,45E+01	1,35E+02	1,55E+02	1,49E+04
PENRM	MJ	4,04E+02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,04E+02
PENRT	MJ	7,07E+03	1,35E+03	6,56E+03	4,45E+01	1,35E+02	1,55E+02	1,53E+04
SM	kg	7,51E+01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,51E+01
RSF	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NRSF	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FW	m ³	6,97E+00	1,38E-01	2,57E+00	2,33E-03	1,51E-02	1,68E-01	9,86E+00
Acrónimos	PERE: Uso de energía primaria renovable excluidos los recursos utilizados como materias primas, PERM: Uso de recursos de energía primaria renovable utilizados como materia prima, PERT: Uso total de recursos de energía primaria renovable, PENRE: Uso de energía primaria no renovable excluidos los recursos utilizados como materias primas, PENRM: Uso de recursos de energía primaria no renovable utilizados como materias primas, PENRT: Uso total de recursos de energía primaria no renovables, SM: Uso de materiales secundarios, RSF: Uso de combustibles secundarios renovables, NRSF: Uso de combustibles secundarios renovables, FW: uso neto de agua dulce							

Generación de residuos y flujos de salida

PARÁMETRO	UNIDAD	A1+A2+A3	A4	A5	C1	C2	C4	Total
HWD	kg	5,11E-02	3,24E-03	4,21E-03	1,23E-04	3,62E-04	2,34E-04	5,92E-02
NHWD	kg	5,53E+01	0,00	5,35E+01	0,00	0,00	1,07E+03	1,17E+03
RWD	kg	3,13E-02	9,06E-03	6,08E-03	3,14E-04	9,04E-04	1,03E-03	4,87E-02
CRU	kg	8,51E-01	0,00	1,60E+01	0,00	0,00	0,00	1,68E+01
MFR	kg	1,92E+00	0,00	1,03E+00	0,00	0,00	0,00	2,95E+00
MER	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EEE	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EET	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acrónimos	HWD: Residuos peligrosos eliminados, NHWD: Residuos no peligrosos eliminados, RWD: Residuos radiactivos eliminados, CRU: Componentes para reutilización, MFR: Materiales para reciclaje, MER: Materiales para recuperación de energía, AEE: Energía exportada, electricidad, EET: Energía exportada, térmica							

Unidad declarada: 1 m² instalado

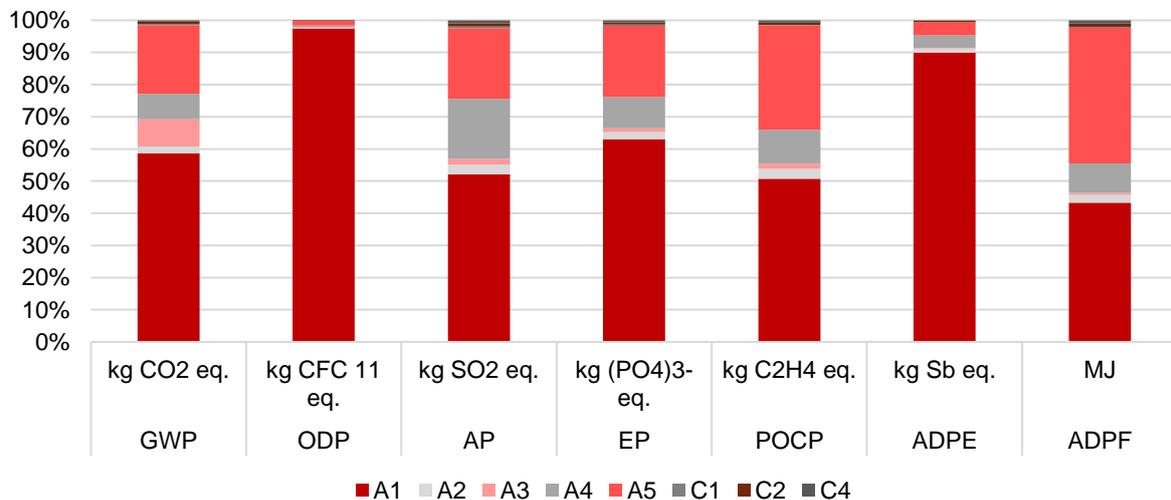
IMPACTOS POR METRO CUADRADO (m²) DE LÁMINAS FIBRA-CEMENTO PLYCEM® DECK DE 30 mm																	
• 982315 Plycem Decking JS 30 mm 150 x 3657 mm RAN																	
	Etapa del producto			Etapa del proceso de construcción		Etapa de uso							Etapa de fin de vida				
Módulo	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	
Módulo declarado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PARÁMETRO	UNIDAD	A1+A2+A3		A4	A5	C1		C2	C4		Total						
Impacto medioambiental potencial																	
Potencial de calentamiento global (GWP)	kg CO ₂ eq.	3,05E+01		3,51E+00	9,39E+00	1,22E-01		3,44E-01	2,06E-01		4,40E+01						
Potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico (ODP)	kg CFC 11 eq.	9,55E-05		6,15E-07	1,45E-06	2,13E-08		6,14E-08	6,99E-08		9,78E-05						
Potencial de acidificación (AP)	kg SO ₂ eq.	9,47E-02		3,09E-02	3,66E-02	9,23E-04		1,75E-03	1,52E-03		1,66E-01						
Potencial de eutrofización (EP)	kg PO ₄ ³⁻ eq.	3,73E-02		5,42E-03	1,24E-02	2,16E-04		4,28E-04	3,34E-04		5,61E-02						
Potencial de formación de ozono troposférico (POCP)	kg C ₂ H ₄ eq.	4,60E-03		8,74E-04	2,69E-03	2,05E-05		5,38E-05	6,35E-05		8,29E-03						
Potencial de agotamiento abiótico – Recursos no fósiles	kg Sb eq.	1,92E-03		8,18E-05	8,69E-05	1,90E-07		9,19E-06	1,94E-06		2,10E-03						
Potencial de agotamiento abiótico - Recursos fósiles	MJ	2,57E+02		5,11E+01	2,34E+02	1,70E+00		5,14E+00	5,88E+00		5,55E+02						
Uso de recursos																	
Recursos energéticos primarios Renovables	Utilizar como portador de energía	MJ	1,06E+02		5,24E-01	1,01E+01	9,05E-03		5,62E-02	4,67E-02		1,16E+02					
	Utilizado como materia prima	MJ	7,64E+01		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		7,64E+01					
	TOTAL	MJ	1,82E+02		5,24E-01	1,01E+01	9,05E-03		5,62E-02	4,67E-02		1,93E+02					
Recursos de energía primaria - No renovables	Utilizar como portador de energía	MJ	2,51E+02		5,06E+01	2,47E+02	1,68E+00		5,10E+00	5,82E+00		5,61E+02					
	Utilizado como materia prima	MJ	1,52E+01		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		1,52E+01					
	TOTAL	MJ	2,66E+02		5,06E+01	2,47E+02	1,68E+00		5,10E+00	5,82E+00		5,76E+02					
Materiales secundarios	kg	2,83E+00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		2,83E+00						
Combustibles secundarios renovables	MJ	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00						
Combustibles secundarios no renovables	MJ	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00						
Uso neto de agua dulce	m ³	2,62E-01		5,19E-03	9,67E-02	8,77E-05		5,69E-04	6,31E-03		3,71E-01						
Generación de residuos y flujos de salida																	
Residuos peligrosos eliminados	kg	1,92E-03		1,22E-04	1,58E-04	4,64E-06		1,36E-05	8,83E-06		2,23E-03						
Residuos no peligrosos eliminados	kg	2,08E+00		0,00	2,01E+00	0,00		0,00	4,01E+01		4,42E+01						
Residuos radiactivos eliminados	kg	1,18E-03		3,41E-04	2,29E-04	1,18E-05		3,40E-05	3,88E-05		1,83E-03						
Componentes para reutilización	kg	3,20E-02		0,00	6,01E-01	0,00		0,00	0,00		6,33E-01						
Material para reciclaje	kg	7,23E-02		0,00	3,86E-02	0,00		0,00	0,00		1,11E-01						
Materiales para recuperación energía	kg	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00						
Energía exportada, electricidad	MJ	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00						
Energía exportada, térmica	MJ	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00						

Interpretación de resultados

La siguiente interpretación de los resultados es representativa para el promedio de láminas de fibrocemento PLYCEM® Deck. Las declaraciones en general también son válidas para las identificaciones y espesores específicos de láminas declaradas en esta DAP.

Los potenciales de impacto ambiental y los indicadores declarados están dominados por la etapa de producción A1-A3. Dentro de los módulos A1-A3, el suministro de materias primas tiene la mayor influencia, incluidos los combustibles, la electricidad y el agua como materias primas, seguido del proceso de fabricación. El suministro de cemento contribuye de manera significativa a la mayoría de los factores de impacto ambiental. Especialmente los indicadores ADPE y GWP resultan casi exclusivamente del suministro de cemento (clinker).

Impactos ambientales potenciales



Contribución de los módulos evaluados a los indicadores de impacto ambiental

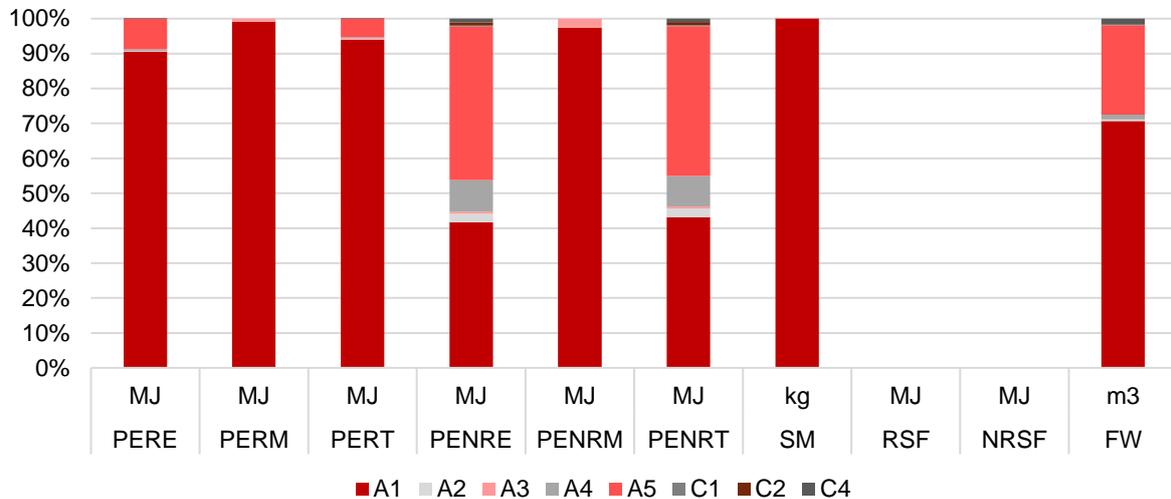
La contribución de los aditivos de siloxano / silano utilizados en la preparación de mezcla de pulpa es de relativa importancia a la categoría de impacto ODP. Ante la ausencia de datos específicos sobre el contenido y los ingredientes de los aditivos utilizados en el proceso de fabricación, se consideraron conjuntos de datos predeterminados de la base de datos de referencia para el modelo del ACV.

La influencia de los transportes en A2 y C2 se debe principalmente al suministro de diésel y los resultados para ambos módulos son similares en todas las categorías de impacto, con un impacto menor para C2, ya que se estima una distancia de transporte por carretera de 50 km para disposición final de residuos de producto, mientras que en A2 se consideraron modos de transporte adicionales para la mayoría de las materias primas utilizadas.

Por su parte el transporte en A4, desde la planta de producción hasta el sitio de construcción, representa un mayor impacto que los otros módulos de transporte, llegando a representar alrededor del 10% de la contribución a indicadores como GWP, AP, EP, POCP, ADPF y PENRT. Este resultado se asocia al alto volumen de ventas internacionales distribuidos a lo largo de la región.

Es sobresaliente la contribución del módulo de instalación (A5), lo cual se origina en los materiales auxiliares para la correcta instalación del producto según las recomendaciones del fabricante.

Uso de recursos



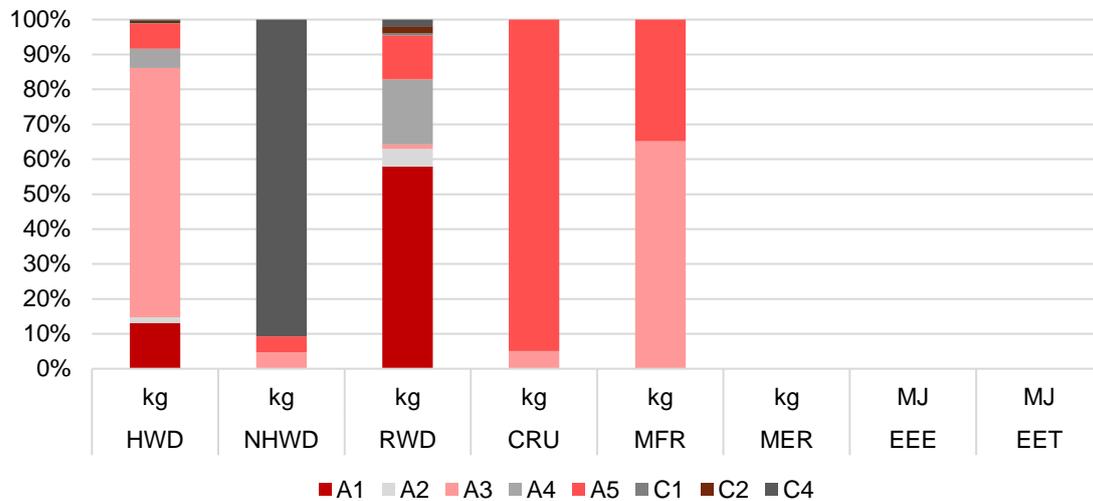
Contribución de los módulos evaluados a los indicadores de uso de recursos

En las categorías de impacto del uso de recursos, el indicador Secondary Materials (SM) se define por la recuperación y uso de residuos de cartón (industrial), residuos de periódico (post-consumidor) y microsílíce (subproducto industrial), lo que contribuye significativamente a disminuir la demanda de recursos renovables primarios. El consumo de agua dulce se asocia al consumo directo de la operación, la cual cuenta con un proceso de recirculación para reducir significativamente el impacto. Se refleja también en este indicador la contribución de la producción hidroeléctrica nacional con grandes embalses. En ambos casos la etapa de materias primas (A1) representa la principal contribución.

El indicador PERM se determina por la contribución principal de las materias primas de cartón y papel periódico recuperados, fibra virgen (BKP), así como los materiales de embalaje que incluyen madera, papel y cartón. El indicador PENRM por su parte responde a la contribución principal del diésel utilizado como desmoldante en el proceso de producción primaria y menores contribuciones de aditivos y materiales de embalaje.

Para los indicadores PENRE y PERNT se destaca, adicional a la contribución de los combustibles utilizados en la fase de producción, la contribución del módulo de instalación (A5) a partir del consumo de clips de polietileno y de menor significancia los módulos de transporte (A2, A4) como procesos de alto consumo de combustibles fósiles.

Generación de residuos y flujos de salida



Contribución de los módulos evaluados a los indicadores de flujo de salida y residuos

Los indicadores HWD y MFR están definidos por la generación y tratamiento de residuos desde la etapa de fabricación (A3). Los residuos peligrosos HWD se asocian a materiales contaminados, mientras que MFR da cuenta de la chatarra y otros residuos urbanos reciclables generados en el sitio. Este último indicador tiene una contribución significativa en la fase de construcción (A5), bajo el escenario de recuperación de materiales de embalaje para su reciclaje, que representa más del 30% del total reportado.

En particular, CRU refleja principalmente la recuperación de pallets para su posterior reutilización fuera del sistema de producción, tras la fase de instalación A5, con una contribución superior al 90% del total. En segundo lugar, está la contribución de pallets que salen como donación para reuso tras la fase de producción.

Una excepción a las contribuciones más altas mostradas por los módulos A1-A3 es el indicador NHWD en el que la disposición de los residuos del producto al final de la vida útil (C4) muestra la contribución más significativa además de la fase de fabricación (A3) y de instalación (A5), como se esperaba.

La contribución principal a la generación de residuos radiactivos (RWD) resulta del módulo A1, con más de un 50% del total debido a la producción de combustibles fósiles y consumo de electricidad de fuente nuclear. En segundo lugar, se encuentra el módulo de transporte del producto terminado (A4), que contribuye principalmente debido a la producción de los combustibles fósiles consumidos en el transporte. Se destaca también la contribución del módulo de instalación (A5) a partir de los combustibles fósiles utilizados en la producción de los materiales auxiliares requeridos (polietileno).

Información Adicional

Gobernanza ambiental de Elementia

2019 fue un año clave para la gestión ambiental del Grupo Elementia. Nuestra estrategia de sustentabilidad conduce a un mayor compromiso y acciones concretas para proteger y beneficiar el medio ambiente. Hicimos un cambio estructural y creamos la Gerencia de Energía y Medio Ambiente. Esta oficina reporta directamente a la Dirección Corporativa de Operaciones y trabaja en colaboración con la Gerencia de Sustentabilidad para definir y ejecutar los siguientes lineamientos ambientales:



Una de las primeras acciones de este año fue la creación de un Sistema de Gestión Ambiental para estandarizar y sistematizar las acciones globales. Los principales aspectos del sistema son los siguientes:

- i. **Seguimiento y reporte de indicadores ambientales y energéticos:** Nosotros fortalecimos el reporte ambiental a través de la definición de metodologías corporativas alineadas con estándares internacionales y mejores prácticas empresariales. Como resultado, monitoreamos 11 indicadores clave, de los cuales 4 forman parte del Balanced Scorecard de nuestras operaciones.
- ii. **Comités ambientales:** Creamos Comités Operativos de Medio Ambiente con sesiones mensuales que incluyen miembros de nuestras plantas en México y Costa Rica. El objetivo de estos comités es homologar procesos ambientales estableciendo un diálogo. Este espacio se utiliza para analizar y compartir conocimientos y buenas prácticas. Identificamos y evaluamos proyectos de mejora en temas como agua, residuos, energía y emisiones de gases de efecto invernadero.
- iii. **Actividades medioambientales:** En Elementia celebramos el Día Mundial del Medio Ambiente con nuestros colaboradores y sus familias, y organizamos talleres con múltiples temas como gestión del agua, concursos verdes y actividades de reforestación entre otros. En nuestra planta en Costa Rica el proyecto "Family Garden" permite a nuestros colaboradores y sus familias involucrarse en actividades de jardinería y cosecha.

Energía y cambio climático

En 2019 continuamos con la ejecución de la Estrategia Energética de Elementia (e3) y sus conceptos y lineamientos se integraron con la estrategia de sustentabilidad. Como respuesta al cambio climático, Elementia implementó un monitoreo mensual de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en todas sus plantas para establecer proyectos de reducción de emisiones.

Este año, Plycem "Construsistemas" fue reconocida por el Ministerio de Ambiente de Costa Rica por medir y reportar su inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. Este proyecto se realizó como parte del Programa Nacional de Carbono Neutralidad 2.0, en el cual Costa Rica manifiesta su intención de convertirse en un país descarbonizado para el 2050.

Gestión de agua y residuos

- i. **Administración del Agua:** En Elementia es fundamental hacer un buen uso de los recursos naturales necesarios para nuestras operaciones. Todas nuestras aguas residuales se tratan directamente en nuestras plantas de tratamiento de agua para lograr estándares de descarga de calidad de agua aceptables. Utilizamos trenes de tratamiento biológico y físico-químico de aguas residuales. Actualmente, nuestros procesos se ejecutan con un 85% de agua recirculada. Queremos continuar nuestros esfuerzos implementando principios de economía circular y respondiéndoles como mejores prácticas en todos nuestros procesos.
- ii. **Gestión integral de residuos:** Manejamos todas las salidas de nuestros procesos con estrictas prácticas de prevención y manejo de residuos mediante la implementación de controles de separación en diferentes puntos de la generación del flujo de residuos, para su posterior disposición con proveedores que cumplen con las regulaciones y requisitos del país. Además, trabajamos activamente para encontrar los métodos de eliminación más adecuados para maximizar el valor de nuestros materiales, con el objetivo de promover "la economía circular".

Desempeño ambiental del producto

Con el objetivo de reducir nuestro impacto operacional, fomentamos el uso de materiales reciclados y abastecimiento de proveedores locales. Se redujo el consumo de cemento y otras materias primas no renovables con la reintegración de subproductos en nuestro proceso. En Costa Rica, a través de asociaciones con empresas locales de reciclaje, nos aseguramos de que todas nuestras fibras de celulosa provengan de materiales de desecho pre o post consumo (papel periódico y cartón). De esta manera logramos reemplazar el uso de celulosa virgen y evitamos la eliminación de residuos locales en vertederos o rellenos sanitarios. De esta manera, reforzamos constantemente nuestro compromiso de reducir nuestro impacto ambiental. En términos de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV), se recomienda la utilización de acabados que cumplan con los requisitos de evaluación de emisiones de COV.

Durabilidad del producto y fin de vida útil

Las láminas de fibrocemento de Plycem Construsistemas están diseñadas y desarrolladas con una garantía de producto de 5 años. Este producto ofrece cualidades de durabilidad y alta resistencia mecánica que pueden ofrecer una vida útil superior a 50 años.

Con base en las características de sus componentes (cemento, minerales inertes de relleno, fibras orgánicas) y las condiciones de diseño del producto, se recomienda de forma responsable la adecuada separación y disposición al final de la vida útil del material en un relleno sanitario. Sin embargo, estudios preliminares demuestran un potencial para la recuperación y reutilización del producto desinstalado y como materia prima en la producción de cemento (Clinker).

Diferencias frente a versiones anteriores de la DAP

Esta es la primera versión de la DAP de PLYCEM® Deck de Plycem Construsistemas Costa Rica. Este producto era comercializado anteriormente bajo el nombre “Plydeck”.

Referencias

- Amit, G., Kainou, K., & Tinus, P. (2006). Introduction. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 2). IPCC. Retrieved from https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf
- Ecoinvent 3.6 in openLCA. Report version 1. GreenDelta GmbH, Germany. 2019
- EcoTransIT World Initiative. (2014). Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports Methodology and Data Update.
- EN 15804:2012+A1:2013. Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products.
- General Programme Instructions of the International EPD® System. Version 3.01.
- Instituto Costarricense de Electricidad. (2020). Informes Anuales. Retrieved from Centro Nacional de Control de Energía: <https://apps.grupoice.com/CenceWeb/CenceDescargaArchivos.jsf?init=true&categoria=3&codigoTipoArchivo=3008>
- ISO 14025:2006. Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures.
- ISO 14040:2008 – “Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework”.
- ISO 14044:2008 – “Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines”.
- LCA Report for Fiber Cement Products by Plycem Construsistemas. Biomatec. Costa Rica. 2020.
- PCR 2012:01. Construction Products and Construction Services, version 2.33.
- REFINADORA COSTARRICENSE DE PETRÓLEO. (2020). Calidad y seguridad de productos. Retrieved from RECOPE: <https://www.recope.go.cr/productos/calidad-y-seguridad-de-productos/>
- Richard N., W., Stacey M., H., & Richard E., L. (2000). Heats of combustion of high temperature polymers. Fire Mater, 24, 245-252. doi:10.1002/1099-1018(200009/10)24:5<245::AID-FAM744>3.0.CO;2-7
- TNO. (2020). Database for the physico-chemical composition of (treated) lignocellulosic biomass, micro- and macroalgae, various feedstocks for biogas production and biochar. Retrieved from Phyllis2: <https://phyllis.nl/>

