



Declaración Ambiental de Producto

De acuerdo con ISO 14025 y EN 15804:2012+A2:2019 para

Pernos SAFEROCK®

de



Programa:

Operador del programa

Número de registro EPD:

Fecha de publicación:

Válido hasta:

The International EPD® System

EPD registrada a través del programa regional totalmente alineado:

Hub EPD® Latin America

EPD International AB,
Regional Hub: EPD Latin America

S-P-06699

2022-11-15


2027-11-14

Una EPD debe proporcionar información actual y puede actualizarse si cambian las condiciones. Por lo tanto, la validez indicada está sujeta a la continuidad del registro y la publicación en www.environdec.com



Información sobre el programa

Programa:	The International EPD® System www.environdec.com EPD registrada a través del programa regional totalmente alineado: Hub EPD® Latin America www.epd-americalatina.com
Operador del programa	EPD International AB Box 210 60 SE-100 31 Estocolmo Suecia EPD Latin America Oficina de Chile: Alonso de Ercilla 2996, Ñuñoa, Santiago. Oficina de México: Av. Convento de Actopan 24 Int. 7ª, Colonia Jardines de Santa Mónica. Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México. C.P. 54050.

Responsabilidades de PCR, ACV y verificación independiente por tercera parte
Reglas por categoría de producto (PCR)
CEN standard EN 15804 sirve para las normas de la categoría de productos básicos
Reglas por categoría de producto (PCR): Productos de construcción PCR 2019:14 V 1.11; UN CPC 412 Productos de hierro o acero
La revisión de la PCR fue realizada por: Comité Técnico del EPD® Internacional Presidente: Claudia Peña, Investigación y Tecnología ADDERE Dirección: Alonso de Ercilla 2996, Ñuñoa, Santiago, Chile Contacto: info@environdec.com
Análisis de Ciclo de Vida (ACV)
Responsabilidad del ACV: Camila López Eccher, Universidad Andrés Bello Edmundo Muñoz Alvear, Universidad Andrés Bello
Verificación por tercera parte
Verificación por terceros independientes de la declaración y los datos, según ISO 14025:2006, via: <input checked="" type="checkbox"/> Verificación de la EPD por un verificador individual Verificador externo: Sonia Valdivia, soniavaldivia2050@gmail.com  <Firma del verificador por tercera parte> Aprobado por: The International EPD® System
El procedimiento de seguimiento de los datos durante la validez de la EPD implica a un verificador por tercera parte: <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No

El propietario del EPD es el único titular, responsable y obligado por el EPD. Las EPD dentro de la misma categoría de productos, pero de diferentes programas, pueden no ser comparables. Las EPD de productos de construcción pueden no ser comparables si no cumplen con EN 15804. Para más información sobre la comparabilidad, véanse las normas EN 15804 e ISO 14025.

1. Información de la compañía

1.1 Propietario de la EPD: Aceros AZA S.A

1.2 Contacto: daniela.gonzalez@AZA.cl

1.3 Descripción de la organización:

Aceros AZA S.A. es la empresa chilena con mayor producción de productos siderúrgicos a partir del reciclaje de chatarra ferrosa. Durante más de seis décadas, ha liderado el mercado como el mayor reciclador de Chile. Su misión es "crear valor para sus clientes, proveedores, accionistas, colaboradores y la sociedad, reciclando, produciendo, transformando y comercializando acero y sus coproductos, en forma sustentable". AZA busca ser una organización comprometida con su entorno y el medio ambiente, siendo estos elementos parte esencial de su cadena de valor. Además, de lo anterior, AZA tiene un fuerte compromiso social, donde destacan iniciativas como el "Programa Limpiemos Rapa Nui", en el que procesan y retiran chatarra ferrosa de la isla para luego integrarla a su proceso productivo (Aceros AZA, 2020). Además, Aceros AZA se ha caracterizado por incorporar atributos de sostenibilidad ambiental para sus productos, como el cálculo de impactos ambientales con un enfoque de ciclo de vida. Estos impactos son reportados a sus clientes a través de sus declaraciones ambientales de producto (EPD). En mayo de 2017, Aceros AZA publicó sus 2 primeras EPD para barras de refuerzo y perfiles de acero, las cuales están disponibles en el sitio web del Sistema EPD. Estas EPDs transparentan los impactos ambientales generados en el ciclo de vida de sus productos y están elaboradas bajo las normas ISO 14025 y verificadas por un organismo independiente. Por este motivo, se está llevando a cabo una actualización de las EPDs para barras de refuerzo y perfiles de acero, añadiendo una nueva EPD asociada a pernos SAFEROCK® debido al aumento de las ventas.



Actualmente, produce aceros largos como barras de refuerzo, perfiles de acero laminados, SAFEROCK® y alambón, los cuales son sometidos a pruebas de control de calidad, dando cumplimiento a los estándares técnicos exigentes en el país y buscando alcanzar altos estándares de sostenibilidad. La empresa cuenta con dos plantas industriales en Santiago, ubicadas en las comunas de Colina y Renca. La planta de Colina tiene una capacidad instalada

de 520.000 t/año, mientras que la de Renca tiene una capacidad instalada de 100.000 t/año. Al año 2019 AZA reciclo 463.000 t de chatarra, para producir 409.000 t de productos laminados. La chatarra proviene principalmente de 3 centros de reciclajes, ubicados en Antofagasta, Concepción y Temuco. La chatarra que ingresa al proceso productivo es fundida en un horno de arco eléctrico (EOF), para producir la palanquilla. Alrededor del 80% de las palanquillas son utilizadas en la planta de Colina, donde se producen barras y rollos refuerzo para hormigón y alambrón. El 20% restante de palanquillas, son enviadas a la planta de Renca. En esta planta se producen barras de refuerzo para hormigón, perfiles laminados en caliente y pernos SAFEROCK®. Además, del reciclaje de chatarra, AZA ha tenido un foco en valorización de los residuos generados en su proceso productivo. Actualmente valoriza el 14,2% de sus residuos, entre ellos escorias y laminilla. Las escorias son valorizadas como áridos artificial, mientras que las laminillas de los lodos son vendidas como combustible alternativo a la empresa Polpaico.

1.4 Nombre y ubicación de los centros de producción

Planta de Colina, Panamericana norte. 18968, Colina, Región Metropolitana y planta La Unión 3070, Renca, Región Metropolitana.

2. Información del producto

2.1 Nombre del producto

Pernos SAFEROCK® UN CPC 412 Productos de hierro o acero

2.2 Identificación del producto

Los Pernos SAFEROCK® para refuerzo de rocas (Ver Figura 12), son productos de una sección transversal resistente, levemente ovalada con resaltes en forma de un hilo helicoidal izquierdo de gran paso. El suministro se hace en barras rectas, en su estado de laminación en caliente y sin tratamientos posteriores. El diseño del hilo permite colocar una tuerca que puede rodar longitudinalmente por los resaltes, para formar una sección resistente a la torsión, que en conjunto al concreto servirá de anclaje.

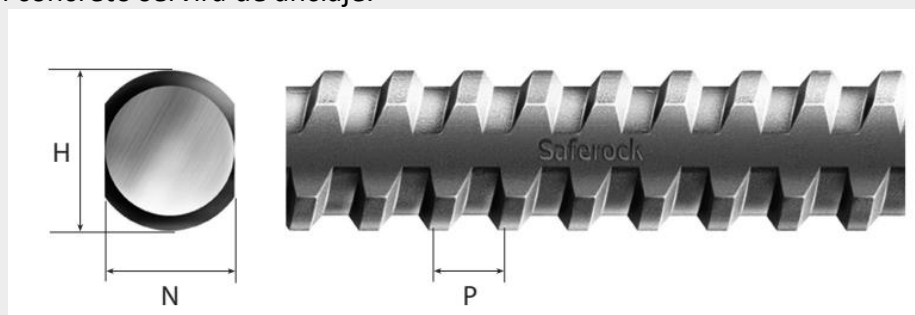


Figura 1. Pernos SAFEROCK®

2.3 Descripción del producto:

Los pernos SAFEROCK® se utilizan para fortificar y reforzar rocas, taludes y suelos. Permiten mantener la integridad de la roca sometida a tensión actuando eficazmente como un arco o como una viga tendida a lo largo de la excavación. Además, pueden fijar cualquier roca suelta

o estrato delgado en la superficie de la cavidad, anclándolos profundamente. Las propiedades mecánicas de los pernos SAFEROCK® se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades mecánicas pernos SAFEROCK®

Grado del Acero	Resistencia a la Tracción MPa	Tensión de Fluencia MPa	Alargamiento %
A280	≥ 440	≥ 280	≥ 16
A420	≥ 630	420 a 580	≥ 8
Grado 60	≥ 620	≥ 420	≥ 8
Grado 75	≥ 690	≥ 520	≥ 7

Nota: % de alargamiento ver norma y diámetro correspondiente.

Cada perno SAFEROCK® lleva grabado el número de colada para garantizar los estándares de calidad del proceso. Esta trazabilidad se extiende desde la fabricación hasta la entrega. Los pernos SAFEROCK® llevan la marca de origen AZA en una cara y el grado de acero en relieve en la otra: A280 o A420, correspondientes al Grado A440 o A630, de la norma NCh204:2020 (Oficializada 2021), respectivamente. Además, para indicar el extremo recomendado para aplicar la tuerca, los pernos SAFEROCK® están pintados de amarillo para A440 y de blanco para A630. También se puede suministrar el grado A520 (o el grado 75), previa consulta. Los grados de acero son A280, A420 y A520 (Grado 75). Los pernos SAFEROCK® cumplen las propiedades mecánicas de la norma NCh204:2020 (Oficializada 2021). Los pernos de longitud inferior a 6 m se suministran en paquetes de 100 barras. Todos están pintados de un color en un extremo para indicar cuál recibirá la tuerca. Las dimensiones de los pernos SAFEROCK® se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones pernos SAFEROCK®

Díámetro nominal mm	Masa lineal media kg/m	Paso de hilo, P mm	Alto H máximo mm	Ancho N máximo mm
16	1,52	9,00	18,2	14,7
19	2,00	9,90	21,4	17,4
22	2,77	11,09	24,8	20,2
25	3,60	12,50	28,2	22,8

2.4. Información de contenido

Tabla 2. Módulos declarados, ámbito geográfico, proporción de datos específicos (en el indicador GWP-GHG) y variación de datos

Componentes del producto	Peso, kg	Material post-consumo, peso-%	Material renovable, peso-%
Acero	2.000	100%	100%
Total	2.000	100%	100%
Materiales de empaque	Peso, kg	Peso-% (con respecto al producto)	
Acero	1,50E-02	7,50E-06	
PET	8,00E-04	4,00E-07	
TOTAL	1,58E-02		

2.5 Código UN CPC: UN CPC 412 Productos de hierro o acero

2.6 Alcance geográfico: Chile

3. Información de ACV

3.1 Unidad declarada:

- 1 t de pernos SAFEROCK®

3.2 Vida útil de referencia: No aplica

3.3 Representatividad temporal:

Los datos recogidos corresponden a un año calendario, que considera la información de junio de 2020 a julio de 2021.

3.4 Base(s) de datos y software de ACV utilizados:

El software utilizado fue SimaPro versión 9.4.0.1 y las bases de datos Ecoinvent 3.6.

3.5 Descripción de los límites del Sistema:

b) De la cuna a la puerta con opciones, teniendo en cuenta los módulos A1, A2, A3, A4, A4, C2, C3, C4 y D, como se muestra en la Tabla 2.

3.6 Descripción del proceso:

El proceso comienza con la entrada de chatarra férrea en la planta de Colina, que pasa a la fase de recepción, donde se examina para verificar que no existen elementos contaminantes o peligrosos. Posteriormente, esta materia prima se clasifica en chatarra lista, oxicorte y prensa. A continuación, la chatarra se procesa en una prensa para reducir su tamaño y separar los materiales ferrosos mediante electromagnetismo. Después, el material férreo se deposita en una cesta de carga mediante un electroimán para enviarlo a un horno de arco eléctrico y fundir el metal. El metal fundido se vierte en el horno, donde se añaden ferroaleaciones,

combustibles (antracita) y cal. En la fase de fundición (fusión de la chatarra), el acero alcanza temperaturas de 1.630 °C, y el oxígeno entra en el proceso, formando escoria negra, que contiene impurezas del acero. Una vez que el acero está suficientemente fundido, se vierte en un horno de cuchara, que transfiere el metal líquido al horno de cuchara, que lleva a cabo el proceso de refinado. En este proceso, el contenido de carbono y fósforo se reduce mediante la adición de oxígeno, formando un residuo denominado escoria blanca. Una vez hecho esto y ajustada la composición química y la temperatura del acero, comienza el proceso de colada continua, en el que el contenido de la cuchara se vierte en una artesa que alimenta varias lingoteras refrigeradas por agua, con las que se forma un producto semiacabado llamado tocho. Estas últimas se inspeccionan para detectar defectos superficiales. Los tochos aprobados se separan por colada, se identifican y se almacenan. En el proceso siguiente, las palanquillas se recalientan a una temperatura de entre 1.000 °C y 1.200 °C en un horno de laminación y se introducen en un tren de laminación para formar barras de refuerzo, perfiles de acero y pernos SAFEROCK®. A continuación, los productos se enfrían y envasan para su distribución comercial.

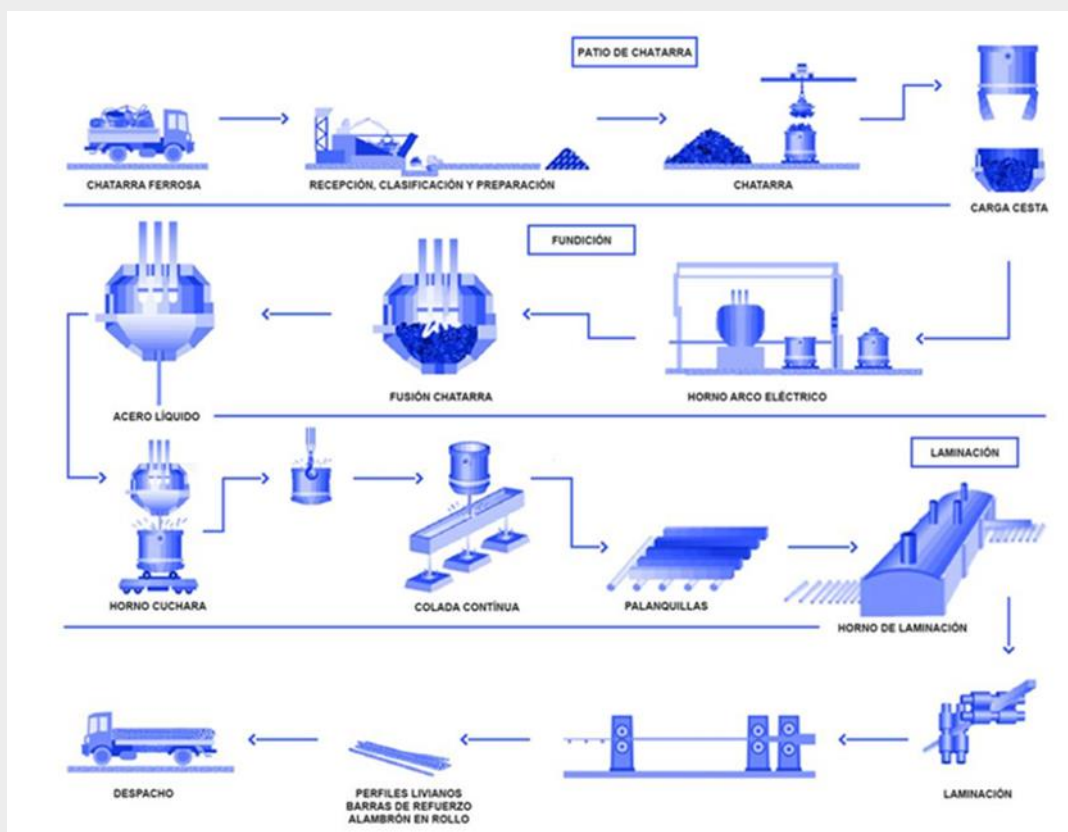


Figura 2. Proceso productivo AZA

3.7 Límites del sistema

El sistema de producto pernos SAFEROCK® comprende todas las unidades de proceso a lo largo de su ciclo de vida. El Sistema EPD® ha adoptado un procedimiento de cálculo de ACV que divide el ciclo de vida en etapas del ciclo de vida (EN 15804:2012+A2:2019).

3.7.1 Descripción de los módulos examinados:

El detalle de los aspectos considerados en cada módulo se presenta a continuación

- **(A1) - Suministro de materias prima**

Corresponde a la etapa de suministro de materias primas. Incluye la extracción y transformación de materias primas, la reutilización de productos o materiales, la generación de electricidad y la transformación de materias primas secundarias. En el caso de Aceros AZA S.A., se utiliza chatarra de acero como materia prima principal del proceso. La chatarra proviene de residuos de la construcción, maquinaria industrial y electrodomésticos (lavadoras, refrigeradores, etc.), recolectados en cuatro puntos de distribución en Iquique, Santiago, Concepción y Temuco.

- **(A2) - Transporte**

La etapa A2 corresponde al transporte de materias primas. En el caso de AZA, considera el transporte de insumos utilizados en las plantas de Colina y Renca, tanto por vía terrestre como marítima, y el transporte de chatarra de las plantas de Iquique, Santiago, Concepción y Temuco.

- **(A3) – Manufactura**

La etapa A3 considera las emisiones sólidas, líquidas y gaseosas procedentes de los procesos de transformación de materias primas e insumos y del tratamiento de las emisiones. En esta etapa se consideran los residuos sólidos enviados a vertedero y las emisiones gaseosas resultantes de las diferentes actividades realizadas durante el ciclo de vida (CO₂, CH₄ u otras identificadas durante el análisis).

- **(A4) - Transporte**

En esta etapa se considera el transporte de los productos desde la puerta de Aceros AZA hasta las obras donde se utilizan. La distancia ponderada para las armaduras fue de 305 km.

- **(A5) – Instalación de la construcción**

La etapa A5 considera la instalación de la obra. En este caso, no se tendrán en cuenta los materiales auxiliares, el uso de agua, los recursos y la energía durante la instalación. Tampoco se consideran los residuos de materiales. En el caso de la salida de materiales se consideran los embalajes de los productos una vez que entran en la obra.

- **(C2) - Transporte**

Esta fase considera el transporte del acero desde la obra hasta el lugar de tratamiento. Según los datos del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) del Ministerio de Medio Ambiente, en 2020 se generaron 1 005 t de residuos de acero procedentes de la

industria de la construcción. De las 1 005 t de residuos, el 2,2% se enviaron a vertedero sanitario y el 97,8% se reciclaron. En el caso del reciclaje, se supone que la cantidad total de residuos reciclados vuelve a Aceros AZA como materia prima.

- **(C3) - Tratamiento de residuos**

Como se menciona en el paso C2, se calcula que el 97,8% de los residuos de acero al final de su vida útil se reciclan.

- **(C4) - Eliminación**

Como se menciona en el paso C2, se calcula que el 2,2% de los residuos de acero al final de su vida útil se depositan en rellenos sanitarios.

- **(D) – Reutilización, recuperación, reciclado potencial**

Los impactos ambientales del Módulo D fueron estimados a partir de las indicaciones de la norma EN 15804 y la PCR 2019:14. Los impactos ambientales declarados en el módulo D pueden ser tanto negativos como positivos en función de cada escenario y de las hipótesis realizadas (PCR 2019, 2014). En este sentido, los impactos ambientales del módulo D son mayoritariamente positivos (representan una carga ambiental) cuando la cantidad de material de entrada al sistema del producto ($M_{MR\ in}$) es mayor que la cantidad de material que sale del sistema producto para reciclaje ($M_{MR\ out}$). Esta situación ha sido demostrada en la investigación de Leroy et al. (2019) para el caso de metales de construcción, y es coincidente con el escenario de Aceros AZA ($M_{MR\ in} > M_{MR\ out}$).

$$e_{module\ D1} = \sum_i (M_{MR\ out} |_i - M_{MR\ in} |_i) \cdot \left(E_{MR\ after\ EoW\ out} |_i - E_{VMSub\ out} |_i \cdot \frac{Q_{R\ out} |_i}{Q_{Sub} |_i} \right)$$

Where:

$M_{MR\ in}$: amount of input material to the product system that has been recovered (recycled or reused) from a previous system (determined at the system boundary).

$M_{MR\ out}$: amount of material exiting the system that will be recovered (recycled and reused) in a subsequent system. This amount is determined at end-of-waste point and is therefore equal to the output flow of “materials to recycling (kg)” reported for modules A4, A5, B and C. The following correction related to Annex D of EN 15804 is made:

- Ecuación D6: la siguiente parte de la ecuación “ $\sum_i (M_{MR\ out} - M_{MR\ in})$ ” es reemplazada por $\sum_i (M_{MR\ out} - Y \cdot M_{MR\ in})$
- Y es un rendimiento de material específico del proceso calculado como: $Y = M - DoS / M - EoW$

Donde,

Y: el rendimiento del material, entre el punto de fin de la condición de residuo (M-EoW) en la etapa C y el punto de sustitución (M-DoS) en el módulo D (cuando el material ha sido valorizado).

Tabla 3. Módulos declarados, ámbito geográfico, proporción de datos específicos (en el indicador GWP-GHG) y variación de datos

	Etapa de producto			Etapa de construcción		Etapa de uso						Etapa de fin de vida				Escenario recuperación de recursos		
	Materias primas	Transporte	Manufactura	Transporte	Instalación	Uso	Mantenimiento	Reparación	Reemplazo	Renovación	Uso de energía	Uso de agua	Demolición	Transporte	Gestión de residuos	Disposición	Reúso, reciclaje o potencial de recuperación de energía	
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	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	x	x	x	x	x	
Geografía	CL	CL	CL	CL	CL								CL	CL	CL	CL	CL	
Datos específicos utilizados	>90%																	
Variación - productos	No relevante																	
Variación sitios	No relevante																	

4. Inventario de ciclo de vida

4.1 Fuentes de datos

Todos los datos asociados al análisis de ciclo de vida de barras de refuerzo, perfiles de acero y pernos SAFEROCK®, fueron entregados por AZA. Al ingresar los datos en el software SimaPro, se utilizaron bases de datos genéricas asociadas a las materias primas como carbón, ferrosilicios, Oxígeno entre otros, debido a que no se contaba con datos de suministro de materias primas, transporte, entre otros, para realizar la modelación de estas.

Las bases de datos utilizadas para la construcción del Inventario de Ciclo de Vida (ICV) fueron:

- Datos provenientes de la Comisión Nacional de Energía (CNE), los cuales fueron utilizados para modelar el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), y realizar cálculos de

eficiencia en el consumo de combustibles para tecnologías como termoeléctricas, gas natural y petróleo.

- Factores de emisión de las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
- Bases de datos de Ecoinvent (versión 3.6), las cuales contienen más de 17.000 conjuntos de datos diferentes sectores como energía, transporte, materiales de construcción, productos químicos, biocombustibles, agricultura y tratamiento de residuos (EcoInvent, 2018). Gracias a esta base de datos, en este estudio se logró obtener datos de insumos, transporte, energía y residuos, los cuales fueron adaptados a la realidad nacional, modificando consumos, eficiencias, entre otros datos.

4.2 Levantamiento de información

El proceso de levantamiento de información se realizó a través de la interacción del equipo UNAB y la empresa AZA. Se realizaron visitas a la planta de producción de Renca para verificar el diagrama de flujo del proceso y realizar la descripción de las operaciones unitarias. Durante el terreno se verificó si había cambios con respecto al proceso productivo utilizado en la primera versión de las EPD de barras de refuerzo y perfiles de acero. El levantamiento de información fue a partir de datos primarios, los cuales fueron entregados por Aceros AZA S.A a través de planillas de datos, y entrevistas con la jefa de sostenibilidad y la jefa de marketing y comunicaciones. La información solicitada incluyó datos de gestión ambiental, revisiones de planillas, datos no medidos, entre otros. Dentro de la información entregada se encuentran datos de consumos de materias primas, embalajes, agua, energía, combustibles, uso de transportes internos, así como emisiones líquidas, sólidas y gaseosas. También se utilizaron datos secundarios provenientes de bibliografía o bases de datos.

Para aquellas bases de datos Ecoinvent 3.6., que no eran chilenas, se seleccionaron bases de datos globales, las cuales fueron adaptadas a la realidad nacional. Estas adaptaciones consistieron adaptar las eficiencias a las nacionales, modificación de las fuentes de energía eléctrica, utilizando la del SEN. El detalle de los principales datos de inventario se presenta a continuación:

➤ Insumos

Para la obtención de los distintos insumos utilizados para la producción de barras de refuerzo, perfiles de acero y SAFEROCK®, se elaboró un Excel en el cual se solicitó la información de entrada de materiales al proceso. Este documento fue completado por la empresa mediante sus registros de compras, a partir de esta información se determinaron los flujos que correspondían a cada producto mediante asignación másica. Correspondiendo de esta forma a datos primarios levantados entre el periodo comprendido julio 2020 a julio del 2021.

➤ **Electricidad**

El consumo eléctrico anual (kWh/año) fue proporcionado por la empresa mediante sus registros y boletas. La información estaba proporcionada por procesos unitarios, por ejemplo, energía horno eléctrico, colada continua, laminación, servicios generales, entre otros. Correspondiendo de esta forma a datos primarios levantados entre el periodo comprendido julio 2020 a julio del 2021.

➤ **Combustibles**

El consumo de gas licuado anual (kg/año), diésel (l/año) y gas natural (m³/año) de AZA fue obtenido a partir de boletas de gas de la empresa, las cuales representan al consumo de la etapa de oxicorte de la chatarra, de la planta Renca y los puntos de acopio de chatarra ubicados en Antofagasta, Concepción, Temuco y Coyhaique en el caso del gas licuado de petróleo. El diésel es utilizado para transporte y prensa cizalla del centro de acopio de Temuco. El gas natural es utilizado en el horno eléctrico, y laminador de Colina y Renca. Correspondiendo de esta forma a datos primarios levantados entre el periodo comprendido julio 2020 a julio del 2021.

➤ **Transporte**

Para el cálculo del transporte de insumos, combustibles, embalajes y residuos. AZA entregó los nombres de los proveedores, su ubicación y la cantidad comprada. Las distancias terrestres fueron calculadas mediante Google Maps y para los transportes marítimos Searates. Para el transporte de palanquillas desde la planta de Colina a Renca, la empresa proporcionó la información de la masa de palanquilla enviadas a la planta y la distancia fue calculada por Google Maps.

➤ **Residuos sólidos**

La cantidad de residuos fue entregada por la empresa AZA desde sus registros.

➤ **Emisiones al aire**

Emissions of particulate matter, carbon monoxide, nitrogen oxides and volatile organic compounds were delivered by AZA through the monitoring they performed. Emissions of carbon dioxide, nitrous oxide, and methane were obtained from IPCC emission factors and calorific values.

➤ **Emisiones al agua**

Las emisiones de material particulado, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, fueron entregados por AZA, mediante los monitoreos que realizan. Las emisiones de dióxido de carbono, óxido nitroso, y metano, fueron obtenidas a partir de factores de emisión del IPCC y poderes caloríficos.

4.3 Supuestos

En el módulo C1, los residuos de construcción y demolición se generaron durante la construcción y demolición de estructuras una vez finalizada su vida útil. Debido a la ausencia de información sobre la asignación de impactos ambientales de la demolición de todo el edificio, se supone que son nulos.

Se supuso que los datos de reciclado de acero de Aceros AZA eran equivalentes a los porcentajes de acero reciclado y eliminado en vertederos en Chile según los datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) para el año 2020. Estos supuestos se utilizaron para los módulos C2, C3, C4 y D

4.4 Limitaciones

El estudio considera el transporte de los productos por tierra y mar, pero no cuantifica con precisión las distancias recorridas por los vehículos que suministran las materias primas, los insumos y la eliminación de residuos, que se estima a partir de la información obtenida de los proveedores. Las principales limitaciones se deben a la ausencia de datos sobre la producción de las materias primas utilizadas en el proceso de fabricación de las barras de acero para armar AZA, ya que no se tiene acceso a estos datos. Por este motivo, se corrige con el uso de las bases de datos EcoInvent 3.6., modificándolas a la realidad nacional.

4.5 Asignación

Dado que el estudio es un sistema multipropósito porque la empresa produce barras de acero de refuerzo, perfil de acero y pernos SAFEROCK®, la distribución de cargas debe hacerse por asignación basada en características físicas, como la masa, como se indica en PCR 2019:2014 V1.11.

5. Resultados

Los resultados de la EPD corresponden a los valores medios de un año de producción de Aceros AZA. A continuación, se presentan el comportamiento ambiental y los flujos de producción y salida de residuos.

5.1 Rendimiento ambiental

Tabla 5. Impacto Ambiental para 1 t de pernos SAFEROCK®

Indicator	Unit	A1	A2	A3	Total (A1-A3)	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	1,39E+02	7,21E+01	9,73E+01	3,09E+02	2,71E+00	1,10E-02	0,00E+00	9,00E-02	5,61E+01	9,43E-02	-3,55E+02
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	2,92E-01	2,45E-02	6,94E-01	1,01E+00	1,04E-03	1,05E-04	0,00E+00	3,46E-05	1,56E-02	3,05E-04	1,73E+00
GWP-luluc	kg CO ₂ eq.	3,33E-02	2,74E-02	4,50E-03	6,53E-02	9,75E-04	4,35E-06	0,00E+00	3,23E-05	4,42E-03	1,85E-05	-1,46E-01
GWP-total	kg CO ₂ eq.	1,40E+02	7,21E+01	9,80E+01	3,10E+02	2,71E+00	1,12E-02	0,00E+00	9,01E-02	5,61E+01	9,47E-02	-3,54E+02
ODP	kg CFC 11 eq.	1,70E-05	1,56E-05	1,08E-06	3,36E-05	5,89E-07	3,00E-09	0,00E+00	1,95E-08	1,21E-05	4,59E-08	-1,38E-05
AP	mol H ⁺ eq.	6,76E-01	4,32E-01	2,14E-01	1,32E+00	1,13E-02	8,26E-05	0,00E+00	3,74E-04	5,86E-01	9,21E-04	-1,55E+00
EP-freshwater	kg PO ₄ ³⁻ eq.	2,69E-01	6,49E-02	6,08E-02	3,94E-01	4,04E-02	4,06E-04	0,00E+00	3,95E-02	9,75E-02	1,52E-04	-2,08E+00
EP-freshwater	kg P eq.	6,73E-02	5,85E-03	5,51E-03	7,86E-02	2,28E-04	2,44E-06	0,00E+00	7,56E-06	2,01E-03	6,63E-06	-1,79E-01
EP-marine	kg N eq.	1,60E-01	1,20E-01	1,03E-01	3,83E-01	3,32E-03	2,83E-05	0,00E+00	1,10E-04	2,59E-01	3,46E-04	-3,14E-01
EP-terrestrial	mol N eq.	1,68E+00	1,31E+00	1,11E+00	4,11E+00	3,62E-02	3,08E-04	0,00E+00	1,20E-03	2,84E+00	3,80E-03	7,34E-01
POCP	kg NMVOC eq.	5,24E-01	3,82E-01	2,82E-01	1,19E+00	1,10E-02	8,94E-05	0,00E+00	3,66E-04	7,81E-01	1,09E-03	-1,86E+00
ADP-minerals&metals*	kg Sb eq.	1,00E-03	1,81E-03	7,28E-04	3,54E-03	7,13E-05	1,03E-07	0,00E+00	2,37E-06	8,60E-05	8,34E-07	-1,12E-03
ADP-fossil*	MJ	3,29E+03	1,05E+03	9,66E+01	4,44E+03	4,00E+01	2,27E-01	0,00E+00	1,33E+00	7,72E+02	3,04E+00	-3,30E+03
WDP	m ³	1,68E+03	3,30E+00	5,40E+01	1,73E+03	1,29E-01	9,82E-03	0,00E+00	4,29E-03	1,03E+00	9,23E-03	3,04E+02

* Cláusula de exención de responsabilidad: Los resultados de este indicador de impacto ambiental deben utilizarse con precaución, ya que la incertidumbre de estos resultados es elevada o la experiencia con el indicador es limitada.

Tabla 6. Impacto Ambiental para 1 t de pernos SAFEROCK®

Indicator	Unit	A1	A2	A3	Total A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWP-GHG ¹	kg CO ₂ eq.	1,39E+02	7,21E+01	9,73E+01	3,09E+02	2,71E+00	1,10E-02	0,00E+00	9,00E-02	5,61E+01	9,43E-02	-3,55E+02

Si la norma EN 15804 lo exige, se añadirán cláusulas de exención de responsabilidad.

¹ El indicador incluye todos los gases de efecto invernadero incluidos en el GWP-total, pero excluye la absorción y las emisiones de dióxido de carbono biogénico y el carbono biogénico almacenado en el producto. Así pues, este indicador es casi igual al indicador GWP definido originalmente en la norma EN 15804:2012+A1:2013.

Tabla 7. Impacto Ambiental para 1 t de pernos SAFEROCK®

Indicator	Unit	A1	A2	A3	Total A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ	2,80E+03	1,15E+01	3,94E+00	2,81E+03	4,46E-01	3,72E-03	ND	1,48E-02	4,27E+00	2,13E+00	0,00E+00
PERM	MJ	9,65E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,65E+00	0,00E+00	0,00E+00	ND	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ	2,81E+03	1,15E+01	3,94E+00	2,82E+03	4,46E-01	3,72E-03	ND	1,48E-02	4,27E+00	2,13E+00	0,00E+00
PENRE	MJ	3,06E+03	1,12E+03	1,03E+02	4,28E+03	4,25E+01	2,42E-01	ND	1,41E+00	8,38E+02	1,47E+02	0,00E+00
PENRM	MJ.	5,13E+02	0,00E+00	0,00E+00	5,13E+02	0,00E+00	0,00E+00	ND	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ	3,57E+03	1,12E+03	1,03E+02	4,79E+03	4,25E+01	2,42E-01	ND	1,41E+00	8,38E+02	1,47E+02	0,00E+00
SM	kg	1,13E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	ND	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	ND	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	ND	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m ³	4,89E-03	1,04E-04	3,17E-04	5,31E-03	0,00E+00	0,00E+00	ND	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

5.2 Generación de residuos y flujos de salida

Tabla 8. Impacto ambiental potencial de 1 tonelada de pernos SAFEROCK®

Indicator	Unit	A1	A2	A3	Total (A1-A3)	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
Residuos peligrosos eliminados	kg	3,04E-03	2,67E-03	1,45E-04	5,86E-03	1,05E-04	3,48E-07	0,00E+00	3,50E-06	2,15E-03	2,15E-03	0,00E+00
Residuos no peligrosos eliminados	kg	3,20E-01	0,00E+00	2,16E-01	5,36E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Residuos radiactivos eliminados	kg	3,64E-03	6,95E-03	4,78E-04	1,11E-02	2,63E-04	1,36E-06	0,00E+00	8,72E-06	5,48E-03	5,48E-03	0,00E+00

Tabla 9. Impacto ambiental potencial de 1 tonelada de pernos SAFEROCK®

Indicator	Unit	A1	A2	A3	Total A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
Components for re-use	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Material for recycling	kg	1,00E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Materials for energy recovery	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Exported energy, electricity	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Exported energy, thermal	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Tabla 10. Information on biogenic carbon content for 1 tonne of reinforcing steel bar

Resultados por unidad declarada		
CONTENIDO DE CARBÓN BIOGÉNICO	UNIDAD	CANTIDAD
Contenido de carbono biogénico en el producto	kg C	0,00E+00
Contenido de carbono biogénico en los envases	kg C	0,00E+00

Note: 1 kg biogenic carbon is equivalent to 44/12 kg CO₂.

6. Interpretación

La Figura 3 muestra el impacto medioambiental de cada etapa del ciclo de vida de 1 t de pernos SAFEROCK®. Para todas las categorías de impacto ambiental, las etapas A1 a A3 generan los más significativos, especialmente los asociados a la etapa A1, donde los impactos derivan principalmente de la producción de materias primas, como el ferrosilicio. La etapa de transporte (A2) genera impactos relevantes en las categorías de agotamiento abiótico de minerales y metales (48%), agotamiento de la capa de ozono (33%), calentamiento global - LULUC (22%) y acidificación (21%). Adicionalmente, en la etapa A2, el transporte de la chatarra genera los aportes más significativos, con aproximadamente un 22% de la chatarra proveniente de los centros de acopio de Iquique, Temuco y Coyhaique, que recolectan chatarra de los sectores aledaños antes de transportarla a la planta de Colina. Esta chatarra recorre un promedio de 823 km. El 78% restante va directamente a la planta de Colina, recorriendo un promedio de 163 km. En la categoría de acidificación, las principales sustancias generadas son el óxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, que se emiten en la producción del gasóleo utilizado por el camión. Estas sustancias se emiten a la atmósfera y reaccionan con los radicales hidroxilos y el vapor de agua, convirtiéndolos en ácido nítrico y sulfúrico, que pueden volver al suelo en forma de lluvia ácida. El transporte de envases, combustibles y palanquillas a Renca y el transporte de residuos contribuyen en menos de un 2%.

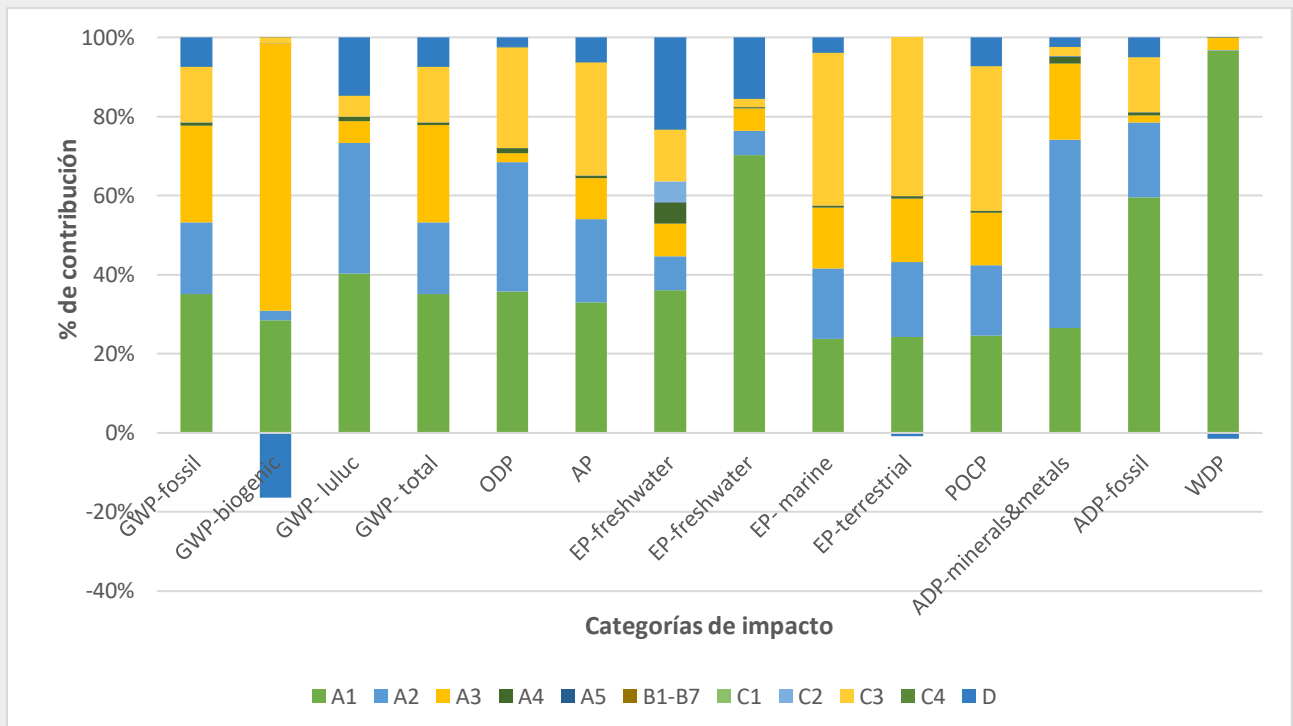


Figura 3. Contribuciones por etapas del impacto ambiental del ciclo de vida de 1 t de pernos SAFEROCK®

El impacto en el cambio climático de 1 t de SAFEROCK® es de 309 kg de CO₂ eq. No existen declaraciones ni estudios medioambientales asociados a este producto en la bibliografía. SAFEROCK® es el producto de AZA con mayor impacto medioambiental en todas las categorías de impacto. Esto puede deberse a que el 100% de este producto se fabrica en la planta de Renca, que tiene una escala de producción menor.

La fase C3 es el punto más crítico en las categorías de eutrofización terrestre (41%), eutrofización marina (39%), potencial de formación de ozono troposférico (37%), acidificación (29%) y potencial de agotamiento del ozono estratosférico (25%). Esto se debe principalmente a las emisiones de óxido nítrico generadas por la combustión de gasóleo durante el reciclado del acero.

7. Referencia

AZA, 2020. Reporte de sustentabilidad AZA 2020. Aceros AZA.

EN 15804:2012+A2:2019 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products

ISO 14040 2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework

ISO 14044 2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines

ISO 14025 2006 Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedure

EN 15804:2012+A2:2019 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products

The International EPD® System www.environdec.com

The International EPD® System The General Programme Instructions v3.01

The International EPD® System PCR 2029:14 Construction products v1.1 (EN 15804: A2)



www.epd-americalatina.com
www.environdec.com